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

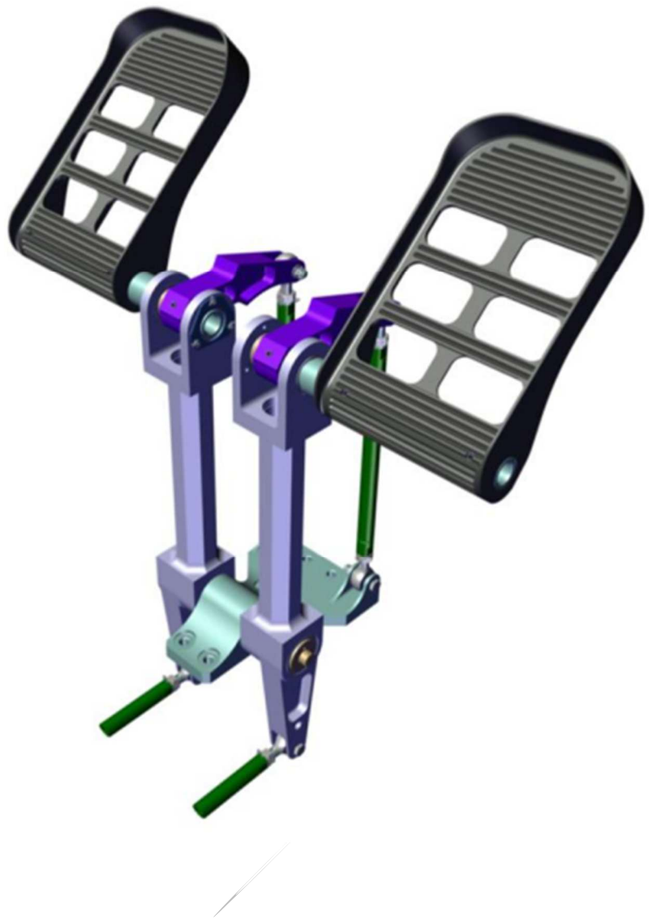
Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac Pro TRPM, veuillez visiter :
bacprotrpm.fr/annales-sujets-et-corriges

# CONCOURS GENERAL DES METIERS
# TECHNICIEN EN REALISATION DE PRODUITS MECANIQUES
# TRPM

## SESSION 2024

## PALONNIER



## DOSSIER SUJET

SOMMAIRE


| | |
|---|---|
| Présentation de l'étude et de l'entreprise | **DS 2** |
| Présentation du support technique | **DS 2** |
| Problématique générale | **DS 3** |
| Etude proposée | **DS 3** |


Le dossier sujet est composé de 3 pages, celle-ci comprise.

## PRESENTATION DE L'ETUDE :

L'étude qui suit porte sur un palonnier d'aviation, conçu et fabriqué par l'entreprise XXXX et se concentre sur une des pièces qui le constitue : le « guignol ».



Cockpit d'avion



**Palonnier**

**2 palonniers sont présents dans le cockpit d'un avion**

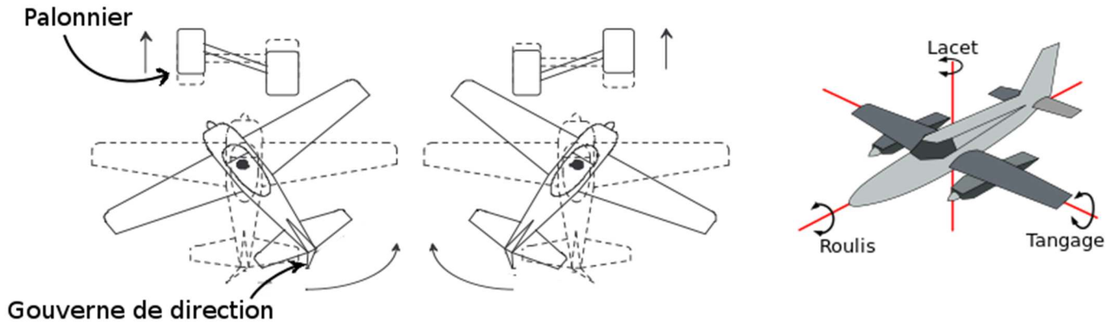
## PRESENTATION DE L'ENTREPRISE :

L'entreprise XXXX, groupe XXXX, est implantée dans le département du XXXX, en région XXXX. Depuis sa création en 1904, XXXX s'inscrit dans l'histoire des pionniers de l'aviation française et européenne. L'entreprise a assis sa réputation et sa croissance sur plus d'un siècle d'évolution aéronautique pour être aujourd'hui leader mondial dans le domaine des hélices de forte puissance et des équipements pour les avionneurs.
XXXX conçoit et fabrique des hélices, des amortisseurs de portes, des pièces d'hélicoptères, ainsi que des équipements de cockpit comme des manettes de gaz et des palonniers.

## PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UN PALONNIER D'AVIATION :

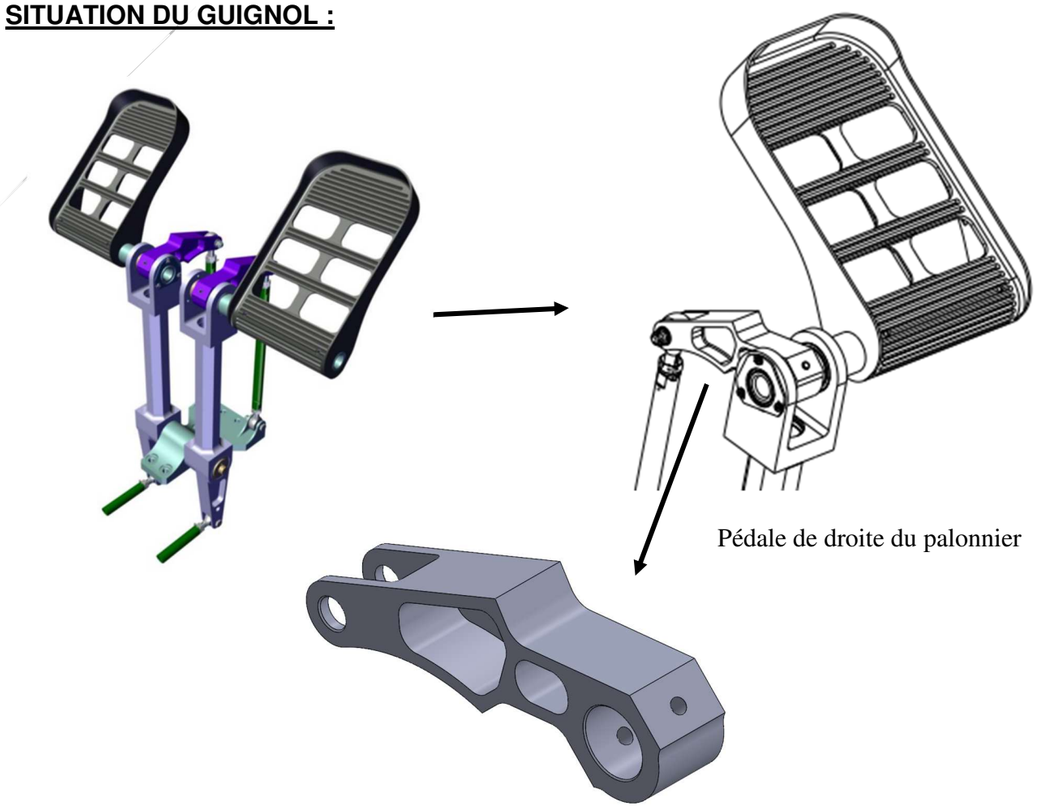
En aéronautique, le palonnier est l'une des principales commandes de vol située dans le poste de pilotage d'un avion ou d'un hélicoptère. Il est constitué de deux pédales permettant au pilote de faire tourner la gouverne de direction d'un avion. Cela permet de contrôler l'appareil sur l'axe de lacet (les mouvements sur les axes de tangage et de roulis étant assurés au moyen du manche).

Dans le poste de pilotage des avions de ligne ou des hélicoptères, 2 palonniers sont présents, un pour le pilote et un pour le co-pilote. Chaque palonnier est constitué de 2 pédales.




En appuyant sur la pédale de gauche, la gouverne de direction tourne, l'avion pivote alors sur l'axe de lacet et tourne vers la gauche. L'appui sur la pédale de droite fera tourner l'avion vers la droite.

## SITUATION DU GUIGNOL :



Pédale de droite du palonnier

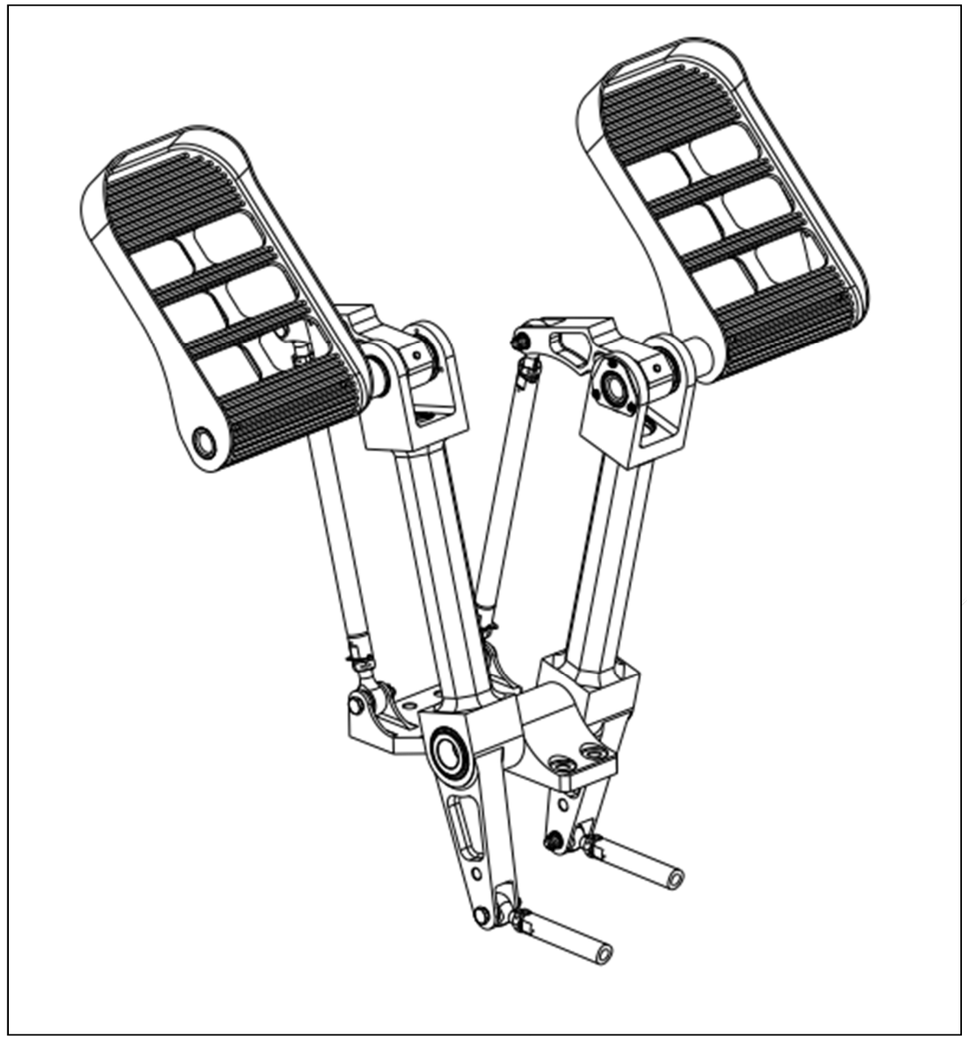
Guignol

## FONCTION DU GUIGNOL :

Le guignol est une pièce majeure dans la cinématique du palonnier. Il évite à la pédale de tourner sur elle-même lors de la poussée du pied du pilote sur celle-ci.

**PROBLEMATIQUE GENERALE :**

L'entreprise XXXX conçoit et développe des palonniers d'aviation. Ils sont adaptés à chaque fois que nécessaire à l'avion sur lequel ils vont être installés. Dans ce cadre, une version est en cours de mise au point afin de répondre aux nouvelles exigences du client. Cette adaptation nécessite de modifier et de vérifier certains éléments. Le travail s'effectue en étroite collaboration entre le bureau d'études et le bureau des méthodes en vue d'une prochaine mise en production.



## ETUDE PROPOSEE

**Lecture du sujet : 30 min**

**Partie A**

**Partie A : Validation des exigences de la nouvelle solution**

- Validation de la cinématique du palonnier : course horizontale et rotation de la pédale atour de son axe
- Validation du changement de goupille
- Validation de la redéfinition du guignol
- Synthèse des choix opérés

**2h00**

**Partie B**

**Partie B : Optimisation de la phase d'industrialisation du guignol**

- Etude des caractéristiques de la nouvelle machine
- Optimisation des dimensions du brut
- Analyse du nouveau processus opératoire
- Choix du procédé de réalisation de la rainure
- Synthèse des choix opérés pour la phase d'industrialisation

**2h00**

**Partie C**

**Partie C : Planification et étude des coûts de production**

- Etude de l'organisation avec un centre d'usinage
- Etude de l'organisation avec 2 centres d'usinage
- Choix d'une organisation

**0h45 min**

**Partie D**

**Partie D : Suivi de la production**

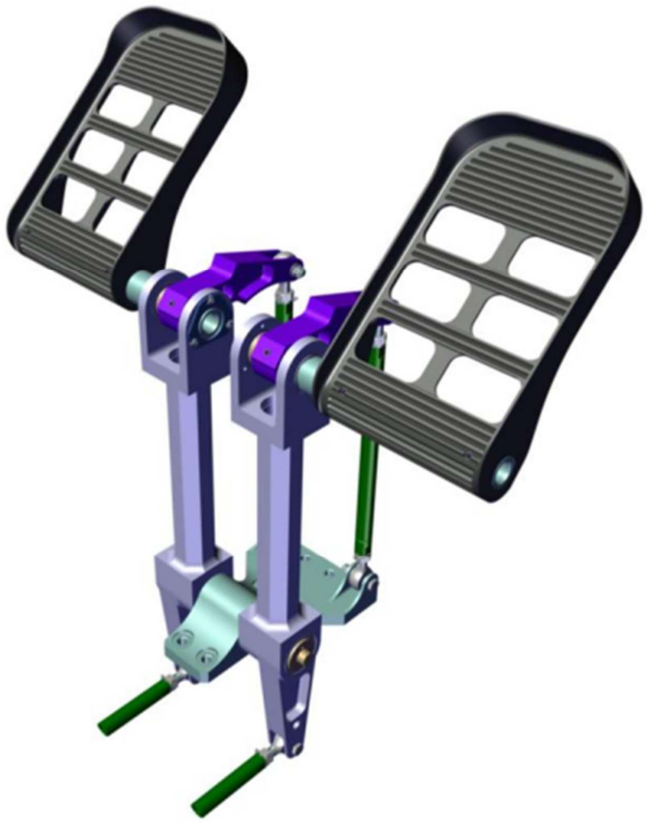
- Etude de la spécification sous surveillance
- Interprétation de la carte de contrôle
- Identification des actions à conduire

**0h45 min**

# CONCOURS GENERAL DES METIERS
# TECHNICIEN EN REALISATION DE PRODUITS MECANIQUES
# TRPM

## SESSION 2024

## PALONNIER



# DOSSIER REPONSE

## SOMMAIRE

**Partie A :** Validation des exigences de la nouvelle solution

**Partie B :** Optimisation de la phase d'industrialisation du guignol

**Partie C :** Planification et étude des coûts de production

**Partie D :** Suivi de la production

Le dossier réponse est composé de 15 pages, celle-ci comprise.

**<u>TRAVAIL DEMANDE</u> : (Durée totale 6h)**

Il est conseillé de consacrer 30 minutes à la lecture complète du sujet.
L'étude se présente en 4 parties :

- Partie A : durée conseillée 2h
- Partie B : durée conseillée 2h
- Partie C : durée conseillée 45 min
- Partie D : durée conseillée 45 min

# PARTIE A : Validation des exigences de la nouvelle solution

Les palonniers équipent tous les cockpits d'avions et d'hélicoptères. Ils sont au nombre de deux par appareils, un pour le pilote et un autre pour le co-pilote. Ils se manœuvrent avec les pieds afin de faire tourner l'appareil vers la droite ou vers la gauche, en fonction de la poussée du pied correspondant.

Le client, un important avionneur, interroge l'entreprise XXXX sur l'ergonomie du palonnier.

Ses deux principales questions concernent la validation de la cinématique du palonnier :

**A1**- Une course horizontale de la pédale de 78 mm.

**A2**- Une rotation de la pédale autour de son axe.

Ces questions amènent à reprendre l'étude du système existant. L'entreprise XXXX en profite donc pour réétudier l'industrialisation du **guignol** qui est la pièce, dont la conception et l'usinage, peuvent être optimisés du fait de l'achat prochain d'une CN 5 axes. Dans ce cadre, une étude portera sur :

**A3**- La validation mécanique de la goupille cylindrique en remplacement de la goupille conique.

**A4**- La validation de la redéfinition du guignol.

## A1 - Validation de la cinématique du palonnier : course horizontale

Le client interroge l'entreprise XXXX sur la course horizontale d'une pédale lors de la poussée sur celle-ci par le pied d'un pilote. Il souhaite que cette course soit de **78 mm**. Cette valeur n'est pas disponible directement. Seul l'angle balayé par le bras de pédale est connu. Une détermination graphique puis une vérification par le calcul permettront de répondre au client.
Avant cela, une analyse de la cinématique du palonnier est nécessaire à sa parfaite compréhension.

Dossier Sujet : DS2 à DS3
Dossier Technique : DT2 à DT6
Dossier Ressource : DRESS2 à DRESS6

### *1.1 – Analyse des liaisons et des fonctions du mécanisme.*

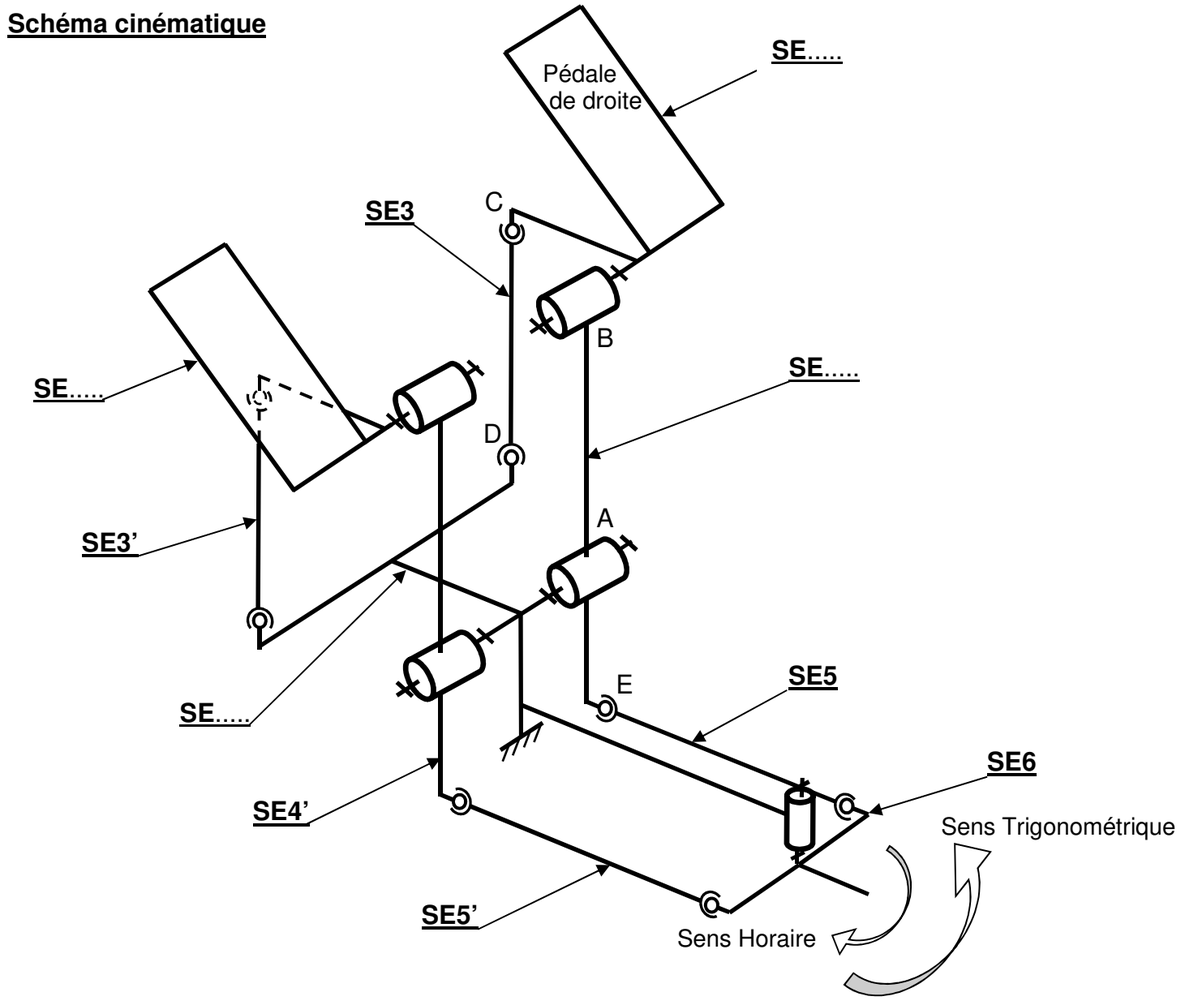
a- Colorier d'une couleur différente de votre choix chaque sous-ensemble du schéma cinématique 3D ci-contre. Les 4 sous-ensembles SE3, SE3', SE5, SE5' resteront en noir.

b- Compléter les repérages manquants des sous-ensembles sur ce même schéma cinématique.

c- Compléter avec les repères des pièces nécessaires, certains des sous-ensembles ci-dessous. (Remarque : le roulement 12 sera une pièce exclue).

| | | | |
|---|---|---|---|
| SE1-Bâti : | Voir DT3 | SE4 -Bras de pédale D : | { 1, …….. |
| SE2-Pédale Droite : | { 2, …… | SE4' -Bras de pédale G : | { idem SE4 } |
| SE2'-Pédale Gauche : | { idem SE2 } | SE5 -Biellette H D : | Voir DT3 |
| SE3-Biellette V D : | Voir DT3 | SE5' -Biellette H G : | Voir DT3 |
| SE3'-Biellette V G : | Voir DT3 | SE6 -Interface : | Non représenté |

**Schéma cinématique**




d- Mettre en relation les sous-ensembles avec les différentes fonctions proposées.

| | | |
|---|---|---|
| Bâti | • | • Permettre à la pédale de conserver son inclinaison lors du mouvement de poussée |
| Pédales | • | • Transmettre le mouvement à la gouverne de l'avion |
| Guignols + Biellettes verticales | • | • Assurer la structure de l'ensemble |
| Bras de pédale | • | • Transmettre le mouvement à l'interface |
| Biellettes horizontales | • | • Transmettre le mouvement à la biellette horizontale et assurer la rotation de la pédale |
| Interface | • | • Permettre l'appui du pied du pilote |

e- Nommer la liaison entre la pédale et le bras de pédale au point B.
……

Nommer la liaison entre la pédale et la biellette verticale.
……

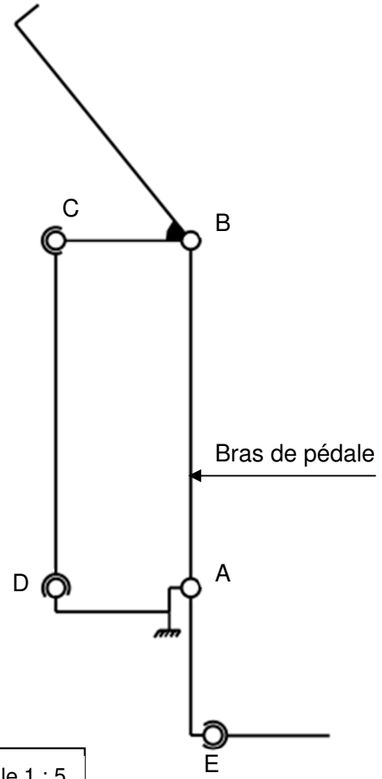
f- Indiquer le sens de rotation du sous-ensemble SE6-Interface lors de la poussée sur la pédale de droite (Entourer votre réponse).

Sens horaire Sens trigonométrique

***1.2 – Validation de la course horizontale.***

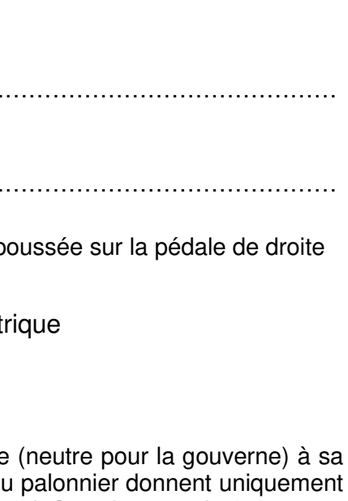
Le client souhaite une course horizontale de la pédale, de sa position verticale (neutre pour la gouverne) à sa position poussée maxi, autour de 78mm. Les caractéristiques ergonomiques du palonnier donnent uniquement l'angle de rotation de la pédale de sa position verticale à sa position poussée maxi. Sa valeur est de 16°.
Il est donc nécessaire de déterminer la course horizontale maxi que peut avoir le palonnier avec cet angle de 16° afin de valider ou non l'exigence du client.

a- Dessiner le mécanisme complet dans la position « poussée maxi » avec un angle de 16° sur le schéma ci-dessous représentant le sous-ensemble bras de pédale en position verticale.
Remarque : les points A et D (liaisons au bâti) resteront à leur place.




Ce schéma est à l'échelle 1 : 5
Attention, l'angle n'est pas impacté par cette échelle !
C 110 B

Exemple avec un angle de 25° :




EAB : bras de pédale
BC : guignol
DC : biellette verticale
AD : bâti

b- Relever la course horizontale possible.

……

c- Comparer la valeur de la course déterminée graphiquement avec le souhait du client.

……
……
……
……

d- Conclure (Cocher une réponse).

☐ Palonnier conforme
☐ Palonnier non conforme
☐ Palonnier conforme si limitation de la rotation du bras de pédale

## A2 – Validation de la cinématique du palonnier : rotation de la pédale autour de son axe.

***2.1 – Etude de la cinématique du palonnier existant.***

La seconde interrogation du client concerne la possibilité de rotation de la pédale autour de son axe (par rapport au bâti) lors du mouvement de poussée par le pied du pilote sur le palonnier.

a- Indiquer, suite à la question 1.2-a, ce que vous remarquez concernant l'orientation de la pédale lors de son mouvement entre la position repos (bras de pédale vertical) et la position poussée.
……
……
……
……

b- Déduire le mouvement de la pédale (Entourer votre réponse).

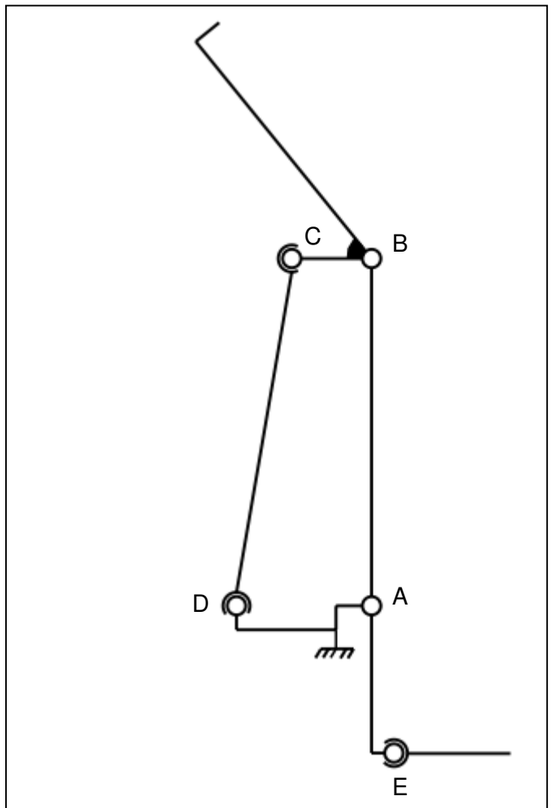
Rotation Translation rectiligne Translation curviligne Mouvement plan

c- Conclure (Cocher une réponse).

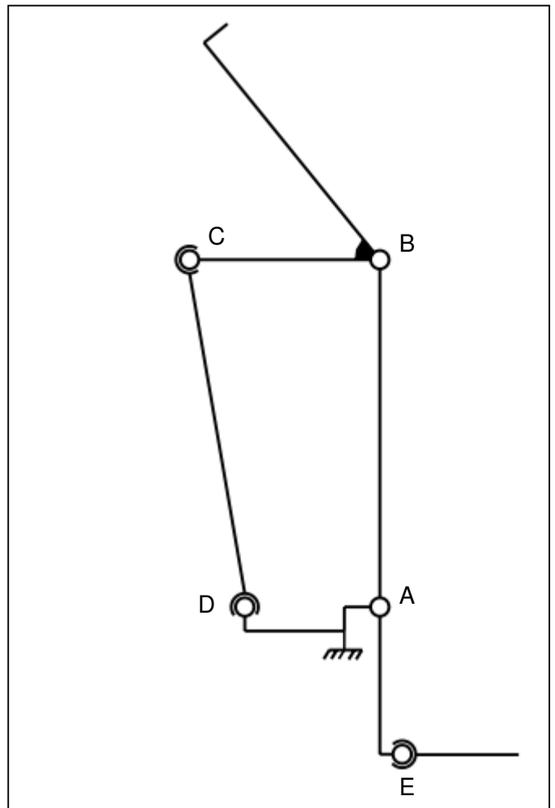
☐ La pédale tourne autour de son axe lors de la poussée
☐ La pédale ne tourne pas autour de son axe lors de la poussée

***2.2 – Etude de la cinématique du palonnier modifié.***

Les équipes du bureau d'études et du bureau des méthodes proposent alors une solution qui permettrait de répondre à la question du client concernant la possibilité de rotation de la pédale autour de son axe lors de la poussée : modifier la géométrie du parallélogramme en jouant sur l'entraxe des 2 alésages du guignol. **La rotation souhaitée par le client doit permettre à la pointe du pied de se relever** pour une meilleure ergonomie. Deux possibilités sont envisageables : raccourcir ou allonger cet entraxe. Ces 2 possibilités sont représentées ci-dessous :




Cas 1 : guignol raccourci




Cas 2 : guignol allongé

a- Dessiner sur chacun des 2 schémas ci-dessus la position des points B et C après une rotation d'un angle de 16° et relier les 2 nouveaux points B' et C 'dans les 2 cas.
Remarque : les distances AB, DC et BC restent constantes.

b- Indiquer si la pédale se relève ou plonge selon le cas étudié.

Cas 1 – guignol raccourci : ……

Cas 2 – guignol allongé : ……

c- Indiquer si un cas est conforme à la demande du client énoncée à la question 2-2 (Entourer votre réponse).

Cas 1 Cas 2

Relever la valeur de l'angle d'inclinaison de la pédale par rapport à sa position d'origine dans ce cas : ……

d- Indiquer une autre modification de la solution existante (parallélogramme déformable) qui auraient pu être envisagées pour avoir une rotation de la pédale.

……

……

**Le client ne donnera finalement pas suite sur ce point. La géométrie du parallélogramme déformable sera conservée. L'entraxe des 2 alésages du guignol ne sera pas modifié.**

## A3 - Validation du changement de goupille.

***3.1 – Enjeux de production.***

Le nouveau client a enregistré une commande de 8024 avions à la fin août 2023, soit 7 ans de travail. Il souhaite confier la production des palonniers à l'entreprise XXXX.

Ce contexte amène l'entreprise à investir dans de nouveaux moyens de production et envisage l'installation d'une machine à commande numérique 5 axes dans l'atelier afin d'optimiser la production du guignol, entre autres pièces.

a- Déterminer le nombre de guignols nécessaires pour un avion.
……
……

b- Calculer, à titre indicatif, le nombre de guignols dont cet avionneur aura besoin pour ses 8024 commandes à venir.
……
……
……

c- Calculer la production de guignols nécessaires sur une année.
……
……
……

L'augmentation des volumes de production et la commande prochaine d'une nouvelle machine outils 5 axes amènent le bureau d'études et le bureau des méthodes à revoir certaines formes et dimensions sur le guignol afin d'optimiser son usinage et son montage. Deux modifications avec validations sont mises à l'étude. La première concerne la simplification de l'assemblage du guignol sur l'axe de pédale par goupillage. La suivante concernera le voile en fond de poche.

***3.2 – Validation du changement de goupille.***

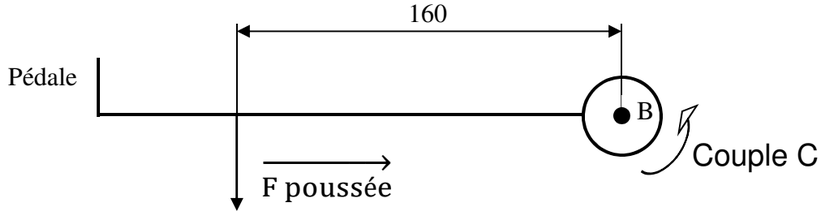
Jusqu'à présent, la fixation du guignol sur l'axe de pédale est réalisée par une goupille conique.
L'usinage, avec une conicité de 2% des deux pièces, est difficile à réaliser et à contrôler. Il est donc décidé de passer avec une goupille cylindrique de Ø8 qui sera montée avec un ajustement serré.
Une validation est nécessaire pour déterminer sa résistance au cisaillement et de respecter un coefficient de sécurité, s=2.

**3.2.1 – Détermination de l'effort et du couple induit.**

a- Rechercher l'effort maxi appliqué à une pédale lors de la poussée extrême d'un pied du pilote sur une pédale du palonnier. Pour cela, rechercher la valeur maximum dans l'extrait de la norme CS-25 (Certification Specifications and Acceptable Means of Compliance for Large Aeroplanes) « Limit pilots forces and torques » (forces et couples) concernant la **commande de direction (Rudder)**.

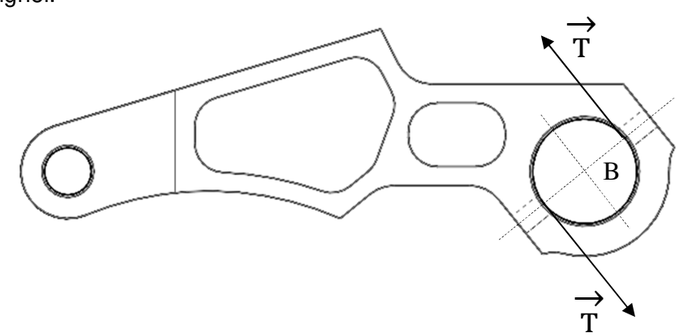
| Effort de poussée maxi : …… N |
|---|

b- Calculer le couple C au niveau du point B (axe du montage avec l'axe de pédale).




……
……
……
……
……

c- Calculer les efforts tranchants T au niveau de la surface de contact entre l'axe de pédale de Ø22,225 et l'alésage du guignol.




……
……
……
……
……
……

**3.2.2 – Vérification du dimensionnement de la goupille cylindrique.**

a- Rechercher les caractéristiques de l'acier de la goupille dans les documentations TDI et MISUMI.

Matière : ……

Type d'acier (Entourer votre réponse) : Fortement allié Faiblement allié Non allié

Décoder la composition de cet acier :
……
……
……

Indiquer la résistance à la rupture Rr = Rm = …… MPa

b- Calculer la surface totale cisaillée.
……
……
……

c- Calculer la contrainte de cisaillement. (Quel que soit votre résultat à la question 3.2.1.c, on prendra T = 9620 N)
……
……
……

Calculer la résistance au glissement Rg.
……
……
……

d- Conclure sur la résistance de la goupille cylindrique (Cocher votre réponse).

☐ La goupille cylindrique de Ø8 résistera
☐ La goupille cylindrique de Ø8 ne résistera pas

e- Calculer le coefficient de sécurité s et déterminer la validité de cette solution.
……
……
……

**3.2.3 – Montage de la goupille cylindrique de Ø8.**

a- Rechercher dans la documentation du fabriquant, la tolérance sur le diamètre de la goupille.

Tolérance sur le diamètre de la goupille : ……

b- Rechercher à partir des « Ajustements usuels », celui qui permettra d'assurer un montage peu serré.

Ajustement : Ø8……

## A4 – Validation de la redéfinition du guignol.

La commande prochaine d'une nouvelle machine à commande numérique 5 axes permet d'envisager une modification des voiles en fond de poche du guignol afin d'optimiser sa masse.

Le couple calculé à la question 3.2.1.b a permis de réaliser 3 simulations informatiques en RDM dont les résultats sont disponibles dans le dossier ressources. La première simulation est celle du guignol actuel avec les voiles sur le côté. La seconde est celle du guignol sans les voiles et la troisième est celle avec les voiles centrés sur le plan de symétrie du guignol.

***Optimisation de la masse du guignol, validation des voiles et de leurs positions.***

a- Rechercher la valeur de la résistance d'élasticité de l'aluminium utilisé (cas le plus défavorable) pour la fabrication du guignol.

Re = ……..MPa

b- Relever les valeurs des contraintes maximun qui apparaissent dans les 3 simulations et les inscrire dans le tableau récapitulatif ci-dessous.

c- Comparer ces valeurs à la résistance élastique de l'aluminium employé et inscrire dans la 2e colonne si chacune de ces contraintes est « supérieure », « inférieure » ou « équivalente ».

Indiquer pour chacun des cas si le changement au niveau des voiles est acceptable ou pas.

| | Contrainte Maxi (en MPa) | Comparaison au Re de l'alu : Valeur : « supérieure » « inférieure » « équivalente » | Modification acceptable (Cocher votre réponse) | |
|---|---|---|---|---|
| | | | OUI | NON |
| Guignol actuel | | | | |
| Guignol sans voile | | | | |
| Guignol voiles centrés | | | | |

d- Conclure sur la possibilité de réduire ou pas l'épaisseur des voiles afin d'alléger la pièce, en indiquant dans quel cas et en justifiant votre réponse.

……
……
……
……
……
……
……

## A5 – Synthèse des choix opérés pour le guignol.

L'étude en vue de la validation des choix opérés est terminée.

Compléter le tableau suivant.

| Eléments de validation | Non validé | Validé | Validé mais non retenu par le client | Justifications |
|---|---|---|---|---|
| Course horizontale de la pédale | | | | |
| Rotation possible de la pédale si guignol modifié | | | | |
| Changement de la goupille | | | | |
| Optimisation de la masse du guignol et changement de la position des voiles | | | | |

# PARTIE B : Optimisation de la phase d'industrialisation du guignol

## B1 : Etude des caractéristiques de la nouvelle machine

***L'étude portera sur la capacité de la nouvelle machine à réaliser les usinages du processus du nouveau guignol en optimisant les temps d'usinage.***

DT8 : Dessin de définition du guignol V2 (voile centré)
DT9 : Gamme de fabrication du guignol V2 (voile centré)
DRESS7 : Caractéristiques du centre d'usinage HAAS VF2
DRESS8 : Caractéristiques de la table rotative basculante TRT160

La nouvelle machine est une fraiseuse HAAS VF2, 3 axes, équipée d'une table rotative basculante, elle-même équipée d'un étau auto-centrant V562M.

a- Rechercher les caractéristiques standards de la machine HAAS VF2 équipée en 5 axes (préciser les unités).

| | |
|---|---|
| Dimensions de la table | |
| Course axe X | |
| Course axe Y | |
| Course axe Z | |
| Nombre d'outil en magasin | |
| Temps changement d'outil à outil | |
| Puissance broche maximum | |
| Fréquence de rotation maximum | |

b- Rechercher les opérations de perçage du guignol nécessitant l'utilisation du 4$^{e}$ et 5$^{e}$ axes.

.....

.....

.....

c- Donner la valeur de la rotation des axes A et C pour la réalisation des opérations précédentes.

| |
|---|
| Rotation axe A : |
| Rotation axe C : |

d- Rechercher les caractéristiques de la table rotative basculante TRT 160.

| | |
|---|---|
| Diamètre du plateau en mm | |
| Encombrement : hauteur en mm | |
| Encombrement, passage de pièce maxi compris (maxi part swing) : longueur en mm | |
| Encombrement : largeur en mm | |
| Masse maximum sur le plateau | |

e- Préciser les avantages d'équiper la machine d'une table rotative basculante.

.....

.....

.....

**Le bureau des méthodes a choisi d'équiper la machine en prenant l'option d'une broche dont la rotation maximum est de 12000 tr.min$^{-1}$ et de l'équiper en plus de la table rotative basculante, d'un étau de largeur 150 mm.**

f- Préciser les avantages d'équiper la machine d'une broche dont la fréquence de rotation est plus élevée.

.....

.....

.....

g- Compléter le tableau de synthèse suivant.

| | Avantages | Inconvénients |
|---|---|---|
| Machine multiaxes | | |
| Dimensions de la table et encombrement de la table rotative | | |
| Fréquence de broche plus élevée | | |

## B2 : Optimisation des dimensions du brut

***Cette partie a pour objectif d'optimiser les dimensions du brut afin de diminuer le coût matière.***

DT8 : Dessin de définition du guignol V2 (voile centré)
DT9 : Gamme de fabrication du guignol V2 (voile centré)
DRESS9 : caractéristiques de l'étau V562M
DRESS10 : Désignation du matériau et prix matière

Grâce au nouveau porte-pièce, il est envisagé de changer la hauteur du brut afin d'optimiser la part du coût matière dans le nouveau processus.

Le bureau des méthodes préconise, en règles générales, pour des prises de pièce avec talon :

- de surfacer le brut en prenant une profondeur de passe (ap) de 0.5 mm,
- d'augmenter la profondeur d'usinage de 0.5 mm lors de l'opération de contournage.

### B2.1 Choix du brut pour la version V2 du guignol

- Donner la cote moyenne de l'épaisseur de la pièce.

.....

- Indiquer la hauteur de prise de mors minimum dans l'étau V562M.

.....

- Calculer l'épaisseur minimum du brut.

- Choisir parmi les épaisseurs proposées, celle qui convient le mieux.

Epaisseur 25 mm ☐ Epaisseur 30 mm ☐ Epaisseur 35 mm ☐

### B2.2 Calcul du gain économique

a- Calculer le nombre de pièces à mettre en production sachant que la commande de guignols est de 4600 pièces/an et que l'on considère un taux de rebus de 3%.

- Donner la désignation normalisée du matériau du guignol.

Désignation normalisée : …….

- Préciser la nature du matériau.

acier ☐ fonte ☐ alliage de cuivre ☐ alliage d'aluminium ☐ matière plastique ☐

- Rechercher la densité de ce matériau.

Densité : ……

- Indiquer le prix HT de ce matériau.

Prix : ……€/ kg

b- Compléter le tableau comparatif suivant en prenant une masse volumique de 2,8 $10^{-6}$ Kg.mm$^{-3}$

| | Guignol 1 : ancien processus | Guignol 2 : nouveau processus |
|---|---|---|
| Dimension du brut en mm après sciage | …… x …… x ……..… | …… x …… x ……. |
| Volume du brut en mm$^3$ | ……..mm$^3$ | ……..mm$^3$ |
| Masse du brut en kg | ……..kg | ……..kg |
| Masse totale de la série en kg | ……..kg | ……..kg |
| Prix matière pour la série (la coupe n'est pas prise en compte) | ……..€ | ……..…€ |

- Calculer le gain économique (en €) de ce changement de brut.

- Conclure sur le fait d'avoir changé les dimensions du brut.

……

.....

.....

## B3 : Analyse du nouveau processus opératoire

DT8 : Dessin de définition du guignol V2 (voile centré)
DT9 : Gamme de fabrication du guignol V2 (voile centré)
DRESS9 : Symboles technologiques
DRESS9 : Caractéristiques de l'étau V562M

a- Sur le contrat de phase suivant :
- colorier en rouge la ou les surfaces usinées en position verticale ;
- colorier en vert la surface usinée avec le 4e et 5e axes ;
- colorier en bleu la ou les surfaces pouvant être usinées verticalement ou avec le 4e et 5e axes.
- à partir de l'outillage représenté sur le document DR10, représenter la mise et le maintien en position isostatique (seconde partie de la norme) de la pièce.

Justifier le choix du côté pour positionner la butée.

.....

.....

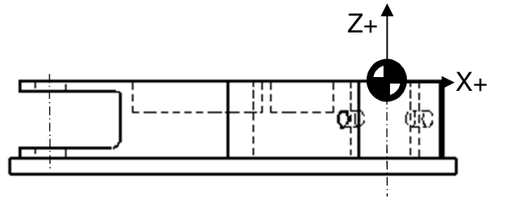
.....

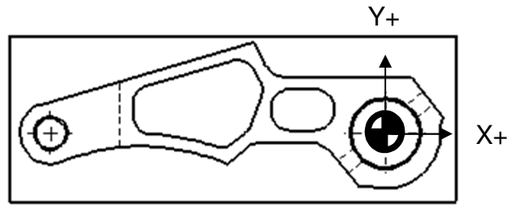
b- Sur l'outillage représenté sur le document DR10, tracer les décalages d'origines suivant les axes X, Y et Z entre l'origine porte-pièce (Opp) et l'origine pièce (Op).

Calculer les décalages d'origines suivant les axes X, Y et Z, entre l'origine porte-pièce (au centre de l'étau symétrique) et l'origine pièce (le brut étant centré dans l'étau).

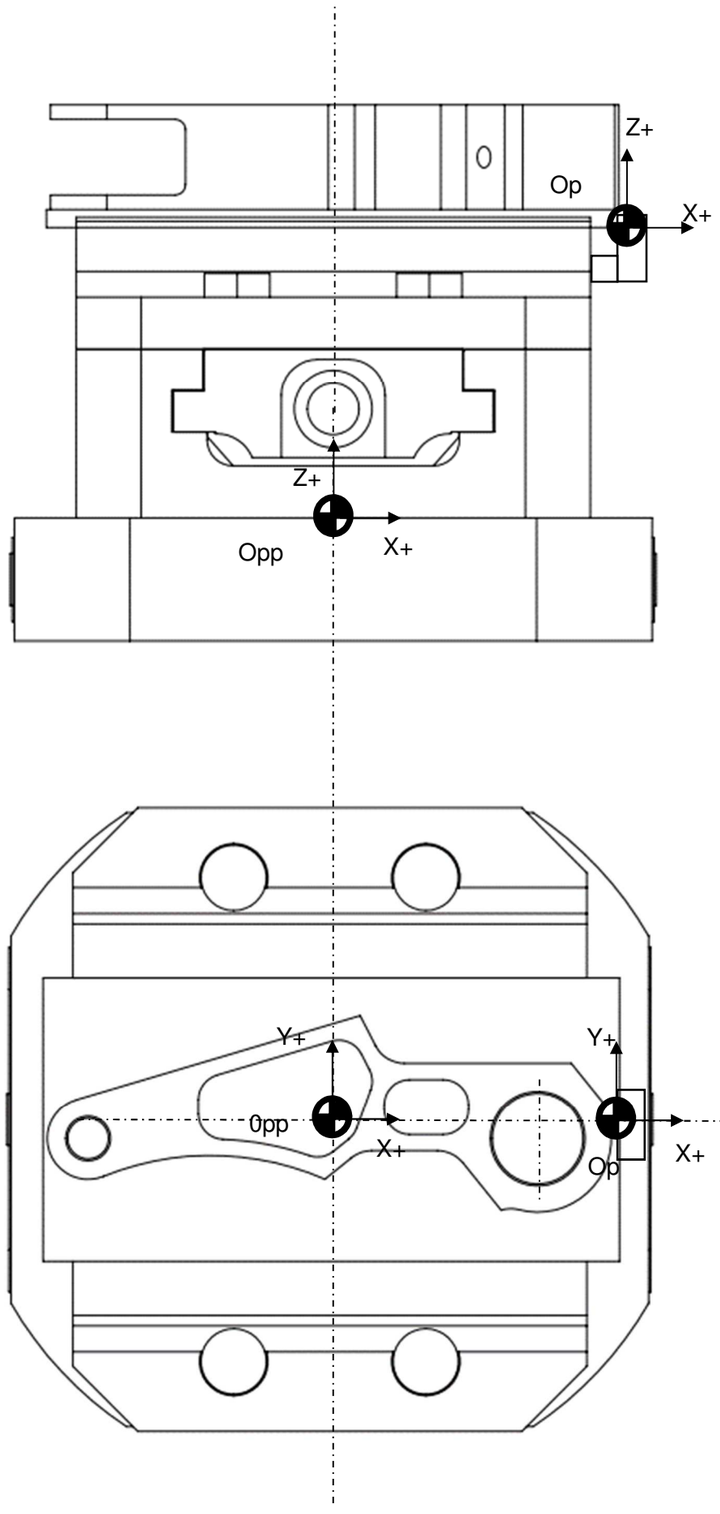
| | Valeur | Justification |
|---|---|---|
| Décalage suivant X | | |
| Décalage suivant Y | | |
| Décalage suivant Z | | |

| | | |
|---|---|---|
| **CONTRAT DE PHASE PHASE N° 20** | ENSEMBLE : PALONNIER | **BUREAU DES METHODES** |
| | PIECE : GUIGNOL | |
| **MACHINE/PORTE-PIECE** HAAS VF2 5AXES ETAU SYMETRIQUE -BUTEE | MATIERE : AW-7075 | NOM : |
| | SERIE : 500 pièces / mois | DATE : 05/11/2023 |
| | PROGRAMME : 5432 | FICHIER : |



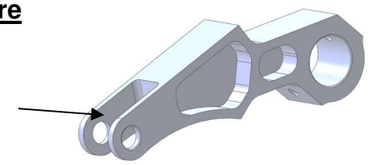

| OPERATIONS | OUTILS | Vc | n | fz | Vf | T | D |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| a- Surfaçage | Fraise à surfacer carbure Ø40 Z4 | 300 | 2400 | 0.08 | 760 | 1 | 1 |
| b- Ebauche profil extérieur | Fraise 2T carbure Ø12 Z4 | 300 | 8000 | 0.12 | 3800 | 2 | 2 |
| c- Ebauche, finition 2 poches | Fraise 2T carbure Ø12 Z4 | 300 | 8000 | 0.12 | 3800 | 3 | 3 |
| d- Ebauche trou Ø 22.225 | Foret carbure Ø22 | 250 | 3600 | 0.1 | 720 | 4 | 4 |
| e- Pointage trou Ø10H7 | Foret à pointer Ø 8 | 100 | 3500 | 0.05 | 350 | 5 | 5 |
| f- Perçage ébauche Ø10H7 | Foret ARS Ø 9.8 | 60 | 1950 | 0.05 | 195 | 6 | 6 |
| g- Finition profil extérieur | Fraise 2T carbure Ø12 Z4 | 350 | 9300 | 0.08 | 3750 | 7 | 7 |
| h- Alésage Ø10h7 | Alésoir Ø10H7 | 60 | 1900 | / | 600 | 8 | 8 |
| i- Alésage Ø 22.225H7 | Alésoir Ø22.225 H7 | 60 | 900 | / | 800 | 9 | 9 |
| j- Pointage trou Ø8 H7 | Foret à pointer | 100 | 3500 | 0.05 | 350 | 5 | 5 |
| k- Perçage ébauche Ø8 H7 | Foret ARS Ø 7,8 | 60 | 3800 | 0.05 | 380 | 10 | 10 |
| l- Alésage Ø8 H7 | Alésoir ARS Ø 8 H7 | 60 | 3600 | / | 600 | 11 | 11 |
| m- Ebauche rainure | Partie à étudier | | | | | | |
| n- Finition rainure | | | | | | | |




## B4 : Choix du procédé de réalisation de la rainure

***L'étude suivante doit permettre de choisir la meilleure solution pour réaliser la rainure.***

Rainure

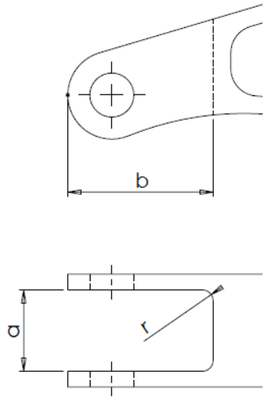


DT8 : Dessin de définition du guignol V2 (voile centré)
DT9 : Gamme de fabrication du guignol V2 (voile centré)
DRESS10 : Groupe matière
DRESS11 : Extrait catalogue fraise 3 tailles et conditions de coupe
DRESS11 : Fraise ébauche 2 tailles et conditions de coupe
DRESS12 : Fraise de finition 2 tailles et conditions de coupe

a- Déterminer la largeur de la rainure (Compléter le tableau ci-dessous).

| | Calcul | Valeur en mm |
|---|---|---|
| Cote moyenne | | |
| Cote maxi | | |
| Cote mini | | |
| Intervalle de tolérance | | |

- Donner toutes les informations concernant cette rainure (Compléter le tableau suivant).




| Cote moyenne | Valeur |
|---|---|
| a | |
| b | |
| r | |

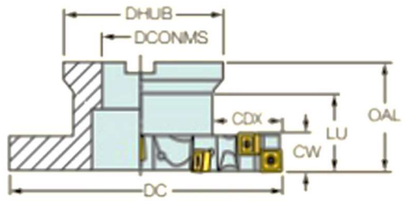
- Déterminer le groupe matière du matériau du guignol.

.....

## Analyse de la méthode 1 : fraise 3 tailles (sans 4e et 5e axes)

b- Compléter le tableau des caractéristiques de la fraise choisie pour réaliser la rainure.
Le diamètre de la fraise sera le plus petit possible avec le maximum de dents.

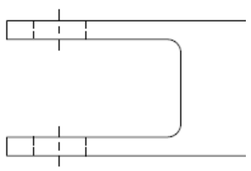
| | |
|---|---|
| Diamètre DC | |
| Largeur CW | |
| Longueur de coupe CDX | |
| Nombre de dents | |
| nombre de dents effectives en périphérie | |
| Diamètre d'alésage DCONMS | |
| Référence fraise | |




c- Compléter le tableau ci-dessous concernant les conditions de coupe (Prendre les valeurs les plus basses préconnisées) et préciser les unités.

| | Vc | fz | N | Vf |
|---|---|---|---|---|
| Fraise 3 tailles | | | | |

d- Calculer le temps d'usinage.



L'usinage de la rainure se fait en plusieurs étapes :

- ébauche au centre en 3 passes
- finition supérieure
- finition inférieure

La longueur du déplacement est identique à toutes les passes = 120 mm

| | |
|---|---|
| Nombre de passes | |
| Temps d'usinage (en s) | |

## Analyse de la méthode 2 : fraise 2 tailles (avec 4e et 5e axes)

e- Compléter le tableau suivant permettant de choisir les fraises les mieux adaptées pour réaliser la rainure. Choisir la fraise la mieux adaptée parmi les fraises SECO JPH 490 pour l'ébauche et SECO 553 pour la finition et ½ finition.

| | Ebauche | Finition |
|---|---|---|
| Diamètre de fraise | | |
| Longueur de coupe | | |
| Rayon de la dent RE | | |
| Nombre de dents | | |
| Référence | | |

f- Choisir les conditions de coupe et compléter le tableau ci-dessous (on prendra les valeurs les plus basses préconnisées).

| | Vc | fz | N | Vf | ap |
|---|---|---|---|---|---|
| Fraise 2T Ebauche | | | | | |
| Fraise 2T Finition et ½ finition | | | | | |

g- Déterminer si les fréquences de rotation sont compatibles avec le choix du bureau méthode concernant la fréquence de de la broche.

Oui ☐ non ☐

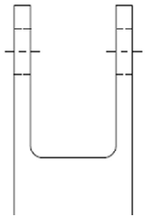
Justifier votre réponse.

.....

.....

**Informations : Afin de garantir la qualité de la rainure, et malgré les recommandations du fabricant d'outil, il est envisagé de prendre pour l'ébauche au centre une profondeur de passe (ap) de 12 mm maxi.**

h- Calculer le temps d'usinage.



L'usinage de la rainure se fait en plusieurs étapes :

- ébauche au centre
- demi-finition côté droit
- demi-finition côté gauche
- finition côté droit
- finition côté gauche

La longueur du déplacement est identique à toutes les passes = 49 mm

| | |
|---|---|
| Nombre de passes d'ébauche | |
| Temps d'usinage de l'ébauche (en s) | |
| Temps d'usinage des demi-finitions et des finitions (en s) | |
| Temps d'usinage total (en s) | |
| Temps total avec un changement d'outil (ébauche-finition) (en s) | |

i- Conclure et justifier le choix de la méthode d'usinage.

.....

.....

.....

## B5 : Synthèse des choix opérés pour la phase d'industrialisation

Compléter le tableau de synthèse de l'étude d'industrialisation du nouveau guignol.

| | | oui | non |
|---|---|---|---|
| La machine et ses équipements répondent aux attentes | Configuration 5 axes nécessaire | | |
| | Equipement table rotative basculante TRT160 suffisante | | |
| | Nombres d'outils suffisants | | |
| | Broche 12000 tr.min$^{-1}$ nécessaire | | |
| Brut | Le nouveau brut permet un gain économique | | |
| Procédé de réalisation de la rainure | Usinage avec fraise 3 tailles plus rapide | | |
| | Usinage avec fraise 2 tailles plus rapide | | |

# PARTIE C : Planification et étude des coûts de production

DT7 : Planification de la production du guignol V1 (voile extérieur)
DT9 : Gamme de fabrication du guignol V2 (voile centré)
DRESS12 : Coût horaire des moyens de production

***La partie suivante doit permettre de planifier la production et de choisir entre 2 organisations possibles.***

## C1 : Etude de l'organisation 1 : un seul centre d'usinage utilisé (phases 20 et 30 sur la même machine avec 2 posages).

Données :

- L'entreprise travaille en journée de 8 heures.
- La production est lancée par série de 500 pièces par mois.
- Les débits sont transférés en une seule fois sur la première machine d'usinage.
- Les pièces sont transférables d'une machine à une autre par lot de 25 pièces.
- Le temps de déplacement entre les postes n'est pas pris en compte.

a- Citer les avantages de n'utiliser qu'une seule machine.

.....

.....

.....

Compléter le tableau suivant.

| Phases | Opérations | Machines | Temps de réglage | Temps d'usinage unitaire (min) | Temps d'usinage série (min) | Temps d'usinage série (h) | Temps d'usinage du lot de 25 pièces (h) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | Sciage | Scie | 10 min | 0,42 min | 210 min | 3,5h | |
| 20<br>30 | Fraisage | HAAS VF2<br>5 axes | 4h | 15 min | | | |

b- Calculer le taux de charge (occupation de la machine) de la production (réglage+ usinage) du guignol sur la machine 5 axes sur 1 mois (25 jours ouvrables).

c- Calculer le coût d'utilisation de la machine HAAS VF2 équipée 5 axes.

d- Compléter le diagramme de Gantt n°1 sur le document DR13 en utilisant la méthode de chevauchement pour privilégier la marge aval.

## C2 : Etude de l'organisation 2 : deux centres d'usinage utilisés.

Les données sont les mêmes que pour le diagramme précédent.

a- Compléter le tableau suivant.

| Phases | Opérations | Machines | Temps de réglage | Temps d'usinage unitaire (min) | Temps d'usinage série (min) | Temps d'usinage série (h) | Temps d'usinage du lot de 25 pièces (h) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | Sciage | Scie | 10 min | 0,42 min | 210 min | 3,5h | |
| 20 | Fraisage | HAAS VF2 5 axes | 4h | 12 min | | | |
| 30 | Fraisage | RCV300 | 2h | 4 min | | | |

b- Calculer le taux de charge (occupation de la machine) de la production (réglage+ usinage) du guignol sur la machine 5 axes sur 1 mois (25 jours ouvrables).

c- Calculer le coût d'utilisation des 2 centres.

d- Compléter le diagramme de Gantt n°2 sur le DR13 en utilisant la méthode de chevauchement pour privilégier la marge aval.

## C3 : Choix d'une l'organisation

Compléter le tableau comparatif suivant.

| | Gantt n° 1 : 1 seul centre d'usinage utilisé | Gant n° 2 : 2 centres d'usinage utilisés |
|---|---|---|
| Temps de fabrication de la série | | |
| Coût d'utilisation machine | | |

Conclure sur le choix de l'organisation.

……

……

……

**C1 : Etude organisation 1 - Question d : Diagramme de Gantt N°1**

| | Jour 1 / jour 2 / jour 3 / jour 4 / jour 5 / jour 6 / jour 7 / jour 8 / jour 9 /jour 10 / jour 11/ jour 12 / jour 13/ jour 14/ jour 15/ jour 16/ jour 17 |
|---|---|
| SCIE | |
| HAAS 5 AXES | |

**C2 : Etude organisation 2 - Question d : Diagramme de Gantt N°2**

| | Jour 1 / jour 2 / jour 3 / jour 4 / jour 5 / jour 6 / jour 7 / jour 8 / jour 9 /jour 10 / jour 11/ jour 12 / jour 13/ jour 14/ jour 15/ jour 16/ jour 17 |
|---|---|
| SCIE | |
| HAAS 5 AXES | |
| RCV300 | |

## PARTIE D : Optimisation du suivi de la production

DT 4 : Vue éclatée du montage de la pédale
DT8 : Dessin de définition du guignol V2 (voile centré)
DRESS13 : Tableau d'interprétation d'une carte de contrôle

***Dans le cadre du contrôle qualité, une dimension fait l'objet d'une surveillance statistique avec l'utilisation d'une carte de contrôle.***

***L'objectif de cette partie est d'analyser cette carte de contrôle et d'interpréter les résultats.***

a- Indiquer la spécification sous surveillance (Voir le document DR15).

| Spécification sous surveillance | |
|---|---|

- Justifier le choix d'avoir mis cette spécification sous surveillance.

.....

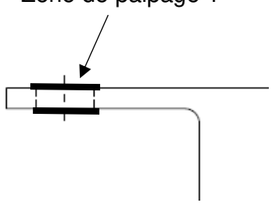
.....

.....

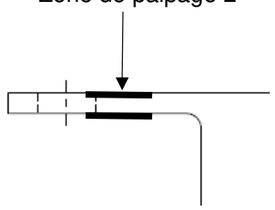
.....

b- Afin de garantir un bon contrôle de la spécification, le service « contrôle-métrologie » préconise de réaliser les mesures sur une zone précise.
Entourer la zone de palpage cohérente parmi les 3 proposées.

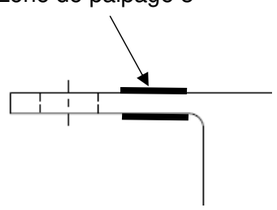
Zone de palpage 1



Zone de palpage 2



Zone de palpage 3



Justifier votre choix.

.....

.....

.....

c- Choisir parmi les matériels de contrôle proposés, ceux pouvant être utilisés pour vérifier cette spécification.

- ☐ Bras de mesure
- ☐ Micromètre 0-25
- ☐ Calibre à mâchoires
- ☐ Comparateur numérique
- ☐ Machine tridimensionnelle
- ☐ Colonne de mesure

d- Donner la signification des caractéristiques suivantes.

| | |
|---|---|
| $\overline{X}$ | |
| R | |
| $LsC\overline{X}$ | |
| $LiC\overline{X}$ | |

e- Compléter le tableau suivant.

| | |
|---|---|
| Fréquence des prélèvements | ..... |
| Taille des échantillons | ..... |
| Valeur de la moyenne des moyennes $\overline{\overline{X}}$ | ..... |
| Valeur de la moyenne des étendues $\overline{R}$ | |

f- Tracer en rouge, sur la carte de contrôle (document DR15) les limites de contrôles supérieures et inférieures des moyennes et des étendues.

Calculer la moyenne des 3 derniers échantillons puis compléter le tableau de la carte de contrôle.
Reporter les résultats sur le graphique.

g- Interpréter les résultats

- Interpréter la courbe des moyennes.

……

……

……

……

- Interpréter la courbe des étendues.

……

……

- Indiquer si le procédé est sous contrôle.

☐ OUI ☐ NON

- Indiquer si l'opérateur doit intervenir.

☐ OUI ☐ NON

Si oui, à quel échantillon : .....

h- Choisir parmi les causes suivantes celles qui peuvent influer sur la dérive du processus.

☐ Usure de la fraise à surfacer

☐ Usure de la fraise 2T pour la rainure

☐ Lubrification inefficace

☐ Dispersion de la mise en position de la pièce

Proposer une ou plusieurs solutions pour remédier aux causes choisies précédemment.

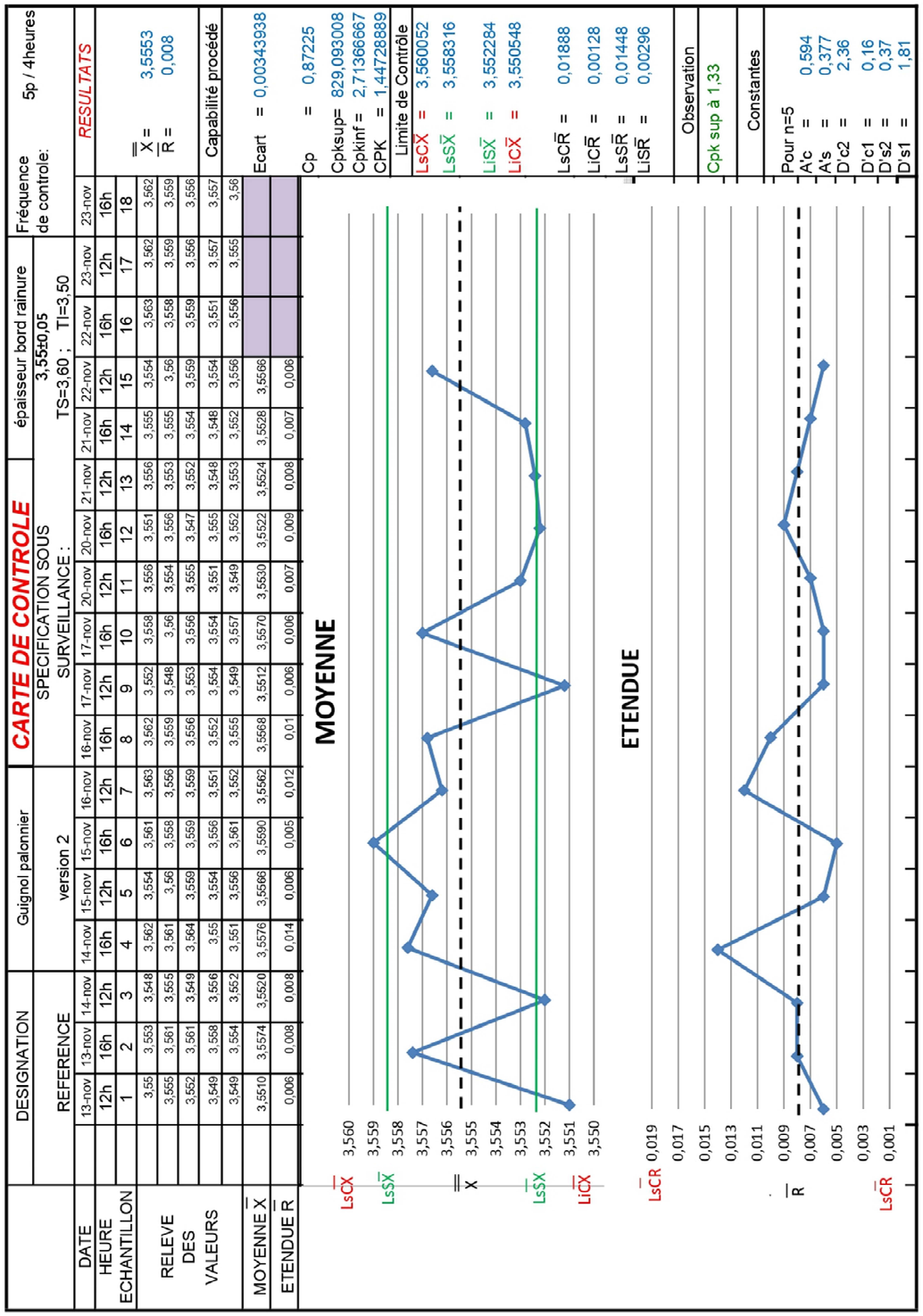
……

……

……

……

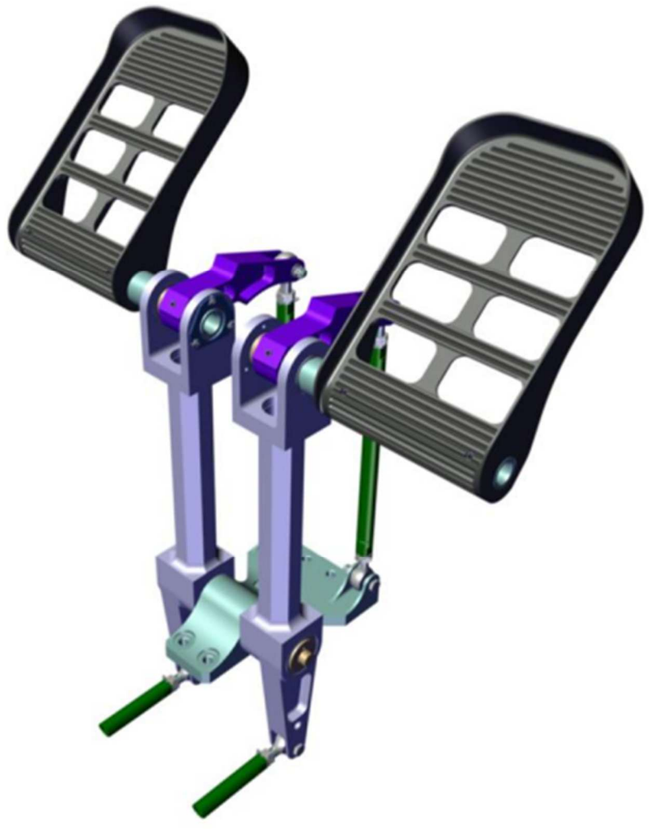
……



# CONCOURS GENERAL DES METIERS
# TECHNICIEN EN REALISATION DE PRODUITS MECANIQUES
# TRPM

## SESSION 2024

## PALONNIER



# DOSSIER RESSOURCE

## SOMMAIRE


| | |
|---|---|
| **Symboles des liaisons cinématiques** | **DRESS 2** |
| **Parallélogramme déformable** | **DRESS 2** |
| **Extrait du Tableau des métaux – Documentation MISUMI** | **DRESS 3** |
| **Extrait catalogue TDI – Goupille cylindrique** | **DRESS 3** |
| **Décodage des dénominations EN des aciers** | **DRESS 4** |
| **GUIGNOL - Alu série 7000 (7075 T7351)** | **DRESS 4** |
| **Extrait de la Norme Aéronautique AMS-QQ-A-250-12 Rm de l'alu** | **DRESS 4** |
| **Extrait de la Norme Aéronautique CS-25 - Force du pied** | **DRESS 5** |
| **Ajustements usuels – alésage H** | **DRESS 5** |
| **Formulaire de mécanique en RDM** | **DRESS 6** |
| **Simulations informatiques en RDM** | **DRESS 6** |
| **Caractéristiques centre d'usinage HAAS VF2** | **DRESS 7** |
| **Caractéristiques table rotative basculante TRT60** | **DRESS 8** |
| **Caractéristiques table rotative basculante TRT60** | **DRESS 8** |
| **Caractéristique de l'étau V562M** | **DRESS 9** |
| **Symboles technologiques** | **DRESS 9** |
| **Désignation du matériau et prix matière** | **DRESS 10** |
| **Groupe matière (extrait)** | **DRESS 10** |
| **Extrait catalogue fraise 3Tailles et conditions de coupe** | **DRESS 11** |
| **Fraise ébauche 2 Tailles et conditions de coupe** | **DRESS 11** |
| **Fraise de finition 2 Tailles** | **DRESS 12** |
| **Conditions de coupe** | **DRESS 12** |
| **Coût horaire des moyens de production** | **DRESS 12** |
| **Tableau d'interprétation des cartes de contrôle** | **DRESS 13** |


Le dossier ressource est composé de 13 pages, celle-ci comprise.

## Symboles des liaisons cinématiques

**Symboles des liaisons mécaniques NF EN 23952 / ISO 3952-1 NF EN ISO 3952-1**

| Nom de la liaison | Translations | Rotations | Degrés de liberté | Principales représentations planes (orthogonales) | Représentation en perspective | Exemple |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Encastrement ou liaison fixe | 0 | 0 | 0 | variante 1 variante 2 | | soudure |
| Pivot | 0 | 1 | 1 | variante 1 variante 2 | | |
| Glissière | 1 | 0 | 1 | | | |
| Hélicoïdale | 1 Combinées (fonction du pas) | 1 | 1 | filet à droite | | écrou vis |
| Pivot glissant | 1 | 1 | 2 | | | |
| Sphérique ou rotule à doigt | 0 | 2 | 2 | | | cannelures bombées |
| Rotule ou sphérique | 0 | 3 | 3 | | | |
| Appui plan | 2 | 1 | 3 | | | |
| Linéaire rectiligne ★ | 2 | 2 | 4 | | | |
| Sphère cylindre ou linéaire annulaire | 1 | 3 | 4 | | | sphère dans cylindre |
| Sphère-plan ou ponctuelle | 2 | 3 | 5 | | | |

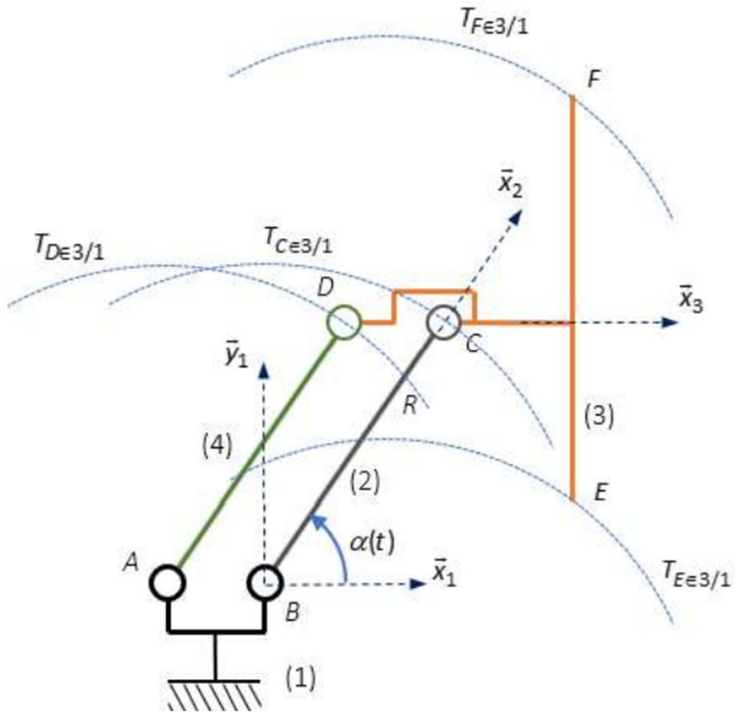
(★) ancienne normalisation NF E 04-015.

## Parallélogramme déformable

Un parallélogramme est un quadrilatère dont les côtés sont parallèles et égaux, deux à deux (Les côtés opposés ont la même longueur). Généralement, les extrémités des barres sont articulées entre elles par des liaisons tournantes : rotules ou pivots. Une des barres peut être le bâti de la machine.

Un parallélogramme déformable permet de réaliser un mouvement de translation circulaire. Cela permet de conserver l'orientation d'un objet manipulé. Par exemple, dans le cas d'un élévateur de manège, il est important, pour éviter la chute de l'enfant, que le sujet reste horizontal.

Les essuie-glaces d'autocars sont un exemple de parallélogramme déformable.



## Extrait du Tableau des métaux – Documentation MISUMI
**(correspondance des normes et dénominations)**

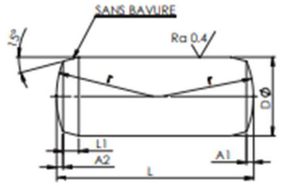
| N°JIS du matériau | N°EN du matériau | EN Dénomination | Description du matériau | Ø min. | Ø max. | Conditions | Re-Rp0,2 en MPa | Rm en MPa | A en % | Dureté - Unité | Dureté - Valeur |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| STPT370 | 1.0255 | **St.37-4** | acier de construction non allié/acier pour tubes pour températures élevées | | | (<350°C) | | | | | |
| STPT370 | 1.0305 | **P235G1TH (St.35.8)** | acier de construction non allié/acier pour tubes pour températures élevées | | | (<350°C) | | | | | |
| SUH1 | 1.4718 | **X45CrSi9-3** | acier allié pour soupapes/thermorésistant | | | C | | | | | |
| SUH11 | (JIS) | **sans équivalent** | acier allié pour soupapes/thermorésistant | | | M | | | | | |
| SUH3 | 1.4731 | **X40CrSiMo10-2** | acier rapide allié sans Co | | | A | 230~290 | 500~750 | 30~40 | HB | 130~220 |
| SUH309 | 1.4828 | **X15CrNiSi20-12** | acier thermorésistant | | | | | | | | |
| SUH31 | 1.4873 | **X45CrNiW18-9** | acier inoxydable allié/acier pour soupapes/thermorésistant | | | A | 230~300 | 550~750 | 30~40 | | |
| SUH310 | 1.4841 | **X15CrNiSi25-20** | acier inoxydable allié/résistant à l'acide/thermorésistant | | | A | 230~300 | 550~750 | 30~40 | | |
| SUH310 | 1.4845 | **X12CrNi25-21** | acier inoxydable allié/résistant à l'acide/thermorésistant | | | | | | | | |
| SUH35/SUH36 | 1.4871 | **X53CrMnNiN21-9** | acier inoxydable allié/acier pour soupapes/hautement résistant à la chaleur | | | | | | | | |
| SUH37 | (JIS) | **sans équivalent** | acier inoxydable allié/résistant à l'acide/thermorésistant | | | C | | | | | |
| SUH38 | (JIS) | **sans équivalent** | acier inoxydable allié/résistant à l'acide/thermorésistant | | | F | | | | | |
| SUH4 | 1.4747 | **X80CrNiSi20** | acier inoxydable allié/résistant à l'acide/thermorésistant | | | F | | | | | |
| SUH409[L] | 1.4512 | **X5CrTi12** | acier inoxydable allié/résistant à l'acide/thermorésistant | | | F | 280 | 520~720 | 10 | | |
| SUH409[L] | 1.4720 | **X6CrTi12** | acier inoxydable allié/résistant à l'acide/thermorésistant | | | | | | | | |
| SUH446 | 1.4762 | **X10CrAlSi25** | acier inoxydable allié/résistant à l'acide/thermorésistant | | | | | | | | |
| SUH600 | (JIS) | **sans équivalent** | acier de construction allié/pour trempe et revenu/pour traitement thermique/thermorésistant | | | M | | | | | |
| SUH616 | 1.4935 | **X20CrMoWV12-1** | acier inoxydable allié/acier pour soupapes/hautement résistant à la chaleur/soudable sans traitement | | | C | | | | | |
| SUH660 | 1.4943 | **X4NiCrTi25-15** | acier inoxydable allié/acier pour soupapes/hautement résistant à la chaleur/soudable | | | A | | | | | |
| SUH661 | 1.4971 | **X12CrCoNi21-20** | acier inoxydable allié/acier pour soupapes/hautement résistant à la chaleur | | | A | | | | | |
| SUJ1 | (JIS) | **sans équivalent** | acier à outils non allié (~SUJ2 avec 0.9~1.2%cr) | | | | | | | | |
| SUJ2 | 1.2067 | **102Cr6** | acier à outils | | | recuit | | 675 | | HB | 230 |
| SUJ2 | 1.3505 | **100Cr6** | acier à outils | | | recuit | | 675 | | HB | 230 |
| SUJ2 | 1.3505 | **100Cr6** | acier à outils | | | trempé | | 850 | | HRC | 58~65 |
| SUJ3 | (JIS) | **sans équivalent** | acier à outils non allié (~SUJ2 avec 0.4~0.7%Si) | | | | | | | | |

La dénomination JIS doit être mentionnée lors de la commande. Les dénominations EN sont indiquées pour équivalence. (Il n'existe parfois aucun matériau EN équivalent aux matériaux JIS et inversement).
Toutes les informations sont basées sur des valeurs et propriétés généralement obtenues et ne sont fournies qu'à des fins d'évaluation des matériaux (valeurs standard). Les propriétés mentionnées dans ce tableau ne doivent pas être associées directement à un produit et rien ne permet d'affirmer qu'un produit donné offre ces caractéristiques. Pour prouver ces valeurs, des contrôles internes sont nécessaires. Vous pouvez demander la valeur directement liée à chaque pièce à Misumi.

## Extrait catalogue TDI

### Goupille cylindrique rectifiée trempée

**DIN 6325 - Référence : 7-1-371-133-D-L-1**






**Matière :** Acier trempé à coeur 100 Cr6 N°1.3505

| D m6 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| L1 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 1 | 1,2 | 1,5 | 1,8 | 2 | 2,5 | 2,5 | 3 | 4 |
| r ≈ | 1 | 1,6 | 2 | 2,5 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 16 | 16 | 20 |
| A1 ≈ | 0,15 | 0,23 | 0,3 | 0,4 | 0,45 | 0,6 | 0,75 | 0,9 | 1,2 | 1,5 | 1,8 | 2 | 2,5 | 3 |
| A2 ≈ | 0,08 | 0,12 | 0,18 | 0,25 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,8 | 1 | 1,3 | 1,3 | 1,7 | 2 |

| L js 14 | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 5 | 6 | 6 | 6 | 8 | 8 | 10 | 16 | 20 | 20 | 36 | 36 | 50 |
| 5 | 6 | 8 | 8 | 8 | 10 | 10 | 12 | 18 | 22 | 22 | 40 | 40 | 60 |
| 6 | 8 | 10 | 10 | 10 | 12 | 12 | 14 | 20 | 24 | 24 | 50 | 45 | 70 |
| 8 | 10 | 12 | 12 | 12 | 14 | 14 | 16 | 22 | 28 | 30 | 60 | 50 | 80 |
| 10 | 12 | 14 | 14 | 14 | 16 | 16 | 18 | 24 | 30 | 36 | 70 | 55 | 100 |
| 12 | 14 | 16 | 16 | 16 | 18 | 18 | 20 | 28 | 32 | 40 | 80 | 60 | 120 |
| | 16 | 18 | 18 | 18 | 20 | 20 | 22 | 30 | 36 | 45 | 100 | 70 | |
| | | 20 | 20 | 20 | 22 | 22 | 24 | 32 | 40 | 50 | 120 | 80 | |
| | | 24 | 24 | 22 | 24 | 24 | 28 | 36 | 45 | 55 | | 90 | |
| | | 30 | 30 | 24 | 28 | 28 | 30 | 40 | 50 | 60 | | 100 | |
| | | 36 | 40 | 28 | 30 | 30 | 32 | 45 | 55 | 70 | | 120 | |
| | | 40 | | 30 | 32 | 32 | 36 | 50 | 60 | 80 | | | |
| | | | | 32 | 36 | 36 | 40 | 55 | 70 | 90 | | | |
| | | | | 36 | 40 | 40 | 45 | 60 | 80 | 100 | | | |
| | | | | 40 | 50 | 45 | 50 | 70 | 90 | 120 | | | |
| | | | | | 55 | 50 | 55 | 80 | 100 | | | | |
| | | | | | 60 | 55 | 60 | 90 | 120 | | | | |
| | | | | | | 60 | 70 | 100 | | | | | |
| | | | | | | | 80 | 120 | | | | | |
| | | | | | | | 90 | | | | | | |
| | | | | | | | 100 | | | | | | |

**Propriétés mécaniques :**
**Dureté : 60 ± 2 HRC**
**Tolérances :**
**Sur D - m6**
**Sur L - js 14**

| *Boîtage* | 1 | 10 | 25 | 50 | 100 | 200 | 500 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

## Décodage des dénominations EN des aciers

### ACIERS

#### ACIERS NON ALLIES

**A) LES ACIERS D'USAGE GENERAL : S**

**B) LES ACIERS DE CONSTRUCTION MECANIQUE : E**

Exemple de désignation :

S 235
E 335

Symbole — Re en Mpa

* *Re = Limite minimal délasticité en Mpa (N/mm²)*

**C) LES ACIERS POUR TRAITEMENT THERMIQUE ET FORGEAGE :**

Exemple de désignation :

C 40

Symbole — % de carbone x 100

✍ *Acier non allié – 0,4% de carbone*

**D) LES ACIERS NON ALLIES MOULES :**

Si un acier est moulé, sa désignation est précédée de la lettre **G**

Exemples :

GS 235
GS 335
GC40

#### ACIERS ALLIES

**A) LES ACIERS FAIBLEMENT ALLIES :**
(Aucun élément d'alliage n'atteint 5%)

Exemple de désignation :

30 Ni Cr Mo 8-6

- % de carbone x 100
- Symbole des éléments d'alliage par teneur décroissante

**% des éléments d'alliage**
**x4** pour Cr, Co, Mn, Ni, Si, W
**x10** pour Al, Be, Cu, Mo, Nb, Pb, Ta, Ti, V, Zr
**x100** pour Ce, N, P, S
**x1000** pour B

✍ 16 Ni Cr Mo 8-6 : *0,16 % de carbone – 2% de Nickel – 1,5% de Chrome – faible % de Molybdène*

**B) LES ACIERS FORTEMENT ALLIES :**
(Au moins un élément d'alliage atteint 5%)
Exemple de désignation :

X 5 Cr Ni 18-10

- Symbole
- % de carbone x 100
- % **réel** des éléments d'alliage
- Symbole des éléments d'alliage par teneur décroissante

✍ X 5 Cr Ni 18-10 : *0,05% carbone – 18% de Chrome – 10% de Nickel*

#### SYMBOLES CHIMIQUES DES ELEMENTS D'ALLIAGE

| Symbole | Elément d'alliage |
|---|---|
| Al | Aluminium |
| Sb | Antimoine |
| Ag | Argent |
| Be | Bérylium |
| Bi | Bismuth |
| B | Bore |
| Cd | Cadmium |
| Ce | Cérium |
| Cr | Chrome |
| Co | Cobalt |
| Cu | Cuivre |
| Sn | Etain |
| Fe | Fer |
| Ga | Gallium |
| Li | Lithium |
| Mg | Magnésium |
| Mn | Manganèse |
| Mo | Molybdène |
| Ni | Nickel |
| Nb | Niobium |
| Pb | Plomb |
| Si | Silicium |
| Sr | Strontium |
| Ti | Titane |
| V | Vanadium |
| Zn | Zinc |
| Zr | Zirconium |

## GUIGNOL - Alu série 7000 (7075 T7351 plus précisément)

| Code | Famille | Nuance | Forme | Etat d'utilisation | Normes de référence |
|---|---|---|---|---|---|
| 2750 | Alliage léger d'aluminium série 7000 Al-Zn-Mg *Aluminium alloy 7000 series Al-Zn-Mg* | 7075 | Tôle *Sheet* 6,35 < E < 101,6 mm | T7351 | AMS-QQ-A-250/12 |

## Extrait de la Norme Aéronautique AMS-QQ-A-250/12 (Table II page 3)

SAE INTERNATIONAL

**AEROSPACE MATERIAL SPECIFICATION**

**AMS-QQ-A-250/12** **REV. A**

Issued 1997-08
Reaffirmed 2007-04
Stabilized 2013-12

Superseding AMS-QQ-A-250/12

Aluminum Alloy 7075, Plate and Sheet

A97075

TABLE II. Mechanical Properties (See 6.6)

| Temper | Thickness Inches | Tensile Strength minimum ksi (UOS) 1/ | Yield Strength at 0.2 percent Offset or at extension shown: Minimum ksi (UOS) 1/ | Yield Strength at 0.2 percent Offset or at extension shown: Extension under load inch/inch | Elongation in 2 inches or 4 times D 2/, 3/ minimum percent |
|---|---|---|---|---|---|
| O | 0.015 - 0.499 | 40.0 4/ | 21.0 4/ | 0.0040 4/ | 10 |
| | 0.500 - 2.000 | 40.0 4/ | -- | -- | 10 |
| T6 and T62 5/ | 0.008 - 0.011 | 74.0 | 63.0 | 0.0083 | 5 |
| | 0.012 - 0.039 | 76.0 | 67.0 | 0.0085 | 7 |
| | 0.040 - 0.125 | 78.0 | 68.0 | 0.0086 | 8 |
| | 0.126 - 0.249 | 78.0 | 69.0 | 0.0087 | 8 |
| T651 and T62 5/, 7/ | 0.250 - 0.499 | 78.0 | 67.0 | 0.0085 | 9 |
| | 0.500 - 1.000 | 78.0 | 68.0 | 0.0086 | 7 |
| | 1.001 - 2.000 | 77.0 | 67.0 | 0.0085 | 6 |
| | 2.001 - 2.500 | 76.0 | 64.0 | 0.0082 | 5 |
| | 2.501 - 3.000 | 72.0 | 61.0 | 0.0079 | 5 |
| | 3.001 - 3.500 | 71.0 | 58.0 | 0.0076 | 5 |
| | 3.501 - 4.000 | 67.0 | 54.0 | 0.0072 | 3 |
| T73 | 0.040 - 0.249 | 67.0 | 56.0 | 0.0074 | 8 |
| T7351 | 0.250 - 1.000 | 69.0 | 57.0 | 0.0075 | 7 |
| | 1.001 - 2.000 | 69.0 | 57.0 | 0.0075 | 6 |
| | 2.001 - 2.500 | 66.0 | 52.0 | 0.0070 | 6 |
| | 2.501 - 3.000 | 64.0 | 49.0 | 0.0067 | 6 |
| | 3.001 - 3.500 | 63.0 | 49.0 | 0.0067 | 6 |
| | 3.501 - 4.000 | 61.0 | 48.0 | 0.0066 | 6 |
| F | All | 6/ | 6/ | 6/ | 6/ |

**Cas le plus défavorable** →

Tensile Strength (Résistance à la traction) - Ftu 61 Ksi soit un Rm = 420 MPa

Yield Strength (Limite d'élasticité) - Fty 48 Ksi soit un Re = 330 MPa

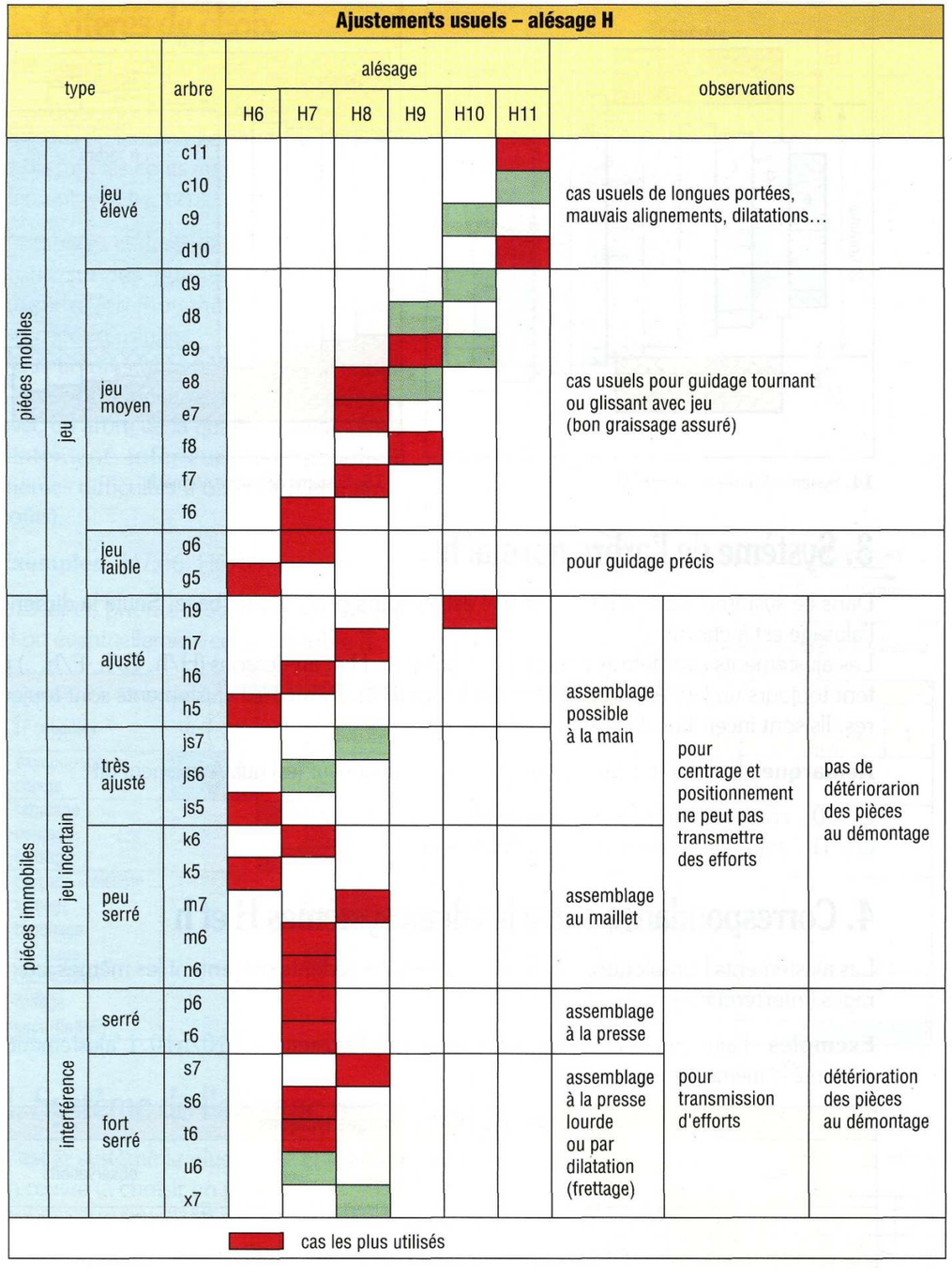
## Extrait de la Norme Aéronautique CS-25 (pour force du pied sur la pédale)

(Certification Specifications and Acceptable Means of Compliance for Large Aeroplanes) concernant les valeurs de charges sur la pédale à un rayon R=160 et perpendiculairement à l'axe de la pédale. Le guignol est calculé pour les cas de freinage (rotation de la pédale autour de son axe)

(c) *Limit pilot forces and torques.* The limit pilot forces and torques are as follows:

| Control | Maximum forces or torques | Minimum forces or torques |
|---|---|---|
| Aileron:<br>Stick<br>Wheel* | 445 N (100 lbf)<br>356 DNm (80 D in.lb)** | 178 N (40 lbf)<br>178 DNm (40 D in.lbf) |
| Elevator:<br>Stick<br><br>Wheel (symmetrical)<br><br><br>Wheel (unsymmetrical) † | 1112 N (250 lbf)<br><br>1335N(300 lbf) | 445 N (100 lbf)<br><br>445 N(100 lbf)<br><br>445 N (100 lbf) |
| Rudder | 1335 N (300 lbf) | 578 N<br>130 lbf |

## Ajustements usuels – Alésage H

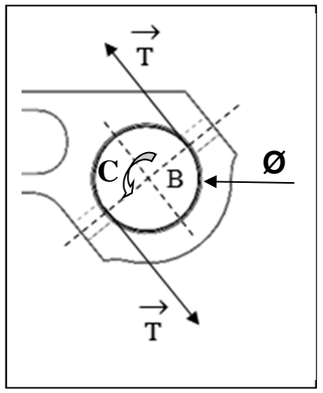


# Formulaire de mécanique

## RDM – Cisaillement

$C = F \times d$ avec C : couple en N.m
F : Force en N
d : distance en m

$C = T \times d$ avec C : couple en N.m
F : Force en N
d : Ø en m



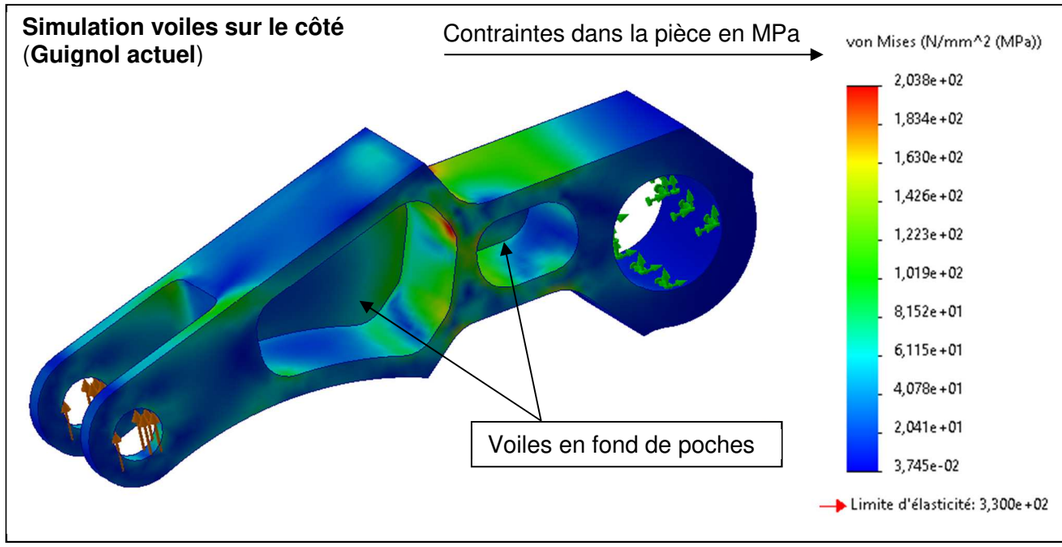

$Rg = Rr / 2$ avec Rg : Résistance au glissement en MPa
Rr : Résistance à la rupture en MPa

$T = T / (n \times S)$ avec T : contrainte de cisaillement en MPa
T : effort Tranchant en N
n : nombre de surfaces cisaillées
S : Surface d'une section cisaillée en mm²

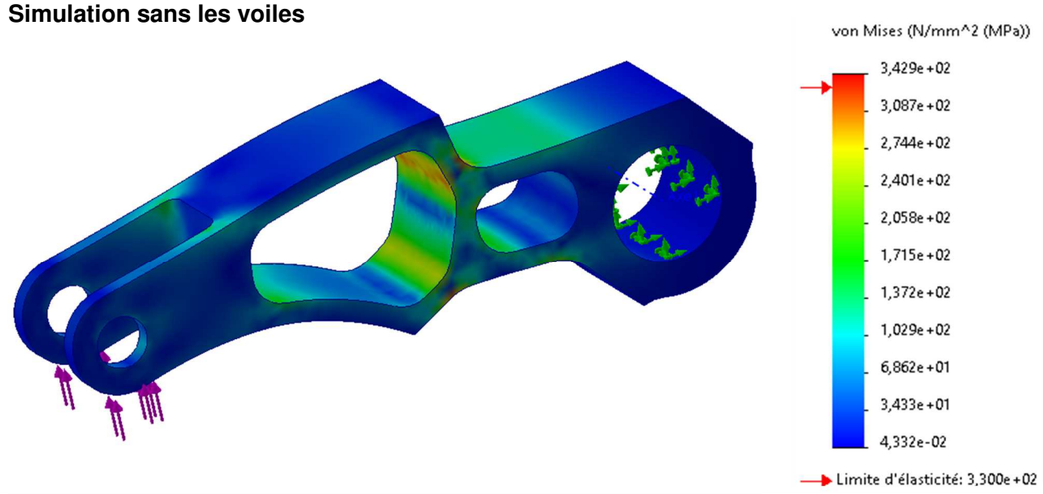
$s = Rg / T$ avec s : coefficient de sécurité

**Simulations informatiques en RDM pour trois versions du guignol**

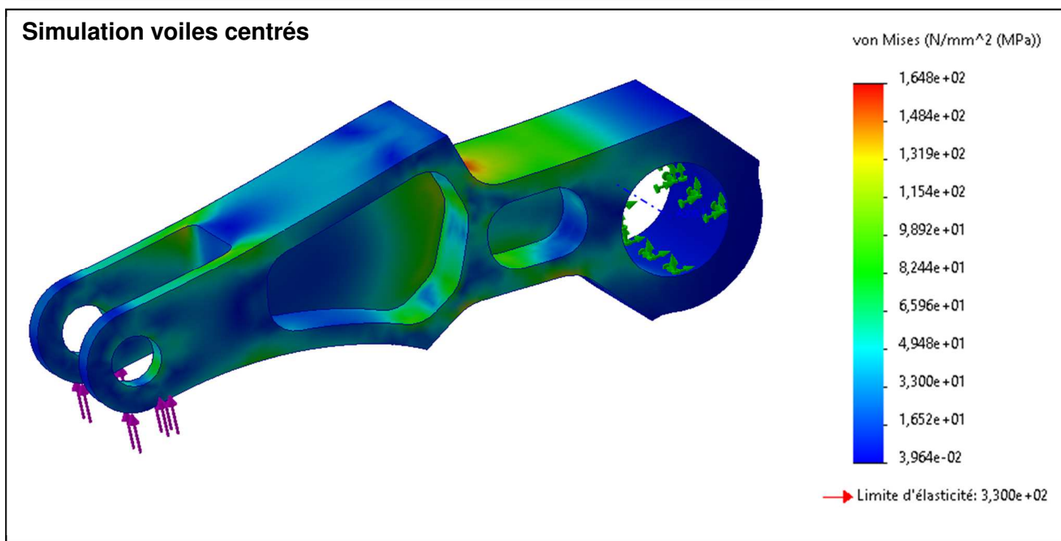
**Simulation voiles sur le côté (Guignol actuel)**




**Simulation sans les voiles**



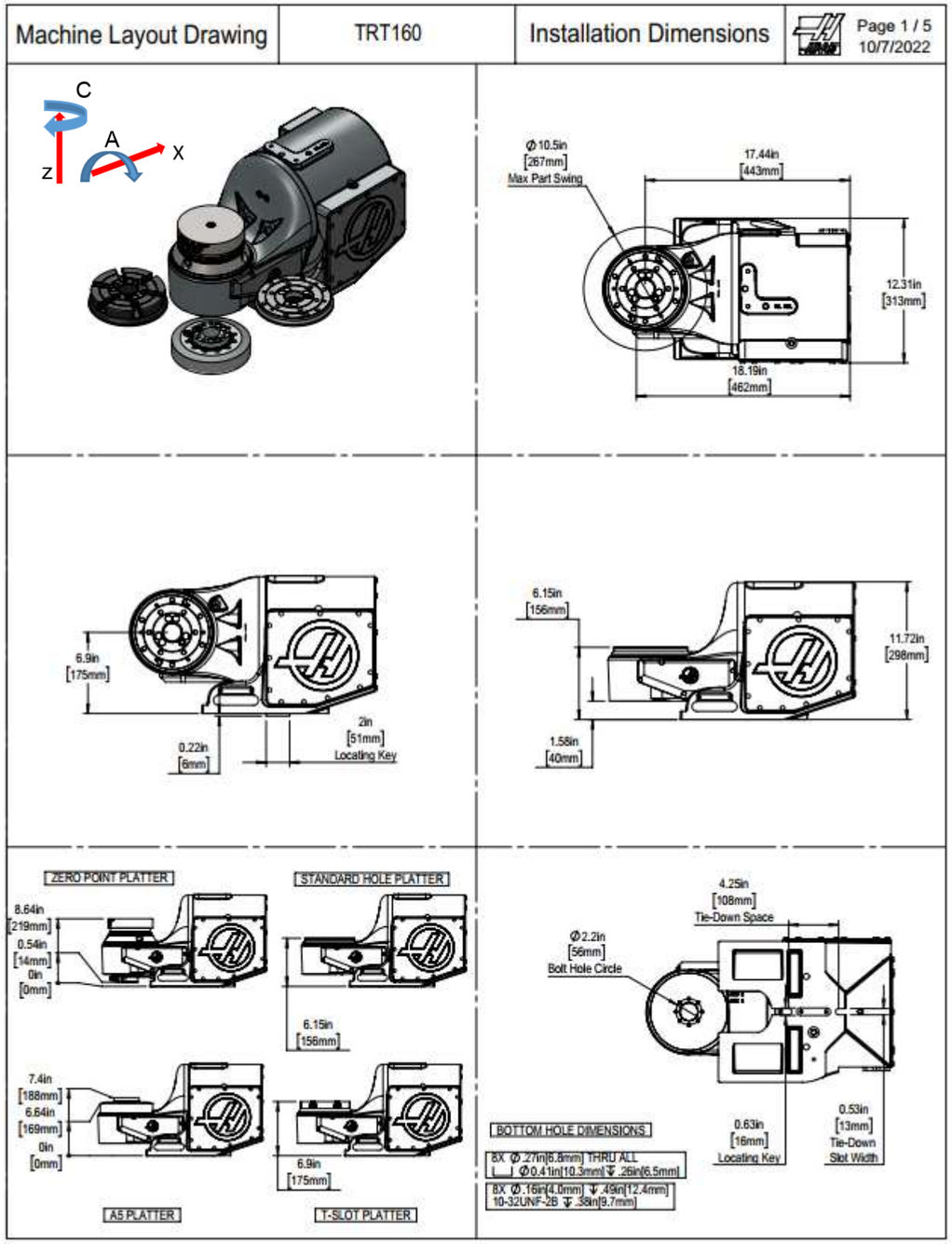

**Simulation voiles centrés**



# Caractéristiques centre d'usinage HAAS VF2

| Travels (Courses) | S.A.E | Metric |
|---|---|---|
| X Axis | 30,0 in | 762 mm |
| Y Axis | 16,0 in | 406 mm |
| Z Axis | 20,0 in | 508 mm |
| Spindle Nose to Table (~ max) | 24,0 in | 610 mm |
| Spindle Nose to Table (~ min) | 4,0 in | 102 mm |
| **Spindle** (Broche) | **S.A.E** | **Metric** |
| Max Rating | 30,0 hp | 22,4 kW |
| Max Speed | 8100 rpm | 8100 rpm |
| Max Torque (Rotation maxi (tr/min)) | 90,0 ft-lbf @ 2000 rpm | 122,0 Nm @ 2000 rpm |
| Max Torque w/opt Gearbox | 250 ft-lbf @ 450 rpm | 339 Nm @ 450 rpm |
| Drive System | Inline Direct-Drive | Inline Direct-Drive |
| Taper | CT40 \| BT40 \| HSK-A63 | CT40 \| BT40 \| HSK-A63 |
| Bearing Lubrication | Air / Oil Injection | Air / Oil Injection |
| Cooling | Liquid Cooled | Liquid Cooled |
| **Table** | **S.A.E** | **Metric** |
| Length | 36,0 in | 914 mm |
| Width | 14,0 in | 356 mm |
| T-Slot Width | 0,626 in to 0,630 in | 15,90 mm to 16,00 mm |
| T-Slot Center Distance | 4,92 in | 125 mm |
| Number of Std T-Slots | 3 | 3 |
| Max Weight on Table (evenly distributed) | 3000 lb | 1361 kg |
| **Feedrates** (Vitesses d'avance) | **S.A.E** | **Metric** |
| Max Cutting | 650 ipm | 16,5 m/min |
| Rapids on X | 1000 ipm | 25,4 m/min |
| Rapids on Y | 1000 ipm | 25,4 m/min |
| Rapids on Z | 1000 ipm | 25,4 m/min |
| **Axis Motors** | **S.A.E** | **Metric** |
| Max Thrust X | 2550 lbf | 11343 N |
| Max Thrust Y | 2550 lbf | 11343 N |
| Max Thrust Z | 4200 lbf | 18683 N |
| **Tool Changer** | **S.A.E** | **Metric** |
| Type | Carousel | Carousel |
| Capacity | 20 | 20 |
| Max Tool Diameter (full) | 3,5 in | 89 mm |
| Max Tool Weight | 12 lb | 5,4 kg |
| Tool-to-Tool (avg) | 4,2 s | 4,2 s |
| Chip-to-Chip (avg) | 4,5 s | 4,5 s |
| **General** | **S.A.E** | **Metric** |
| Coolant Capacity | 55 gal | 208 L |

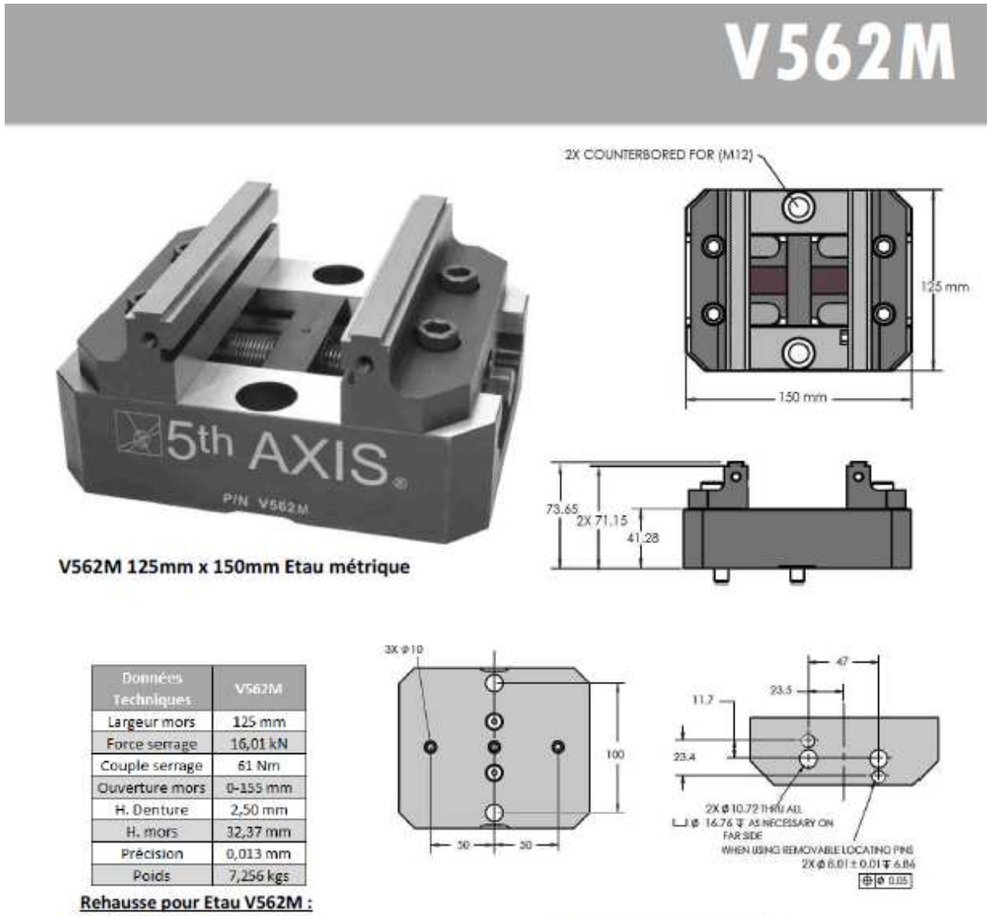
## Caractéristiques table rotative basculante TRT60




La table diviseur à berceau TRT160 met les capacités 5 axes continus à la portée des ateliers, sa taille compacte offre une grande flexibilité de montage. Cette unité s'adapte facilement à une extrémité de la table d'une machine, laissant de l'espace pour des montages d'outillages de fixation ou des étaux supplémentaires.

| Platter | S.A.E | Metric |
|---|---|---|
| Platter Diameter | 6,30 in | 160 mm |
| Max Weight on Platter | 55 lb | 24,9 kg |
| Part Swing Max | 10,5 in | 267 mm |
| Hole Pattern | (3) 6-bolt patterns | (3) 6-bolt patterns |
| **Spindle - A (tilt)** | **S.A.E** | **Metric** |
| Max Speed | 104 °/sec | 104 °/sec |
| Max Torque | 210 ft-lbf | 285 Nm |
| Runout Max | | 0,013 mm |
| Backlash | 30 arc-sec | 30 arc-sec |
| Center Height | 6,900 in | 175,26 mm |
| Gear Ratio | 90:1 | 90:1 |
| Timing | 2:1 | 2:1 |
| Brake Torque @ 100 psi/6.9 bar | 200 ft-lbf | 271 Nm |
| **Spindle - C (rotary)** | **S.A.E** | **Metric** |
| Max Speed | 104 °/sec | 104 °/sec |
| Max Torque | 112 ft-lbf | 151 Nm |
| Runout Max | 0,0005 in | 0,013 mm |
| Backlash | 30 arc-sec | 30 arc-sec |
| Center Height | 6,900 in | 175,26 mm |

## Caractéristiques de l'étau V562M




**V562M 125mm x 150mm Etau métrique**

| Données Techniques | V562M |
|---|---|
| Largeur mors | 125 mm |
| Force serrage | 16,01 kN |
| Couple serrage | 61 Nm |
| Ouverture mors | 0-155 mm |
| H. Denture | 2,50 mm |
| H. mors | 32,37 mm |
| Précision | 0,013 mm |
| Poids | 7,256 kgs |

**Rehausse pour Etau V562M :**

**VP56M** Ø 280 mm x H 100 mm
**RL96A-411** Ø 280 mm x H 100 mm
Compatible avec V552M et V562M

Montage Direct :
Haas UMC-750
DMG DMU 50
DMG DMU 70




**R347M** Ø 202 mm x H 75 mm
**RL96A-38** Ø 202 mm x H 75 mm
Compatible avec V552 et V562M

Montage Direct:
Haas UMC-750
Haas TR-210
Haas TR-310



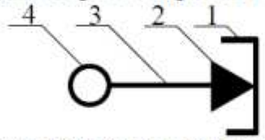

## Symboles technologiques

***2ème partie de la norme*** **(NF E 04-013)**

Elle concerne les symboles utilisés sur les contrats de phase pour représenter les éléments d'appui et de maintien des pièces au cours de l'usinage.
Chaque symbole se construit à l'aide de quatre éléments.

**Partie Technologique de la norme**

Un symbole peut comporter **4** éléments




**Cette symbolisation est destinée à définir les types de solutions technologiques à utiliser pour mettre en position et maintenir en position une pièce au cours de sa fabrication**

| 1 – NATURE DU CONTACT AVEC LA SURFACE OU LE TYPE D'APPUI | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Contact ponctuel | Contact surfacique | Contact strié | Pointe fixe | Pointe tournante |
| Contact dégagé | Cuvette | Vé | Palonnier | Orienteur |

| 2 – FONCTION DE L'ELEMENT GEOMETRIQUE | | | |
|---|---|---|---|
| **Mise en position** | Appui, Centreur complet, Centreur dégagé | **Maintien en position** | |
| Départ de cotation | | Pré positionnement<br>Opposition aux déformations ou aux vibrations | |

| 3 – NATURE DE LA SURFACE DE LA PIECE | | | |
|---|---|---|---|
| **Surface usinée** (un seul trait) | | Surface brute (deux traits ) | |

| 4 – TYPE DE TECHNOLOGIE | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Appui fixe | | Pièce d'appui, touche … | | Touche de prélocalisation, détrompeur … |
| Centrage fixe | | Centreur, Broche … | | Précentreur … |
| Système à serrage | | Mise en position et serrage concentrique | | Bride, Vérin … |
| Système à serrage concentrique | | Mandrin, Pinces expansibles … | | Entraineur (serrage concentrique flottant) … |
| Système de réglage irréversible | | Appui réglable de mise en position… | | Appui réglable de soutien … |
| Système de réglage réversible | | Appui réglable… | | Antivibreur … |
| Centrage réversible | | Pied conique, Broche conique … | | Pied conique, Broche conique … |

## Désignation et prix matière

> Retour à l'INDEX

**ALLIAGES D'ALUMINIUM**

### LA 7075 - Alliage d'aluminium 52 41

**EN AW7075 - Al Zn5,5 Mg Cu - AFNOR 7075 - DIN Al Zn Mg Cu1,5 - ASTM 7075**



#### Applications industrielles

Alliage d'aluminium à 5 % de zinc, 3 % magnésium et 2 % de cuivre livré à l'état écroui, utilisé dans les métiers de l'industrie pour la réalisation de pièces nécessitant de bonnes caractéristiques mécaniques :
- Moules et éléments de moules injection des matières plastiques.
- Moules d'extrusion. - Moules de soufflage - Pièces aéronautiques.
- Pièces d'armement. - Eléments de bâtis ou de structures. - Articles de sport.

#### Composition chimique en %

| | Fe | Zn | Cu | Mg | Mn | Si | Cr | Ti | Al |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mini | - | 5,10 | 1,20 | 2,10 | - | - | 0,18 | - | Base |
| Maxi | 0,50 | 6,10 | 2,00 | 2,90 | 0,30 | 0,40 | 0,28 | 0,20 | Base |

#### Propriétés physiques à 20 °C

| | |
|---|---|
| Intervalle de fusion | 477-635 °C |
| Densité | 2,8 |
| Module d'élasticité E | 72 000 N/mm² |
| Coefficient de poisson V | 0,34 |
| Coefficient moyen de dilatation en m/m* °C entre 20 °C et 100 °C | 23,5 x $10^{-6}$ |
| Conductivité thermique en W (m*k) | 121 |
| Résistivité électrique en micro-Ohms*cm | 5,7 |
| Amagnétique | |

#### Etat de livraison

Alliage livré à l'état traité écroui prêt à l'emploi :
Se référer au tableau des équivalences métallurgiques de livraison des alliages d'aluminium.
- Tôles livrées à l'état T651 : mis en solution, tractionné, revenu.
- Barres rondes livrées à l'état T6511 : mis en solution, laminé, revenu.

#### Caractéristiques mécaniques

| TÔLES | Valeurs typiques | | | |
|---|---|---|---|---|
| Epaisseurs en mm | Rm en Mpa | Rp 0,2 en Mpa | A % | Dureté HB |
| 22 ≥ e ≤ 92 | 490 | 400 | 4 | 145 |
| 92 ≥ e ≤ 127 | 440 | 395 | 10 | 130 |

| BARRES RONDES | Valeurs typiques | | | |
|---|---|---|---|---|
| Diamètres en mm | Rm en Mpa | Rp 0,2 en Mpa | A % | Dureté HB |
| ≤ 25 | 560 | 500 | 7 | 170 |
| 25 ≥ D ≤ 100 | 540 | 480 | 7 | 163 |
| 100 ≥ D ≤ 150 | 530 | 470 | 6 | 156 |

#### Aptitudes d'emploi

- Bonne aptitude à l'usinage ; fragmentation du copeau acceptable.
- Bonne stabilité dimensionnelle.
- Tenue à la corrosion atmosphérique acceptable
- Bonne aptitude aux traitements d'anodisation standards.
- Bonne aptitude aux traitements d'anodisation dure.

#### Aptitude au polissage

Apte au polissage '6 microns'.

#### Aptitude au soudage

- Soudage TIG déconseillé.
- Apte au soudage par résistance.
- Apte au soudage laser.

#### Tolérances en mm

| Epaisseurs | Tolérances |
|---|---|
| 20 < e ≤ 30 | ± 0,75 mm |
| 30 < e ≤ 40 | ± 0,85 mm |
| 40 < e ≤ 50 | ± 1,00 mm |
| 50 < e ≤ 60 | ± 1,20 mm |
| 60 < e ≤ 80 | ± 1,50 mm |
| 80 < e ≤ 100 | ± 1,80 mm |

| Diamètres | Tolérances |
|---|---|
| 18 > Ø ≤ 25 | ± 0,35 mm |
| 25 > Ø ≤ 40 | ± 0,40 mm |
| 40 > Ø ≤ 50 | ± 0,45 mm |
| 50 > Ø ≤ 65 | ± 0,50 mm |
| 65 > Ø ≤ 80 | ± 0,70 mm |
| 80 > Ø ≤ 100 | ± 0,90 mm |
| 100 > Ø ≤ 120 | ± 1,00 mm |
| 120 > Ø ≤ 150 | ± 1,20 mm |

Livraison 130-170 HB — Polissage 6 µm

ALUMINIUM LA 7075 LUGAND ACIERS www.lugand-aciers.com

autocollant d'identification

| Prix au kg HT à la date du 07/11/2023 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Section en mm** | **50 x 10** | **50 x 15** | **50 x 20** | **50 x 25** | **50 x 30** | **50 x 35** | **50 x 40** | **50 x 45** |
| **Prix** | **14.66 €** | **14.66 €** | **14.66 €** | **15.42 €** | **15.42 €** | **15.42 €** | **16.12 €** | **16.12 €** |

## Groupe matière (extrait)

**Aciers, aciers inoxydables ferritiques et martensitiques.**

| SMG | Description | Propriétés | DIN | $k_{c1.1}$ | $m_c$ |
|---|---|---|---|---|---|
| P1 | Aciers de bonne usinabilité hors aciers inox. | 360 < $R_m$ < 880 | 11 SMn30<br>$R_m$ = 385 N/mm² | 1500 | 0,14 |
| P2 | Aciers ferritiques faiblement alliés, C < 0,25%wt<br>Alliage faible pour les aciers de construction généraux | 320 < $R_m$ < 600 | S235JRG2<br>$R_m$ = 420 N/mm² | 1600 | 0,23 |
| P3 | Aciers ferritiques & perliques, C < 0,25%wt<br>pour les aciers de construction généraux<br>Aciers cémentés | 430 < $R_m$ < 610 | 16 MnCr 5<br>$R_m$ = 550 N/mm² | 1800 | 0,14 |
| P4 | Aciers de construction, faiblement alliés, 0.25% < C < 0.67%wt<br>Aciers trempés et revenus faiblement alliés | 520 < $R_m$ < 1200 | C 45E<br>$R_m$ = 660 N/mm² | 2000 | 0,15 |
| P5 | Aciers de construction, 0.25% < C < 0.67%wt<br>Aciers trempés et revenus | 550 < $R_m$ < 1200 | 42 CrMo 4<br>$R_m$ = 700 N/mm² | 2020 | 0,18 |
| P6 | Aciers ferritiques faiblement alliés, C > 0.67%wt<br>Aciers à roulement et à ressort, faiblement alliés | 520 < $R_m$ < 1200 | C 100S<br>$R_m$ = 600 N/mm² | 2100 | 0,17 |
| P7 | Aciers ferritiques faiblement alliés, C > 0.67%wt<br>Aciers à roulement et à ressort, faiblement alliés | 600 < $R_m$ < 1200 | 100 Cr 6<br>$R_m$ = 650 N/mm² | 2160 | 0,17 |
| P8 | Acier pour outils<br>Aciers grande vitesse (HSS) | 600 < $R_m$ < 1200 | X 40 CrMoV 5 1<br>$R_m$ = 700 N/mm² | 2400 | 0,20 |
| P11 | Aciers inoxydables ferritiques & martensitiques | 415 < $R_m$ < 1200 | X 20 Cr 13<br>$R_m$ = 675 N/mm² | 2000 | 0,15 |
| P12 | Aciers maraging et inoxydables traités par précipitation | 500 < $R_m$ < 1200 | X 5 CrNiCuNb 16 4<br>$R_m$ = 1100 N/mm² | 2100 | 0,17 |

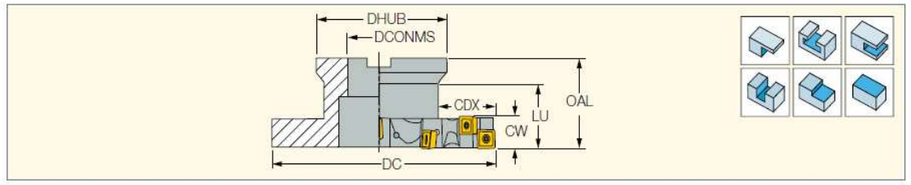
**Métaux non-ferreux**

| SMG | Description | Propriétés | DIN | $k_{c1.1}$ | $m_c$ |
|---|---|---|---|---|---|
| N1 | Alliages d'aluminium, Si < 9% | | AW-7075 | | |
| N2 | Alliages d'aluminium, 9% < Si < 16% | | AC-44200<br>Si = 12% | | |
| N3 | Alliages d'aluminium, Si > 16% | | AlSi17Cu5 | | |
| N11 | Alliages de cuivre | | CW614N | 740 | 0,26 |

## Extrait catalogue fraise 3 Tailles et conditions de coupe

HELiQUAD

**FDN**
Full Slot Flange-Type
Slotting Cutters

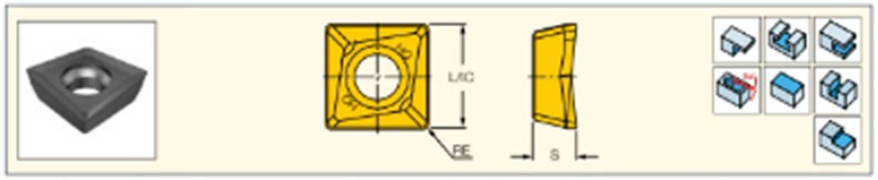



| Designation | DC | CW | CDX(1) | CICT(2) | ZEFP | DHUB | DCONMS | LU | OAL | Arbor(3) | kg | MIID(4) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FDN D080-08-22-R06 | 80.00 | 8.00 | 22.70 | 14 | 7 | 45.00 | 22.00 | 28.1 | 40.00 | A | 0.34 | XOMT 060204-HQ |
| FDN D100-08-27-R06 | 100.00 | 8.00 | 26.40 | 16 | 8 | 55.00 | 27.00 | 28.8 | 40.00 | B | 0.53 | XOMT 060204-HQ |
| FDN D100-10-27-R06 | 100.00 | 10.00 | 26.50 | 16 | 8 | 55.00 | 27.00 | 29.5 | 40.00 | B | 0.59 | XOMT 060204-HQ |
| FDN D125-10-32-R06 | 125.00 | 10.00 | 35.50 | 20 | 10 | 65.00 | 32.00 | 32.0 | 45.00 | B | 0.94 | XOMT 060204-HQ |
| FDN D125-12-32-R10 | 125.00 | 12.00 | 35.50 | 14 | 7 | 65.00 | 32.00 | 32.0 | 45.00 | B | 1.00 | XPMT 100408-HQ |
| FDN D125-16-32-R10 | 125.00 | 16.00 | 34.00 | 14 | 7 | 65.00 | 32.00 | 37.0 | 50.00 | B | 1.25 | XPMT 100408-HQ |
| FDN D160-12-40-R10 | 160.00 | 12.00 | 46.90 | 16 | 8 | 80.00 | 40.00 | 33.5 | 50.00 | B | 1.77 | XPMT 100408-HQ |
| FDN D160-16-40-R10 | 160.00 | 16.00 | 46.50 | 16 | 8 | 80.00 | 40.00 | 43.5 | 60.00 | B | 2.13 | XPMT 100408-HQ |
| FDN D160-16-40-R12 | 160.00 | 16.00 | 46.90 | 14 | 7 | 80.00 | 40.00 | 43.5 | 60.00 | B | 2.08 | QDMT 1205PDN-RM |
| FDN D200-20-40-R12 | 200.00 | 20.00 | 62.00 | 16 | 8 | 92.00 | 40.00 | 41.0 | 63.00 | E | 3.57 | QDMT 1205PDN-RM |
| FDN D250-20-60-R12 | 250.00 | 20.00 | 60.00 | 18 | 9 | 130.00 | 60.00 | 50.0 | 63.00 | C | 7.13 | QDMT 1205PDN-RM |

CICT : nombre de dents
ZEFP : nombre de dents effectives pour fraises à denture alternées

HELiQUAD

**XPMT-HQ**
Insert with 2 Right- or
Left-Hand Cutting Edges with
Positive or Reinforced Land



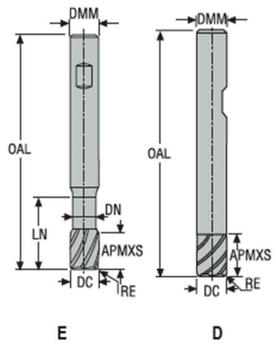

| Designation | Dimension L | S | RE | Toug ◄►Hard IC28 | IC32B | IC92B | IC950 | IC910 | Recommanded machinning data $a_p$ (mm) | $f_z$ (mm/t) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| XPMT 100425 | 10.20 | 4.12 | 2.5 | * | * | * | | | 1.00 - 9.60 | 0.07 - 0.12 |

| | VITESSE DE COUPE Vc (m/min) | |
|---|---|---|
| | Plaquettes non revetues | |
| Groupe Matière | IC08 | IC28 |
| N1 | 800-900 | 480-640 |
| N2 | 700-800 | 400-560 |
| N3 | 750-850 | 480-640 |

## Fraise ébauche 2 Tailles et conditions de coupe

JHP490

Hautes performances – Aluminium – 2 tailles – 2-3 Dents – Weldon – Rayon – ICC






| Références | Numéro de produit | Index longueur | Forme de l'outil | ICC | DC | DMM | APMXS | OAL | LN | DN | RE | PCEDC | Weldon |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | | |
| 490V120R200Z2.0A-MEGA-TW | 02669371 | 2 | E | ■ | 12,0 | 12,0 | 14,0 | 75,0 | 24,0 | 11,0 | 2,5 | 2 | □ |
| 490V160R050Z3A-MEGA-T | 02623888 | 2 | E | ■ | 16,0 | 16,0 | 18,0 | 85,0 | 32,0 | 14,5 | 0,5 | 3 | ■ |
| 490160R200Z3A-MEGA-T | 02623898 | 2 | D | ■ | 16,0 | 16,0 | 34,0 | 95,0 | – | – | 2,0 | 3 | ■ |
| 490V200R050Z3A-MEGA-T | 02623907 | 2 | E | ■ | 20,0 | 20,0 | 22,0 | 100,0 | 40,0 | 18,0 | 0,5 | 3 | ■ |
| 490V250R050Z3A-MEGA-T | 02623925 | 2 | E | ■ | 25,0 | 25,0 | 27,0 | 125,0 | 50,0 | 23,0 | 0,5 | 3 | ■ |
| 490VL100R100Z2.0A-MEGA-TW | 02669368 | 3 | E | ■ | 10,0 | 10,0 | 22,0 | 85,0 | 42,0 | 9,0 | 1,0 | 2 | □ |
| 490VL120R050Z3.0A-MEGA-TW | 02669374 | 3 | E | ■ | 12,0 | 12,0 | 14,0 | 95,0 | 40,0 | 11,0 | 0,5 | 3 | □ |
| 490VL120R100Z2.0A-MEGA-TW | 02669375 | 3 | E | ■ | 12,0 | 12,0 | 26,0 | 95,0 | 50,0 | 11,0 | 1,0 | 2 | □ |
| 490VL160R050Z3.0A-MEGA-TW | 02669382 | 3 | E | ■ | 16,0 | 16,0 | 18,0 | 95,0 | 45,0 | 14,5 | 0,5 | 3 | □ |
| 490VL200R200Z3.0A-MEGA-TW | 02669388 | 3 | E | ■ | 20,0 | 20,0 | 42,0 | 125,0 | 65,0 | 18,0 | 2,0 | 3 | □ |
| 490VXL250R050Z3.0A-MEGA-TW | 02669397 | 4 | E | ■ | 25,0 | 25,0 | 50,0 | 125,0 | 75,0 | 23,0 | 0,5 | 3 | □ |

## JABRO® – HPM – JHP490

SECO

### Conditions de coupe – JHP490 Rainurage PCEDC 2

| SMG | | $a_p$/DC | $f_z$ 10 | 12 | 16 | 20 | 25 | $v_c$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N1 | E/M/A | 1,0 | 0,15 | 0,18 | 0,22 | 0,26 | 0,28 | 660 (510 — 810) |
| N2 | E/M/A | 1,0 | 0,15 | 0,18 | 0,22 | 0,26 | 0,28 | 425 (325 — 520) |
| N3 | E/M/A | 1,0 | 0,15 | 0,18 | 0,22 | 0,26 | 0,28 | 510 (405 — 610) |

### Conditions de coupe – JHP490 Contournage ébauche

| SMG | | $a_e$/DC | $a_p$/DC | $f_z$ 10 | 12 | 16 | 20 | 25 | $v_c$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N1 | E/M/A | 0,50 | 1,1 | 0,15 | 0,18 | 0,22 | 0,26 | 0,28 | 780 (600 — 960) |
| N2 | E/M/A | 0,50 | 1,1 | 0,15 | 0,18 | 0,22 | 0,26 | 0,28 | 500 (385 — 620) |
| N3 | E/M/A | 0,50 | 1,1 | 0,15 | 0,18 | 0,22 | 0,26 | 0,28 | 600 (480 — 720) |

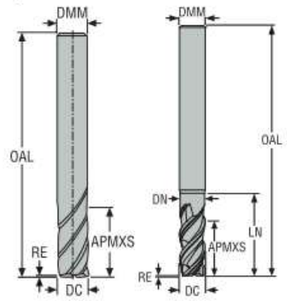
SMG : groupe matière SECO
Arrosage : E=air E= emultsion M= micropulvérisation
Vc : m/min
$f_z$ : mm/dent
$a_p$ (mm) / DC (mm) : facteur
$a_e$ (mm) / DC (mm) : facteur

## Fraise de finition 2 Tailles

### JS553

Hautes performances – Outils Universels – 2 tailles – 3 Dents – Cylindrique – Rayon






| Références | Numéro de produit | Index longueur | Forme de l'outil | DC | DMM | APMXS | OAL | LN | DN | RE | PCEDC | Cylindrique |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | | |
| 553160R050Z3.0-SIRON-A | 02679385 | 2 | D | 16,0 | 16,0 | 34,0 | 90,0 | – | – | 0,5 | 3 | ■ |
| 553160R100Z3.0-SIRON-A | 02679386 | 2 | D | 16,0 | 16,0 | 34,0 | 90,0 | – | – | 1,0 | 3 | ■ |
| 553160R200Z3.0-SIRON-A | 02810370 | 2 | D | 16,0 | 16,0 | 34,0 | 90,0 | – | – | 2,0 | 3 | ■ |
| 553160R250Z3.0-SIRON-A | 02810371 | 2 | D | 16,0 | 16,0 | 34,0 | 90,0 | – | – | 2,5 | 3 | ■ |
| 553160R310Z3.0-SIRON-A | 02810372 | 2 | D | 16,0 | 16,0 | 34,0 | 90,0 | – | – | 3,1 | 3 | ■ |
| 553160R400Z3.0-SIRON-A | 02810373 | 2 | D | 16,0 | 16,0 | 34,0 | 90,0 | – | – | 4,0 | 3 | ■ |
| 553200R050Z3.0-SIRON-A | 02679390 | 2 | D | 20,0 | 20,0 | 42,0 | 110,0 | – | – | 0,5 | 3 | ■ |
| 553200R100Z3.0-SIRON-A | 02679391 | 2 | D | 20,0 | 20,0 | 42,0 | 110,0 | – | – | 1,0 | 3 | ■ |
| JS553200E2R200.0Z3-SIRA | 02881689 | 2 | E | 20,0 | 20,0 | 42,0 | 110,0 | 54,0 | 19,0 | 2,0 | 3 | ■ |
| 553250R050Z3.0-SIRON-A | 02679395 | 2 | D | 25,0 | 25,0 | 52,0 | 125,0 | – | – | 0,5 | 3 | ■ |
| 553250R100Z3.0-SIRON-A | 02679396 | 2 | D | 25,0 | 25,0 | 52,0 | 125,0 | – | – | 1,0 | 3 | ■ |

■ Disponibilité : voir tarif en vigueur

## Coût horaire des moyens de production

| | |
|---|---|
| **Centre d'usinage 3 axes RCV300** | **45 € / heure** |
| **Centre d'usinage 3 axes HAAS VF2** | **45 € / heure** |
| **Centre d'usinage 3 axes HAAS équipé 5 axes** | **60 € / heure** |

## Conditions de coupe

### JABRO® – SOLID² – JS553

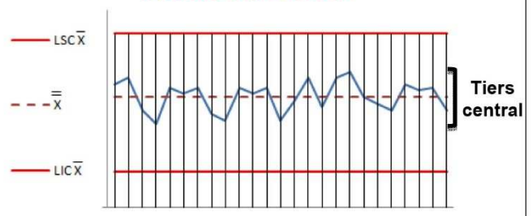
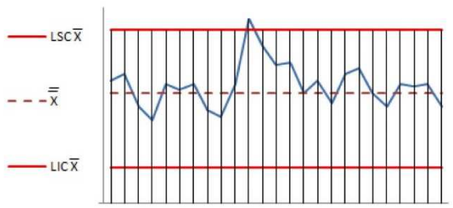
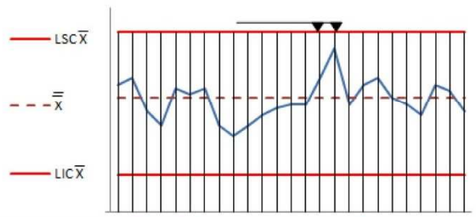
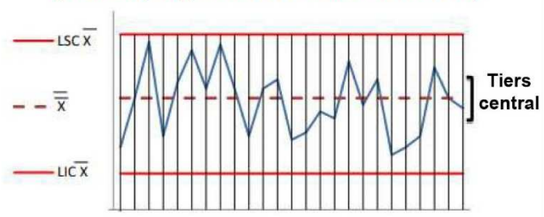
SECO

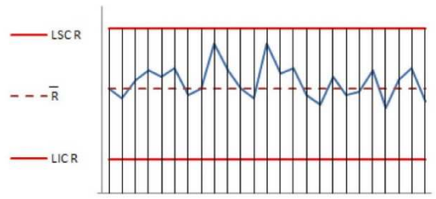
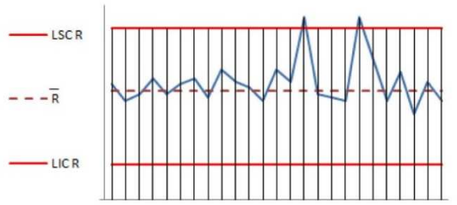
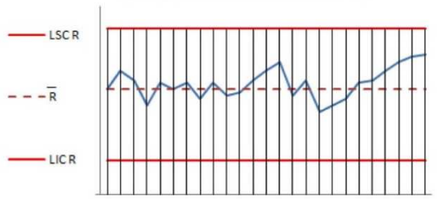
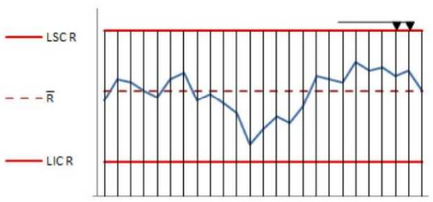
Conditions de coupe – JS553 Rainurage

| SMG | | $a_p$/DC | $f_z$ 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 20 | 25 | $v_c$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P1 | M/A/D/E | 1,0 | 0,014 | 0,022 | 0,028 | 0,036 | 0,042 | 0,055 | 0,070 | 0,085 | 0,10 | 0,11 | 0,14 | 0,18 | 205 (180 — 230) |
| P2 | M/A/D/E | 1,0 | 0,014 | 0,022 | 0,028 | 0,036 | 0,042 | 0,055 | 0,070 | 0,085 | 0,10 | 0,11 | 0,14 | 0,18 | 200 (175 — 225) |
| P3 | M/A/D/E | 1,0 | 0,014 | 0,022 | 0,028 | 0,036 | 0,042 | 0,055 | 0,070 | 0,085 | 0,10 | 0,11 | 0,14 | 0,18 | 170 (150 — 195) |
| P4 | M/A/D/E | 1,0 | 0,014 | 0,022 | 0,028 | 0,036 | 0,042 | 0,055 | 0,070 | 0,085 | 0,10 | 0,11 | 0,14 | 0,18 | 150 (130 — 170) |
| P5 | M/A/D/E | 1,0 | 0,014 | 0,022 | 0,028 | 0,036 | 0,042 | 0,055 | 0,070 | 0,085 | 0,10 | 0,11 | 0,14 | 0,17 | 140 (100 — 160) |
| P6 | M/A/D/E | 1,0 | 0,014 | 0,022 | 0,028 | 0,036 | 0,042 | 0,055 | 0,070 | 0,085 | 0,10 | 0,11 | 0,14 | 0,17 | 160 (115 — 180) |
| P7 | M/A/D/E | 1,0 | 0,014 | 0,022 | 0,028 | 0,036 | 0,042 | 0,055 | 0,070 | 0,085 | 0,10 | 0,11 | 0,14 | 0,17 | 150 (105 — 170) |
| P8 | M/A/D/E | 1,0 | 0,014 | 0,022 | 0,028 | 0,036 | 0,042 | 0,055 | 0,070 | 0,085 | 0,10 | 0,11 | 0,14 | 0,18 | 140 (100 — 160) |
| P11 | M/A/D/E | 1,0 | 0,014 | 0,022 | 0,028 | 0,036 | 0,042 | 0,055 | 0,070 | 0,085 | 0,10 | 0,11 | 0,14 | 0,17 | 145 (105 — 165) |
| P12 | M/A/D/E | 0,80 | 0,010 | 0,015 | 0,020 | 0,024 | 0,030 | 0,040 | 0,050 | 0,060 | 0,065 | 0,075 | 0,085 | 0,095 | 95 (65 — 105) |
| M1 | E | 0,80 | 0,010 | 0,015 | 0,020 | 0,026 | 0,030 | 0,040 | 0,050 | 0,060 | 0,070 | 0,080 | 0,10 | 0,11 | 95 (85 — 110) |
| M2 | E | 0,80 | 0,010 | 0,015 | 0,020 | 0,026 | 0,030 | 0,040 | 0,050 | 0,060 | 0,070 | 0,080 | 0,090 | 0,10 | 80 (70 — 90) |
| M3 | E | 0,70 | 0,0080 | 0,012 | 0,016 | 0,020 | 0,024 | 0,032 | 0,040 | 0,050 | 0,055 | 0,065 | 0,080 | 0,095 | 50 (40 — 60) |
| M4 | E | 0,50 | 0,0080 | 0,012 | 0,016 | 0,020 | 0,024 | 0,032 | 0,040 | 0,050 | 0,055 | 0,065 | 0,075 | 0,085 | 38 (30 — 45) |
| M5 | E | 0,50 | 0,0080 | 0,012 | 0,016 | 0,020 | 0,024 | 0,032 | 0,040 | 0,050 | 0,055 | 0,065 | 0,075 | 0,085 | 32 (25 — 38) |
| K1 | E | 1,0 | 0,010 | 0,015 | 0,020 | 0,026 | 0,030 | 0,040 | 0,050 | 0,060 | 0,070 | 0,080 | 0,10 | 0,13 | 170 (145 — 190) |
| K2 | E | 1,0 | 0,010 | 0,015 | 0,020 | 0,026 | 0,030 | 0,040 | 0,050 | 0,060 | 0,070 | 0,080 | 0,10 | 0,13 | 145 (125 — 165) |
| K3 | E | 1,0 | 0,010 | 0,015 | 0,020 | 0,026 | 0,030 | 0,040 | 0,050 | 0,060 | 0,070 | 0,080 | 0,10 | 0,13 | 125 (110 — 140) |
| K4 | E | 1,0 | 0,010 | 0,015 | 0,020 | 0,026 | 0,030 | 0,040 | 0,050 | 0,060 | 0,070 | 0,080 | 0,10 | 0,13 | 120 (105 — 130) |
| K5 | E | 0,80 | 0,010 | 0,015 | 0,020 | 0,026 | 0,030 | 0,040 | 0,050 | 0,060 | 0,070 | 0,080 | 0,10 | 0,13 | 140 (120 — 160) |
| K6 | E | 0,80 | 0,010 | 0,015 | 0,020 | 0,026 | 0,030 | 0,040 | 0,050 | 0,060 | 0,070 | 0,080 | 0,10 | 0,13 | 210 (180 — 240) |
| K7 | E | 0,80 | 0,010 | 0,015 | 0,020 | 0,026 | 0,030 | 0,040 | 0,050 | 0,060 | 0,070 | 0,080 | 0,10 | 0,13 | 180 (155 — 205) |
| N1 | E | 0,70 | 0,010 | 0,015 | 0,020 | 0,026 | 0,030 | 0,040 | 0,050 | 0,060 | 0,070 | 0,080 | 0,10 | 0,13 | 650 (540 — 760) |
| N2 | E | 0,70 | 0,010 | 0,015 | 0,020 | 0,026 | 0,030 | 0,040 | 0,050 | 0,060 | 0,070 | 0,080 | 0,10 | 0,13 | 420 (350 — 490) |
| N3 | E | 0,70 | 0,010 | 0,015 | 0,020 | 0,026 | 0,030 | 0,040 | 0,050 | 0,060 | 0,070 | 0,080 | 0,10 | 0,13 | 280 (235 — 325) |
| N11 | E | 0,60 | 0,010 | 0,015 | 0,020 | 0,026 | 0,030 | 0,040 | 0,050 | 0,060 | 0,070 | 0,080 | 0,10 | 0,13 | 315 (260 — 365) |
| S1 | E | 0,30 | 0,0065 | 0,0095 | 0,013 | 0,016 | 0,019 | 0,026 | 0,032 | 0,038 | 0,044 | 0,050 | 0,065 | 0,080 | 40 (30 — 50) |
| S2 | E | 0,30 | 0,0065 | 0,0095 | 0,013 | 0,016 | 0,019 | 0,026 | 0,032 | 0,038 | 0,044 | 0,050 | 0,065 | 0,080 | 32 (24 — 41) |
| S3 | E | 0,30 | 0,0065 | 0,0095 | 0,013 | 0,016 | 0,019 | 0,026 | 0,032 | 0,038 | 0,044 | 0,050 | 0,065 | 0,080 | 25 (15 — 35) |
| S11 | E | 0,50 | 0,010 | 0,015 | 0,020 | 0,024 | 0,030 | 0,040 | 0,050 | 0,060 | 0,070 | 0,080 | 0,10 | 0,11 | 90 (65 — 120) |
| S12 | E | 0,50 | 0,010 | 0,015 | 0,020 | 0,024 | 0,030 | 0,040 | 0,050 | 0,060 | 0,070 | 0,080 | 0,10 | 0,11 | 70 (50 — 90) |
| S13 | E | 0,45 | 0,010 | 0,015 | 0,020 | 0,024 | 0,030 | 0,040 | 0,050 | 0,060 | 0,070 | 0,075 | 0,090 | 0,10 | 55 (39 — 70) |
| H5 | M/A/D | 0,60 | 0,0040 | 0,0060 | 0,0080 | 0,010 | 0,012 | 0,016 | 0,020 | 0,024 | 0,028 | 0,032 | 0,040 | 0,050 | 50 (41 — 60) |
| H8 | M/A/D | 0,50 | 0,0040 | 0,0060 | 0,0080 | 0,010 | 0,012 | 0,016 | 0,020 | 0,024 | 0,028 | 0,032 | 0,040 | 0,050 | 50 (41 — 60) |
| H11 | M/A/D | 0,60 | 0,0040 | 0,0060 | 0,0080 | 0,010 | 0,012 | 0,016 | 0,020 | 0,024 | 0,028 | 0,032 | 0,040 | 0,050 | 70 (50 — 80) |
| H12 | M/A/D | 0,70 | 0,0060 | 0,0090 | 0,012 | 0,015 | 0,018 | 0,024 | 0,030 | 0,034 | 0,038 | 0,042 | 0,050 | 0,055 | 60 (43 — 70) |
| H21 | M/A/D | 0,50 | 0,0040 | 0,0060 | 0,0080 | 0,010 | 0,012 | 0,016 | 0,020 | 0,024 | 0,028 | 0,032 | 0,040 | 0,050 | 50 (41 — 60) |
| TS1 | A | 1,0 | 0,020 | 0,030 | 0,040 | 0,050 | 0,060 | 0,080 | 0,10 | 0,12 | 0,13 | 0,15 | 0,17 | 0,19 | 250 (150 — 355) |
| TP1 | A | 1,0 | 0,020 | 0,030 | 0,040 | 0,050 | 0,060 | 0,080 | 0,10 | 0,12 | 0,13 | 0,15 | 0,17 | 0,19 | 250 (150 — 355) |
| GR1 | A | 1,0 | 0,020 | 0,030 | 0,040 | 0,050 | 0,060 | 0,080 | 0,10 | 0,12 | 0,13 | 0,15 | 0,17 | 0,19 | 500 (405 — 600) |

SMG : groupe matière SECO
Arrosage : E=air E= emultsion M= micropulvérisation
Vc : m/min
$f_z$ : mm/dent
$a_p$ (mm) / DC (mm) : facteur
$a_e$ (mm) / DC (mm) : facteur

# Tableau d'interprétation des cartes de contrôle

| Allure du graphique des moyennes | Interprétation |
|---|---|
| Procédé sous contrôle<br> | Le procédé est sous contrôle statistique.<br>Le graphique est normal.<br>Règles :<br>- 2/3 des points sont situés dans le tiers central,<br>- 1/3 des points sont situés dans les 2/3 extérieurs. |
| Procédé non sous contrôle<br>(un point au-delà des limites de contrôle)<br> | Le procédé n'est pas sous contrôle statistique.<br>La présence d'un ou plusieurs points au-delà de l'une ou l'autre des limites de contrôle constitue une preuve de la présence de causes assignables en ce ou ces points.<br>C'est le signal déclenchant une analyse immédiate.<br>On peut l'interpréter ainsi :<br>- la LC ou le point est faux ;<br>- le procédé « a glissé » (incident isolé) ;<br>- le système de mesure a changé (voir journal de bord). |
| Procédé non sous contrôle<br>(longues séries en augmentation)<br> | La présence de tendances inhabituelles peut constituer une preuve de changement de capabilité.<br>Lorsque l'on observe :<br>- 7 points consécutifs d'un même côté de la moyenne,<br>- 7 intervalles consécutifs en augmentation ou diminution régulière,<br>c'est le signe qu'une dérive ou une tendance a commencé dans le procédé. |
| Procédé non sous contrôle<br>(longues séries au-dessus et au-dessous de la moyenne)<br> | On marquera le point déclenchant la décision (□). Il est parfois utile de souligner la série depuis son début jusqu'au point de décision (□□).<br>On interprète ainsi :<br>- la moyenne du procédé a changé et peut être encore en cours de changement ;<br>- le système de mesure a changé (voir journal de bord). |
| Procédé non sous contrôle<br>(points trop rapprochés des limites de contrôle)<br> | Répartition inhabituelle de points :<br>• (cas de la figure) moins des 2/3 des points sont dans le tiers central, on vérifiera :<br>- qu'il n'y a pas d'erreurs de calcul dans les LC ou dans le tracé ;<br>- l'absence de plusieurs méthodes d'échantillonnage ;<br>• plus de 2/3 des points sont dans le tiers central, on vérifiera :<br>- qu'il n'y a pas d'erreurs de calcul ou de tracé ;<br>- l'absence de plusieurs méthodes d'échantillonnage ;<br>- que les données ont été corrigées ou modifiées. |

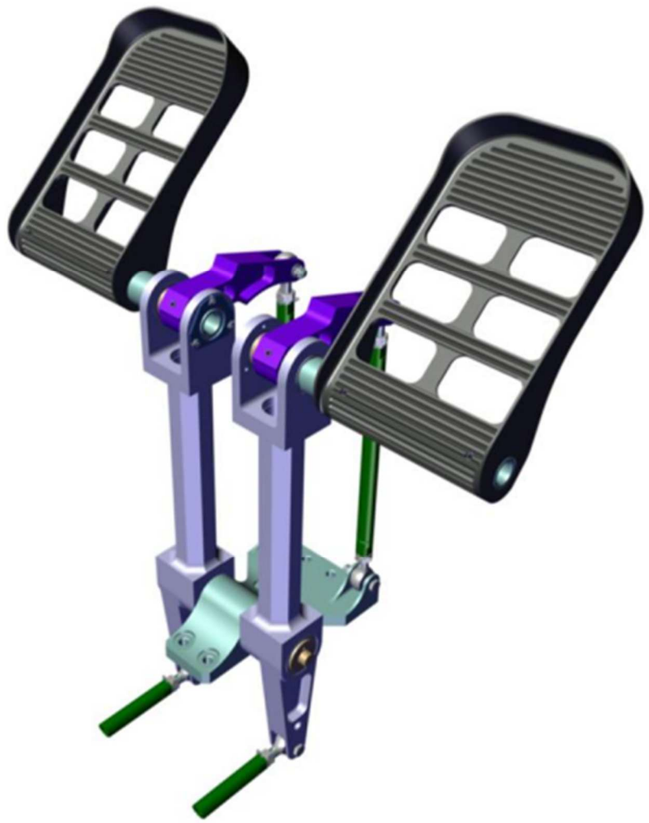
| Allure du graphique des étendues | Interprétation |
|---|---|
| Procédé sous contrôle<br> | Le procédé est sous contrôle statistique.<br>Le graphique est normal. |
| Procédé non sous contrôle<br>(un point au-delà des limites de contrôle)<br> | Procédé non sous contrôle statistique.<br>La présence d'un ou plusieurs points au-delà de l'une ou l'autre des limites de contrôle constitue une preuve évidente d'absence de contrôle en ce ou ces points.<br>D'autre part une cause assignable est responsable de la valeur extrême observée et ceci doit déclencher le signal d'analyse immédiate de l'opération pour rechercher cette cause. Cela conduit à une action corrective.<br>On interprète de la façon suivante :<br>• un point au-dessus de LSC indique :<br>- une erreur de calcul ou de tracé ;<br>- une variabilité pièce par pièce, ce peut être une augmentation de R de la population ou une aggravation ;<br>• un point en dessous de LIC indique :<br>- une erreur de calcul ou de tracé ;<br>- une diminution de R de la population (amélioration) ;<br>- un changement du système de mesure. |
| Procédé non sous contrôle<br>(longues séries montantes)<br> | La présence de tendances inhabituelles peut constituer une preuve de contrôle ou de changement dans la dispersion du procédé. Cela peut constituer le premier avertissement de conditions défavorables qu'il faudra corriger rapidement.<br>Lorsque l'on observe :<br>- des points consécutifs d'un même côté de la moyenne,<br>- des intervalles consécutifs en augmentation ou diminution régulière,<br>c'est le signe qu'un glissement ou une tendance commence. |
| Procédé non sous contrôle<br>(longues séries au-dessus et au-dessous de l'étendue moyenne)<br> | On marquera le point déclenchant la décision. Il est parfois utile de souligner la série depuis sont début jusqu'au point de décision (xx).<br>On interprète ainsi :<br>• une série supérieure à R ou croissante :<br>- mauvais fonctionnement du matériel ;<br>- lot de matière moins uniforme ;<br>- changement du système de mesure ;<br>• une série en dessous de R ou décroissante :<br>- dispersion plus faible (condition favorable) ;<br>- changement du système de mesure. |
| Procédé non sous contrôle<br>(points trop rapprochés des limites de contrôle)<br> | Le procédé est sous contrôle statistique.<br>Le graphique est normal.<br>Règles :<br>- 2/3 des points sont situés dans le tiers central,<br>- 1/3 des points sont situés dans les 2/3 extérieurs. |

**CONCOURS GENERAL DES METIERS**

**TECHNICIEN EN REALISATION DE PRODUITS MECANIQUES**
**TRPM**

**SESSION 2024**

# PALONNIER



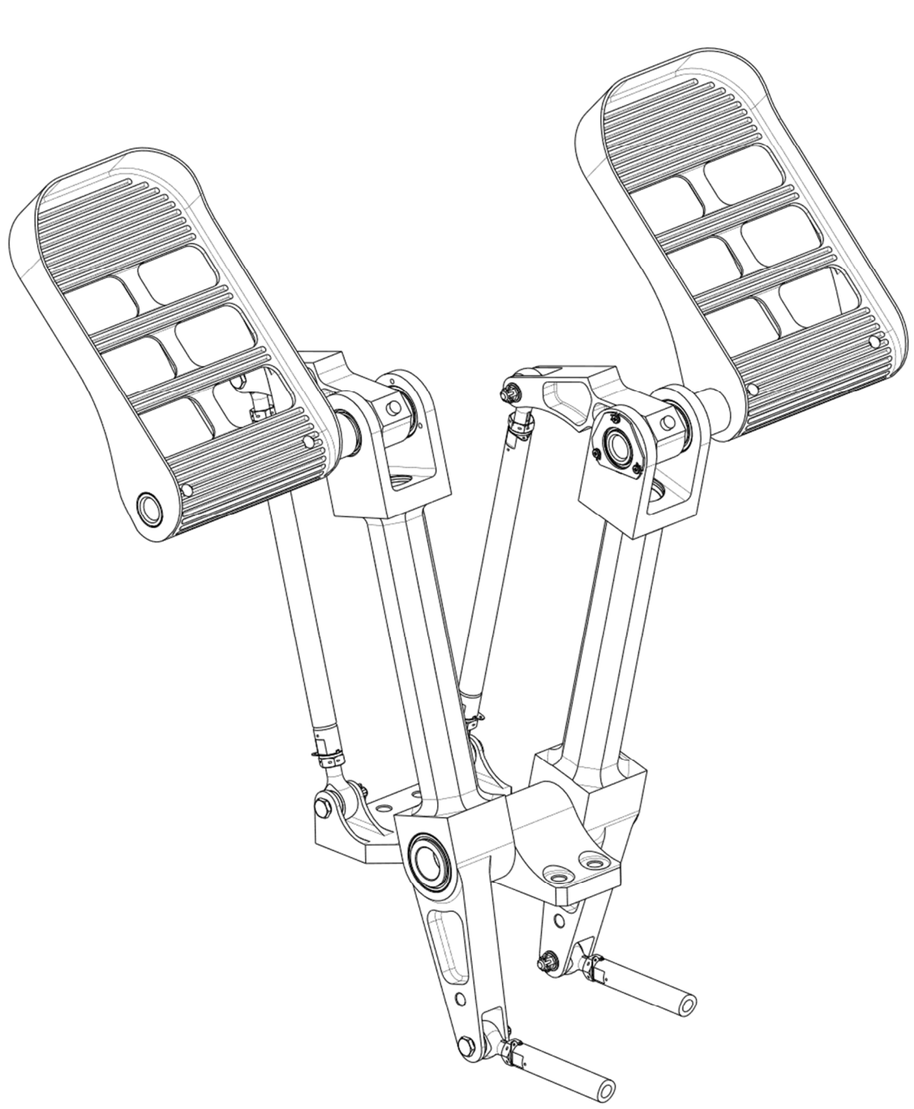
# DOSSIER TECHNIQUE

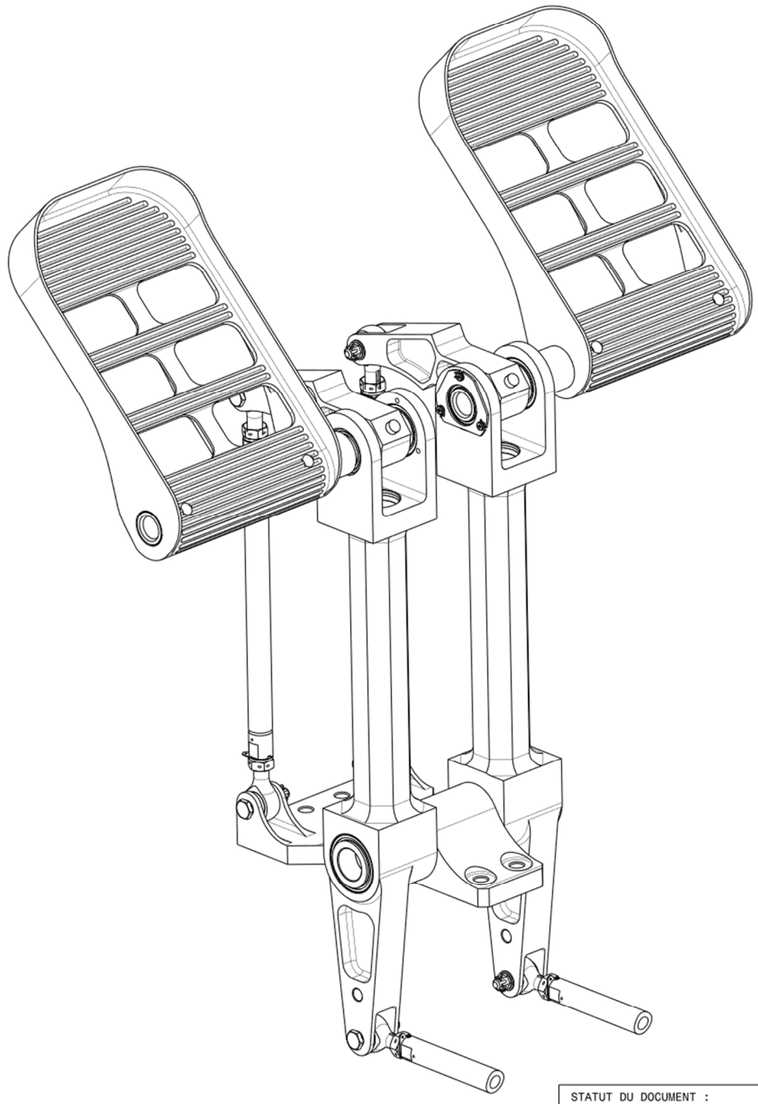
**SOMMAIRE**


| | |
|---|---|
| Vues 3D du bras de pédale | DT 2 |
| Vue 3D du bras de pédale avec sous-ensembles | DT 3 |
| Vue éclatée du montage de la pédale + nomenclature | DT 4 |
| Dessin d'ensemble partiel du bras de pédale | DT 5 |
| Dessin de définition du guignol V1(voile extérieur) | DT 6 |
| Gamme de fabrication du guignol V1(voile extérieur) | DT 7 |
| Planification de la production (Gantt) du guignol V1(voile extérieur) | DT 7 |
| Dessin de définition du guignol V2(voile centré) | DT 8 |
| Gamme de fabrication du guignol V2(voile centré) | DT 9 |


Le dossier technique est composé de 9 pages, celle-ci comprise.

NOTA
*NOTE*





Ce document ne contient pas de données techniques soumises aux restrictions du contrôle des exportations
*This document or file contains no technical data subject to the export control restrictions*

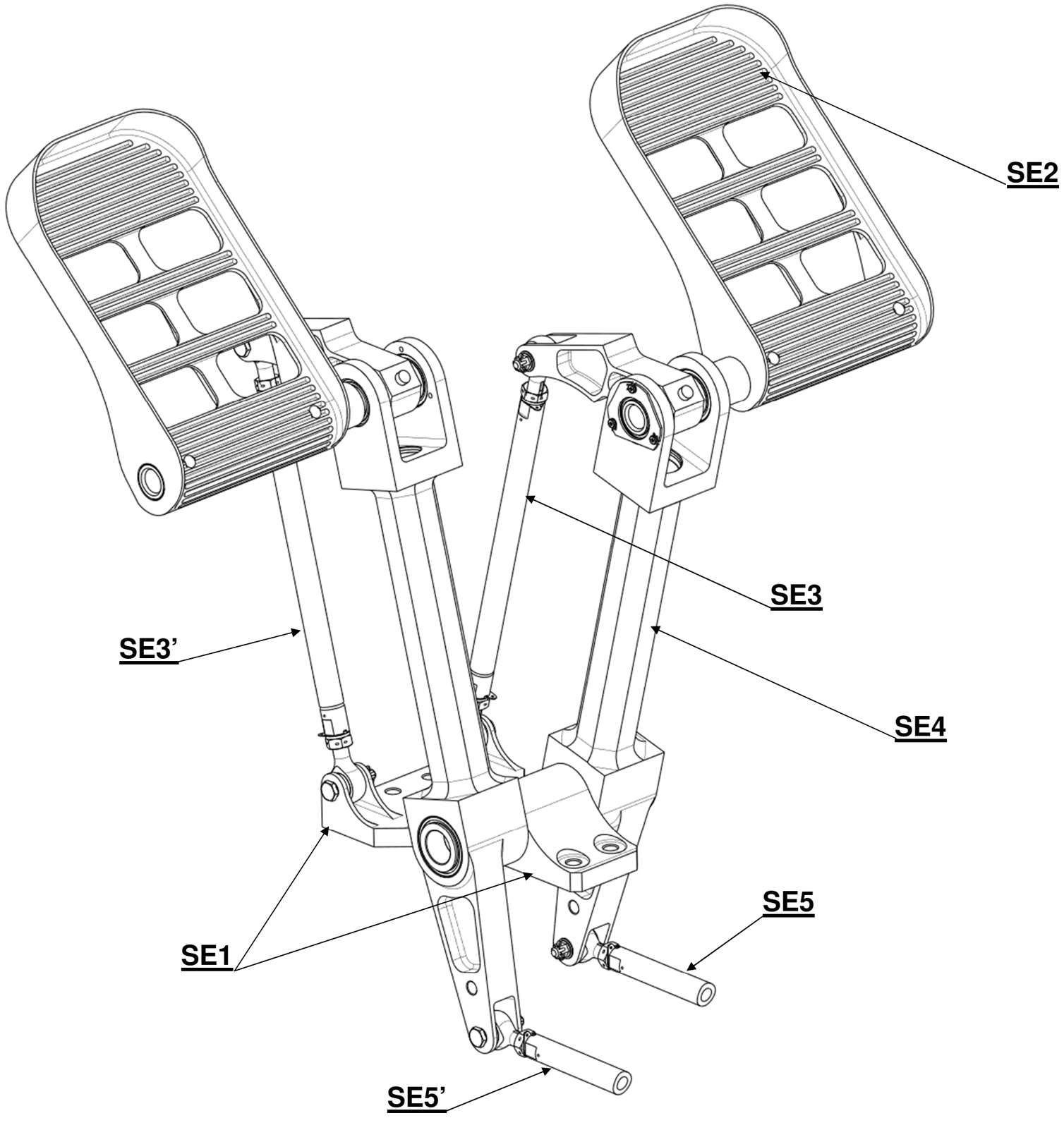
STATUT DU DOCUMENT :
*DOCUMENT STATUS :*

Ce plan est la propriété de RATIER-FIGEAC et ne peut etre reproduit ou communiqué sans son autorisation écrite préalable
*This document is Ratier-Figeac property and may not be reproduced or divulged without its prior written authorisation*

| | | |
|---|---|---|
| Type de Def. *Def. Type* | | DESSINE PAR *DRAWN BY* B. MAZARS |
| | ECHELLE/*SCALE* : 1/1 | VERIFIE PAR *CHECKED BY* ..... |
| PROGRAMME *PROGRAM* R&D | DESIGNATION *DESCRIPTION* ENS BRAS DE PEDALE *ASSY PEDAL ARM* | APPROUVE PAR *APPROVED BY* PJ. LABRY |
| FORMAT *SIZE* A1 | REFERENCE DESSIN / *DRAWING NUMBER* FDE59020000 PL 01 | Vers02 |

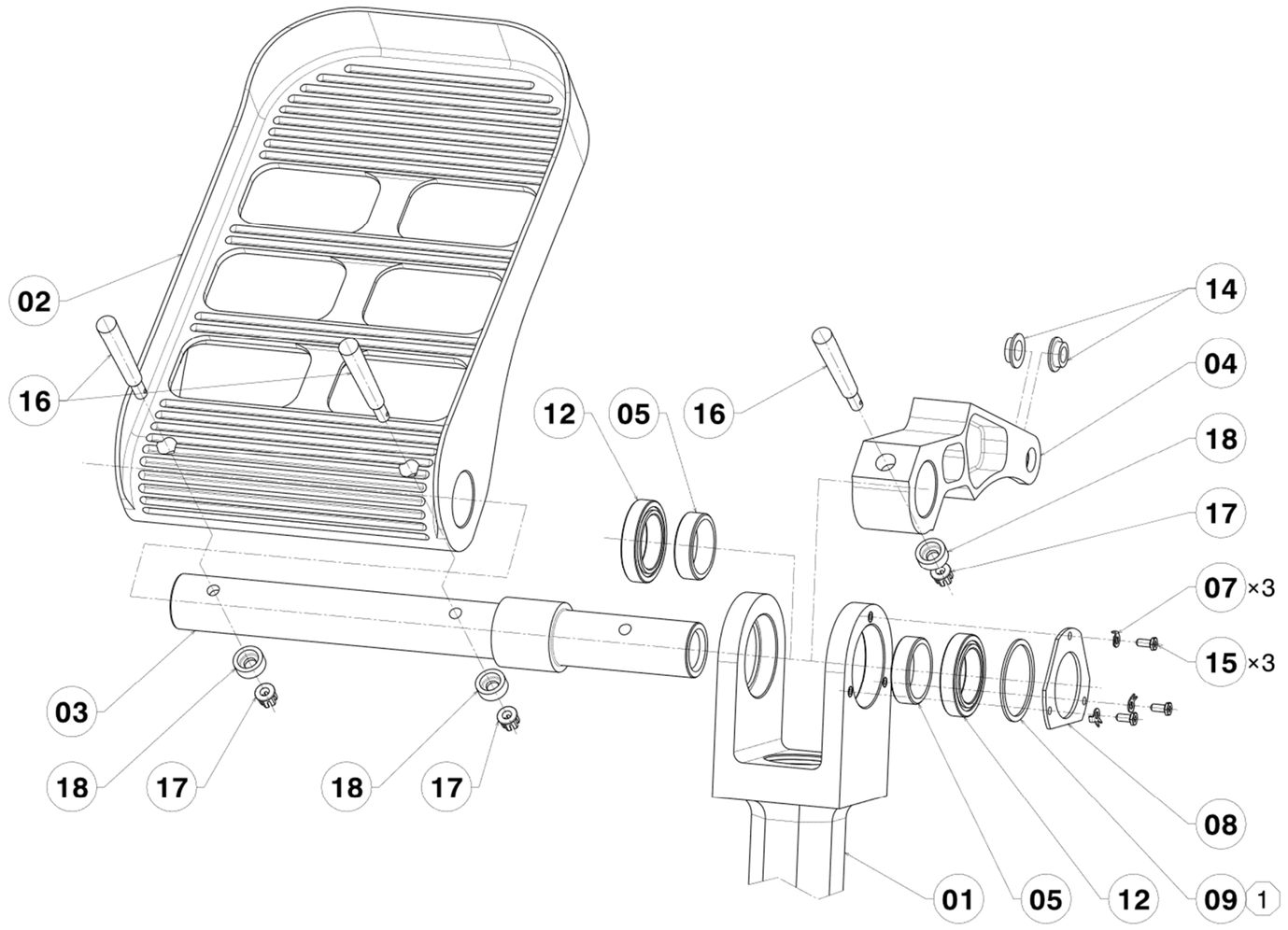
A1 FDE59020000 Vers02

FOR-RF-0974_v00


SE2
SE3
SE3'
SE4
SE5
SE1
SE5'

## NOTA
*NOTE*

(1) - REGLER UN JEU AXIAL DE 0,05mm A 0,10mm ENTRE LES REPS 01, 04, 05 ET 12 A L'AIDE DU REP 09.




| QTE | REP | REFERENCE | DESIGNATION |
|---|---|---|---|
| 3 | 18 | AN975-3 | RONDELLE |
| 3 | 17 | MS14144L3 | ECROU |
| 3 | 16 | AN386-2-12 | GOUPILLE CONIQUE |
| 3 | 15 | NAS1802-04-4 | VIS TETE HEXAGONALE |
| 2 | 14 | NSA5120CR4-030 | BAGUE EPAULEE |
| | | | |
| 2 | 12 | MS21428-40 | ROULEMENT |
| | | | |
| 1 | 09 | FE392125200 | CALE DE REGLAGE |
| 1 | 08 | FE392124200 | CHAPEAU ROULEMENT |
| 3 | 07 | FE392022200 | FREIN PLAT |
| | | | |
| 2 | 05 | FDE59025200 | ENTRETOISE |
| 1 | 04 | FDE59024200 | GUIGNOL FREINAGE |
| 1 | 03 | FDE59023200 | AXE PEDALE |
| 1 | 02 | FDE59022200 | PEDALE |
| 1 | 01 | FDE59021000 | BRAS DE PEDALE EQ |
| X | | FDE59020000 | ENS BRAS DE PEDALE |

STATUT DU DOCUMENT : *DOCUMENT STATUS :*

Ce plan est la propriété de RATIER-FIGEAC et ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation écrite préalable
This document is Ratier-Figeac property and may not be reproduced or divulged without its prior written authorisation

DESSINE PAR *DRAWN BY* : B. MAZARS
VERIFIE PAR *CHECKED BY* :
APPROUVE PAR *APPROVED BY* : PJ. LABRY

Type de Def. *Def. Type*

ECHELLE/*SCALE* : 1/1

PROGRAMME *PROGRAM* : R&D

DESIGNATION *DESCRIPTION* : ENS BRAS DE PEDALE / *ASSY PEDAL ARM*

FORMAT *SIZE* : A1

REFERENCE DESSIN / *DRAWING NUMBER* : FDE59020000 PL 02 Vers02

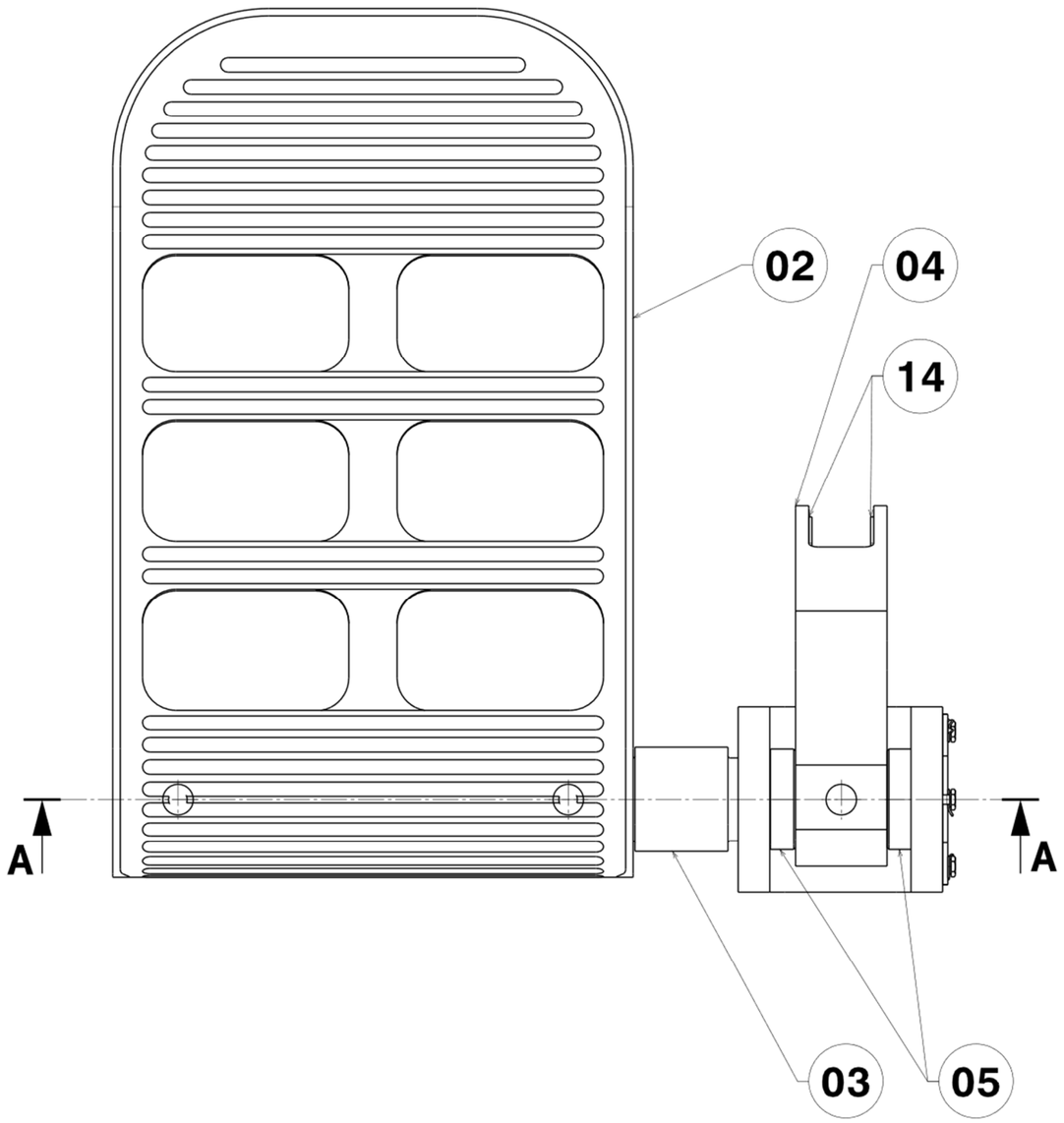
CATIA V5

FOR-RF-0074_V00

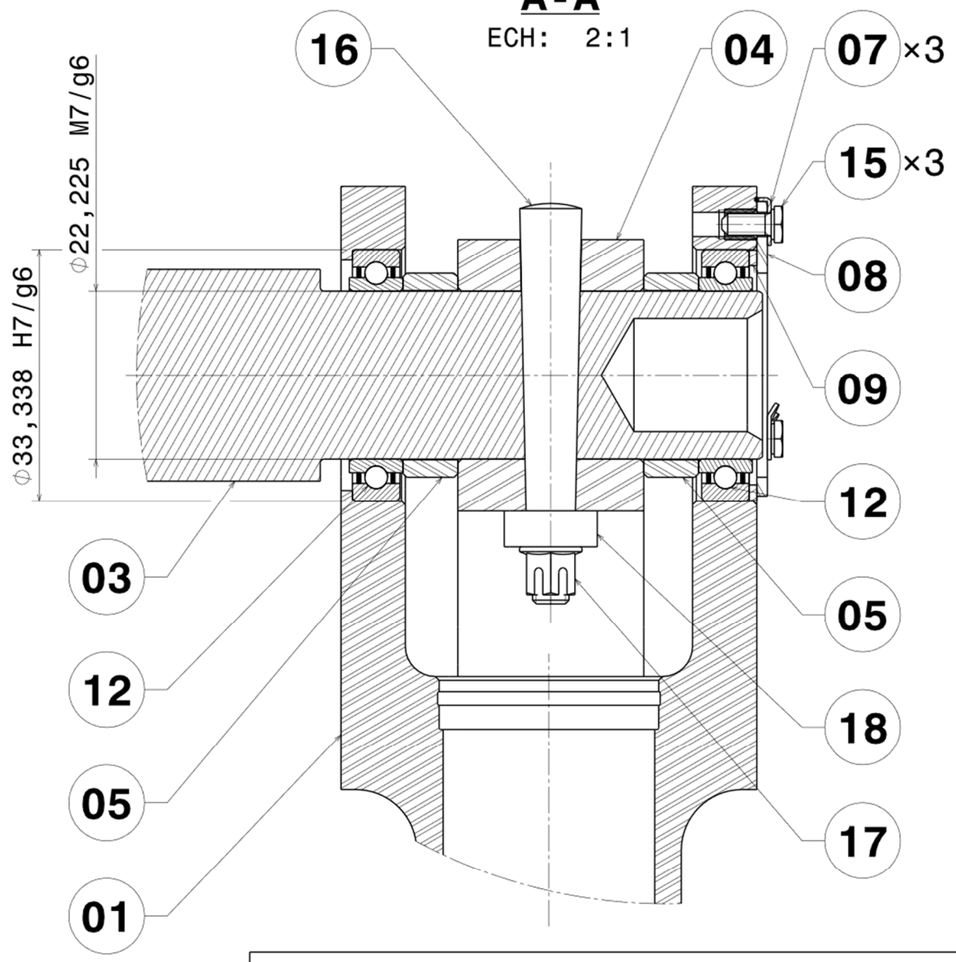
Ce document ne contient pas de données techniques soumises aux restrictions du contrôle des exportations
*This document or file contains no technical data subject to the export control restrictions*

A1 FDE59020000 Vers02

NOTA
*NOTE*




**A-A**
ECH: 2:1



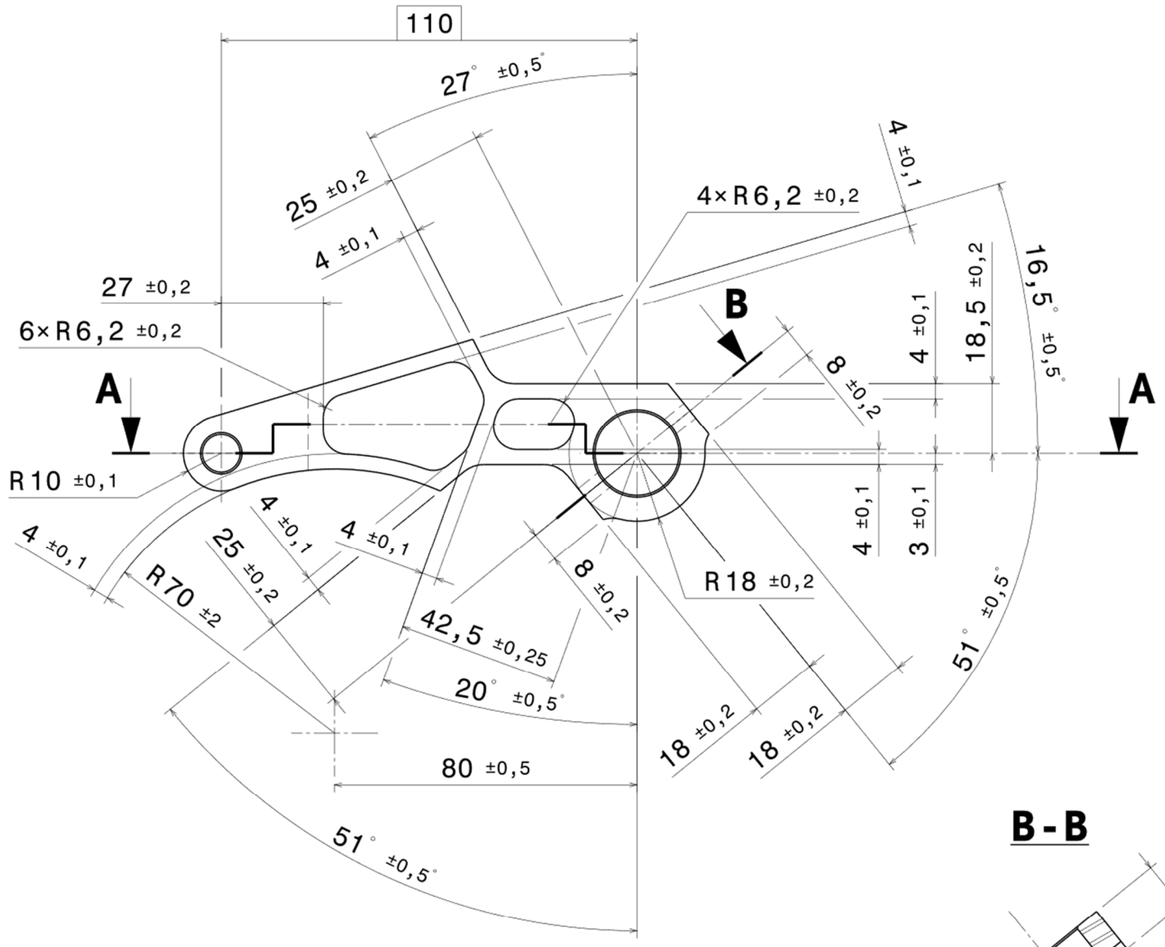

Ce document ne contient pas de données techniques soumises aux restrictions du contrôle des exportations
*This document or file contains no technical data subject to the export control restrictions*

STATUT DU DOCUMENT :
*DOCUMENT STATUS :*

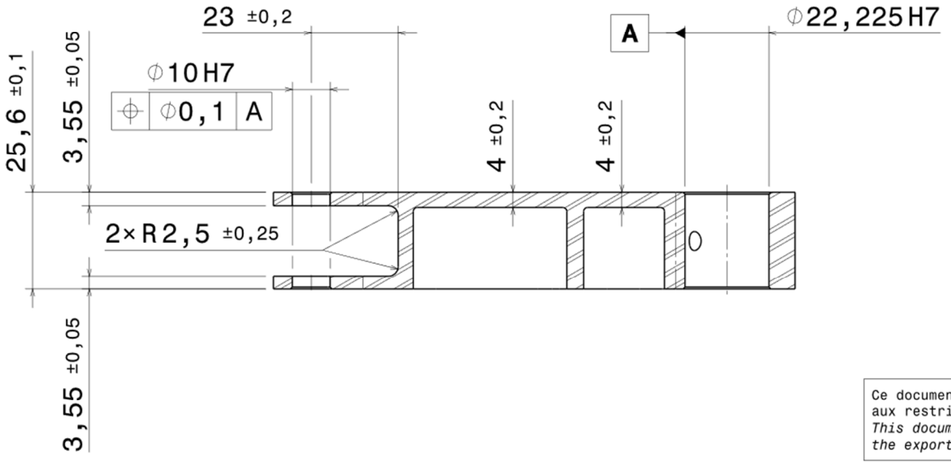
Ce plan est la propriété de RATIER-FIGEAC et ne peut etre reproduit ou communiqué sans son autorisation écrite préalable
This document is Ratier-Figeac property and may not be reproduced or divulged without its prior written authorisation

| | | |
|---|---|---|
| Type de Def. *Def. Type* | | DESSINE PAR *DRAWN BY* B. MAZARS |
| | | VERIFIE PAR *CHECKED BY* ..... |
| | ECHELLE/*SCALE :* 1/1 | |
| PROGRAMME *PROGRAM* R&D | DESIGNATION *DESCRIPTION* ENS BRAS DE PEDALE *ASSY PEDAL ARM* | APPROUVE PAR *APPROVED BY* PJ. LABRY |
| FORMAT *SIZE* A2 | REFERENCE DESSIN / *DRAWING NUMBER* FDE59020000 PL 03 | Vers02 |

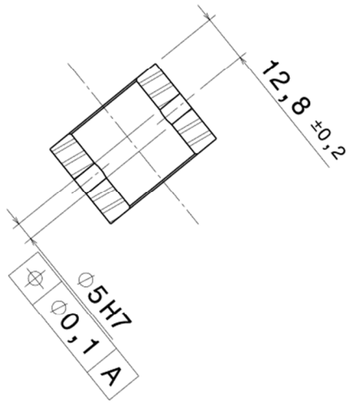
FOR-RF-0975_v00




## A-A




## B-B




## NOTA

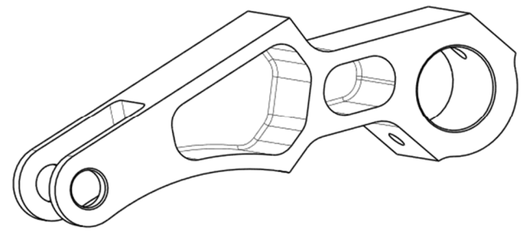
*NOTE*

1 - CHANFREINS NON COTES: CH.0,5 ±0,1 ×45°

2 - RAYONS DE FRAISE NON COTES: R8 ±0,25

3 - RAYONS DE BOUT DE FRAISE NON COTES: R1 ±0,25

## VUE ISO



| | | |
|---|---|---|
| CLASSIF. FONCT.: *FUNCT CLASSIF :* ... | MARQUAGE: *MARKING:* ... | MASSE: *WEIGHT:* ... |

PROTECTION : *PROTECT :* AUCUNE

MATIERE : *MATERIAL :* ALU 7075

STATUT DU DOCUMENT : *DOCUMENT STATUS :*

Ce plan est la propriété de RATIER-FIGEAC et ne peut etre reproduit ou communiqué sans son autorisation écrite préalable
This document is Ratier-Figeac property and may not be reproduced or divulged without its prior written authorisation

DESSINE PAR *DRAWN BY* : B. MAZARS

VERIFIE PAR *CHECKED BY* : .....

APPROUVE PAR *APPROVED BY* : PJ. LABRY

Type de Def. *Def. Type*

ECHELLE/*SCALE :* 1/1

PROGRAMME *PROGRAM* : R&D

DESIGNATION *DESCRIPTION* : GUIGNOL FREINAGE V1 — *BRAKING BELLCRANK*

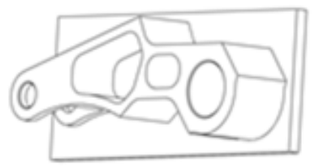
FORMAT *SIZE* : A2

REFERENCE DESSIN / *DRAWING NUMBER* : FDE5902420000 PL 01

Ce document ne contient pas de données techniques soumises aux restrictions du contrôle des exportations
*This document or file contains no technical data subject to the export control restrictions*

FOR-RF-0975_v00

| BUREAU DES METHODES | GAMME DE FABRICATION | |
|---|---|---|
| Ensemble : PALONNIER | Date : 12/05/2015 | |
| Elément : GUIGNOL V1 (voile extérieur) | Brut : 50 x35 long 3000 | |
| Matière : AW 7075 | Nombre de pièces : 150 pièces / mois | |

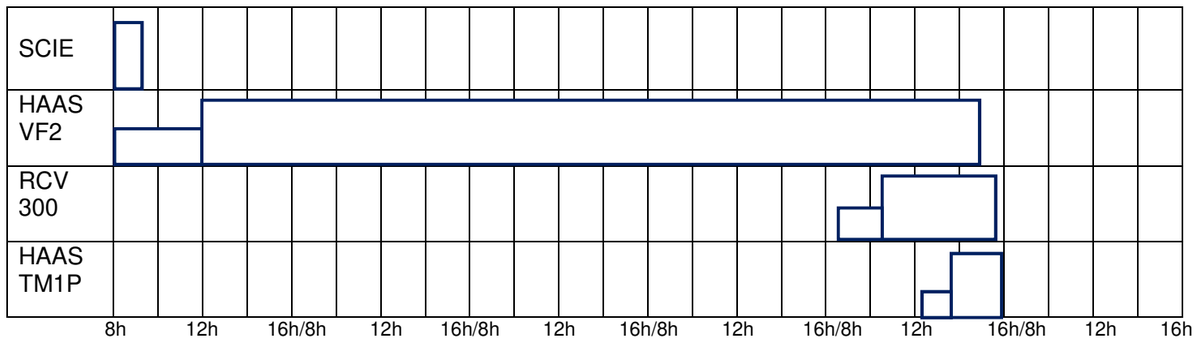
| PH | OP | OPERATIONS | MACHINE OUTILLAGE | SCHEMA DE PHASE |
|---|---|---|---|---|
| 100 | | **SCIAGE**<br>50 x 35 long 142 | Scie alternative Automatique |  |
| 200 | | **FRAISAGE**<br>Surfaçage<br>Contournage extérieur<br>Usinage des 2 poches<br>Pointage, perçage, alésage trous<br>Diamètre 10H7 et 22.225H7<br>Chanfreins et ébavurage | Centre d'usinage HAAS VF2 |  |
| 300 | | **FRAISAGE**<br>Surfaçage second côté<br>Chanfreins et ébavurage | Centre d'usinage RCV300 |  |
| 400 | | **FRAISAGE**<br>Pointage, perçage, alésage trou diamètre 5H7 | Centre d'usinage HAAS TM1P |  |
| 500 | | **NETTOYAGE** | | |
| 600 | | **CONTROLE FINAL** | | |

## Planification de la production du guignol V1 (voile extérieur).

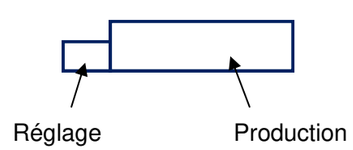
- L'entreprise travaille en journée de 8 heures.
- La production est lancée par série de 150 pièces.
- Les débits sont transférés en une seule fois sur la première machine d'usinage.
- Les pièces sont transférables d'une machine à une autre par lot de 25 pièces
- Le temps de déplacement entre les postes n'est pas pris en compte.

| Phases | Opérations | Machines | Temps de réglage | Temps d'usinage unitaire (min) | Temps d'usinage série (min) | Temps d'usinage série (h) | Temps d'usinage du lot de 25 pièces (h) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | Sciage | Scie | 10 min | 0,42 min | 63 min | 1,05h | 0,175h |
| 20 | Fraisage | HAAS VF2 | 4h | 14 min | 2100 min | 35h | 5,83 h |
| 30 | Fraisage | RCV300 | 2h | 2 min | 300 min | 5h | 0,83 h |
| 40 | Fraisage | HAAS TM1P | 1,5 h | 1 min | 150 min | 2,5 h | 0,42 h |

***Diagramme de Gantt du guignol V1 (voile extérieur) :***




***Légende*** :




Le temps de réglage de la scie étant faible, celui-ci est englobé dans le temps de production

110
27 ±0,5°
25 ±0,2
4 ±0,1
27 ±0,2
6×R6,2 ±0,2
4×R6,2 ±0,2
4 ±0,1
16,5° ±0,5°
18,5 ±0,2
4 ±0,1
8 ±0,2
B
A
A
R10 ±0,1
4 ±0,1
25 ±0,2
4 ±0,1
4 ±0,1
R70 ±2
42,5 ±0,25
8 ±0,2
R18 ±0,2
4 ±0,1
3 ±0,1
51° ±0,5°
20° ±0,5°
18 ±0,2
18 ±0,2
80 ±0,5
51° ±0,5°

## A-A

23 ±0,2
A
⌀22,225 H7
25,6 ±0,1
3,55 ±0,05
⌀10 H7
⌖ ⌀0,1 A
10,8 ±0,2
4 ±0,2
2×R2,5 ±0,25
3,55 ±0,05

## B-B

12,8 ±0,2
⌀8 H7
⌖ ⌀0,1 A

## NOTA

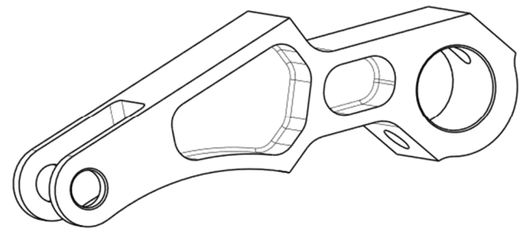
*NOTE*

1 - CHANFREINS NON COTES: CH.0,5 ±0,1 ×45°

2 - RAYONS DE FRAISE NON COTES: R8 ±0,25

3 - RAYONS DE BOUT DE FRAISE NON COTES: R1 ±0,25

## VUE ISO



Ce document ne contient pas de données techniques soumises aux restrictions du contrôle des exportations
*This document or file contains no technical data subject to the export control restrictions*

| | | |
|---|---|---|
| CLASSIF. FONCT.: *FUNCT CLASSIF :* ... | MARQUAGE: *MARKING:* ... | MASSE: *WEIGHT:* ... |

PROTECTION : *PROTECT :* AUCUNE

MATIERE : *MATERIAL :* ALU 7075

STATUT DU DOCUMENT : *DOCUMENT STATUS :*

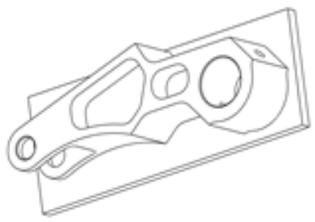
Ce plan est la propriété de RATIER-FIGEAC et ne peut etre reproduit ou communiqué sans son autorisation écrite préalable
This document is Ratier-Figeac property and may not be reproduced or divulged without its prior written authorisation

| | | |
|---|---|---|
| Type de Def. *Def. Type* | | DESSINE PAR *DRAWN BY* B. MAZARS |
| | ECHELLE/*SCALE :* 1/1 | VERIFIE PAR *CHECKED BY* ..... |
| PROGRAMME *PROGRAM* R&D | DESIGNATION *DESCRIPTION* GUIGNOL FREINAGE V2 *BRAKING BELLCRANK* | APPROUVE PAR *APPROVED BY* PJ. LABRY |
| FORMAT *SIZE* A2 | REFERENCE DESSIN / *DRAWING NUMBER* FDE59024210 PL 01 | |

FOR-RF-0975_v00

| BUREAU DES METHODES | **GAMME DE FABRICATION** | |
|---|---|---|

| | |
|---|---|
| Ensemble : PALONNIER | Date : 05/11/2023 |
| Elément : GUIGNOL V2 (voile centré) | Brut : 50 x .... long 3000 |
| Matière : AW 7075 | Nombre de pièces : 500 pièces / mois |

| PH | OP | OPERATIONS | MACHINE OUTILLAGE | SCHEMA DE PHASE |
|---|---|---|---|---|
| **100** | | **SCIAGE**<br>50 x .....x long 142 | Scie alternative Automatique |  |
| **200** | | **FRAISAGE**<br>Surfaçage<br>Contournage extérieur<br>Usinage des 2 poches<br>Pointage, perçage, alésage trous Diamètre 10H7 et 22.225H7<br>Chanfreins et ébavurage<br>Usinage rainure largeur 18.5<br>Pointage, perçage, alésage trou diamètre 8H7 | Centre d'usinage HAAS VF2<br>Table rotative basculante TRT60 |  |
| **300** | | **FRAISAGE**<br>Surfaçage second côté<br>Usinage des 2 poches<br>Chanfreins et ébavurage | Centre d'usinage RCV300 |  |
| **400** | | **NETTOYAGE** | | |
| **500** | | **CONTROLE FINAL** | | |
| | | | | |

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

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.