

## DOSSIER REPONSE

### SOMMAIRE

Le dossier réponse est composé de 22 documents.

Introduction

**DR 1**

**Partie A - Analyse fonctionnelle, technologique et morphologique de la cuve de détenteur**

/30 points

Analyse fonctionnelle

**DR 2 à DR 3**

Analyse de technologique

**DR 3**

Analyse morphologique

**DR 4**

**Partie B – Etude de l'industrialisation**

/80 points

Analyse de la présérie

**DR 5 à DR 6**

Etude du montage

**DR 7**

Etude d'outillage

**DR 8 à DR 9**

Etude du flux des pièces

**DR 10**

Réorganisation sur la nouvelle machine

**DR 11 à DR 13**

**Partie C - Contrôle et mesurage, contrôle qualité**

/60 points

Validation des choix d'usinage

**DR 14**

Préparation de la fiche de montage

**DR 15**

Décodage de la fiche d'autocontrôle

**DR 15 à DR 17**

Etude d'une carte d'autocontrôle

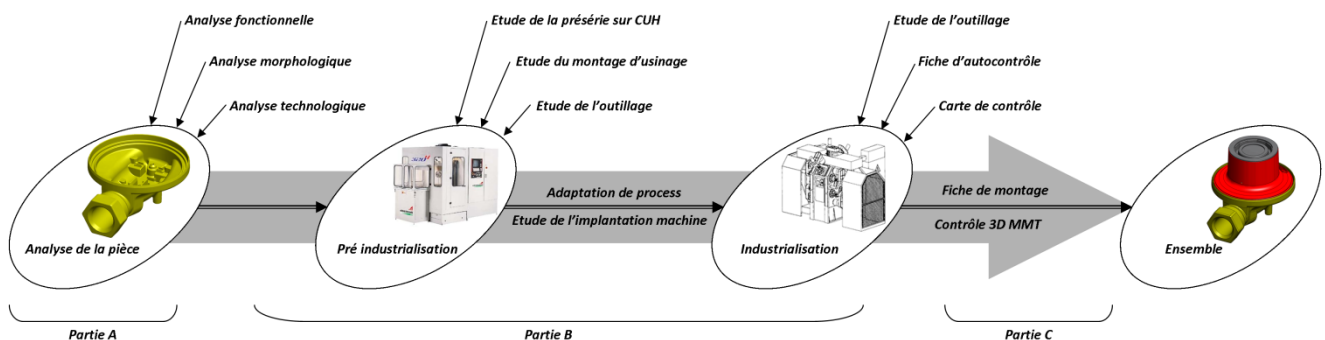
**DR 18**

Décodage d'une spécification d'usinage

**DR 20**

Mise en œuvre d'un contrôle MMT

**DR 21**



### **Mise en situation :**

Dans le cadre d'une relocalisation de production en provenance d'Italie, l'entreprise **Clesse-Industries**, leader dans le domaine de la robinetterie, de la détente et des accessoires gaz, souhaite lancer sur le marché un nouveau modèle de détendeur simple effet à membrane souple pour bouteilles de gaz propane.

Parmi les pièces composant le détendeur, la cuve fait l'objet d'une attention particulière quant à sa réalisation. Cette pièce sert de support à la présente étude.

Le bureau des méthodes de l'entreprise a d'abord lancé la réalisation d'une présérie de 150 pièces sur Centre d'Usinage Horizontal (CUH) *Cincinnati 320H*, avant d'envisager une production sérielle sur une machine transfert *C-Meccanica TFM10*.

L'étude portera principalement sur l'exploitation des usinages élaborés sur le CUH, afin d'adapter la production sur la nouvelle machine transfert.

### **Problématique**

**Le lancement en présérie sur CUH de l'usinage de la cuve du détendeur gaz fait apparaître deux problèmes.**

**On constate :**

- Une étanchéité du siège de clapet défectueuse (angle du cône du siège de clapet trop aigu)
- Un problème fonctionnel lié à la présence d'un copeau résiduel en sortie de perçage diamètre 2 (remontée du copeau, détérioration et défaut d'étanchéité)

**En vue de l'industrialisation sur centre d'usinage type « machine transfert », une étude sera menée visant à améliorer ces deux points. Les modifications finales porteront essentiellement sur l'outillage, à modifier et adapter aux nouvelles contraintes d'usinage.**

### **Travail demandé**

*Il est conseillé de consacrer 30 minutes à la lecture complète du sujet.*

Vous devez conduire l'étude du transfert de production en tenant compte de l'expertise réalisée.

Celle-ci se présente en trois parties :

- |                   |                                                                               |                                |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| <b>Partie A :</b> | Analyse fonctionnelle, technologique et morphologique de la cuve de détendeur | <i>Durée conseillée 1 h</i>    |
| <b>Partie B :</b> | Etude de l'industrialisation                                                  | <i>Durée conseillée 3 h 15</i> |
| <b>Partie C :</b> | Contrôle et mesurage, contrôle qualité                                        | <i>Durée conseillée 1 h 15</i> |

**Partie A – Analyse fonctionnelle, technologique et morphologique**

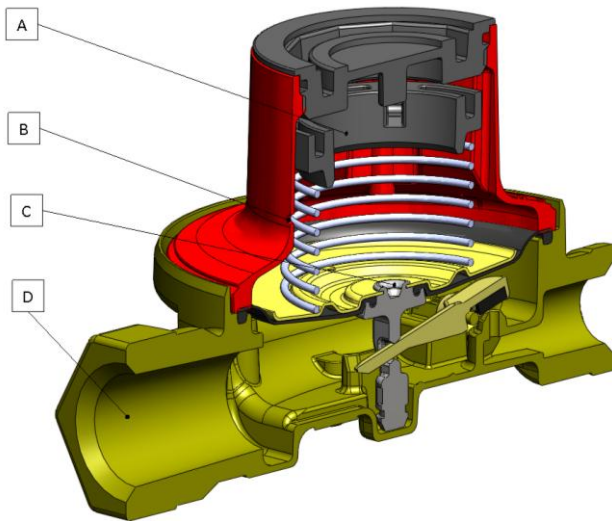
**Question 1 :**

⇒ Dans le tableau ci-dessous, identifier les données concernant le détendeur.

<b>Fonction Principale</b>	
<b>Matière d'œuvre entrante</b>	
<b>Matière d'œuvre sortante</b>	

**Question 2 :**

⇒ Compléter le tableau concernant les formes ou éléments repérés sur la représentation ci-dessous.



Repère	Fonction
A	Fonction
B	Fonction
C	Mode d'assemblage de <u>4</u> / <u>10</u>
D	Intérêt de la forme conique du Rc1/2 ISO7

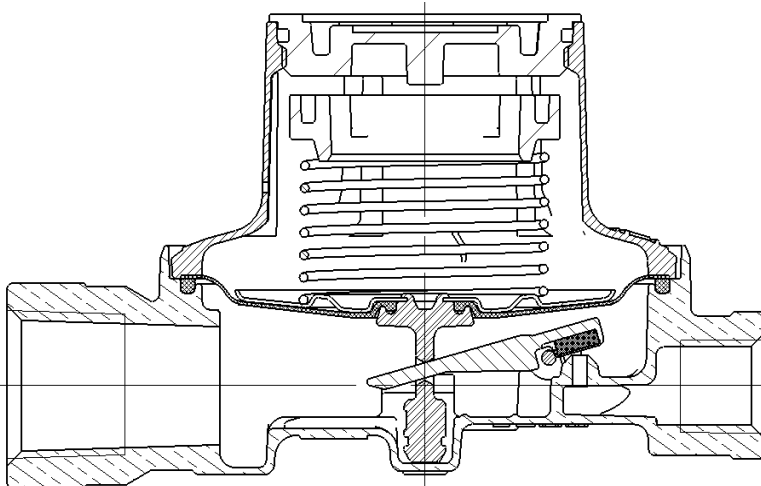
**Question 3 :**

⇒ Sur la représentation ci-dessous, tracer :

- En rouge une flèche indiquant la circulation du gaz dans le détendeur.
- En vert une flèche indiquant le mouvement du levier 5 par rapport à au corps 7
- En bleu une flèche indiquant le mouvement de l'axe de membrane 4 par rapport au corps 7

⇒ Compléter le tableau des mouvements des pièces.

Remarque : la représentation propose une position de régulation quelconque.



Pièces	Nature du mouvement
<u>5</u>	
<u>4</u>	

Question 4 :

⇒ Associer les Groupes de Surfaces Fonctionnelles aux fonctions techniques en les reliant par un trait.

Groupes de Surfaces Fonctionnelles	Surfaces associées			Fonctions techniques
GS1	S6	●	●	Clapet de régulation
GS2	S10	●	●	Admission du gaz
GS3	S3, S4, S8	●	●	Echappement du gaz

Question 5 :

⇒ Identifier la nature géométrique des surfaces suivante :

Surface	GSB9	B8	GSB5	S4	S6 (avant usinage)	S8	S10 (avant usinage)
Nature							

Question 6 :

⇒ Identifier le matériau employé pour la réalisation de la cuve du détendeur en remplissant le tableau ci-dessous.

Catégorie de matériau	Acier	Alliage d'aluminium	Alliage de zinc	Plastique	Fonte
Désignation normalisée					
Décodage de la désignation (éléments de composition + teneur théorique en %)					
Désignation commerciale					

⇒ Citer ci-dessous trois caractéristiques justifiant le choix du matériau utilisé pour la réalisation du corps 7 du détendeur.

--

⇒ Identifier le traitement utilisé sur la cuve du détendeur (nom et traduction) et expliquer sa raison.

Traitement (nom + traduction)	Raison

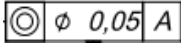
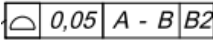
**Question 7 :**


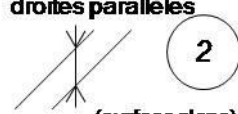
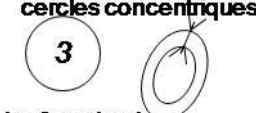
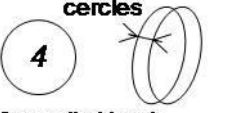

⇒ Remplir le tableau ci-dessous en indiquant les spécifications d'usinage caractérisant les surfaces S4, S8 et S10.

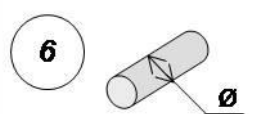

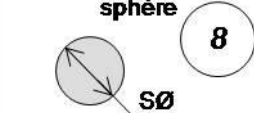
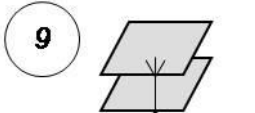
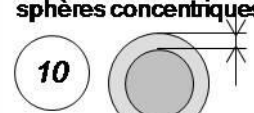

	Spécifications dimensionnelles et/ou dimensions de référence	Spécifications géométriques	Spécifications d'état de surface
<b>S4</b>			
<b>S8</b>			
<b>S10</b>			

**Question 8 :**

⇒ Indiquer la nature géométrique des différentes zones de tolérance associées aux spécifications ci-dessous (cocher dans le tableau ci-dessous les cases correspondant aux onze zones de tolérances répertoriées ci-après).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
											
											

<b>SURFACIQUES</b>	
<b>Limitée par un cercle</b>  (surface sphérique)	<b>Limitée par un deux droites parallèles</b>  (surface plane)
<b>Limitée par deux cercles concentriques</b>  (surface plane)	<b>Limitée par deux cercles</b>  (surface cylindrique)
<b>Limitée par deux lignes quelconques</b>  (surface plane)	

<b>VOLUMIQUES</b>	
<b>Limitée par un cylindre</b>  Ø	<b>Limitée par deux cylindres coaxiaux</b> 
<b>Limitée par une sphère</b>  SØ	<b>Limitée par deux plans</b> 
<b>Limitée par deux sphères concentriques</b> 	<b>Limitée par deux cônes coaxiaux</b> 

## Partie B – Etude de l'industrialisation

### Etude de la présérie sur CUH Cincinnati 320H

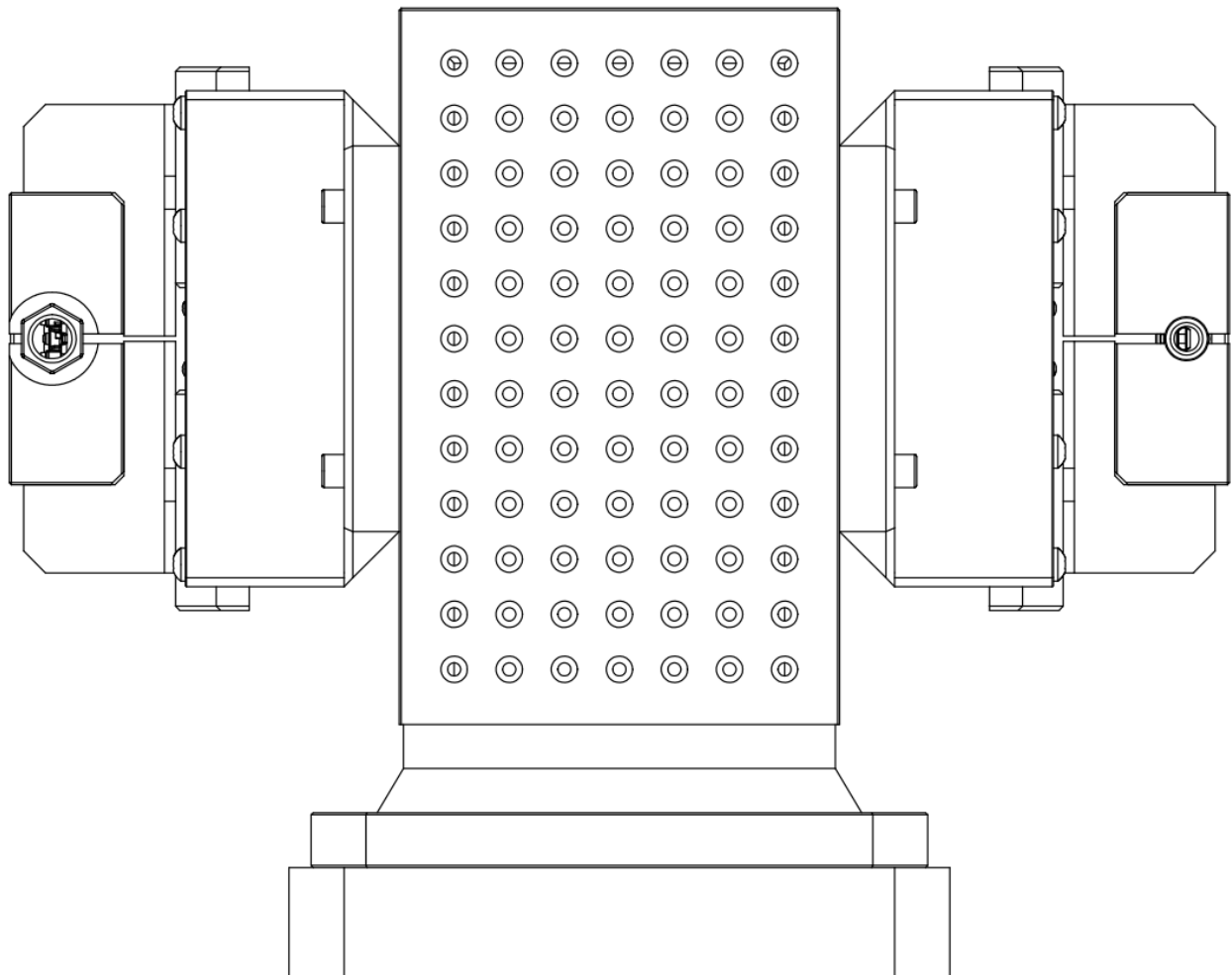
Soit le lancement d'un nouveau produit, le bureau des méthodes de l'entreprise lance une présérie de 150 pièces sur CU horizontal.

#### Etude de la phase 30

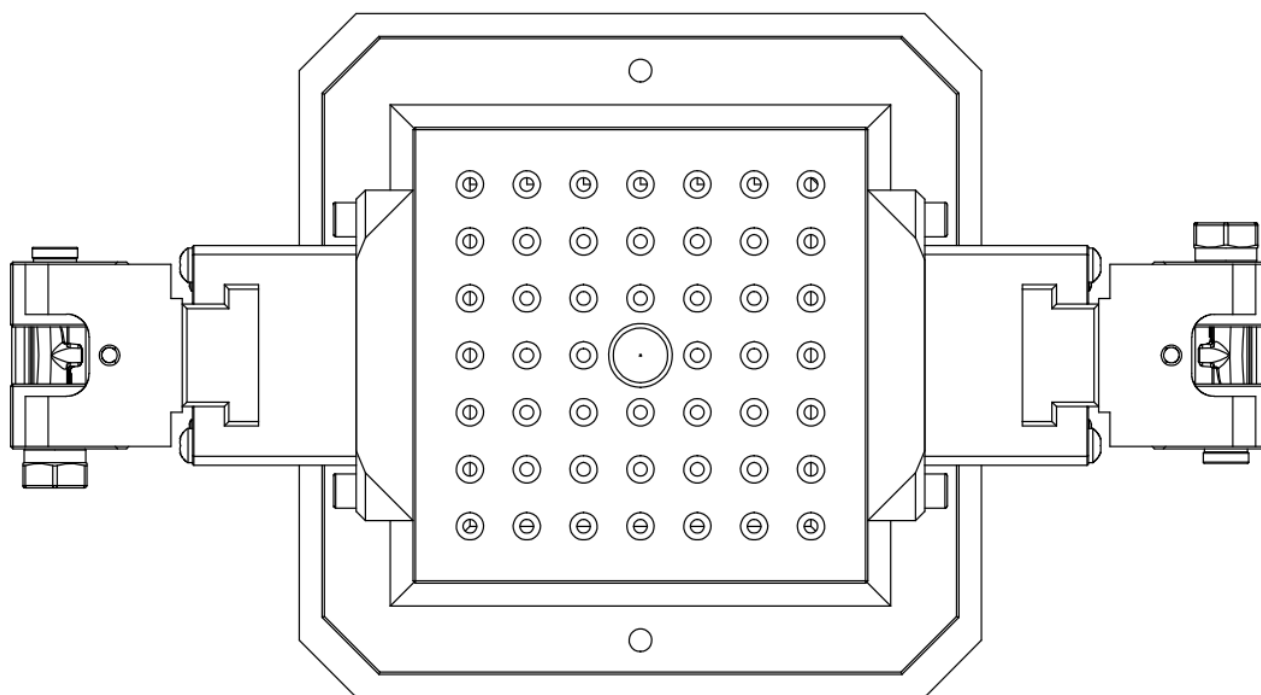
##### Question 1

- ⇒ Sur le croquis de phase reporter l'origine porte pièce (Opp) (liaison centre table/ cube Norelem).
- ⇒ Mettre l'origine programme sur la pièce.
- ⇒ Placer les axes machine en position B0 et reporter les vecteurs entre l'Op et l'Opp.

VUE DE FACE



VUE DE DESSUS



Position B0

Question 2 :

⇒ A l'aide du modèle numérique du détenteur, compléter le tableau ci-dessous :

	Valeurs
Distance entre Opp Op sur l'axe X	
Distance entre Opp Op sur l'axe Y	
Distance entre Opp Op sur l'axe Z	

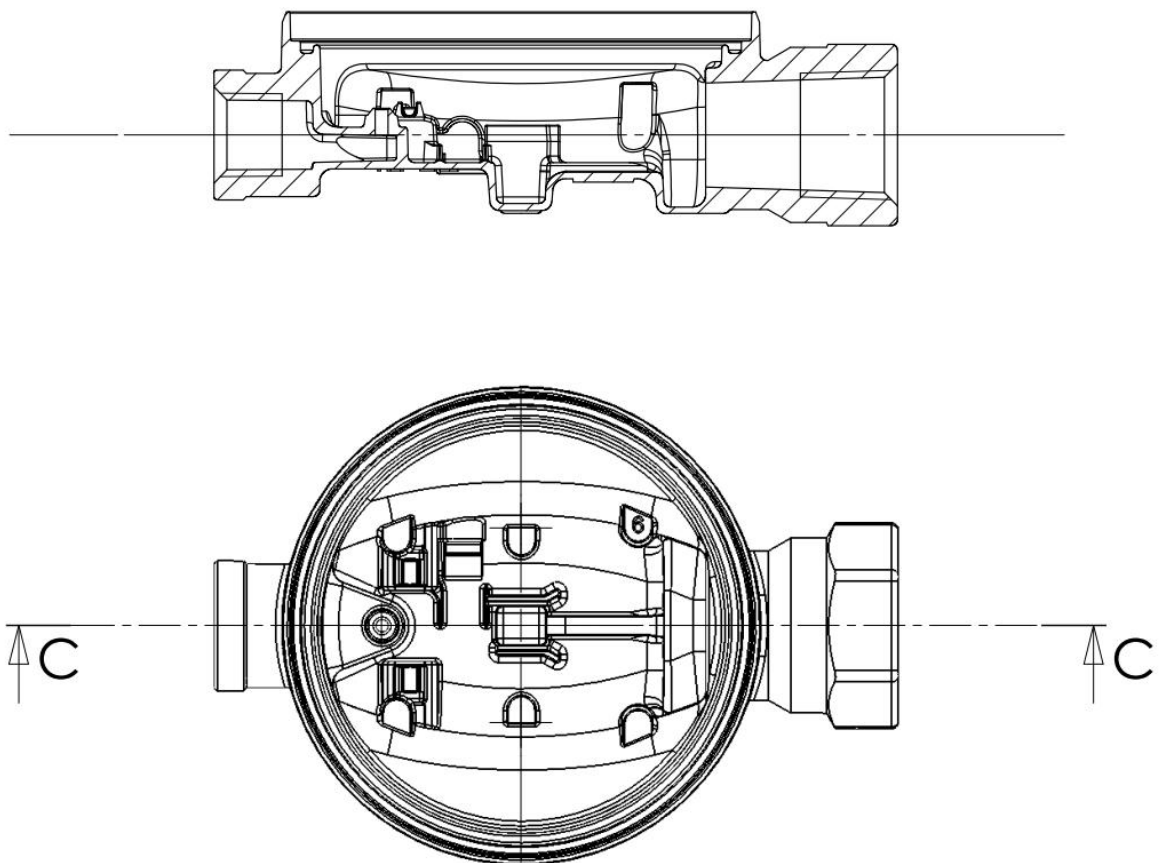
### Etude du montage

Question 3 :

En fonction des surfaces en contact entre la pièce et le montage,

⇒ Tracer l'isostatisme en symbolisation technologique

⇒ Repasser les surfaces usinées en rouge et reporter les cotes de fabrication, sans les valeurs numériques.





## Etude d'outillage

### Question 4 :

Dans le catalogue Walter outils filetage, chapitre info à partir de la page 488,

⇒ Rechercher le diamètre de perçage du taraudage de Rp ¼ ISO 7

<b>Diamètre de perçage</b>	
----------------------------	--

### Question 5 :

Dans le logiciel Titex TEC, chapitre Technologie

⇒ Rechercher le foret hss revêtu permettant de faire le perçage du Rp ¼ ISO7 :

<b>référence du foret à commander</b>		
<b>paramètres de coupe</b>	<b>Vc :</b>	<b>f :</b>

### Question 6 :

Dans le catalogue Walter outil filetage, à partir de la page 325,

⇒ Donner la désignation commerciale de commande pour le taraud de Rp ¼ ISO 7

<b>Désignation commerciale</b>	
--------------------------------	--

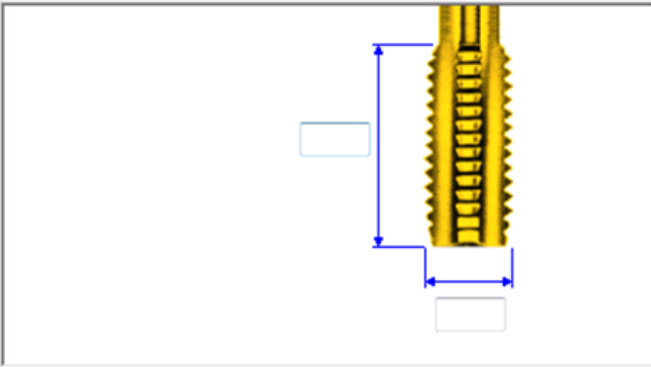
### Question 7 :

Dans le logiciel Walter CCS, à l'aide de cette référence, et en utilisant la désignation commerciale du matériau (une erreur logicielle classe le matériau dans les alliages de cuivre. Ne pas en tenir compte, utiliser la désignation commerciale et poursuivre le travail),

⇒ Rechercher les paramètres de coupe et compléter la page du logiciel ci dessous.

**Désignation**

**Référence**



[Fichier Outil pour Simulation](#)

**Numéro d'outil**

**Correcteur**

**Vc m/min**



**N tr/min**

**f mm/tr**



**Fréquence maxi tr/min**

**Avance maxi mm/min**

**Rotation Sens Horaire**

**Arrosage Fermé**

**Profondeur de Passe maxi**

Question 8 :

Dans le catalogue Walter outils filetage, chapitre info à partir de la page 488,

⇒ Rechercher le diamètre de perçage du taraudage de Rc 1/2 ISO 7

<b>Diamètre de perçage</b>	
----------------------------	--

Question 9 :

Dans le logiciel Titex TEC, chapitre Technologie

⇒ Rechercher le foret à cone morse :

référence du foret à commander		
paramètres de coupe	Vc :	f :

Question 10 :

Dans le catalogue Walter outil filetage, à partir de la page 325,

⇒ Donner la désignation commerciale de commande pour le taraud de Rc 1/2 ISO 7

<b>Désignation commerciale</b>	
--------------------------------	--

Question 11 :

Dans le logiciel Walter CCS, à l'aide de cette référence, et en utilisant la désignation commerciale du matériau (une erreur logicielle classe le matériau dans les alliages de cuivre. Ne pas en tenir compte, utiliser la désignation commerciale et poursuivre le travail),

⇒ Rechercher les paramètres de coupe et compléter la page du logiciel ci dessous.

Désignation

Référence

Numéro d'outil   
Correcteur

Vc m/min   
N tr/min   
f mm/tr

Rotation Sens Horaire

Fichier Outil pour Simulation

Arrosage Fermé

Profondeur de Passe maxi

Fréquence maxi tr/min   
Avance maxi mm/min

## Etude de la production série sur C-Meccanica TFM10

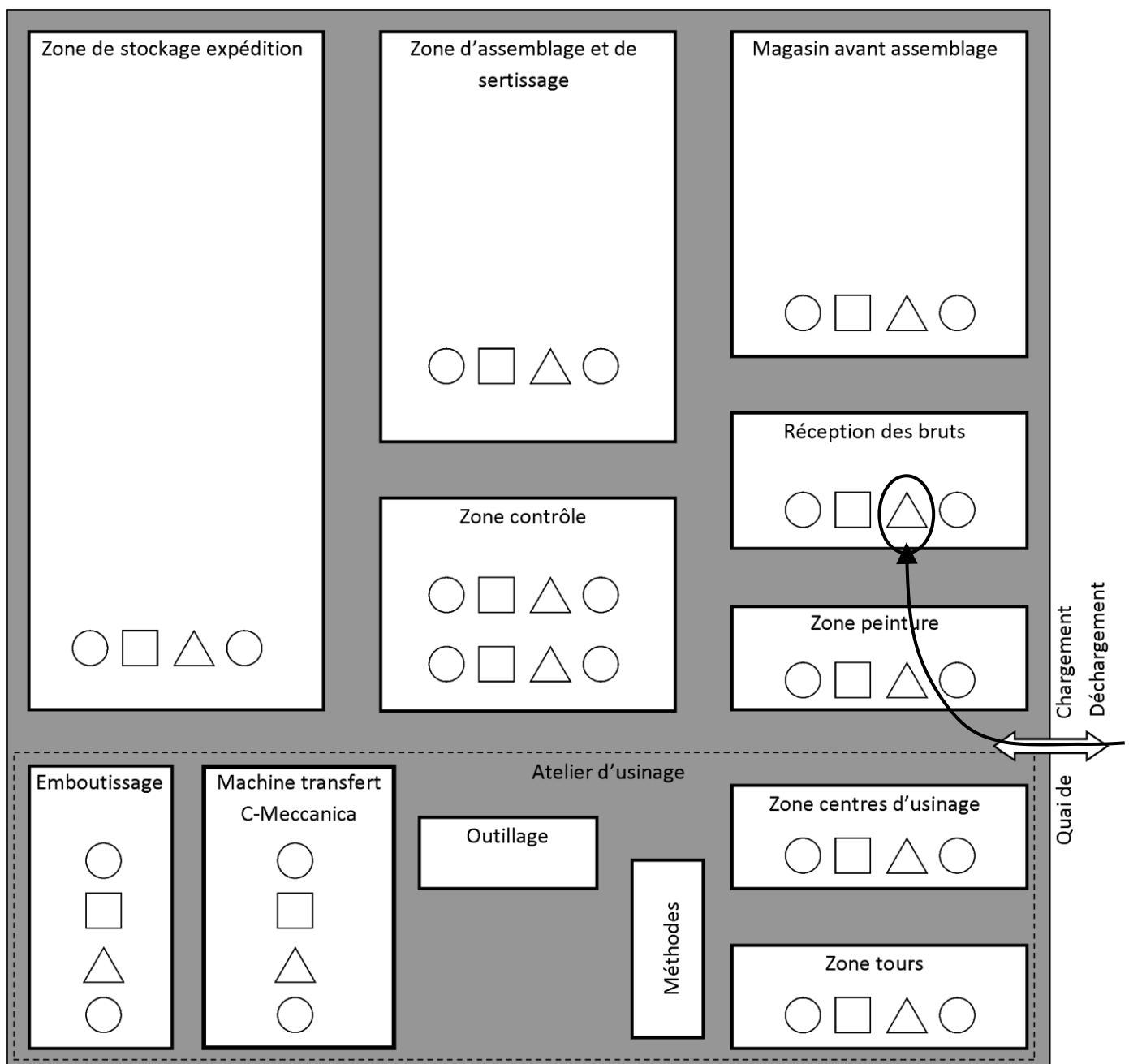
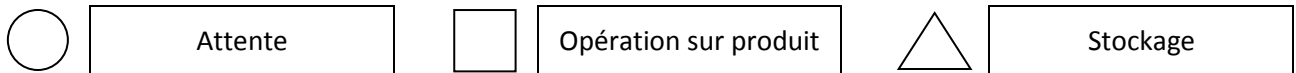
Pour l'industrialisation de ce produit, le bureau des méthodes décide de passer la production sur une machine transfert C-Meccanica TFM10.

### Question12 :

Sur le plan de l'atelier ci-dessous,

⇒ Tracer sous forme de flèches le nouveau flux d'un lot de 20 pièces en respectant la légende ci-dessous.

Remarque : l'exemple est tracé pour la première opération.



Question 13 :

Sur le tableau ci-dessous, à l'aide du contrat de phase de la présérie,

⇒ Réorganiser les opérations d'usinage en fonction des caractéristiques de la machine transfert

REGULATEUR:	CODE USINAGE	Répartition des opérations	
<p><b>UNITE GAUCHE 1/2/3/4</b></p> <p>UNITE 1</p> <p>Opération: Outil:</p> <p>UNITE 2</p> <p>Opération: Outil:</p> <p>UNITE 3</p> <p>Opération: Outil:</p> <p>UNITE 4</p> <p>Opération: Outil:</p>	<b>UNITE RADIALE 5/6/7/8/10</b>		<b>UNITE DROITE 9/11/12/13</b>
	UNITE 5		UNITE 9
	Opération: Outil:		Opération: Outil:
	UNITE 6		UNITE 11
	Opération: Outil:		Opération: Outil:
	UNITE 7		UNITE 12
	Opération: Outil:		Opération: Outil:
	UNITE 8		UNITE 13
	Opération: Outil:		Opération: Outil:
	UNITE10		
	Opération: Outil:		

L'usinage de réglage de 10 pièces révèle la présence d'un copeau au fond de l'alésage de diamètre 2mm (S10).

Dans un souci fonctionnel, le responsable qualité et le responsable de production décident de modifier l'angle du cône du siège de clapet (S4). Celui-ci passe de 120° à 80° (S4).

La solution qui est adoptée :

Etape 1 : brut pré-percé diamètre 1mm

Etape 2 : semi-finition de S8 à l'aide d'un foret carbure diamètre 1.5mm

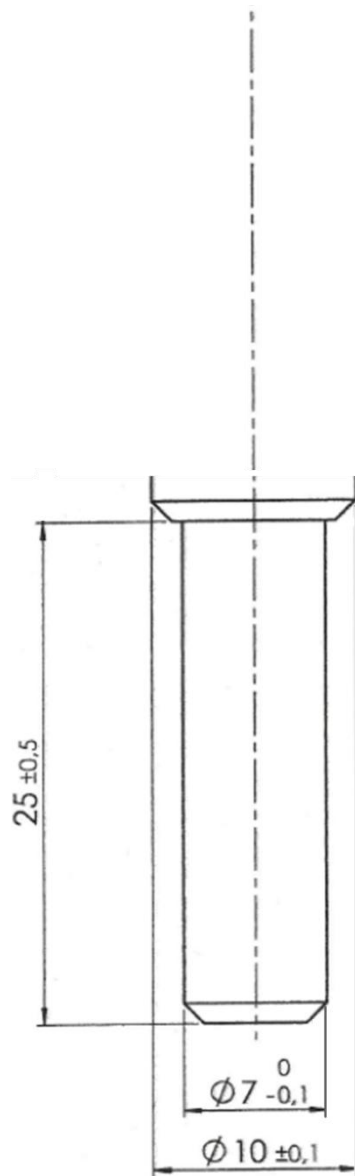
Etape 3 : alésage de S8 et du cône S10 en même temps.

Pour réaliser l'étape 3 il est nécessaire de faire fabriquer une fraise spécifique chez un affuteur.

Question 14 :

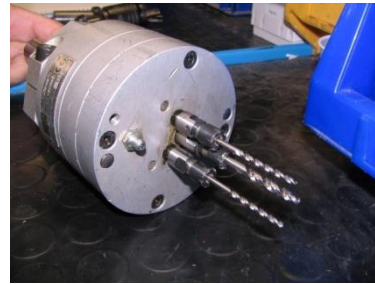
A l'aide du modèle numérique du corps Z et de son dessin de définition,

⇒ Compléter le croquis de l'outil capable ci-dessous, indiquer les cotes et les arêtes tranchantes.



Sur la C-Meccanica TFM10, Les têtes d'usinage se déplacent suivant un seul axe. Pour réaliser un usinage désaxé il faut donc utiliser des têtes à renvoi de position (voir photo ci-dessous en exemple).

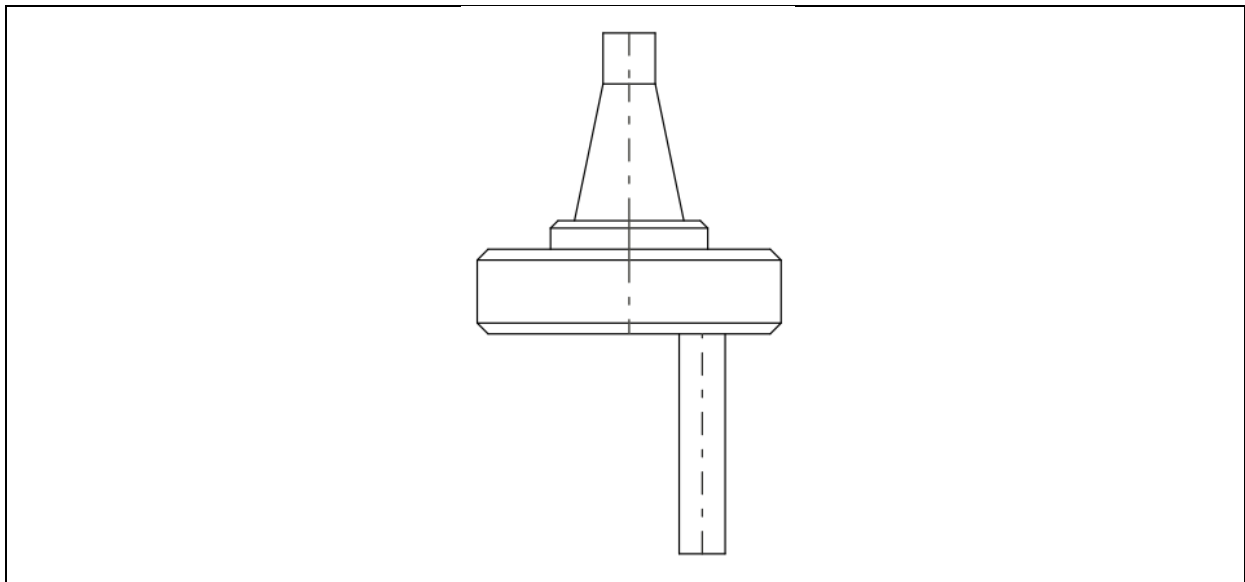
Exemple de tête déportée



**Question 15 :**

A l'aide du modèle numérique du corps Z et du dessin de définition,

⇒ Ci-dessous, coter le déport d'outils permettant d'usiner S8 (représentation non à l'échelle).



Les têtes radiales reçoivent les mandrins pollidri type D ou D/T (voir catalogue pollidri )

Les courses des têtes latérales sont constantes : 125mm

Distance entre le centre du barillet et le nez de broche : 230mm

**Question 16 :**

⇒ Calculer et coter la jauge outil pour la réalisation du taraudage Rp1/4

	<p><b>Détail des calculs</b></p>
--	----------------------------------

## Partie C – Contrôle et mesurage, contrôle qualité

### Validation des choix d'outillage

Afin que le bureau des méthodes puisse lancer la production et préparer les fiches d'autocontrôle et de montage, on souhaite vérifier que la hauteur et le nouvel angle de  $80^\circ$  choisis pour le cône du siège du clapet répondent au cahier des charges fonctionnel (cdcf), notamment sur la partie concernant l'étanchéité du détendeur.

Rappel du cdcf (extraits) FT62.4 : Assurer l'étanchéité du clapet

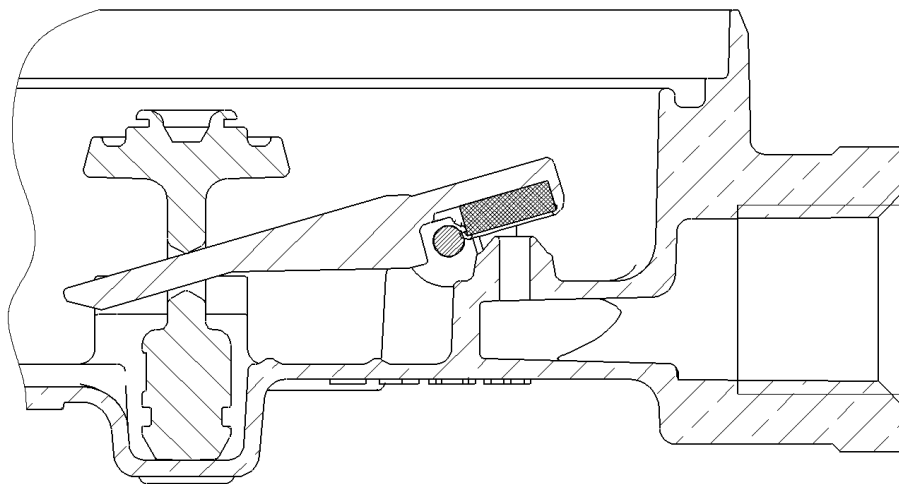
- Afin de garantir l'étanchéité du détendeur, la fermeture du clapet doit être obtenue par écrasement du tampon en caoutchouc. Le cône doit pénétrer de  $0,3\text{mm} \pm 0,1$  dans le tampon (le tampon doit porter, après déformation sur la partie active conique du siège).
- L'écrasement optimal du tampon doit être obtenu lorsque le levier est en position horizontale.
- Compte tenu de la déformation permise par la membrane souple, la course totale de l'axe membrane ne doit pas excéder 5mm.

#### Question 1 :

Sur la représentation simplifiée à l'échelle 2/1 ci-dessous,

⇒ Effectuer les tracés du levier et de l'axe membrane en position fermée et inscrire les cotes permettant de vérifier la condition d'étanchéité énoncée par le cdcf.

⇒ Conclure sur la validité de la nouvelle forme du cône du siège du clapet et sur la course de l'axe membrane (validation par appréciation visuelle des tracés effectués. Rayer les mauvaises réponses).

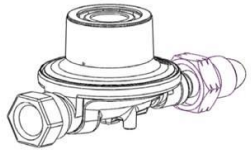
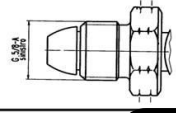
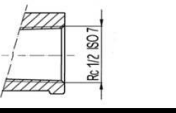
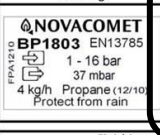
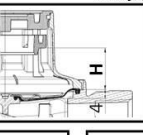


<b>Hauteur du cône</b>	validée	Non-validée
<b>Angle du cône</b>	validé	Non-validé
<b>Course de l'axe membrane</b>	validée	Non-validée

**Question 2 :**

Le détendeur est muni d'un écrou de tarage 3, permettant de régler la précontrainte du ressort 8. Afin de préparer les fiches de montage, le bureau des méthodes souhaite donner une indication de pré réglage de profondeur de cet écrou (cote H sur l'extrait de plan suivant).

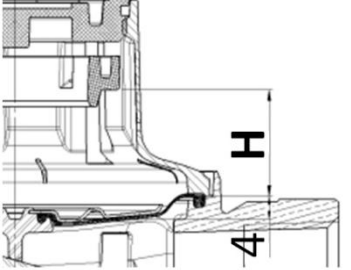
⇒ A partir de la définition du ressort 8 utilisé, effectuer les calculs et remplir la fiche de montage ci-dessous.

CLESSE NOVACOMET		PRODUCT SPECIFICATIONS	
Reference	001821AS		
Model	BP1803>E.POL.A>RC1/2 37MB		
Series	BP1803		
Inlet Pressure	1- 16 bar		
Outlet Pressure	37 mbar	Max Dimensions	150 x 73 x 64.50 mm
Flow Rate	4 kg/h Propane	Inlet	P1A POLM-S/BLH-BS-HN
		Outlet	F3D FEM-RC1/2
			
<b>Marking</b> 		<b>Pré-réglage de l'écrou de tarage</b> 	
<b>Finishing</b> Cover : Painted + RED RAL 2002 Body : Yellow Zinc Plated		<b>Single Box+Ins</b> Mas Comap M	
<b>Notes</b> REINFORCED DIAPHRAGM		<b>Standards</b>	
<b>Certification</b>		<b>Standards</b>	
Designer	fpa		
Controlled	fpa		

**Détail des calculs :**

**Remarques :**

La cote H correspond à la position de l'écrou 3 dans le couvercle 1.  
 La surface de contact membrane 10/ressort 8 est située à 4mm sous l'appui couvercle 1/ corps 2.  
 La hauteur utile Hu est égale à la somme de H+4

Pré-réglage de l'écrou de tarage	
	Hauteur à vide du ressort $H_0$
	Hauteur utile du ressort $H_u$
	Hauteur de pré réglage H

L'échantillonnage en place sur la production sérielle permet un autocontrôle sur poste des formes usinées. La rédaction d'une carte de contrôle pour chaque cote mesurée permet de faire apparaître des variations de dimensions. En cas de variation excessive, un contrôle numérique par MMT est nécessairement mis en place.

On souhaite ici vérifier que la fiche d'autocontrôle préparée par le bureau des méthodes est correcte.

**Décodage de la fiche d'autocontrôle sur poste**

**Question 3 :**

⇒ Identifier les caractéristiques de l'échantillonnage effectué sur le poste d'autocontrôle du corps 7 en remplissant le tableau ci-dessous.

Fréquence de l'échantillonnage	
Nombre de pièces prélevées par échantillonnage	
Nombre de pièces contrôlées par jour (8h)	



Question 4 :

⇒ Identifier les moyens de contrôle utilisés en inscrivant leur repère dans le tableau ci-dessous.

Cotes à contrôler	①	②	③	④	⑤	⑥
Moyens de contrôle						

Question 5 :

⇒ Expliquer la procédure permettant de contrôler la cote ⑥.

Question 6 :

⇒ Imaginer une modification d'outillage permettant de contrôler les cotes ⑤ et ⑥ (contrôle visuel) en une seule opération. Un croquis peut accompagner l'explication.

Question 7 :

*On souhaite vérifier et valider la procédure de contrôle de la cote ②.*

*Afin d'assurer la fonction d'étanchéité (FT62.4 : Assurer l'étanchéité du clapet), il est impératif de respecter une position rigoureuse du sommet du cône du clapet par rapport à l'axe de levier (cote ② de 0,25mm sur le plan d'autocontrôle).*

*Cette cote n'étant pas mesurable sur poste directement par le biais des instruments de contrôle, il est nécessaire d'utiliser une technique de transfert de cote pour la valider.*

*La procédure de contrôle mise en place consiste à poser le comparateur sur le haut du corps, faire le zéro sur l'axe du levier préalablement installé dans la cuve à contrôler, puis à palper le sommet du cône de clapet. Cette procédure est traduite par une chaîne de cote où Ja constitue la valeur de lecture du comparateur.*

*Cette chaîne de cote est définie sur l'extrait de plan du DR 17.*

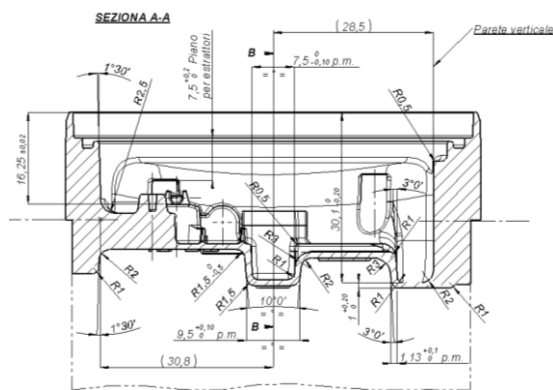
Dans le tableau et à partir des extraits de plans du DR 17,

⇒ Tracer et calculer les chaînes de cotes relatives à la spécification à contrôler :

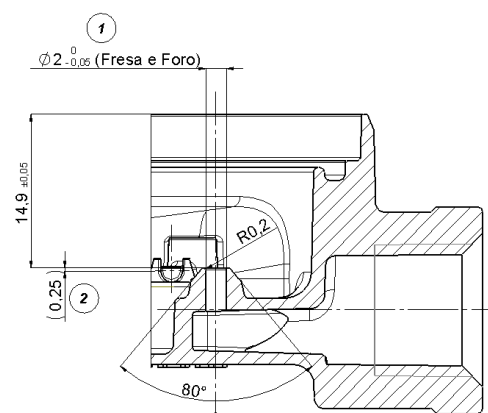
- Tracer et calculer la chaîne de cote permettant de déterminer a7 (chaîne Ja7)
- Déterminer la valeur tolérancée de Ja
- Conclure

Définition de Ja		
<p><i>Description (traduction mathématique) du process de contrôle sur poste avec comparateur :</i> On installe l'axe du levier dans son logement, on s'appuie sur la haut du corps, on fait le zéro sur l'axe, on palpe le sommet du cône.</p>		<p><i>Ja correspond à la mesure effectuée avec le comparateur.</i> <i>Le calcul de Ja se fait à partir des maillons a7 (distance sommet de cône-fond de logement d'axe levier) et a2 (Ø axe levier).</i> <i>Le maillon a2 est connu. Il reste alors à déterminer a7.</i> <i>La chaîne Ja7 permettra de calculer a7, est ainsi de définir Ja.</i> <i>Les valeurs numériques correspondant aux maillons se trouvent dans les extraits de plans ci-dessous.</i></p>

Recherche et tracé de Ja7 (=a7)	
	<p><b>Détail des calculs:</b></p>



Extrait du plan de brut de la cuve



Extrait du plan d'autocontrôle de la cuve

Détail des calculs de Ja	
<p>Inscrire la valeur de contrôle calculée (écriture sous la forme : cote moyenne ± écarts) :</p>	
<p>Ja =</p>	

Conclure quant au choix de la valeur de lecture du comparateur (0,63±0,08)	

**Décodage de la carte de contrôle de la spécification de hauteur de siège ② :  $0,63 \pm 0,08$**

**Question 8 :**

⇒ Indiquer la signification des caractéristiques de la carte de contrôle.

$\bar{X}$	
$\bar{\bar{X}}$	
$R$	
$LSC_X$	
$LIC_X$	
$LSC_R$	

**Question 9 :**

⇒ Sur une carte de contrôle, indiquer ci-dessous ce qui justifie une intervention du régleur de la machine de production.

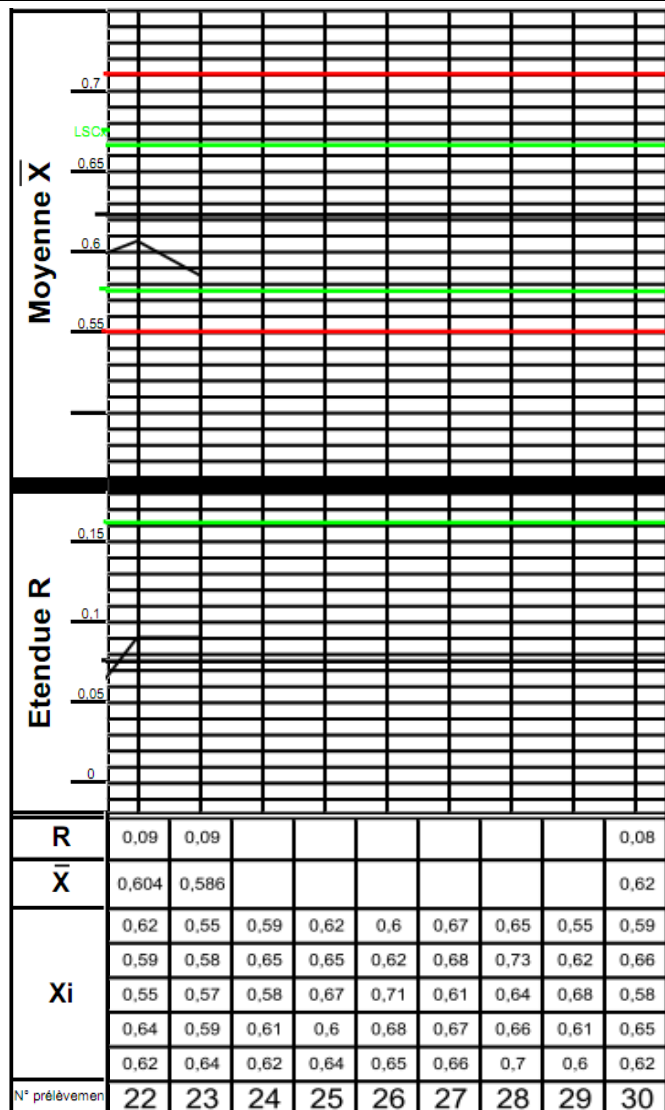
**Question 10 :**

Sur l'extrait de la carte de contrôle du corps 7 ci-contre,  
⇒ Compléter les prélèvements 24 à 29 ( $R$ ,  $\bar{X}$  et courbes)

**Question 11 :**

⇒ Indiquer les numéros de prélèvements qui ont nécessité une intervention de réglage. Justifier.

<b>N° de prélèvements</b>	
<b>Justification</b>	



*La carte de contrôle de la côte ② fait apparaître une variation excessive de sa valeur.*

*Il est donc décidé d'effectuer un contrôle MMT de la forme spécifiée afin de garantir une conformité dimensionnelle et géométrique plus rigoureuse par correction des paramètres d'usinage.*

*La Machine à Mesurer Tridimensionnelle robotisée utilisée est équipée d'un rack de chargement de palpeurs (voir dossier technique).*

### **Contrôle MMT - Décodage d'une spécification du plan d'usinage**

#### Question 12 :

⇒ Compléter le tableau du DR 20 afin de déterminer l'interprétation de la spécification extraite du dessin de définition (première colonne du tableau).

Renseigner les zones repérées par le symbole ☆.

#### Question 13 :

⇒ Compléter la représentation schématique des éléments géométriques en identifiant les éléments palpés et extraits (en bas à gauche).

⇒ Identifier les palpeurs utilisés et leur longueur mini pour contrôler la géométrie spécifiée.

⇒ Choisir les surfaces à palper et les éléments géométriques à construire.

⇒ Énoncer le critère d'acceptabilité.

***DR 20***

# PROCEDURE DE CONTROLE – ETABLIR UN MODE OPERATOIRE DE CONTROLE SUR MMT

Ensemble : Détendeur  
Elément : Corps

Spécification à contrôler :

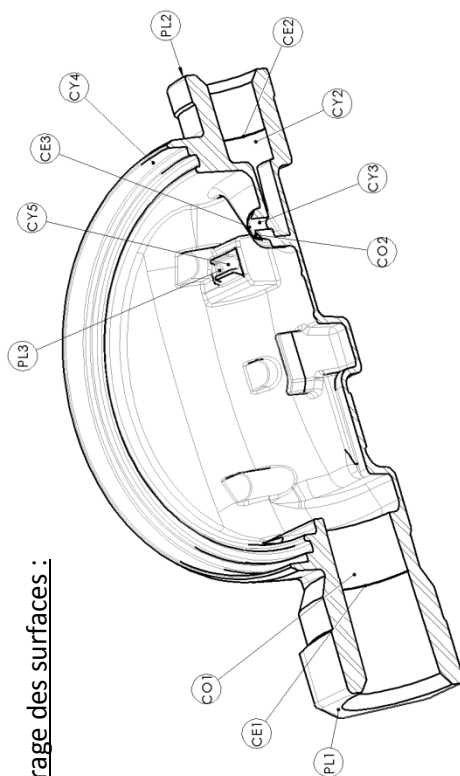
$\Phi$  0,1 A-B C

Palpeur(s) utilisé(s)  
N° : .....  
N° : .....  
N° : .....  
N° : .....



Longueur mini  
.....  
.....  
.....  
.....

Repérage des surfaces :



Eléments géométriques à palper (choix des surfaces à palper) :

Représentation schématique des éléments géométriques palpés et extraits.  
Identifier ces éléments sur le schéma ci-dessous :

Eléments géométriques à construire :

Exemple : DR... axe du cylindre CY...

Critère d'acceptabilité :