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

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

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

BTS Mise en Forme des Matériaux par Forgeage - U 4.1 : Comportement mécanique d’une machine et de son outillage

Session 2001 • Code sujet : **U 4.1** • Durée : **Durée non indiquée**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Faisabilité mécanique de l’estampage de la noix de tenailles** (2 questions) — **Page 3**
2. **Comportement élastique et raideur de la presse** (1 question) — **Page 4**
3. **Surfaces de contact des outillages lors d’un passage à vide** (8 questions) — **Page 5**
4. **Ce qu’il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 11**

Sujet officiel (PDF) : https://btsforge.fr/assets/annales/bts-forge/E4 - Conception préliminaire/2001/BTS Forge - E4 - Conception préliminaire - Session 2001 - 1-Sujet.pdf

1. Faisabilité mécanique de l’estampage de la noix de tenailles

La noix de tenailles en acier C48, de masse proche de 100 g, est chauffée par induction avant d’être cambrée et estampée en finition sur une presse BRET PAFR 32. L’étude s’appuie sur son dessin de définition, les données de la presse et les annexes graphiques consacrées aux contraintes, à la masse et à l’énergie de forgeage.

Question A-1. Déterminer la force ultime et l’énergie utile de forgeage de la noix de tenailles en prenant une température de fin de forgeage proche de 1050 °C. Compléter le document de calcul prévisionnel et justifier les choix et les calculs sur feuille de copie.

À 1050 °C, le coefficient de température vaut 1,00. La lecture des annexes de complexité et de massivité donne environ 60 daN/mm² pour la contrainte et 2 580 mm² pour la surface projetée. Donc, avec 100 daN = 1 kN, la force ultime est d’environ 1 548 kN. La lecture graphique du travail utile de forgeage conduit à environ 10 kJ. Ces résultats restent des estimations, car ils dépendent de lectures graphiques.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Force ultime : environ 1 550 kN. Énergie utile de forgeage : environ 10 kJ.

Question A-2. Comparer les besoins de l’opération aux capacités mécaniques de la presse BRET PAFR 32, présenter et expliquer les calculs nécessaires, puis conclure sur la faisabilité.

La presse fournit au maximum 3 200 kN à 10 mm du PMB, contre environ 1 548 kN requis : la marge est de 1 652 kN. La vitesse calculée du vilebrequin est proche des 50 coups/min annoncés. À cette cadence, le moteur de 18 kW fournit théoriquement 21,6 kJ par cycle, au-dessus des quelque 10 kJ utiles estimés. Il s’agit d’une énergie moyenne d’entrée, non d’une mesure de l’énergie réellement disponible à chaque frappe. La force est suffisante et l’énergie paraît compatible sous réserve des pertes et de la réserve du volant.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Estampage faisable au regard de la force; l’énergie est compatible en première estimation, sous réserve des pertes de la presse.

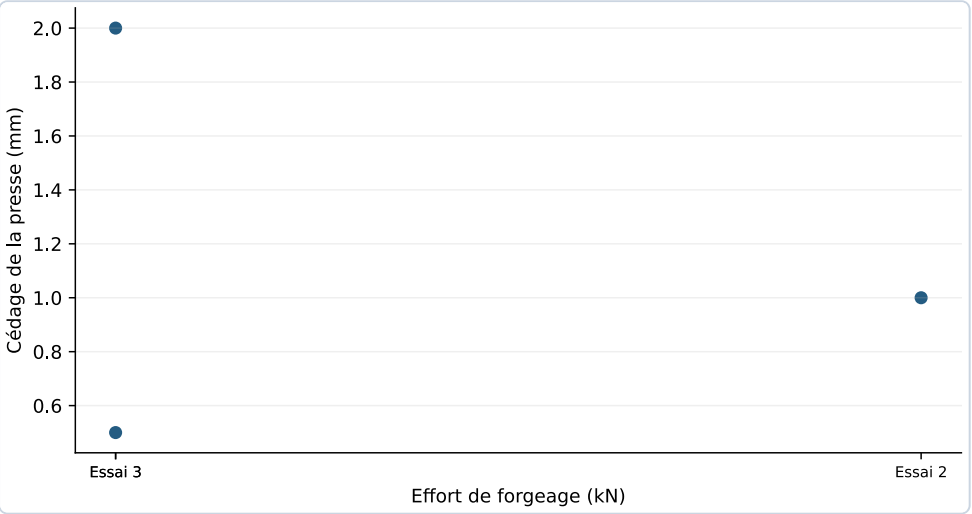
2. Comportement élastique et raideur de la presse

Le comportement élastique de la presse est étudié par écrasement d'un ou de deux pions en C42 recuit, de diamètre initial 30 mm et de hauteur initiale 20 mm. La courbe effort-hauteur des pions et les trois essais réalisés permettent d'établir le cédage de la presse.

Question B-3. Commenter les résultats des trois essais, tracer la courbe du cédage de la presse en fonction de l'effort de forgeage, puis déterminer la raideur de la presse.

Le cédage est la différence entre la hauteur mesurée et la hauteur visée : 0,5 mm, 1 mm et 2 mm. D'après la courbe des pions, les efforts sont respectivement d'environ 650 kN, 1 200 kN pour deux pions, et 650 kN. Les deux premiers essais donnent des raideurs de 1 300 et 1 200 kN/mm. Le troisième est incohérent : à effort comparable au premier, son cédage est quatre fois plus grand.

Tracer les trois points dans le repère cédage en fonction de l'effort. La raideur retenue est d'environ 1 250 kN/mm, soit 1,25 MN/mm.



✓ RÉPONSE À RETENIR

Raideur estimée : environ 1,25 MN/mm. Le troisième essai est aberrant et n'est pas retenu.

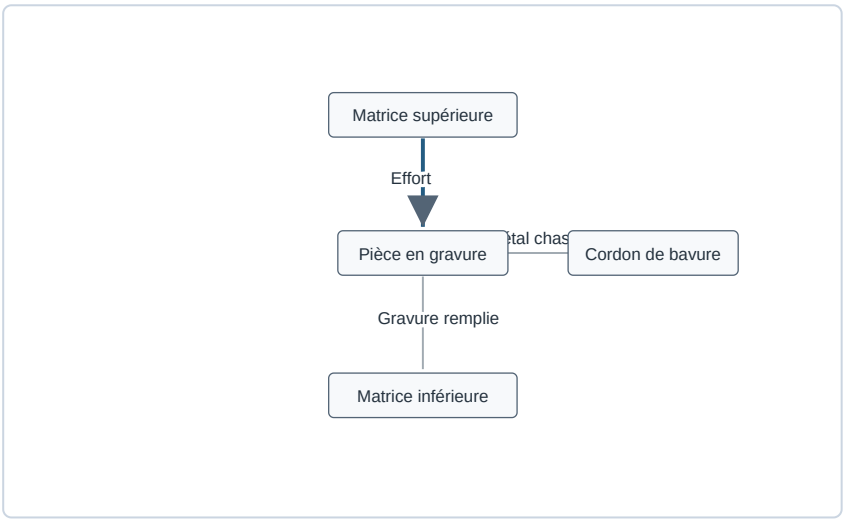
3. Surfaces de contact des outillages lors d’un passage à vide

Cette étude concerne une pièce distincte de la noix de tenailles, nécessitant un effort ultime de forgeage de 2800 kN et comportant un cordon de bavure de 1,5 mm d’épaisseur et de 2500 mm² de surface. Les situations de frappe, le pseudo plan de frappe et la surface de frappe de calibrage servent à étudier les efforts, les pressions de contact et le serrage des matrices.

Question a-. Sans surface de frappe ni pseudo plan de frappe, expliquer à l’aide d’un schéma la situation d’une frappe normale d’estampage avec la pièce en gravure.

En frappe normale, la pièce est placée dans les gravures des deux matrices. La fermeture comprime et déforme le métal jusqu’au remplissage des formes. L’excédent est chassé latéralement au plan de joint et forme le cordon de bavure. L’effort est transmis par la pièce aux matrices : celles-ci ne sont donc pas en contact direct sur les portées pendant le forgeage.

Frappe normale d’estampage



La pièce transmet l’effort aux matrices pendant le remplissage des gravures.

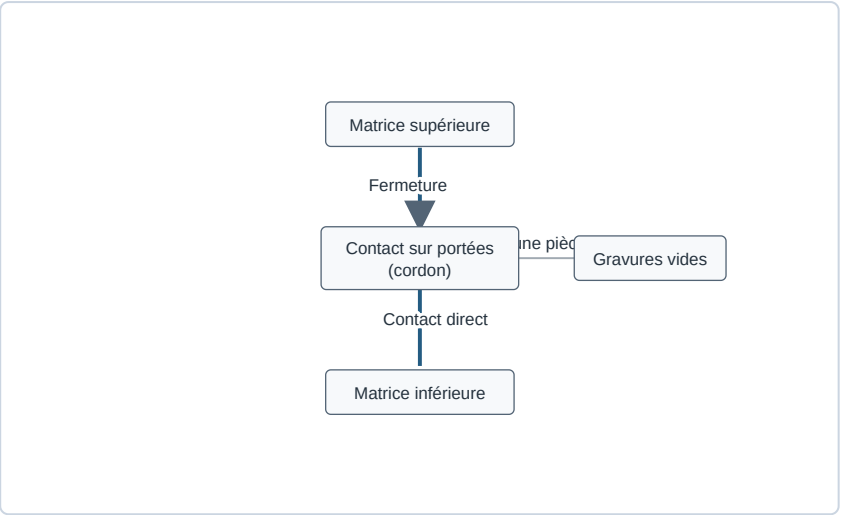
✓ RÉPONSE À RETENIR

La pièce remplit les gravures et l’excédent de métal s’écoule dans le cordon de bavure.

Question b-. Sans surface de frappe ni pseudo plan de frappe, expliquer à l’aide d’un schéma la situation d’une frappe à vide, sans pièce dans aucune gravure.

Sans pièce dans les gravures, les matrices se rapprochent jusqu’au contact direct de leurs portées, au niveau du cordon. La charge est alors transmise par cette zone étroite, dont la surface donnée est de 2 500 mm². Contrairement à la frappe normale, aucune pièce ne répartit l’effort entre les gravures : ce contact à vide sollicite fortement les outillages.

Frappe à vide, sans pièce



Les portées du cordon sont en contact direct, les gravures étant vides.

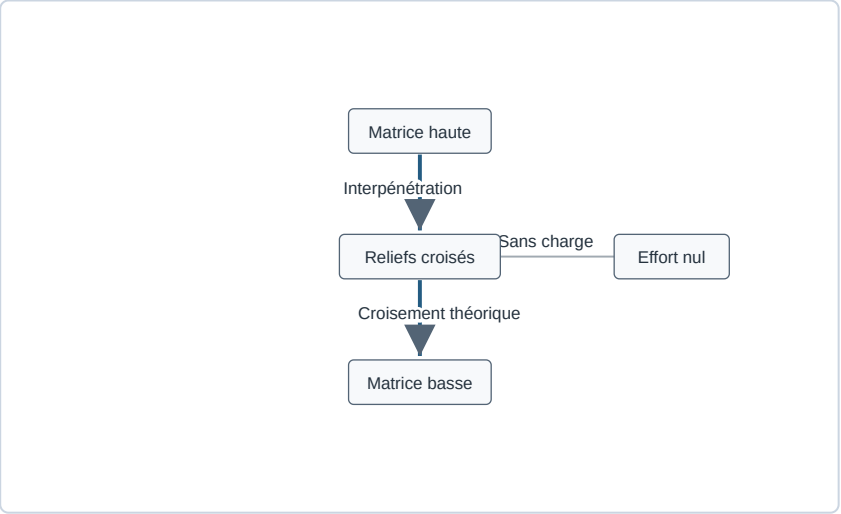
✓ RÉPONSE À RETENIR

À vide, les portées du cordon se touchent directement sur une surface de 2 500 mm².

Question c-. Expliquer à l'aide d'un schéma la position théorique à vide et sans effort, dans laquelle les outillages se croisent.

La position théorique à vide et sans effort est la fermeture géométrique des matrices, avant toute déformation élastique de la presse ou des outillages. Dans cette représentation idéale, les reliefs des matrices s'interpénètrent : les outillages se croisent. En fonctionnement, l'effort de contact provoque une déformation élastique qui permet aux matrices de se rapprocher sans conserver cette interpénétration réelle.

Position théorique à vide, sans effort



Les reliefs s'interpénètrent dans la position géométrique théorique, sans effort.

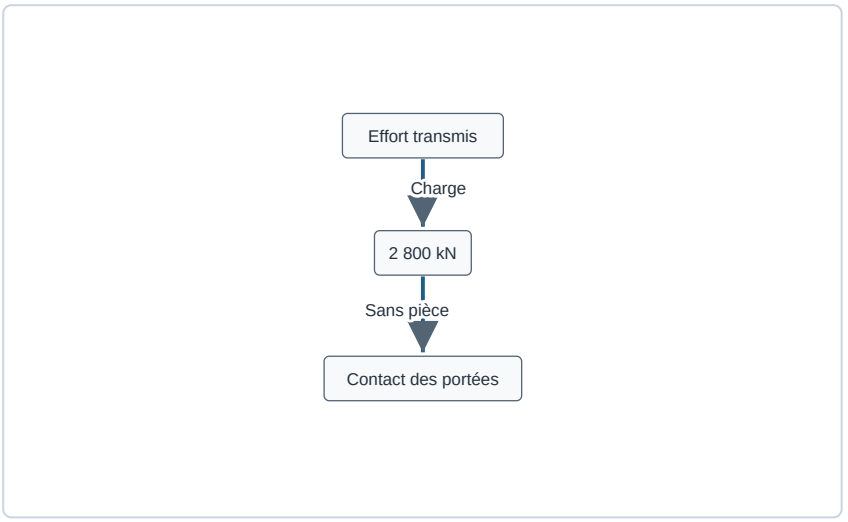
✓ RÉPONSE À RETENIR

Sans effort ni déformation, les matrices se croisent théoriquement à la fermeture.

Question d-. Déterminer l’effort exercé lors d’une frappe à vide.

Pour cette pièce distincte, l’énoncé fixe l’effort ultime de forgeage à 2 800 kN. En frappe à vide, les portées au niveau du cordon reprennent l’effort associé à la fermeture prévue pour cette opération. On retient donc 2 800 kN pour déterminer ensuite la pression de contact, sans confondre cette valeur avec l’effort maximal nominal de la presse, égal à 3 200 kN.

Effort transmis à vide



L’effort de forgeage donné est transmis aux portées en l’absence de pièce.

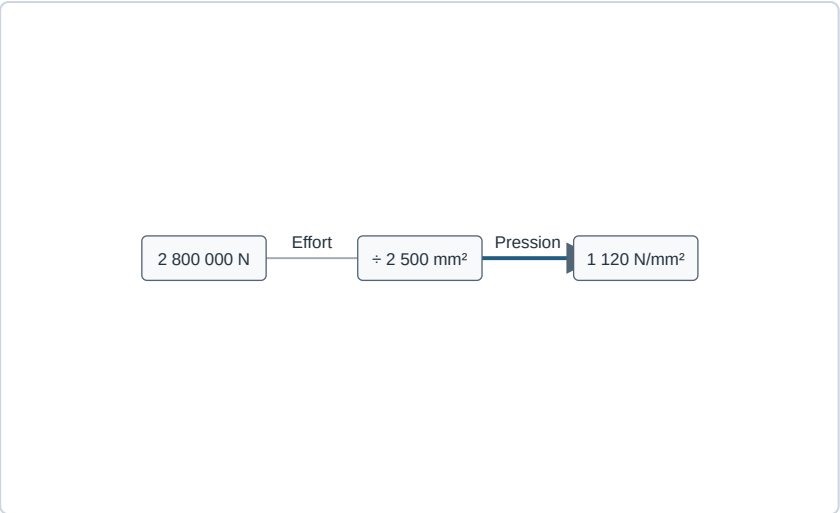
✓ RÉPONSE À RETENIR

Effort retenu pour la frappe à vide : 2 800 kN.

Question e-. Déterminer la pression de contact au niveau du cordon de bavure lors de la frappe à vide.

La pression moyenne de contact est le rapport entre l’effort transmis et la surface du cordon. Avec 2 800 kN, soit 2 800 000 N, et une surface de 2 500 mm² : p = 2 800 000 / 2 500 = 1 120 N/mm². Comme 1 N/mm² équivaut à 1 MPa, cette pression est très élevée.

Pression de contact sur le cordon



Pression moyenne calculée sur la surface de contact du cordon.

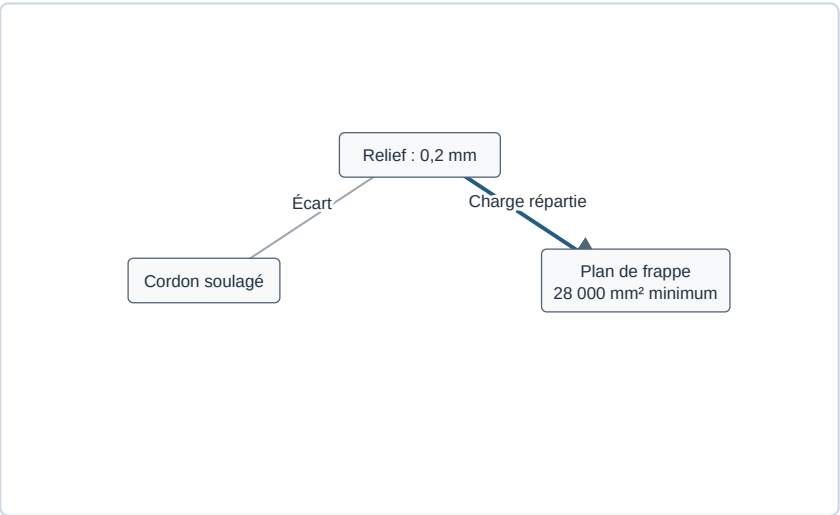
✓ RÉPONSE À RETENIR

Pression moyenne sur le cordon : 1 120 MPa.

Question f-. Avec un pseudo plan de frappe surélevé de 0,2 mm par rapport au cordon, déterminer la surface nécessaire pour ne pas dépasser une pression de contact de 100 MPa.

Le pseudo plan de frappe doit reprendre l'effort de 2 800 kN en limitant la pression de contact à 100 MPa. En unités cohérentes, 100 MPa = 100 N/mm² et 2 800 kN = 2 800 000 N. La surface minimale est donc A = F/p = 2 800 000/100. Le relief de 0,2 mm par rapport au cordon permet de soulager celui-ci.

Pseudo plan de frappe



Le pseudo plan de frappe reprend l'effort et limite la pression de contact.

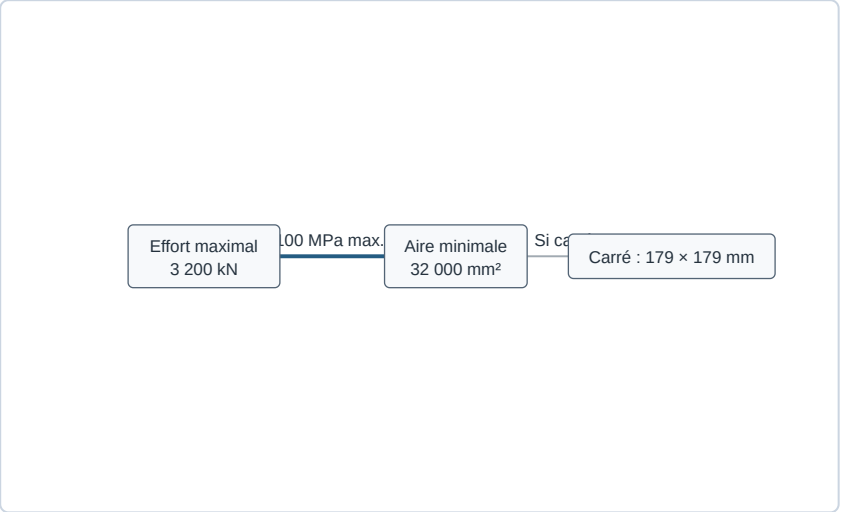
✓ RÉPONSE À RETENIR

Surface minimale du pseudo plan de frappe : 28 000 mm².

Question g-. Dans le cas du calibrage, où la surface de frappe entre en contact à chaque coup et où la presse atteint son effort maximal, déterminer la dimension de cette surface pour ne pas dépasser une pression de contact de 100 MPa.

En calibrage, la surface de frappe est en contact à chaque coup et la presse atteint son effort maximal, donné à 3 200 kN à 10 mm du point mort bas. Pour ne pas dépasser 100 MPa, soit 100 N/mm², la surface minimale vaut A = F/p = 3 200 000/100 = 32 000 mm². Si elle est carrée, son côté vaut √32 000 = 178,9 mm.

Surface de frappe de calibrage



Dimensionnement de la surface de frappe au maximum d'effort de la presse.

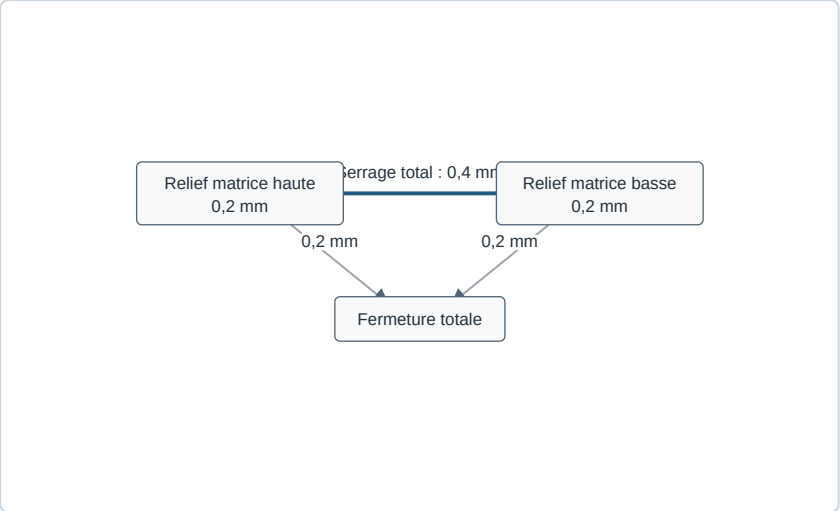
✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Surface minimale : 32 000 mm², soit environ 179 × 179 mm pour une surface carrée.

Question h-. Donner la valeur du serrage des matrices correspondant au cas étudié.

Le serrage géométrique correspondant au relief indiqué s'obtient en additionnant les décalages des deux matrices. Chaque pseudo plan est surélevé de 0,2 mm par rapport au cordon ; la fermeture des deux côtés donne donc 0,2 + 0,2 = 0,4 mm. Cela correspond aussi à la réduction indiquée pour l'épaisseur du cordon : 1,5 - 0,4 = 1,1 mm.

Serrage géométrique correspondant au relief



Le serrage géométrique est la somme des deux reliefs de 0,2 mm.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Serrage géométrique total des matrices : 0,4 mm.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2001)

Bilan de l'épreuve : Cette épreuve de BTS Mise en Forme des Matériaux par Forgeage, session 2001, code U 4.1, ne donne ni durée ni coefficient. Elle étudie l'estampage de la noix de tenailles sur la presse BRET PAFR 32, le cédage élastique de la presse et les contacts d'outillage en frappe à vide. Elle évalue le calcul des efforts et énergies, l'analyse des capacités machine et le dimensionnement des surfaces de contact.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- La pression de contact se calcule par p = F/S, avec la force et la surface exprimées dans des unités compatibles.
- La raideur de la presse se déduit de la relation entre l'effort appliqué et le cédage mesuré.
- L'énergie utile de forgeage dépend des caractéristiques de la pièce, des conditions de travail et de la température de fin de forgeage.
- En frappe à vide, le contact entre les matrices peut transmettre un effort important au cordon ou aux surfaces d'appui.

Points de vigilance & attentes du jury

- Relever les données dans le dessin de définition, les caractéristiques de la presse et les annexes graphiques.
- Justifier les choix de critères utilisés pour estimer les contraintes et l'énergie de forgeage.
- Distinguer les schémas de frappe normale, de frappe à vide et de position théorique sans effort.
- Vérifier les conversions d'unités et comparer les efforts calculés aux capacités de la presse.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment aborder le calcul de la force et de l'énergie de forgeage ?

Relevez les caractéristiques de la pièce et les critères d'estampage dans les annexes, puis appliquez la méthode de calcul prévisionnel. Justifiez les choix retenus, notamment la température de fin de forgeage fixée à environ 1050 °C.

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

À partir des hauteurs visées et mesurées, déterminez l'écrasement des pions et l'effort correspondant grâce à la courbe fournie. Tracez le cédage de la presse en fonction de l'effort, puis déduisez la raideur de la relation obtenue.

Q : Le sujet précise-t-il une durée, un coefficient ou un barème de points ?

Les pages fournies ne précisent ni durée, ni coefficient, ni barème de points. Organisez le travail autour des trois études demandées et gardez du temps pour les calculs justifiés, les schémas de contact et la vérification des unités.

Q : Quelle limite de pression faut-il respecter pour les surfaces de contact ?

Pour le pseudo plan de frappe et la surface de frappe de calibrage, la pression de contact ne doit pas dépasser 100 MPa. Calculez la surface à partir de l'effort étudié et vérifiez la cohérence des unités.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btsforge.fr/assets/annales/bts-forge/E4 - Conception préliminaire/2001/BTS Forge - E4 - Conception préliminaire - Session 2001 - 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.