

SESSION DE 2000

concours externe de recrutement de professeurs agrégés

section : génie mécanique

composition sur les technologies de fabrication

Durée : 8 heures

Documents et dictionnaires interdits.

Moyens de calculs autorisés : calculatrice électronique de poche – y compris programmable, alphanumérique ou à écran graphique – à fonctionnement autonome, non imprimante, conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.

DOCUMENTS REMIS AUX CANDIDATS

Contexte et données de fabrication	}	Chemise Présentation et Sujet complet
Dessin de définition Document 1		
Nomenclature des phases Document 2		
Extrait du PV de contrôle d'un brut Document 3		
Texte complet du sujet		
Documents-réponses A	}	Chemise des documents réponses
Documents-réponses B		
Documents-réponses C		
Documents-réponses D		

IMPORTANT

Le candidat est invité à formuler toute hypothèse qu'il jugera nécessaire pour répondre aux questions posées.

Après avoir complété les en-têtes, le candidat remettra en fin d'épreuve ses copies paginées et ses documents-réponses regroupés dans **quatre chemises distinctes**:

PARTIE A : Étude du dessin de définition – Analyse de la cotation

PARTIE B : Étude de l'obtention et de la définition du brut.

PARTIE C : Étude du processus de fabrication.

PARTIE D : Contrôle des spécifications - Métrologie.

Tournez la page S.V.P.

PRÉSENTATION DU THÈME DE L'ÉTUDE

Cette chemise contient :

Contexte et données de fabrication

Dessin de définition : Document 1

Nomenclature des phases : Document 2

Extrait d'un P.V. de contrôle d'une pièce brute : Document 3

Texte du sujet complet

Tournez la page S.V.P.

Contexte

Le corps de vanne étudié fait partie d'un système de recyclage des gaz chauds dans le circuit d'alimentation d'un turbopropulseur (motorisation d'un hélicoptère).

Cette vanne constitue un sous-ensemble autonome dans lequel la position angulaire du volet type «papillon» est asservie.

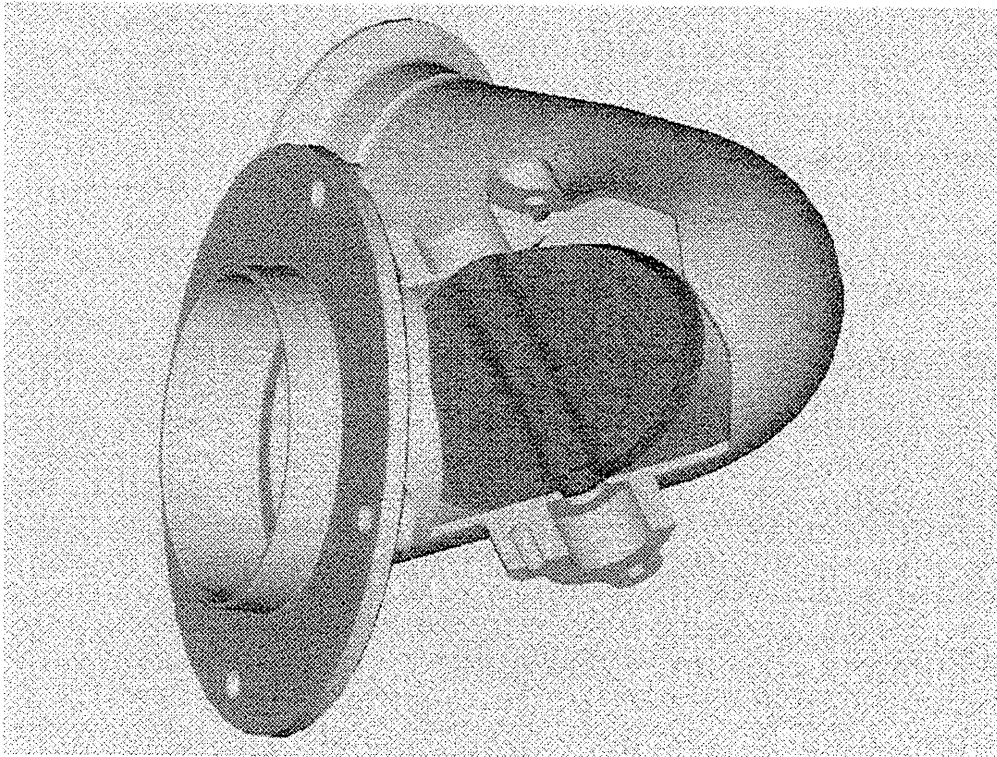
Le rendu 3D représente les 2 pièces corps de vanne et volet en situation (le dessin de définition du corps de vanne est donné Document1).

Le raccordement et la liaison du corps de vanne à la structure moteur se font par l'intermédiaire des surfaces terminales du corps «bride» et «collerette» (groupe (G3) et groupe (G4)).

La mise et le maintien en position des paliers de la liaison pivot volet/corps et du servomoteur actionnant la rotation du volet sont assurés par les surfaces «centrales» (groupe (G2)).

En position fermée, la surface périphérique du volet vient obturer l'alésage cylindrique B, Ø49H7 (groupe (G1)) pour annuler le passage du fluide (étanchéité recherchée).

Nota : les groupes G1, G2, G3 et G4 sont visualisés sur une représentation «fonctionnelle» de la pièce fournie sur le document réponse DRA1.



Données de fabrication

Ces pièces sont usinées par lots de 12 tous les 3 mois. Le corps de vanne est usiné à partir d'un brut moulé en superalliage « Inconel 718 » (Ni Cr 19 Fe Nb).

Ce choix de matériau est justifié par les contraintes d'environnement mécaniques et thermiques (pièce travaillant entre 600°C et 700°C) ainsi que des caractéristiques d'inoxidabilité et d'amagnétisme.

Le volet, soumis aux mêmes contraintes, est obtenu par usinage et électroérosion dans le même matériau.

La nomenclature des phases d'usinage du corps de vanne est présentée Document 2.

Texte du sujet

A - Première partie :

Étude du dessin de définition– Analyse de la cotation

Objectif : effectuer une présentation synthétique du mode de cotation retenu par le bureau d'études pour définir la position et l'orientation relatives des 4 groupes de surfaces fonctionnelles usinées.
(voir « dessin fonctionnel » de la pièce sur Document Réponse DRA1)

Cette présentation doit permettre de déterminer rapidement les opérations à effectuer avec un logiciel DAO 3D pour construire la pièce.

Travail demandé :

(à effectuer sur Document Réponse DRA1)

QA1 : - Présenter les différentes étapes de la démarche suivie par le concepteur de la pièce pour définir le modèle nominal du corps de vanne.

Pour cela compléter la figure du document DRA1 et détailler par des croquis partiels et des explications associées chacune des étapes de conception de la pièce en dégagant l'ordre chronologique que vous percevez à la lecture de la cotation.

Bien préciser pour chaque étape les éléments pris comme départ (ou référence) des dimensions linéaires ou angulaires utilisées dans la construction.

QA2 : - Identifier les spécifications de position et d'orientation qui définissent le tolérancement associé aux surfaces de chaque groupe.

(à effectuer sur Document Réponse DRA1bis)

QA3 : - Identifier les spécifications liant les surfaces usinées et les surfaces brutes.

- Expliquer les contraintes de position ou d'orientation relatives qu'elles induisent entre les groupes concernés.

Pour cela détailler chacune de ces contraintes par des croquis partiels et des explications associées.

B – Deuxième partie

Étude de l'obtention et de la définition du brut.

Objectif : étudier certains problèmes techniques relatifs à la fonderie de précision à modèle perdu (cire perdue). Transposer des connaissances de base sur le moulage à l'étude d'un procédé particulier.

Étude de l'obtention des formes intérieures du corps de vanne **Comparaison des 3 techniques envisageables.**

Nota : la partie gauche du document DRB1 rappelle sous forme de synoptique les étapes principales du procédé et permet de fixer la terminologie à employer.

On envisagera dans le cas du corps de vanne l'obtention des formes intérieures selon les 3 techniques suivantes :

- Technique 1 : Formes intérieures données directement sur le modèle par l'outillage métallique de fabrication du modèle (étape 1 du DRB1)
- Technique 2 : Formes intérieures obtenues sur le modèle après dissolution d'un noyau en cire soluble
- Technique 3 : Formes intérieures données par la présence d'un noyau réfractaire céramique à détruire par dissolution après coulée du métal.

Travail demandé :

(à effectuer sur Document Réponse DRB1)

QB1 : Définir les modifications à apporter au synoptique du DRB1 pour y intégrer la description de chacune des 3 techniques.

Définir dans des cadres correspondant aux nouvelles étapes éventuelles les croquis et explications associées. Préciser la position relative de ces étapes dans le synoptique du DRB1.

Conserver l'esprit synthétique du document initial.

(à effectuer sur Document Réponse DRB2)

QB2 : Définition des spécificités des outillages dans le cas du corps de vanne

pour la Technique 1 : effectuer un croquis des parties de l'outillage métallique qui permettent l'obtention des formes intérieures. Définir les liaisons de ces parties avec le reste de l'outillage et décrire la procédure d'assemblage-désassemblage avant et après injection du modèle cire.

pour la Technique 2 : effectuer un croquis du (ou des) outillage(s) métallique(s) qui permet(tent) l'obtention du noyau en cire soluble

pour la Technique 3 : préciser les différences éventuelles par rapport à la Technique 2 pour l'obtention du noyau céramique.

Nota : on veillera à définir :

- les incidences sur l'outillage du changement d'orientation entre les zones du noyau correspondant aux groupes G1 et G3.
- les dispositifs de positionnement du «noyau» dans le moule d'injection du modèle .

QB3 : Comparer les 3 techniques précédentes et effectuer un choix justifié dans le cas du corps de vanne en précisant les critères retenus (sur Document Réponse DRB2).

Étude de l'obtention des formes extérieures du corps de vanne.

Travail demandé :

(à effectuer sur Document Réponse DRB2)

QB4 : Définir l'outillage métallique d'injection du modèle cire.

Faire apparaître le plan de joint principal ainsi que les parties démontables qui permettent le démoulage du modèle en utilisant des couleurs différentes.

Définir les formes assurant les liaisons entre les différentes parties.

Nota : on se placera ici dans le cas d'utilisation d'une des techniques 2 ou 3 pour l'obtention des formes intérieures

Analyse des causes de variations dimensionnelles et géométriques du brut

Travail demandé :

(à effectuer sur feuille de copie spécifique Partie B)

QB5 : Définir les retraits successifs à prendre en compte pour passer d'une dimension de la pièce à la dimension correspondante sur l'outillage d'injection du modèle cire.

(représentation graphique conseillée).

QB6 : Définir les causes possibles de variations de la géométrie du brut en faisant la synthèse des problèmes techniques étudiés précédemment.

(explications et croquis).

Définition du brut

Travail demandé :

(à effectuer sur Document Réponse DRB3)

QB7 : - Proposer un mode de cotation du corps de vanne brut :

- définition de la géométrie nominale (à limiter aux formes principales)
- tolérancement des écarts dimensionnels et géométriques
- Préciser par des explications associées la démarche suivie.

C – Troisième partie

C1 – Étude de la première phase d'usinage Ph10.

Objectif : mettre en évidence le raisonnement conduisant au choix des surfaces à usiner en premier dans la gamme de fabrication.

Travail demandé :

(à effectuer sur feuille de copie spécifique Partie C)

- QC1 :** - Envisager les différents choix possibles pour les surfaces usinées en première phase.
- Comparer et classer ces choix en dégagant les critères retenus.
 - Justifier ou critiquer la solution retenue dans la nomenclature des phases du Document 2.

C2 – Mise en œuvre de la phase 10

Objectif : Étudier la procédure complète de mise en œuvre d'une phase d'usinage.

Travail demandé :

(à effectuer sur Document Réponse DRC2)

QC2 : Définir et détailler les différentes étapes nécessaires à la mise en œuvre du poste de travail défini sur le document réponse DRC2.

- Opérations de mise en situation axe broche/porte-pièce
- Décalages d'origine (préciser les origines retenues)
- Opérations d'installation de la pièce sur le porte-pièce
- Autres opérations nécessaires avant le départ cycle

C3 – Étude de la phase 20

Objectif : concevoir un montage porte-pièce de tournage permettant l'usinage de surfaces «obliques» par rapport aux surfaces de mise en position.

Travail demandé :

(à effectuer sur Documents Réponse DRC3 et DRC33)

QC31 : Définir sur la figure du document réponse DRC3 les paramètres géométriques de position et d'orientation qui permettent de situer les surfaces de mise en position pièce/porte-pièce par rapport aux surfaces de liaison porte-pièce/machine (**paramètres nécessaires à la conception du montage porte-pièce**).

QC32 : Déterminer les valeurs de ces paramètres.

Il est conseillé d'associer un repère à chaque groupe de surfaces et de raisonner sur les changements de repère.

QC33 : - Définir le montage porte-pièce en accord avec les résultats trouvés en QC32 (dessin à effectuer au crayon à l'échelle 1:1 sur le calque Document Réponse DRC33).

- Porter sur le dessin les spécifications d'aptitude à l'emploi.
- Établir une notice d'utilisation à l'attention de l'opérateur.

C4 – Étude de la phase 40

Objectif : Déterminer les paramètres «minimum» de positionnement relatif entre 2 groupes de surfaces «obliques» (paramètres nécessaires à l'usinage) dans le cas où ils ne correspondent pas directement aux paramètres définis par la cotation de définition.

Cette question permettra d'établir une démarche générale de traitement de ce type de problème fréquemment lié aux cotations produites en DAO.

Le traitement sera envisagé :

- par un mode calculatoire
- par utilisation directe des fonctionnalités d'un logiciel de DAO 3D dans le cas où le fabricant peut disposer de la définition DAO 3D de la pièce.

Travail demandé :

(à effectuer sur recto et verso du document réponse DRC4)

QC41 : Proposer une méthode de détermination des paramètres géométriques d'orientation et de position permettant de situer les surfaces de mise en position pièce/porte-pièce par rapport aux surfaces de liaison porte-pièce/machine (**paramètres nécessaires à la définition du montage porte-pièce**).

Nota : on se limitera pour cette question à définir la méthode sans développer les calculs.

QC42 : Dans l'hypothèse où l'on dispose de la définition DAO 3D de la pièce, définir les opérations qui permettent d'obtenir les paramètres recherchés précédemment en utilisant les fonctionnalités courantes de ce type de logiciel. (voir encadré non exhaustif ci-dessous)

Nota : On considérera comme on l'a vu en QA1 que les cotes figurant sur le dessin de définition donnent une image directe de la démarche de construction de la pièce en DAO.

Fonctionnalités essentielles et minimales d'un logiciel de DAO

- Travail en coordonnées 3D (absolues, relatives cartésiennes et relatives polaires)
- Création ou sélection de segments de droites, de points, de cercles, d'arcs, ..
- Définition (origine nouvelle et direction des vecteurs unitaires) de tout repère utilisateur à partir du repère général
- Modification de l'orientation d'un repère existant par rotations successives
- Affichage en 2D ou en 3D à partir de tout repère
- Possibilité d'interroger sur les propriétés des entités (caractéristiques et position relative) dans tout repère d'observation.

D – Quatrième partie

Objectifs : - déterminer et analyser les écarts de position les plus significatifs entre :

- les groupes (G3) et (G4) (surfaces extrêmes de la pièce).
- ces groupes et les surfaces brutes voisines (G3_b) et (G4_b).

- définir une démarche d'optimisation du processus de fabrication pour minimiser les rebuts résultant d'écarts trop importants entre surfaces usinées et surfaces brutes.

La démarche adoptée dans cette partie sera la suivante :

- 1 – détermination des écarts par mesurage sur MMT et analyse.
- 2 – optimisation du «balançage» surfaces usinées/surfaces brutes.

1 – Détermination des écarts par mesurage sur MMT et analyse.

Travail demandé :

(à effectuer sur Document Réponse DRD1)

QD11 : Définir en complétant la gamme de mesurage sur MMT, les opérations de détermination des écarts de position limités par les spécifications de localisation entre (G3) et (G1,G2) d'une part, puis (G4) et (G3) d'autre part.

On utilisera les fonctionnalités de base d'un logiciel de MMT (construction de repères, d'éléments, calculs de distance, d'angle, ...) permettant d'aboutir à la «caractérisation» de la position réelle de l'élément par rapport à sa position théorique.

Produire explications et figures associées.

QD12 : Définir de la même façon, les opérations de vérification du respect des conditions d'épaisseur de toile mini

- e_3 et e'_3 : condition entre (G3_b) et (G3)
- e_4 : condition entre (G4_b) et (G4)

(à effectuer sur Document Réponse DRD13)

QD13 : Rechercher et expliciter les causes de variation possibles de l'épaisseur e_4 .

Cette analyse nécessite d'effectuer une synthèse du processus de fabrication ainsi que du processus d'obtention du brut (Cf. questions QB6 et QB7).

L'étude de ces variations sera illustrée dans les deux plans caractéristiques (plan A et plan perpendiculaire au plan A) des figures du document réponse DRD13.

2 – Optimisation du «balançage» surfaces usinées/surfaces brutes.

Le mesurage des bruts sur MMT traité par un logiciel intégrant la fonctionnalité de «balançage» («Best Fit»), permet pour chaque pièce, de comparer «globalement» la géométrie réelle à la géométrie nominale récupérée en important le fichier DAO 3D de définition de la pièce brute.

Cette comparaison permet de déterminer et visualiser les écarts relatifs (E_i) entre les points prélevés sur les surfaces réelles et leurs correspondants sur le modèle nominal.

1. comparaison effectuée en faisant correspondre le repère du modèle nominal à un repère pièce à créer en début de mesurage.
2. comparaison effectuée en optimisant le «balançage» entre les 2 repères précédents pour minimiser les écarts (E_i).

Le résultat de ces mesures, pour une pièce donnée, est fourni Document 3.

Tourner la page S.V.P.

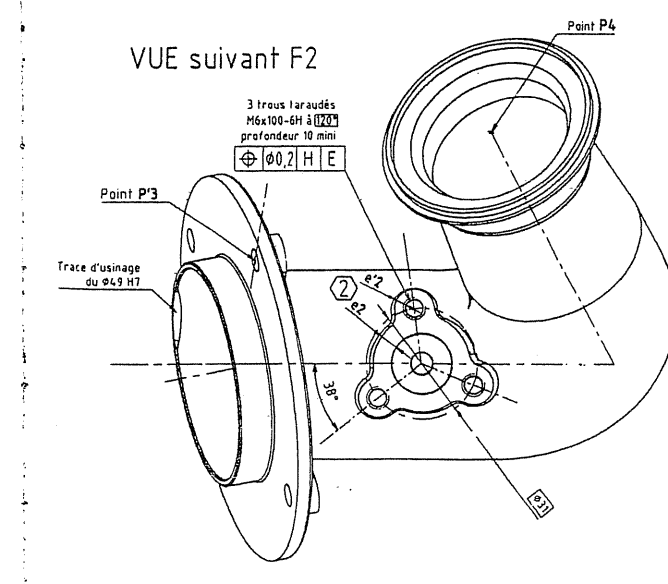
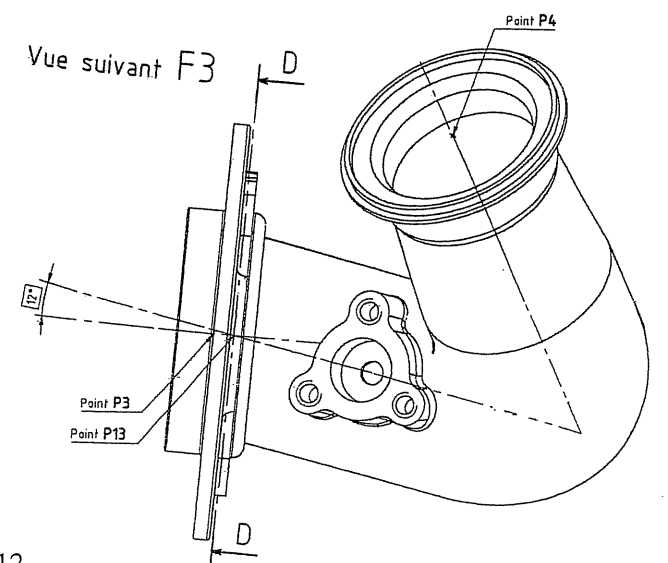
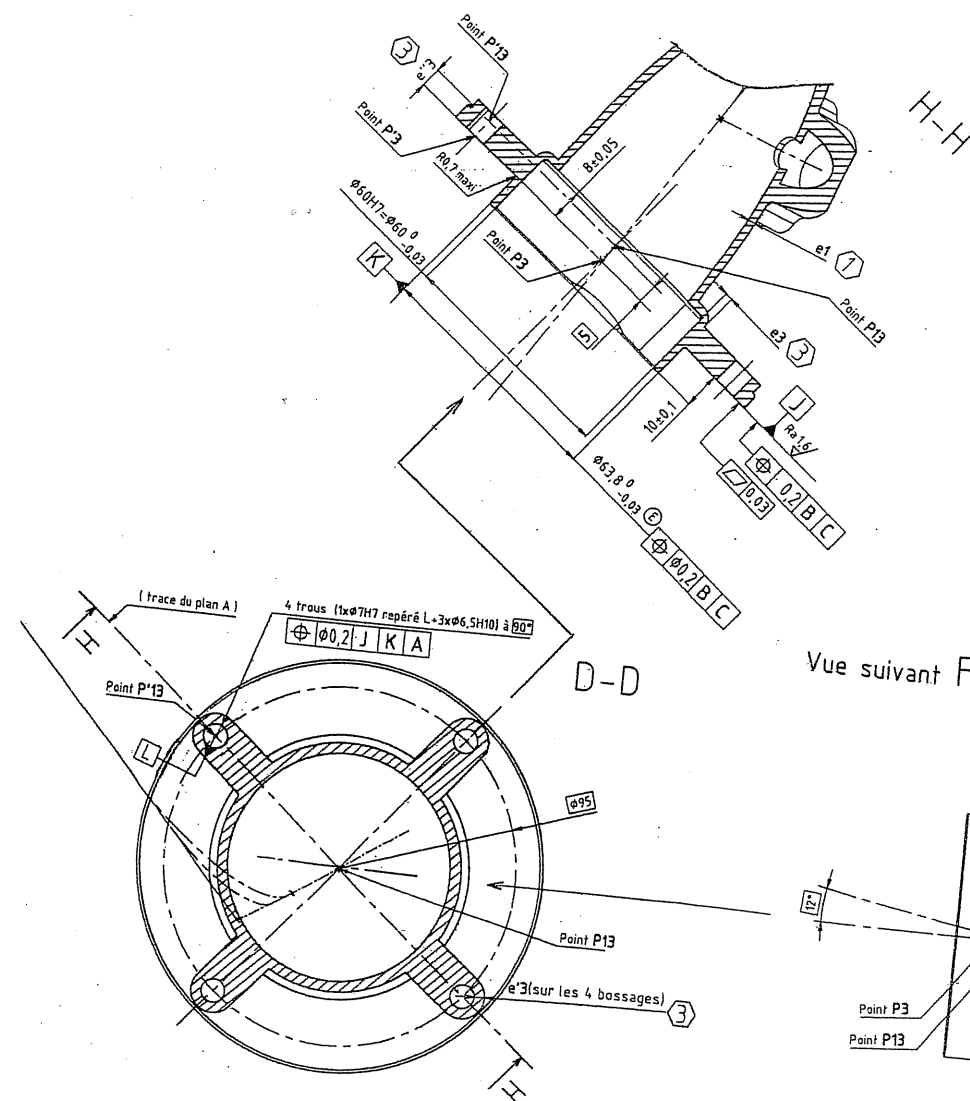
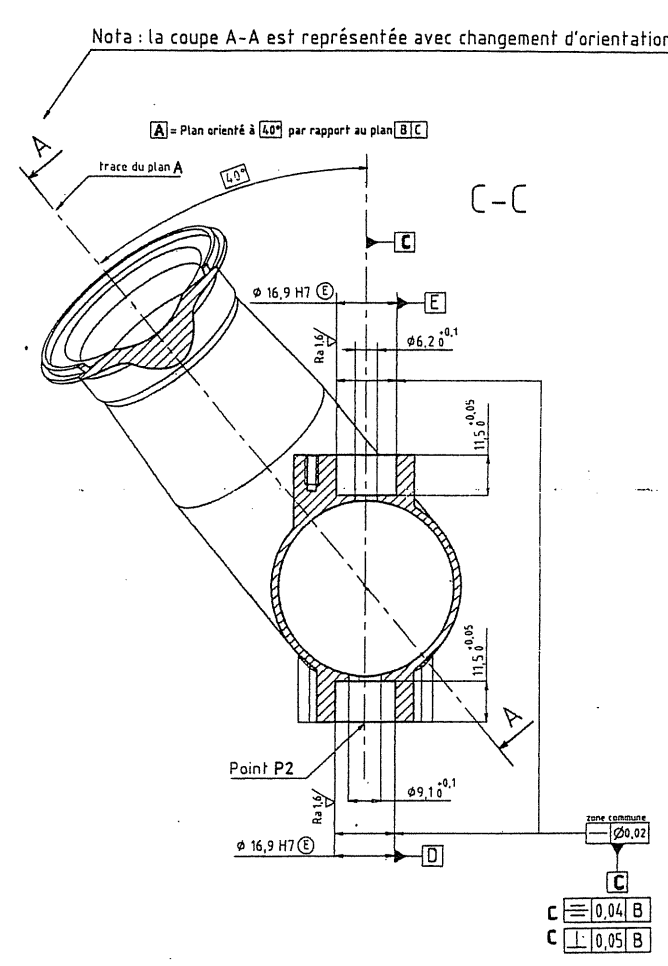
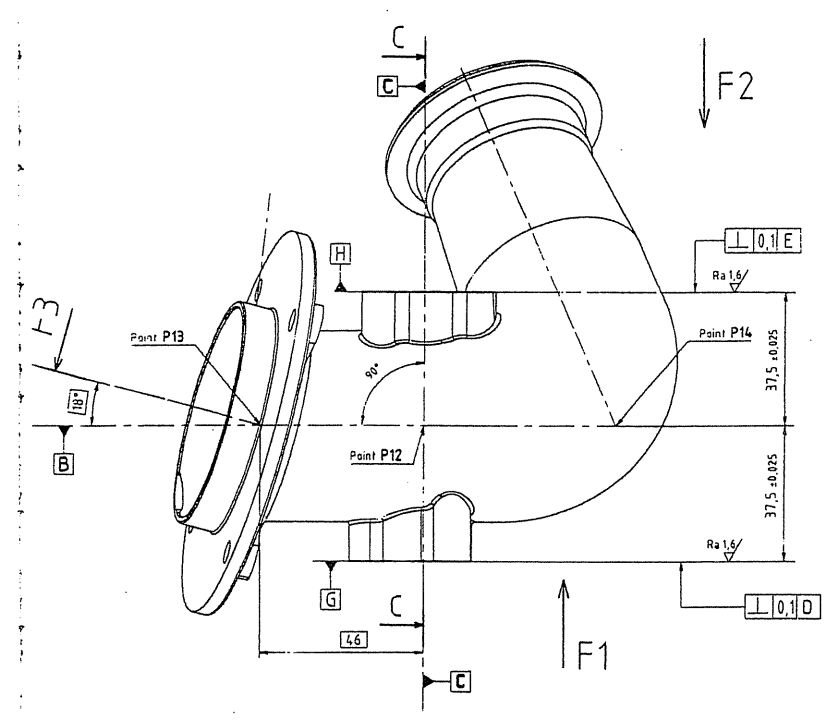
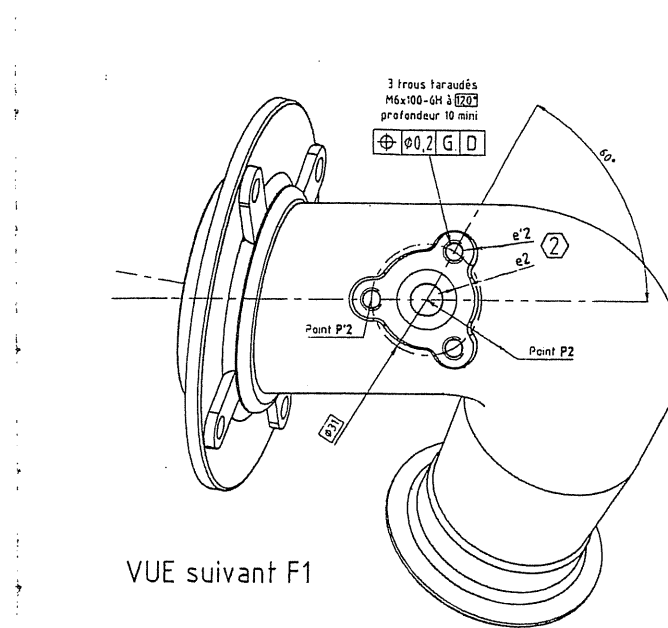
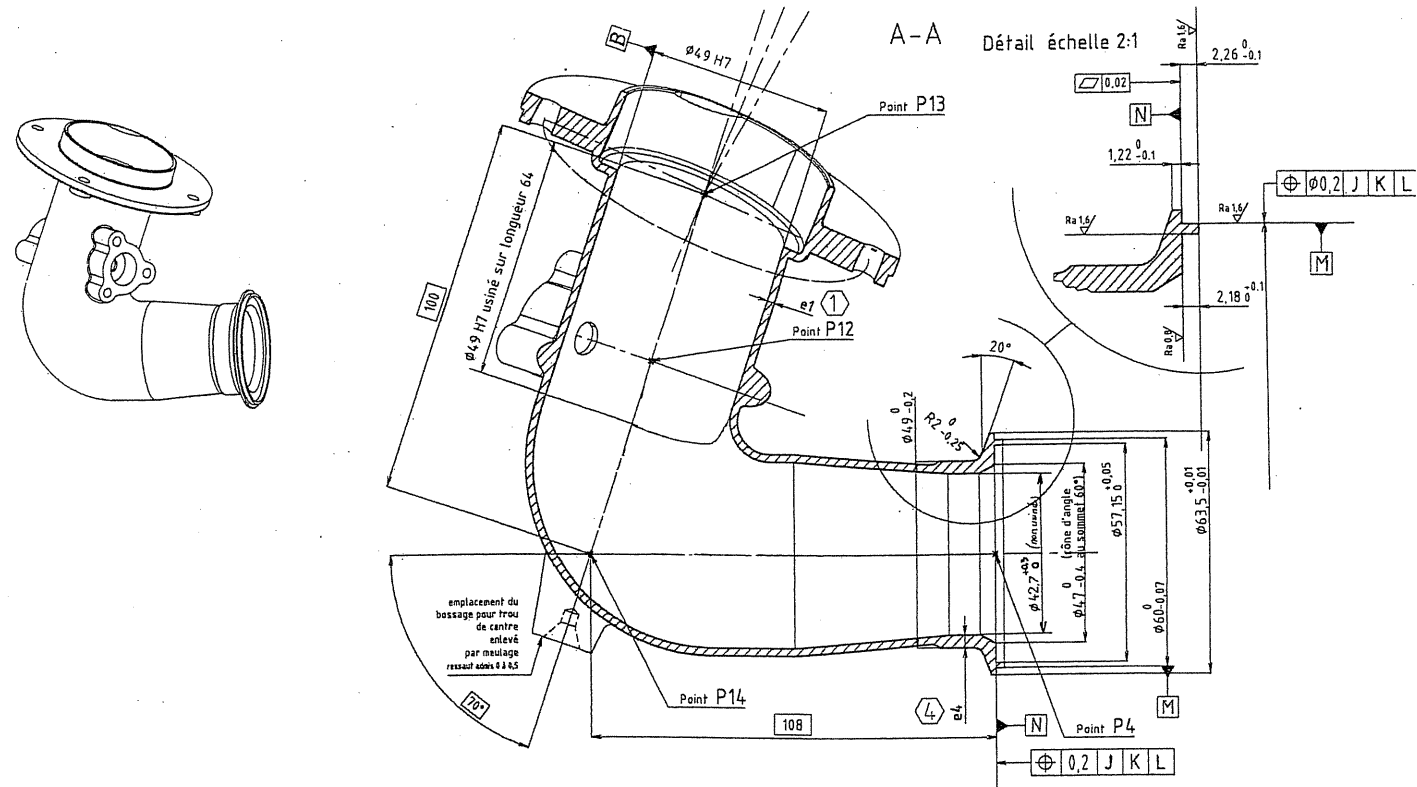
Travail demandé :

(à effectuer sur copie spécifique Partie D)

QD2 : Proposer une exploitation de ces résultats de mesure en vue de diminuer les rebuts pour cause de non respect des contraintes de positionnement relatif entre usiné et brut (épaisseur de toile e_3 , e'_3 , e_4 , ...).

Pour cela préciser les étapes du processus de fabrication où des aménagements peuvent être apportés pour tenir compte au mieux des écarts constatés sur la géométrie du brut.

Définir ces aménagements par des explications et croquis associés.



Document 1 Echelle 1:1
 Pièce : CORPS DE VANNE | Matière : Ni Cr19 Fe Nb
 Tolérances générales : ISO 2768 m-K | Rugosité : $Ra 3.2$
 Masse en kg : $1,150^{+0,025}_{-0,075}$
 Variation admissible des toiles repérées :

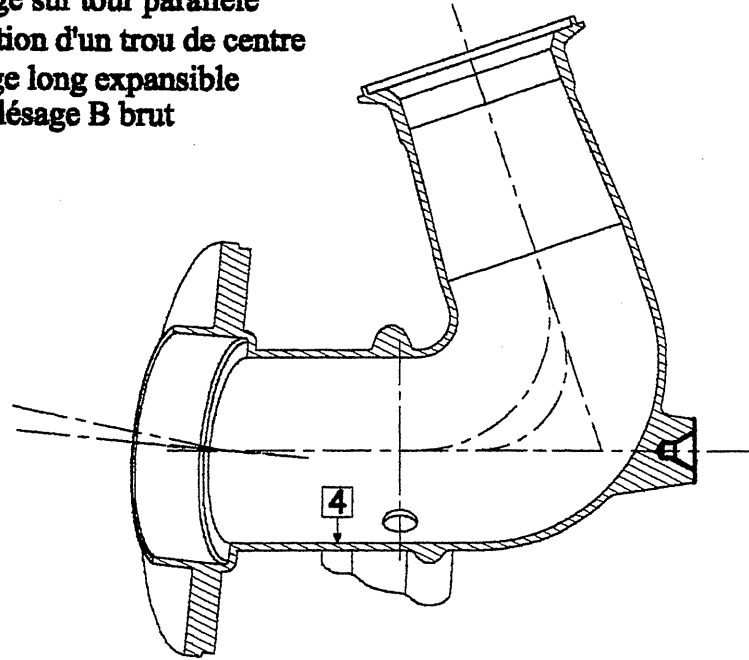
① épaisseur mini e1 = 2 mm tout autour	③ épaisseur mini e3 = 2 mm tout autour épaisseur mini e3 = 3 mm tout autour épaisseur mini e3 = 5 mm
② épaisseur mini e2 = 5 mm tout autour épaisseur mini e2 = 3 mm tout autour	④ épaisseur mini e4 = 3.5 mm tout autour

DOCUMENT 2 NOMENCLATURE DES PHASES (surfaces usinées en trait fort, indication partielle de l'isostatisme)

PHASE 1 : Contrôle du brut

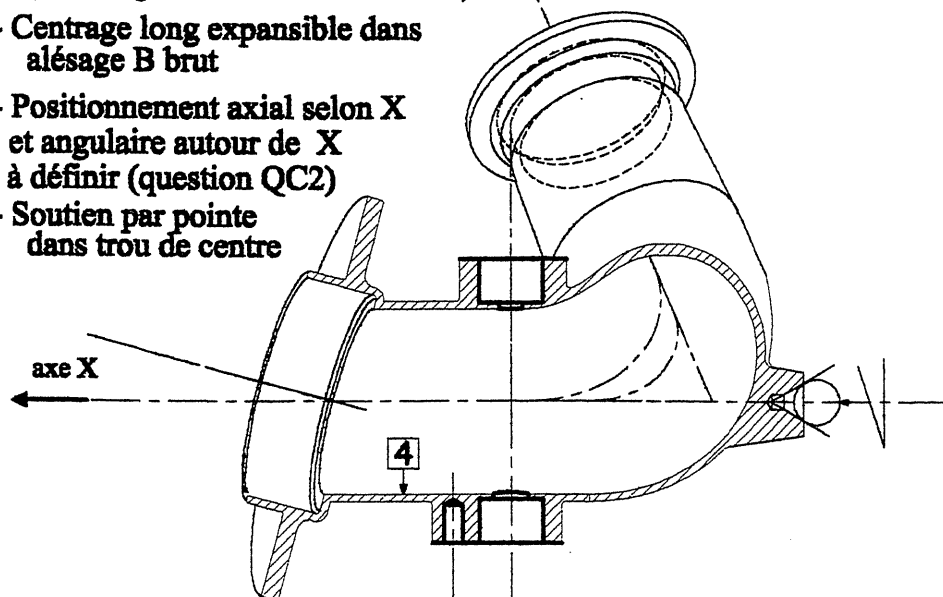
PHASE 5 :

- Tournage sur tour parallèle
- Réalisation d'un trou de centre
- Centrage long expansible dans alésage B brut



PHASE 10 :

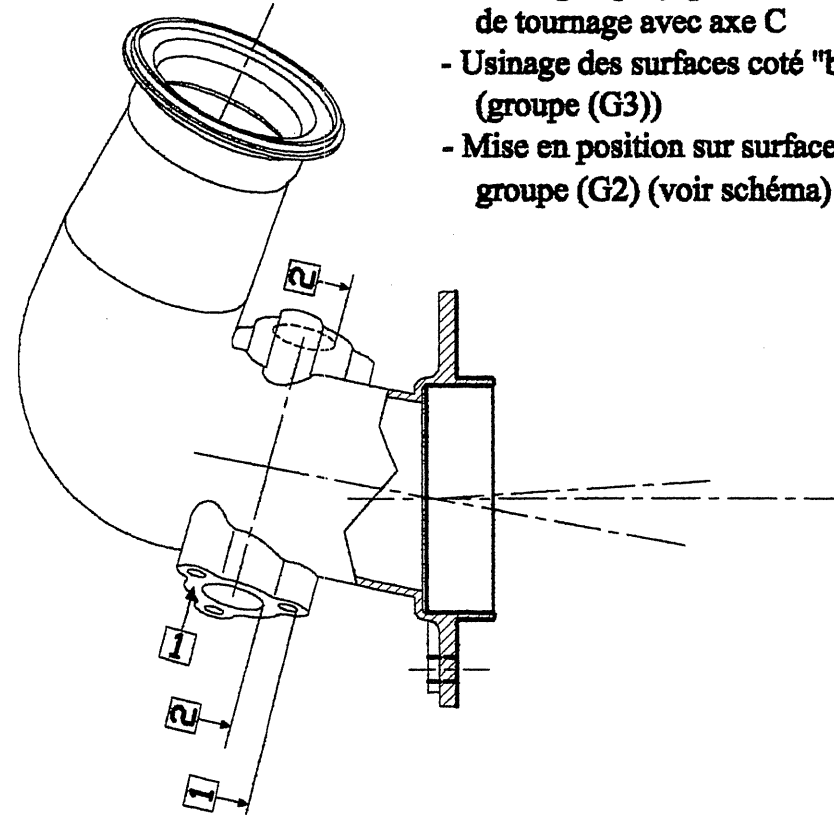
- Fraisage Alésage sur CU 4 axes vertical avec axe A
- Usinage des surfaces du groupe (G2) alésages E et D, faces et trous associés (tarudages des M6 non effectué)
- Centrage long expansible dans alésage B brut
- Positionnement axial selon X et angulaire autour de X à définir (question QC2)
- Soutien par pointe dans trou de centre



PHASE 15 : Meulage du bossage "trou de centre"

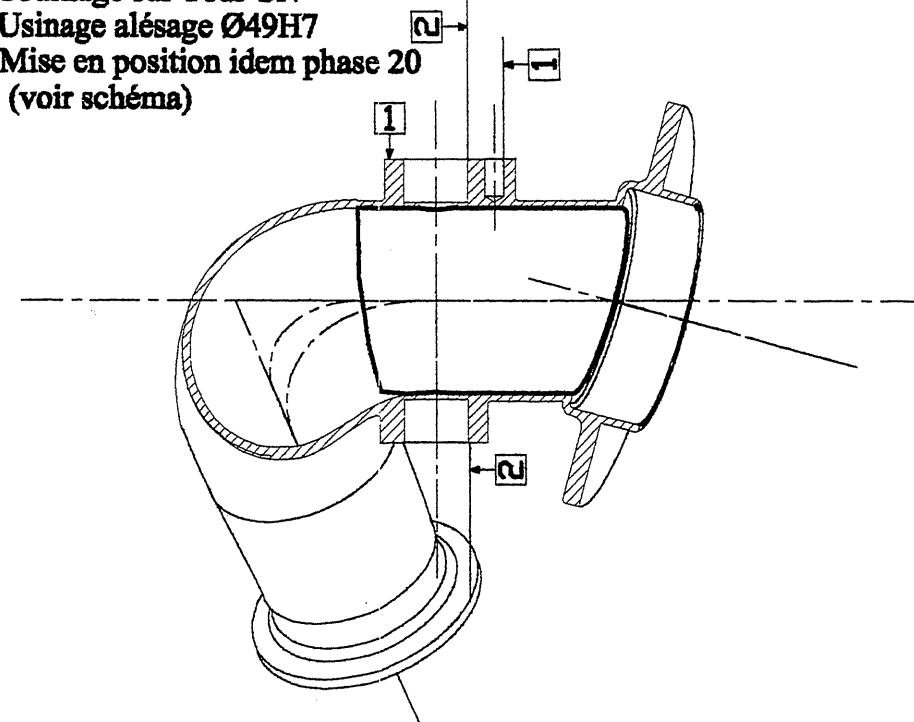
PHASE 20 :

- Tournage - perçage sur centre de tournage avec axe C
- Usinage des surfaces coté "bride" (groupe (G3))
- Mise en position sur surfaces du groupe (G2) (voir schéma)



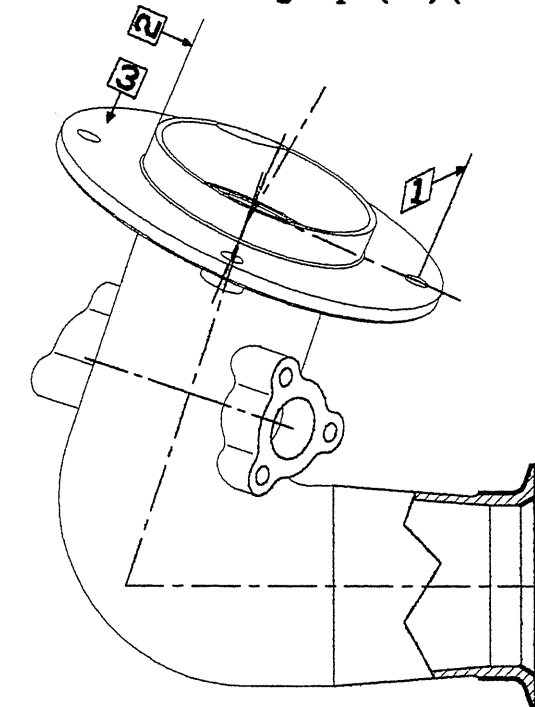
PHASE 30 :

- Tournage sur Tour CN
- Usinage alésage $\varnothing 49H7$
- Mise en position idem phase 20 (voir schéma)



PHASE 40 - Usinage sur tour CN 2 axes

- Usinage des surfaces coté "collerette" (groupe (G4))
- Mise en position sur surfaces du groupe (G3) (voir schéma)



PHASE 50 : Taraudage 2 fois 3 trous M6x100 - 6H

PHASE 60 : ébavurage soigné et marquage par gravage

PHASE 70 : Contrôle par ressuage

PHASE 80 : Contrôle dimensionnel et géométrique sur MMT 3 axes avec tête de mesure orientable

DOCUMENT 3

Extraits du P.V. de contrôle d'une pièce brute

L'objectif de ce contrôle est de déterminer pour chaque pièce brute les écarts entre la géométrie nominale et la géométrie réelle.

Cette détermination est facilitée par une fonctionnalité du logiciel de mesure qui permet d'importer la définition D.A.O. de la pièce brute, et de faire coïncider le repère qui lui est associé, avec un repère pièce correspondant à établir en début de gamme de mesure.

Opérations préliminaires :

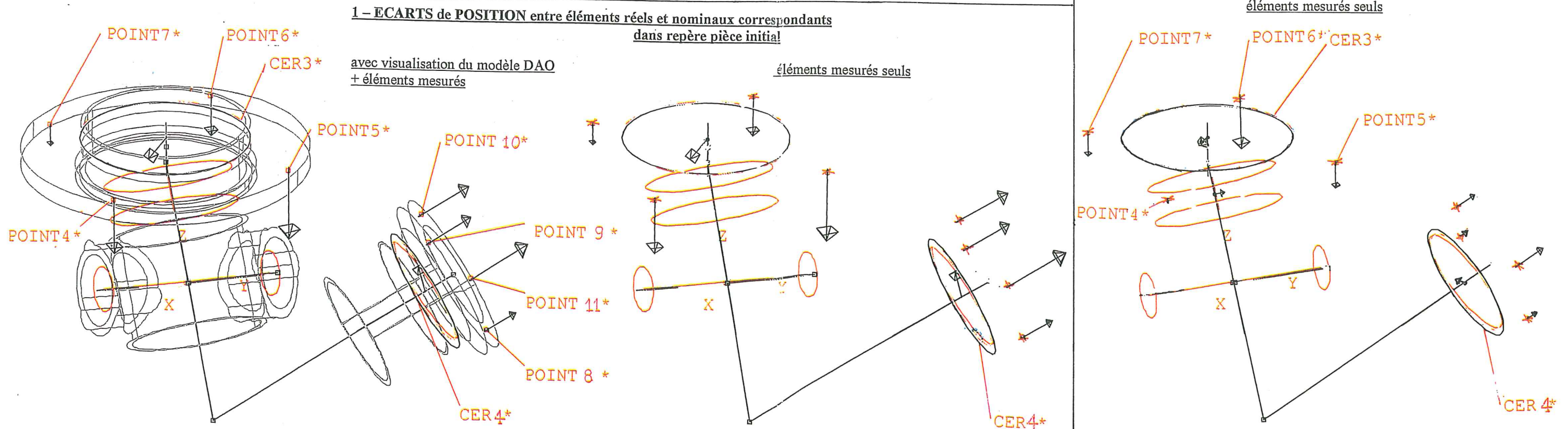
- 1 - mesure de l'alésage central du groupe G1b : CYL 1
- 2 - mesure d'un cercle dans chaque alésage du groupe G2b : CER 21 et CER 22
- 3 - construction d'une droite passant par les centres des cercles CER 21 et CER 22 : LIGNE 2
- 4 - construction du point « intersection » entre CYL 1 et LIGNE 2 : POINT 12
- 5 - construction d'un repère pièce : 1^{er} axe sur Cyl 1, 2^{ème} axe sur Ligne 2, origine sur Point 12
- 6 - importation de la définition DAO et calage du repère qui lui est associé sur le repère pièce : repère DAO = repère pièce (cette opération permet de relier les données DAO aux données mesurées)
- 7 - **mesure des éléments jugés caractéristiques pour qualifier la position de G3b et G4b :**
 - sur G3b : un cercle situé au milieu du cylindre extérieur : CER 3
4 points situés sur la périphérie de la face attenante coté bride : Points 4, 5, 6, 7
 - sur G4b : un cercle situé à l'entrée du cylindre intérieur : CER 4
4 points situés sur la périphérie de la face attenante coté bride : Points 8, 9, 10, 11

8 - **détermination des écarts de position des éléments mesurés en 7**
voir tableau récapitulatif partie 1 et représentations graphiques associées (écarts représentés par les flèches - échelle 20)

9 - **« Balançage » du repère pièce sur les 3 éléments cylindriques CYL 1, CER 3, CER 4 et détermination des nouveaux écarts optimisés**
voir tableau récapitulatif partie 2 et représentations graphiques associées (écarts représentés par les flèches - échelle 20)

1 - Ecart entre éléments de surface réels et nominaux correspondants														
	diamètre		forme	X			Y			Z			Ecart Position	
	nominal	mesuré		nominal	mesuré	écart	nominal	mesuré	écart	nominal	mesuré	écart		
groupe(G3)	CER 3	68	68,06	0,29	1,79	2,44	0,65	2,72	2,75	0,03	56,55	56,42	-0,13	0,68
	Point 4				50,18	49,98	-0,2	0,28	-0,02	-0,3	44,2	43,09	-1,11	-1,18
	Point 5				0,27	0,01	-0,26	50,41	50,03	-0,38	39,88	38,46	-1,42	-1,49
	Point 6				-47,89	-48,03	-0,15	0,17	-0,04	-0,22	62,13	61,32	-0,81	-0,85
	Point 7				0,08	0	-0,08	-44,88	-45	-0,12	65,44	65	-0,45	-0,47
groupe(G4)	CER 4	42,7	42,85	0,11	-57,48	-57,1	0,38	69,8	69,95	0,15	-23,5	-23,09	0,41	0,57
	Point 8				-70,23	-70,65	-0,42	85,27	85,78	0,51	-43,18	-42,96	0,22	0,7
	Point 9				-79,96	-80,57	-0,61	62,74	63,49	0,74	-9,62	-9,3	0,32	1,02
	Point 10				-65,25	-65,93	-0,68	68,86	69,7	0,84	4,01	4,37	0,36	1,14
	Point 11				-45,48	-45,94	-0,46	94,76	95,33	0,57	-18,41	-18,16	0,25	0,77
2 - Ecart obtenu après BALANÇAGE sur les 3 éléments cylindriques bruts mesurés (cyl1 - cer 3 - cer 4)														
groupe(G3)	CER 3	68	68,06	0,29	1,79	1,81	0,02	2,72	2,67	-0,05	56,55	56,49	-0,06	0,08
	Point 4				50,18	49,67	-0,51	0,28	1,02	0,75	44,2	44,14	-0,06	0,04
	Point 5				0,27	-1,2	-1,47	50,41	50,12	-0,29	39,88	39,07	-0,8	-1,09
	Point 6				-47,89	-48,69	-0,8	0,17	-1,19	-1,37	62,13	60,27	-1,85	-2,25
	Point 7				0,08	0,16	0,08	-44,88	-45,22	-0,35	65,44	64,41	-1,04	-1,08
groupe(G4)	CER 4	42,7	42,85	0,11	-57,48	-57,39	0,09	69,8	69,69	-0,11	-23,5	-23,42	0,08	0,16
	Point 8				-70,23	-70,84	-0,61	85,27	85,51	0,24	-43,18	-43,37	-0,19	0,49
	Point 9				-79,96	-81,01	-1,05	62,74	62,59	-0,15	-9,62	-10,21	-0,59	0,33
	Point 10				-65,25	-66,79	-1,55	68,86	68,91	0,05	4,01	3,84	-0,17	0,91
	Point 11				-45,48	-46,86	-1,38	94,76	95,22	0,46	-18,41	-17,94	0,47	1,32
groupe(G1)	CYL 1	46,1	46,14	0,18	0	0,1	0,1	0	-0,02	-0,02	34,45	34,43	-0,02	0,19
						U		V		W				
groupe(G2)					0	-0,00656	-0,00656	0	0,00319	0,00319	1	0,99997	0,00003	
	CER 21	14,1	14,15											
	CER 22	14,1	14,18											
	LIGNE2 (ligne passant par cercles 21 et 22)													
					0	0,33	0,33	0	-0,13	-0,13	0	0,44	0,44	
	Point 12 (Intersection cyl1 et ligne2 = origine repère p)													

Cette fonctionnalité du logiciel permet un cadrage optimisé en 3 D des données mesurées sélectionnées par rapport aux données nominales correspondantes. Elle se traduit par la création d'un nouveau repère pièce (déplacé en 3D à partir du précédent)



DOCUMENTS RÉPONSES

Cette chemise contient :

Documents réponse partie A	Document réponse DRA1 Document réponse DRA1 bis
Documents réponse partie B	Document réponse DRB1 Document réponse DRB2 Document réponse DRB3
Documents réponse partie C	Document réponse DRC2 Document réponse DRC3 Document réponse DRC33 Calque Document réponse DRC4
Documents réponse partie D	Document réponse DRD1 Document réponse DRD13

Tournez la page S.V.P.

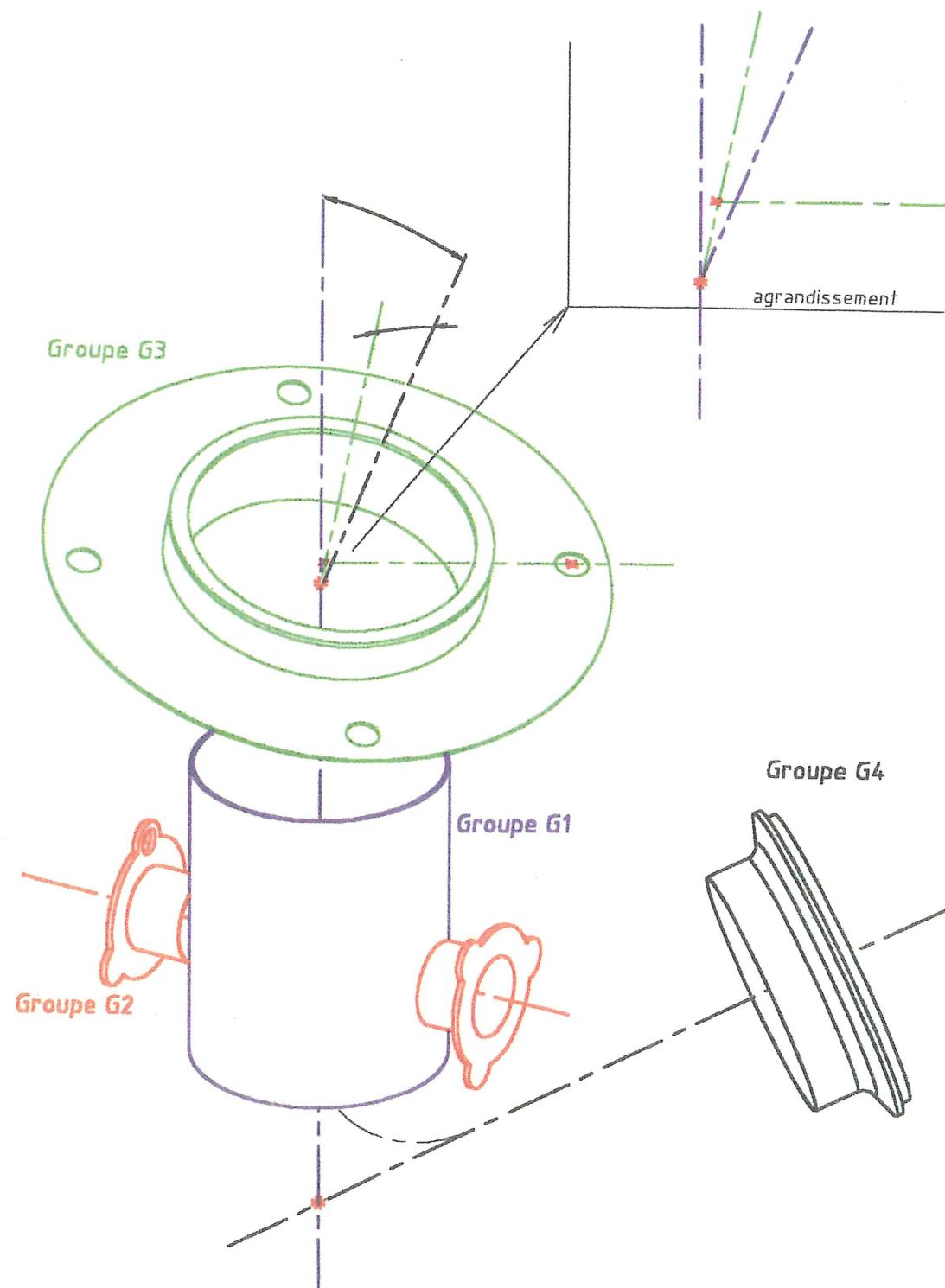
Document réponse DRA1

"DESSIN FONCTIONNEL"

Étapes de construction de la pièce (modèle nominal)

- Faire une figure par étape avec explications associées
- Respecter le code de couleurs

Spécifications de tolérancement associées



Nota : sur ce document les surfaces représentées sont les surfaces fonctionnelles

Document réponse DRA1 bis

"DESSIN FONCTIONNEL"

Spécifications entre usiné et brut

Explication des contraintes induites
un croquis par spécification et explications associés

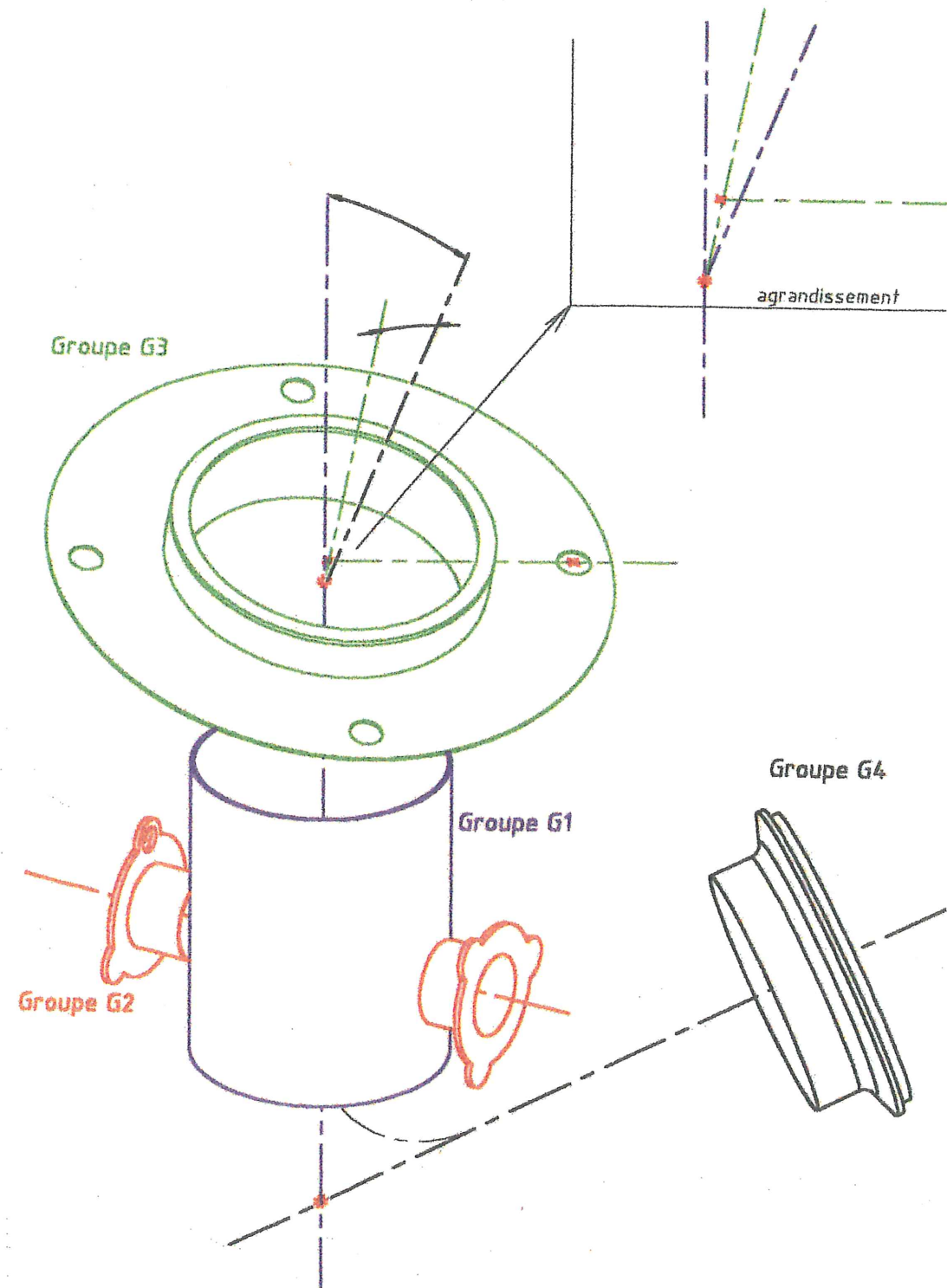
pour surfaces de (G1)

pour surfaces de (G2)

pour surfaces de (G3)

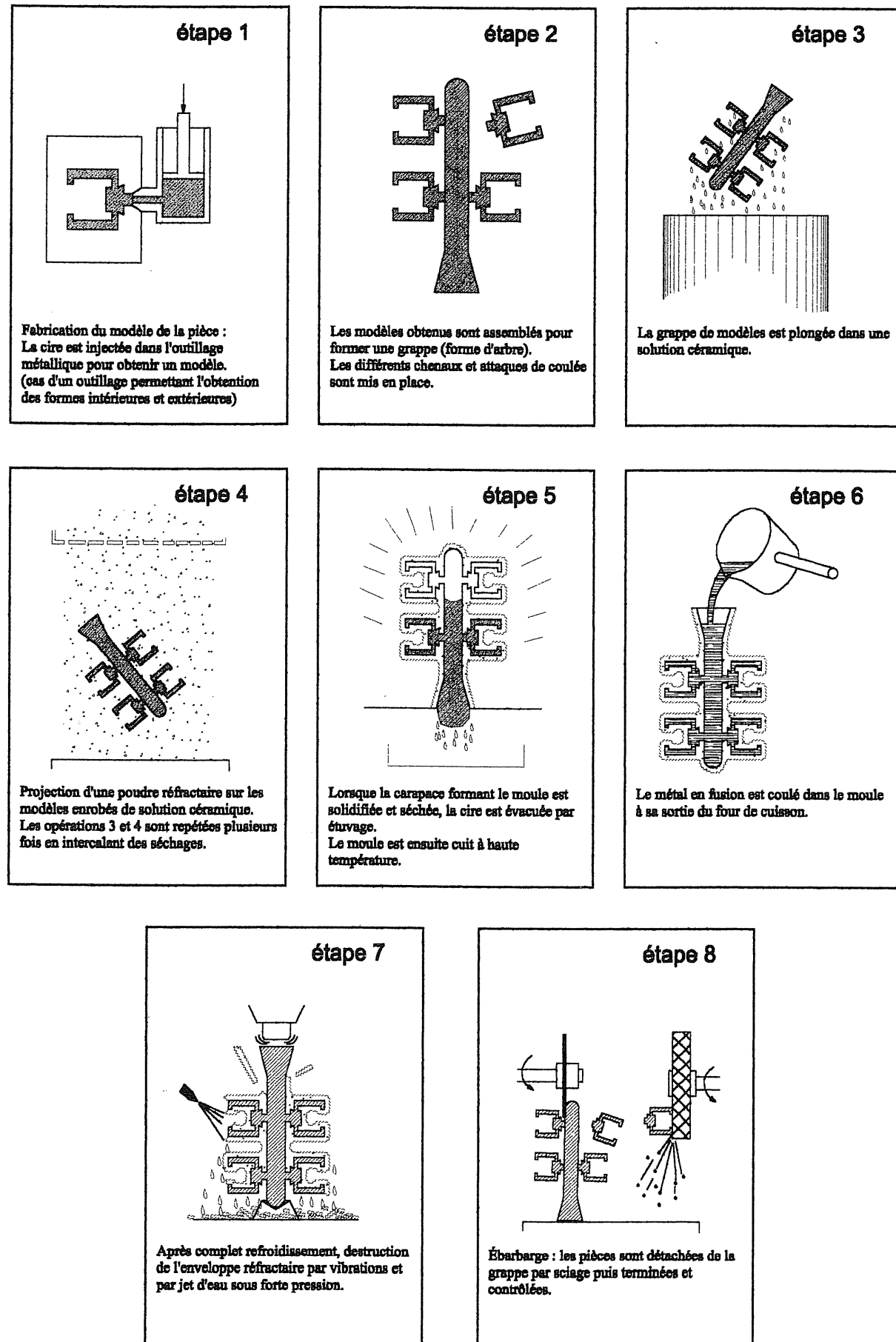
pour surfaces de (G4)

Remarques éventuelles



Nota : sur ce document les surfaces représentées sont les surfaces fonctionnelles

Synoptique de présentation générale du procédé fonderie de précision à modèle perdu ("cire perdue")



Modifications à apporter au synoptique du procédé

Technique 1

--	--	--

Technique 2

--	--	--

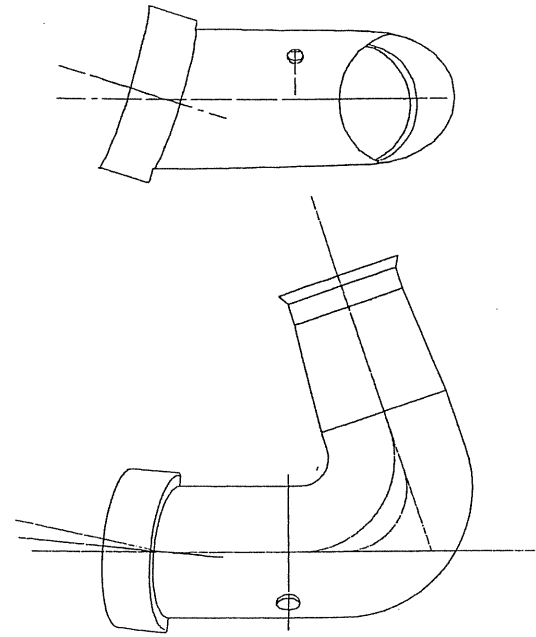
Technique 3

--	--	--

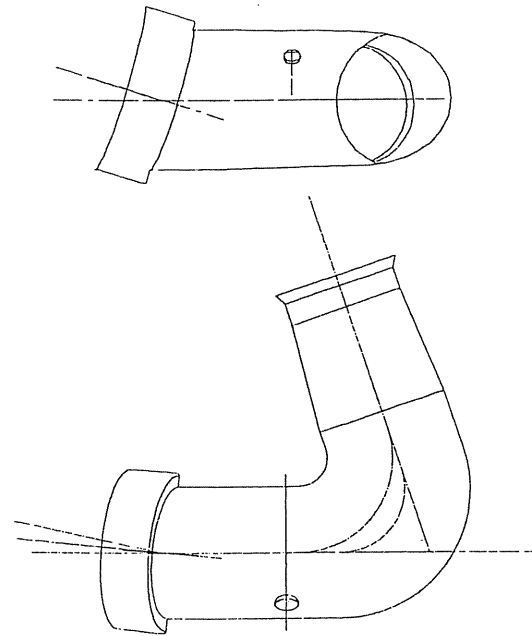
Obtention des FORMES INTÉRIEURES

QB 2 : Définition des spécificités des outillages

Technique 1 :



Technique 2 : On veillera à définir clairement :
- les incidences du changement d'orientation entre les zones du noyau correspondant aux groupes G1 et G3
- les dispositifs de positionnement du "noyau" dans le moule d'injection du modèle



Technique 3 :

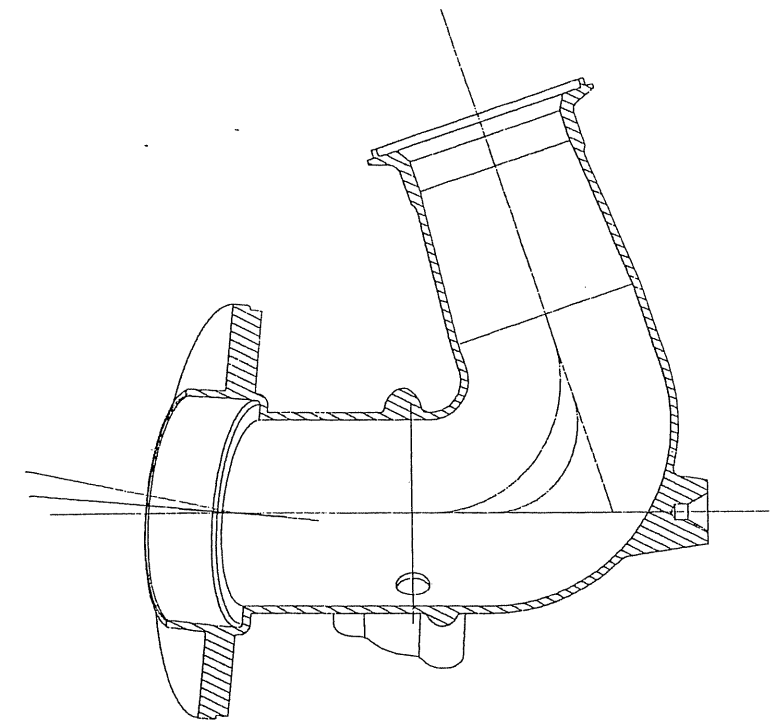
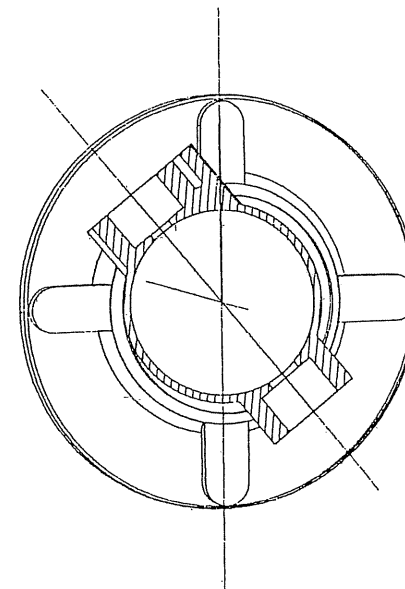
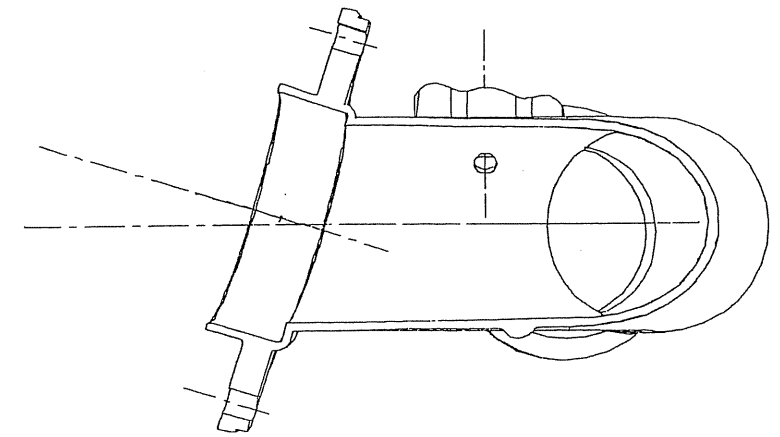
QB 3 : Comparaison des 3 techniques et choix justifié

Document réponse DRB2

Obtention des FORMES EXTÉRIEURES

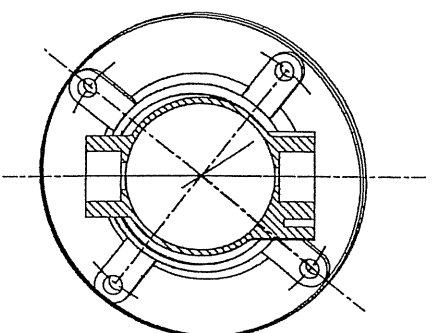
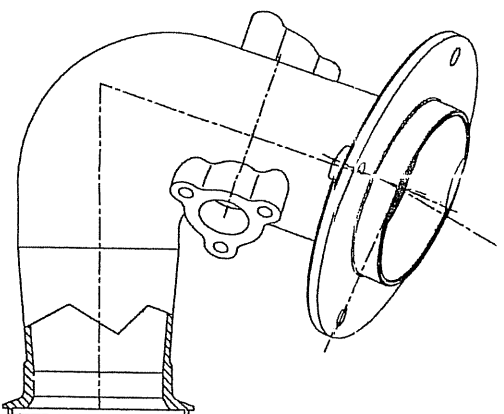
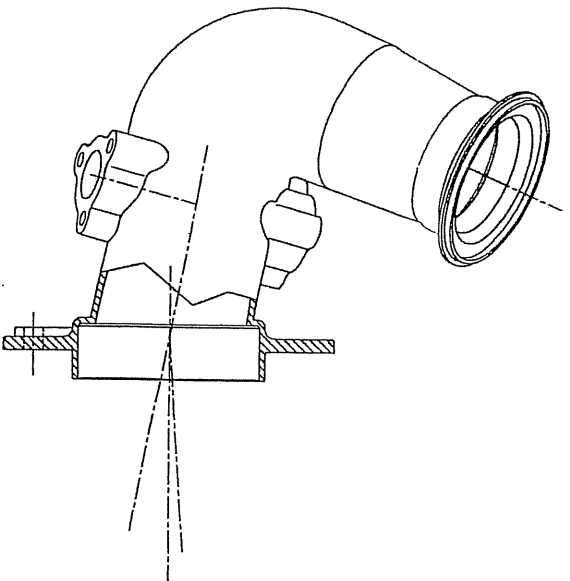
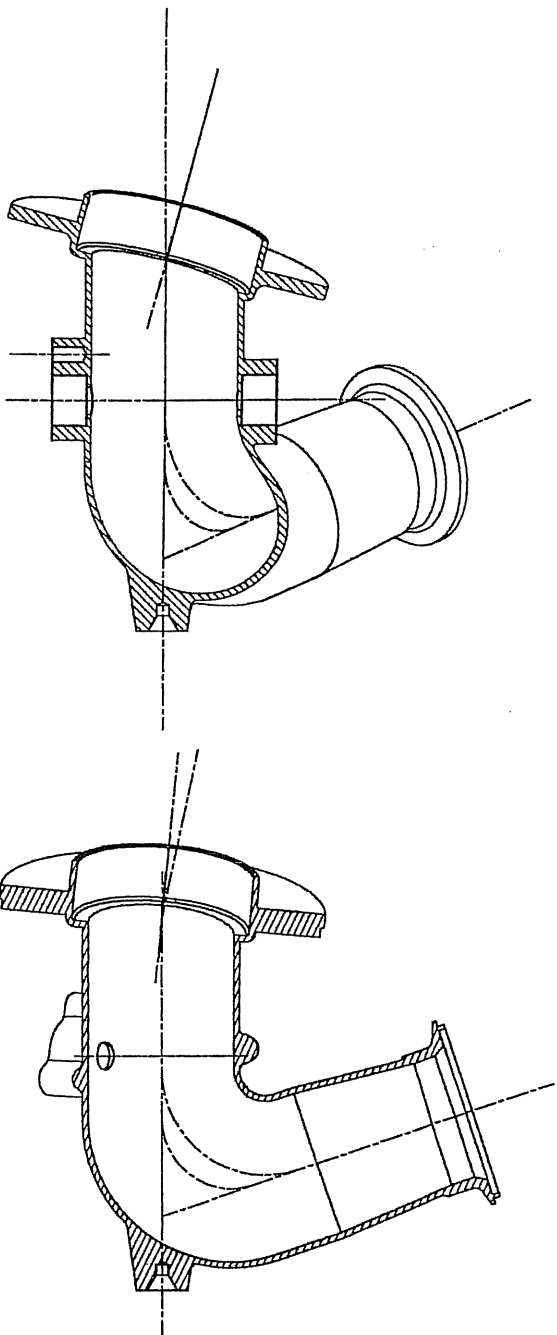
QB 4 : Définition de l'outillage d'injection du modèle cire

Utiliser les aillhouettes ci-dessous sur lesquelles vous rajouterez les surépaisseurs d'usinage et compléter par toute autre vue jugée utile



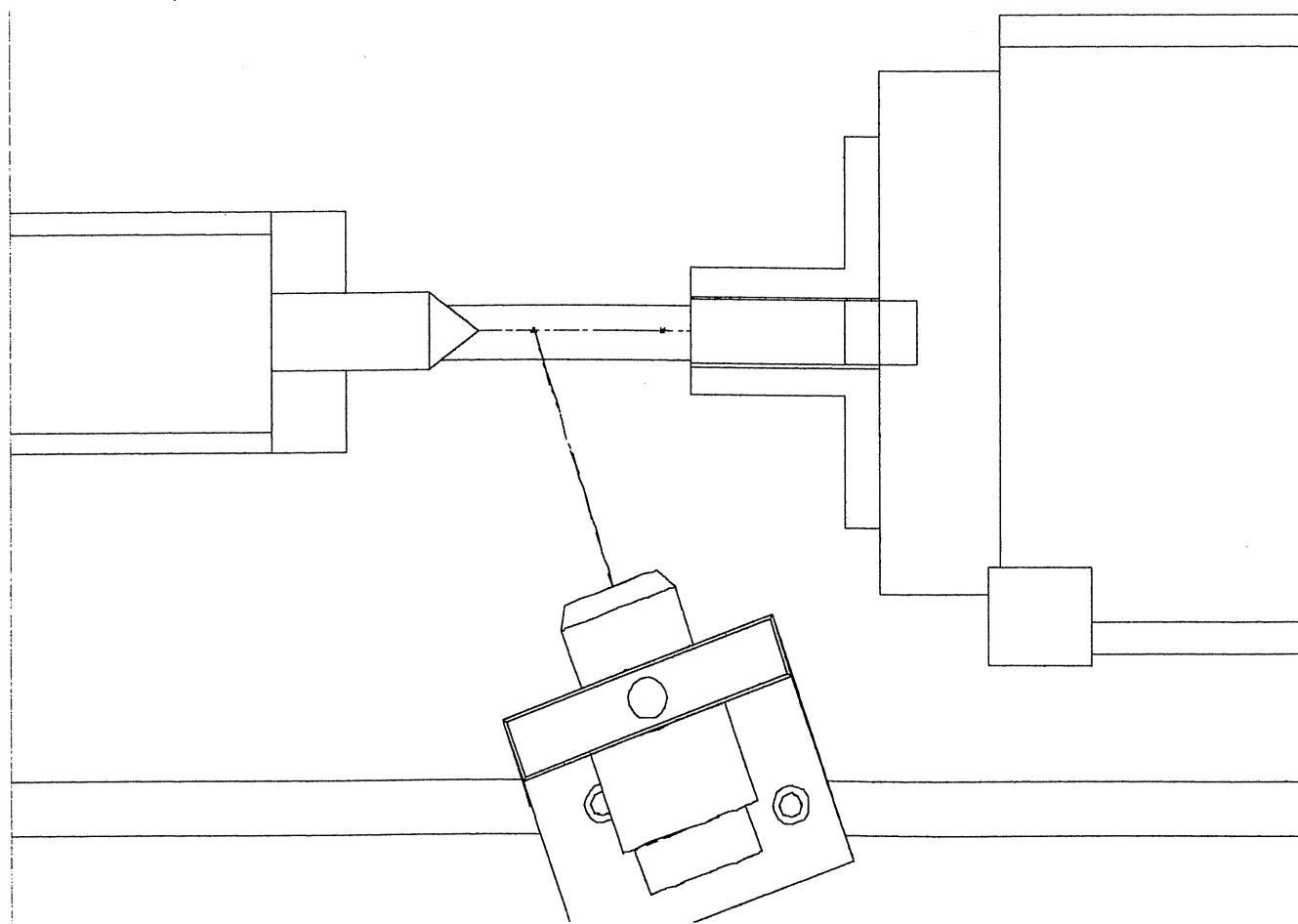
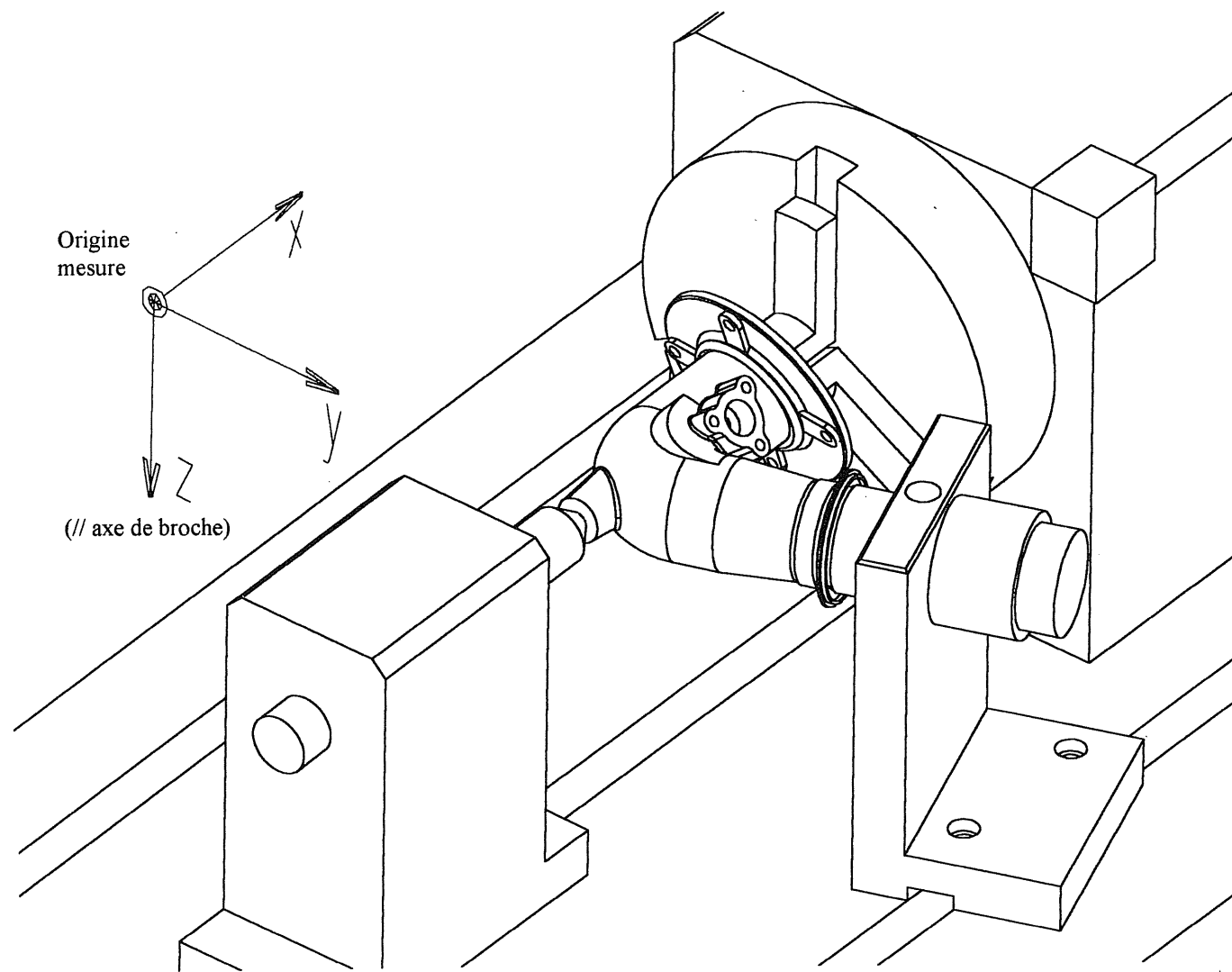
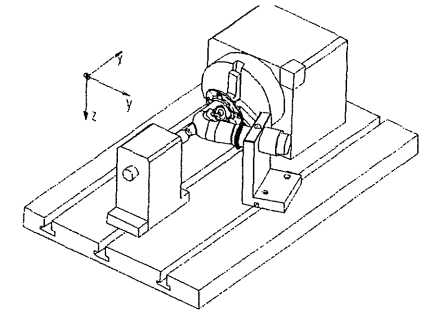
Rajouter les surépaisseurs d'usinage en vert

Explications associées



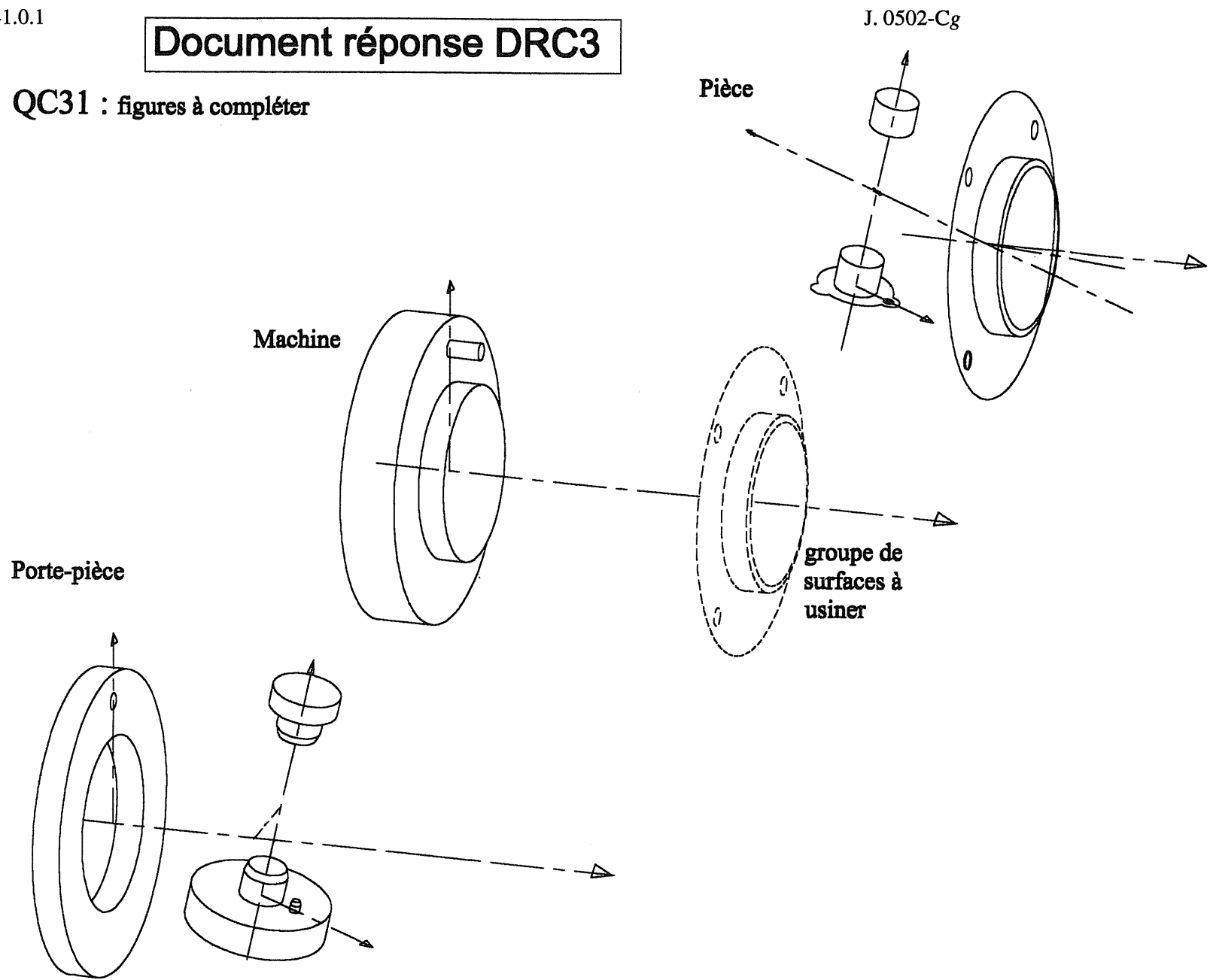
Opérations de mise en œuvre du poste Phase 10

Étapes

Démarche utilisée
(marche à suivre pour l'opérateur)

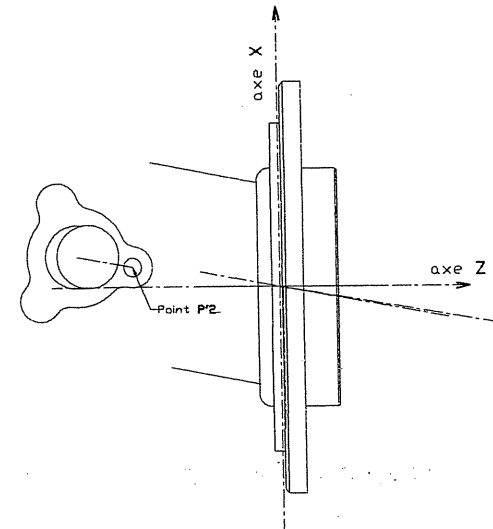
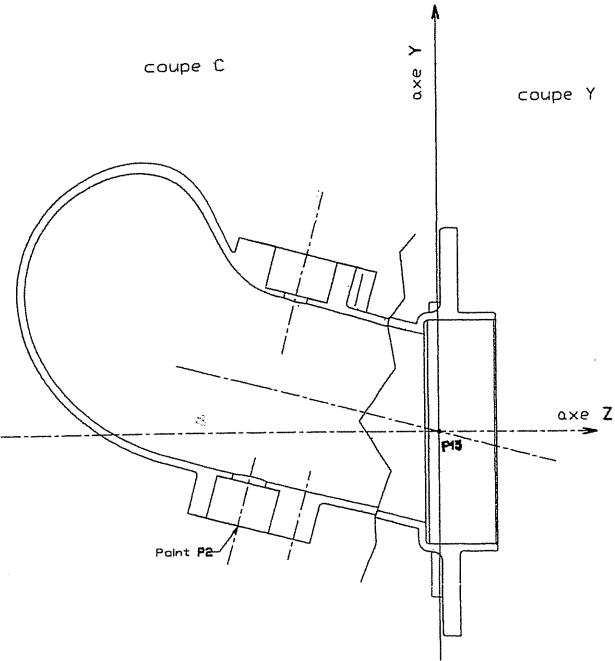
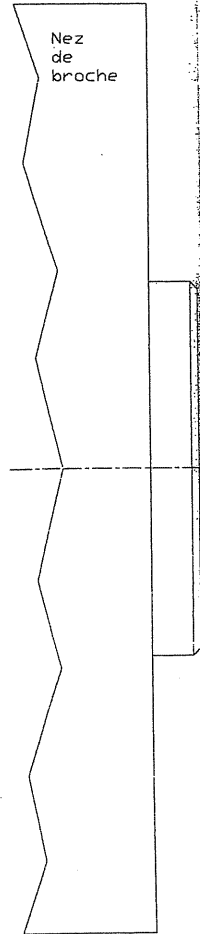
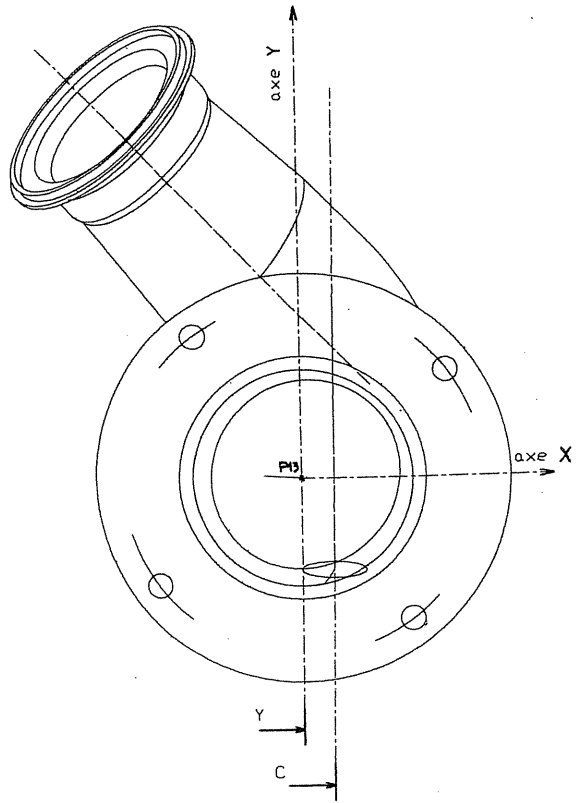
Document réponse DRC3

QC31 : figures à compléter



QC32 : Détermination des paramètres

Paramètres :



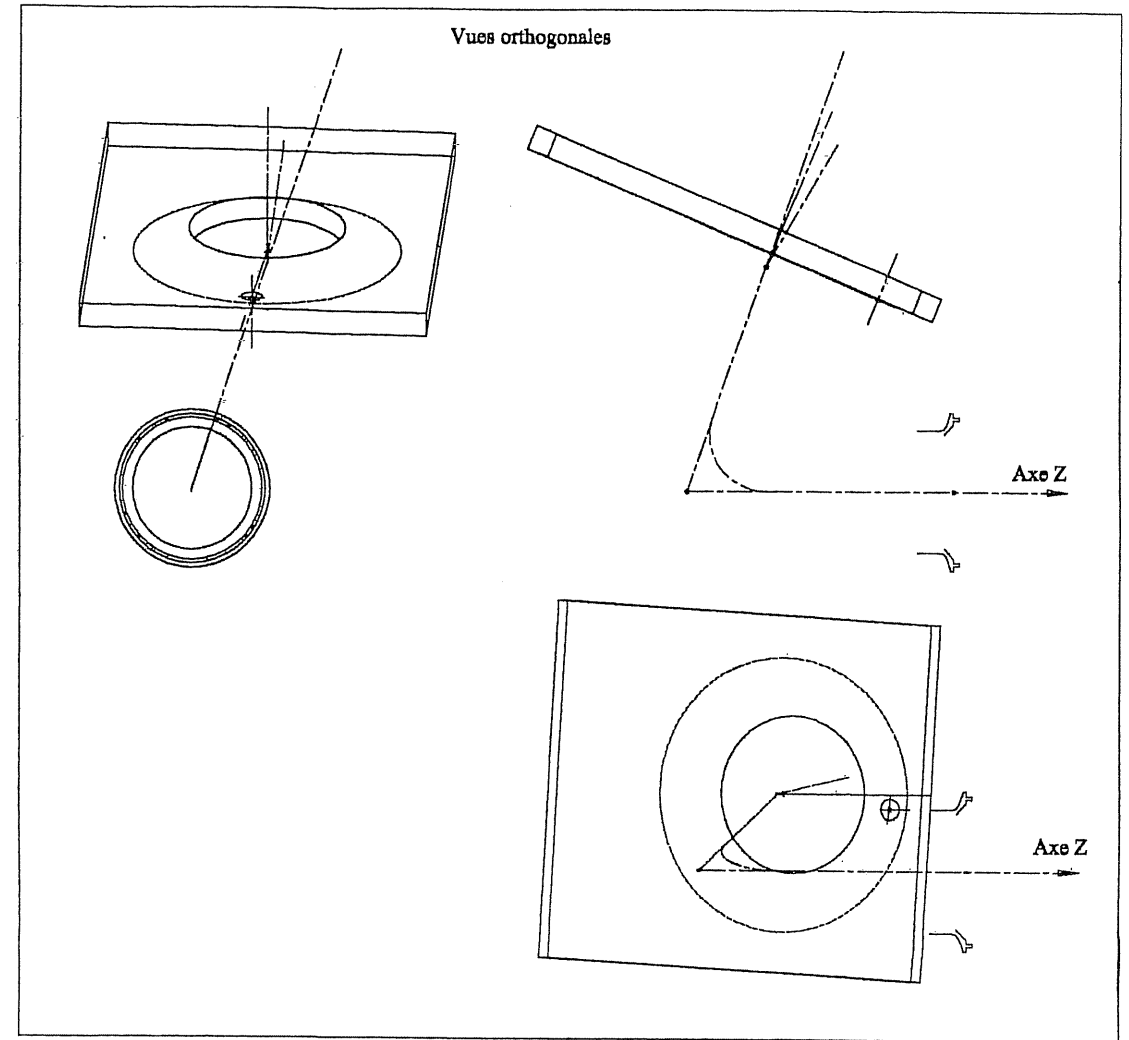
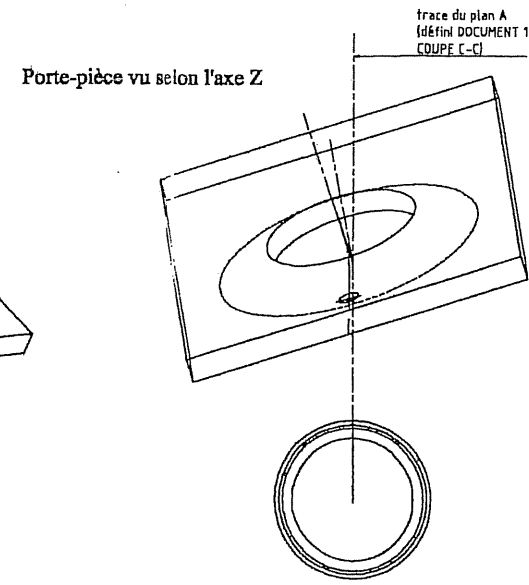
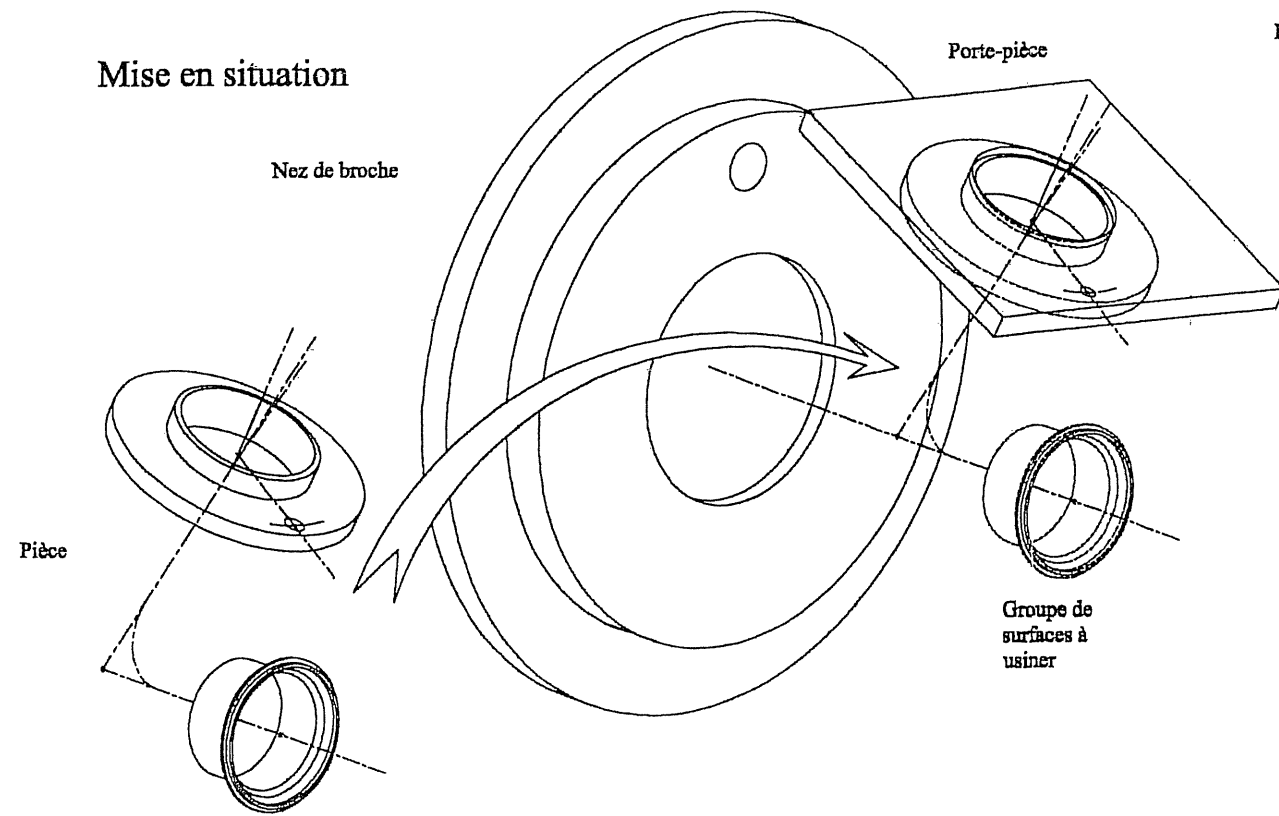
Document réponse DRC33

Fonctions à traiter :

- mise en position pièce sur porte-pièce
- maintien en position pièce sur porte-pièce
- mise en position porte-pièce sur machine
- système antivibratiles
- prise de référence

Nota : veiller à la facilité de réalisation des pièces définies.
Tracer toute vue jugée utile et indiquer tout élément pouvant aider à la compréhension de votre proposition

Document réponse DRC4



QC41 : Détermination des paramètres géométriques d'orientation et de position

QC42 : Détermination des paramètres en utilisant les fonctionnalités du logiciel

QD11 : Définition des opérations de détermination des 2 localisations		
⊕ 0,2 B C	⊕ 0,2 J K L	
Opérations de mesure	Opérations de construction	figures et explications

QD12 : Définition des opérations de vérification des épaisseurs de toile mini		
Opérations de mesure	Opérations de construction	figures et explications

Document réponse DRD13

Recherche des causes de variation

