Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
formav.co/explorer

# Epreuve E 4 : Etude des Systèmes d’outillage, sous-épreuve U 4.1 : Comportement mécanique d’une machine et de son outillage

**Session 2011** • Code sujet : **E4 - U4.1** • Durée : **2H00** • Coefficient : **1**

## Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Faisabilité mécanique de l’estampage finition** (3 questions) **Page 3**

2. **Comportement élastique de la presse, réglage et bilan énergétique** (3 questions) **Page 5**

3. **Ce qu’il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) **Page 7**

**Sujet officiel (PDF) :** https://btsforge.fr/assets/annales/bts-forge/E4 - Conception préliminaire/2011/BTS Forge - E4 - Conception préliminaire - Session 2011 - 1-Sujet.pdf

# 1. Faisabilité mécanique de l’estampage finition

Le Vilebrequin-K1, pièce en 25CrMo4 d’environ 250 g, est estampé en finition sur une presse mécanique BRET PAFR 32. Le dossier fournit le dessin de définition, les caractéristiques de la presse et des tableaux et graphiques pour estimer l’effort, l’énergie et les capacités de la machine.

**Question A-1. Déterminer la force ultime et l’énergie utile de forgeage du Vilebrequin-K1, en retenant une température de fin de forgeage proche de 1050 °C. Compléter le document de calcul prévisionnel et justifier les calculs ainsi que les choix opérés.**

Le vilebrequin, de rapport de minceur lu sur le dessin d’environ $31/115 = 0{,}27$, est une pièce très complexe. Le tableau 1 donne alors $690\,\text{MPa}$ à 1050 °C : $F = 2200 \times 690 = 1518\,\text{kN}$. Le graphique 2 donne une MSPU d’environ 6,1. Pour 250 g d’acier, le volume estimé est $250/7{,}8 = 32{,}05\,\text{cm}^3$, soit un travail minimal de 195,5 kg·m. Le graphique 4 indique environ 4 chocs pour 30 à 33 % de bavure ; au graphique 5, pour une pièce complexe, $n\rho \approx 2{,}48$. On applique le facteur de vitesse 1,28 et le facteur température 1,00 à 1050 °C.

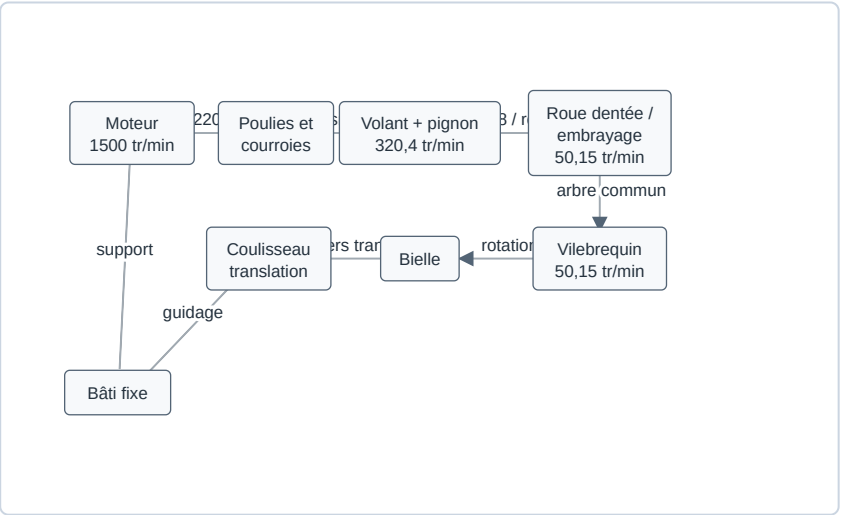
**✓ RÉPONSE À RETENIR**

Force ultime : 1518 kN. Énergie utile de forgeage : environ 6,09 kJ.

**Question A-2. Établir le schéma cinématique de la presse, nommer ses pièces, notamment le bâti, le vilebrequin, le moteur et le volant d’inertie, puis calculer les vitesses de rotation des arbres.**

Le moteur entraîne le volant par courroies ; le volant et le pignon sont solidaires. Le pignon engrène avec la roue dentée d’embrayage, qui entraîne l’arbre du vilebrequin. La bielle transforme sa rotation en translation verticale du coulisseau, guidé par le bâti fixe. La vitesse du volant résulte du rapport des diamètres des poulies ; celle du vilebrequin, du rapport des nombres de dents.

**Chaîne cinématique de la presse BRET PAFR 32**




Le volant et le pignon partagent un arbre ; la roue dentée d’embrayage entraîne l’arbre du vilebrequin.

**✓ RÉPONSE À RETENIR**

Moteur : 1500 tr/min ; volant et pignon : 320,4 tr/min ; roue d’embrayage et vilebrequin : 50,15 tr/min, soit environ 50 coups/min.

**Question A-3. Comparer les besoins de l'opération avec les capacités mécaniques de la presse et conclure. Présenter et expliquer les calculs nécessaires.**

La force requise, 1518 kN, est inférieure aux 3200 kN disponibles à 10 mm du point mort bas, avec une marge de 1682 kN. À 50 coups/min, l'énergie moyenne fournie par le moteur de 18 kW est de 21,6 kJ par coup, supérieure aux 6,09 kJ utiles estimés ; cela ne signifie pas que toute l'énergie est disponible instantanément. Le volant, assimilé à un cylindre plein en acier, a une masse calculée d'environ 1689,8 kg et stocke environ 126 kJ à 320,4 tr/min. La presse paraît adaptée en force et en énergie moyenne, sous réserve que l'effort maximal soit atteint dans la zone spécifiée.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La presse convient en première analyse : 1518 kN requis contre 3200 kN disponibles, et 6,09 kJ utiles par coup contre 21,6 kJ moyens fournis par coup.

## 2. Comportement élastique de la presse, réglage et bilan énergétique

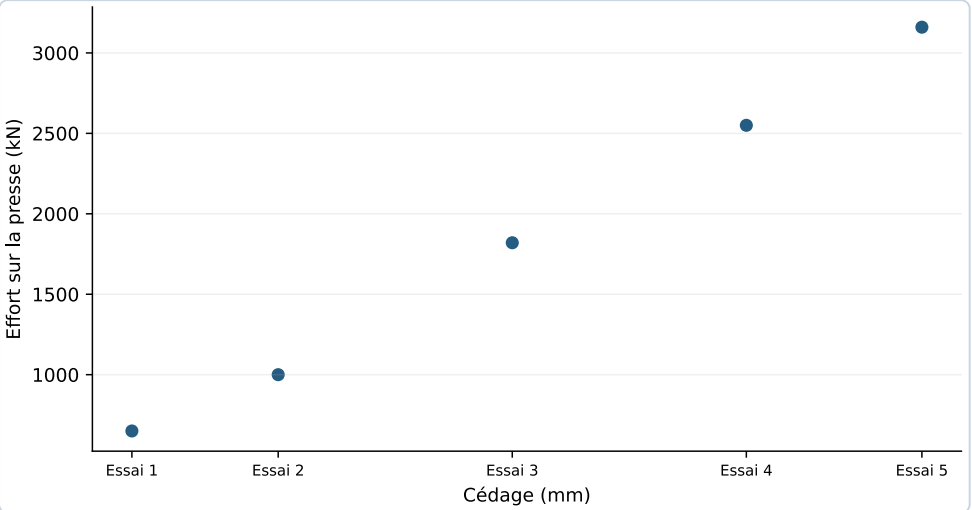
Le comportement élastique de la presse est étudié par écrasement de pions en C42 recuit, à partir d'une courbe effort-hauteur et des résultats de cinq essais. Les résultats servent à caractériser le cédage, déterminer un réglage et estimer l'énergie nécessaire pour bander la presse.

**Question B-4. Commenter les résultats des cinq essais, tracer la courbe de l'effort sur la presse en fonction de son cédage, commenter la courbe obtenue et déterminer la raideur de la presse.**

Le cédage correspond à la hauteur mesurée moins la hauteur visée. La courbe donne l'effort d'un pion ; l'effort total est multiplié par le nombre de pions. Les efforts lus sont approximatifs.

| Essai | Cédage (mm) | Effort total estimé (kN) |
|---|---|---|
| 1 | 2,7 | 650 |
| 2 | 3,2 | 1 000 |
| 3 | 4,0 | 1 820 |
| 4 | 4,8 | 2 550 |
| 5 | 5,4 | 3 160 |

Le cédage augmente avec l'effort, de façon presque linéaire sur ces essais. La pente entre les deux extrêmes estime la raideur de la presse.




✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Raideur estimée : environ 930 kN/mm.

**Question B-5. Donner la valeur du serrage à effectuer sur la presse pour compenser son cédage élastique, puis décrire la démarche de réglage.**

Le serrage compense le cédage sous l'effort de forgeage : $s = F/K$, avec $K$ estimée à 930 kN/mm. Pour un effort d'exemple de 1 400 kN, $s = 1400/930 = 1,51$ mm.

1. Régler le coulisseau pour fermer l'outillage de cette valeur supplémentaire par rapport au réglage sans charge.
2. Réaliser un essai, mesurer le résultat, puis corriger le réglage selon le cédage observé.
3. Vérifier la hauteur obtenue et la régularité du forgeage.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Serrage : $F_{forge}/930$ mm, soit environ 1,51 mm pour 1 400 kN.

**Question B-6. Estimer l'énergie à fournir pour bander élastiquement la presse jusqu'à l'effort de forgeage du Vilebrequin-K1. Établir le bilan énergétique global et conclure sur la capacité de la presse à forger cette pièce.**

L'énergie élastique emmagasinée est l'aire sous la courbe effort-cédage : $E_e = F^2/(2K)$. Avec $K = 930$ kN/mm et l'exemple $F = 1400$ kN, elle vaut environ 1,05 kJ. Le bilan s'écrit $E_{tot} = E_{forge} + E_e$ ; pour l'énergie de forgeage, appliquer le coefficient de vitesse de la presse, puis le rendement global $\rho$ correspondant au nombre de chocs et au caractère de la pièce. À 1 050 °C, le coefficient de température vaut 1,00. La capacité en force se vérifie face à 3 200 kN ; le bilan énergétique exige aussi de comparer l'énergie totale à l'énergie utilisable du volant.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Bandage élastique : environ 1,05 kJ pour 1 400 kN. Capacité en force : à vérifier sous 3 200 kN ; la faisabilité énergétique dépend du bilan complet.

# Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2011)

**Bilan de l'épreuve :** Cette épreuve de BTS Mise en Forme des Matériaux par Forgeage, session 2011, code E4 - U4.1, dure 2H00 et a un coefficient 1. Elle étudie l'estampage finition d'un Vilebrequin-K1 en 25CrMo4 sur presse BRET PAFR 32. Les compétences évaluées portent sur le calcul d'effort et d'énergie, la cinématique, la faisabilité, l'élasticité, le réglage et le bilan énergétique.

### Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- La force de forgeage s'estime à partir de la surface projetée et des contraintes correspondant à la complexité de la pièce.
- La raideur de la presse se détermine à partir de la relation entre effort appliqué et cédage élastique.
- L'énergie de bandage élastique correspond à l'aire sous la courbe effort-cédage.
- Le travail utile de matriçage est influencé par la vitesse de la machine et la température de fin de forgeage.

### Points de vigilance & attentes du jury

- Justifier les choix de classification et les lectures effectuées dans les tableaux et graphiques.
- Retenir 1050 °C comme température de fin de forgeage, et non la température initiale de chauffage de 1250 °C.
- Présenter clairement les rapports de transmission et les vitesses calculées pour les arbres.
- Convertir les hauteurs mesurées des pions en cédages avant de tracer la courbe de la presse.

## Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

**Q : Comment déterminer la raideur de la presse à partir des essais de pions ?**

Lire l'effort sur la courbe du pion pour chaque hauteur mesurée, puis en déduire le cédage de la presse à partir des essais. Tracer l'effort en fonction du cédage; la pente de la partie linéaire donne la raideur.

**Q : Comment estimer l'énergie nécessaire pour bander élastiquement la presse ?**

Utiliser la courbe effort-cédage jusqu'à l'effort de forgeage visé. L'énergie correspond à l'aire sous cette courbe; si la relation est linéaire, elle vaut la moitié du produit de l'effort final par le cédage final.

**Q : Quelle est la durée de l'épreuve et comment les points sont-ils répartis ?**

L'épreuve dure 2H00 et son coefficient est 1. Le barème indique 6 points pour A-1, 2 pour A-2, 4 pour A-3, 4 pour B-4, 2 pour B-5 et 2 pour B-6, soit 20 points au total.

**Q : Quels critères de notation faut-il respecter dans les calculs et les conclusions ?**

Le sujet exige des calculs présentés et des choix justifiés, notamment pour l'effort et l'énergie de forgeage. Il faut exploiter les annexes, commenter les résultats et la courbe des essais, puis proposer une démarche de réglage cohérente.

**Sujet officiel associé (PDF) :** https://btsforge.fr/assets/annales/bts-forge/E4 - Conception préliminaire/2011/BTS Forge - E4 - Conception préliminaire - Session 2011 - 1-Sujet.pdf
**Ressources BTS Forge :** 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.