

1. PARTIE A : ÉTUDE DU SYSTÈME DE SERRAGE RAPIDE

Problématique : optimiser le système de serrage sur le rail à percer et valider ses performances.

1.1 Vérifier la rigidité du système de serrage

Le mécanisme de serrage rapide de la foreuse PR1 est défini sur le dessin d'ensemble et l'éclaté DT3 pages 10 à 13. Son principe de fonctionnement est décrit dans les étapes 1 à 4 du dossier technique pages 4 et 5.

Nous donnons sur le DR1 le mécanisme de serrage rapide ci-contre, modélisé par un graphe de liaisons et son schéma cinématique à compléter.



Question 1	Compléter le graphe de liaisons du mécanisme de serrage rapide à partir des vues de détail du DT3. Compléter le schéma cinématique en respectant le code couleur sur le DR1.
DT1, DT2, DT3 DR1	

La vérification de la rigidité du mécanisme de serrage rapide nous conduit à déterminer le degré d'isostatisme de ce système. Nous donnons ci-dessous la relation entre le degré d'isostatisme et les paramètres du mécanisme.

$$h = \sum ns - 6 \cdot (n - 1) + \mu + m_i$$

Avec : **ns** : nombre d'inconnues statiques **mu** : mobilité utile
 n : nombre de pièces **mi** : mobilité interne

Question 2	Calculer le degré d'isostatisme h de ce mécanisme.
DT1, DT2, DT3 DR1	

Question 3	En déduire si le mécanisme est isostatique ou hyperstatique Analyser les conséquences géométriques qu'implique la valeur de h . Conclure quant à la rigidité de ce mécanisme.
DR1	

1.2 Valider les performances du système de serrage au regard de la sécurité et des règles de l'ergonomie en vigueur

Nous étudierons dans cette partie la sécurité au niveau du système vis-écrou (repères 40 et 42) de la commande de serrage et nous vérifierons la compatibilité du couple de serrage par rapport aux règles d'ergonomie données dans le DT9.

1.2.1 Étude de l'équilibre de l'ensemble foreuse PR1

Nous allons étudier dans un premier temps, l'équilibre de l'ensemble foreuse en position serrée sur le rail, voir DR2.

Hypothèses et données de l'étude :

- l'étude est considérée comme un problème plan ;

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TRAVAIL	SESSION 2026
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	26CP42CP	PAGE 1/14

- contacts ponctuels avec adhérence dans les liaisons rail/mors fixe (11+10) au point A et rail/mors mobile (29) au point O ;
- nous ne sommes en équilibre strict (limite de l'adhérence) qu'au point A. Au point O, nous sommes en adhérence ;
- le facteur d'adhérence : $\mu_0 = \tan \varphi_0 = 0,3$ aux points A et O ;
- les coordonnées des points : $\overrightarrow{OG} = \begin{pmatrix} -290 \\ 146 \\ 0 \end{pmatrix}$ $\overrightarrow{OA} = \begin{pmatrix} -30 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$;
- la masse de l'ensemble est de 20,92 kg ;
- nous prendrons comme accélération de la pesanteur : $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

On isole l'ensemble S = {foreuse PR1}

Le poids de l'ensemble foreuse PR1 peut engendrer un glissement relatif aux contacts entre le rail et les mors fixe (11+10) et les mors mobile(29) aux niveaux des points A et O.

Sur le détail D1 du DR2, on donne les cônes d'adhérence aux points A et O ainsi que le repère local lié aux contacts.

Question 4	<i>Le poids de l'ensemble appliqué au point G peut créer un basculement aux points A et O.</i>
DT2, DT3, Détail D1 DR2	Tracer sans échelle sur le détail D1 du DR2 les vecteurs modélisant les vitesses de glissement $\overrightarrow{V_{A,11/rail}}$ et $\overrightarrow{V_{O,29/rail}}$. En déduire et tracer sans échelle sur le même détail D1 les efforts tangentiels $\overrightarrow{T_{A(rail \rightarrow 11)}}$ et $\overrightarrow{T_{O(rail \rightarrow 29)}}$.

À partir des conditions d'adhérence imposées dans les hypothèses de cette étude :

Question 5	En déduire et tracer sans échelle sur la vue d'ensemble du DR2 :
DT2, DT3 DR2	• le vecteur $\overrightarrow{A_{(rail \rightarrow S)}}$: effort engendré par le contact entre le rail sur S en A ; • le vecteur $\overrightarrow{P_{(pesanteur \rightarrow S)}}$ modélisant le poids de S.

Question 6	Trouver le point de concours I des trois actions $\overrightarrow{A_{(rail \rightarrow 11)}}$ et $\overrightarrow{O_{(rail \rightarrow 29)}}$ et $\overrightarrow{P_{pesanteur \rightarrow S}}$.
DT3 DR2	Apporter une attention particulière à la construction des tracés.

Question 7	Conclure sur le risque de glissement de l'ensemble.
Feuille de copie	

1.2.2 Étude de l'équilibre du levier de serrage rapide (5)

On isole le levier (5) et on étudie son équilibre en position serrée sur le rail. Pour cette étude, on considère que l'effort appliqué par le rail sur le levier est normal à la surface du mors en O et que son intensité est égale à 6610 N.

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TRAVAIL	SESSION 2026
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	26CP42CP	PAGE 2/14

Hypothèses pour cette étude :

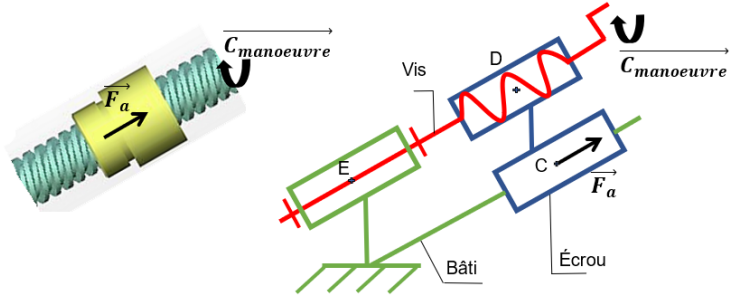
- l'effort de rail sur levier en O : $\overrightarrow{\mathbf{O_{rail} \rightarrow 5}} = 6610 \vec{x}$;
- l'étude est considérée comme un problème plan ;
- les liaisons sont parfaites ;
- l'action du ressort 33 est négligée devant les autres actions mécaniques ;
- le poids du levier est négligé devant les efforts mis en jeu.

Question 8	Faire le bilan des actions mécaniques extérieures appliquées au levier 5 en complétant le tableau du DR3.
DT3 DR3	

Question 9	Appliquer , sur le DR3, le principe fondamental de la statique (PFS) au levier (5) par méthode graphique.
DT3 DR3	En déduire les valeurs des efforts inconnus $\ \overrightarrow{B_{(36 \rightarrow 5)}}\ $ et $\ \overrightarrow{C_{(40 \rightarrow 5)}}\ $.

1.2.3 Étude de la condition de stabilité (irréversibilité) du système vis-écrou de commande de serrage

Pour garantir le maintien de l'effort de serrage, lors de l'arrêt de la manœuvre de la vis de commande (42), il ne faut pas que la force axiale appliquée par le levier mors mobile (5) sur l'écrou (40) entraîne en rotation la vis (42), donc le système vis-écrou **doit être irréversible**.

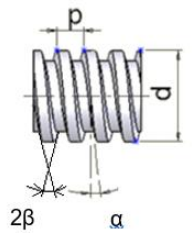


Pour valider cette condition, on donne la relation entrée-sortie dans le système vis-à-vis :

$$C_{manoeuvre} = F_a \times R_{moyen} \times \tan(\varphi' + \alpha) : \text{phase de serrage}$$

$$C_{manoeuvre} = F_a \times R_{moyen} \times \tan(\varphi' - \alpha) : \text{phase de maintien en position}$$

- C manœuvre : couple appliqué sur la vis ;
 - Fa : effort axial sur l'écrou ;
 - R_{moyen} : rayon sur flanc de la vis tel que : $d_{\text{moyen}} = d - 0.5 \times \text{pas}$;
 - α : angle d'hélice tel que : $\tan \alpha = \frac{\text{Pas}}{\pi \times d_{\text{moyen}}}$;
 - soit β l'angle de filet mesuré dans le plan normal à l'hélice tel que $\beta = 15^\circ$.
 - φ' : angle de frottement fictif tel que $\tan \varphi' = \frac{\mu}{\cos \beta}$;
 - on donne μ le facteur de frottement au contact de la vis et de l'écrou ($\mu = \tan \varphi = 0,1$).
- 
- The diagram shows a cross-section of a screw thread. The mean diameter is labeled d_{moyen} . The pitch is labeled p . The thread angle is labeled 2β .



Condition de non réversibilité :

Si $\tan(\varphi') > \tan(\alpha)$ alors la vis est dite autobloquante, le couple sur la vis doit être positif : **système irréversible.**

Indépendamment des résultats trouvés aux questions précédentes, on donne l'effort de poussée de l'écrou 40 sur la vis de manœuvre 42 : $F_a = 10000\text{N}$.

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TRAVAIL	SESSION 2026
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	26CP42CP	PAGE 3/14

Question 10	Vérifier la réversibilité ou l'irréversibilité du système vis-écrou.
DT3 page 13/26 <i>Feuille de copie</i>	

Question 11	Calculer le couple de manœuvre nécessaire pour les phases de serrage et de maintien en position.
DT3 <i>Feuille de copie</i>	

Question 12	Calculer l'effort que doit appliquer l'opérateur à l'extrémité de l'axe de manœuvre (43) en phase de serrage afin d'assurer le couple maxi.
DT3 page 13/26, DT2 <i>Feuille de copie</i>	

L'effort de mise en rotation de l'axe de manœuvre (43) doit respecter les règles d'ergonomie. Le DT9, donne les principales spécifications (identification et limites des efforts) destinées à l'ingénierie.

Données :

- posture : debout et bonne posture ;
- nature de l'effort : tourner un volant vertical, effort exercé par une main ;
- fréquence de manœuvre : occasionnelle inférieure à 30 par heure.

Question 13	Indiquer le repère de la courbe choisie et donner les limites de l'effort à respecter en effectuant les tracés sur les courbes du DR4.
DT9 <i>DR4</i>	

Question 14	Conclure quant au respect des règles d'ergonomie.
DT9 <i>Feuille de copie</i>	

1.3 Optimiser les formes du levier de serrage 5

Afin d'être plus compétitif sur le marché, le bureau d'études souhaite améliorer le système de serrage et réduire par la même occasion son coût de revient. Naturellement il décide de revoir la conception du levier de serrage (5). La nouvelle version doit être fabriquée en tôlerie et le nouveau mors qui remplace 29 (fourni sur le DT10) doit être assemblé au levier de serrage.

Hypothèses :

- matériau isotrope et homogène ;
- pièce monobloc.

Données :

- le levier est une pièce mécano-soudée réalisée en trois parties, deux plaques de 8 mm d'épaisseur obtenues par une découpe laser et une partie porte mors ;
- matériau utilisé : acier S700 ;
- coefficient de sécurité pour cette construction : $s=2$;
- une simulation réalisée via un logiciel d'étude par éléments finis a permis d'obtenir les résultats du DT10.

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TRAVAIL	SESSION 2026
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	26CP42CP	PAGE 4/14

Question 15	Colorier sur la vue axonométrique, les surfaces fonctionnelles et indiquer les cotes fonctionnelles à ne pas modifier du levier de serrage.
DT3	
DR4	

Question 16	Relever la valeur de la contrainte maximale qui s'exerce sur le levier de serrage (5). Entourer sur la figure des résultats de la simulation (DR5) les zones des contraintes maximales.
DT10	
DR5	

Question 17	Calculer la valeur de la résistance élastique minimale qui permet d'assurer le coefficient de sécurité exigé pour cette construction. Justifier le choix du matériau utilisé.
DT2, DT3	
DR5	

Question 18	Proposer des familles de matériaux pour le levier de serrage, en croisant sur le DR6 les critères de coût minimal et de limite élastique. <i>Le coefficient de sécurité $s=2$ doit être pris en compte.</i> Choisir le matériau le plus approprié à cette nouvelle version (aidez-vous de la nomenclature DT3).
DT3	
DR6	

Question 19	Proposer sous forme de dessin à main levée une solution constructive du levier de serrage qui tient compte des résultats de la simulation et du souhait du bureau d'études concernant la nouvelle version du levier.
DT10	
DR5	

2. PARTIE B : ÉTUDE DE LA MOTORISATION THERMIQUE

Problématique : optimiser le choix du moteur Honda par rapport aux caractéristiques essentielles du cahier des charges fonctionnel en s'appuyant sur la validation de certains éléments de la chaîne de transmission de puissance.

2.1 Validation du choix du moteur thermique

Nous prendrons un couple utile sur le porte outil repère 25 : $C_{25} = 38,5 \text{ N}\cdot\text{m}$ dans le cas le plus défavorable. Le rapport de transmission R_1 du 1^{er} étage de transmission est donné sur le DR7 ($R_1 = 0,5$).

Hypothèse :

La forme conique en bout d'éjecteur en contact avec le rail n'entraîne que peu de perte d'énergie par rapport à l'énergie fournie pour le perçage du rail. De ce fait, nous négligerons le couple résistant engendré par le ressort d'éjection de la carotte devant le couple utile de perçage (C_{25}). Les différents rendements du réducteur sont fournis sur le DR7.

Question 20	Déterminer les rapports de transmission R_2 (2 ^{ème} étage) et R_3 (3 ^{ème} étage) de la chaîne de puissance.
DT2, DT3 page 13/26 DR7 Feuille de copie	Compléter le SysML du DR7 en notant ces deux rapports de transmission.

Question 21	En déduire le couple minimum utile C_{18} sur l'axe moteur (repère 18) que doit développer le moteur thermique pour percer le rail CR 171 dans le cas le plus défavorable.
DR7 Feuille de copie	Compléter le SysML du DR7 en notant le couple moteur.

Question 22	Déterminer la fréquence de rotation de la broche en charge du foret N_{25} fournie par le diagramme d'exigences, puis en déduire la vitesse de rotation N_{18} du moteur thermique sous charge.
DT2 page 9/26 DR7 Feuille de copie	Compléter le SysML du DR7 en notant la vitesse de rotation N_{18} .

Question 23	Calculer la puissance en charge P_{18} du moteur thermique.
DR7 Feuille de copie	Compléter le SysML du DR7 en notant la puissance P_{18} .

Les caractéristiques techniques de trois moteurs thermiques Honda sont données dans le DT4 et dans le DR8 sous forme de courbes. Ces trois moteurs appartiennent à la même gamme de produits, seules leurs caractéristiques changent.

Le régime du moteur thermique est imposé par le CDCF pour un perçage optimal. Sa valeur est de $N_{\text{moteur}} = 6200 \text{ tr/min}$.

Question 24	Déterminer par le tracé sur les courbes fournies dans le DR8 pour les trois moteurs thermiques, le couple et la puissance au régime moteur imposé par le CDCF.
DT4 DR8	

Question 25	Choisir l'un des trois moteurs thermiques qui correspond au mieux aux besoins que vous avez déterminés dans la question précédente. Vous appuierez votre raisonnement sur les courbes fournies au DR8. Justifier votre choix.
DT4 <i>Feuille de copie</i>	

Question 26	Conclure en comparant votre choix de moteur thermique avec celui du constructeur.
DT1, DT2, DT4 <i>Feuille de copie</i>	

2.2 Détermination des éléments roulants qui assurent le guidage en rotation du porte-outil (repère 25) par rapport au carter porte-outil (repère 17)

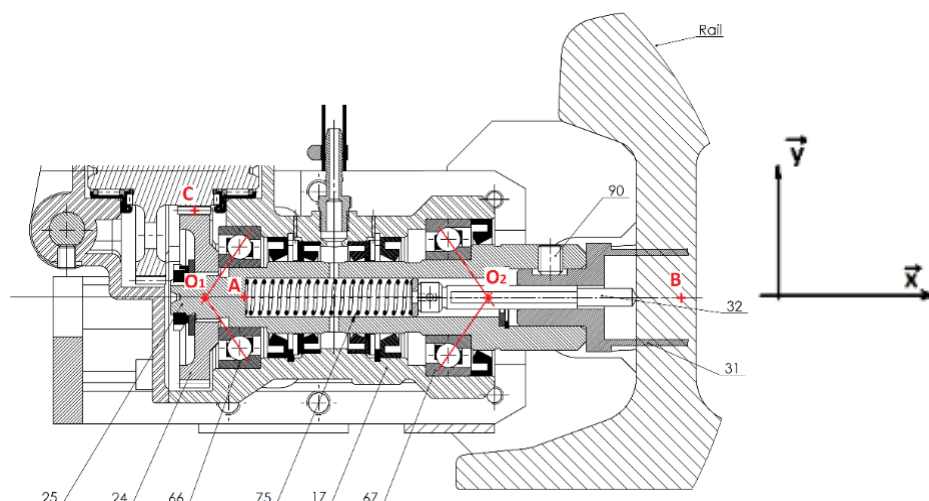
Les efforts importants de coupe et la rigidité imposés par le perçage orientent le guidage en rotation du porte-outil dans le carter porte-outil vers une liaison pivot réalisée à l'aide de deux roulements à billes à contact oblique repérés 66 et 67.

Hypothèses simplificatrices :

- le poids des pièces est négligeable devant les efforts mis en jeu ;
- les liaisons sont supposées parfaites sans frottement ni adhérence ;
- l'outil de coupe est symétrique (même après usure) ce qui implique que les efforts radiaux sur le foret s'annulent deux à deux ;
- on nommera R le repère $(O, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$;
- nous pouvons ramener les efforts extérieurs du rail sur l'outil au point B en un torseur

$$\text{entièrement connu : } \{\tau_{\text{rail} \rightarrow \text{outil}}\}_B = \begin{Bmatrix} -2050 & 38,5 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_R ;$$

- les efforts sont exprimés en N, les moments en N-m et les distances en m ;
- nous considérerons que nous sommes en fin de perçage afin d'avoir un effort maximum dans le ressort ;
- l'épaisseur de l'âme du rail CR 171 à percer est de 30mm ;
- la précharge du ressort de compression lors de son montage dans la foreuse PR1 impose une longueur $L1 = 81\text{mm}$, voir DT5 ;
- l'effort de pression dû au lubrifiant sur les différentes surfaces est négligeable devant les efforts de coupe.



BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TRAVAIL	SESSION 2026
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	26CP42CP	PAGE 7/14

Question 27	À partir des caractéristiques dimensionnelles fournies dans le diagramme d'exigences, calculer la raideur du ressort de compression de l'éjecteur 75.
DT2, DT5 <i>Feuille de copie</i>	

Question 28	Calculer la précharge de pose du ressort de compression. En déduire l'effort du ressort de compression dans sa position pour le perçage maximal de 30mm.
DT2, DT3, DT5 <i>Feuille de copie</i>	

Un calcul de statique nous a permis de :

- déterminer les efforts radiaux dans les roulements à billes à contact oblique :
 - roulement 1 en O1 : $Fr_1 = 2920N$;
 - roulement 2 en O2 : $Fr_2 = 3750N$;
- d'exprimer les efforts axiaux Fa_1 et Fa_2 dans les 2 roulements : $X_{O1} + X_{O2} - 2050 = 0$.

Le DT6 relatif aux roulements à billes à contact oblique vous renseigne sur la démarche de résolution utilisant ce type d'éléments roulant.

Question 29	Nommer le cas du montage de roulements employé dans ce mécanisme.
DT3, DT6 <i>Feuille de copie</i>	

Question 30	Calculer les forces axiales induites Fa_1 et Fa_2 pour chaque roulement à billes à contact oblique. <i>On se placera dans la valeur la plus courante d'utilisation pour l'angle de contact $\alpha = 40^\circ$ et en supposant $\frac{Fa}{Fr} > e$.</i>
DT6 <i>Feuille de copie</i>	

Question 31	Déterminer à partir des cas de charge possibles le roulement monté avec jeu et le roulement monté en butée. En déduire les efforts axiaux dans chaque roulement. Ils seront notés Fa_1 : pour le roulement 1 et Fa_2 : pour le roulement 2.
DT6 <i>Feuille de copie</i>	

Pour la suite de cette étude, indépendamment des résultats trouvés, vous prendrez les efforts suivants :

- roulement 1 en O₁ : $Fr_1 = 2920N$ et $Fa_1 = 2570N$;
- roulement 2 en O₂ : $Fr_2 = 3750N$ et $Fa_2 = 4620N$.

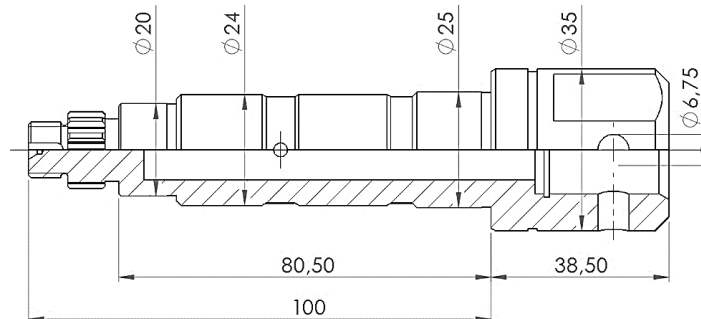
Question 32	Calculer la charge équivalente dans chaque roulement.
DT6 <i>Feuille de copie</i>	

La durée de vie indicative pour un montage de roulements dans un outillage portatif est de 1000 à 10 000 heures de fonctionnement. Le bureau d'études décide de fixer cette durée de vie à 2 700 heures pour cette foreuse PR1 en raison de son utilisation ponctuelle sur les chantiers. Ce qui implique aussi d'orienter le choix sur des éléments standards les plus rentables possibles (optimisation des coûts de revient).

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TRAVAIL	SESSION 2026
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	26CP42CP	PAGE 8/14

De plus, certaines dimensions de l'arbre (porte-outil 25) sont imposées par un calcul de résistance de matériau et d'encombrement notamment du ressort de compression, de la forme de l'éjecteur et de la prise d'outil.

Hypothèse simplificatrice : la durée de vie est identique pour chacun des deux roulements.



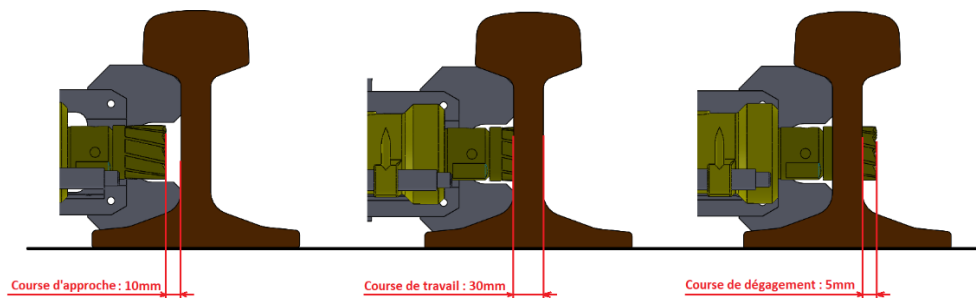
Question 33 DT6 <i>Feuille de copie</i>	Calculer la durée de vie (L_{10h}) d'un des deux roulements à partir de la durée de vie de l'ensemble du montage. <i>Nous émettons l'hypothèse que la durée de vie des 2 roulements est identique.</i>
Question 34 DT6 <i>Feuille de copie</i>	Calculer la charge dynamique de base (C_1 et C_2) dans chaque roulement à partir de la durée de vie d'un des deux roulements (L_{10h}).
Question 35 DT6 <i>Feuille de copie</i>	Choisir les deux roulements dans la documentation constructeur SKF en donnant leur référence précise. Justifier votre choix en précisant les critères qui vous ont permis de retenir ces deux roulements.

3. PARTIE C : ÉTUDE DU MÉCANISME D'AVANCE DE PERÇAGE

Problématique : valider les performances du mécanisme d'avance de perçage en fonction des règles d'ergonomie en vigueur et optimiser cette avance pour réaliser un perçage de qualité.

3.1 Vérification de la performance d'avance de coupe

Le rail percé est un CR 171. L'avance du foret creux de la foreuse se décompose en 3 phases distinctes comme ci-dessous :



Le foret creux est dessiné en position début de course d'approche sur le DR9. L'objectif des questions qui vont suivre est de déterminer la course maxi de l'écrou d'avance (repère 44) lorsque le foret atteint sa position de dégagement maximal puis, conclure quant à l'utilisation optimale de l'outillage.

Par la suite de l'étude, on prendra les notations suivantes :

- $M_{1/0}^{vt}$: mouvement de la pièce 1 par rapport à la pièce 0 ;
- $T_{A,1/0}$: trajectoire du point A appartenant à la pièce 1 par rapport à la pièce 0 ;
- $\Delta \overrightarrow{V_{A,1/0}}$: support du vecteur vitesse ;
- $\overrightarrow{V_{A,1/0}}$: vecteur vitesse du point A appartenant à la pièce 1 par rapport à la pièce 0 ;
- le bâti sera représenté par la pièce 2 ;
- les points d'indice 0 indiquent la position initiale (exemple A0 : point A en début de course d'approche) et les points d'indice 1 indiquent la position finale (exemple A1 : point A en fin de course de dégagement).

Hypothèses d'étude :

- les liaisons sont supposées parfaites, sans jeu ;
- le système est considéré plan et sera le plan d'étude ;
- les pièces sont considérées comme indéformables ;
- roulement sans glissement au point C entre le galet et la rainure dans la pièce 4.

Question 36	Définir les mouvements suivants : $M_{17/2}^{vt}$, $M_{46/2}^{vt}$, $M_{44/45}^{vt}$, $M_{4/44}^{vt}$, $M_{4/17}^{vt}$ et $M_{4/2}^{vt}$.
DT3 DR9 Feuille de copie	

Question 37	Définir les trajectoires suivantes : $T_{B,17/2}$, $T_{C,4/2}$, $T_{D,4/17}$ et $T_{D,44/45}$.
DT3 DR9 Feuille de copie	Tracer les trajectoires : $T_{B,17/2}$, $T_{D,4/17}$ et $T_{D,44/45}$.

Question 38	On donne la position du point A_1 , tracer le point B_1 de la position finale.
DR9	

La position C_1 est définie sur le DR9. Par hypothèse simplificatrice, les dimensions BD et CD sont considérées constantes.

Question 39	En déduire et tracer la nouvelle position du point D_1 .
DR9	

En première approximation et pour simplifier les tracés, nous considérons que la course de l'écrou 44 est la différence entre E_0D_0 et E_0D_1 .

Question 40	Mesurer les distances E_0D_0 et E_0D_1 .
DR9 Feuille de copie	En déduire la course de l'écrou par rapport à la vis entre les positions 0 et 1.

Question 41	Conclure si l'écrou sera en butée à la fin du mouvement.
DR9 Feuille de copie	

Question 42	Proposer une solution d'amélioration de la profondeur de perçage en augmentant la course de l'outil.
DT3 DR9 Feuille de copie	

3.2 Valider le couple d'avance sur la manivelle (repère 48 – DT3) lors d'un perçage

L'effort d'avance de l'outil est créé grâce à la rotation manuelle de la manivelle d'avance. L'opérateur doit pouvoir usiner le rail CR 171 et répéter plusieurs fois cette même opération pendant une heure sans se fatiguer. Une simulation de l'avance de coupe est réalisée à partir d'un logiciel de simulation mécanique, afin de pouvoir avoir différents résultats pour toutes les positions du mécanisme.

Données et hypothèses :

- seuls les efforts axiaux appliqués sur la pièce 17 seront pris en compte. La résultante de ces efforts axiaux s'applique au point A (voir DR9) avec une norme de 2100N ;
- les liaisons seront parfaites, sans frottement ni adhérence ;
- le poids des pièces est négligé devant les efforts en jeu ;
- le rail percé est de type CR 171 ;
- lors de la simulation, les 3 phases seront gardées (approche, coupe et dégagement d'outil). Voir le schéma de la partie 3.1, page précédente (10/14) ;
- la distance utile entre la main de l'opérateur et l'axe de la manivelle est de 60mm.

Question 43	Indiquer les 3 phases sur la courbe du couple manivelle par rapport au déplacement outil.
DR10 Feuille de copie	Montrer que les distances du déplacement de l'outil lors de ses 3 phases sont bien respectées.

Question 44	Tracer et relever le couple maximum à fournir sur la manivelle (repère 48) pour percer un rail CR 171.
DR10 Feuille de copie	En déduire l'effort maximum sur la manivelle (repère 48) que devra fournir l'opérateur pour effectuer ce perçage.

3.3 Amélioration du système d'avance de l'outil de coupe

3.3.1 Comparaison des nouvelles solutions proposées

La difficulté d'obtenir une vitesse constante sur la manivelle impose un savoir-faire très important de la part de l'opérateur. De ce fait, on cherche une nouvelle solution.

Les contraintes de conception préliminaire sont les suivantes :

- *contraintes très importantes :*
 - la vitesse d'avance devra être liée à la fréquence de rotation du moteur thermique ;
 - la vitesse d'avance de l'outil ne devra pas être constante. Elle devra s'adapter en fonction de la profondeur de coupe du rail ;
 - un système de désaccouplement devra être prévu pour que le foret n'avance pas dès que le moteur thermique est en marche ;
 - la course de l'outil devra être gardée avec son mouvement de translation rectiligne ;
- *contraintes importantes :*
 - trois vitesses d'avance de l'outil devront être prévues pour s'adapter en fonction des différents diamètres de perçage ;
 - un système robuste, le plus léger possible et le moins encombrant sera un axe de recherche important ;
 - il faudra éviter le plus possible les modifications de carter machine déjà existant sauf si les solutions proposées répondent parfaitement aux contraintes de conception les plus importantes citées au paragraphe précédent ;
 - minimiser le nombre de pièces nouvelles ;
 - privilégier les éléments standards lorsque cela est possible ;
- *contraintes secondaires :*
 - l'option devra se monter sur les nouvelles versions avec un temps inférieur à 15min ;
 - l'option devra se monter sans outil spécial. Le kit de montage fourni déjà avec la foreuse existante doit être suffisant ;
 - aucune connaissance particulière ne doit être demandée, ni pour le montage, ni pour le démontage, ni pour l'utilisation. La notice (sous format PDF) devra être suffisante ;
 - l'esthétisme de la machine devra, si possible, être gardé (couleur, courbes et logo).

Question 45	Compléter le tableau de comparaison des solutions en écrivant notamment des commentaires pour chaque critère.
DT7 DR11	En lien avec les commentaires, noter chacun des critères dans la colonne « Note N ».

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TRAVAIL	SESSION 2026
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	26CP42CP	PAGE 12/14

Question 46	Appliquer à chaque note N une pondération K afin de souligner l'importance de chaque critère les uns par rapport aux autres.
DT7 DR11	En déduire la note finale de chaque solution et choisir l'une d'elles.

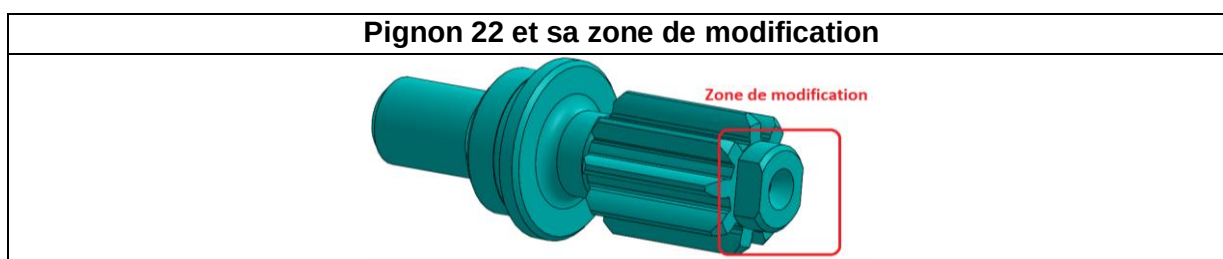
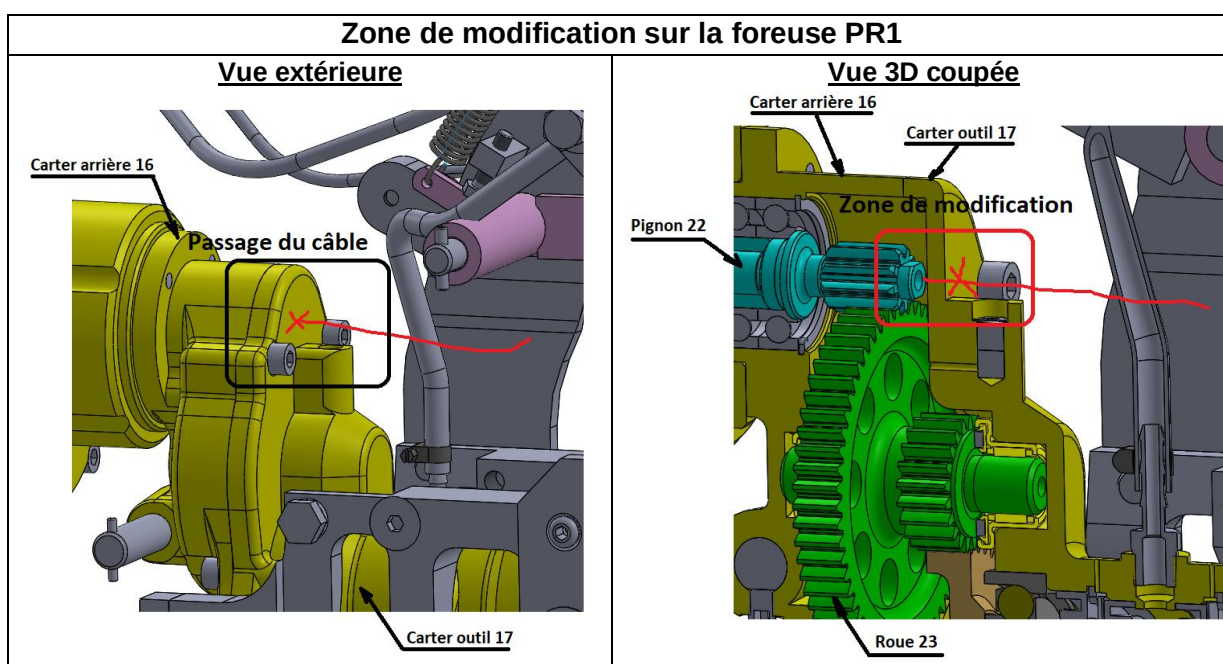
3.3.2 Dessin partiel de la solution de conception préliminaire

Le bureau d'études a porté son choix sur la solution avec module de régulation par câble, mettant en avant les trois points essentiels de la modification demandée :

- la facilité d'adaptation sur le système existant ;
- la possibilité d'avoir les 3 vitesses d'avance en fonction des diamètres du foret ;
- le système de variation d'avance du foret en fonction de sa profondeur de coupe.

La nouvelle recherche de solutions du concepteur le conduit plutôt à modifier les formes en extrémité du pignon 22 afin de pouvoir réaliser la liaison encastrement temporaire entre le câble gainé de la transmission de puissance et ce pignon 22.

La référence du câble gainé utilisé est **FDSQ5-1500RU**. L'option U est utilisée pour réaliser la liaison encastrement temporaire entre le câble gainé et le pignon 22.



Question 47	Représenter à main levée les formes incomplètes du bout du pignon 22 qui réalisent la liaison encastrement temporaire entre l'extrémité du câble gainé (définie sur le DT8) et l'axe du pignon 22. Vous respecterez les proportions des dimensions.
DT8 DR12	

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TRAVAIL	SESSION 2026
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	26CP42CP	PAGE 13/14

Les formes extérieures du pignon 22 sont désormais définies. Le dessin de la solution préliminaire va donc pouvoir être tracé.

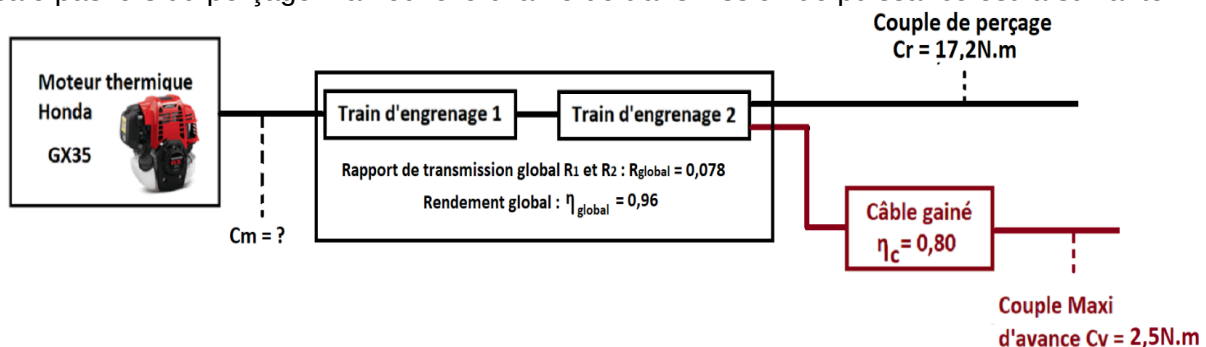
Question 48	Représenter à main levée la liaison de l'encastrement temporaire, du câble gainé et du pignon 22, le trou de passage du câble dans le carter outil 17 et la liaison d'encastrement temporaire entre la gaine du câble et le carter outil 17.
DT8 DR12	

Lorsque l'option d'avance de coupe n'est pas montée sur la machine, il est primordial que le perçage dans le carter outil soit temporairement obstrué pour qu'aucun corps étranger n'y pénètre.

Question 49	Représenter à main levée une solution possible qui réponde à la protection de ce perçage lorsque l'option n'est pas montée.
DT8 DR12	

3.3.3 Vérification de la motorisation thermique

Le rajout de l'option d'avance automatique sur la foreuse PR1 ajoute un couple résistant sur le pignon 22. Ce couple en plus, ne doit pas être trop important pour que le moteur thermique ne cale pas lors du perçage. La nouvelle chaîne de transmission de puissance est la suivante :



Question 50	Calculer le nouveau couple moteur C_m à partir de la chaîne d'énergie développée ci-dessus.
Feuille de copie	

Le couple moteur disponible en sortie du moteur thermique GX35 à la fréquence de rotation imposée par le perçage est de 1,5 N.m.

Question 51	Conclure quant à la possibilité du moteur thermique Honda GX35 de pouvoir entraîner la nouvelle option d'avance. Justifier votre réponse.
Feuille de copie	