

U23F

✱ Banque filière PT ✱

Epreuve de Sciences Industrielles III

Durée 6 h

Attention penser à rendre les deux documents réponse non pliés en même temps que les copies.

Bras de transfert de bouteilles
plastiques

SIDEL

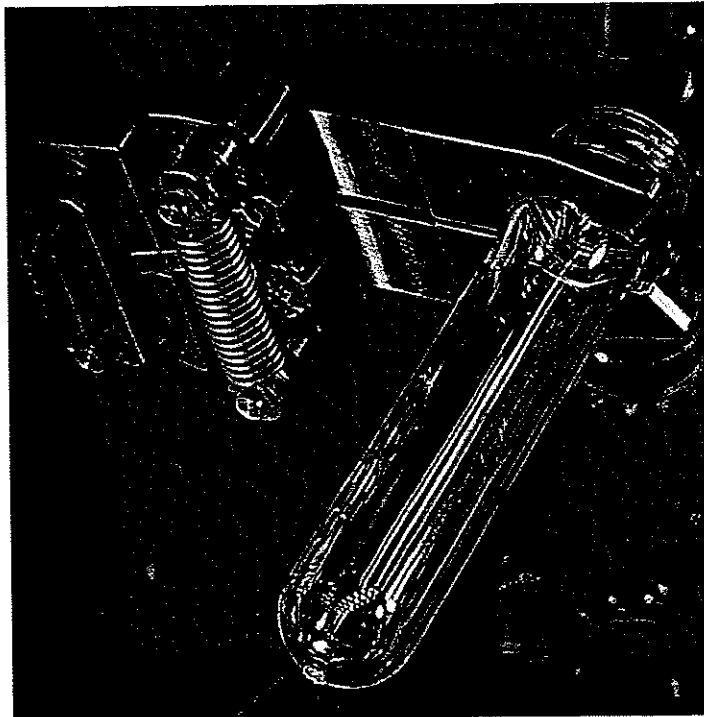


Photo 1 : Pince du bras de transfert de préformes

Instructions générales et liste des documents

Matériel autorisé :

- Tous instruments de dessin industriel.
- Calculatrice de poche non imprimante, sans document d'accompagnement.

Cette épreuve comprend 4 parties

- Partie I : Etude du processus de soufflage d'une bouteille.
- Partie II : Cinématique du bras de transfert de bouteilles.
- Partie III : Etude de la réalisation du rail.
- Partie IV : Etude de la conception d'un bras de transfert

Vous trouverez dans le dossier :

- Une page de garde avec la photo 1 : pince du bras de transfert de préformes.
- Des instructions générales et la liste des documents (ce document).
- Une introduction de 3 pages numérotée de i à iii, comprenant :
 - Photo 2 : Souffleuse par biorientation SBO 6.
 - Figure 1 : Séquencement des opérations.
 - Figure 2 : Schéma d'architecture de la souffleuse SBO 6.
- Un texte de sujet de 7 pages numérotées de 1 à 7 comprenant :
 - Figure II.3 : Vues de dessus schématiques des pièces (2) et (3).
 - Figure II.4 : Schématisation du bras de transfert durant la phase de synchronisation avec le moule.
 - Figure II.5 : Schématisation du bras de transfert durant la phase de dégagement.
 - Figure II.6 : Définition géométrique d'un ressort de rappel.
- Des documents annexes :
 - Document II.1 : Palier de transfert.
 - Document réponse II.2 : Choix de la cinématique (à rendre avec la copie).
 - Document réponse II.3 (A3) : Tracé des cames (à rendre avec la copie).
 - Document réponse II.4 : Tracé des vecteurs vitesse (à rendre avec la copie).
 - Document III.1 : Dessin de définition partiel du rail.
 - Document réponse III.2 : Analyse des spécifications (à rendre avec la copie).
 - Document réponse III.3 : Etude de fonderie (à rendre avec la copie).
 - Document III.4 : Usinage d'un épaulement.
 - Document III.5 : Extrait de documentation SANDVIK Coromant.
 - Document réponse III.6 : Etude de phase (à rendre avec la copie).
 - Document réponse IV.1 (A3) : Calque pré-imprimé (à rendre avec la copie).
 - Document IV.2 : Extrait de documentation SKF (2 pages).
 - Document IV.3 : Élément de guidage linéaire.

7 documents réponses sont à rendre avec la copie.

REMARQUE : Le document III.4, le document III.5 et le document IV.3 sont sur une même page.

Introduction: Souffleuses de bouteilles plastiques

SIDEL conçoit et réalise des machines de soufflage par bi-orientation (gamme SBO). Ces machines fabriquent des bouteilles plastiques à partir de préformes injectées. Ces préformes sont chauffées pour être ramollies et soufflées. La figure 1 montre le séquençement des opérations qui permettent le passage d'une préforme injectée à la bouteille soufflée.

La SBO6 est une machine de grande production qui permet d'obtenir 8.400 bouteilles par heure (7 bouteilles toutes les 3 secondes). Elle est composée (voir figure 2) :

- d'une alimentation en préformes (1) ;
- d'un four linéaire de réchauffage (2) ;
- d'un transfert des préformes ;
- d'un carrousel de soufflage (3) (4) (5) (6) ;
- d'un transfert de bouteilles soufflées ;
- d'une évacuation des bouteilles soufflées (7).

La SBO 6 Series 2
permet la production
à la cadence maximale
de **8 400 bph**
d'une grande variété
de bouteilles PET
de 0,25 à 3 litres,
pour le conditionnement
des boissons
plates et gazeuses.

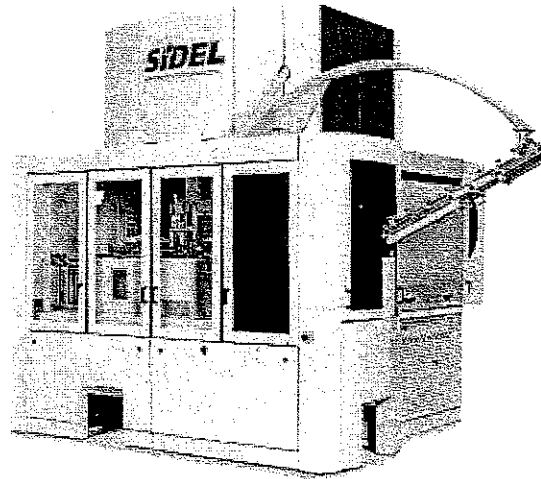


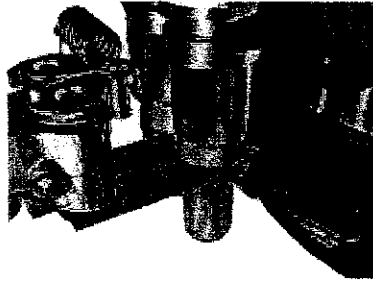
Photo 2 : Souffleuse par biorientation SBO 6

Les préformes réchauffées sont saisies par le col à l'aide d'une pince puis positionnées dans le moule. Le moule portefeuille installé sur un carrousel s'ouvre et se ferme à l'aide de bras actionnés par une came. Durant la phase où le moule est fermé, le nez de soufflage est introduit dans le col de la préforme et permet le guidage de la tige d'élongation (canne). La mise en forme de la bouteille s'effectue en 3 étapes.

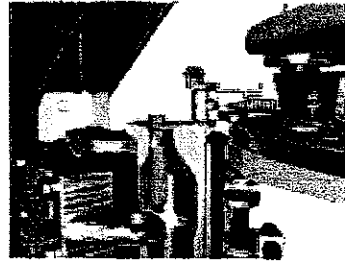
- Première opération : étirage de la préforme par une canne dans l'axe de l'objet et un soufflage léger (basse pression de 3 bars) qui évite à la préforme de coller à la canne.
- Seconde Opération : un pré-soufflage par un soufflage léger (basse pression de 3 bars) qui permet de gonfler pratiquement la bouteille.
- Troisième opération : gonflage de la bouteille par soufflage (haute pression $30 < p < 40$ bars) qui assure le contact de la bouteille dans tous les détails du moule.

Le moule est refroidi par une circulation interne d'eau. La bouteille soufflée est finalement transférée du moule vers le convoyeur de sortie par un bras de transfert muni d'une pince.

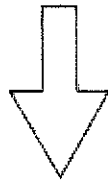
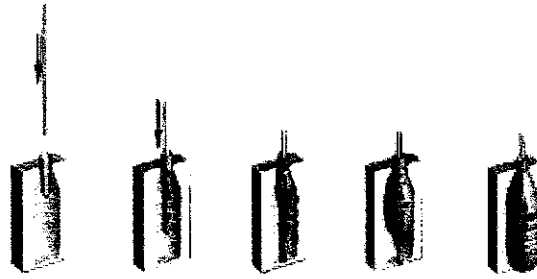
Alimentation en préformes



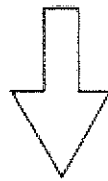
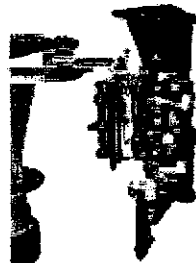
Chargement des préformes dans les moules



Etirage et soufflage des préformes



Transfert des bouteilles soufflées



Evacuation des bouteilles soufflées vers la sortie de la machine

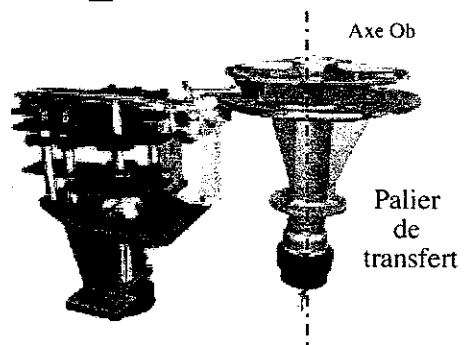
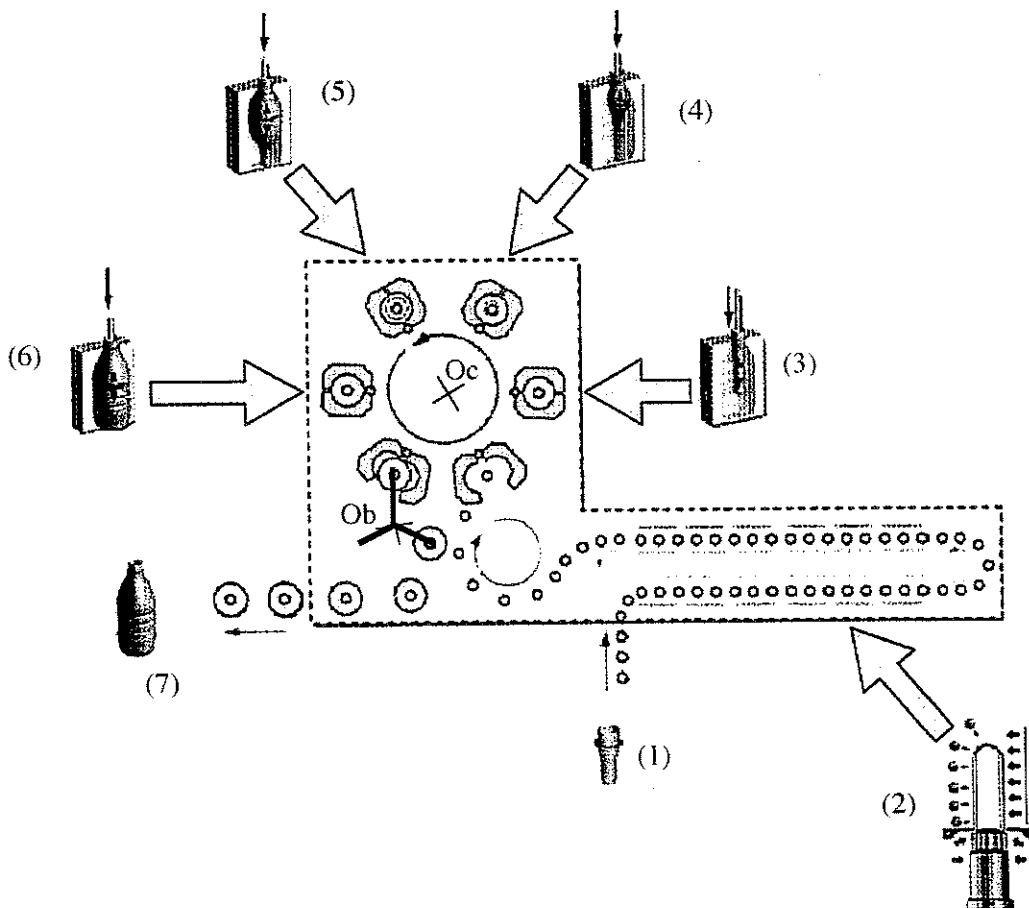


Figure 1 : Séquencement des opérations.

La synchronisation des cinématiques, compte tenu des cadences importantes imposées par la forte concurrence sur le marché des bouteilles plastiques, est assurée mécaniquement. Cette synchronisation est réalisée par des courroies crantées en ce qui concerne les rotations du carousel de soufflage et les arbres de transfert, par chaîne en ce qui concerne le système de parcours dans le four de réchauffage et par des cames pour les systèmes de commande des bras de transfert, d'ouverture et de fermeture des moules et de descente de la canne d'étirage. Le sujet proposé concerne l'analyse et la conception du bras de transfert qui assure l'évacuation des bouteilles soufflées.



1	Alimentation préformes	5	Fin présoufflage
2	Chauffe préformes	6	Soufflage
3	Début étirage mécanique	7	Sortie articles
4	Fin étirage / début présoufflage		

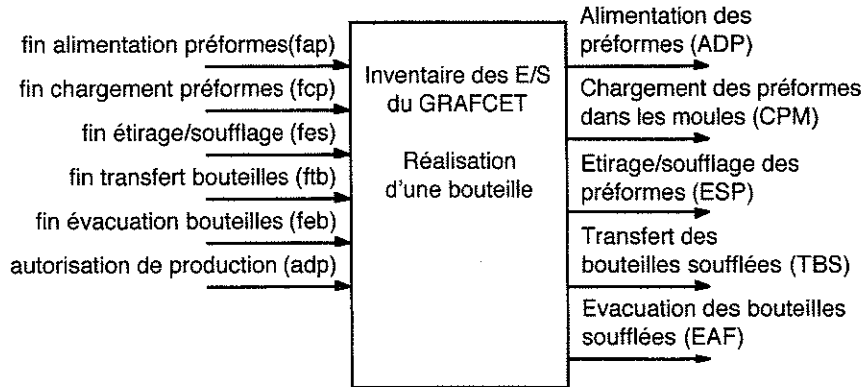
Figure 2 : Schéma d'architecture de la souffleuse SBO 6.

Partie I : Etude du processus de soufflage d'une bouteille

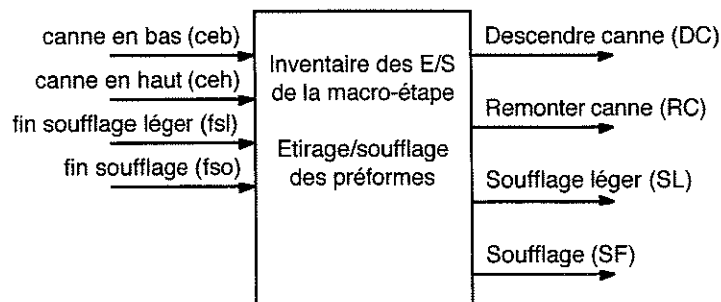
I.1 : Étude du séquençement des opérations de réalisation d'une bouteille

Dans cette partie, on se propose d'étudier le processus de mise en forme d'une bouteille à partir d'une préforme décrit dans l'introduction.

Question I.1.1 : A partir de l'inventaire des entrées/sorties donné ci-dessous établir le grafcet de réalisation d'une bouteille.



Question I.1.2 : L'opération "Etirage/soufflage des préformes" est décrit sous la forme d'une macro-étape. A partir de l'inventaire des entrées/sorties donné établir l'expansion de la macro-étape correspondant à cette opération.



Partie II : Cinématique du bras de transfert de bouteilles

II.1 : Synchronisation des rotations du carrousel et de l'arbre de transfert

Le document II.1 représente une vue en perspective du palier de transfert qui permet le guidage en rotation de l'arbre et du plateau de transfert par rapport au bâti de la souffleuse. Sur ce document, on a représenté en pièces voisines, le plateau sur lequel viennent se placer les trois bras de transfert, le système de réglage angulaire du plateau et les cames fixes par rapport au bâti.

Question II.1.1 : Déterminer le rapport des vitesses de rotation du plateau de transfert par rapport à la rotation du carrousel des moules pour la version SBO6 (i.e. 6 moules sur le carrousel). Compte tenu de la cadence de production des bouteilles, déterminer la vitesse de rotation du carrousel par rapport au bâti de la souffleuse. En déduire la vitesse de rotation de l'arbre de transfert par rapport au bâti de la souffleuse.

Question II.1.2 : Proposer sous forme schématique, une solution technologique pour assurer ce rapport de vitesse. Cette solution doit assurer l'inversion du sens de rotation du plateau de transfert par rapport à la rotation du carrousel tout en garantissant la synchronisation des mouvements des pièces liées au carrousel par rapport à celles qui sont liées à l'arbre de transfert.

II.2 : Choix de la cinématique d'un bras de transfert

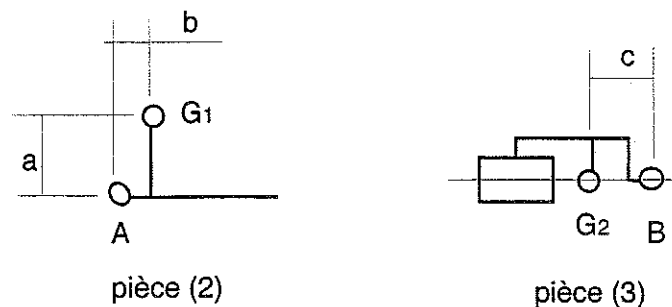
Trois bras de transfert sont installés sur le plateau de transfert au niveau des ouvertures circulaires d'axes A (document II.1). Le cahier des charges d'un bras de transfert impose que le centre de la pince accompagne la trajectoire de l'axe de la bouteille à partir du début de la phase d'ouverture du moule jusqu'à ce que l'écartement entre les demi-moules soit suffisant pour dégager la bouteille. Au-delà de cette position, la trajectoire du centre de la pince quitte celle du carrousel pour se diriger vers la roue d'alimentation du convoyeur de bouteilles soufflées. On s'intéresse ici à l'architecture du bras de transfert pour satisfaire à la condition d'accompagnement.

Question II.2.1 : Le document réponse II.2 propose 4 schémas cinématiques comme solutions au problème posé. Pour chacune des solutions proposées, expliciter en quelques lignes pourquoi cette solution satisfait ou ne satisfait pas le cahier des charges.

Question II.2.2 : On retient la solution 4 du document réponse II.2. En plus des rotations du plateau de transfert et du carrousel, le constructeur propose de commander les deux mobilités introduites (une rotation et une translation) de façon purement mécanique. On utilise deux pistes de came plane sur lesquelles roulent des galets. Proposer en quelques lignes (5 maximum) d'autres solutions pour commander le mouvement de ces deux mobilités.

II.3 : Tracé des cames de transfert

La figure II.3 est une vue de dessus schématique des pièces constituant le bras de transfert. La figure II.4 met en situation ces pièces dans le schéma global du mécanisme de transfert. Les points G_1 et G_2 sont les centres des galets dont les trajectoires sont imposées par les cames (C_1) et (C_2). On se propose de tracer le profil de ces cames pour que le centre de la pince coïncide avec l'axe des bouteilles durant la phase d'accompagnement qui correspond à un angle de rotation de 25° du carrousel.



$$a = 65 \text{ mm}, b = 18 \text{ mm}, c = 120 \text{ mm}$$

Figure II.3 : Vues de dessus schématiques des pièces (2) et (3)

Le document réponse II.3 ébauche la construction graphique demandée en plaçant les centres de rotation O_b de l'arbre de transfert par rapport au bâti et O_c du carrousel par rapport au bâti, ainsi que les lieux des points A (axe du bras de transfert) et B (position de l'axe de la bouteille) dans la position initiale de la phase d'accompagnement. On représente, de plus les positions des points B tous les 5° de rotation du carrousel.

Question II.3.1 : Tracer les positions successives du point A_i correspondant aux positions des points B_i du document réponse II.3. En déduire les positions des centres de galet G_1 et G_2 et tracer les trajectoires des centres des galets pour la phase de dégagement.

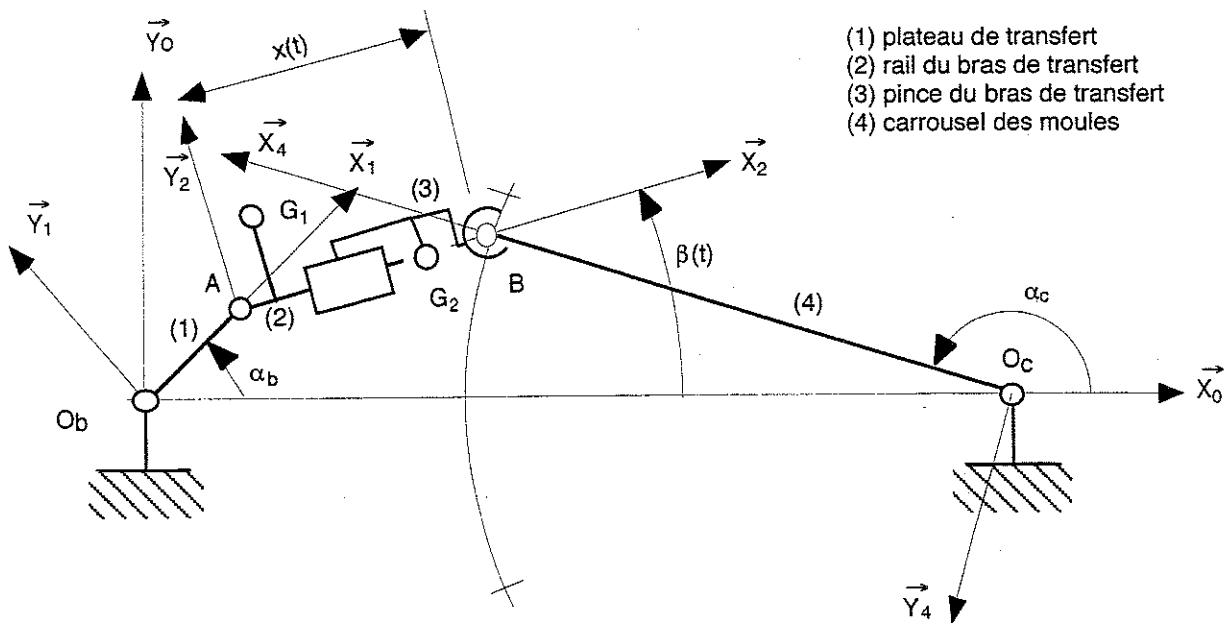
Question II.3.2 : Quel est le module de la vitesse de B par rapport au bâti ? Même question pour le point A. Sur le document réponse II.4 tracer les vecteurs vitesses des points A et B dans la position initiale A_0 et B_0 . Le vecteur vitesse du point B sera représenté par un segment de 5 cm et on précisera l'échelle utilisée pour les représentations cinématiques.

Question II.3.3 : On note I_{ij} le centre instantané de rotation de la pièce (i) par rapport à la pièce (j). Placer, sur la figure du document réponse II.4, les points I_{10} , I_{12} , I_{40} , I_{34} . Compte tenu du mouvement relatif entre les pièces (2) et (3) du bras de transfert, quelle est la position de I_{23} ? Compte tenu des vitesses de rotation relatives du plateau par rapport au carrousel, quelle est la position de I_{41} ? En déduire les positions des centres instantanés de rotations I_{31} , I_{30} et I_{20} ?

Question II.3.4 : Proposer une méthode pour tracer les vitesses de G_1 et G_2 par rapport au bâti (0) et appliquer cette méthode pour la position initiale définie par A_0 et B_0 .

II.4 : Mise en équation du profil des cames de transfert

La programmation des trajectoires des pistes de came sur la machine à commande numérique utilisée pour l'usinage de ces pistes nécessite une précision dans la définition de la trajectoire des points G_1 et G_2 que la construction graphique précédente ne permet pas d'atteindre. On cherche ici une écriture analytique que l'on pourra programmer : on pourra alors obtenir la précision maximale pour un pas très petit entre deux points successifs du profil.



$$O_b O_c = 1,350 \text{ m}, O_b A = 0,215 \text{ m}, O_c B = 0,880 \text{ m},$$

Figure II.4 : Schématisation du bras de transfert durant la phase de synchronisation avec le moule

Question II.4.1 : Les expressions de α_c et α_b sont définies par la vitesse de rotation ω_c du carrousel de la souffleuse :

$$\alpha_c(t) = \alpha_{c0} + \omega_c t$$

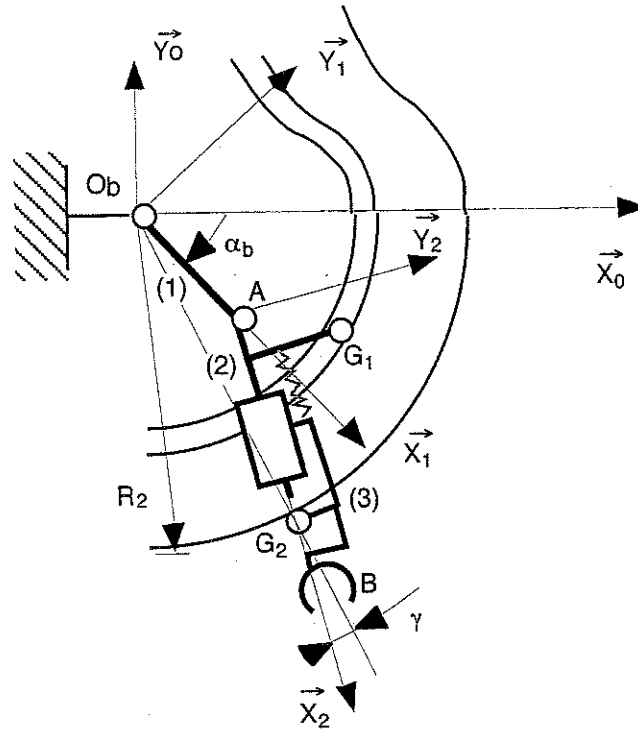
$$\alpha_b(t) = \alpha_{b0} - 2\omega_c t$$

α_{c0} , α_{b0} et ω_c sont connus. À partir de la fermeture géométrique de la boucle fermée (O_b , A, B, O_c), déterminer deux relations faisant intervenir les angles α_c , α_b , et β (i.e., angle variable β entre l'axe \vec{X}_2 et \vec{X}_0) ainsi que la distance variable x (i.e., distance variable $x = AB$). Déduire les expressions analytiques de $x(t)$ et $\beta(t)$ en fonction du temps, des données géométriques constantes et de la vitesse de rotation ω_c du carrousel.

Question II.4.2 : En supposant maintenant x et β connus à chaque instant, déterminer les coordonnées des points G_1 et G_2 au cours du temps.

II.5 : Dimensionnement du ressort de maintien de contact

Au-delà de la phase d'accompagnement et de préhension de la bouteille soufflée, la rotation du bras de transfert se fait sans mouvement relatif de (2) par rapport à (3) : les cames C_1 et C_2 sont circulaires durant cette période d'environ 1/4 de tour (figure II.5). Concrètement, la came C_1 est une rainure et le galet G_1 est maintenu par un contact bilatéral, mais ce n'est pas le cas de G_2 qui repose sur une came à un seul flanc. Il est donc capital que le contact soit maintenu et un ressort de rappel situé entre (2) et (3) joue ce rôle. Dans cette série de questions, nous allons vérifier le dimensionnement de ce ressort. On se limitera, pour simplifier l'étude, à la phase stationnaire définie sur la figure II.5.



$$\gamma = 10^\circ, R_2 = 0,450 \text{ m}$$

Figure II.5 : Schématisation du bras de transfert durant la phase de dégage

Question II.5.1 : On se référant au paramétrage de la figure II.5, déterminer l'accélération du point G_2 , centre du galet mais aussi centre de masse de la pièce (3).

Question II.5.2 : La masse de la pièce (3) est notée M_3 et vaut 2,5 kg. Faire le bilan des actions mécaniques qui agissent sur la pièce 3 et développer le théorème de la résultante dynamique en projection sur l'axe $\overline{X_2}$.

Question II.5.3 : Donner la valeur minimale de la force du ressort permettant de maintenir ce contact.

Question II.5.4 : Le fil d'un ressort hélicoïdal (voir figure II.6) est essentiellement sollicité en torsion. Pour un effort F appliqué sur ce ressort, on montre que le moment de torsion dans le fil du ressort vaut :

$$M_t = R.F$$

Sachant que la pince (3) est reliée au rail (2) par deux ressorts en parallèle, déduire de la question précédente, l'expression de la contrainte de cisaillement maximale dans le fil d'un de ces deux ressorts. La limite élastique en cisaillement τ_e de l'acier à ressort utilisé est de 450 MPa. Commenter la pertinence du choix des dimensions de ces ressorts.

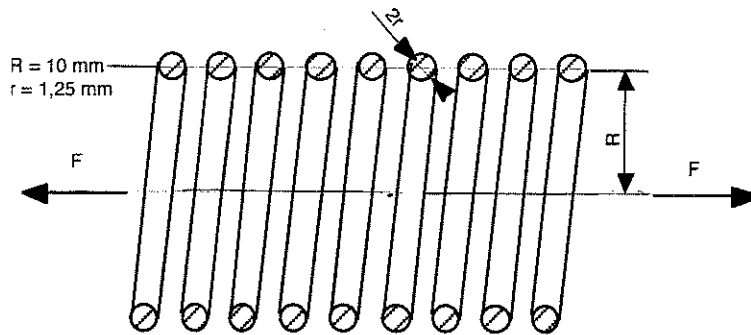


Figure II.6 : Définition géométrique d'un ressort de rappel

Partie III : Étude de la réalisation du rail

Le rail défini document III.1 (élément (3) du bras de transfert figure II.4) en X5CrNiCuNb 16 04 est réalisé par moulage puis usinage. L'usinage complet de la pièce est obtenu par la réalisation de 3 groupes de surfaces.

Le groupe 1 comprend les plans PI1.1, PI1.2, PI1.3, PI1.4, PI1.5 et les cylindres de raccords Cy1.1, Cy1.2.

Le groupe 2 comprend les plans PI2.1, 3xPI2.2, les cylindres Cy2.1, 3xCy2.2, 3xCy2.3 et le chanfrein Ch2.1.

Le groupe 3 comprend le plan PI3.1, PI3.2 le cylindre Cy3.1 et le chanfrein Ch3.1.

III.1 : Analyse des spécifications

Question III.1.1 : Sur le document réponse III.2 expliciter les 4 tolérances géométriques extraites du dessin de définition partiel du document III.1 en respectant la décomposition suivante :

- Donner le nom de la caractéristique tolérancée.
- Définir le(s) élément(s) tolérancé(s) en précisant son type (plan, cylindre, ...) et sa nature (idéal ou non).
- Définir le(s) élément(s) de référence(s) en précisant son type (plan, cylindre, ...) et sa nature (idéal ou non).
- Définir la (ou les) référence(s) spécifiée(s) en précisant leur type (plan, cylindre, ...), la leur nature (idéal ou non), les contraintes d'orientation et les critères d'association.
- Définir la (ou les) zone(s) de tolérance.
- Définir les contraintes d'orientation et/ou de position de la (ou des) zone(s) de tolérance par rapport au système de références spécifiées.
- Donner une représentation graphique 3D de la (ou des) zone(s) de tolérance, de sa valeur et de (ou des) l'élément(s) tolérancé.

III.2 : Étude de l'obtention du brut

Question III.2.1 : Donner la signification de X5CrNiCuNb 16 04.

Question III.2.2 : Certaines surfaces de la pièce nécessitent une dureté particulière de 43HRc. Que signifie HRc et quels sont le ou les procédés permettant d'obtenir cette dureté pour le matériaux de cette pièce ?

Question III.2.3 : En vous appuyant sur le dessin de définition partiel du rail document III.1 proposer un dessin non coté du brut sur le document réponse III.3 "étude de fonderie". Situer uniquement le plan de joint, les surépaisseurs d'usinage (1 mm) et la forme des éventuels

noyaux. Ne pas représenter les dépouilles. On s'attachera à minimiser le volume de la pièce tout en simplifiant les formes.

III.3 : Étude de l'usinage du rail

La production du rail est réalisée en petite série.

L'atelier de production dispose de l'ensemble des machines à commandes numériques suivantes :

- Un tour 3 axes (équipé d'outils tournants axiaux et radiaux).
- Un centre d'usinage à broche verticale 3 axes
- Un centre d'usinage à broche horizontale 4 axes (axe B)

Les outils disponibles sont les suivants :

- Fraises 2 tailles 4 dents carbure monobloc Ø6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 25
- Forets carbure monobloc revêtu Ø3, 6, 7, 10, 11, 12, 14, 20
- Foret à pointer Ø10, 12, 14
- Fraises à lamer ARS Ø6, 7, 8, 10, 12, 14, 20
- Alésoirs de dimension standard
- Fraises à chanfreiner

Avant de commencer l'étude de l'usinage du rail, on se propose d'étudier le choix d'un outil pour l'usinage d'un épaulement de longueur L. Cet usinage doit se faire en un certain nombre de passes (voir document III.4) en fonction de l'outil choisi.

Question III.3.1 : A partir des outils proposés, des dimensions de l'épaulement et du document III.5 (SANDVIK Coromant), déterminer le sous ensemble de diamètres de fraise permettant de réaliser la dernière passe. En déduire l'inéquation que doit respecter l'engagement matière a_e .

Question III.3.2 : Choisir le plus petit diamètre de fraise permettant de minimiser le nombre de passes (on pourra s'aider d'un tableau regroupant les résultats en fonction des diamètres de fraise).

On se propose maintenant d'étudier la réalisation de l'usinage des groupes de surfaces 1 et 2.

Question III.3.3 : Sur le document réponse III.6 "étude de phase", proposer une pré-étude de fabrication pour les groupes de surfaces 1 et 2. Pour chacun de ces groupes on s'attachera à définir en particulier :

- La machine.
- L'orientation de l'axe de la broche.
- La mise en position isostatique de la pièce.
- Le nom de l'opération avec le groupe de surfaces réalisées.
- Les outils associés à chacune des opérations.

Question III.3.4 : Déterminer les conditions de coupe (N , V_f , a_p , a_e) pour l'outil que vous avez choisi pour la réalisation du groupe de surfaces associées à la surface plane P11.1. Les données nécessaires seront prises sur le document III.5 (SANDVIK Coromant). On prendra comme code matière Coromant (CMC) la valeur 05.21, les valeurs prises dans les tableaux seront des valeurs moyennes.

Partie IV : Étude de la conception d'un bras de transfert

Cette partie conduit à la conception du sous-ensemble du bras de transfert (voir figure II.4) compris entre le plateau du palier de transfert (1) et la pince (non étudiée). On se propose de concevoir en

particulier les deux mobilités (rotation et translation) étudiées dans la partie II, ainsi que la mise en place des galets de came. La pièce de liaison moulée (2) (à concevoir) entre le rail et le palier de transfert, support des deux mobilités est nommée « support de bras ».

Il est demandé de répondre sur le Calque pré-imprimé A3 document réponse IV.1 comprenant 4 vues (à rendre avec la copie).

Une attention particulière sera portée sur la qualité graphique, sur les ajustements et la définition des formes nécessaires à la compréhension du fonctionnement et du montage des pièces.

Il est demandé de concevoir en particulier :

Question IV.1.1 : La liaison entre le galet G_2 ($\varnothing 35$ SKF 305701 C-2Z document IV.2) et le rail (3).

Question IV.1.2 : La liaison entre le galet G_1 ($\varnothing 35$ SKF 305701 C-2Z document IV.2) et le support de bras (2).

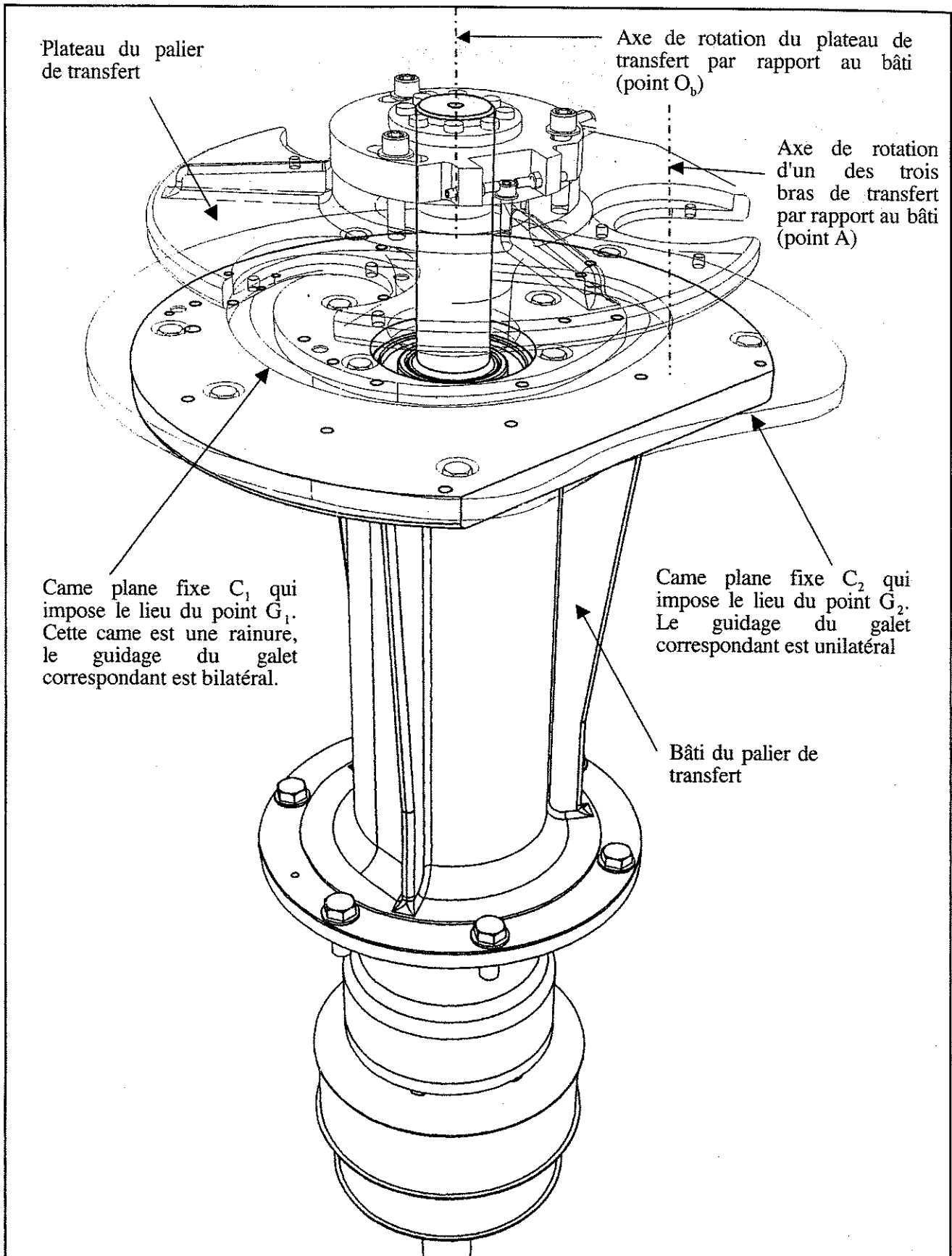
Question IV.1.3 : La liaison entre le support de bras (2) et le plateau du palier de transfert (1) par éléments roulants à choisir dans l'extrait de documentation SKF fourni. Toutes les pièces nécessaires à la réalisation de cette liaison seront clairement définies.

Question IV.1.4 : La liaison entre les deux ressorts de maintien du contact liés à la pince et le support de bras (2).

Question IV.1.5 : La liaison entre le support de bras (2) et le rail (3). Cette liaison est assurée par un composant standard (élément de guidage linéaire) donné sur le document IV.3. Ce composant est constitué d'un support, d'un rail et d'éléments roulants (non représentés). Le rail du composant est fixé sur le rail (3) par l'intermédiaire de 3 vis.

Remarques :

- Sur le calque pré-imprimé, les hachures du rail et du plateau du palier de transfert ne sont pas représentées.
- Les formes générales du plateau du palier de transfert et du rail ne sont pas modifiables.



Les bras de transferts ne sont pas représentés, les cames fixes et le plateau du palier de transfert sont représentés en pièces voisines

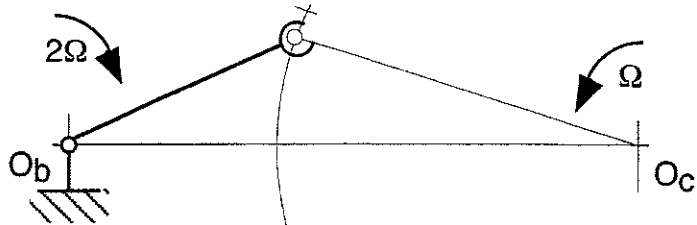
Document II.1 : Palier de transfert

Document réponse II.2 : Choix de la cinématique

Solutions proposées sous forme schématique

Remarques sur l'adéquation avec le cahier des charges

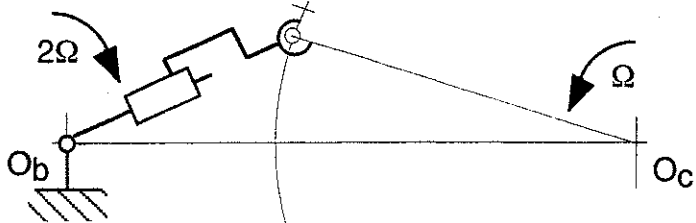
début ouverture moule



fin ouverture moule

solution 1

début ouverture moule

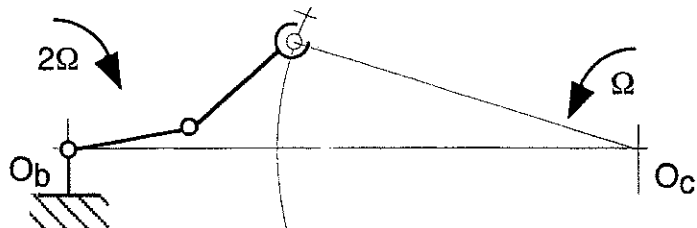


fin ouverture moule

solution 2

gd

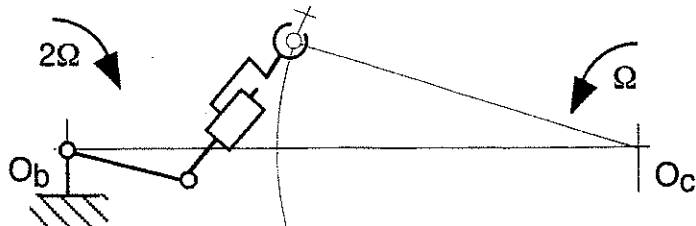
début ouverture moule



fin ouverture moule

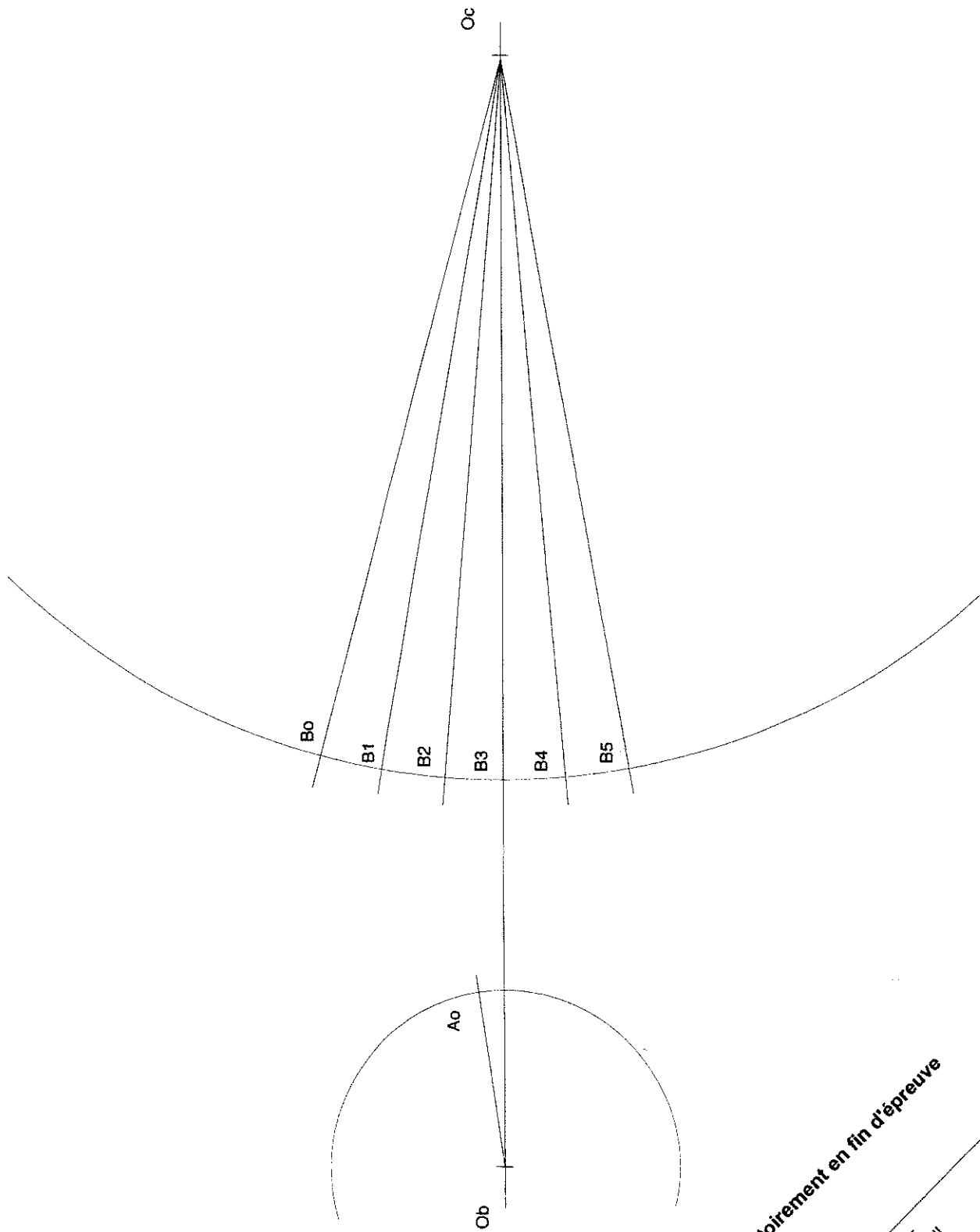
solution 3

début ouverture moule



fin ouverture moule

solution 4



A rendre obligatoirement en fin d'épreuve

Cadre réservé

Concours banque PT
Sciences Industrielles III

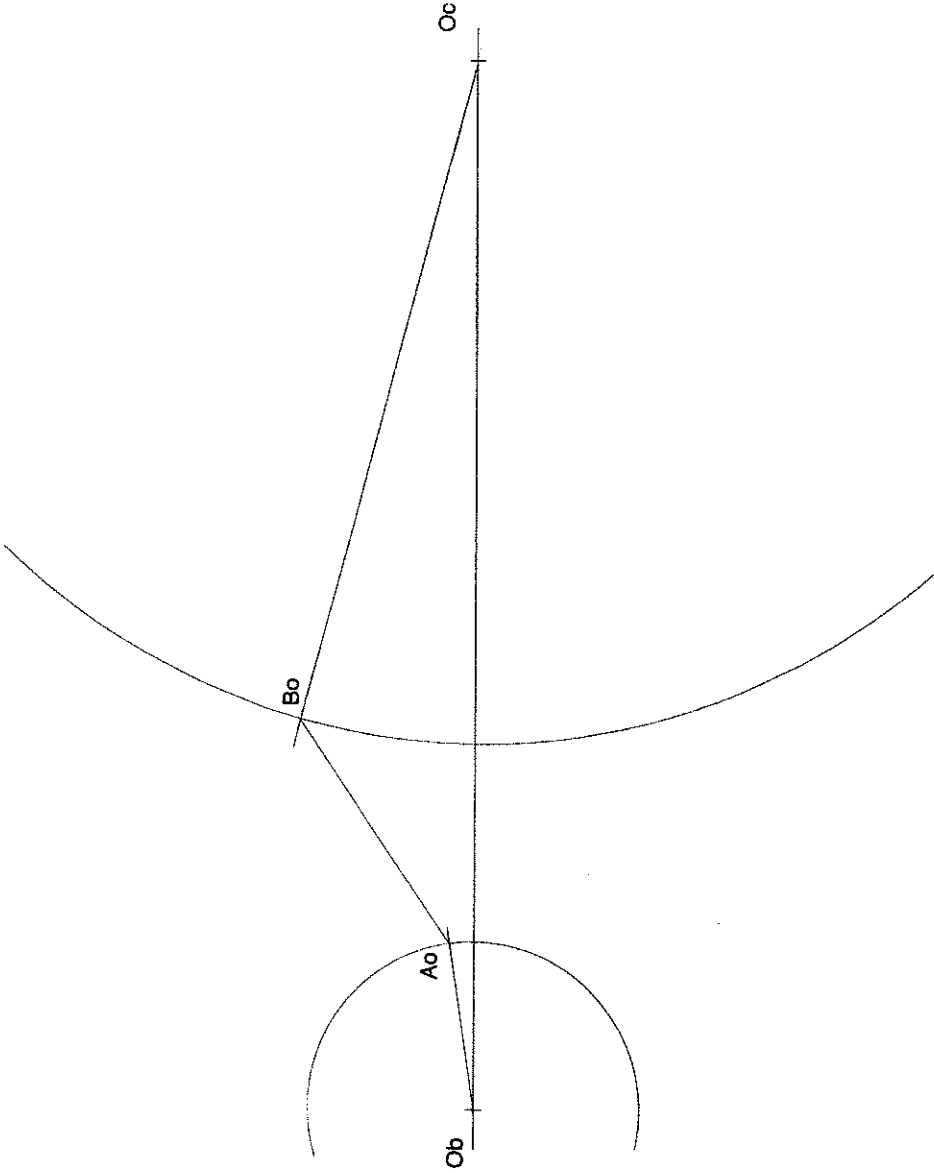
Centre d'examen :

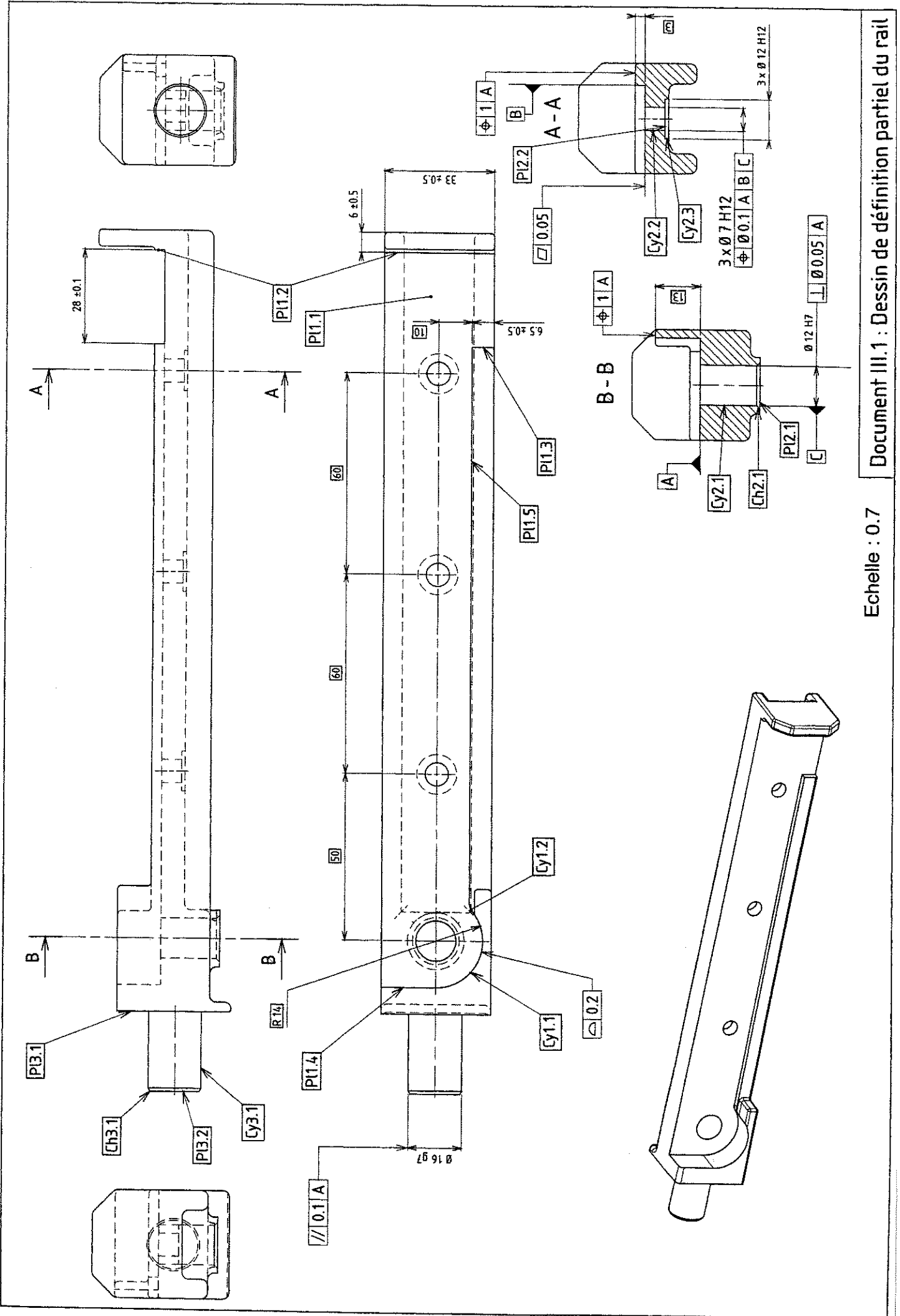
NOM :

Prénom :

N° :

Document réponse II.4 : Tracé des vecteurs vitesse





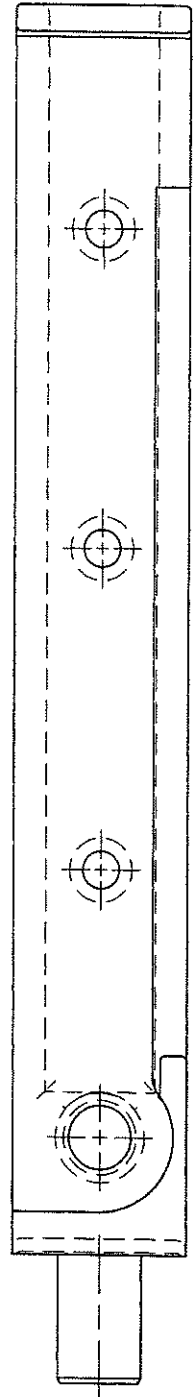
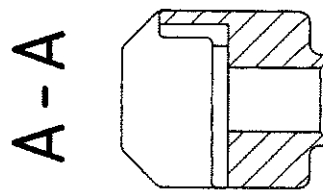
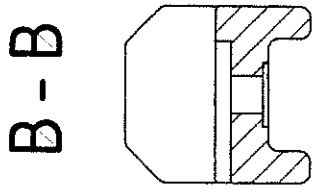
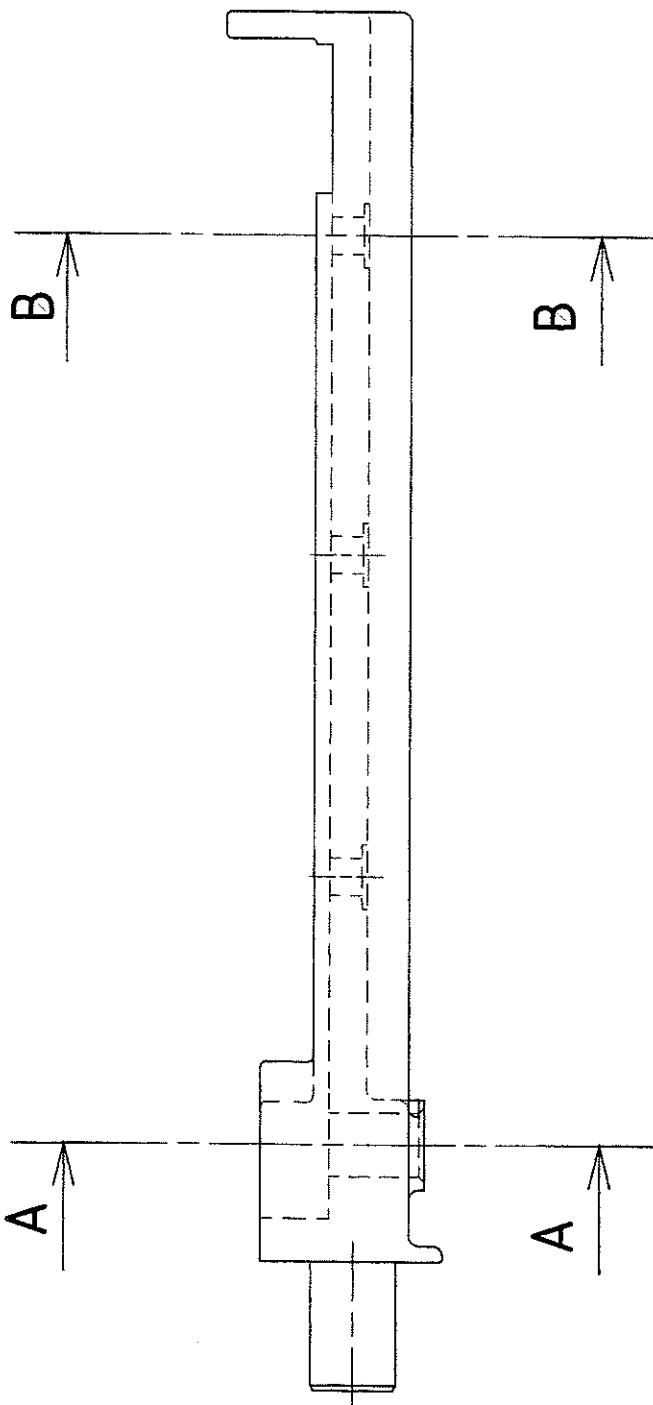
Echelle : 0.7

Document III.1 : Dessin de définition partiel du rail

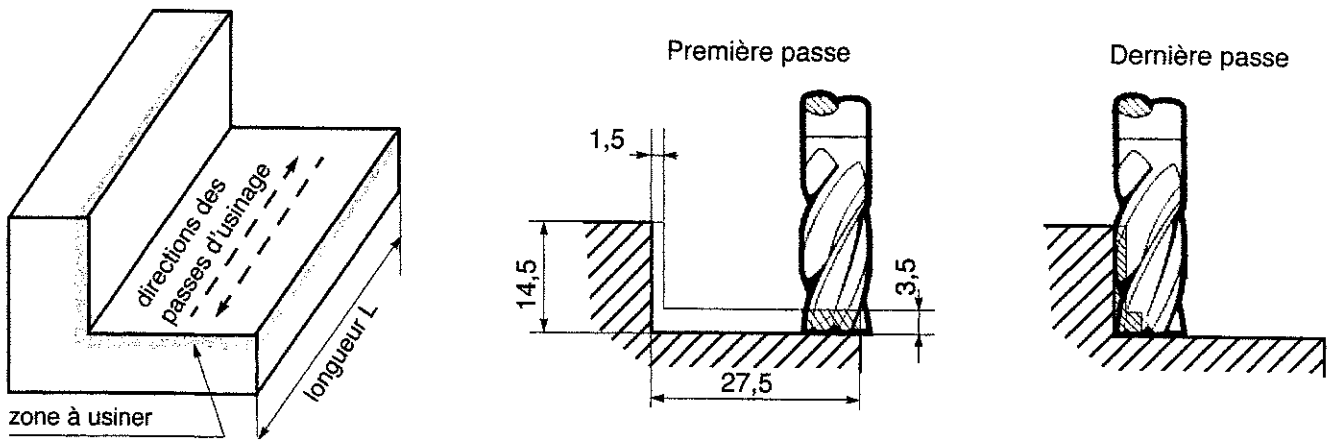
Documents réponse III.2 : Analyse des spécifications

Symbole	$\square 0.05$	$// 0.1 A$	$\perp \emptyset 0.05 A$	$3 \times \emptyset 7 H12$ $\oplus \emptyset 0.1 A B C$
Nom de la caractéristique tolérancée				
Elément(s) tolérancé(s) - type - nature				
Elément(s) de référence(s) - type - nature	/			
Référence(s) spécifiée(s) - type - nature - contraintes d'orientation - critères d'association	/			
Zone(s) de tolérance				
Contrainte(s) d'orientation	/			
Représentation graphique 3D - zone de tolérance - valeur - élément(s) tolérancé(s)				

Document réponse III.3 : Etude de fonderie



Echelle : 0.7

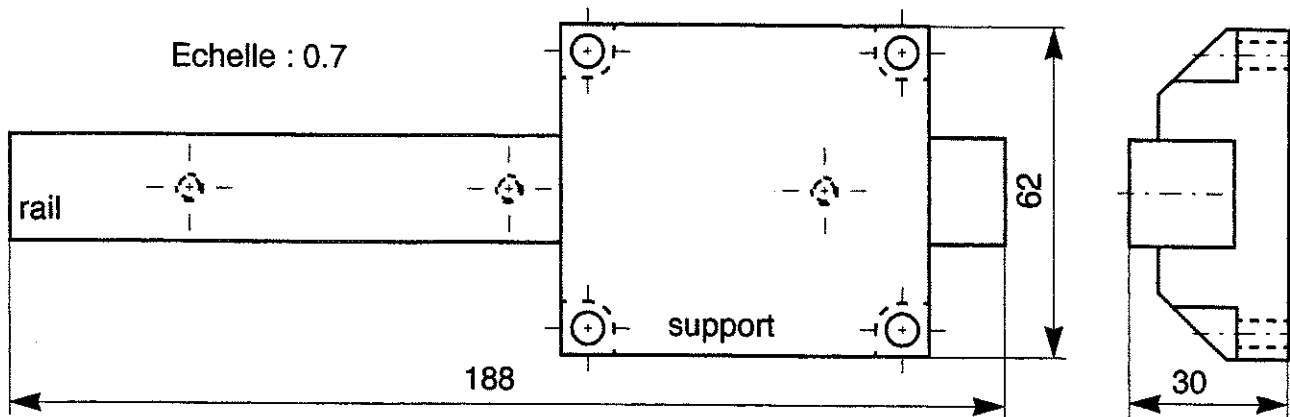


Document III.4 : Usinage d'un épaulement

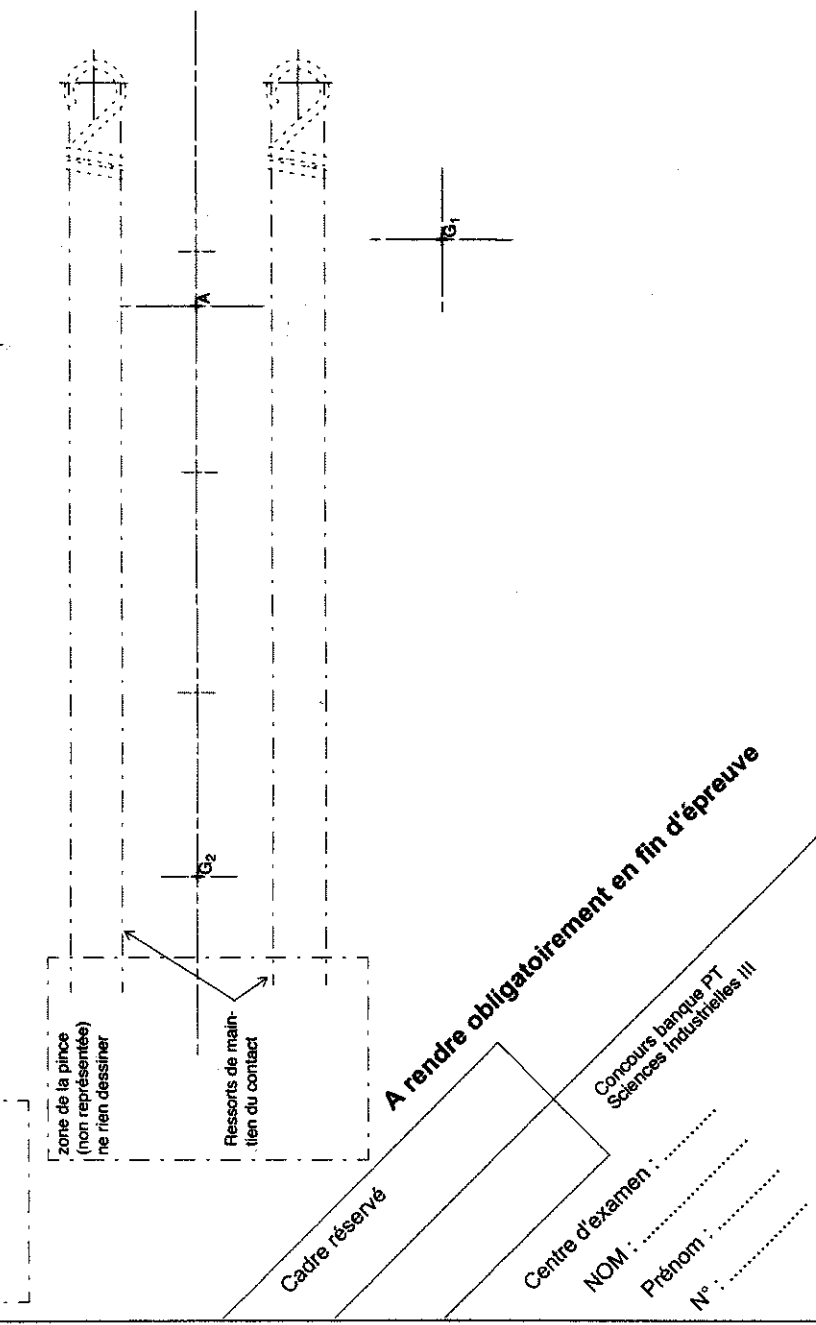
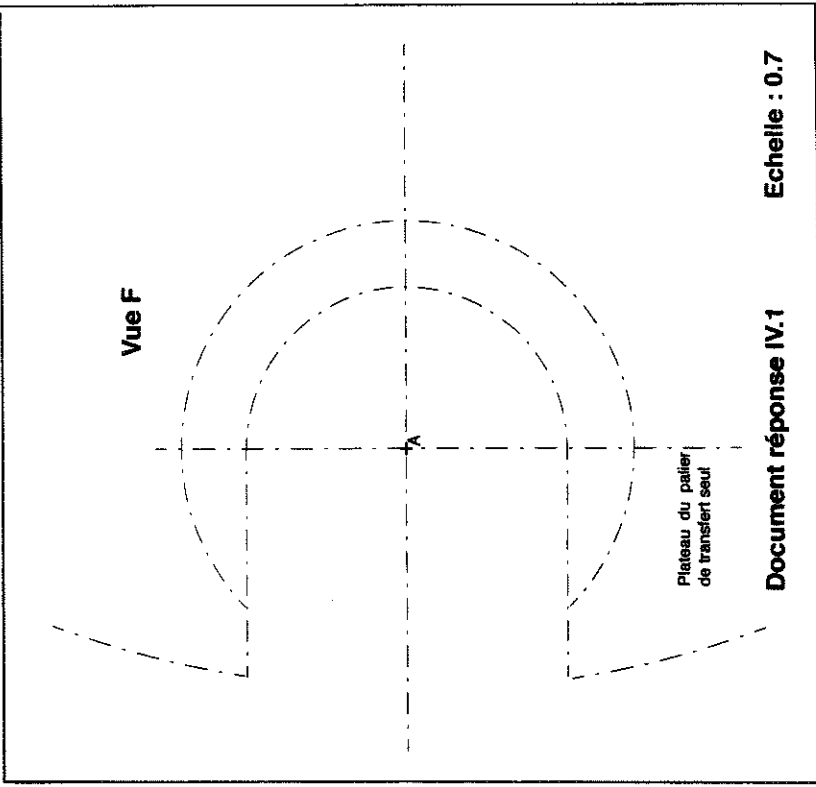
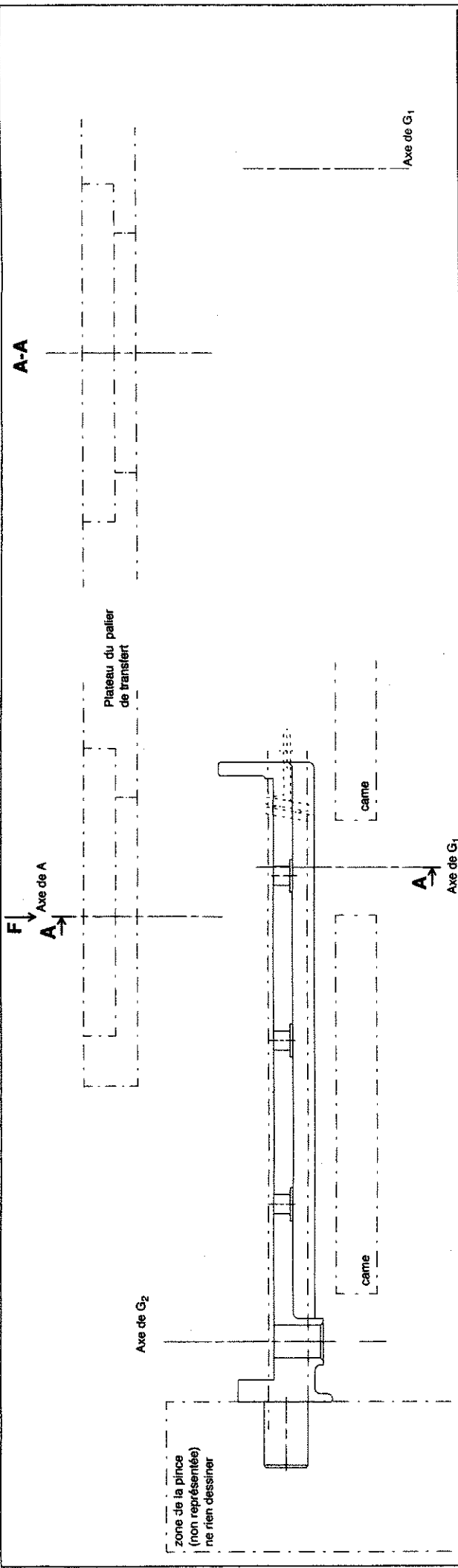
SANDVIK Coromant				General				
				$a_p = D_c$ $a_e \leq 0,1 \times D_c$		$a_p < D_c$ $a_p \times a_e \leq 0,5 \times D_c^2$		
ISO	CMC	HB	v_c m/min	D_c mm	f_z mm/z	v_c m/min	D_c mm	f_z mm/z
P	01.1	125	200-350	2	0,01-0,02	125-220	2	0,005-0,015
	01.2	150	180-250	3	0,01-0,02	120-190	3	0,01 -0,02
	02.1	175	140-240	4	0,02-0,04	90-160	4	0,015-0,03
	02.2	330	120-200	5	0,03-0,06	80-120	5	0,02 -0,03
	03.11	200	140-190	6	0,03-0,07	90-130	6	0,02 -0,04
M	05.11	200	90-160	7	0,04-0,08	40- 90	7	0,02 -0,04
	05.21	200	80-120	8	0,05-0,09	50- 90	8	0,03 -0,045
	05.51	230	60- 90	9	0,07-0,10	40- 60	9	0,03 -0,045
	20.22	350	40- 50	10	0,07-0,12	20- 30	10	0,035-0,05
	23.22	350	50- 80	12	0,08-0,13	50- 60	12	0,035-0,06
H	04	HRC55	40- 70	14	0,08-0,14	30- 50	14	0,04 -0,07
	04	HRC63 ¹⁾	30- 50	16	0,09-0,15	130-190	16	0,05 -0,08
	07.1	130	170-250	18	0,10-0,16	100-130	18	0,06 -0,08
	07.2	230	130-190	20	0,10-0,16	130-190	20	0,06 -0,08
	09.1	180	200-300	25	0,10-0,16	100-140	25	0,06 -0,09
	09.2	250	150-200			100-150		
	08.1	180	150-220			100-150		
	30.22	90	1000			1000		

92810

Document III.5 : Extrait de documentation SANDVIK Coromant



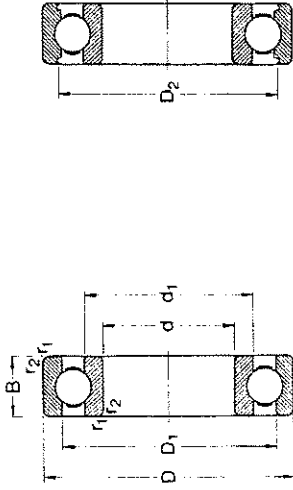
Document IV.3 : Élément de guidage linéaire



Echelle : 0.7

Document réponse IV.1

Roulements rigides à billes à une rangée
d 35-55 mm

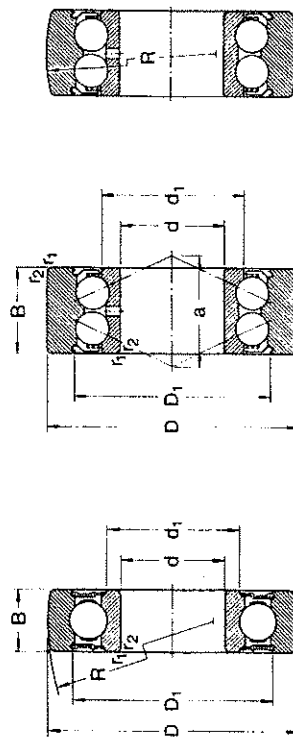


Avec embrèvements

Sans embrèvements

Dimensions d'encastrement	Charges de base dyn.			Limite de fatigue P_u	Vitesse de base Lubrification graisse	Masse	Désignation
	D	B	C				
d	N			N	tr/min	kg	-
35	47	7	4 750	166	13 000	0,030	61807
	55	10	9 560	290	11 000	0,080	61907
	62	9	12 400	375	10 000	0,11	6007
	62	14	15 900	452	10 000	0,16	6207
	72	17	25 500	655	9 000	0,29	6307
	80	21	33 200	815	8 500	0,46	6307
	100	25	55 300	1 290	7 000	0,95	6407
40	52	7	4 840	186	11 000	0,034	61808
	62	12	13 800	425	10 000	0,12	61908
	68	9	13 300	440	9 500	0,13	16008
	68	15	16 800	490	9 500	0,19	6008
	80	18	30 700	800	8 500	0,37	6208
	90	23	41 000	1 020	7 500	0,63	6308
	110	27	63 700	1 530	6 700	1,25	6408
45	58	7	6 050	228	9 500	0,040	61809
	68	12	14 000	465	9 000	0,14	61909
	75	10	15 600	520	9 000	0,17	16009
	75	16	20 800	640	9 000	0,25	6009
	85	19	33 200	915	7 500	0,41	6209
	100	25	52 700	1 340	6 700	0,83	6309
	120	29	76 100	1 900	6 000	1,55	6409
50	65	7	6 240	250	9 000	0,052	61810
	72	12	14 600	500	8 500	0,14	61910
	80	10	16 300	560	8 500	0,18	16010
	80	16	21 600	710	8 500	0,26	6010
	90	20	35 100	980	7 000	0,46	6210
	110	27	61 800	1 600	6 300	1,05	6310
	130	31	87 100	2 200	5 300	1,90	6410
55	72	9	8 320	325	8 500	0,083	61811
	80	13	15 900	580	9 000	0,19	61911
	90	11	19 500	695	7 500	0,26	16011
	90	18	28 100	900	7 500	0,39	6011
	100	21	43 600	1 250	6 300	0,61	6211
	120	29	71 500	1 900	5 600	1,35	6311
	140	33	99 500	2 600	5 000	2,30	6411

Galets de cames
D 32-80 mm



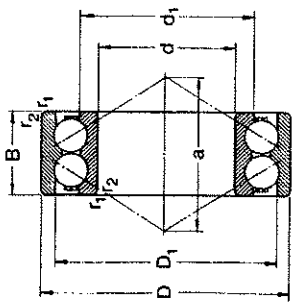
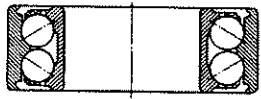
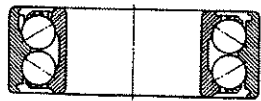
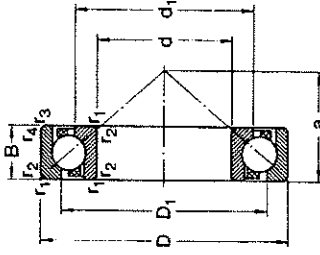
Série 3058(00) C-ZZ

Série 3057(00) C-ZZ

Série 3612(00) R

Dimensions	Vitesse de base			Masse	Désignations Galets, avec bande de roulement bombée cylindrique
	D	B	C		
D	tr/min			kg	-
32	9	10	14,8	0,041	361200 R
	14	10	17,7	0,062	305800 C-ZZ
35	10	12	16,1	0,052	361201 R
	15,9	12	19,1	0,078	305801 C-ZZ
40	11	15	19,2	0,074	361202 R
	15,9	15	22,1	0,10	305802 C-ZZ
47	12	17	21,6	0,11	361203 R
	17,5	17	25,2	0,16	305803 C-ZZ
52	14	20	26	0,16	361204 R
	20,6	20	29,6	0,22	305804 C-ZZ
62	15	25	31,4	0,24	361205 R
	20,6	25	34,6	0,32	305805 C-ZZ
72	16	30	37,6	0,34	361206 R
	23,8	30	41,4	0,49	305806 C-ZZ
80	17	35	44	0,43	361207 R
	27	35	48,1	0,65	305807 C-ZZ

Roulements à billes à contact oblique
à une rangée
d 10-65 mm



Roulements à billes à contact oblique
à deux rangées
d 10-60 mm

Exécution initiale
sans suffixe

Exécution E

Exécution A
roulements de plus
grandes dimensions

Exécution A
jusqu'aux roulements 3207 et
3305 inclus

Dimensions d'encastrement	Charges de base dyn. stat.			Limite de fatigue P_u	Vitesses de base Lubrification graisse huile		Masse	Désignation
	d	D	B		N	tr/min		
10	30	9	7 020	3 350	140	19 000	28 000	7200 BE
12	32	10	7 610	3 800	160	18 000	26 000	7201 BE
	37	12	10 600	5 000	208	17 000	24 000	7301 BE
15	35	11	8 840	4 800	204	17 000	24 000	7202 BE
	42	13	13 000	6 700	280	15 000	20 000	7302 BE
17	40	12	11 100	6 100	260	15 000	20 000	7203 BE
	47	14	15 900	8 900	355	13 000	18 000	7303 BE
20	47	14	14 000	6 300	355	12 000	17 000	7204 BE
	52	15	19 000	10 400	440	11 000	16 000	7304 BE
25	52	15	15 600	10 200	430	10 000	15 000	7205 BE
	62	17	26 000	15 600	655	9 000	13 000	7305 BE
30	62	16	23 800	15 600	655	8 500	12 000	7206 BE
	72	18	34 500	21 200	900	8 000	11 000	7306 BE
35	72	17	30 700	20 800	880	8 000	11 000	7207 BE
	80	21	39 000	24 500	1 040	7 500	10 000	7307 BE
40	80	18	36 400	26 000	1 100	7 000	9 500	7208 BE
	90	23	49 400	33 500	1 400	6 700	9 000	7308 BE
45	85	19	37 700	28 000	1 200	6 700	9 000	7209 BE
	100	25	60 500	41 500	1 730	6 000	8 000	7309 BE
50	90	20	39 000	30 500	1 290	6 000	8 000	7210 BE
	110	27	74 100	51 000	2 200	5 300	7 000	7310 BE
55	100	21	48 800	38 000	1 630	5 600	7 500	7211 BE
	120	29	85 200	60 000	2 550	4 800	6 300	7311 BE
60	110	22	57 200	45 500	1 930	5 000	6 700	7212 BE
	130	31	95 600	69 500	3 000	4 500	6 000	7312 BE
65	120	23	66 300	54 000	2 280	4 500	6 000	7213 BE
	140	33	108 000	80 000	3 350	4 300	5 600	7313 BE

Dimensions d'encastrement	Charges de base dyn. stat.			Limite de fatigue P_u	Vitesses de base Lubrification graisse huile		Masse	Désignation
	d	D	B		N	tr/min		
10	30	14	7 410	4 300	180	16 000	22 000	3200 A
12	32	15,9	10 100	5 600	240	15 000	20 000	3201 A
15	35	15,9	11 200	6 800	285	12 000	17 000	3202 A
	42	19	15 100	9 150	390	10 000	15 000	3302 A
17	40	17,5	14 000	8 650	365	10 000	15 000	3203 A
	47	22,2	21 200	12 500	530	9 500	14 000	3303 A
20	47	20,6	18 600	12 000	500	9 000	13 000	3204 A
	52	22,2	22 100	14 300	610	8 500	12 000	3304 A
25	52	20,6	20 300	14 000	600	8 000	11 000	3205 A
	62	25,4	31 200	20 800	880	7 500	10 000	3305 A
30	62	23,8	28 100	20 000	850	7 000	9 500	3206 A
	72	30,2	41 000	28 500	1 200	6 300	8 500	3306 A
	72	30,2	45 700	42 500	1 800	6 300	8 500	3306 E
35	72	27	37 100	27 500	1 180	6 000	8 000	3207 A
	80	34,9	48 800	34 000	1 480	5 600	7 500	3307 A
	80	34,9	53 900	51 000	2 160	5 600	7 500	3307 E
40	80	30,2	44 900	33 500	1 430	5 600	7 500	3208 A
	80	30,2	48 400	48 000	2 040	5 600	7 500	3208 E
	90	36,5	59 200	43 000	1 830	5 000	6 700	3308 A
	90	36,5	66 000	64 000	2 750	5 000	6 700	3308 E
45	85	30,2	47 500	38 000	1 600	5 000	6 700	3209 A
	85	30,2	50 100	53 000	2 240	5 000	6 700	3209 E
	100	39,7	72 100	73 500	3 100	4 500	6 000	3309
50	90	30,2	47 500	39 000	1 630	4 800	6 300	3210 A
	90	30,2	52 800	58 500	2 450	4 800	6 300	3210 E
	110	44,4	88 000	96 500	4 050	4 000	5 300	3310
55	100	33,3	57 200	67 000	2 850	4 300	5 600	3211
	120	49,2	95 200	106 000	4 950	3 800	5 000	3311
60	110	35,5	72 100	85 000	3 600	3 800	5 000	3212
	130	54	112 000	127 000	5 400	3 400	4 500	3312