

Agrégation de Génie Mécanique – Concours externe
Epreuve d'Etude d'industrialisation – Eléments de corrigé
Session 2008

A.1 ETUDE DE LA FONCTION ETANCHEITE :

A.1.1 Sur le document réponse **DR-A11**, repérer le circuit du gaz et identifier les composants de l'ensemble qui interviennent dans l'obtention de la fonction étanchéité.

Voir DR_A11

La suite de l'étude se limitera au corps du robinet et à la cuve du détendeur. L'étanchéité aux liaisons ne fait pas partie du problème traité.

A.1.2 Quelles sont les principales causes de fuite que l'on peut rencontrer sur ce type de pièces. De quoi dépendent-elles ?

Les causes de fuite seront principalement de deux natures.

Les premières dépendront de la qualité des étanchéités statiques ou dynamiques assurées par les joints et les surfaces de contact. Dans ces cas les défauts de rugosité sur les portées de joint et les défauts de forme (cylindricité, circularité ou planéité) aux surfaces de contact seront prépondérants. Ces défauts dépendent des processus de réalisation et de la géométrie globale de la pièce.

Les secondes sont liées à la qualité intrinsèque de la matière qui se traduira par une éventuelle porosité qui dépend du choix matière et du procédé de réalisation du brut.

A.2 OBTENTION DE LA CUVE, ETAT BRUT :

Les cuves de détendeur ou de limiteur sont produites à 1000 exemplaires par mois.

A.2.1 Compte tenu de la géométrie visée et des contraintes d'étanchéité, quelles sont les associations de matériaux et de procédés qui vous paraissent les plus aptes à remplir la fonction ?

Les géométries finies – dimensions et tolérances – imposent un procédé de finition par enlèvement de matière.

Les géométries brutes sont complexes et privilégient un procédé de fonderie.

La dimension oriente le choix vers une fonderie sable, en coquille par gravité ou sous pression.

La série peut justifier une fonderie en moule permanent d'un alliage d'aluminium.

La fonderie sous pression posera des difficultés d'étanchéité plus fortes.

Le choix du bureau d'industrialisation se porte finalement sur une fonderie sous pression d'un alliage d'aluminium. Les pièces sont ensuite traitées par un procédé d'étanchage par imprégnation – **DRS-A21** – à base de résine polymérisable – **DRS-A22**.

A.2.2 A quelle place de la gamme générale de fabrication peut-on envisager de positionner ce traitement ?

Le traitement ne modifie pas les caractéristiques mécaniques ou dimensionnelles. Un traitement après usinage permettra de traiter toutes les porosités.

Le procédé d'imprégnation impose un lavage des pièces avant polymérisation et la fiche « sécurité-produit » précise les risques écologiques liés à la toxicité et à l'élimination des produits. Par ailleurs la réglementation impose une consommation maximale de 8l d'eau par m² par fonction rinçage – **DRS-A23**.

Les questions suivantes ont pour objet de comparer différents modes de rinçage et sélectionner celui le plus apte.

Données techniques utiles :

- Surfaces de la pièce : $s = 0,06 \text{ m}^2$;
- Rinçage par panier de 10 pièces ;
- Surface équivalente du panier : $S = 0,1 \text{ m}^2$;
- Débit d'entraînement : $e = 0,25 \text{ L/m}^2$. Le débit d'entraînement e correspond au volume de produit emporté d'un bac par la surface d'un panier chargé ;
- La densité de la résine est approximée à la valeur 1 ;
- Le bon déroulement de la phase de polymérisation impose sur la surface de la pièce une concentration maximale de résine de 10g/L .

Notation

- R_d : Le rapport de dilution de rinçage. R_d est égal au rapport des concentrations C_b du bain précédent et C_r du bain de rinçage ;
- V : volume du bac de rinçage ;
- Q : débit d'eau en L/m^2

A.2.3 Pour le cas d'un rinçage courant, déterminer la quantité d'eau nécessaire au rinçage d'un mètre carré.

En régime établi le rapport de dilution est :

$$R_d = \frac{C_b}{C_r} = \frac{Q}{e} \text{ soit } Q = \frac{C_b}{C_r} \times e \quad Q = 25 \text{ L/m}^2$$

A.2.4 Dans le cas d'un rinçage statique, la concentration du bac de rinçage, d'une contenance de 100 L, évolue en fonction de la surface rincée et est changée quand la concentration limite est atteinte. Déterminer l'évolution de la concentration en fonction de la surface. Calculer la surface rincée à la concentration limite et rapporter le résultat au volume d'eau nécessaire au rinçage d'un mètre carré.

$$\frac{dC_r}{dS} = \frac{e \cdot C_b - e \cdot C_r}{V} \text{ avec } C_r = 0 \text{ pour } S = 0$$

$$\text{Soit } \frac{e}{V} \cdot C_r + \frac{dC_r}{dS} = \frac{e}{V} \cdot C_b \text{ et } C_r = C_b \cdot \left(1 - e^{-\frac{e}{V} \cdot S}\right)$$

On en déduit $S = -\frac{V}{e} \cdot \ln\left(1 - \frac{C_r}{C_b}\right)$ soit $S = 4\text{m}^2$ pour un bac de 100 L et environ 25 L/m^2 de surface rincée.

A.2.5 Dans un rinçage cascade, la pièce circule à contre courant par rapport à l'eau. L'eau part de la dernière cuve de rinçage pour finir par passage en cascade dans la première cuve où est passée la pièce. Le débit d'eau est donc le même pour chaque cuve de rinçage. Déterminer le nombre de bacs n à placer en cascade.

$$Q = eRd1 = eRd2 \dots$$

$$\text{Ainsi } Rd = \left(\frac{Q}{e}\right)^n \text{ et } n = \ln(Rd) - \ln\left(\frac{Q}{e}\right) \text{ soit } 2 \text{ bacs.}$$

A.3 OBTENTION DU CORPS DE ROBINET, ETAT BRUT :

Le brut du corps de robinet est en laiton et le procédé retenu pour son obtention est le matriçage au moyen d'une matrice ouverte.

A.3.1 Quelles sont les raisons qui conduisent au choix de ce procédé?

Le matriçage est un procédé par déformation à chaud d'un lopin soumis à une pression entre deux demi matrices portant l'empreinte de la pièce à obtenir.

Les déformations plastiques importantes et rapides mises en jeu permettent d'éliminer les défauts tels que criques, retassures ou porosités et donc d'assurer une excellente étanchéité des pièces, caractéristique recherchée dans le cas des pièces d'un circuit Gaz.

Le choix du procédé par matrice ouverte est directement lié à la fonction coût. Dans le cas de matrices fermées, la précision dimensionnelle du lopin est beaucoup plus petite, le surplus de matière ne pouvant s'écouler par les plans de joint, ce qui engendre un coût plus élevé.

A.3.2 Justifier l'organisation géométrique de la pièce au regard du procédé de brut et indiquer les surfaces de joints possibles sur le document réponse **DR-A32**. Faites un choix.

Matrices ouvertes, donc absence de contre dépouille sur chacune des deux demi-matrices. (Dans le cas contraire, cela nécessiterait l'utilisation de 2 demi-coquilles pour la matrice inférieure ce qui imposerait un travail en matrices fermées ou semi fermées et donc un coût plus important).

Cela engendre l'obligation de placer dans le même plan les axes des formes cylindriques de la pièce afin de créer un plan de symétrie.

Le plan de symétrie indique ainsi le plan de joint le plus pertinent.

A.3.3 Les deux alliages retenus en première approche pour la pièce sont le CuZn39Pb2 (CW612N) et le CuZn40Pb2 (CW617N). Quelle est la raison qui conduit au choix de matériaux contenant l'élément d'alliage Pb? Comment peut-on se passer de cet élément d'addition?

L'adjonction de plomb est employée usuellement pour améliorer l'usinabilité (meilleure fragmentation des copeaux). Ici il favorise l'écoulement de la matière et réduit l'usure des empreintes. Sans Pb, il faut augmenter la quantité de lubrifiant lors de l'opération ce qui peut engendrer des défauts dimensionnels ou d'aspect sur les pièces.

Pour mettre en évidence la modification relative du diagramme d'équilibre des laitons biphasés sous l'effet d'un élément d'alliage, on applique la théorie du titre fictif qui consiste à donner à tout élément d'addition au laiton binaire une équivalence en zinc.

$$\text{Soit } Cu'\% = Cu\% \cdot \frac{100}{100 + \delta \cdot (k - 1)}$$

avec $Cu'\%$: titre fictif,

$Cu\%$: titre réel,

δ : teneur de l'élément considéré,

k : coefficient d'équivalence.

Les coefficients d'équivalence des principaux éléments d'addition sont :

Ni = -1,2	Mn = 0,5	Sn = 2
Co = 1	Cd = 0,7	Al = 6
Pb = 0	Fe = 0,9	Si = 10

A la température de mise en œuvre, l'opération de matriçage nécessite la présence d'une structure biphasée, avec une proportion de phase β comprise entre 50 et 100%.

A.3.4 Pour chacun des alliages retenus, calculer le titre fictif en cuivre et déterminer en utilisant le document réponse **DR-A34** les plages optimales de température de matriçage.

Pour CuZn39Pb2 : $Cu\% = 59 \cdot (100 / (100 + 2 \cdot (0 - 1))) = 60,2\%$

Pour CuZn40Pb2 : $Cu\% = 58 \cdot (100 / (100 + 2 \cdot (0 - 1))) = 59,18\%$

Voir DRA34

A.3.5 Déterminer lequel des deux alliages est le mieux adapté au contexte étudié ainsi que la température de mise en œuvre. Justifier les choix.

L'alliage CuZn40Pb2 présente une plage de température de matriçage plus grande et une température de matriçage basse plus faible ce qui engendre un gain énergétique pour la chauffe du lopin et des matrices, ainsi qu'une usure moindre des matrices.

A.3.6 La norme NF EN 12165, relative aux barres corroyées et brutes d'alliages de cuivre pour matriçage, définit la composition des alliages retenus CW612N et CW617N (en version standard "Pb2" du fournisseur, voir **DRS-A36**).

Déterminer l'influence des variations de composition matière admissibles par la norme sur l'opération de matriçage.

Pour chacun des deux alliages, il s'agit de déterminer l'influence mini et maxi de chaque élément d'addition et de déterminer ainsi les titres fictifs mini et maxi :

Ainsi :

		Cu	Pb	Al	Fe	Ni	Sn	Cu'
CuZn39Pb2	Cu' % mini :	59	1,6	0,05	0	0	0,3	59,63
	Cu' % maxi :	60	2,5	0	0,3	0,3	0	61,97
CuZn40Pb2	Cu' % mini :	57	1,6	0,05	0	0	0,3	57,61
	Cu' % maxi :	59	2,5	0	0,3	0,3	0	60,93

Les incertitudes sur le titre fictif conduisent à éliminer le CuZn40Pb2. Il n'y a en effet pas de plage de température de matriçage commune pour Cu' % max et min pour cet alliage (détermination des températures à l'aide de DRA34).

Les variations dans la composition pourraient donc amener à réaliser l'opération de matriçage sur des structures non compatibles dans les conditions de températures définies.

Pour le CuZn39Pb2, il existe par contre une plage comprise approximativement entre 760 et 780°C qui permet de respecter la structure de l'alliage imposée par l'opération de matriçage malgré les variations de composition.

A.3.7 Conclure quant au choix de l'alliage et à la mise au point de la phase de matriçage.

Compte tenu des résultats précédents, l'alliage retenu sera le CuZn39Pb2, en raison de la meilleure compatibilité de sa composition avec les caractéristiques de structure que nécessite l'opération de matriçage.

La mise au point de la phase (et principalement la détermination de la température de matriçage) passera nécessairement par une étude de capabilité qui devra prendre en compte les dispersions liées à la composition matière.

La stabilisation du procédé pourrait éventuellement, à coût plus élevé, être facilitée par un cahier des charges matière plus contraignant que celui défini par la norme.

PARTIE B : INDUSTRIALISATION DU CORPS DE ROBINET

L'étude porte sur la réalisation du corps de robinet ECG612 (DT-3)
L'ensemble "Robinet" est présenté sur DT-2

B.1 ETUDE DE LA GAMME STANDARD DE FABRICATION DES CORPS DE ROBINET :

L'entreprise réalise déjà plusieurs références dans la famille de pièces "corps de robinet". Le plan de production prévisionnel (environ 300 pièces/mois) étant proche des autres productions de la famille, le service "méthodes industrialisation" se propose donc tout naturellement d'appliquer à cette pièce la gamme standard mise en œuvre pour les autres références. (DT-5)

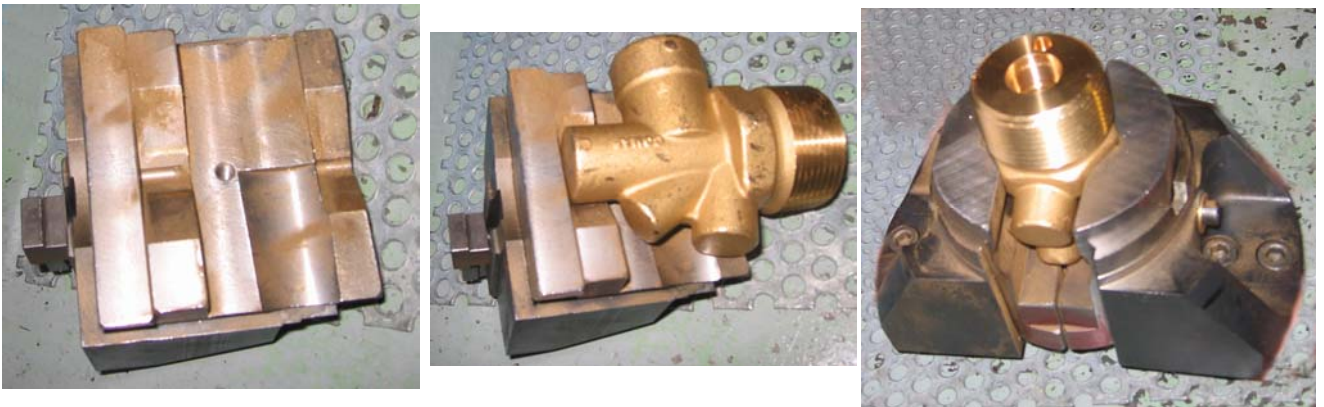
Prise de pièce en phase 20 :

B.1.1 Sur DR-B11 définir une solution de prise de pièce pour la phase 20 et justifier les choix effectués. (Toute solution usuelle de représentation acceptée : schématisation technologique des éléments, croquis 3D à main levée, vues projetées et coupes ...)

Compte tenu de la morphologie de la pièce et notamment du plan de symétrie défini par le plan de joint, le système le mieux adapté est une solution sur mandrin à 2 mors dédiés. Ce système auto symétrique permet également de s'affranchir des dispersions dimensionnelles du brut liées au procédé d'obtention.

Voici quelques contraintes à prendre en compte : présence d'un plan de joint, répartition des contacts et marquage des surfaces, équilibrage dynamique, répétabilité de la mise en position.

Solution industrielle proposée :



Réalisation du Ø 6 mm : (groupe 1)

B.1.2 Justifier, d'un point de vue fonctionnel, la présence du Ø 6 et analyser le tolérancement qui lui est associé sur le dessin de définition (DT-3).

L'alésage est un aménagement spécifique réalisé pour la mise en position de la pièce en phase 30 (balançage du brut). Il n'appartient pas à une fonction "produit" donc tolérances générales requises sur le dessin de définition alors que du point de vue tolérancement de fabrication, le niveau de qualité dimensionnel et géométrique demandé sera déterminé par la précision de positionnement choisie (dimension intrinsèque, exigence de l'enveloppe et localisation de l'axe de l'alésage pour garantir la montabilité de la pièce sur le posage)

B.1.3 Détailler la cinématique machine minimale nécessaire à la réalisation du groupement des entités "groupe 1" et justifier le choix du moyen mis en œuvre.

Deux axes sont nécessaires pour la réalisation des formes de révolution coaxiales et un demi-axe supplémentaire est requis pour réaliser l'alésage diamètre 6mm. (Positionnement).
 Il est donc envisageable d'utiliser un centre d'usinage vertical 3 axes ou un tour CN à axe C équipé d'une motorisation pour outils tournants.
 La solution du tournage est à privilégier pour des raisons économiques (temps de cycle et facilité de mise en oeuvre).

B.1.4 Proposer une définition des contrôles à mettre en place pour cette phase dans le contexte de production étudié.

Deux cas sont à étudier : le contrôle "début de série" qui nécessite un contrôle à 100% et une connaissance précise des spécifications fabriquées en vue du réglage du processus, et un contrôle "en cours de fabrication" ou "contrôle sur poste" ou "autocontrôle" qui permet à l'opérateur de surveiller la stabilité et les dérives éventuelles du processus. Ici, seules certaines spécifications seront contrôlées et des moyens de contrôle par attribut sont possibles.

Etude de l'opération de perçage profond (Ø 2,5 mm) :

Pour l'opération considérée, un carburier propose les outils suivants :

Diamètre du trou d ₁ :	2,500 mm	Sens de coupe:	A droite
Profondeur du trou T:	51,50 mm	Type de trou:	Trou débouchant
Long. supplémentaire L:	0,00 mm	Lubrification:	Externe
Longueur de raffûtage::	0,00 mm	Type d'usinage:	avec lubrifiant

Choix du groupe matières: 4.3 Laitons cassants

Valeurs de coupe:

Conseil : pour obtenir d'autres informations sur les différents outils, cliquez sur le code de commande

Code de commande		Vc m/mn	n tr/mn	f mm/tr	Vf mm/mn	Lubrifiant	Fv kN	Md Nm	P kW	Temps copeaux	Nombre trous	L m	T min
A1547-2.5	■ ■	48	6112	0,05	306	Em. 5%	0,1	0	0,1	10,4	408	21,0	69
A1511-2.5	FNZ	43	5475	0,05	274	Em. 5%	0,2	0	0,1	11,6	408	21,0	77
A1522-2.5	■ ■	43	5475	0,05	274	Em. 5%	0,1	0	0,1	11,6	408	21,0	77
A1549TIP-2.5	TIP	61	7767	0,05	388	Em. 5%	0,1	0	0,1	8,2	544	28,0	72
A1549TFL-2.5	TFL	69	8785	0,05	439	Em. 5%	0,1	0	0,1	7,3	680	35,0	80

B.1.5 Définir les critères permettant d'identifier une opération de perçage profond, dresser la liste des paramètres influents ainsi que leur action sur la qualité de la réalisation.

Rapport L/Ø. (ici L>20*Ø).

Le problème principal est l'évacuation des copeaux. Les paramètres qui ont une influence sur l'évacuation des copeaux sont la goujure de l'outil, son revêtement, la lubrification, Vc et Vf. Une contrainte supplémentaire sera liée à la rigidité sous contrainte de l'outil.

B.1.6 Choisir la référence d'outil convenant le mieux au contexte de production en justifiant vos choix. (voir **DRS-B16** pour les détails concernant les références proposées).

A1547 : matières difficiles à usiner, matériaux durs...

A1511 : type N. (fractionnement copeau moins optimisé que les UFL)

A1522 : UFL, Choix éventuel

A1549 TIP et TFL : UFL, Choix éventuel.

Le choix se portera donc sur le A1522 en raison de sa zone de fonctionnement compatible avec les possibilités machine (limitation vitesse de broche à 7500 tours/min) tout en optimisant la formation du copeau.

B.1.7 Proposer une stratégie d'usinage adaptée à l'opération.

Pointage puis attaque lente sur environ 10 mm afin de minimiser les efforts (risque important de flambage). Perçage avec déburrage ensuite en vitesse travail.

B.1.8 Le passage sur un banc de cet ensemble outil/porte-outil de 750g (cône SA40 + pince type ER + foret) donne comme résultat d'équilibrage statique un balourd résiduel de 15 g.mm. Pour respecter un degré de qualité d'équilibrage $G=6,3$ la vitesse de rotation de l'ensemble est limitée à 3000 tr/min

Expliquer le phénomène par un croquis et dresser la liste des actions à entreprendre.

Le balourd résiduel correspond à l'action d'une masse de 15g située à 1mm de l'axe de rotation du rotor (ensemble outil+porte-outil). Ce balourd provoque un déséquilibre de l'ensemble qui sera fonction de la vitesse de rotation. Les conséquences de ce déséquilibre seront, entre autres, l'apparition de vibrations, de difficultés de stabilisation du processus du point de vue de la formation du copeau, une usure prématurée des éléments constituant la broche (paliers, roulements...).

Diminuer la fréquence de rotation n'est pas une solution adéquate en raison des critères économiques (temps de cycle, débit copeau) et également technique (risque de se trouver sous la vitesse de coupe mini).

Il faut donc envisager d'améliorer l'équilibrage de l'ensemble outil/porte-outil. (frettage, porte-outil pré équilibré, utilisation de pinces de type D, équilibrage de l'ensemble par usinage du porte-outil...)

B.1.9 Pour la réalisation de ce perçage, des outils carbures monobloc ou à plaquette rapportée de type foret $\frac{3}{4}$ (appelés également foret une lèvre ou foret canon) peuvent être utilisés. Préciser les avantages de cette solution et donner, selon vous, la raison principale pour laquelle le carburier ne propose pas ce type d'outil (pourtant disponible à son catalogue) pour cette opération.

Ces outils combinent une grande rigidité liée au matériau utilisé avec une forme et une section de goujure permettant d'augmenter le débit copeau.

Dans le cas étudié, les capacités machine (limitation de la vitesse de broche à 7500 tours/min) ne permettrait pas de respecter la zone de fonctionnement (par une V_c mini impossible à atteindre pour un $\varnothing 2.5$ mm) liée à ce couple outil/matière.

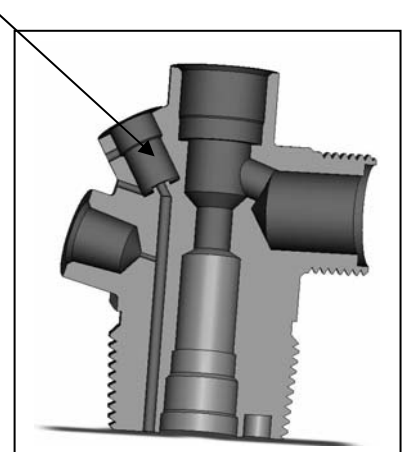
(on voit à la question B.1.6 que ce problème se pose déjà pour des outils ARS revêtus et à la question B.1.8 que la fréquence de rotation maximum sera difficilement atteinte compte tenu des contraintes d'équilibrage)

Réalisation de l'assise de bouchon de niveau maxi : (groupe 4)

Ces surfaces de la pièce permettent l'assemblage d'un bouchon. Lors de la phase de remplissage de la cuve, ce bouchon est desserré manuellement. Lorsque le niveau maximum est atteint (85% du volume de la cuve), le gaz en phase liquide s'évacue par le perçage $\varnothing 1,5$ mm.

B.1.10 Expliciter le critère micro-géométrique d'état de surface utilisé et justifier sa présence d'un point de vue fonctionnel.

La rugosité arithmétique R_a doit être de $1,6 \mu\text{m}$ maximum. L'intention du concepteur est de garantir une étanchéité statique directe.



B.1.11 Proposer un ordonnancement des opérations relatives au groupe de surfaces 4 (voir DT-5) en détaillant et en justifiant les choix réalisés. (Opérations, géométries d'outils, ordonnancement...)

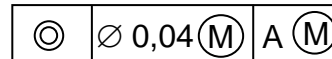
*Surfaçage Face de façon à ce que les outils suivants attaquent sur une surface préparée ;
Perçage Ø9 en ébauche
Perçages Ø2
Fraisage profil intérieur (alésages + siège) avec une fraise de forme
Perçages Ø1,5
Taraudage M10x1 -*

B.1.12 Proposer une solution de contrôle adaptée à la spécification microgéométrique réalisée.

*Pour les pièces de début de série on peut envisager un contrôle destructif, avec mesure au rugosimètre.
En cours de fabrication on prévoira un contrôle visuel ou une mesure à l'aide d'un appareil de mesure d'état de surface sans contact.*

Alésages du robinet : (groupe 3)

B.1.13 Sur DR-B1.13, détailler la spécification :



L'exigence de maxi matière est appliquée à l'élément tolérancé et à l'élément de référence. Le diamètre de la zone de tolérance cylindrique est donc de 0,04 dans l'état virtuel au maximum de matière. Ce diamètre sera corrigé des écarts entre le diamètre réel et le diamètre virtuel pour définir la taille de la zone à appliquer à chaque pièce.

B.1.14 Justifier la présence de cette spécification d'un point de vue fonctionnel.

*La surface spécifiée et la surface de référence participent toutes les deux aux fonctions "montabilité" et "étanchéité" du sous ensemble (presse-étoupe+porte-clapet) sur le robinet.
Il existe donc une dépendance directe entre le défaut de positionnement de ces deux alésages l'un par rapport à l'autre et leur dimension, d'où les exigences de maximum de matière demandées.*

B.1.15 Définir le problème posé par la réalisation de cette spécification dans le cadre d'une industrialisation de produit en série et proposer une organisation de travail permettant de le traiter.

*Cette dépendance entre spécification géométrique de position et dimension intrinsèque des éléments nécessite un contrôle unitaire afin de décider de la conformité des pièces.
Dans le cadre d'une industrialisation en série, le contrôle à 100% aurait un coût beaucoup trop élevé.*

2 solutions sont envisageables :

La première consiste à ne pas tenir compte des exigences de maximum de matière et ainsi considérer indépendamment les différentes spécifications (ce qui peut engendrer un coût lié à la surqualité relative à la coaxialité dans le cas où les deux alésages sont réalisés de façon indépendante).

La seconde solution est de prendre en compte la difficulté de réalisation des différentes spécifications, ceci afin d'augmenter les intervalles de tolérance liés aux spécifications les plus délicates. (Réalisation d'alésages plus précis en visant la valeur au minimum de matière afin d'augmenter le défaut de coaxialité admissible, par exemple, ou réalisation des deux alésages à l'aide d'un outil combiné à arêtes multiples afin d'assurer la meilleure coaxialité possible et ainsi disposer d'une plage dimensionnelle plus grande pour les alésages.)

B.2 OPTIMISATION DE LA PRODUCTION :

En prévision d'une forte fluctuation des commandes et afin de pouvoir choisir la stratégie adéquate en fonction de la charge de production, l'entreprise désire étudier deux solutions alternatives de fabrication des corps de robinet.

Approche multiposage :

La première solution envisagée est de réduire le temps série pour la phase de fraisage. Une étude préliminaire montre que la solution la plus intéressante est de réaliser plusieurs pièces simultanément, ce qui est difficilement envisageable sur le centre horizontal.

L'option retenue est donc de transférer la production sur un centre d'usinage vertical équipé d'un diviseur à commande numérique et d'une poupée mobile (voir **DRS-B21**). Le positionnement des pièces est obtenu par un porte-pièce permettant l'usinage en panoplie de la phase 30.

B.2.1 Sur **DR-B21**, choisir et représenter l'implantation de solutions technologiques pour les éléments de liaison porte-pièce / machine et définir la cotation d'aptitude à l'emploi du porte-pièce.

Voir DR-B21. Les éléments de liaison doivent être démontables et assurer une bonne répétabilité de positionnement par rapport à l'axe de rotation défini par le plateau diviseur et la contre-pointe.

B.2.2 Le diviseur à commande numérique qui équipe le centre d'usinage est piloté par le directeur de commande et permet une indexation rapide à la vitesse de 120°/s. Justifier le fait qu'il ne soit considéré que comme un ½ axe.

Le diviseur CN n'est pas asservi en vitesse mais uniquement en position (indexation) ce qui justifie la terminologie de "½ axe numérique"

B.2.3 Déterminer la stratégie la mieux adaptée d'un point de vue temps de cycle pour la réalisation d'une phase d'usinage à l'aide de cet équipement.

L'indexation en position est très rapide (120°/s) par rapport au temps de changement d'outil (8secondes). Il sera donc préférable de réaliser tous les usinages prévus sur la panoplie de pièces avec un outil lorsque celui-ci sera en broche.

Approche avec investissement machine :

L'entreprise souhaite étudier l'intérêt d'un éventuel investissement dans un centre de tournage fraisage bi-broche.

Son choix se porte sur le Genymab 400 équipé d'une seconde broche (poupée mobile) et d'un axe B (voir **DRS-B24**).

B.2.4 Justifier le choix de ces deux options dans le cadre de la fabrication étudiée.

L'intérêt de cet investissement réside dans la possibilité de réaliser la pièce sur un seul poste de travail : la broche N°1 réalisant les opérations de l'actuelle phase 20 et la broche N°2 les opérations de fraisage phase 30. (L'axe B faisant office de 4ème axe pour les opérations de fraisage)

B.2.5 Le fabricant propose également en option une tourelle avant équipée de porte-outils de tournage. Cette option présente-t-elle un intérêt dans le contexte étudié?

L'intérêt de disposer d'une tourelle supplémentaire est de permettre des usinages simultanés sur les 2 broches de la MOCN, afin de travailler en temps masqué pour diminuer le temps de cycle par pièce.

Comparaison des différentes solutions :

B.2.6 Proposer une analyse comparative des différentes solutions envisagées, en précisant toutes les hypothèses utiles, notamment concernant les écarts attendus sur les temps manuels, techno-manuels, masqués et série.

Approche multi-posage (TCN + CUV panoplie) : cette solution permet de réduire le temps de cycle global (chevauchement de phase possible par lot de 8 pièces et optimisation de la phase 30 par gestion des changements d'outils sur la panoplie). Les temps techno-manuels et manuels sont sensiblement identiques à la solution standard. Cette solution ne nécessite pas d'investissement "lourd" et peut être retenue dans le cadre d'une montée en cadence relativement rapide et importante.

Approche avec un centre tournage fraisage : les temps techno-manuels sont plus longs et l'investissement important. Le cycle global est équivalent ou plus long que celui de la gamme standard (si absence de tourelle avant). Cette machine polyvalente et flexible est donc plus adaptée à des séries de lots variables. Cette solution est à étudier en prenant en compte les charges globales de l'atelier de production.

PARTIE C : ASSEMBLAGE DU DETENDEUR

C.1 TRAVAIL PREPARATOIRE A L'ELABORATION DE LA GAMME :

C.1.1 À partir du dessin d'ensemble du détendeur – **DT-1** –, déterminer la nature des liaisons d'assemblages présentes dans le produit et les contraintes techniques de réalisation.

<i>Eléments</i>	<i>Nature des liaisons</i>	<i>Contraintes techniques</i>
<i>Vis de réglage</i>	<i>hélicoïdale</i>	<i>Aucune</i>
<i>Raccord de sortie</i>	<i>plane et hélicoïdale</i>	<i>Etanchéité au niveau de la liaison plane, perpendicularité par rapport à la liaison hélicoïdale</i>
<i>Raccord d'entrée</i>	<i>Plane, double centrage court et arrêt en rotation</i>	<i>Assure l'alignement des trois alésages et leur perpendicularité par rapport à l'appui plan</i>
<i>bouchon</i>	<i>Appui plan, centrage court et hélicoïdale</i>	<i>Perpendicularité par rapport à l'appui</i>
<i>Couvercle et cuve usinée</i>	<i>Liaison plane, centrage court et indexation</i>	<i>Positionnement relatif des surfaces</i>

C.1.2 Identifier les sous-ensembles d'assemblage.

La cuve usinée avec ses raccords et le bouchon

Le sous-ensemble membrane

Le couvercle avec le ressort de tarage

Le sous-ensemble filtre

C2 DEFINITION DE L'ASSEMBLAGE

C2.1 Proposer, avec le modèle de représentation de votre choix, une gamme d'assemblage de l'ensemble « Détendeur HP ». Préciser si besoin les procédés mis en œuvre et outillages spécifiques à concevoir.

Il s'agit dans cette question de lister les différentes opérations. Une attention particulière doit cependant être portée à l'ordre d'assemblage de la membrane et du ressort de tarage qui doit être monté ensuite.

A	Assemblage de la cuve usinée	
S1	Monter les joints toriques sur le raccord d'entrée Visser le raccord sur la cuve Placer la goupille	graisse CPNCJ18
S2	Positionner le joint plat sur le raccord de sortie Visser le raccord sur la cuve	10 N.m mini
S3	Positionner le joint plat sur le bouchon Positionner le ressort Positionner le sous-ensemble piston sur le bouchon Visser le bouchon	graisse CPNCJ18 colle CPNCJ23 couple 6 N.m
S4		
B	Assemblage du sous-ensemble membrane S5	
	Placer la rondelle épaulée sur la membrane Mettre en place la coupelle support du ressort Visser l'écrou	
C	Positionner S5 sur la cuve	
	Mettre la colle CPNCJ23 sur l'axe Placer S5 sur l'axe	
D	Installer le ressort et le couvercle	
	Placer le ressort sur la coupelle Placer la coupelle sur le ressort Positionner le couvercle sur la cuve Placer les six vis de serrage du couvercle	Compression du ressort Couple de serrage des vis
E	Mise en place de la vis de réglage (S7)	couple 6 N.m et colle CPNCJ28
F	Assemblage du sous-ensemble filtre (S8)	
G	Contrôle des étanchéités	

C2.2 Proposer une organisation des postes en indiquant les critères retenus.

Trois critères pourront être retenus lors de cette organisation : garantir la qualité de l'assemblage, garantir la sécurité des personnes et des biens, réduire la durée des opérations. Le document industriel présentant la solution retenue et l'organisation des postes est placé ci-dessous.

2. INSTRUCTION DES POSTES

2.1 Sertissage de la rondelle dans le corps

- Prendre un corps et vérifier que le trou situé à côté du clapet soit débouchant.
- Graisser le logement du clapet.
- Prendre un joint torique et le positionner dans le logement du clapet.
- Prendre une rondelle et la positionner dans son logement.
- Positionner l'ensemble sous la presse.
- Sertir deux fois.
- Vérifier la présence du sertissage.
- Evacuer en caisse.



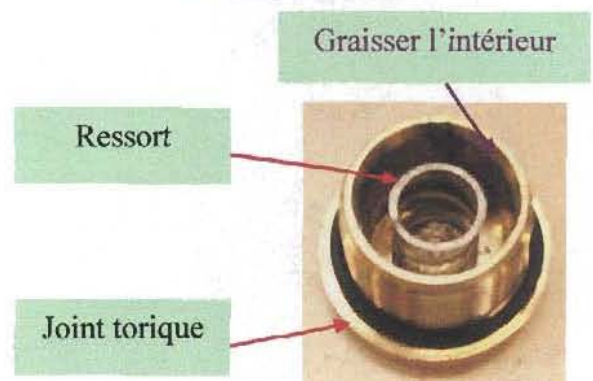
2.2 Marquage des bouchons

- Prendre un bouchon et le positionner dans l'empreinte.
- Baisser la manette pour marquer.
- Vérifier la qualité du marquage.
- Evacuer en caisse.



2.3 Préparation des bouchons

- Prendre un bouchon et le souffler.
- Graisser l'intérieur du bouchon.
- Prendre un joint torique et le mettre sur le bouchon.
- Mettre un ressort dans le bouchon.



2.4 Assemblage membrane + corps + piston

- Mettre en place le montage support N°1.
- Prendre une membrane, la souffler et la positionner dans le montage, plaque de membranc cachée.
- Couvrir la membrane avec le corps bouchons de manomètre à l'arrière.



- Fermer le montage.
- Prendre un piston, le souffler et mettre de la colle sur les filets.
- Positionner le piston dans le corps en vissant sur la membrane (avec clé à ergots).



- Prendre le bouchon préparé (avec joint et ressort)
- Mettre de la colle sur l'entrée fileté du bouchon
- Visser le bouchon avec la visseuse (visser à fond).
- Evacuer en caisse.



2.5 Mise en place du couvercle

- Changer le montage sur le poste, mettre le montage N°2.
- Positionner le corps (membrane apparente) dans le montage.
- Mettre le ressort de réglage correspondant au modèle à fabriquer.
- Mettre une coupelle sur le ressort (trou conique vers le haut).

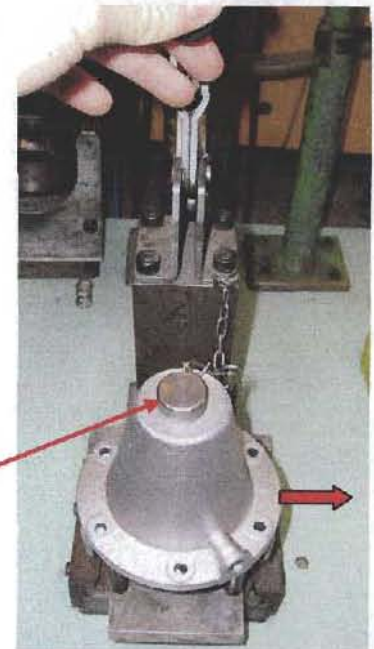
Coupelle

Ressort



- Prendre un couvercle, l'ébavurer et le souffler.
- Poser le couvercle sur l'ensemble (**flèche à droite**).
- Mettre en place le bouchon suspendu au montage dans l'orifice sur le couvercle.

Bouchon



- Serrer le tout à l'aide de la sauterelle.
- Positionner les vis sur le couvercle.
- Vissage en croix à l'aide de la visscuse.



- Finir de visser à la clé.
- Evacuation en caisse



2.6 Montage des raccords et vis

- Changer le montage sur le poste, mettre le montage N°3.
- Prendre l'appareil et le positionner dans le montage avec l'entretoise de positionnement.
- Prendre les raccords correspondant à chaque appareil
- Mettre le joint plat alu et encoller le filetage



Joint plat alu



- Visser les raccords correspondant à chaque appareil.



FAMILLE 316 / 326

INSTRUCTION DE FABRICATION : 047 Ind. f

du 20 09 2006

F : 9/20

MODELES	TYPE DE RACCORDS
316	Raccords $\frac{3}{4}$ E/S (avec joints plats alu) Visser et coller les 2 bouchons de mano
1316	Raccords $\frac{3}{4}$ E/S (avec joints plats alu) Bouchon de mano de droite vissé mais non collé Bouchon de mano de gauche vissé collé
1316500	Raccords $\frac{3}{4}$ E/S (avec joints plats alu) Raccord $\frac{3}{4}$ écrou à gauche (avec joint plat alu) Bouchon de mano de droite vissé mais non collé Bouchon de mano de gauche vissé collé
4316 0316500	Raccord $\frac{3}{4}$ à droite (avec joint plat alu) Raccord $\frac{3}{4}$ écrou à gauche (avec joint plat alu) Visser et coller les 2 bouchons de mano
0316400	Raccord $\frac{3}{4}$ E/S (avec joint plat alu) Coude + Raccord $\frac{3}{4}$ écrou à gauche (avec joint plat alu) Visser et coller les 2 bouchons de mano
0326000 0326010 1326002 4326000	Pas de raccords Visser et coller les 2 bouchons de mano
1326000	Visser sans coller les 2 bouchons de mano

- Tourner l'appareil dans son montage d'un quart de tour.
- Prendre 2 bouchons, les encoller (suivant modèles) et les visser sur le corps.



Nota : Dans tous les cas, les bouchons sont bloqués manuellement à la clé.

Montage raccord tournant du limiteur du 8316

- Prendre le raccord tournant
- Prendre 2 joints toriques différents, les enduire de graisse blanche
- Mettre ces 2 joints graissés dans les encoches du raccord
- Insérer le raccord dans la tubulure de la cuve du limiteur
- Prendre la goupille cannelée, l'insérer dans le trou de la cuve et l'enfoncer avec un marteau
- Finir d'enfoncer la goupille avec l'outil chasse goupille et le marteau



C3 CONTROLE DE L'ETANCHEITE

Le contrôle de l'étanchéité est fait pour l'intégralité de la production.

C3.1 Quelles sont les différentes techniques envisageables ?

Deux méthodes sont couramment utilisées :

- *mesure de la chute de pression avec mémorisation ou non*
- *visualisation d'une fuite par immersion ;*

dans les deux cas il faut définir la durée du test et le gaz d'essai.

L'entreprise utilise un poste de travail manuel équipé d'un sablier « 3 minutes » et d'un manomètre sur lequel l'opérateur vérifie le non déplacement de l'aiguille à l'issue du temps de mise en pression.

C3.2 Afin d'améliorer la qualité du contrôle, on souhaite modifier le protocole. Identifier les principales causes d'erreur sur l'appréciation de l'étanchéité et proposer un nouveau protocole.

La vérification de l'étanchéité peut se faire par une mesure de la chute de pression à partir de la pression initiale de test au bout d'un temps déterminé.

Dans le cas présent le laps de temps est repéré par un sablier ce qui laisse une erreur d'appréciation sur la durée du test. La valeur de la chute de pression se fait par lecture sur un manomètre où encore des erreurs de lecture sont possibles.

On observe donc que dans la solution retenue le risque d'erreurs humaines est important. L'amélioration du système passe par une automatisation de la mesure avec l'utilisation d'un capteur de pression et temporisation.

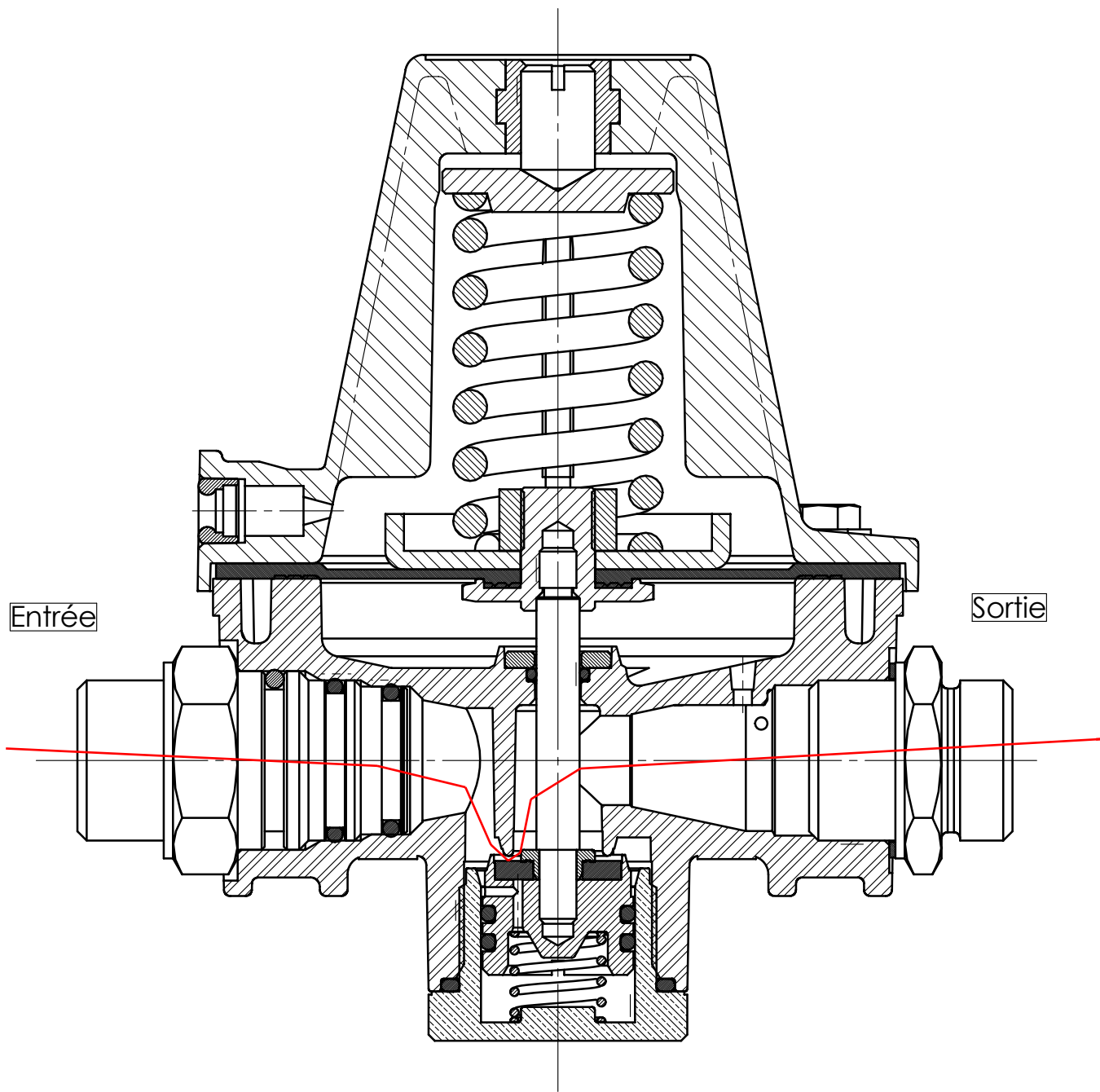
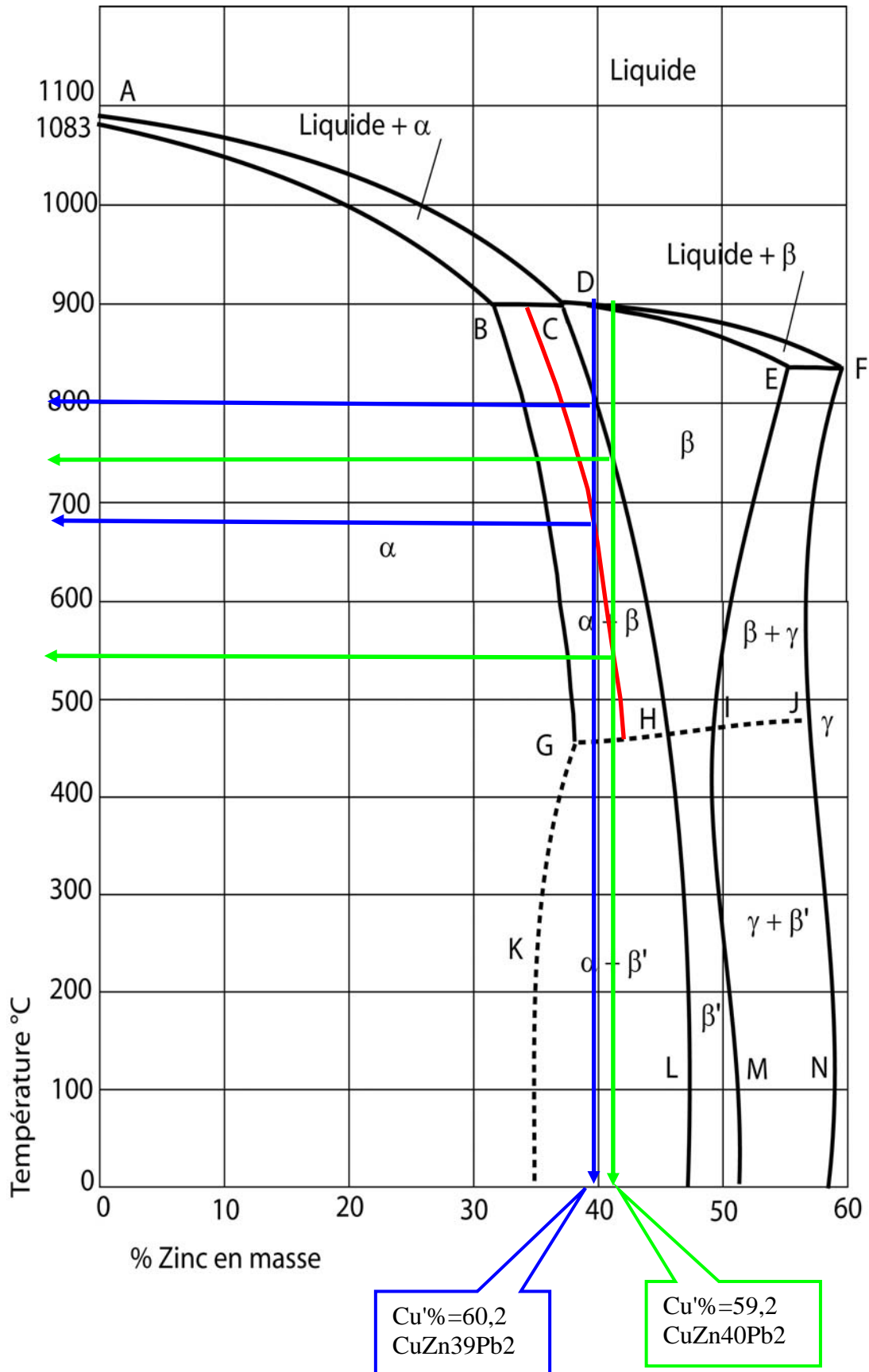

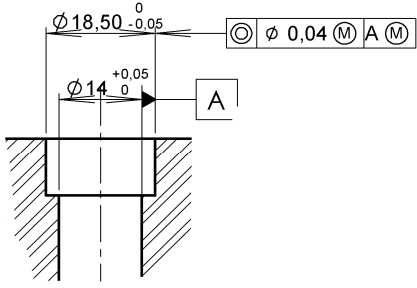
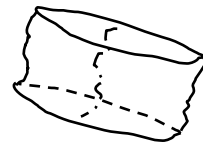
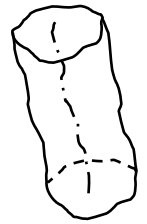
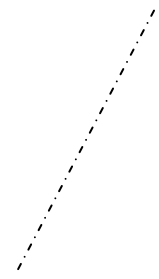
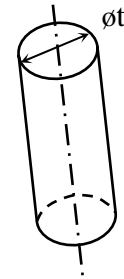
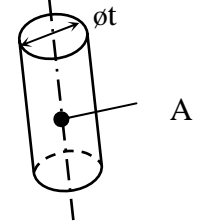
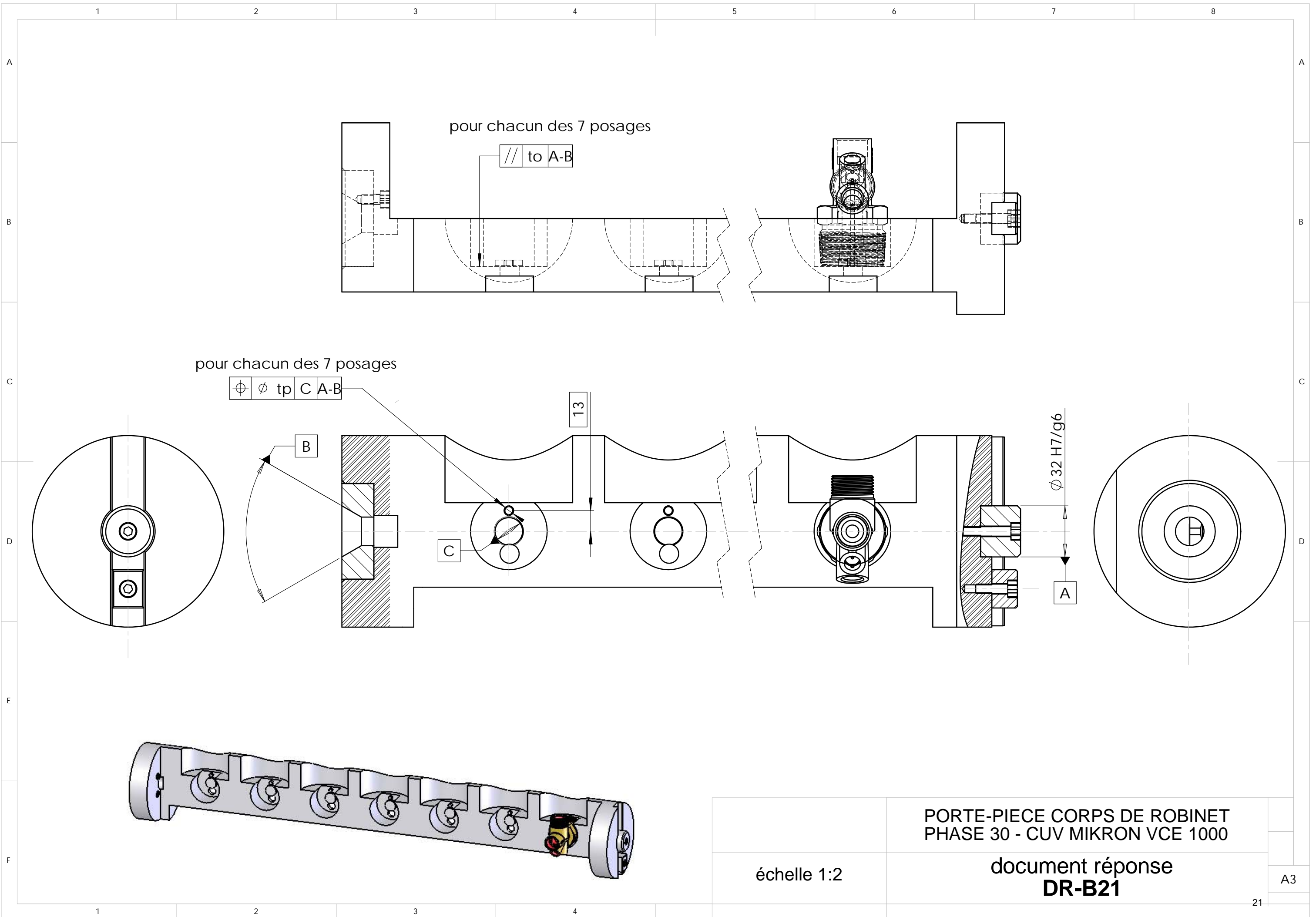


Diagramme d'équilibre des laitons binaires

DOCUMENT DR A-34



TOLERANCEMENT NORMALISE	Analyse d'une spécification par zone de tolérance				
Symbole de la spécification 	Eléments non Idéaux extraits du « Skin Modèle »		Eléments Idéaux		
Type de spécification Forme Orientation Position Battementcoaxialité.....	Elément(s) tolérancé(s)	Elément(s) de référence	Référence(s) spécifiées(s)	Zone de tolérance	
Condition de conformité : L'élément tolérancé doit se situer tout entier dans la zone de tolérance.	unique groupe	unique multiples	simple commune système	simple composée	Contraintes orientation position par rapport à la référence spécifiée
Schéma extrait du dessin de définition 	"axe réel", ligne médiane dérivée de l'élément nominallement cylindrique repéré Ø18,5mm. 	Elément nominallement cylindrique repéré Ø14mm. 	Droite A, axe du plus grand cylindre inscrit associé à l'élément de référence. 	Cylindre de diamètre t  * t est défini comme étant égal à 0,04mm lorsque l'élément tolérancé et l'élément de référence sont dans l'état "au maximum de matière", soit respectivement Ø18,45mm et Ø14mm. * Dans l'état "minimum de matière", soit respectivement Ø18,5mm et Ø14,05mm, t=0,04+0,05+0,05 soit t=0,14mm. * Entre ces deux états "extrêmes" la valeur de t varie linéairement en fonction des valeurs dimensionnelles prises indépendamment.	L'axe du cylindre de diamètre t est confondu avec la droite A. 



PORTE-PIECE CORPS DE ROBINET
PHASE 30 - CUV MIKRON VCE 1000

échelle 1:2

document réponse
DR-B21

A3