

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

FORGE

E4 – U4 CONCEPTION PRÉLIMINAIRE

SESSION 2025

Durée : 4 heures

Coefficient : 3

L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
L'usage de la calculatrice sans mémoire "type collègue" est autorisé.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il soit complet.

Le sujet se compose de 37 pages numérotées de 1/37 à 37/37.

DOCUMENTS REMIS AU CANDIDAT :

Dossier « BTS-FORGE-E4-2025 » contenant le sujet complet, et tous les documents informatiques nécessaires à l'exécution du travail demandé.

DOCUMENT À RENDRE :

Document technique : DT19 – Calcul prévisionnel de l'effort et de l'énergie page 30.

À rendre au format numérique (instructions page 9).

BTS Forge		Session 2025
E4 – U4 Conception Préliminaire	Code : 25FG4CP	Page : 1 / 37

DOCUMENTS REMIS AU CANDIDAT :

Les compétences	3
Dossier technique	4
L'environnement de la demande du client	4
La demande du client :	7
Demandes générales.....	8
Les matériels de forgeage de l'entreprise :	8
Objet de l'étude	9
Éléments de sujet : dossier numérique.....	9
PARTIE 1 : Sélection du matériau adapté à la pièce à matricer	10
PARTIE 2 : Adaptation de la pièce au matriçage.....	10
PARTIE 3 : Vérification de la capacité des machines pour le forgeage	10
PARTIE 4 : Rédaction de la gamme prévisionnelle de forgeage	11
DOCUMENT TECHNIQUE : DT 1 – Étude statique - Feuillet 1	12
DOCUMENT TECHNIQUE : DT 2 – Étude statique - Feuillet 2.....	13
DOCUMENT TECHNIQUE : DT 3 – Étude statique - Feuillet 3.....	14
DOCUMENT TECHNIQUE : DT 4 – Étude statique - Feuillet 4.....	15
DOCUMENT TECHNIQUE : DT 5 – Étude statique - Feuillet 5.....	16
DOCUMENT TECHNIQUE : DT 6 – Étude statique - Feuillet 6.....	17
DOCUMENT TECHNIQUE : DT 7 – Étude statique - Feuillet 7.....	18
DOCUMENT TECHNIQUE : DT 8 – Étude statique - Feuillet 8.....	19
DOCUMENT TECHNIQUE : DT 9 – Fiche technique matériau 2024 (AlCu4Mg1) - Feuillet 1	20
DOCUMENT TECHNIQUE : DT 10 – Fiche technique matériau 2024 (AlCu4Mg1) - Feuillet 2	21
DOCUMENT TECHNIQUE : DT 11 – Fiche technique matériau Ti-6Al-4V - Feuillet 1.....	22
DOCUMENT TECHNIQUE : DT 12 – Fiche technique matériau Ti-6Al-4V - Feuillet 2.....	23
DOCUMENT TECHNIQUE : DT 13 – Fiche technique matériau 7050 (AlZn6CuMgZr) - Feuillet 1 ...	24
DOCUMENT TECHNIQUE : DT 14 – Fiche technique matériau 7050 (AlZn6CuMgZr) - Feuillet 2 .	25
DOCUMENT TECHNIQUE : DT 15 – Fiche technique matériau 40CrMoV13-9 - Feuillet 1	26
DOCUMENT TECHNIQUE : DT 16 – Fiche technique matériau 40CrMoV13-9 - Feuillet 2	27
DOCUMENT TECHNIQUE : DT 17 – Tableau du caractère de complexité	28
DOCUMENT TECHNIQUE : DT 18 – Pourcentage de bavure	29
DOCUMENT TECHNIQUE : DT 19 – Calcul prévisionnel de l'effort et de l'énergie	30
DOCUMENT TECHNIQUE : DT 20 – Masse Spécifique Unitaire (MSPU)	31
DOCUMENT TECHNIQUE : DT 21 – Détermination du nombre de chocs pour estamper.....	32
DOCUMENT TECHNIQUE : DT 22 – Rendement énergétique global des chocs	33
DOCUMENT TECHNIQUE : DT 23 – Caractéristiques presse à vis J58K	34
DOCUMENT TECHNIQUE : DT 24 – Caractéristiques presse à vis Schuler feuillet 1	35
DOCUMENT TECHNIQUE : DT 25 – Caractéristiques presse à vis Schuler feuillet 2	36
DOCUMENT TECHNIQUE : DT 26 – Plan pièce.....	37

Cette épreuve permet de valider tout ou partie des compétences :

- **C6** – Interpréter un cahier des charges
 - C6.1 Décoder les modèles 2D et 3D, les spécifications
 - C6.2 Identifier et justifier les difficultés de réalisation liées aux exigences

- **C8** – Recenser et spécifier des technologies et des moyens de réalisation
 - C8.1 Identifier les technologies et les moyens envisageables
 - C8.2 Hiérarchiser les contraintes de production et en déduire les conséquences sur la relation produit–process
 - C8.3 Analyser les performances nécessaires des moyens de réalisation
 - C8.4 Rédiger le cahier des charges des capacités techniques d'un moyen de production
 - C8.5 Extraire les données techniques de réalisation nécessaires à l'établissement de la réponse à une affaire

L'environnement de la demande du client

La société « Mât de Cocagne » développe une nouvelle génération de mât de réacteur. (Figure 1)

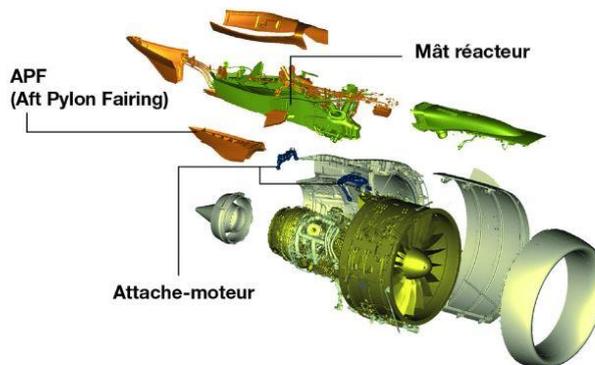


Figure 1 : Ensemble mat réacteur

Le **mât réacteur**, appelé également pylône (pylon en anglais), est la pièce maîtresse de la structure de l'avion qui sert à fixer les réacteurs sous la voilure de l'avion (Figure 2). Le mât de réacteur est fixé à la voilure de l'aéronef qui soutient le réacteur pour transmettre les charges et la puissance des réacteurs à l'avion.

Le mât assure deux principales fonctions :

- Passage des efforts y compris en cas de situation accidentelle (rupture d'une pièce de structure, feu, rupture de pale de fan réacteur, etc.),
- Liaison des systèmes (hydraulique, électrique, air et fuel).

Sa conception doit tenir compte des contraintes principales suivantes :

- Niveaux de chargement très élevés (jusqu'à 175000 daN sur certains axes),
- Amplitude de températures importante (-50°C à 450°C),
- Milieu vibratoire,
- Zones feu (flammes standards et flammes torches),
- Interchangeabilité du mât complet (interfaces communes d'un mât à l'autre),
- Normes aéronautiques européennes (JAR) et américaines (FAR).



Figure 2 : Mât réacteur sous voilure

Cette pièce complexe sert également d'interface pour les équipements hydrauliques, électriques, les circuits de conditionnement d'air, de carburant, le système de chauffage et les systèmes d'alarme moteur (Figure 3).

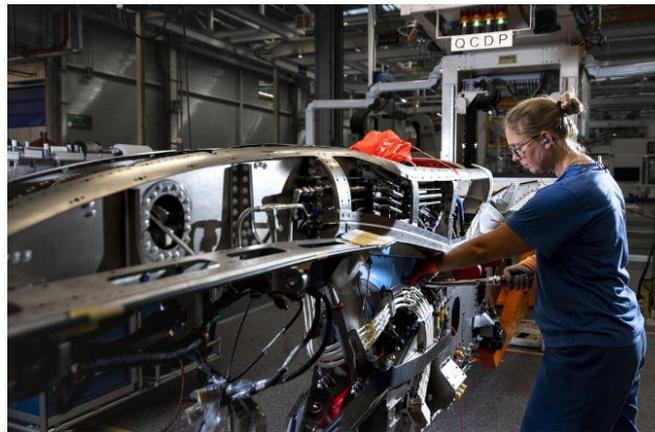


Figure 3 : Mât réacteur et équipement.

Le mât résulte de l'assemblage d'une multitude de pièces usinées ou formées à partir de métaux durs tels que les aciers spéciaux ou le titane (Figure 4). Ces matériaux offrent de grandes qualités de résistance de leurs caractéristiques mécaniques et peuvent supporter de très hautes températures sans variation notable de leurs caractéristiques mécaniques.



Figure 4 : Assemblage mât réacteur.

Extrêmement sollicitée par les vibrations aérodynamiques, la pièce abrite en son centre tous les circuits électriques, hydrauliques et carburant qui alimentent le réacteur (Figure 5).



Figure 5 : Intérieur mât de réacteur

BTS Forge		Session 2025
E4 – U4 Conception Préliminaire	Code : 25FG4CP	Page : 5 / 37

La structure du mât-réacteur est fixée aux longerons avant et principal pour répartir la charge créée par les réacteurs sur l'aile. Lorsque les réacteurs dépassent les longerons avant, leurs masses produisent un moment de torsion vers le bas.

Léger et résistant à des températures allant de -50° à $+600^{\circ}$ C, c'est en titane que cette partie de l'appareil est fabriquée.

Monté sous chaque aile ou sur le fuselage (Figure 6 et Figure 7) son rôle est :

- de supporter le moteur,
- de transmettre les charges au caisson de l'aile ou du fuselage,
- de soutenir et acheminer les systèmes hydrauliques, électriques, air, fuel, etc...

Une fois assemblés, testés, et qualifiés, les mâts réacteurs sont expédiés vers les lignes d'assemblages finales des avions, pour être montés sous les voilures des avions avant de recevoir les réacteurs.



Figure 6 : Installation du mât sur A350

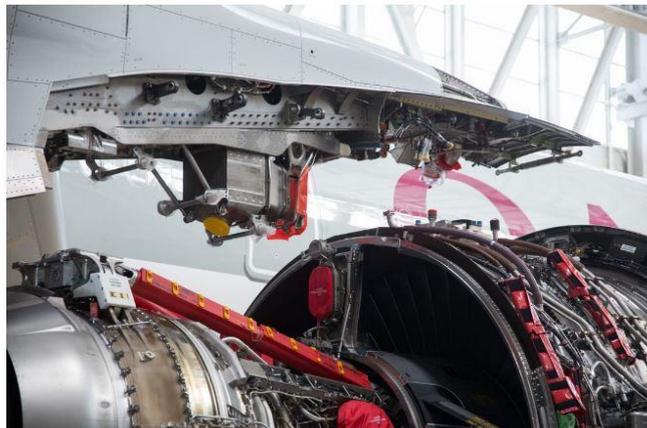


Figure 7 : Fixation du réacteur au mât sur A350-1000

La demande du client :

Lors de la conception d'un nouveau mât de réacteur (Figure 8), la société "Mât de Cocagne", a été contrainte de concevoir une nouvelle attache moteur arrière, différente de l'ancienne attache moteur visible sur la figure 8.

La pièce est un support de moteur d'avion. Sa fonction est de supporter le poids du capot pendant l'entretien du moteur. Il ne doit pas se casser ou se déformer lors des différentes manipulations du moteur.

Il reste toujours sur le moteur. Il ne joue aucun rôle actif lors du fonctionnement du moteur. Le support n'est utilisé que périodiquement. La réduction du poids de tout composant de l'avion a un impact sur la consommation de carburant et les niveaux d'émissions de gaz à effet de serre.

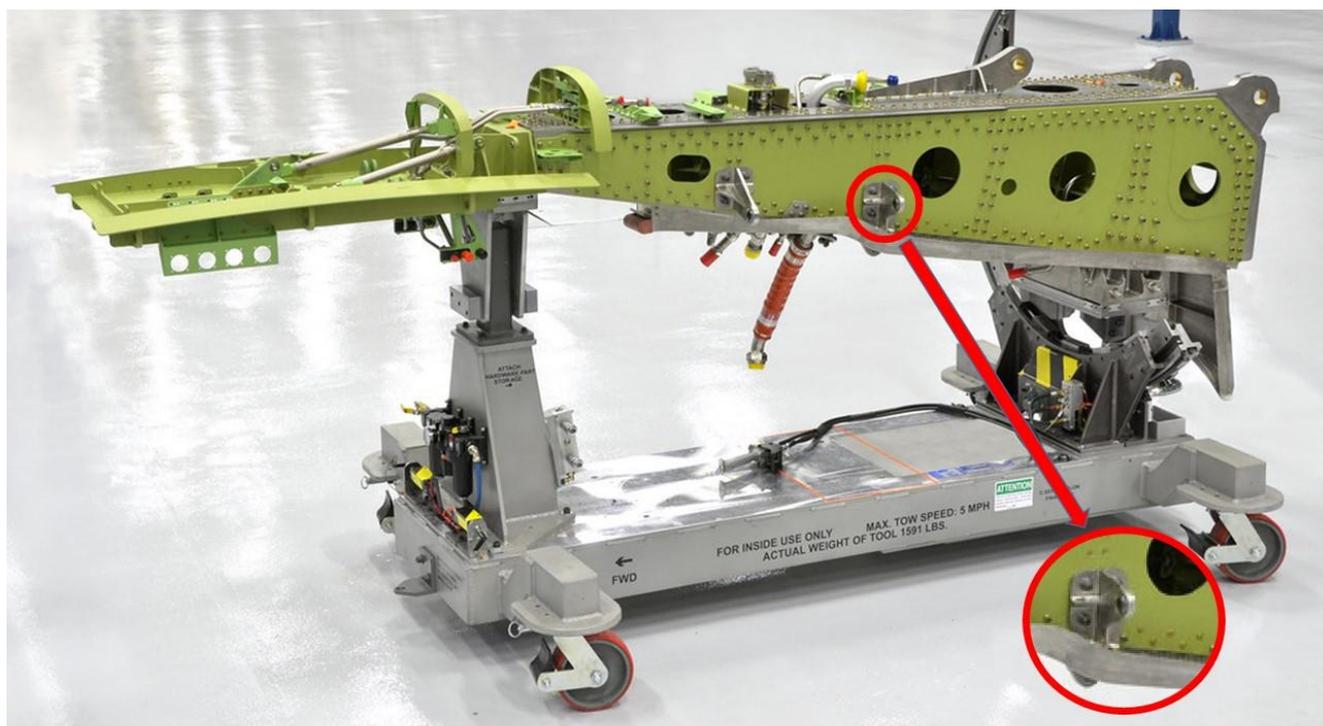


Figure 8 : Mât de réacteur

C'est pourquoi la société « Mât de Cocagne » consulte une entreprise de forge et de matriçage. Elle attend en réponse une étude de faisabilité qui se traduira à terme par un devis pour l'attache moteur (Figure 9).

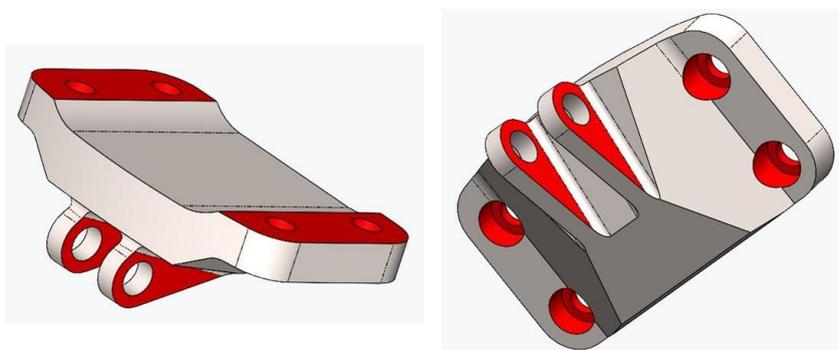


Figure 9 : Attache moteur client

Le client fournit une modélisation 3D de l'attache moteur qui correspond à une nouvelle

BTS Forge		Session 2025
E4 – U4 Conception Préliminaire	Code : 25FG4CP	Page : 7 / 37

conception ainsi qu'un plan (**DT26**).

Demandes générales

- Quantité annuelle : 10 000 pièces brutes par an pendant 10 ans,
- Livraison trimestrielle (pas de livraison au mois d'août),
- Emballage en vrac en caisse plastique navette avec couvercle,
- Matière souhaitée est à définir avec le client,
- Matière première approvisionnée en barre laminée,
- Forgeage sur la machine de votre choix,
- Assurance qualité produit (AQP) selon les normes ISO 9001: 2015, AS9100, AS9120, NSF-ISR,
- Chauffage électrique,
- Débit matière par sciage.

Les matériels de forgeage de l'entreprise :

- 5 marteaux pilons. Ces moyens de production permettent de réaliser des pièces forgées simples ou complexes ;
- 4 presses à vis de 600 tonnes d'effort nominal chacune qui permettent la fabrication de pièces en alliages d'aluminium ou en alliage de titane ;
- 1 presse horizontale à forger de 80 tonnes dont le diamètre maximal de barre engagée est de 13 mm ;
- 3 laminoirs à retour pouvant être disposés à proximité immédiate des marteaux-pilons ou des presses à vis ;
- 1 auto-compresseur Dieudonné-Montbard de 250kg pouvant être disposé à proximité immédiate des marteaux-pilons ou presses à vis ;
- 9 presses mécaniques à ébavurer associées aux marteaux-pilons et presses à vis ;
- 7 fours à induction associés aux différentes machines de forgeage permettant de chauffer les aciers entre 1100°C et 1300°C suivant le besoin (perte au feu estimée 1%);
- 2 fours électriques pour le chauffage des alliages d'aluminium,
- 2 fours électriques pour le chauffage des alliages de titane,
- 2 lignes de traitements thermiques à fours électriques pour le recuit et la trempe aux polymères ou à l'huile ;
- 1 ligne de traitements thermiques à four électrique pour le traitement thermique des alliages d'aluminium,
- 1 ligne de traitements thermiques à four électrique pour le traitement thermique des alliages de titane,
- Une installation de grenailage.

BTS Forge		Session 2025
E4 – U4 Conception Préliminaire	Code : 25FG4CP	Page : 8 / 37

Objet de l'étude

L'épreuve porte sur :

- La définition géométrique de la pièce adaptée au matriçage sur presse à vis ;
- La détermination de la machine de matriçage optimale dans le but son acquisition ;
- L'établissement d'une gamme de matriçage prévisionnelle.

Éléments de sujet : dossier numérique

Dans le dossier : « **BTS-FORGE-E4-2025** » sont fournis :

- Le sujet complet de l'épreuve ;
- Le modèle volumique de la pièce conçu par le bureau d'étude du client ;
- Le tableur "Calcul prévisionnel de l'effort et de l'énergie".

Le répertoire informatique contenant votre travail devra être renommé :

« BTS-FORGE-E4-2025 votre-nom votre-prénom »

N. B. : Comme la copie d'examen, il sera anonymé pour la correction

Ce répertoire contiendra une version unique de votre étude, le tableur "Calcul prévisionnel de l'effort et de l'énergie" complété et des explications pourront être données sur copie si nécessaire.

PARTIE 1 : Sélection du matériau adapté à la pièce à matricer

Durée indicative : 0,5 heure

À partir des DT1 à DT16 feuillet 2 :

Question 1-1 : Choisir et Justifier le matériau adapté aux spécifications et caractéristiques attendues.

Question 1-2 : Déterminer et Justifier la température de matriçage pour le matériau choisi.

Question 1-3 : Déterminer et Justifier le traitement thermique post-matriçage.

PARTIE 2 : Adaptation de la pièce au matriçage

Durée indicative : 1,5 heure

À partir du DT17, DT18, DT26 et du modèle volumique de la pièce fonctionnelle attendue :

Question 2-1 : Adapter en DAO la pièce au matriçage sur presse à vis et **définir** en fonction du besoin, les éléments suivants :

- surface de joint ;
- ajouts de matière ;
- dépouilles ;
- rayons ;
- tout élément utile à la définition de la pièce à matricer.

Question 2-2 : Mesurer ou estimer le volume et la masse de la pièce livrée pour usinage.

PARTIE 3 : Vérification de la capacité des machines pour le forgeage

Durée indicative : 1 heure

Le choix des machines prévues (DT23 à DT25) nécessite de vérifier que l'effort nécessaire pour réaliser les pièces est inférieur à leurs capacités respectives.

À partir des DT17 à DT22 et des données techniques de la pièce fonctionnelle attendue :

Question 3-1 : Calculer l'effort ultime de forgeage et l'énergie minimale nécessaire au matriçage de finition des pièces, puis **établir** un schéma ou dessin précisant les surfaces des pièces et du cordon de bavure.

N.B : l'effort est déterminé par la méthode Chamouard avec des coefficients pour de l'acier C35, à une température de fin de forgeage de 1050°C. Selon le matériau utilisé un coefficient sur l'effort doit être appliqué, celui-ci est de 1 pour les aciers, de 0,55 pour les alliages de titane, et de 0,68 pour les alliages d'aluminium.

Pour l'ensemble des machines étudiées le coefficient de vitesse de la machine sera de 1,36.

Question 3-2 : Sélectionner les machines ayant la capacité de produire ces pièces en vue d'une acquisition.

BTS Forge		Session 2025
E4 – U4 Conception Préliminaire	Code : 25FG4CP	Page : 10 / 37

Question 3-3 : Choisir la machine de matriçage la mieux adaptée pour produire ces pièces en vue d'une acquisition.

Question 3-4 : Justifier votre choix.

PARTIE 4 : Rédaction de la gamme prévisionnelle de forgeage

Durée indicative : 1 heure

En menant une analyse morphologique et dimensionnelle de la pièce et en prenant en compte les aspects techniques pour cette fabrication, établir la gamme prévisionnelle de matriçage de la pièce définie à la partie 2.

Question 4-1 : Lister les opérations de la gamme de fabrication du débit (inclus) jusqu'à l'usinage (exclu).

Question 4-2 : Définir les formes et les dimensions attendues, des étapes de préparation avant matriçage, en remontant jusqu'au lopin.

Question 4-3 : Dresser un tableau récapitulatif des volumes et masses évoluant du lopin à la pièce livrée.

Étude statique Attache Moteur



Service RD
Mât de Cocagne

Résultats de l'étude statique d'une attache moteur pour avion.

Introduction :

La pièce est un support de moteur d'avion. Sa fonction est de supporter le poids du capot pendant l'entretien du moteur. Il ne doit pas se casser ou se déformer lors des manipulations du moteur.

Il reste toujours sur le moteur. Il ne joue aucun rôle actif lors du fonctionnement du moteur. Le support n'est utilisé que périodiquement. La réduction du poids de tout composant de l'avion a un impact sur la consommation de carburant et les niveaux d'émissions de gaz à effet de serre.

Une étude de simulation a été réalisée pour permettre un choix concernant le matériau à utiliser pour la réalisation de l'attache moteur. Cette pré-étude du matériau sera à soumettre au forgeron qui réalisera les pièces pour choisir le matériau répondant parfaitement au cahier des charges.

Matériaux simulés:

- 2024 (AlCu4Mg1)
- Ti-6Al-4V
- 7050 (AlZn6CuMgZr)
- 40CrMoV13-9

Charges et conditions aux limites :

La pièce (Figure 1) est soumise à 4 cas de charge (Figure 2).

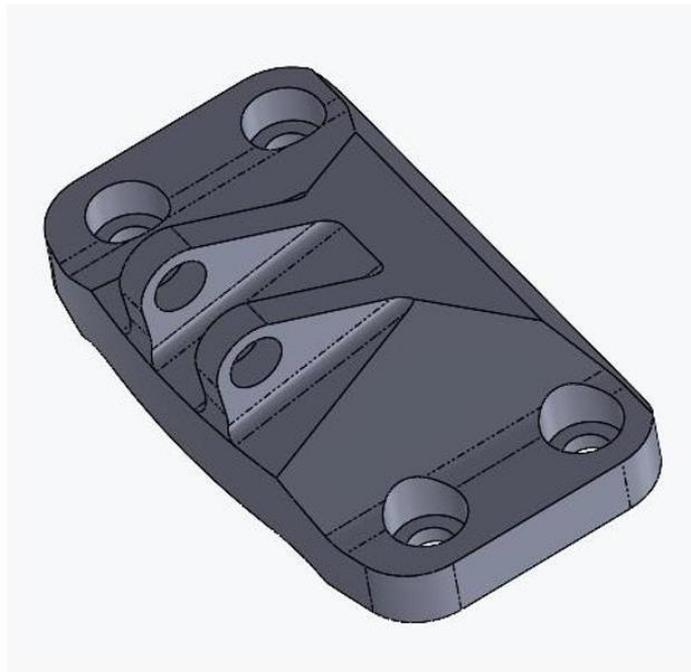


Figure 1 : attache moteur

Les charges définies (Figure 2) sont appliquées au trou de la chape de $\varnothing 13$ mm à l'interface 5 tandis que les interfaces 1 à 4 sont fixes.

Dans toutes les situations de charge, les interfaces où les boulons sont en contact avec le support (quatre trous) sont restreintes dans toutes les directions.

DOCUMENT TECHNIQUE :
DT 3 – Étude statique - Feuille 3

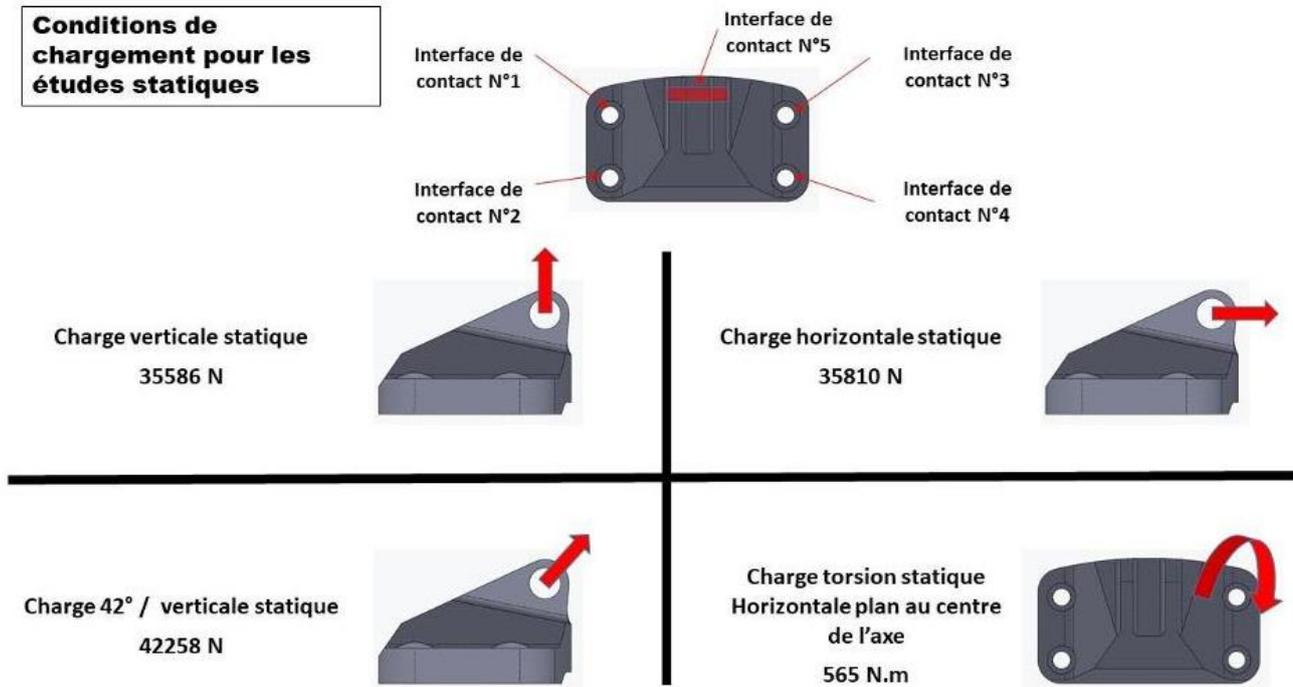
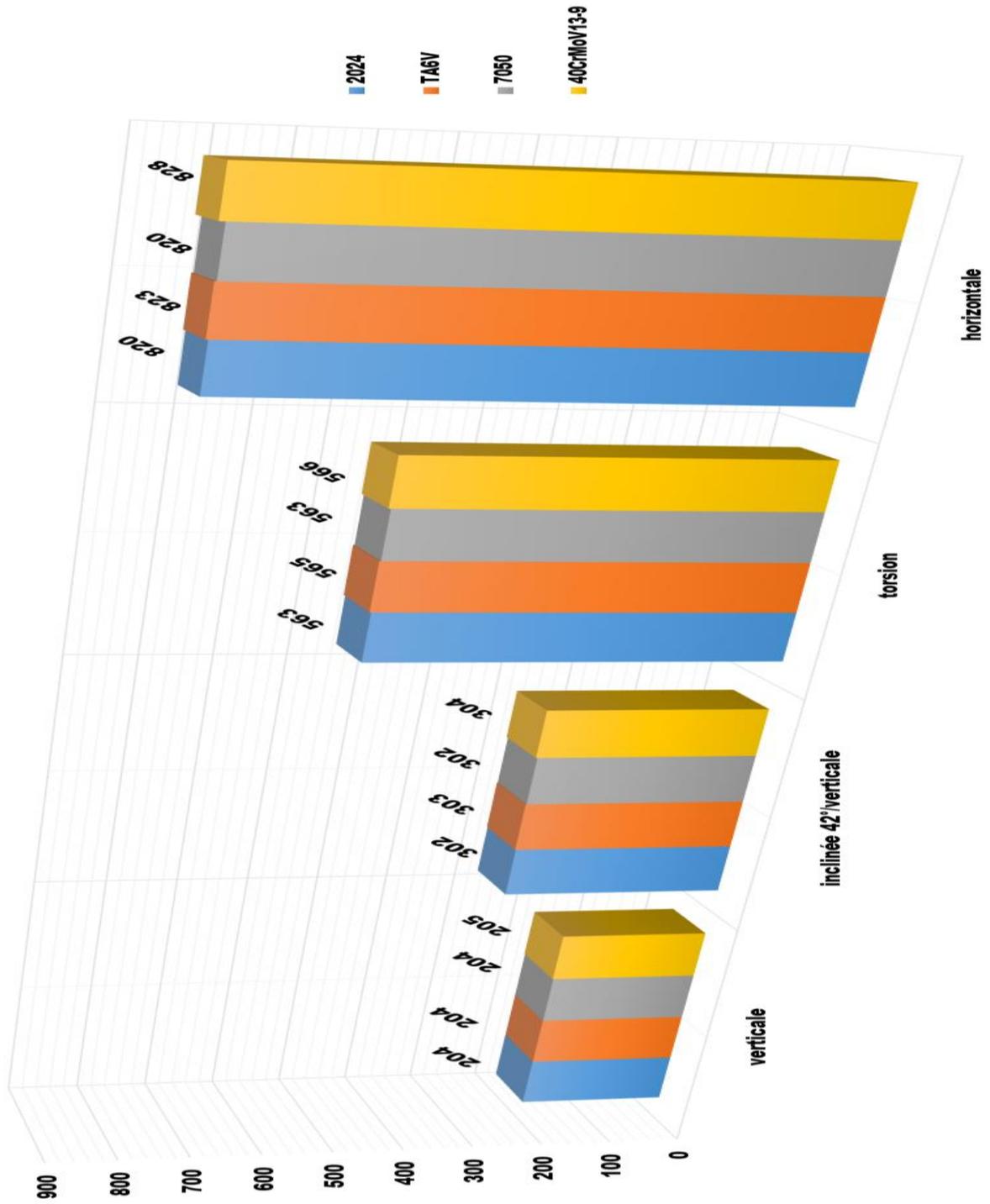


Figure 2: Conditions de l'étude statique attache moteur.

- Pour le cas de la charge verticale, une force concentrée de 35 586 N est appliquée dans la direction de Z.
- Dans le cas de charge horizontale, une force concentrée de 35 810 N est appliquée dans la direction négative de Y.
- Pour le cas de charge inclinée, une force concentrée de 42 258 N est appliquée le long d'une ligne à 42 degrés de la verticale.
- Enfin, pour le cas de charge en torsion, un moment de 565 Nm (564 924 N.mm) est ajouté à la ligne médiane de la chape.

Direction	Effort
Verticale	35 586 N
Horizontale	35 810 N
Inclinée 42° / verticale	42 258 N
Torsion	565 N.m

Résultats d'Étude Statique Contrainte Maximale sur le Critère de Von Mises en N/mm^2 (Mpa) selon direction de la contrainte



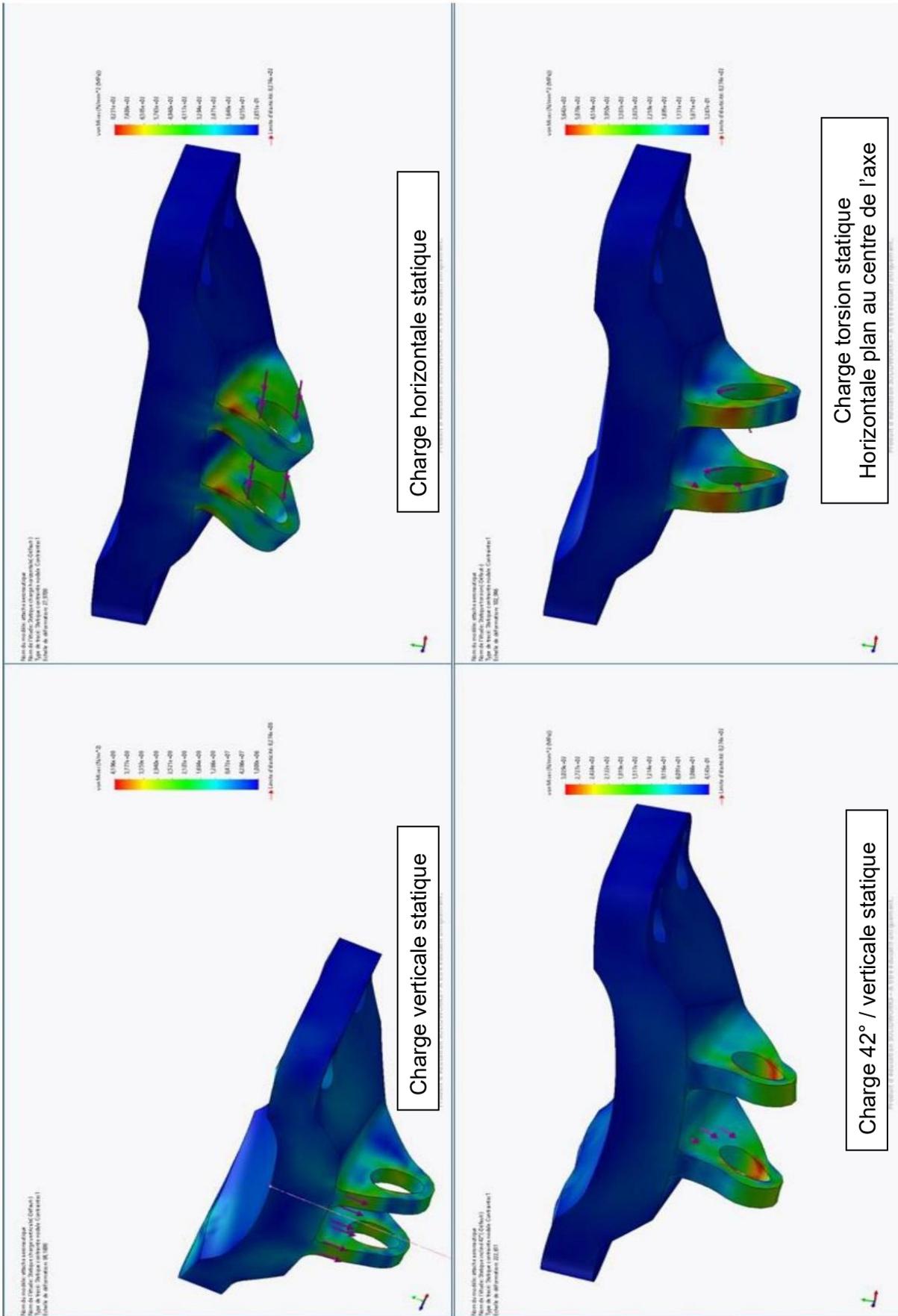
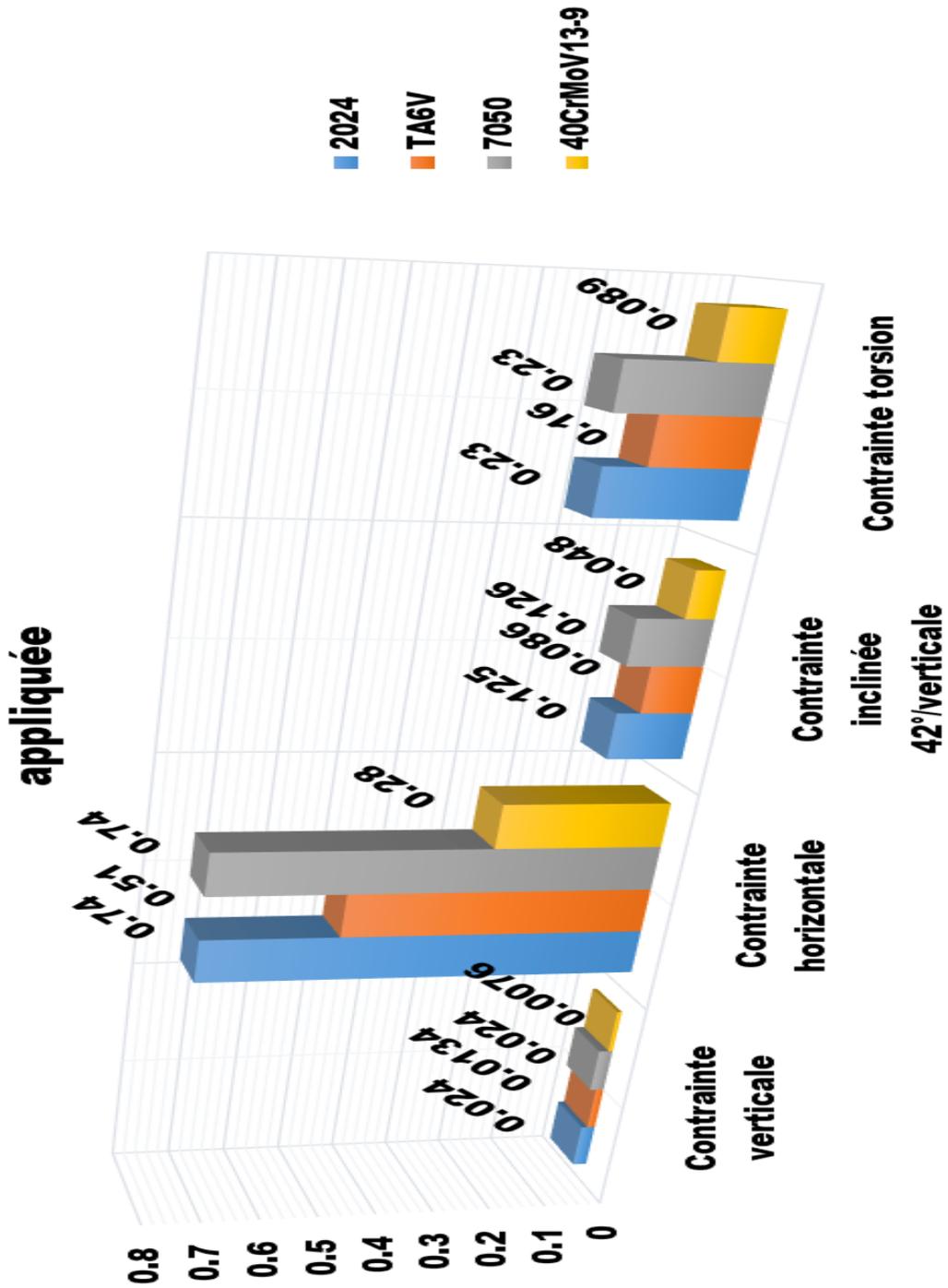
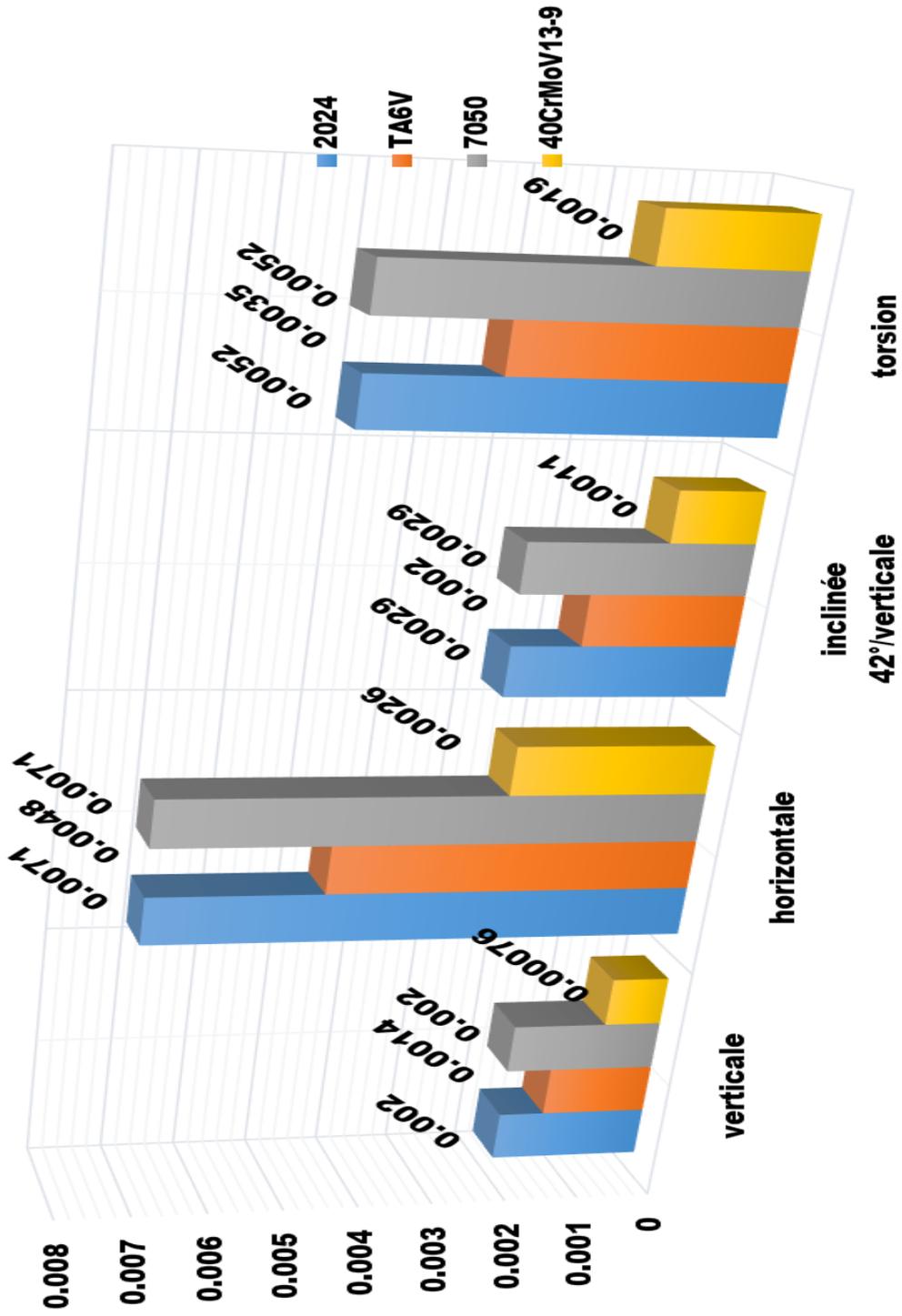


Figure 4: Contrainte maximale de Von Mises pour chaque charge pour le Ti-6Al-4V

Résultats du Déplacement résultant en mm selon la direction de la contrainte appliquée



Résultats Déformation équivalente en mm/mm selon la direction de la contrainte appliquée



Analyse :

L'étude de la pièce a montré un déplacement et une contrainte de Von Mises plus élevés uniquement dans les zones proches des trous supérieurs de la pièce, car toutes les charges sont appliquées à partir du bras de chape, comme le montre le DT5.

Les charges appliquées dans l'ensemble des directions prennent en compte les coefficients de sécurité minimums de 1,5 pour que la pièce soit en état de navigabilité, conformément à la Norme Européenne JAR et la Norme américaine FAR 25 (Federal Aviation Regulators).

Le DT4 montre les résultats d'étude de la contrainte maximale de Von Mises sur l'ensemble des matériaux et des directions de sollicitation. Les contraintes varient mais semblent relativement constantes pour chaque direction de contrainte.

Le DT6 met en évidence les déplacements résultants sous contrainte. Le cas de charge horizontal présente les résultats les plus en défaveur de la pièce. Néanmoins, un constat semble se profiler, les alliages d'aluminium sont davantage en défaut que le TA6V et le 40CrMoV13-9, ce qui peut entraîner de graves dysfonctionnements en cas de charge trop importante et répétée dans cette direction.

Le DT7 met en valeur la déformation équivalente selon la direction de contrainte appliquée. Comme précédemment, le constat va en défaveur des alliages d'aluminium plus sensibles à la déformation que le TA6V et le 40CrMoV13-9.

Conclusion :

Cette pré-étude montre :

- Une homogénéité des résultats d'étude de la contrainte maximale sur le critère de Von Mises pour l'ensemble des matériaux quelle que soit la direction de la contrainte appliquée ;
- Le déplacement résultant montre une disparité des résultats d'une part selon les matériaux simulés et d'autre part selon la direction de la contrainte exercée
- La déformation équivalente montre une disparité des résultats selon les matériaux simulés d'une part et selon la direction de la contrainte exercée d'autre part.

Comme prévu initialement le choix final du matériau, à partir de ces 4 matériaux, sera effectué par le forgeron en accord avec notre entreprise.



Alliage Aluminium **2024** Al Cu4Mg1

DÉSIGNATIONS

Normes européennes :

- EN AW-2024 (Al Cu4Mg1)

UNS : A92024

COMPOSITION

Cuivre.....	4,4
Magnésium.....	1,5
Manganèse.....	0,6
Aluminium.....	Base

PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES TYPIQUES

- Etat T4 Epaisseur < 75 mm forgé:
- Traction à température ambiante, sens long :
 - Résistance : > 420 N/mm²
 - Limite d'élasticité à 0,2 % : > 260 N/mm²
 - Allongement sur 5d : > 8%

APPLICATIONS

- Industrie aéronautique (éléments de structure et d'assemblage).
- Industrie automobile.
- Moules pour outillages de transformation des matières plastiques.

PROPRIÉTÉS D'EMPLOI

- Dans le cas de pièces nécessitant des corroyages importants, il lui est souvent préféré un alliage de la série 7xxx.

2024

TRAITEMENT THERMIQUE

- Mise en solution à 493 °C
- Trempe eau ou solution organique
- Revenue selon les caractéristiques mécaniques recherchées

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES

- Densité : 2,77
- Conductivité thermique en W.m/m². °C :
 - à 20 °C : 120 (état T4)
 - à 20 °C : 151 (état T6)
- Module d'élasticité en N/mm² :
 - à 20 °C : 72,4 x 10³
- Résistivité électrique en μΩ.cm²/cm :
 - à 20 °C : 5,7 (état T4)
 - à 20 °C : 4,5 (état T6)
- Coefficient moyen de dilatation en m/m. °C :
 - entre -50 °C et 20°C : 21,1 x 10⁻⁶
 - entre 20 °C et 100 °C : 22,9 x 10⁻⁶
 - entre 20 °C et 200 °C : 23,8 x 10⁻⁶
 - entre 20 °C et 300 °C : 24,7 x 10⁻⁶
- Conductivité électrique en S/m :
 - à 20 °C : >17,4 x 10⁶ (étatT4)
 - à 20 °C : >22,0 x 10⁶ (étatT6)

Contact :

www.aubertduval.com

Les informations qui figurent sur le présent document constituent des valeurs typiques ou moyennes et non des valeurs maximales ou minimales garanties. Les applications indiquées pour les nuances décrites ne le sont qu'à titre indicatif afin d'aider le lecteur dans son évaluation personnelle et ne sont pas des garanties, implicites ou explicites, d'adéquation à un besoin spécifique.. La responsabilité d'Aubert & Duval ne pourra en aucun cas être étendue au choix du produit ou aux conséquences de ce choix..

2024

Groupe
ERAMET

BTS Forge		Session 2025
E4 – U4 Conception Préliminaire	Code : 25FG4CP	Page : 21 / 37



Alliage Titane

TA6V

Ti-6Al-4V

DÉSIGNATIONS

UNS : R56400

COMPOSITION

Aluminium.....	6,00
Vanadium.....	4,00
Carbone.....	< 0,08
Fer.....	< 0,30
Oxygène.....	< 0,20
Azote.....	< 0,07
Titane.....	Base

PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES TYPIQUES

Etat recuit :

- Traction à température ambiante :
 - Résistance : > 896 N/mm²
 - Limite d'élasticité à 0,2 % : > 827 N/mm²
 - Allongement sur 5d : 10 %

APPLICATIONS

- Industries aéronautiques, spatiales et énergie : disques, aubes de compresseurs, pièces de structures, boulonnerie à froid et à chaud, etc.
- Industries chimiques.

PROPRIÉTÉS D'EMPLOI

- Alliage de Titane présentant une bonne résistance à la fatigue, à la propagation des criques, à la corrosion, au fluage (jusqu'à 300 °C).
- Alliage de titane du type alpha + beta.

TA6V-2

TRAITEMENT THERMIQUE

- Recuit (Traitement d'emploi habituel) :
 - Chauffage à 700/750 °C
 - maintien 2 à 4 heures suivant sections
 - refroidissement à l'air.
- Recuit (pour diamètres équivalents < 40 mm) :
 - Trempe
 - Chauffage 825/850 °C, refroidissement à l'eau
 - Revenu
 - Dans le domaine 450/590 °C, suivant caractéristiques désirées.

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES

- Densité : 4,3
- Coefficient moyen de dilatation en m/m. °C :
 - entre 20 °C et 200 °C : $9,0 \times 10^{-6}$
- Module d'élasticité en N/mm² :
 - à 20 °C : 110×10^3
- Module de torsion en N/mm² : 45000
- Conductivité thermique en W.m/m². °C :
 - à 20 °C : 6,7
- Résistivité électrique en $\mu\Omega.cm^2/cm$:
 - à 20 °C : 170
- Perméabilité magnétique absolue en H/m : $1,269 \times 10^{-6}$
- Point de transformation :
 - Transus Beta : 1000 °C

FORGEAGE

- Température de dégrossissage : 1050 °C - 1100 °C
- Température de finition : 850 °C - 950 °C

Contact :

www.aubertduval.com

Les informations qui figurent sur le présent document constituent des valeurs typiques ou moyennes et non des valeurs maximales ou minimales garanties. Les applications indiquées pour les nuances décrites ne le sont qu'à titre indicatif afin d'aider le lecteur dans son évaluation personnelle et ne sont pas des garanties, implicites ou explicites, d'adéquation à un besoin spécifique.. La responsabilité d'Aubert & Duval ne pourra en aucun cas être étendue au choix du produit ou aux conséquences de ce choix..

TA6V-2





Alliage Aluminium

7050

AlZn6CuMgZr

DÉSIGNATIONS

Normes européennes :

- EN AW-7050 (AlZn6CuMgZr)

WL : 3.4144

UNS : A97050

COMPOSITION

Zinc.....	6,20
Cuivre.....	2,30
Magnésium.....	2,30
Zirconium.....	0,12
Aluminium.....	Base

PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES TYPIQUES

- Etat T7452 forgé. Epaisseur 150/175 mm
 - Traction à température ambiante, sens long :
 - Résistance : > 469 N/mm²
 - Limite d'élasticité à 0,2 % : > 400 N/mm²
 - Allongement sur 5d : > 9%
- Etat T74 matricé. Epaisseur 100/125 mm .
 - Traction à température ambiante, sens long :
 - Résistance : > 483 N/mm²
 - Limite d'élasticité à 0,2 % : > 414 N/mm²
 - Allongement sur 5d : > 7%
 - K1c (sens LT) : > 27,5 MPa√m

APPLICATIONS

- Pièces matricées et barres forgées massives pour l'industrie aéronautique.
- Cet alliage est particulièrement destiné aux éléments structuraux fortement sollicités en fatigue et soumis aux risques de corrosion.

PROPRIÉTÉS D'EMPLOI

- Cet alliage utilisé en condition de traitement "sur revenu T74" offre un bon compromis entre les caractéristiques mécaniques (résistance, ténacité et fatigue) et la tenue à la corrosion sous tension.
- A l'état "sur revenu T76", il est particulièrement résistant à la corrosion exfoliante.
- Sa bonne trempabilité permet la réalisation de pièces de forte épaisseur.

7050

TRAITEMENT THERMIQUE

- Mise en solution 475 °C
- Trempe eau ou solution organique
- Revenu entre 100 et 180 °C selon les propriétés recherchées et la massivité des pièces
- Les états "sur revenu" T74 et T76 sont les plus usuels, ils sont définis dans la norme NF EN 515
- Les pièces matricées peuvent subir un détensionnement entre la mise en solution et le revenu
- Les états T7452 et T7652 détensionnés par compression avant sur revenu T74 et les états T7454 et T7654 obtenus par nouvelle frappe à froid en matrice sont les plus usuels. Ils sont définis dans la norme NF EN 515.

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES

- Densité : 2,83
- Module d'élasticité en N/mm² :
 - à 20 °C : 71,5 x 10³
- Coefficient moyen de dilatation en m/m. °C :
 - entre 20 °C et 100 °C : 23,5 x 10⁻⁶
 - entre 20 °C et 200 °C : 24,4 x 10⁻⁶
 - entre 20 °C et 300 °C : 25,4 x 10⁻⁶
- Conductivité thermique en W.m/m². °C :
 - à 20 °C : 154 (état T76)
- Chaleur spécifique moyenne en J/g. °C :
 - entre 0 °C et 100 °C : 0,86
- Résistivité électrique en μΩ.cm²/cm :
 - à 20 °C : 4,36 (état T76)
- Conductivité électrique en S/m :
 - à 20 °C : > 23 x 10⁶ (état T76)

Contact :

www.aubertduval.com

Les informations qui figurent sur le présent document constituent des valeurs typiques ou moyennes et non des valeurs maximales ou minimales garanties. Les applications indiquées pour les nuances décrites ne le sont qu'à titre indicatif afin d'aider le lecteur dans son évaluation personnelle et ne sont pas des garanties, implicites ou explicites, d'adéquation à un besoin spécifique... La responsabilité d'Aubert & Duval ne pourra en aucun cas être étendue au choix du produit ou aux conséquences de ce choix..

7050

Groupe
ERAMET



Acier **GH4** 40CrMoV13-9

Variante :
GH4W : Version refondue par électrode consommable

DÉSIGNATIONS

Normes européennes :

- Symbolique : 40CrMoV13-9
- Numérique : 1.8523

AIR : 40CDV12
BS : S132, S134

Pour version refondue :
BS : S138

PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES TYPIQUES

- Etat recuit : chauffage à 875 °C suivi d'un refroidissement lent.

- Dureté Brinell : 217

- Trempe à l'huile à 900/930 °C. Revenu à 200 °C.

- Résistance : 1950 N/mm²
- Limite d'élasticité à 0,2 % : 1450 N/mm²
- Allongement sur 5d : 10 %
- Résilience KCU : 60 J/cm²

TRAITEMENT THERMIQUE DE RÉFÉRENCE

- Trempe à l'huile à 900/930 °C. Revenu à 600 °C.

- Résistance : 1400 N/mm²
- Limite d'élasticité à 0,2 % : 1150 N/mm²
- Allongement sur 5d : 13 %
- Résilience KCU : 65 J/cm²

COMPOSITION

Carbone	0,40
Chrome.....	3,00
Molybdène	1,00
Vanadium.....	0,20

APPLICATIONS

- Pièces pour l'industrie aéronautique devant subir des contraintes élevées.
- Cet acier est utilisé principalement à un niveau de résistance de 1400 N/mm².
- Cet acier peut être utilisé pour la réalisation de pièces nitrurées.

PROPRIÉTÉS D'EMPLOI

- Résistance élevée.
- Excellente trempabilité.
- Dans le cas de pièces de faibles sections ou de formes délicates cette nuance peut être trempée à l'air.
- Il peut être nitruré à l'état traité pour une résistance variant de 900 N/mm² à 1400 N/mm².

GH4

TRAITEMENT THERMIQUE

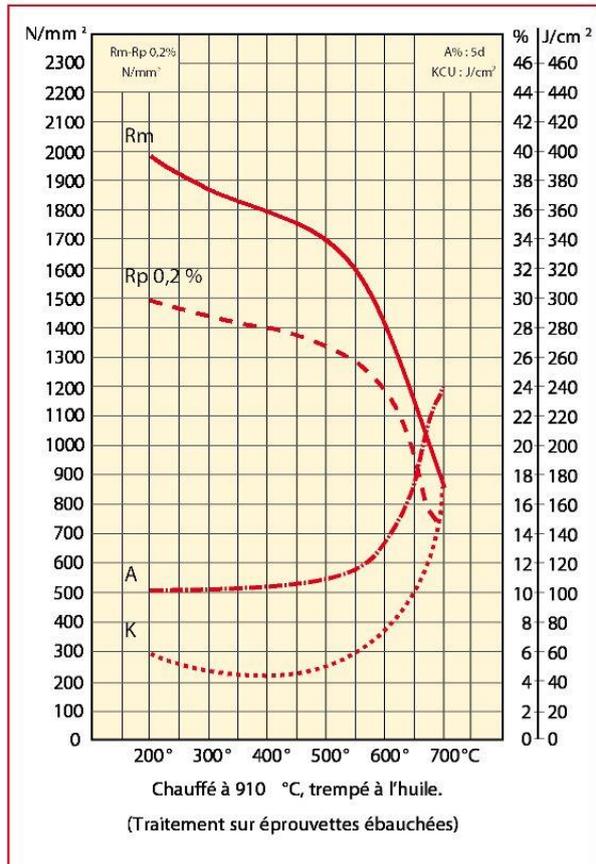
- Trempe :
 - Chauffage à 900/930 °C
 - Trempe à l'huile.
- Revenu :
 - Suivant caractéristiques désirées.
- Nitruration :
 - Dureté superficille : environ 800 Vickers.

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES

- Densité : 7,8
- Coefficient moyen de dilatation en m/m. °C :
 - entre 20 °C et 100 °C : $11,5 \times 10^{-6}$
 - entre 20 °C et 700 °C : $14,5 \times 10^{-6}$
- Points de transformation :
 - Ac 1 : 795 °C
 - Ac 3 : 835 °C

CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES

SUIVANT LA TEMPÉRATURE DE REVENU



FORGEAGE

- 1150/1000 °C

Contact :

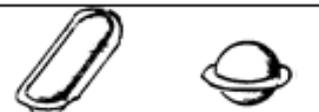
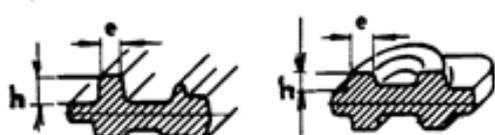
www.aubertduval.com

Les informations qui figurent sur le présent document constituent des valeurs typiques ou moyennes et non des valeurs maximales ou minimales garanties. Les applications indiquées pour les nuances décrites ne le sont qu'à titre indicatif afin d'aider le lecteur dans son évaluation personnelle et ne sont pas des garanties, implicites ou explicites, d'adéquation à un besoin spécifique... La responsabilité d'Aubert & Duval ne pourra en aucun cas être étendue au choix du produit ou aux conséquences de ce choix...

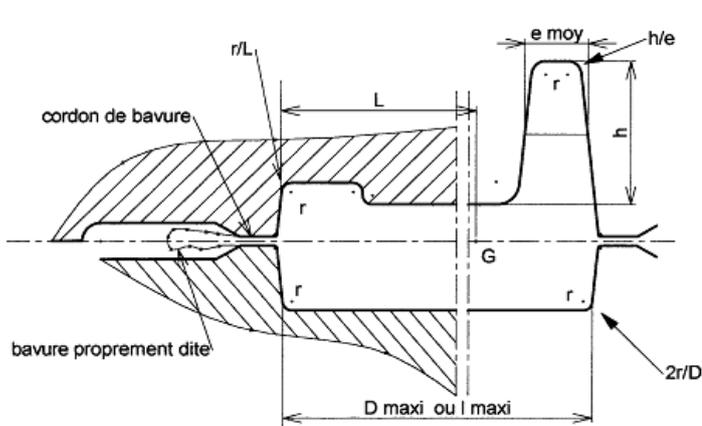
GH4

Groupe
ERAMET

DOCUMENT TECHNIQUE :
DT 17 – Tableau du caractère de complexité

CRITERES			Classification par les contraintes (en MPa ou N/mm ²) En fonction du critère de filage ou critère d'acuité.		CONTRAINTES EXERCÉES	
Par le filage	Par l'acuité	Sur la pièce			Sur le cordon	
h/e	r/L ou $2r/D$	λ/ϵ	P à 1050°	q à 950°		
1	0,036	3,75	 Pièces extra simples (pas de filage)		475	270
	0,035	4			490	280
1,5	0,0335	4,25	 Pièces simples (pas de filage)		500	285
	0,032	4,5			520	290
2	0,0315	4,75	 Pièces semi-simples (filage insignifiant)		540	300
	0,029	5			560	310
2,5	0,028	5,25	 Pièces semi-complexes (léger filage)		580	320
	0,027	5,5			600	330
3	0,026	5,75	 Pièces complexes (filage important)		625	350
	0,025	6			650	360
	0,023	6,25	 Pièces très complexes (filage très important)		690	370

prévoir arrêt de métal

Diamètre (en mm)	Valeurs de λ en mm		
	Cas d'une presse	Cas d'un marteau-pilon	
40	4	6	
60	5	7	
80	6	8	
100	7	9	
125	7,5	9,5	
150	8	10	
175	9	11	
200	9,5	11,5	
240	10,5	12,5	
280	12	14	
320	13	15	
360	15	17	
400	16	18	

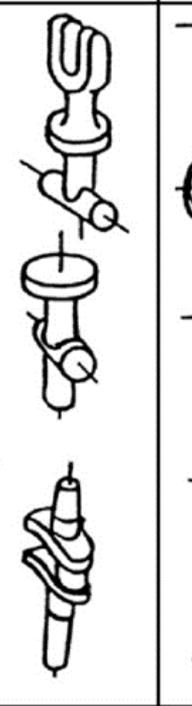
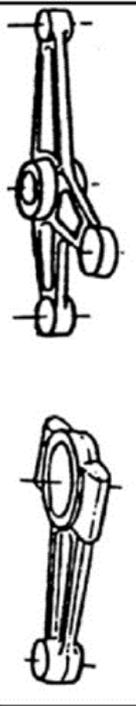
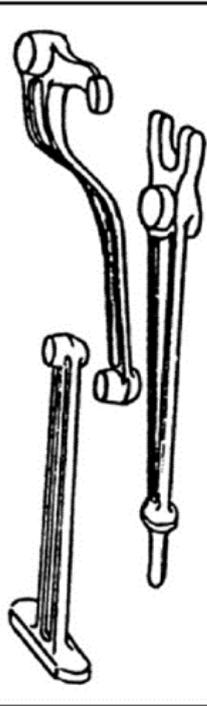
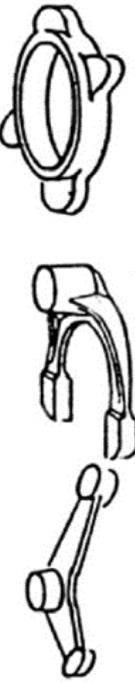
Pour les pièces longues, on choisit $\lambda = \sqrt{\text{plus grande largeur de pièce}}$

Ce tableau donne le % de bavure en vue de déterminer le nombre de chocs pour matricer une ébauche préfabriquée. La tenue, quand elle est prévue, n'intervient pas dans ce % (elle ne modifie pas le nombre de chocs).

L'utilisation de ce tableau se fait qu'en l'absence d'étude précise de fabrication.

ATTENTION : Le % de bavure indiqué ci dessous est celui de la bavure sans compter le cordon :

$$\% \text{ bavure} = (\text{Vol. bavure} / \text{Vol. pièce} + \text{toile} + \text{cordon}) \times 100$$

	5 à 8%		22 à 25%
	8 à 12%		25 à 30%
	12 à 15%		30 à 33%
	15 à 18%		33 à 37%
	19 à 22%		

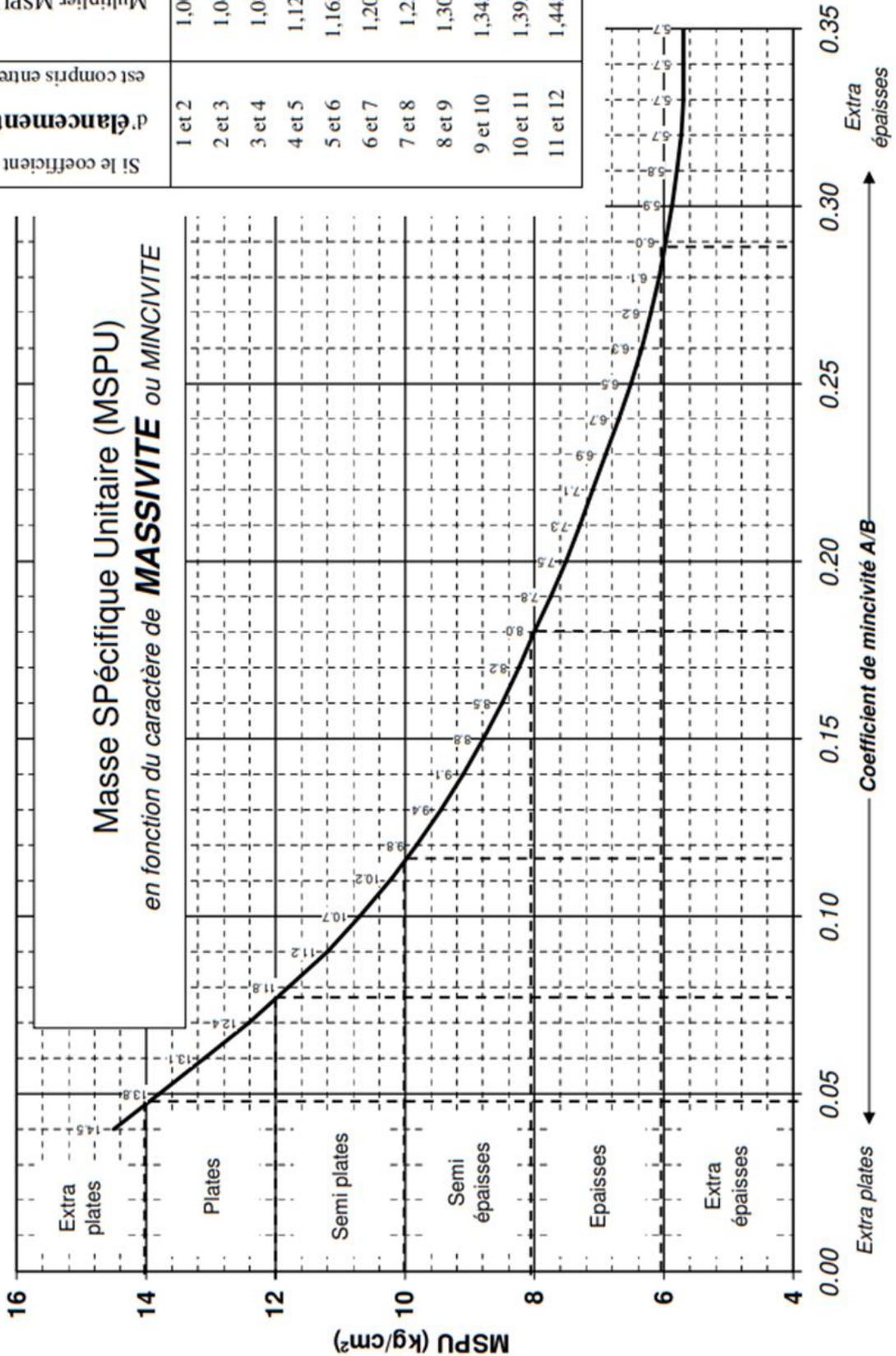
DOCUMENT TECHNIQUE :
DT 19 – Calcul prévisionnel de l'effort et de l'énergie

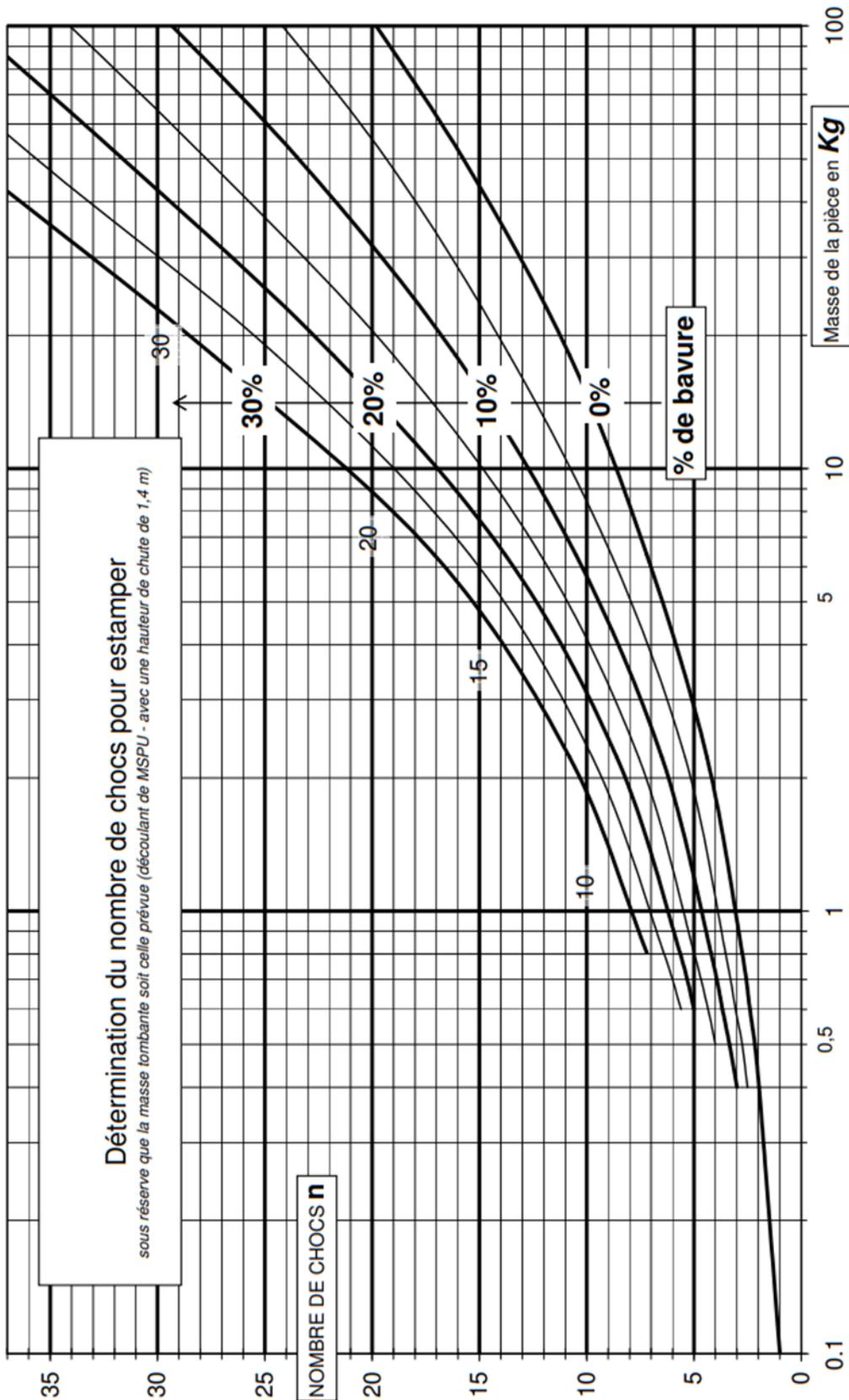
Tableau au format Excel dans le dossier « BTS-FORGE-E4-2025 »

Feuille de calcul d'engin		Matériau	T°C fin forgeage	
Nom de la pièce		attache moteur		
Largeur maximale de la pièce (D)		Largeur du cordon (λ)		0
	mm		mm	
Acuité $k_0 = 2r/D$ (axi) ou $k_0 = r/L$ (non axi)		Frein		Si $\epsilon < 1,5$
Filage le plus important $k_1 = h/e$				
		Épaisseur cordon (ε)	#DIV/0!	
			mm	
Surface de la pièce		Contrainte sur pièce (p)		
			Mpa	
Surface du cordon		Contrainte sur cordon (q)		
			Mpa	
		Force		0
			kN	
Volumes, surfaces et encombrement				
Volume pièce		Volume cordon	0.0	Épaisseur moyenne
	cm ³		cm ³	$A = V(p+c)/S(p+c)$
				#DIV/0!
Surface pièce	0.0	Surface cordon	0.0	Largeur moyenne
	cm ²		cm ²	cm
				$B = S(p+c)/L(p+c)$
				#DIV/0!
		Longueur (p+c)		cm
			cm	
Coefficient de massivité		Masse spécifique unitaire		
$K = A/B$		#DIV/0!	MSPU	
Élancement			MSPU corrigé	Kg/cm ²
$N = L(p+c)/B$		#DIV/0!	MSPU *	0.00
			Masse tombante théorique	Kg/cm ²
Surface (p+c)		0.0	$M = \text{MSPU corrigé} * S(p+c)$	0
		cm ²		Kg
Masse (p+c)		0.00	Nombre de chocs	
		Kg	n =	
%bavure (p+c+t)			Nombre de chocs efficaces	
		%	n(ro)	
Énergie minimale de pressage $E_{mini} = (M*9,81*1,4*n(ro))/2,1$				0
Valeur uniquement pour acier C35 à 1050°C en fin de forgeage (Résistance = 50 MPa à $\epsilon = 1$ et $\epsilon_{point} = 0,03$ s-1)				
Adaptation matériau				
Résistance du matériau étudié à T°C en fin de forgeage, $\epsilon = 1$ et $\epsilon_{point} = 0,03$ s-1				
Matériau	0	T°C fin forgeage	0	Résistance
				Mpa
Correction de T°C et de matière = Résistance/50 Mpa (CTM)				0
Type d'engin				
Marteau-pilon		Presse à vis	Marteau	Autre
Masse		Raideur		Force
	Kg		N/m	Tonnes
Vitesse		Vitesse		Vitesse
	m/s		m/s	m/s
Hauteur				
	m			
Coef vitesse (CV)		Coef vitesse (CV)		Coef vitesse (CV)
Énergie utile de forgeage (Euf) $Euf = E_{mini} * CTM * CV$		Énergie utile de forgeage (Euf) $Euf = E_{mini} * CTM * CV$		Énergie utile de forgeage (Euf) $Euf = E_{mini} * CTM * CV$
	0		0	
Réglages marteau-pilon		Réglages presse à vis		
Énergie 1 coup		Énergie max		% 1er coup
				%
n(ro) pilon		Énergie élastique		% 2ème coup
				%
n pilon		Nombre coups		% 3ème coup
				%

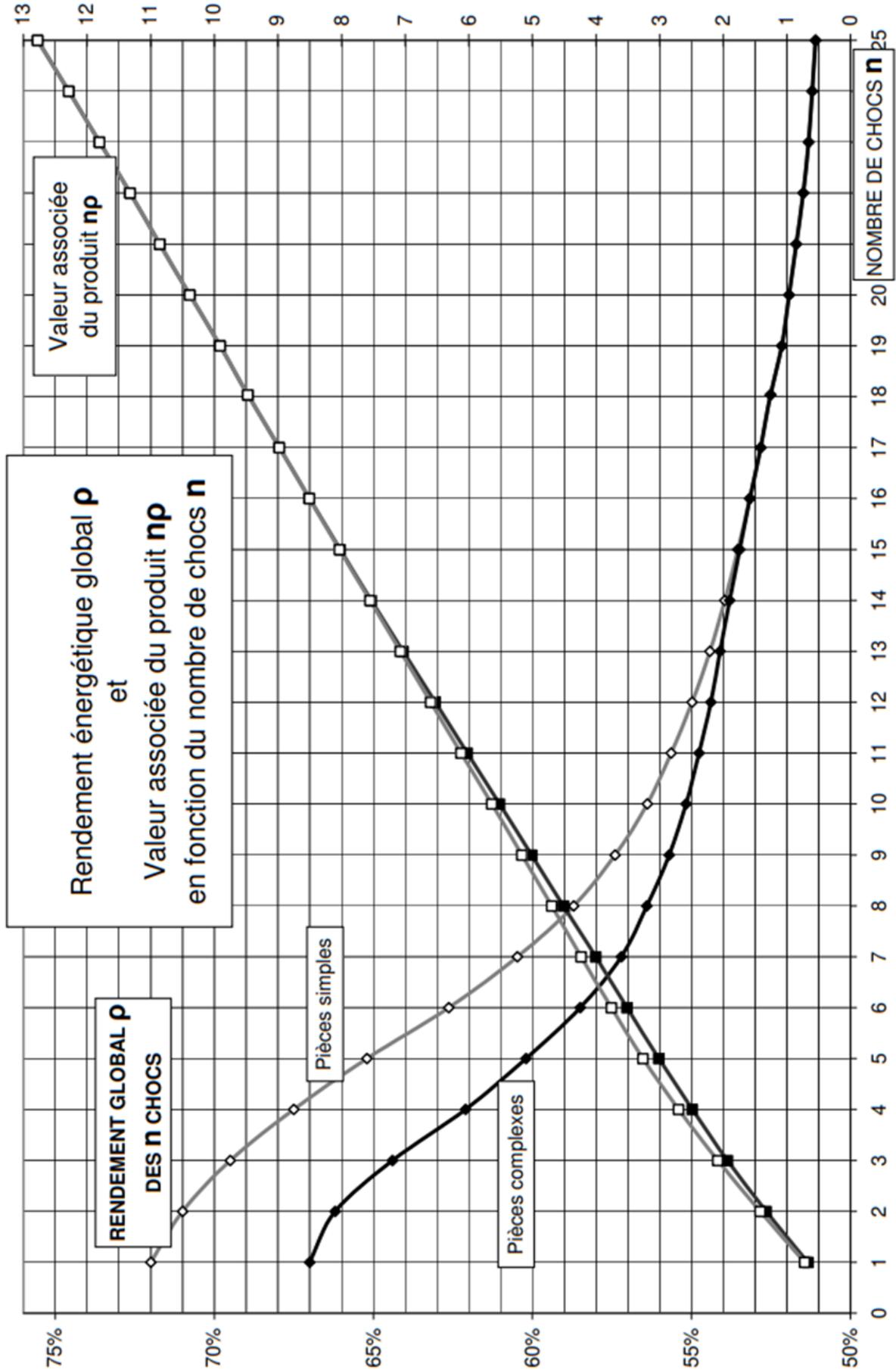
DOCUMENT TECHNIQUE :
DT 20 – Masse Spécifique Unitaire (MSPU)

Si le coefficient d'éclatement est compris entre	Multiplieur MSPU par (en interpolant)
1 et 2	1,00 à 1,04
2 et 3	1,04 à 1,08
3 et 4	1,08 à 1,12
4 et 5	1,12 à 1,165
5 et 6	1,165 à 1,205
6 et 7	1,205 à 1,25
7 et 8	1,25 à 1,30
8 et 9	1,30 à 1,345
9 et 10	1,345 à 1,395
10 et 11	1,395 à 1,445
11 et 12	1,445 à 1,505





DOCUMENT TECHNIQUE :
DT 22 – Rendement énergétique global des chocs



DOCUMENT TECHNIQUE :
DT 23 – Caractéristiques de presses à vis J58K

J58K Series
 Electric Screw Press
 Parameter

Presse à vis J58K

Item	Unit	J58K-160	J58K-250	J58K-315	J58K-400	J58K-630
Nominal force	kN	1600	2500	3150	4000	6300
Max. working force	kN	2500	4000	5000	6300	10000
Max. forging energy	kJ	10	15	20	40	80
Slide stroke	mm	300	320	380	400	450
Theoretical strokes	次/min	30	28	26	20	19
Min. enlose height	mm	500	500	550	570	720
Thickness of sow block	mm	120	120	120	120	160
Enclose height range of die holder	mm	380~	380~	430~	450~	560~
Size of worktable(width×depth)	mm	600X560	600X560	700X640	750X730	820X900

Item	Unit	J58K-1000	J58K-1600	J58K-2500	J58K-4000
Nominal force	kN	10000	16000	25000	40000
Max. working force	kN	16000	25000	40000	63000
Max. forging energy	kJ	160	280	500	1000
Slide stroke	mm	500	600	630	750
Theoretical strokes	次/min	18	15	14	10
Min. enlose height	mm	750	960	1050	1460
Thickness of sow block	mm	180	220	250	300
Enclose height range of die holder	mm	570~	740~	800~	1160~
Size of worktable(width×depth)	mm	920X1050	1000X1280	1200X1400	1600X1900



DOCUMENT TECHNIQUE :
DT 24 – Caractéristiques de presses à vis Schuler feuillet 1



SCREW PRESSES WITH DIRECT DRIVE.

OVERVIEW OF SERIES PA / PAR SCREW PRESS MODELS

Model	PA 125	PA 140	PA 160	PA 180	PA 200	PA 225	PA 265	PA 300	PA 325	PA 360
				PAR 180	PAR 200	PAR 225	PAR 265	PAR 300	PAR 325	PAR 360
Screw diameter [mm]	125	140	160	180	200	225	265	300	325	360
Continuously permitted press [kN]	2,500	3,200	4,000	5,000	6,400	8,000	11,000	14,000	16,000	21,000
Die-to-die blow force [kN]	3,200	4,000	5,000	6,300	8,000	10,000	14,000	18,000	20,000	26,000
Gross working capacity PA [kJ]	4.5	6.5	10	14	19	27	42	60	75	100
Gross working capacity PAR [kJ]	-	-	-	24	32,5	45	72	105	130	170
Stroke rate max. [min ⁻¹]	33	32	29	24	23	21	20	19	18	17
Distance bed – slide max. [mm]	620	670	730	790	850	940	1,050	1,150	1,250	1,350
Bolster width [mm]	460	500	540	580	620	680	750	800	850	900
Bolster depth [mm]	500	530	570	610	650	710	800	850	920	1,000

Subject to technical modifications.



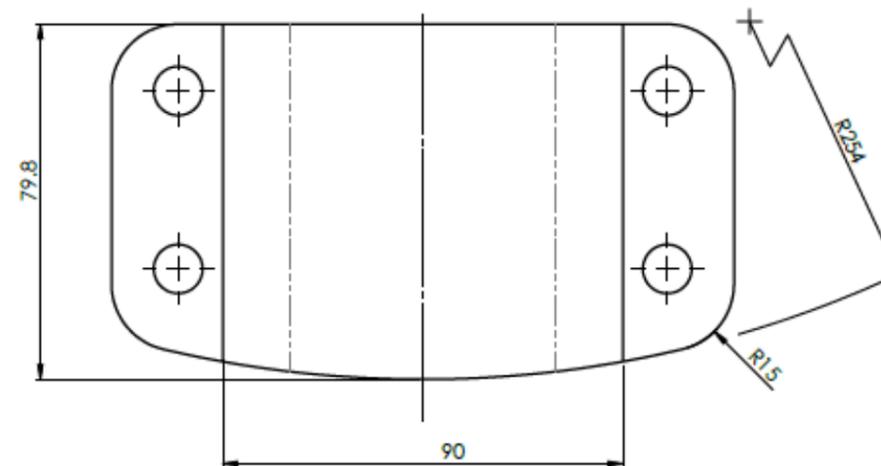
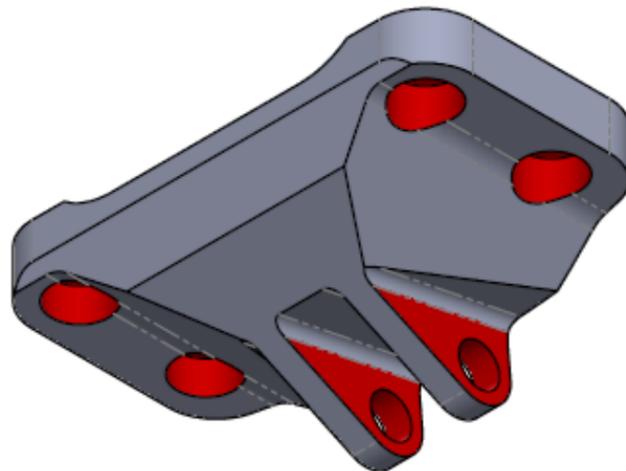
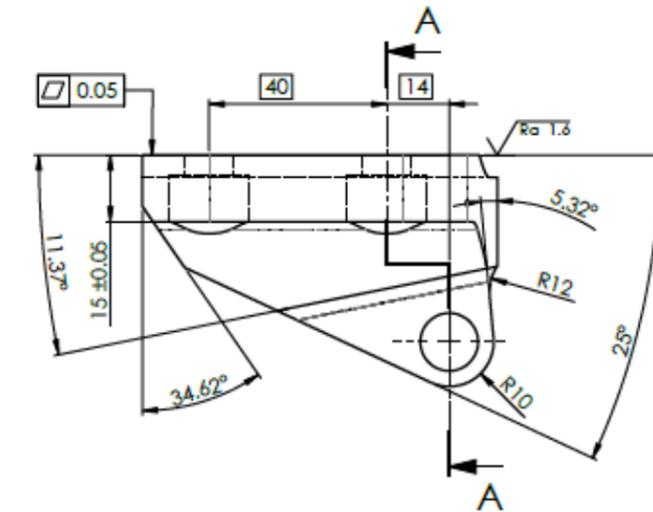
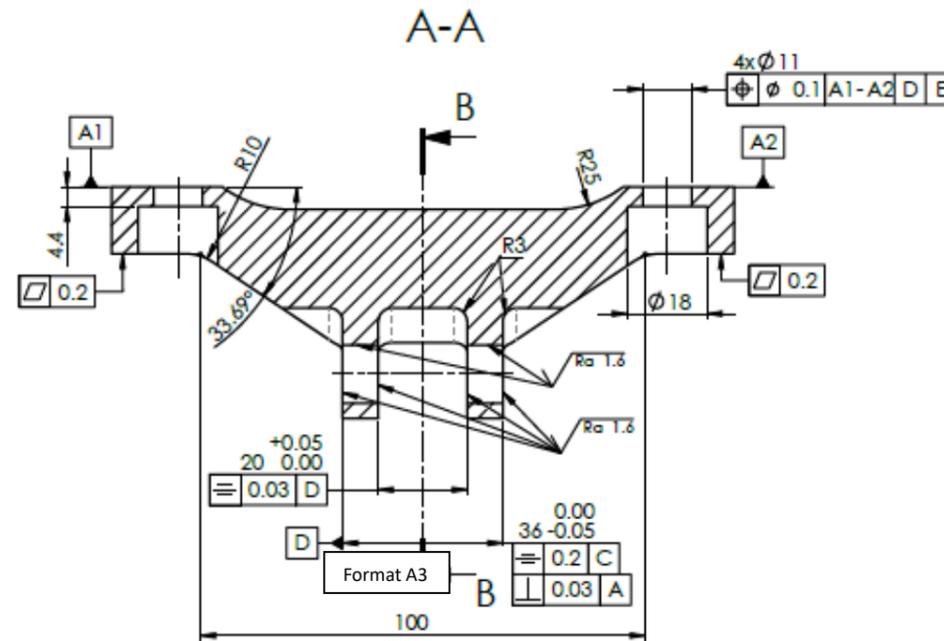
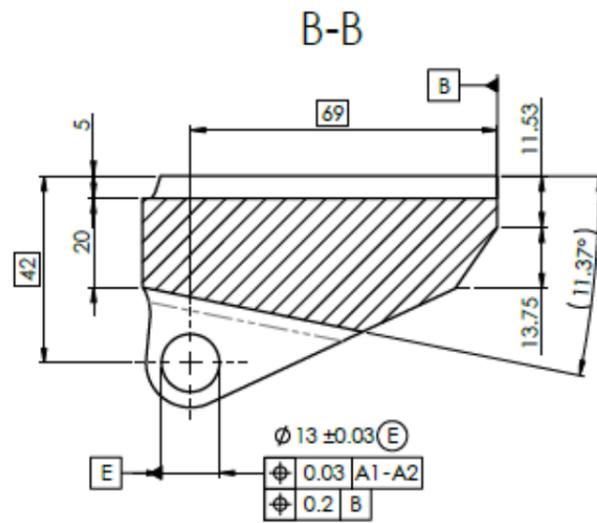
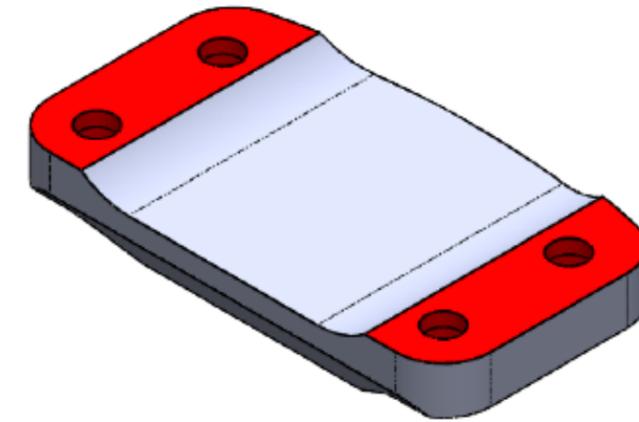
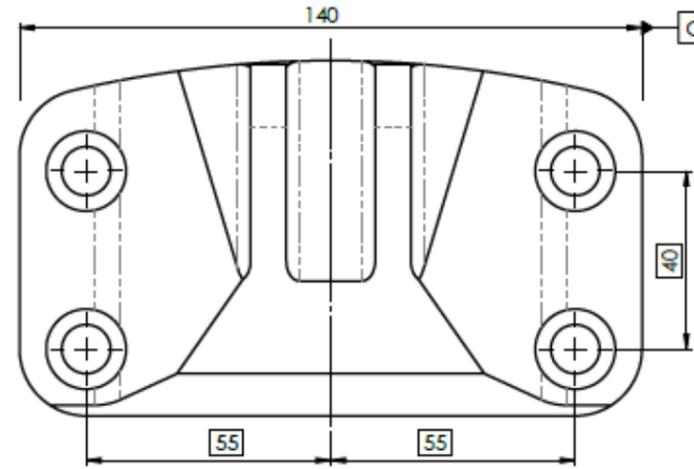
SCREW PRESSES IN THE PSM / PSH SERIES.

OVERVIEW OF SERIES PSM / PSH SCREW PRESS MODELS

Model	PSM 265 PSH 265	PSM 300 PSH 300	PSM 325 PSH 325	PSM 360 PSH 360	PSM 400 PSH 400	PSM 450 PSH 450	PSM 500 PSH 500	PSM 560 PSH 560	PSM 630 PSH 630
Screw diameter [mm]	265	300	325	360	400	450	500	560	630
Continuously permitted press [kN]	11,000	14,000	16,000	21,000	26,000	32,000	40,000	50,000	64,000
Die-to-die blow force [kN]	14,000	18,000	20,000	26,000	32,000	40,000	50,000	63,000	80,000
Gross working capacity PSM [kJ]	65	100	120	160	210	315	400	500	700
Gross working capacity PSH [kJ]	90	140	170	225	300	420	560	700	1,000
Stroke rate max. [min ⁻¹]	20	19	18	18	17	16	16	15	14
Distance bed - slide max. [mm]	780	860	920	1,000	1,080	1,200	1,300	1,450	1,460
Bolster width [mm]	750	820	860	930	1,000	1,100	1,200	1,320	1,600
Bolster depth [mm]	860	870	920	1,000	1,080	1,180	1,280	1,400	1,990

Subject to technical modifications.

DOCUMENT TECHNIQUE/ DT26 -Plan pièce usinée client



- Tolérances non indiquées suivant norme ISO 2768mk
- Tous les angles vifs seront cassés
- Aucune bavure détachable admise

Rep. Nb.	
Echelle	1 : 1
Format:	A2

Attache moteur

Produit d'éducation SOLIDWORKS – A titre éducatif uniquement.