

BTS – CONCEPTION et INDUSTRIALISATION en MICROTECHNIQUES

SESSION 2012

Épreuve E5.1 : Conception détaillée – Pré-industrialisation

Durée : 4 heures

Coefficient : 2

AUCUN DOCUMENT AUTORISÉ

MOYENS DE CALCUL AUTORISÉS

Calculatrice de poches y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (conformément à la circulaire 99-186 du 16 novembre 1999).

Le sujet comporte 3 types de documents :

Documents : Dossier Technique (DT 1/7 à DT 7/7)

: Dossier Travail Demandé (TD 1/1)

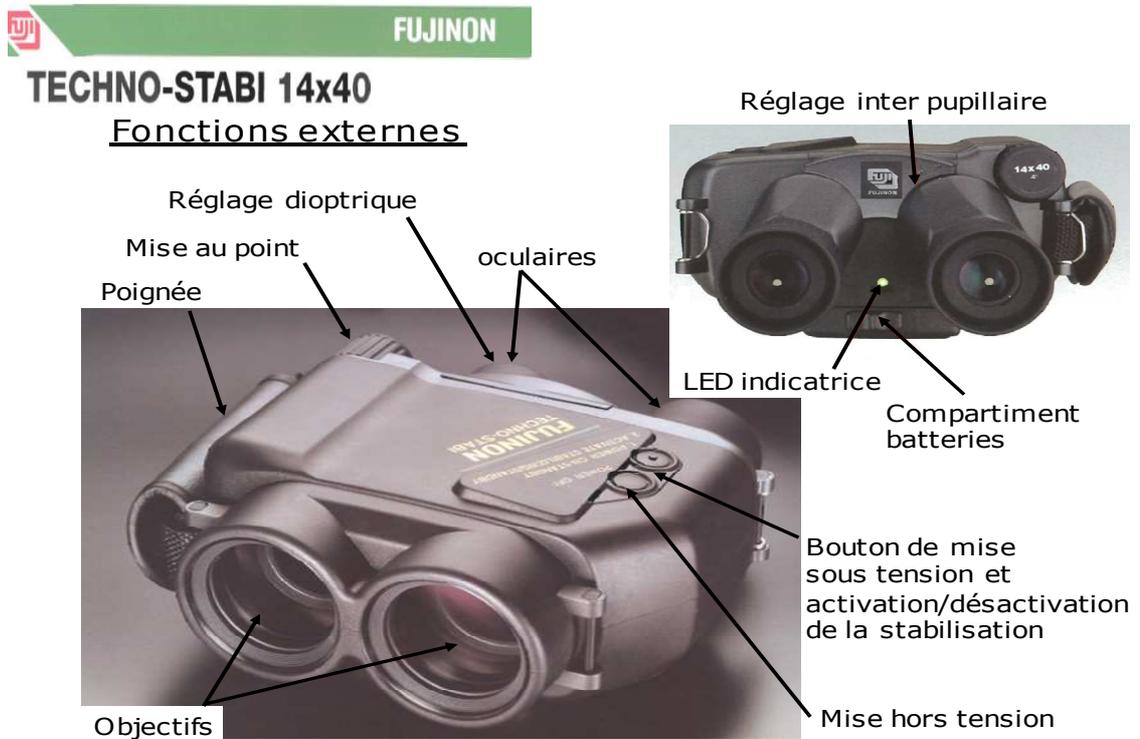
: Dossier Réponses (DR 1/6 à DR 6/6)

Les candidats rédigeront les réponses aux questions posées sur les « documents réponses » prévus à cet effet ou sur feuille de copie.

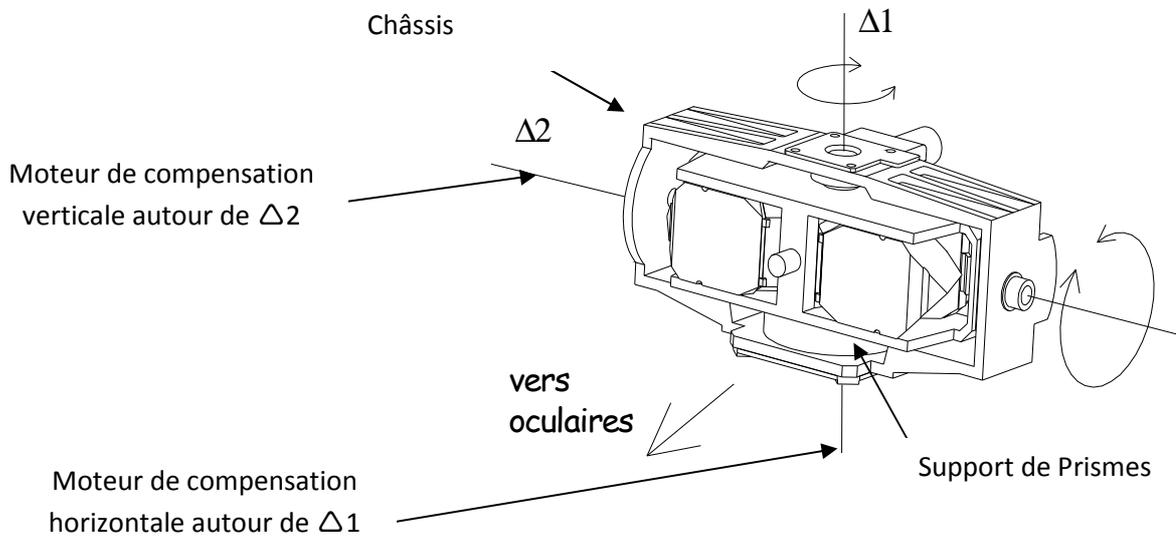
Tous les documents réponses même vierges sont à remettre en fin d'épreuve.

1. Mise en situation

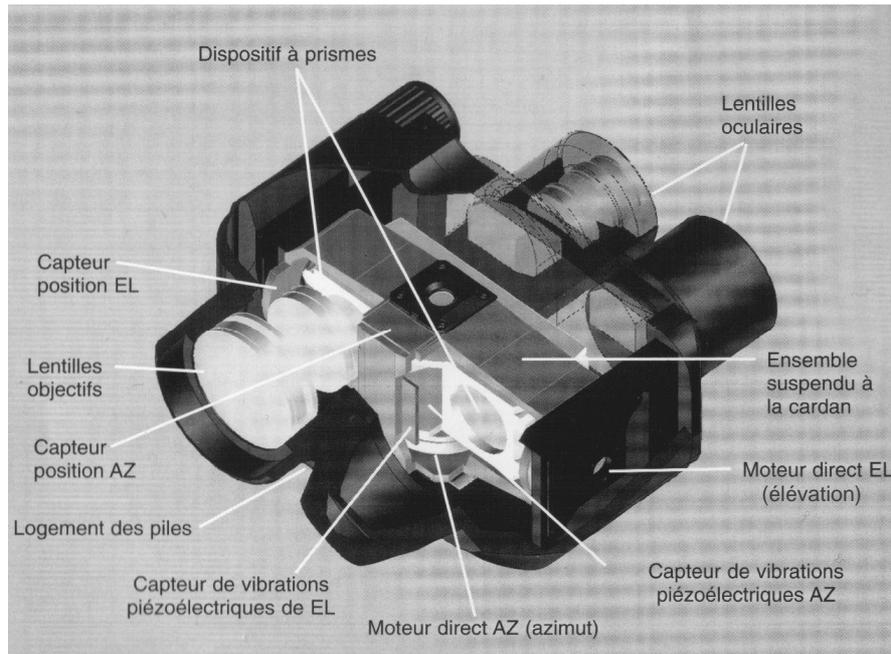
La jumelle **TECHNO-STABI** est une jumelle à **stabilisation opto-mécano-électronique** permettant de compenser le tremblement musculaire, mais aussi les oscillations et les fortes vibrations rencontrées à bord d'un véhicule roulant, d'un hélicoptère, d'un avion ou d'un bateau.



L'innovation technologique consiste dans le fait que les prismes sont montés sur des supports mobiles, déplaçables à très haute vitesse par deux servomoteurs, l'un assurant la compensation horizontale et l'autre la compensation verticale. Chacun de ces moteurs est contrôlé numériquement par l'association de capteurs de vibrations.



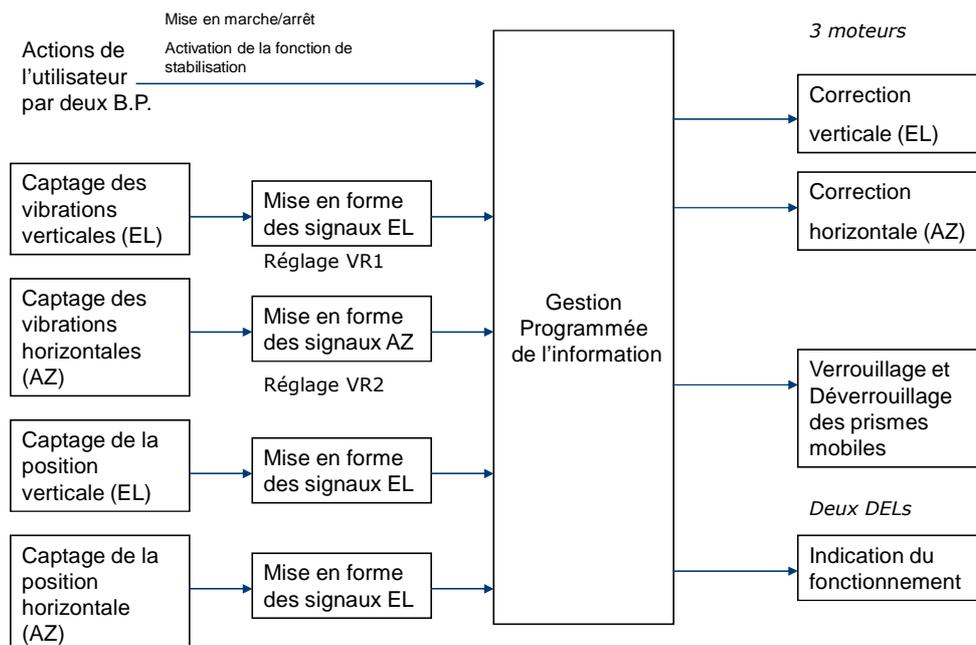
Vue interne des jumelles



Les capteurs de vibrations piézo-électriques verticaux et horizontaux détectent les mouvements cycliques et répétitifs :

- ☞ Les capteurs de position verticaux et horizontaux délivrent une information en continu sur la position de la partie mobile par rapport au corps des jumelles ;
- ☞ Les quatre paramètres sont transmis au microprocesseur ;
- ☞ Le microprocesseur génère les signaux de commande des deux moteurs et effectue les corrections nécessaires.

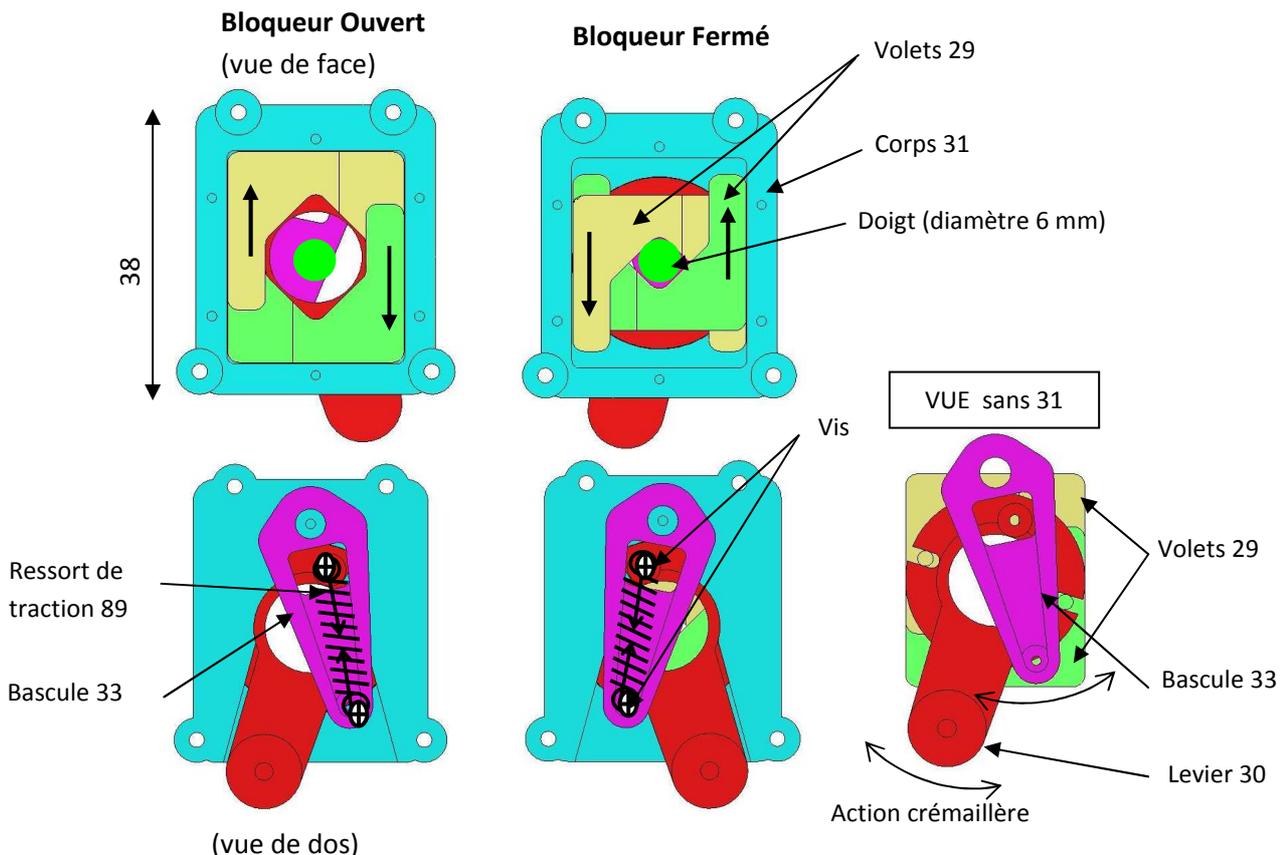
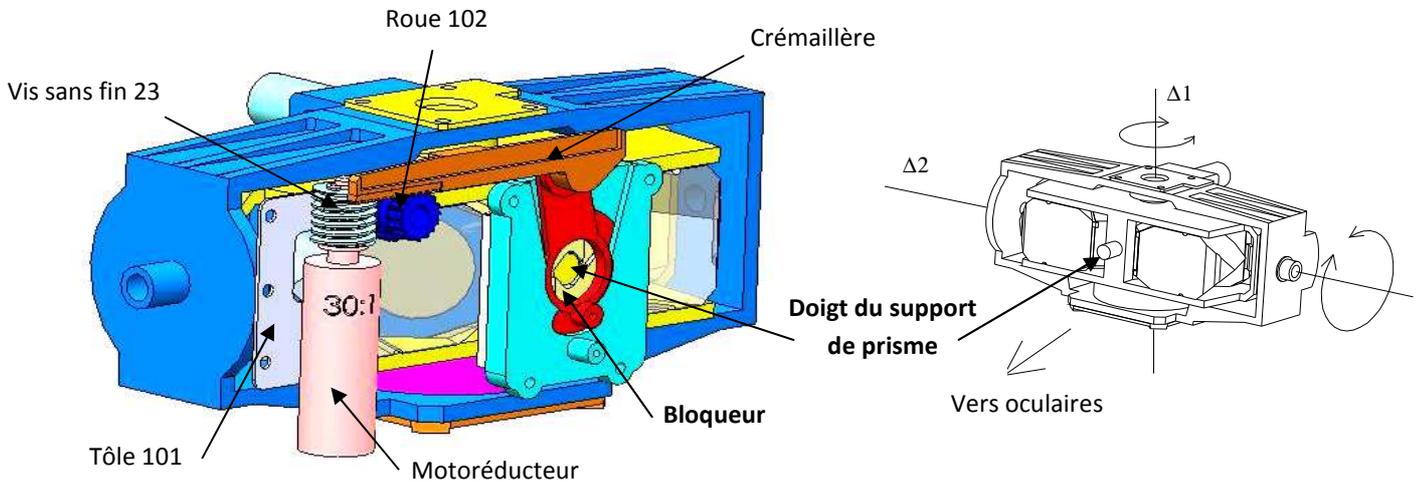
Schéma fonctionnel



2. Fonction verrouillage

Lors du stockage ou du transport de la jumelle le système optique suspendu doit être verrouillé pour éviter chocs et dérèglages.

La solution retenue est un bloqueur qui en position fermée, immobilise le doigt du support de prisme, et ainsi interdit les rotations autour de $\Delta 1$ (correction horizontale AZ) et $\Delta 2$ (correction verticale EL).



Le motoréducteur de verrouillage entraîne la crémaillère qui fait basculer le levier 30 ; ce levier translate les 2 volets 29 qui bloquent le doigt du support de prismes. Ces 2 positions (bloqueur ouvert et bloqueur fermé) sont stabilisées par la bascule 33 et le ressort 89.

3. Problématique

Pour élargir le marché, la société Fujinon cherche à baisser le cout du produit. Les concepteurs tentent, fonction par fonction de diminuer le nombre de pièces, d'en simplifier la fabrication et l'assemblage. Aujourd'hui le prix de vente est de 1 434 €, et la fabrication se fait par lots de 1 000 pièces sur des périodes variant de 6 mois à 1 an.

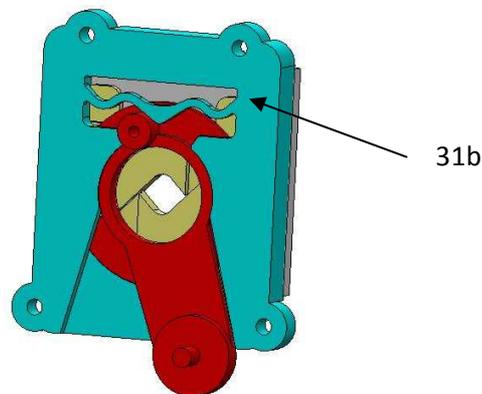
Seule la fonction verrouillage / déverrouillage est traitée.

A- Diminuer le nombre de pièces

Le concepteur a pensé modifier la solution, en supprimant les pièces 33 et 89 et donc les 2 vis d'assemblage, par une modification de la pièce 31 qui intégrera la fonction élastique de verrouillage. Cette solution a permis de conserver intact le levier 30 et donc de minimiser les coûts de cette modification.

Proposition de forme :

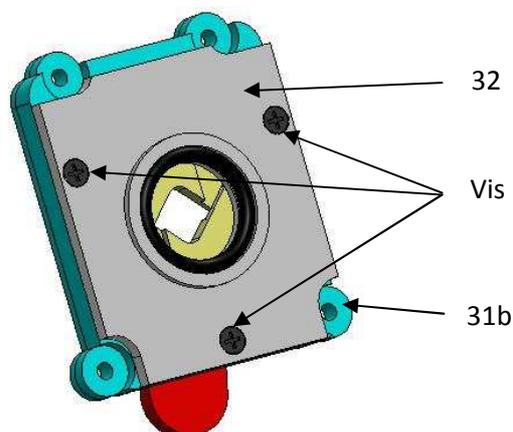
BLOQUEUR avec pièce 31 modifiée



B- Améliorer l'opération d'assemblage du couvercle 32 sur le corps 31

Actuellement, le sous-ensemble de blocage (29, 30, 31, 32) est assemblé par des vis auto-taraudeuses reliant la pièce 32 à la pièce 31. Le concepteur désire profiter de la re-conception de 31 pour diminuer le cout de cette opération d'assemblage.

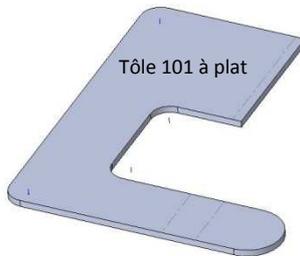
Assemblage actuel



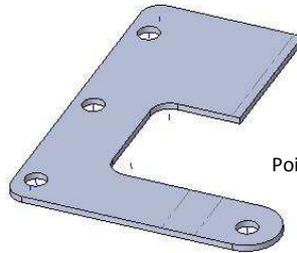
C- Améliorer la précision

Pour les premiers lots de pièces, et dans le but de minimiser les coûts d'outillages, les techniciens méthodes avaient choisi de fabriquer la tôle N° 101 (DT 3/7) à l'aide de 3 outils de découpe simples :

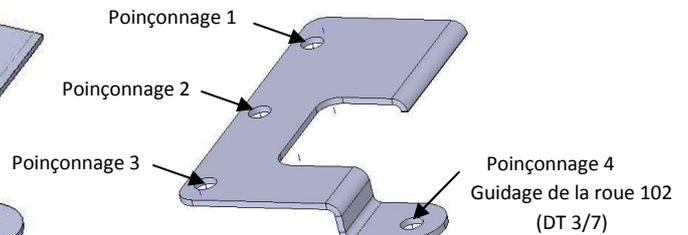
OUTIL 1 : DECOUPAGE



OUTIL 2 : POINÇONNAGE



OUTIL 3 : CAMBRAGE



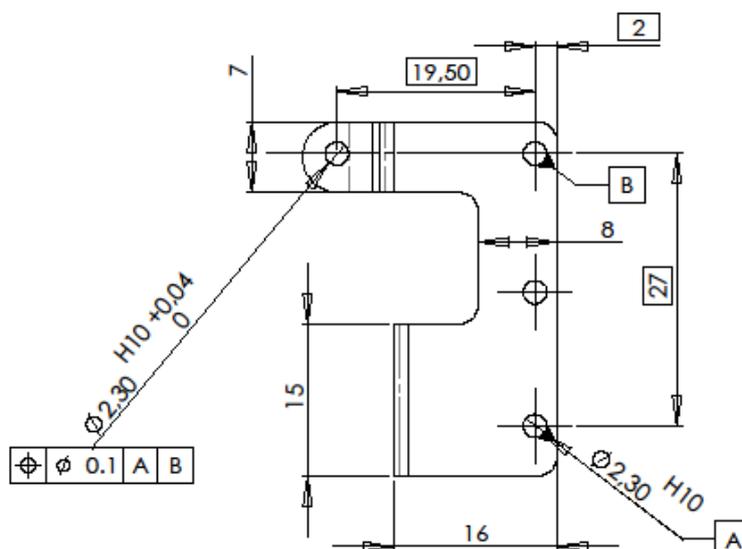
On constate des dispersions trop importantes sur la position du poinçonnage 4 (guidage de la roue 102 DT3/7) par rapport aux poinçonnages 1,2 et 3, cette position étant beaucoup trop tributaire de la qualité du cambrage qui est réalisé après les poinçonnages.

Cette solution est remise en cause, on envisage la fabrication d'un nouvel outillage pour limiter cette dispersion.

Matière : acier Inox 304 (X5 Cr Ni 18-10)

Épaisseur : 0.8 mm

COTATION PARTIELLE DE LA PIECE PLIEE



Extrait de documents CETIM : Définition des jeux, bavures, et bords découpés

ACIER INOXYDABLE
 Nuance: **X5 CrNi 18-10**
 selon NF EN 10088
 Caractéristiques mécaniques
 selon la norme:
 $R_p 0,2 \geq 230 \text{ MPa}$
 $540 \leq R_m \leq 750 \text{ MPa}$
 $A > 45 \%$

Ancienne désignation:
 Z7 CN 18-9

Désignation selon AISI:
 304

DOMAINE D'UTILISATION

- Épaisseur de la tôle:
 $0,8 \text{ mm} \leq e_0 \leq 3 \text{ mm}$
- Rayon de poinçonnage:
 $r > 5e_0$
- Cadence de découpage:
 jusqu'à 200 cps/min
- Découpage avec lubrification

EFFORTS DE DÉCOUPAGE

$F = 0,69 \cdot e_0 \cdot P \cdot R_m$

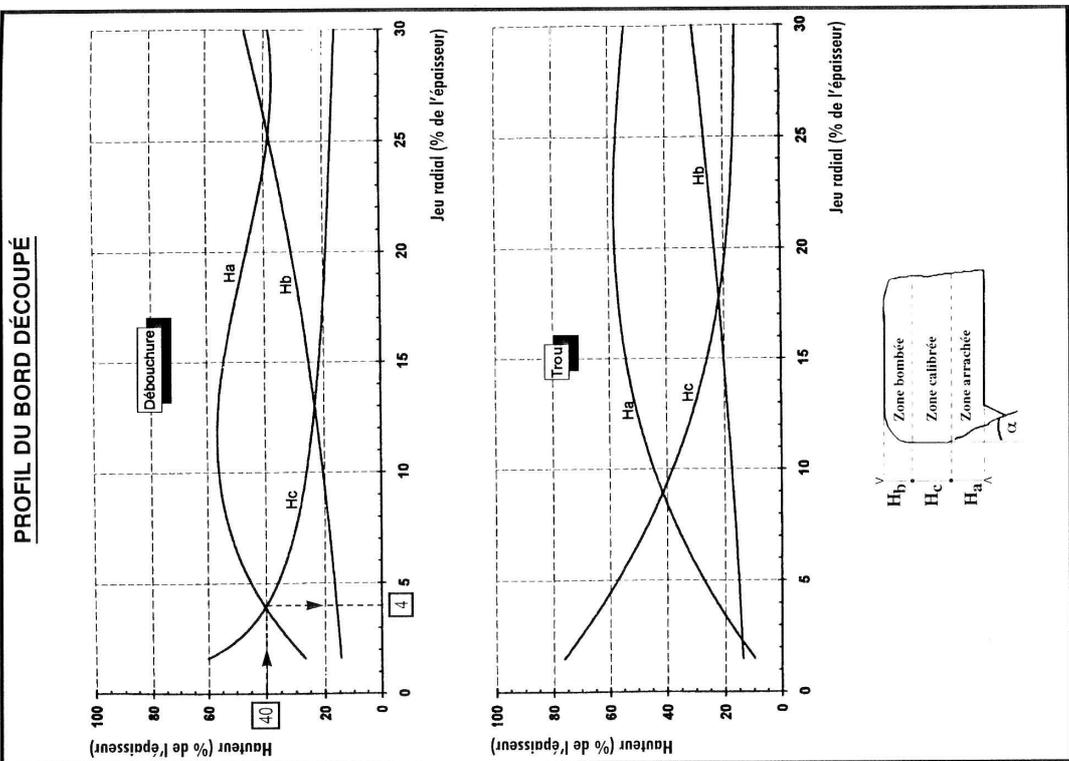
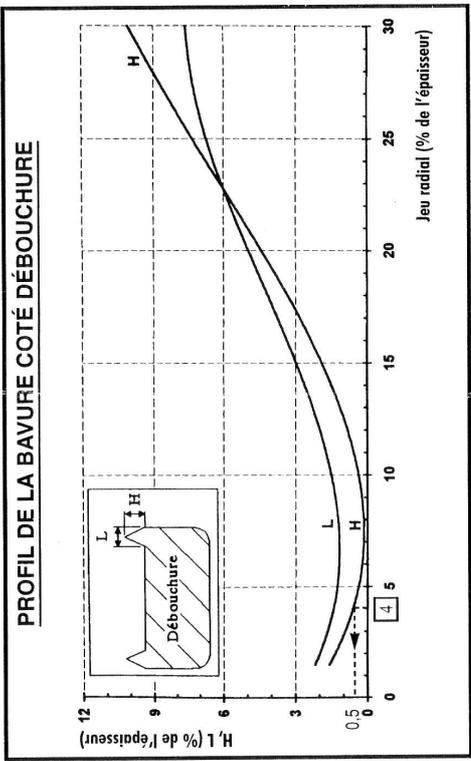
EFFORTS DE DÉVÉTISSEMENT

$F = 0,02 \cdot e_0 \cdot P \cdot R_m$

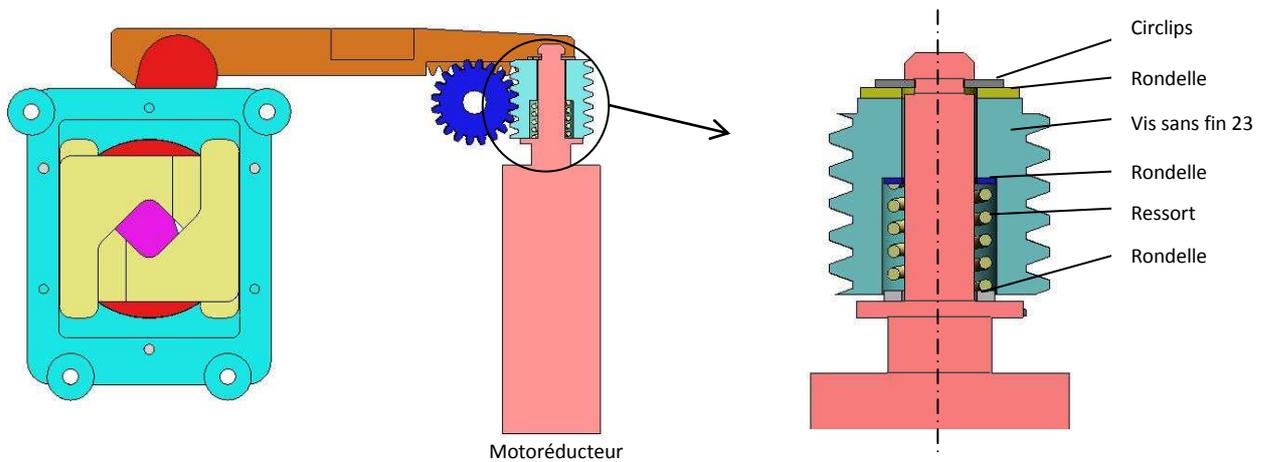
P : périmètre découpé
 R_m : résistance à la traction de la tôle
 $J = 2 \%$
 Outil neuf

EFFORTS DE CAMBRAGE

Estimé à **0,1 x Effort** de découpage d'une même longueur



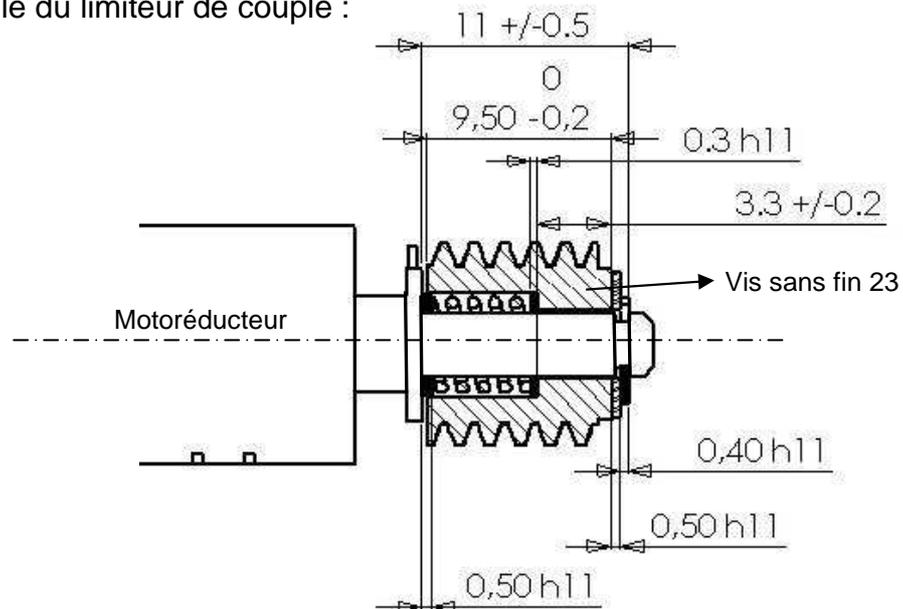
D- Valider la conception du limiteur de couple



- Pour protéger le motoréducteur en cas de blocage, l'entraînement de la vis sans fin (23) par l'axe de sortie du réducteur est assuré par un ressort de compression qui, d'après des essais, doit être précontraint d'une valeur de $4 \pm 0,5$ mm
- Le fournisseur de ressorts assure que les ressorts livrés respectent toutes les spécifications : longueur à vide $L_0 = 9 \pm 0,5$ mm, diamètre, matière, section, ...

On constate que certains sous-ensembles patinent trop facilement, sans qu'il y ait de défaut de fonctionnement de la transmission. Une analyse fine des cotations de fabrication doit être faite pour vérifier que la précontrainte est bien respectée.

Cotation fonctionnelle du limiteur de couple :



Extrait de la norme : Ajustement jusqu'à 3 $h11 = 3 \begin{smallmatrix} 0 \\ -60 \end{smallmatrix} \mu$

TRAVAIL DEMANDE :

1) Modification du corps de bloqueur 31

Pour valider la nouvelle version, on demande de proposer des solutions pour l'injection plastique de la pièce 31b en A.B.S.

- **1.1)** Sur les silhouettes du DR1, tracer en rouge les lignes, les arcs positionnant le plan de joint. Colorier les surfaces moulées par le bloc fixe en bleu et les surfaces moulées par le bloc mobile en vert.

Proposer des solutions constructives pour la réalisation du moule :

- **1.2)** Représenter les éléments actifs constituant le moule parties fixe et mobile (une couleur par pièce). (DR2)
- **1.3)** Représenter le système d'éjection retenu. (DR2)
- **1.4)** Numéroté et nommer les éléments constituant le moule, et préciser pour chacun d'eux, les moyens d'usinage préconisés. (DR3)

2) Assemblage corps 31/ couvercle 32 (DR1)

- **2.1)** Nommer et proposer une solution d'assemblage plus pratique que le vissage qui ne modifie pas le couvercle (la solution proposée doit être indémontable).
- **2.2)** Représenter les modifications engendrées sur la pièce 31b.
- **2.3)** Schématiser le nouvel assemblage et l'incidence sur le moule de production.

3) Amélioration de la précision de la tôle 101

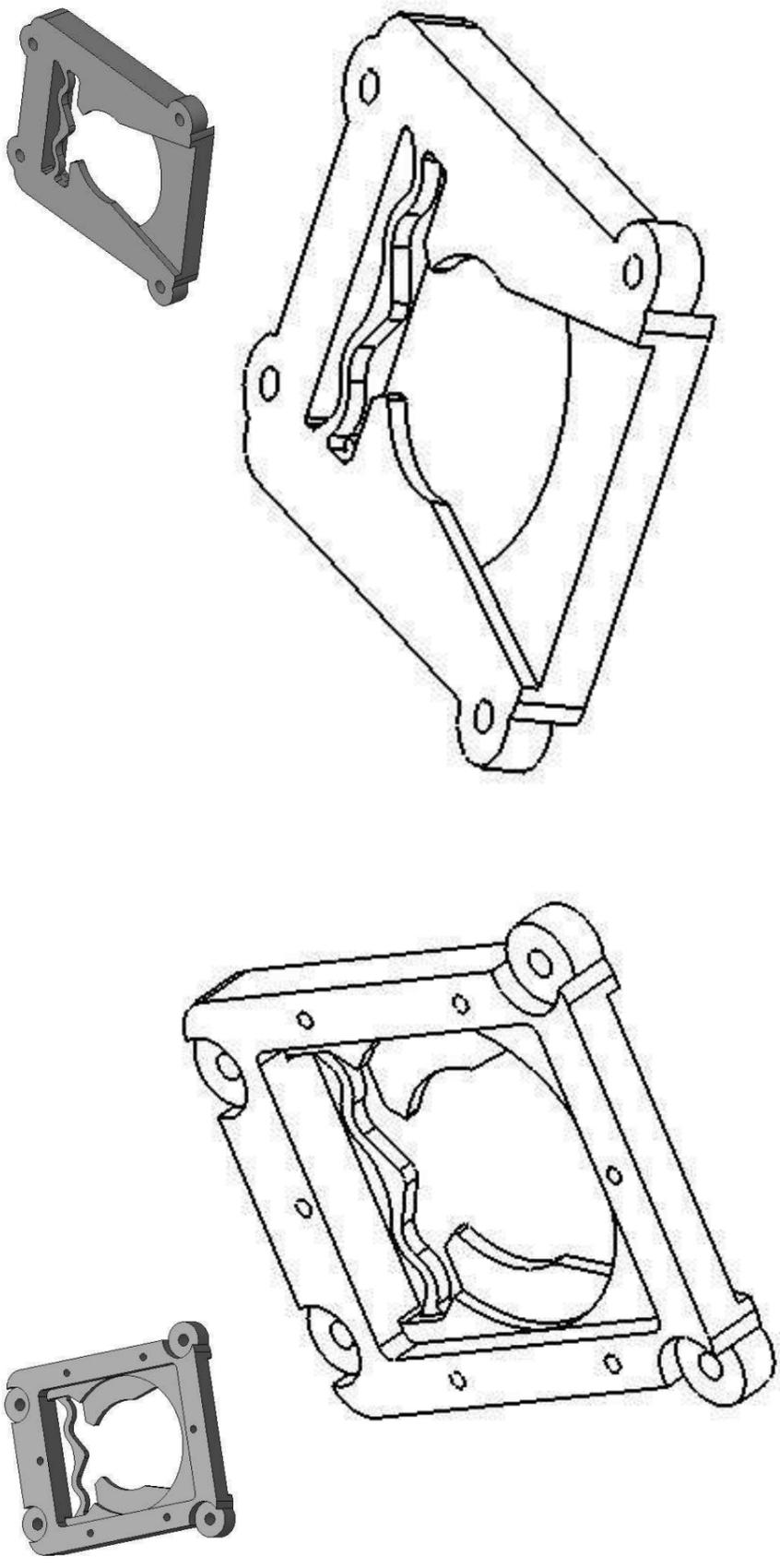
- **3.1)** Proposer une mise en bande pour réaliser le découpage / cambrage de la tôle 101 avec un seul outil de découpe à suite sur une presse équipée d'un avance bande à commande numérique. (DR4)
- **3.2)** Surligner en couleur les arêtes à prendre en compte pour le calcul de l'effort de découpage/cambrage. (DR4)
- **3.3)** Lister les efforts à prendre en compte pour choisir une presse capable de produire ces pièces. (DR5)
- **3.4)** Pour les calculs suivants, les efforts de cambrage sont négligés, justifier ce choix. (DR5)
- **3.5)** Le périmètre découpé (variable suivant la solution retenue) est estimé à 212 mm, calculer (en le détaillant) l'effort minimum que doit fournir la presse. (DR5)
- **3.6)** Fonctionnellement, il faut que la hauteur de bavure ne dépasse pas 0.01 mm et que la longueur calibrée H_c soit au minimum de 0.4 mm. Chiffrer à partir de la cote nominale (en mm) le plus grand jeu radial de découpage admissible pour le trou N°4 (DR5, justifier votre valeur en complétant les tableaux).
- **3.7)** Faire un schéma coté du poinçon et de la matrice de cette opération (DR5).

4) Validation du limiteur de couple (DR6)

- **4.1)** En utilisant la figure A du DR6, calculer la valeur tolérancée du logement du ressort dans la vis sans fin 23.
- **4.2)** A partir de la longueur à vide du ressort et de sa précontrainte d'utilisation, calculer la longueur d'utilisation du ressort monté (min et Maxi).
- **4.3)** Montrer que la cotation actuelle ne permet pas d'assurer la précontrainte du ressort. (DR6)
- **4.4)** Pour assurer le fonctionnement correct du limiteur de couple :
 - sans changement du ressort et de sa précontrainte ;
 - à partir de la longueur d'utilisation calculée précédemment ;

Proposer une modification de la cotation, en accord avec les moyens de production. Vérifier votre proposition par le calcul.

Question 1.1 : Ligne de joint et surfaces associées à la partie fixe et mobile

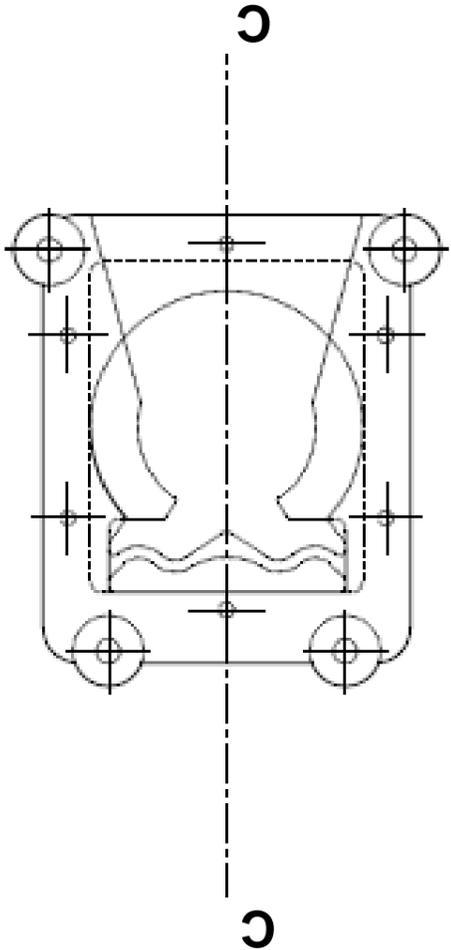
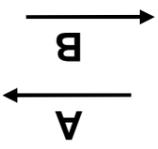
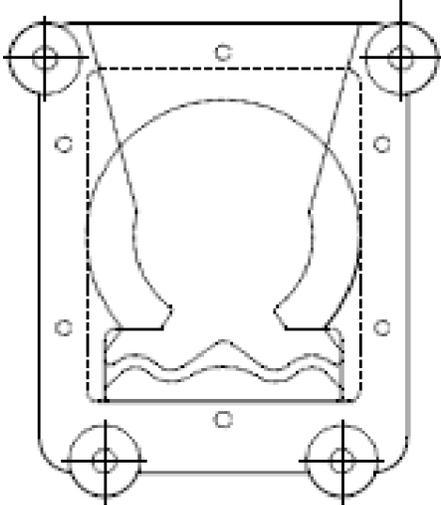


Question 2 : Assemblage corps 31 / couvercle 32

Question 1.2 : Représentation des éléments actifs du moule

1.3 : Système d'éjection retenu
Toutes vues de détail complémentaires autorisées.

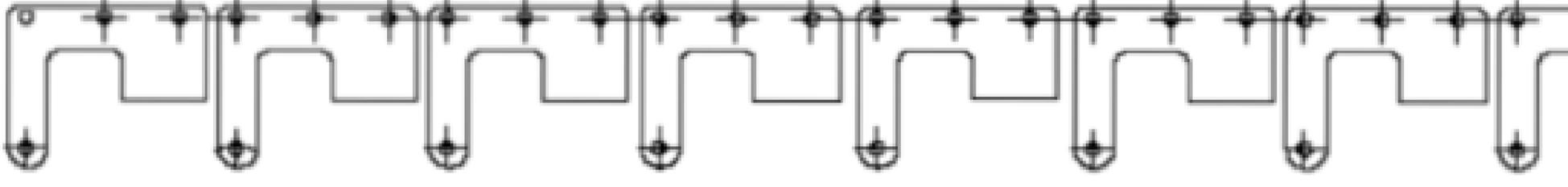
Vue suivant A	Coupe centrale CC	Vue suivant B
---------------	-------------------	---------------



Question 1.4 : Nomenclature et procédés

N°	Noms	Procédés de fabrication

Questions 3.1 et 3.2 : Représentation d'une mise en bande

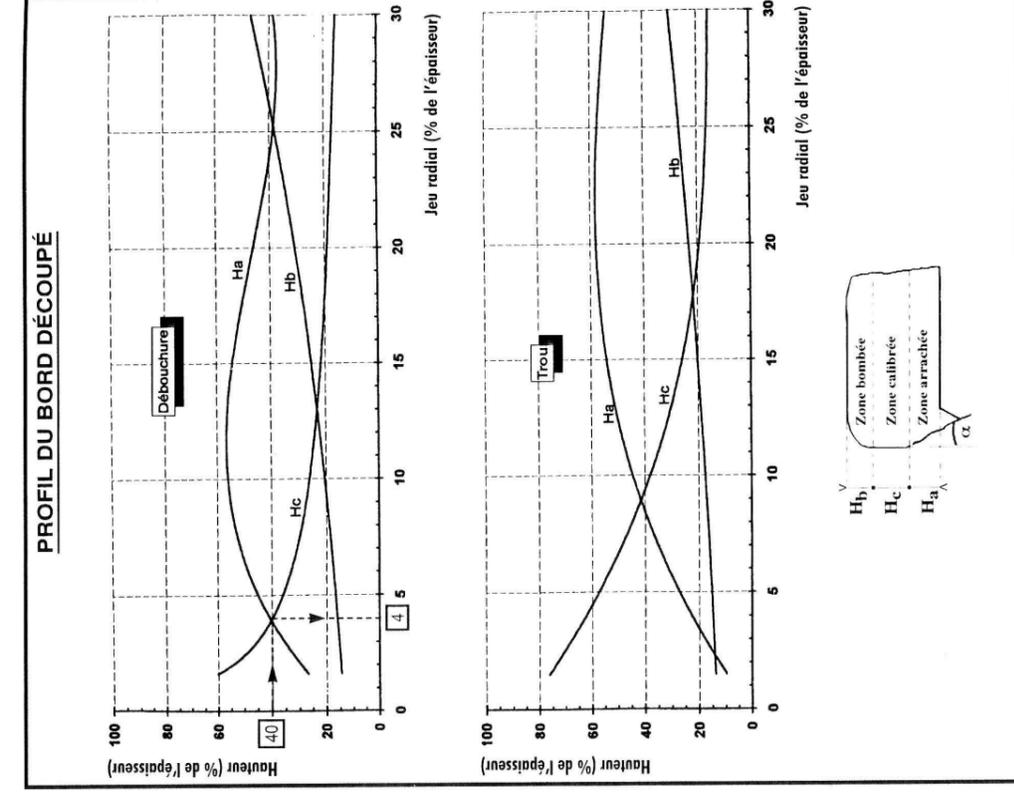


- La pièce est représentée dépliée.
- Doit figurer :
- Les poinçons de découpe et de cambrage ;
 - Le squelette de la bande ;
 - Les pilotes pour la mise en position de la bande ;
 - Le sens de défillement de bande ;
 - Le pas et la largeur de bande ;
 - Une vue en coupe d'un poste de cambrage et d'un poste de pilotage.

Questions 3.3 à 3.7 : Amélioration de précision

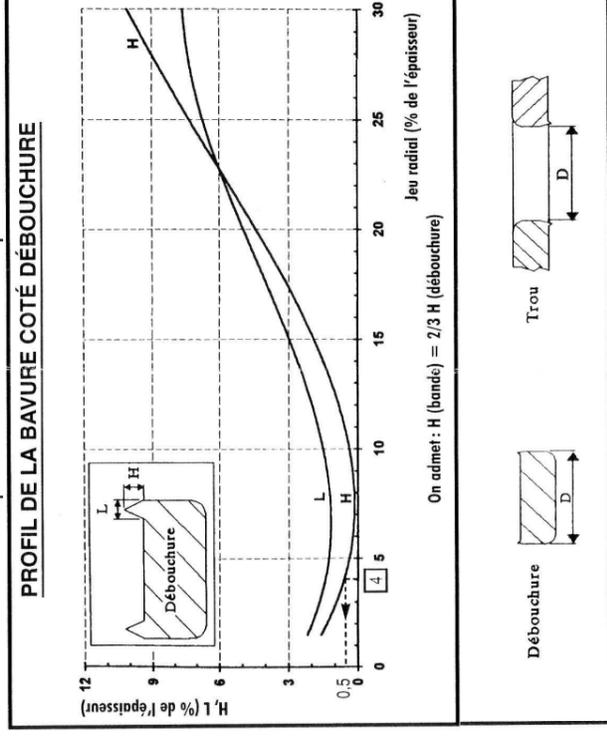
Documents extrait du CETIM

ACIER INOXYDABLE
Nuançe : X5 CrNi 18-10
selon NF EN 10 088



Question 3.6 : Valeur du plus grand jeu radial de découpage admissible.

Question 3.3 : Lister les efforts



Question 3.7 : Schéma coté du poinçon et de la matrice.

Question 3.4 : Les efforts de cambrage sont négligés, justifier ce choix.

Question 4.1 : Calcul du logement du ressort

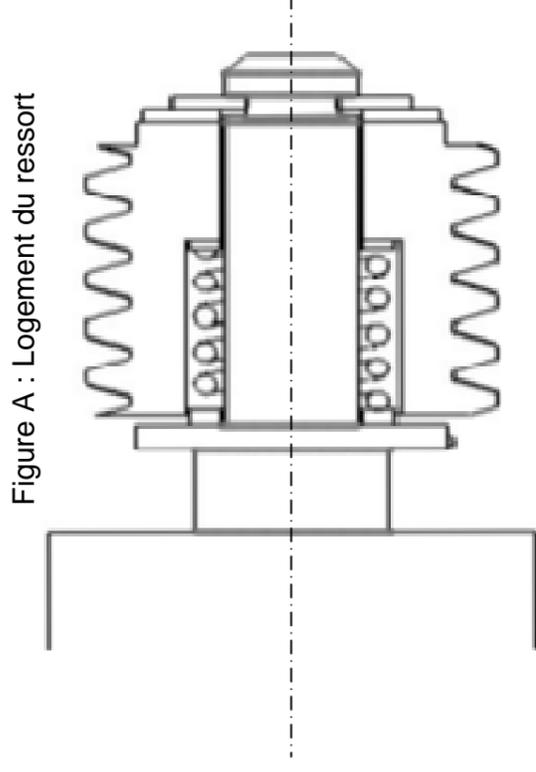
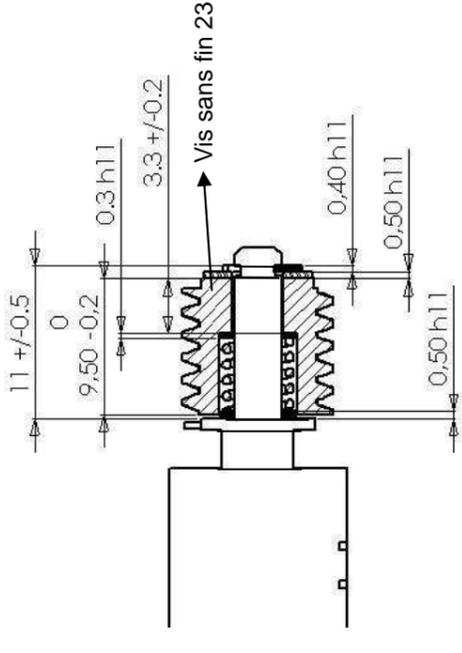


Figure A : Logement du ressort

Rappel de la cotation, ne rien inscrire.



Question 4.2 : Longueur d'utilisation du ressort monté (maxi et mini).

Question 4.3 : Montrer que la cotation actuelle ne permet pas d'assurer la précontrainte du ressort.

Question 4.4 : Proposer une modification de cotation, en accord avec les moyens de production, pour assurer le fonctionnement. Vérifier votre proposition par le calcul.