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 TCI, veuillez visiter :
bacprotci.fr/annales-sujets-et-corriges

Bac Pro TCI

Sous-épreuve E22 : Élaboration d'un processus de fabrication

Session 2026 • Code sujet : **26-BCP-TCI-E22** • Durée : **3 heures** • Coefficient : **3**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Analyse fonctionnelle et réglementaire du capot (2 questions) **Page 3**

2. Étude technologique, métré et calculs de production (4 questions) **Page 4**

3. Préparation de fabrication et CFAO (4 questions) **Page 6**

4. Prévention et sécurité en atelier (3 questions) **Page 9**

5. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 11**

Sujet officiel (PDF) : https://bacprotci.fr/assets/annales/bac-pro-tci/Commande numérique et CFAO/2026/Bac Pro TCI - Commande numérique et CFAO - Session 2026 - 1-Sujet.pdf

1. Analyse fonctionnelle et réglementaire du capot

Un atelier prépare la fabrication d'un lot de 24 capots de visite destinés à protéger des organes de convoyage. Le capot en inox 304L doit répondre aux dimensions et exigences de fabrication du cahier des charges, ainsi qu'aux références normatives du dossier technique.

Analyse fonctionnelle

Question 1.1. Indiquer la fonction principale du capot et relever deux exigences fonctionnelles ou géométriques du cahier des charges auxquelles la pièce finie doit satisfaire.

La fonction principale du capot est de protéger les organes de convoyage dans l'atelier. La pièce finie doit avoir un fond extérieur de **260 × 180 mm** et quatre retours de **30 mm** de hauteur. Elle doit aussi comporter quatre trous de fixation de **Ø 9 mm**, positionnés conformément au plan. Enfin, les arêtes doivent être ébavurées et ne présenter aucune bavure susceptible de gêner le montage.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Protéger les organes de convoyage ; fond de 260 × 180 mm, retours de 30 mm et quatre trous Ø 9 mm correctement positionnés.

Références normatives

Question 1.2. Associer les références EN 10088-2, EN ISO 9013 et EN ISO 12100 à leur domaine d'application dans ce dossier. Pour chacune, indiquer une vérification ou une disposition de fabrication pertinente.

Référence	Domaine d'application	Vérification ou disposition pertinente
EN 10088-2	Conditions techniques de livraison des tôles et bandes inoxydables	Vérifier la nuance 304L (1.4307) et l'épaisseur nominale de 2 mm.
EN ISO 9013	Classification de la qualité de coupe thermique	Vérifier la qualité de coupe au regard du plan et de l'exigence client.
EN ISO 12100	Appréciation et réduction des risques liés aux machines	Appliquer les protections prévues et les consignes de sécurité de la machine.

Les vérifications s'effectuent selon le cahier des charges, le dossier technique et les consignes du constructeur.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> EN 10088-2 : matériau ; EN ISO 9013 : qualité de coupe thermique ; EN ISO 12100 : appréciation et réduction des risques machine.

2. Étude technologique, métré et calculs de production

L'étude porte sur la préparation du débit et de la découpe laser de développés de 314 mm × 234 mm dans une tôle inox de 2000 mm × 1000 mm. Les données fournies servent à calculer la masse et le coût matière, le nesting, la longueur et le temps de coupe ainsi que le coût imputé à chaque capot.

Masse et coût matière

Question 2.1. Pour une tôle de 2000 mm × 1000 mm et d'épaisseur 2 mm, calculer sa masse en kilogrammes puis son coût matière, en utilisant V = L × l × e et m = ρ × V. Présenter les unités et donner des résultats d'une précision adaptée aux données fournies.

En unités SI, la tôle mesure 2 m × 1 m et son épaisseur 0,002 m. Son volume est $V = 2 \times 1 \times 0{,}002 = 0{,}004\ \text{m}^3$. Avec la masse volumique de 8000 kg/m³, sa masse vaut $m = 8000 \times 0{,}004 = 32\ \text{kg}$. Le coût matière de la tôle entière est obtenu en multipliant cette masse par le prix de 6,80 €/kg, soit $32 \times 6{,}80 = 217{,}60\ €$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Masse de la tôle : 32 kg. Coût matière : 217,60 €.

Nesting

Question 2.2. Déterminer le nombre maximal de développés de 314 mm × 234 mm pouvant être disposés sans rotation sur une tôle de 2000 mm × 1000 mm, avec un espacement minimal de 5 mm et sans marge imposée en bord de tôle. Justifier le nombre de pièces par rangée et le nombre de rangées, puis calculer le rendement surfacique avec la formule fournie.

Sans rotation, six développés tiennent sur la longueur : $6 \times 314 + 5 \times 5 = 1909$ mm, alors que sept nécessiteraient 2228 mm. Quatre rangées tiennent sur la largeur : $4 \times 234 + 3 \times 5 = 951$ mm, mais cinq nécessiteraient 1190 mm. Le nesting maximal est donc de 24 pièces. Le rendement est la surface des 24 développés divisée par la surface de la tôle, puis multipliée par 100.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> 6 pièces par rangée × 4 rangées = 24 pièces. Rendement surfacique : 88,17 %.

Longueur et temps de découpe

Question 2.3. À partir de la formule Lc = 2(314 + 234) + 4π × 9, calculer la longueur totale de coupe du contour extérieur et des quatre trous de diamètre 9 mm. En déduire le temps de coupe à 1800 mm/min, puis le temps total laser en ajoutant cinq temps de perçage initial de 1,2 s chacun.

Le contour extérieur mesure $2(314 + 234) = 1096$ mm. Les quatre trous ajoutent $4\pi \times 9$ mm, donc la longueur totale est d'environ 1209,1 mm. À 1800 mm/min, le temps de coupe vaut $1209{,}1 / 1800$ min, soit 40,3 s. Le contour extérieur et les quatre trous demandent cinq perçages initiaux : $5 \times 1{,}2 = 6$ s. Le temps laser total est la somme du temps de coupe et du perçage.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Longueur de coupe : 1209 mm. Temps de coupe : 40,3 s. Temps total laser : 46,3 s.

Coût matière et chute

Question 2.4. Lorsque le nesting permet de fabriquer 24 pièces sur une tôle, calculer le coût matière imputé à un capot en répartissant le coût de la tôle à parts égales. Calculer également, en m², la surface de chute entre la surface totale de la tôle et la surface nette des 24 développés.

Le coût de la tôle entière est de 217,60 €. Réparti également entre 24 capots, il donne $217{,}60 / 24 = 9{,}066\ldots$ €, arrondi au centime. La tôle couvre $2\ \mathrm{m}^2$. Les 24 développés occupent $24 \times 314 \times 234 / 1\,000\,000 = 1{,}763424\ \mathrm{m}^2$. La surface de chute est donc la différence entre la surface de tôle et la surface nette des développés.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Coût matière par capot : 9,07 €. Surface de chute : 0,236576 m².

3. Préparation de fabrication et CFAO

La préparation CFAO s'appuie sur le développé coté du capot, ses lignes de pliage et les caractéristiques des quatre perçages. Il faut renseigner les données de débit, ordonner les opérations de fabrication et définir les contrôles du premier article avant la production du lot.

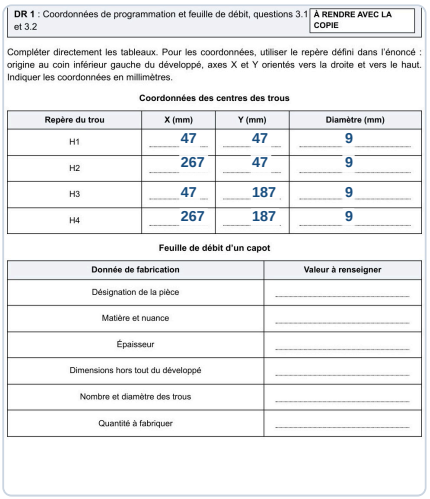
Coordonnées de programmation

Question 3.1. Déterminer les coordonnées X et Y des centres des quatre trous de fixation dans le repère d'usinage défini, avec l'origine au coin inférieur gauche du développé. Le fond se trouve entre les lignes de pliage et chaque trou est à 20 mm des bords du fond. Reporter les coordonnées et le diamètre des trous sur le document réponse DR 1.

Le fond est compris entre les lignes de pliage : de X = 27 à 287 mm et de Y = 27 à 207 mm. Chaque centre se trouve à 20 mm des bords du fond, d'où les coordonnées indiquées ci-dessous.

Trou	X (mm)	Y (mm)	Diamètre (mm)
H1, bas gauche	47	47	9
H2, bas droite	267	47	9
H3, haut gauche	47	187	9
H4, haut droite	267	187	9

DR 1 : coordonnées des trous complétées



DR 1 : Coordonnées de programmation et feuille de débit, questions 3.1 et 3.2 — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter directement les tableaux. Pour les coordonnées, utiliser le repère défini dans l'énoncé : origine au coin inférieur gauche du développé, axes X et Y orientés vers la droite et vers le haut. Indiquer les coordonnées en millimètres.

Coordonnées des centres des trous

Repère du trou	X (mm)	Y (mm)	Diamètre (mm)
H1	47	47	9
H2	267	47	9
H3	47	187	9
H4	267	187	9

Feuille de débit d'un capot

Donnée de fabrication	Valeur à renseigner
Désignation de la pièce	
Matière et nuance	
Épaisseur	
Dimensions hors tout du développé	
Nombre et diamètre des trous	
Quantité à fabriquer	

✓ RÉPONSE À RETENIR

H1 (47, 47), H2 (267, 47), H3 (47, 187), H4 (267, 187) mm ; diamètre : 9 mm.

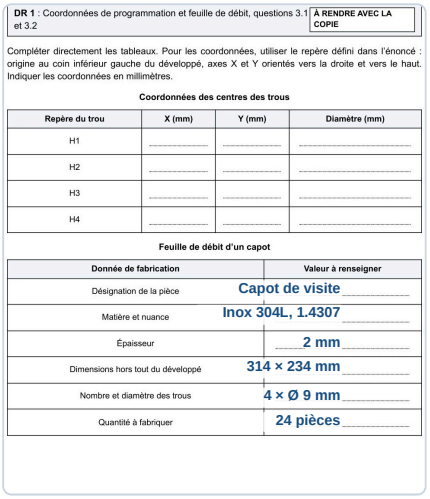
Feuille de débit

Question 3.2. Compléter sur le document réponse DR 1 la feuille de débit d'un capot en indiquant la désignation de la pièce, la matière et sa nuance, l'épaisseur, les dimensions hors tout du développé, le nombre et le diamètre des trous ainsi que la quantité à fabriquer.

La feuille de débit reprend la définition validée du capot : acier inoxydable 304L, sans correction supplémentaire de pliage. La quantité correspond au lot demandé pour AgroMaine.

Donnée de fabrication	Valeur
Désignation	Capot de visite
Matière et nuance	Acier inoxydable 304L, 1.4307
Épaisseur	2 mm
Développé hors tout	314 mm × 234 mm
Perçages	4 × Ø 9 mm
Quantité à fabriquer	24

DR 1 : feuille de débit complétée



DR 1 : Coordonnées de programmation et feuille de débit, questions 3.1 et 3.2 — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter directement les tableaux. Pour les coordonnées, utiliser le repère défini dans l'énoncé : origine au coin inférieur gauche du développé, axes X et Y orientés vers la droite et vers le haut. Indiquer les coordonnées en millimètres.

Coordonnées des centres des trous

Repère du trou	X (mm)	Y (mm)	Diamètre (mm)
H1			
H2			
H3			
H4			

Feuille de débit d'un capot

Donnée de fabrication	Valeur à renseigner
Désignation de la pièce	Capot de visite
Matière et nuance	Inox 304L, 1.4307
Épaisseur	2 mm
Dimensions hors tout du développé	314 × 234 mm
Nombre et diamètre des trous	4 × Ø 9 mm
Quantité à fabriquer	24 pièces

✓ RÉPONSE À RETENIR

Capot de visite : inox 304L (1.4307), épaisseur 2 mm, développé 314 × 234 mm, 4 trous Ø 9 mm, quantité 24.

Gamme de fabrication

Question 3.3. Sur le document réponse DR 2, ordonner les opérations depuis la réception de la tôle jusqu'au contrôle final. Pour chaque opération, indiquer un moyen ou poste adapté et un contrôle ou point de vigilance. Intégrer la découpe numérique, l'ébavurage, le pliage et le contrôle dimensionnel.

Respecter l'ordre de fabrication du dossier et valider le premier article avant de lancer le lot.

1. Réceptionner et identifier la tôle ; vérifier matière et épaisseur au certificat et au micromètre.
2. Préparer le fichier CFAO ; contrôler unités, repère et dimensions.
3. Charger et positionner la tôle ; vérifier son orientation et son maintien.
4. Découper au laser ; vérifier le programme, les protections et la qualité de coupe.
5. Décharger et ébavurer ; vérifier l'absence de bavures gênant le montage.
6. Plier les quatre retours à la presse plieuse ; contrôler leur géométrie.
7. Contrôler et valider le premier article, lancer la série de 24 pièces, puis effectuer le contrôle final et identifier les pièces.

DR 2 : gamme de fabrication complétée

Gamme de fabrication du capot de visite

N°	Opération	Moyen ou poste	Contrôle ou point de vigilance
1	Réception, identification	Contrôle matière, épaisseur	Certificat ; micromètre
2	Préparer fichier CFAO	Poste CFAO	Unités, repère, dimensions
3	Charger et positionner	Moyen de manutention	Positionnement, maintien de la tôle
4	Découpe numérique	Machine laser	Programme, protections, qualité de coupe
5	Décharger, ébavurer	Poste d'ébavurage	Arêtes sans bavure nuisible
6	Plier les quatre retours	Presse plieuse	Contrôler la géométrie des retours
7	Valider article, produire le lot	Contrôle dimensionnel	Contrôle final, identification

✓ RÉPONSE À RETENIR

Réception et contrôle matière, CFAO, chargement, découpe laser, ébavurage, pliage, validation du premier article, série de 24, contrôle final et identification.

Contrôle du premier article

Question 3.4. Indiquer deux contrôles à réaliser sur le premier article avant de lancer la série de 24 pièces. Pour chacun, préciser la caractéristique contrôlée et le moyen de contrôle adapté.

Avant le lancement des 24 pièces, vérifier notamment une dimension de la pièce pliée et les perçages.

- **Fond fini :** contrôler les dimensions 260 mm × 180 mm avec un réglet ou un pied à coulisse, selon l'accessibilité.
- **Perçages :** contrôler les quatre diamètres Ø 9 mm au pied à coulisse et leur position par rapport aux bords du fond.

La série démarre après validation de la conformité du premier article.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Contrôler le fond fini (260 × 180 mm) au réglet ou au pied à coulisse, puis les quatre trous Ø 9 mm et leur position.

4. Prévention et sécurité en atelier

La fabrication mobilise une machine de découpe laser à enceinte protégée, une presse plieuse et un moyen de manutention des tôles inox de 2 mm. Les réponses doivent s'appuyer sur les consignes de l'entreprise, les notices des équipements et les principes de prévention des risques professionnels.

Manutention des tôles

Question 4.1. Citer deux risques liés à la manutention et à la manipulation des tôles inox de 2 mm, puis indiquer une mesure de prévention adaptée à chacun.

Les tôles présentent des arêtes coupantes et peuvent blesser si elles glissent ou sont mal maîtrisées. Leur manipulation peut aussi provoquer un écrasement ou un effort excessif.

- **Coupures :** porter des gants adaptés anti-coupure et maîtriser la position de la tôle.
- **Écrasement et efforts :** utiliser le moyen de manutention prévu, stabiliser la charge et dégager le trajet.

Les EPI sont choisis selon l'évaluation des risques et les consignes de l'atelier.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Gants adaptés contre les coupures ; moyen de manutention, charge stable et trajet dégagé contre les écrasements et les efforts excessifs.

Découpe laser

Question 4.2. Indiquer deux vérifications ou mesures de prévention à effectuer avant le lancement de la découpe laser, en s'appuyant sur la mise en sécurité de la machine et les consignes du fabricant.

Avant le lancement, l'opérateur prend connaissance de la notice et des consignes de poste, puis vérifie que les protections prévues par le constructeur sont fonctionnelles.

1. Contrôler l'enceinte, les protecteurs et les dispositifs de sécurité, notamment les interverrouillages ; ne jamais les neutraliser.
2. Vérifier que la zone de travail est dégagée et que la tôle est correctement positionnée avant le démarrage.

Signaler tout défaut et ne pas utiliser la machine tant que la mise en sécurité n'est pas assurée.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Contrôler les protections et dispositifs de sécurité, puis vérifier que la zone est dégagée et la tôle correctement positionnée.

Pliage

Question 4.3. Citer un risque spécifique lié au pliage et donner deux mesures de prévention permettant de réduire ce risque pour l'opérateur.

Lors du pliage, les doigts peuvent être écrasés ou cisaillés entre le poinçon et la matrice.

- Garder les mains hors de la zone de pliage et utiliser les dispositifs de protection de la presse en état de fonctionnement.
- Respecter la notice et les consignes de commande ; positionner et soutenir la tôle sans placer les mains sous l'outillage.

Ne jamais neutraliser une protection ni effectuer un réglage hors de la procédure prévue par l'entreprise.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Risque d'écrasement ou de cisaillement des doigts : garder les mains hors de l'outillage et utiliser les protections de la presse.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2026)

Bilan de l'épreuve : Cette épreuve E22 du Bac professionnel Technicien en chaudronnerie industrielle, session 2026, porte le code 26-BCP-TCI-E22. D'une durée de 3 heures et de coefficient 3, elle étudie la préparation de fabrication de 24 capots de visite en inox 304L. Les compétences évaluées couvrent l'analyse fonctionnelle et normative, les calculs de débit et de découpe, la CFAO, la gamme, les contrôles et la prévention des risques.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Le volume d'une tôle se calcule par V = L × l × e, avec des unités cohérentes, puis sa masse par m = ρ × V.
- Le rendement de nesting est R = (N × Sp / St) × 100, où Sp est la surface d'un développé et St celle de la tôle.
- Le temps de coupe est la longueur de coupe divisée par la vitesse, à laquelle s'ajoutent les temps de perçage initial.
- EN 10088-2 concerne les tôles inox, EN ISO 9013 la qualité de coupe thermique et EN ISO 12100 la prévention des risques machines.

Points de vigilance & attentes du jury

- Convertir les millimètres en mètres avant de calculer le volume et la masse de la tôle.
- Pour le nesting, intégrer l'espacement minimal et justifier le nombre de pièces par rangée et de rangées.
- Compter cinq perçages initiaux par pièce : un pour le contour extérieur et quatre pour les trous.
- Vérifier le repère et le sens des axes CFAO, puis choisir un moyen de contrôle adapté à chaque caractéristique.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer le temps total de découpe laser demandé dans ce sujet ?

Calculez d'abord la longueur de coupe du contour extérieur et des quatre cercles, puis divisez-la par la vitesse en mm/min. Convertissez le résultat en secondes et ajoutez cinq temps d'amorçage de 1,2 s chacun.

Q : Comment placer les centres des trous dans le repère CFAO du développé ?

Repérez le fond entre les lignes de pliage, à 27 mm des bords extérieurs du développé. Placez chaque centre à 20 mm des bords correspondants du fond, puis exprimez les coordonnées depuis l'origine située en bas à gauche.

Q : Quelle organisation suivre pour répondre aux questions et rendre les documents ?

Traitez les quatre parties dans l'ordre et réservez du temps aux calculs et à la gamme de fabrication. Présentez les étapes et les unités, puis complétez et rendez obligatoirement les documents réponses DR 1 et DR 2.

Q : Quels critères de contrôle sont attendus pour valider le premier article ?

Le dossier prévoit le contrôle de la matière et de l'épaisseur, des dimensions, du diamètre et de la position des trous, de l'ébavurage et de la géométrie après pliage. Choisissez un moyen adapté à la caractéristique et à sa tolérance.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bacprotci.fr/assets/annales/bac-pro-tci/Commande numérique et CFAO/2026/Bac Pro TCI - Commande numérique et CFAO - Session 2026 - 1-Sujet.pdf
Ressources Bac Pro TCI : 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.