

BTS - CONCEPTION et INDUSTRIALISATION en MICROTECHNIQUES

SESSION 2009

Epreuve E5.1 : Conception détaillée - Pré-industrialisation

Durée : 4 heures

Coefficient : 2

AUCUN DOCUMENT AUTORISÉ

MOYENS DE CALCUL AUTORISÉS

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

Le sujet comporte 3 dossiers :

- **Dossier Technique (DT1/7 à DT7/7)** **jaune**
- **Dossier Travail Demandé (TD 1/5 à TD5/5)** **vert**
- **Dossier Documents Réponses (DR1/6 à DR6/6)** **blanc**

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

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

BTS - CONCEPTION et INDUSTRIALISATION en MICROTECHNIQUES

SESSION 2009

Épreuve E5.1 : Conception détaillée - Pré-industrialisation

Durée : 4 heures

Coefficient : 2

SATELLITE DE COMMANDE RADIO

DOSSIER TECHNIQUE

Ce dossier comporte 7 documents repérés DT1/7 à DT7/7.

- Présentation du support DT1/7 à DT 3/7.
- Dossier d'étude préliminaire DT4/7 à DT 7/7.

Dossier technique**A – Présentation du produit**1°) Contexte

La société VALEO est un équipementier automobile présent sur le marché international.

Sa branche "Contrôles intérieurs", située en Basse-Normandie, conçoit, industrialise, produit et commercialise des satellites de commande radio au volant, équipant de nombreux véhicules.

La production est réalisée en très grandes séries à l'aide de moyens automatisés tels que l'injection plastique, le poinçonnage-découpage-cambrage et le sertissage, mais l'assemblage est en grande partie réalisé manuellement.

2°) Objectif visé par le produit, marché visé

Ce satellite présent depuis plusieurs années sur la quasi totalité des véhicules, est implanté et connecté au tableau de bord du véhicule. Il permet au conducteur de piloter l'autoradio, sans lâcher les mains du volant.

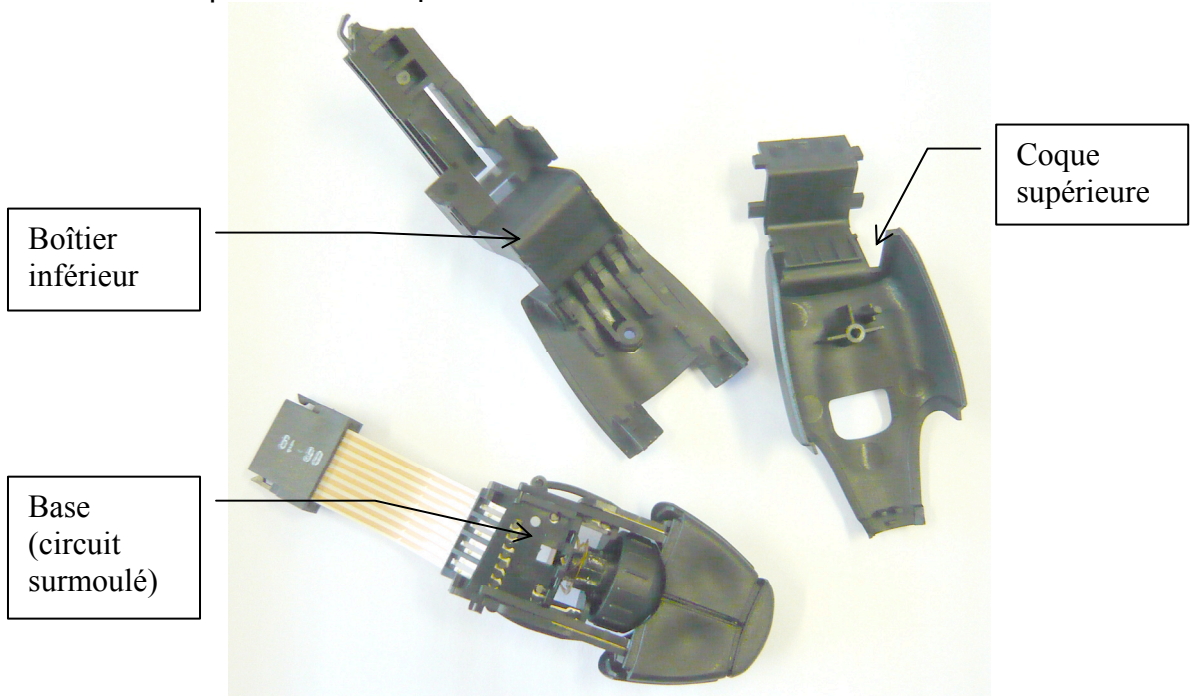
Ce produit est destiné aux principaux constructeurs automobiles français en première monte, mais aussi à leurs différents services après vente.

3°) Description du produit

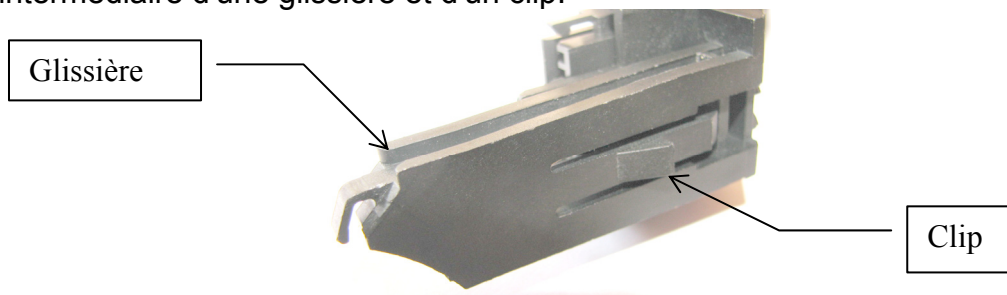
Ses différentes touches situées en faces supérieure et inférieure ou à l'extrémité, commandent l'accès aux principales fonctions : le réglage du volume sonore, l'avance et le retour rapide d'une plage à l'autre, la recherche d'un émetteur radio et le choix d'une source (radio, lecteur CD, ou changeur CD).

Une molette accessible par chaque face du satellite assure l'accès et le réglage des différents modes de fonctionnement de l'autoradio.

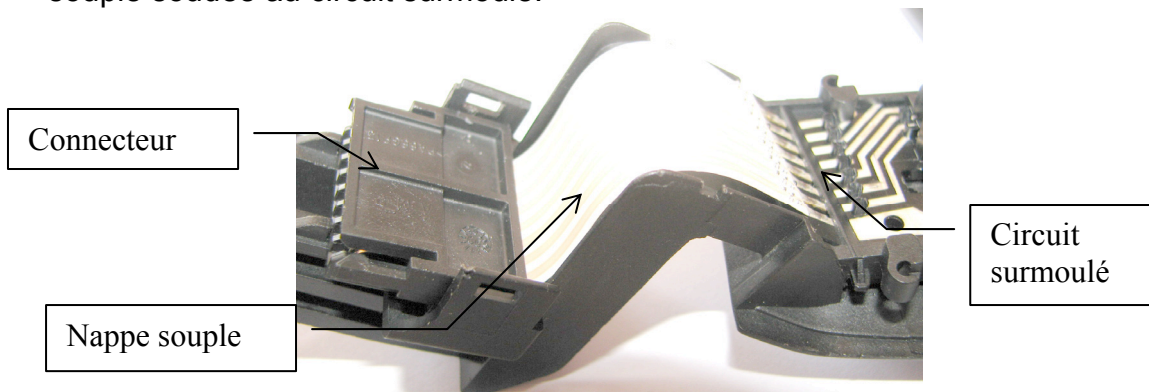
Ce satellite est constitué de trois pièces mécaniques principales : une base, un boîtier inférieur et une coque supérieure. La base est obtenue en injection plastique par surmoulage du circuit électrique (pistes découpées et cambrées). Celle-ci se fixe par clipage sur le boîtier inférieur qui assure la liaison avec le tableau de bord du véhicule. Enfin, la coque supérieure est clipée et vissée sur l'ensemble pour fermer le produit.



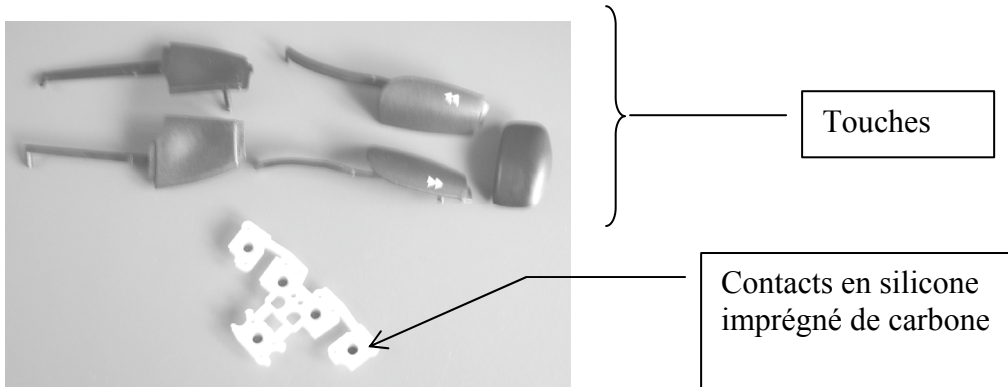
L'ensemble se monte sur le support fixé à la colonne de direction par l'intermédiaire d'une glissière et d'un clip.



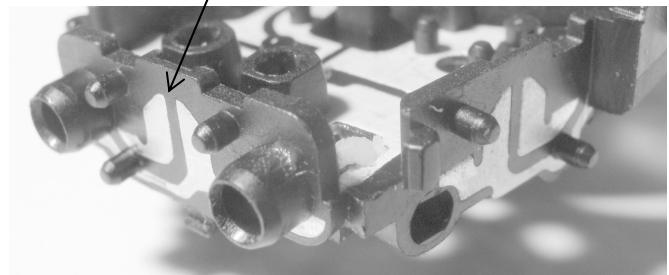
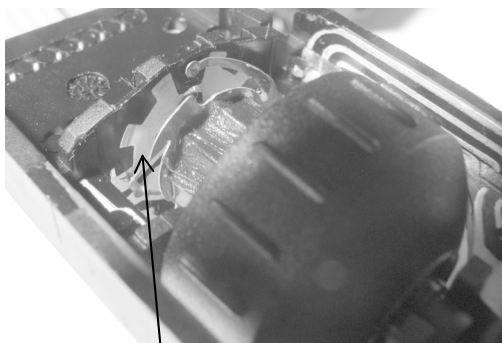
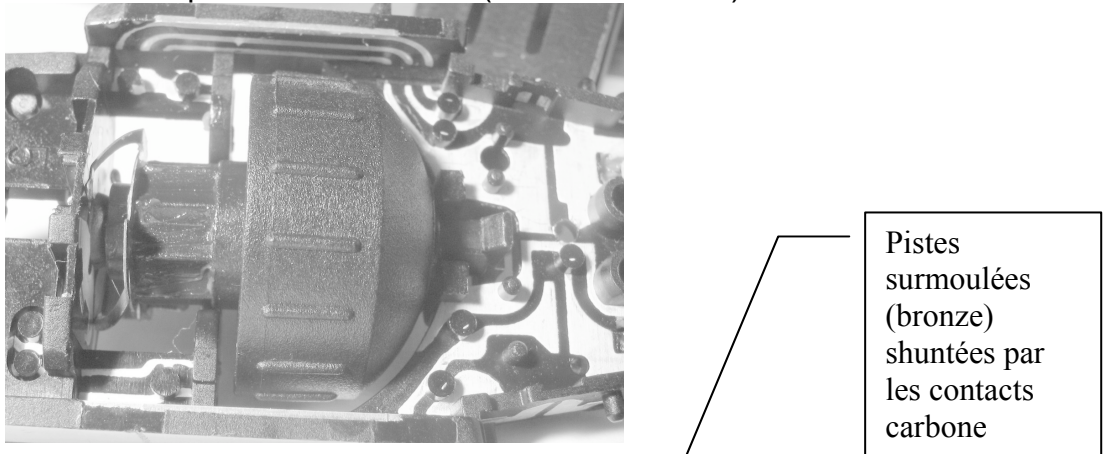
La liaison électrique est assurée par un connecteur 8 broches et une nappe souple soudée au circuit surmoulé.



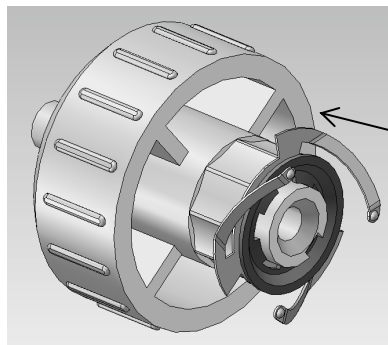
L'utilisateur actionne d'une part les différentes touches qui agissent sur des contacts en silicone imprégnés de carbone amorphe, fermant ainsi les pistes du circuit.....



... et d'autre part sur une molette (contacteur rotatif).



Pistes surmoulées (bronze) du contacteur rotatif



Molette et curseur rotatif

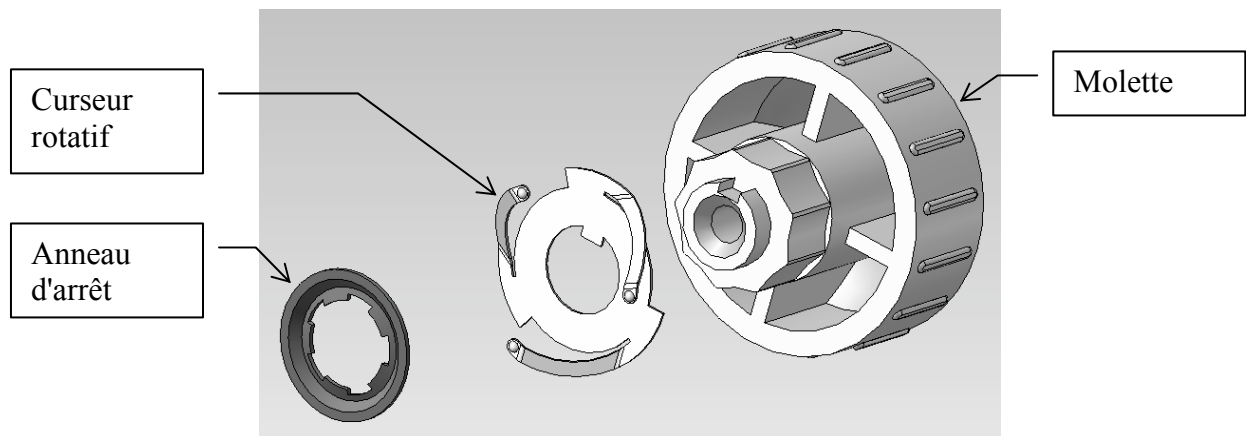
B – Problèmes posés

Dans un souci permanent de compétitivité, mais aussi d'amélioration de la qualité de ses produits, la société VALEO recherche des solutions visant à diminuer les coûts des différents composants et des assemblages, mais aussi à supprimer les défauts décelés lors des retours clients.

Dans cette optique, le service Recherche et Développement de cette société, s'est fixé les objectifs suivants :

1°) Modifier le matériau et la forme du curseur électrique rotatif

Le contacteur rotatif est constitué d'une molette en PBT (Poly Butylène Téréphtalate), d'un curseur rotatif à trois branches en bronze (CuSn8) et d'un anneau d'arrêt "Self Locking".



Le curseur rotatif doit assurer une liaison électrique permanente entre deux pistes du circuit. Sa durée de vie est apparue trop faible et cela pour différentes raisons :

- **Usure mécanique par frottements** : la forme hémisphérique (ponctuelle) des contacts conjuguée à l'effort axial nécessaire à une liaison électrique satisfaisante, engendre une usure importante.
- **Usure par étincelage** : au passage d'une piste à l'autre, la micro rupture de courant engendre une étincelle pouvant atteindre une température d'environ 200° C et favorisant l'usure du contact par électroérosion.
- **Oxydation du contact** : cette érosion est aggravée par une oxydation apportant un "charbonnage" néfaste à la qualité du signal électrique.

Il est donc envisagé de modifier la nature du matériau et la forme du contact.

Pour le choix du matériau du curseur rotatif, les critères initiaux retenus par cette société étaient principalement :

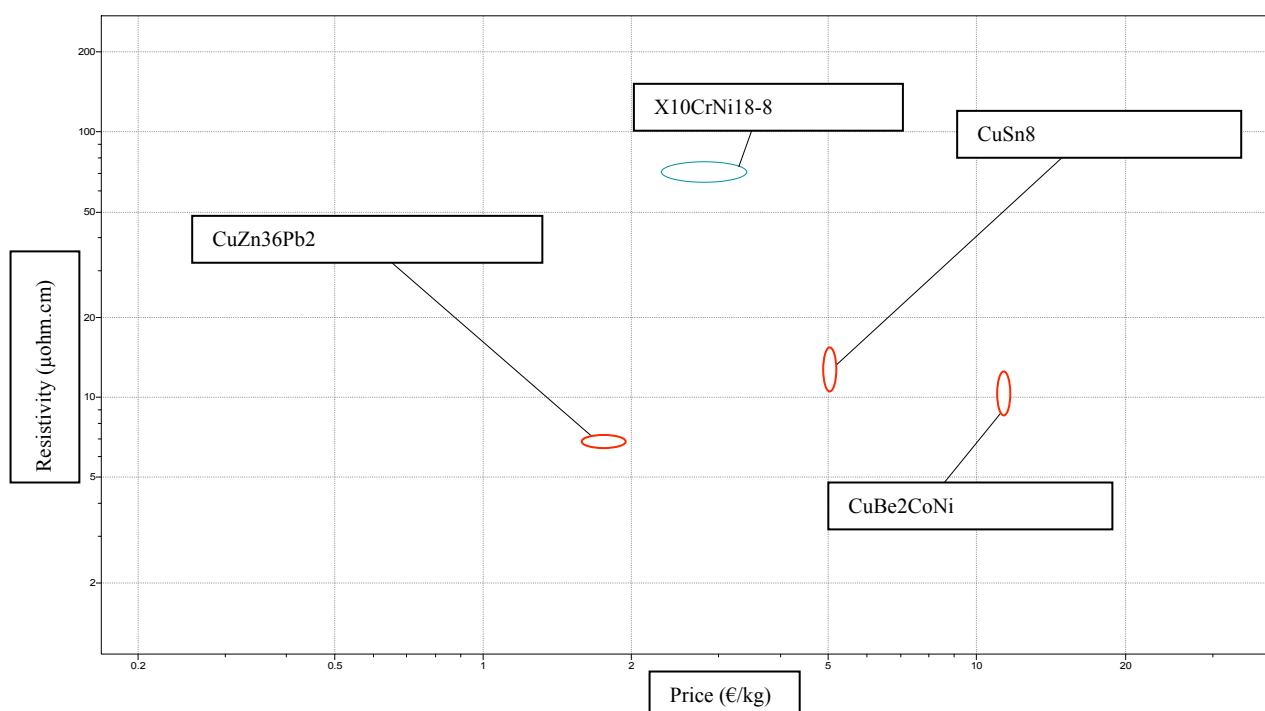
- Le prix : le plus faible possible.
- La conductivité (non résistivité) : la meilleure possible.
- Le module d'élasticité : cette pièce doit pouvoir se déformer au montage (module de Young faible), mais posséder ensuite une certaine rigidité afin de maintenir le contact électrique (valeur maxi pour E : 250 GPa).
- La dureté : suffisamment importante pour résister à l'usure par frottement (valeur mini 80 HV).
- Le procédé de mise en forme : poinçonnage – découpage – cambrage.

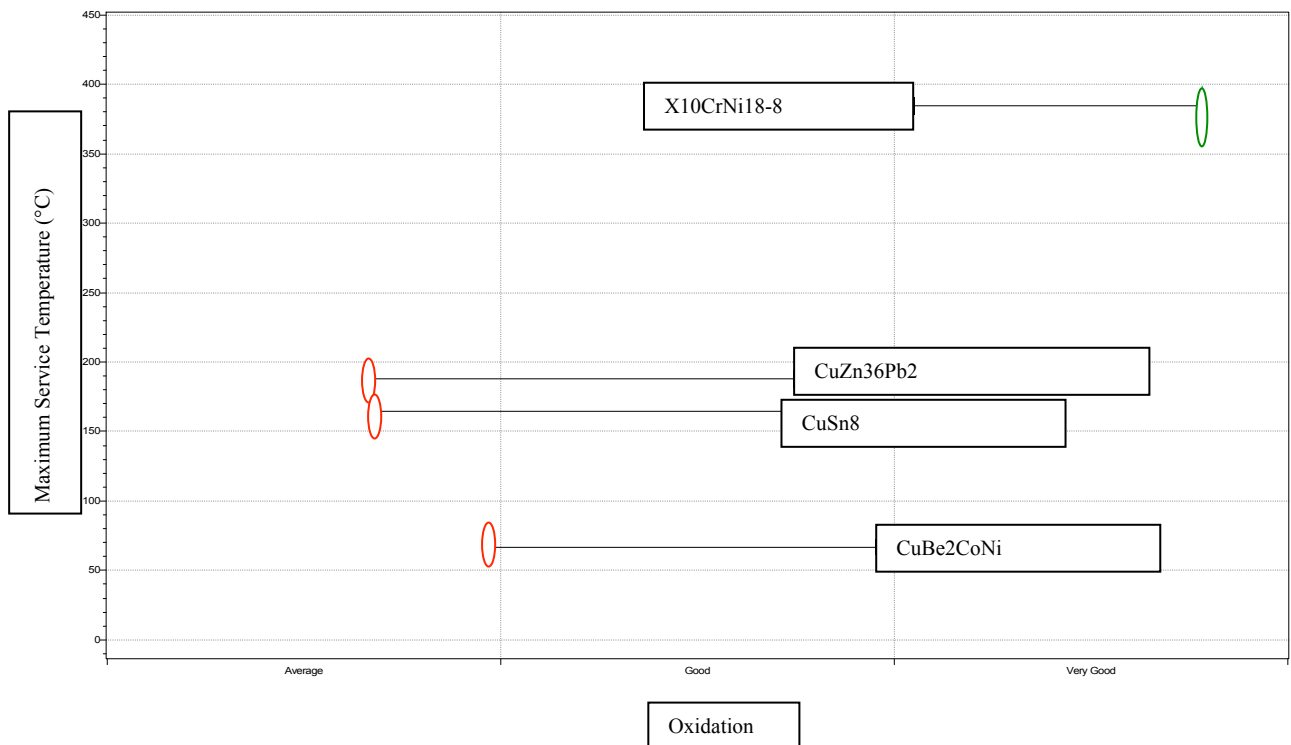
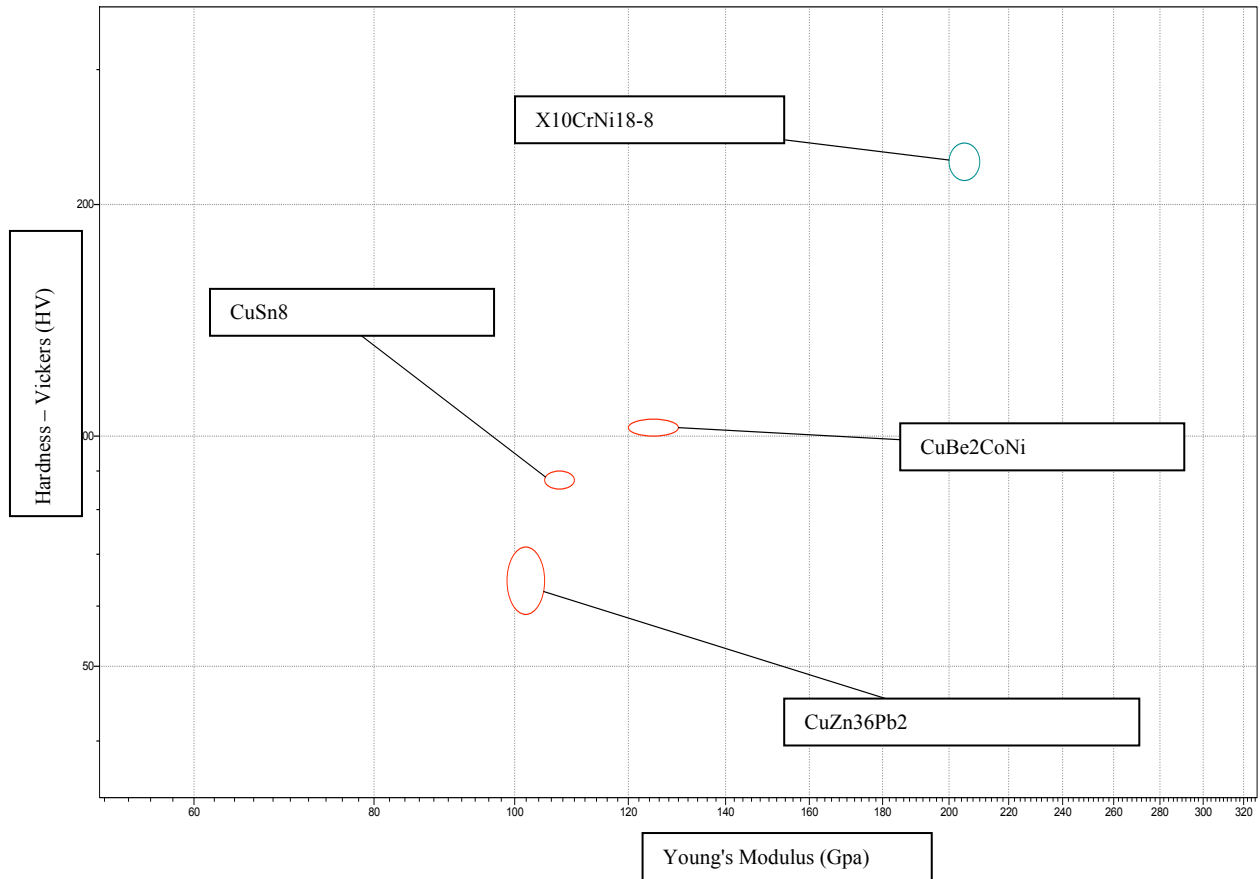
Cette recherche avait alors débouché sur un bronze : CuSn8.

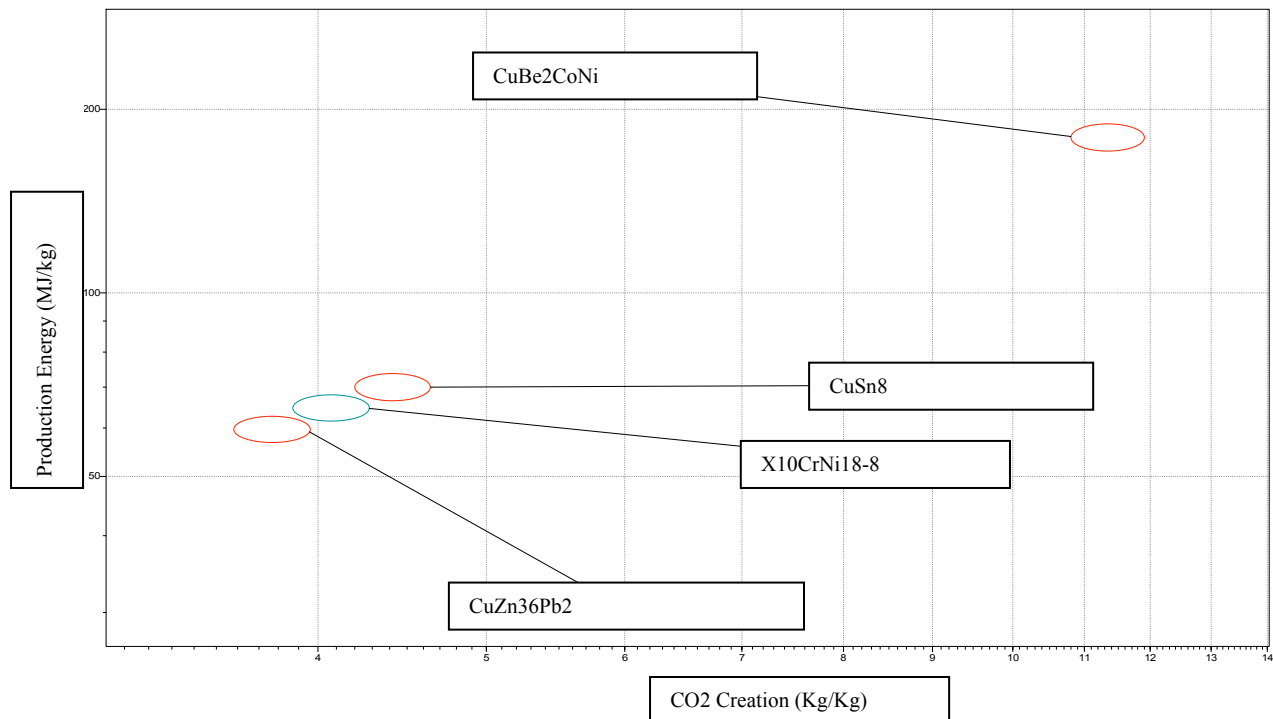
Devant les problèmes rencontrés cités précédemment, la société VALEO a décidé de modifier et d'ajouter certains critères :

- Le prix : pas obligatoirement le plus bas, mais le meilleur rapport qualité / prix.
- La conductivité peut être modifiée.
- Le module d'élasticité devra être plus élevé que celui du bronze (CuSn8).
- La dureté : doit être augmentée afin de réduire l'usure par frottement.
- La température d'utilisation doit pouvoir être supérieure.
- L'oxydation doit être plus faible.
- Le procédé de mise en forme reste inchangé.
- Dans un souci de respect de l'environnement, l'énergie utile à la production de ce matériau ainsi que les émissions de CO₂ qui en découlent doivent être les plus faibles possibles.

Une étude approfondie a fait ressortir quatre matériaux, dont les caractéristiques sont indiquées ci-après : le bronze (CuSn8), le laiton (CuZn36Pb2), l'acier inoxydable (X10CrNi18-8) et l'alliage de cuivre au béryllium (CuBe2CoNi).







2°) Modifier le mode d'assemblage du curseur sur la molette

L'assemblage manuel initial est constitué de trois pièces : molette, curseur et anneau d'arrêt. Cette solution comporte trois inconvénients majeurs :

- le coût de l'anneau ;
- la difficulté du montage de l'anneau (main d'œuvre plus qualifiée et temps d'opération plus long) ;
- l'endommagement des curseurs lors de leur stockage en vrac en sortie de presse dû à leur enchevêtrement.

Pour ces trois raisons il est envisagé deux modifications :

- supprimer l'anneau en intégrant cette fonction d'arrêt sur le curseur ;
- modifier l'acheminement des curseurs depuis la presse.

Il est fait le choix de créer un poste semi-automatique d'assemblage.

Il est envisagé d'acheminer le curseur attaché au squelette de la bande découpée.

Ce poste d'assemblage doit assurer les fonctions suivantes :

- Permettre la mise en position unique de la molette ;
- Permettre une avance automatique de la bande (curseur rotatif encore attaché au squelette) ;
- Assurer la découpe des points d'attache du curseur sur la bande ;
- Assurer la mise en place et assemblage du curseur (modifié) sur la molette.

BTS - CONCEPTION et INDUSTRIALISATION en MICROTECHNIQUES

SESSION 2009

Epreuve E5.1 : Conception détaillée - Pré-industrialisation

Durée : 4 heures

Coefficient : 2

SATELLITE DE COMMANDE RADIO

DOSSIER TRAVAIL DEMANDE

Ce dossier comporte 5 documents repérés TD1/5 à TD5/5.

Travail demandé

1°) Choisir le matériau.

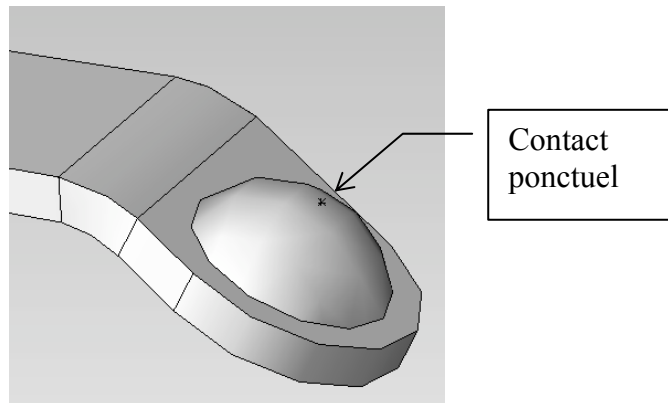
Sous forme de tableau de choix, définir le matériau qui semble le plus approprié pour le curseur rotatif, sachant que :

- Il ressort de l'étude préliminaire (DT 4/7 à DT 7/7) que les critères prépondérants sont la dureté, la température d'utilisation et l'oxydation. Ils seront donc affectés d'un coefficient de pondération de 2.
- Pour les autres critères, prix, résistivité, module de Young, création de CO₂ et énergie de production, le coefficient sera de 1.

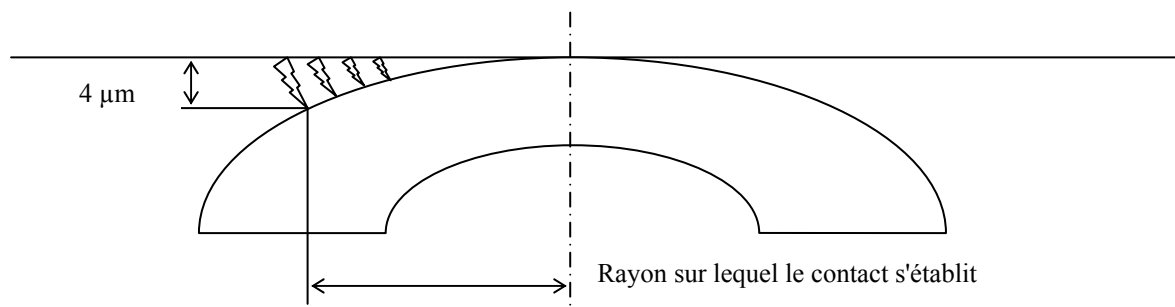
Répondre sur le document réponse DR1/6

2°) Modifier la forme du contact hémisphérique

En théorie, le contact électrique entre le curseur rotatif et la piste du circuit est ponctuel.



En pratique et comme le montre la figure ci-dessous, le courant peut être véhiculé entre deux surfaces distantes d'environ 4µm.



Proposer sur les trois vues de détail, une forme emboutie mieux adaptée pour le contact du curseur de manière à augmenter la surface en contact avec la piste du circuit, en tenant compte de la flexion des branches du curseur.

Répondre sur le document réponse DR2/6 en justifiant votre proposition

- 3°) Déterminer le nombre de produits (contacteur rotatif) nécessaire à la rentabilisation du montage automatisé.

A partir des données économiques des deux cas d'assemblage fournies ci-après :

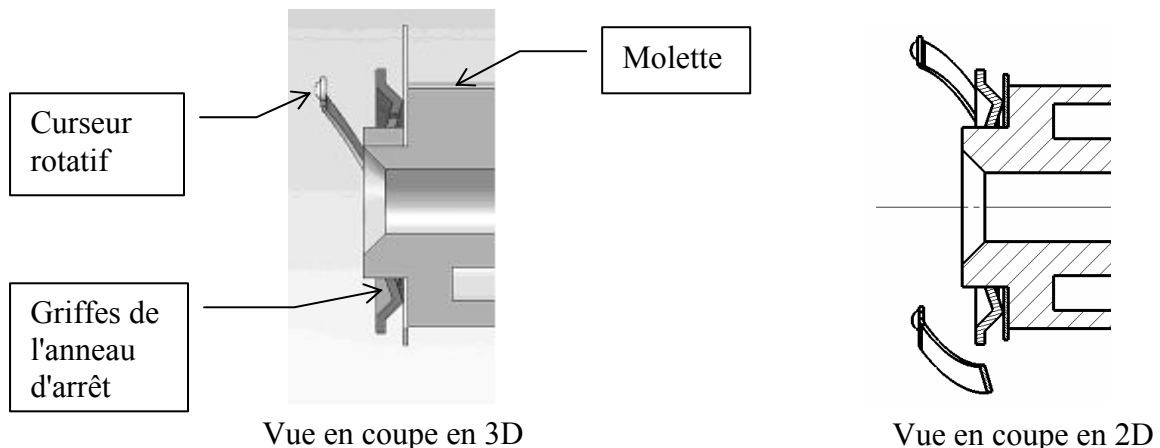
3-1 Ecrire les équations littérales du coût du sous-ensemble "contacteur rotatif" dans chaque cas d'assemblage. Ces équations sont de la forme $y=a.x+b$.

3-2 En déduire à partir de quel nombre de contacteurs rotatifs, la solution 2 (assemblage automatisé) devient la plus rentable par une méthode analytique ou graphique.

Répondre sur feuille de copie

	Solution 1 Assemblage manuel avec anneau	Solution 2 Assemblage semi- automatisé sans anneau
Coût curseur rotatif	0,05 €	0,05 €
Coût molette	0,07 €	0,07 €
Coût anneau d'arrêt	0,06 €	0 € (pas d'anneau d'arrêt)
Coût outillage d'assemblage	0 € (outillage déjà amorti)	5300 €
Coût des modifications des outillages de la molette et du curseur	0 € (pas de modification)	1200 €
Coût horaire assemblage	15 €/heure	12 €/heure
Cadence d'assemblage	900 produits/heure	1200 produits/heure

- 4°) Modifier le mode d'assemblage du curseur rotatif sur la molette



Proposer une modification de la forme du curseur rotatif permettant de supprimer l'anneau d'arrêt, en utilisant le même principe de griffes. Cette modification de conception doit permettre d'assurer deux fonctions techniques : la mise et le maintien en position.

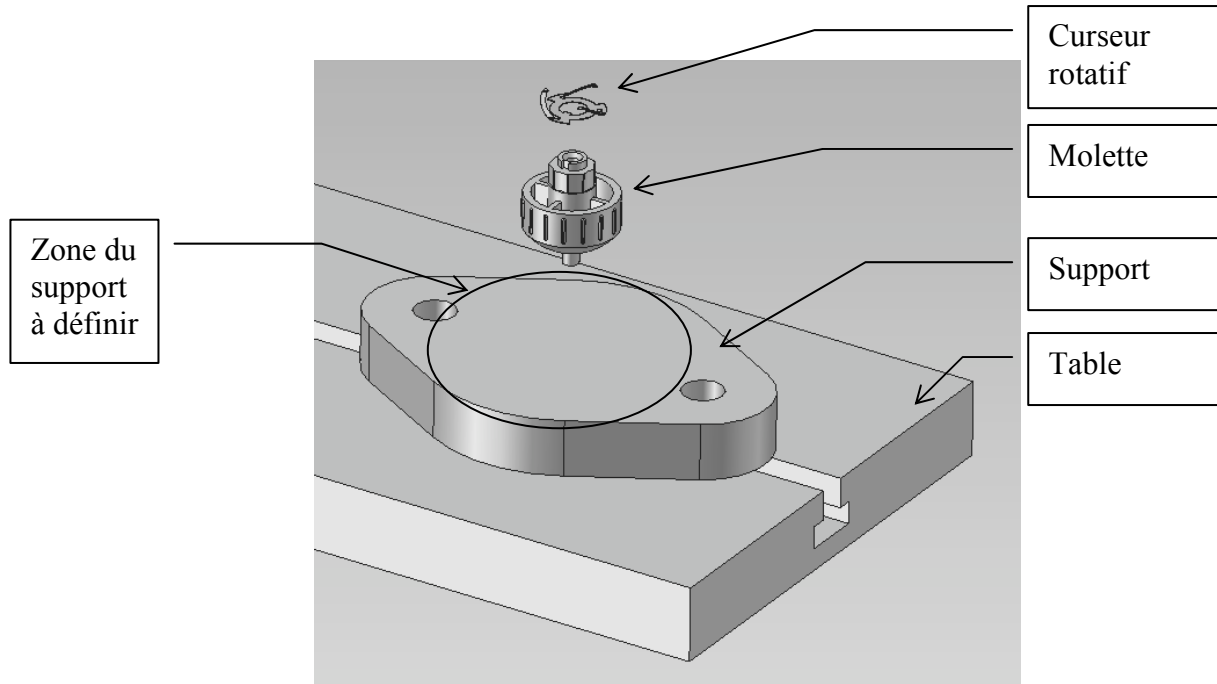
Repérer les surfaces fonctionnelles qui participent à ces deux fonctions.

Représenter également la modification que cela entraîne sur la molette.

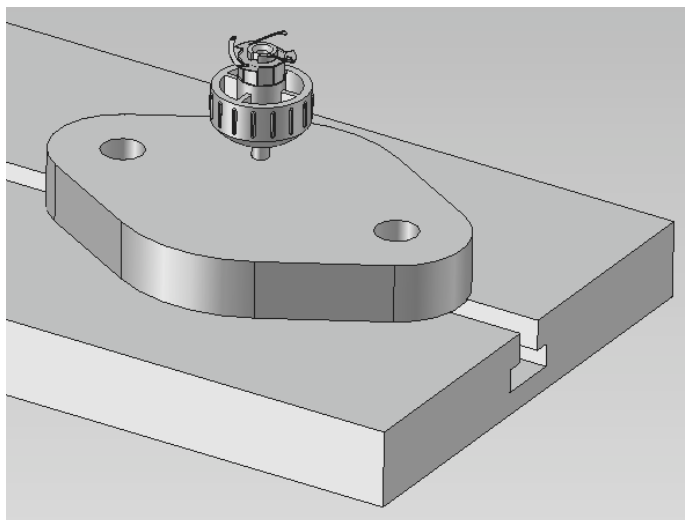
Répondre sur le document réponse DR3/6

5°) Modifier la molette afin de faciliter son orientation sur le poste d'assemblage du curseur rotatif.

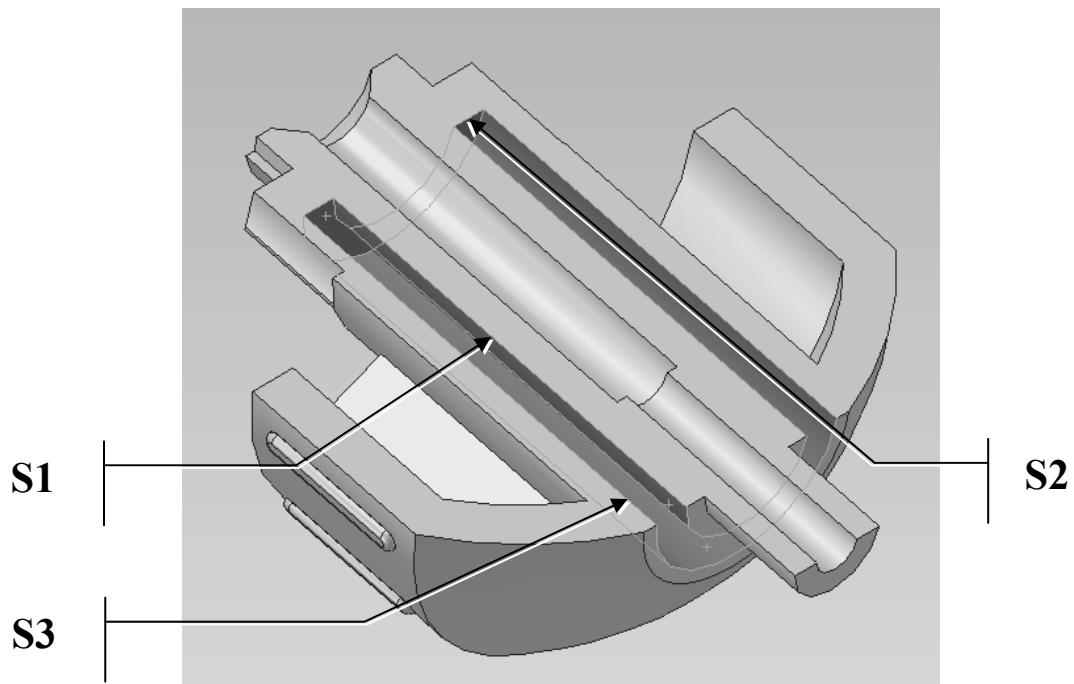
Le montage d'assemblage est en phase de conception préliminaire. Son architecture globale est définie par la figure ci-dessous : les pièces à assembler (molette et curseur rotatif) sont représentées dans la position qu'elles occupent avant l'assemblage.



La figure ci-dessous les représente une fois assemblées :



La mise en position de la molette sur le support est réalisée par une liaison pivot glissant L1 sur l'arbre intérieur S1 de la molette et par une liaison ponctuelle L2 dans le fond de l'alésage S2. Ces surfaces S1 et S2 sont repérées sur la figure ci-dessous :



De manière à ce que la molette occupe une position unique et complète en vue de son assemblage automatisé avec le curseur rotatif, une liaison L3 est à prévoir, nécessitant un aménagement de forme sur la molette.

Proposer l'aménagement de forme permettant d'indexer en rotation (liaison L3) la molette sur le montage d'assemblage. Contrainte formelle à respecter : cette modification ne doit pas être visible de l'extérieur du produit assemblé.

Hypothèse : seules les surfaces S1, S2 et S3 peuvent être modifiées, à condition que les nouvelles formes soient réalisables aisément par une modification de l'outillage d'injection plastique existant. S3 est la surface cylindrique de l'alésage.

Répondre sur le document réponse DR4/6 et compléter par toute vue jugée utile

6°) Définir la prise de pièce du montage d'assemblage.

En fonction de l'aménagement de forme que vous avez défini sur la molette, représenter dans le support les solutions technologiques pour les trois liaisons de mise en position de cette pièce.

Les éléments de ce montage doivent être interchangeables

Répondre sur le document réponse DR5/6 et compléter par toute vue jugée utile

7°) Compléter la mise en bande du curseur rotatif.

- Justifier le positionnement au poste 2, de l'opération d'emboutissage des hémisphères.
- En vous inspirant des formes déjà réalisées sur cette mise en bande, représenter les poinçons par leur contour en gras, aux postes 6 et 7 (le poste 5 étant vide).

Note importante : le curseur doit rester attaché au squelette de la bande par au moins deux points d'attache.

Répondre sur le document réponse DR6/6

**BTS - CONCEPTION et INDUSTRIALISATION en
MICROTECHNIQUES**

SESSION 2009

Épreuve E5.1 : Conception détaillée - Pré-industrialisation

Durée : 4 heures

Coefficient : 2

SATELLITE DE COMMANDE RADIO

DOSSIER DOCUMENTS REPONSES

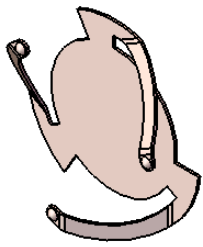
Ce dossier comporte 6 documents repérés DR1/6 à DR6/6.

1°) Choisir le matériau

Échelle des Notes : Le meilleur 4 points, le deuxième 3 points, le troisième 2 points et le moins bon 1 point.

	bronze (CuSn8)			laiton (CuZn36Pb2)			acier inoxydable (X10CrNi18-8)			cuivre au béryllium (CuBe2CoNi)		
	Note brute	Coef.	Note coef.	Note brute	Coef.	Note coef.	Note brute	Coef.	Note coef.	Note brute	Coef.	Note coef.
Prix		1			1			1			1	
Conductivité		1			1			1			1	
Module Young		1			1			1			1	
Dureté		2			2			2			2	
Oxydation		2			2			2			2	
Température		2			2			2			2	
CO2		1			1			1			1	
Énergie		1			1			1			1	
Total												

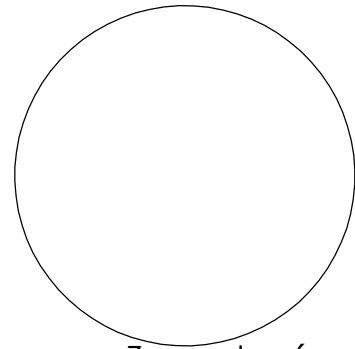
Choix :



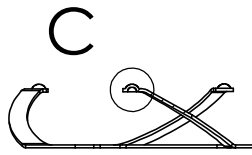
Ech.:2:1



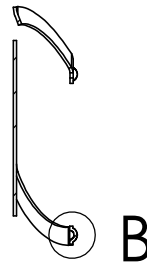
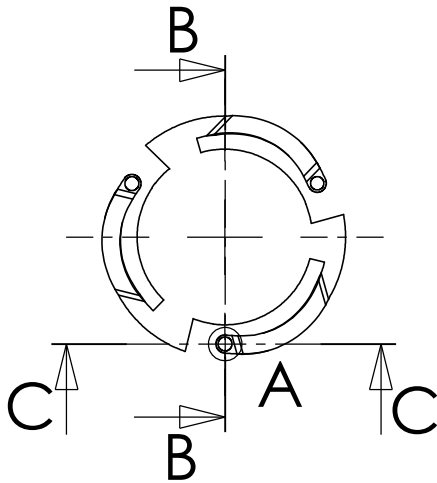
DÉTAIL C
ECHELLE 20 : 1



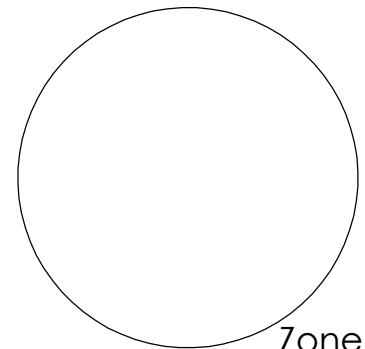
Zone de réponse
du Détail C



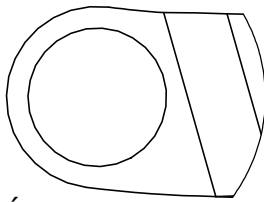
COUPE C-C
ECHELLE 2 : 1



COUPE B-B
ECHELLE 2 : 1

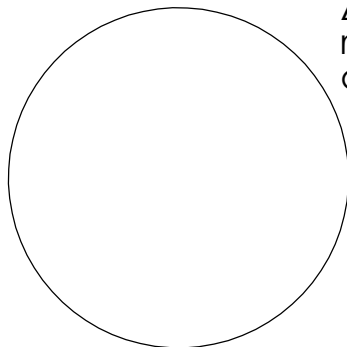


Zone de réponse
du Détail B



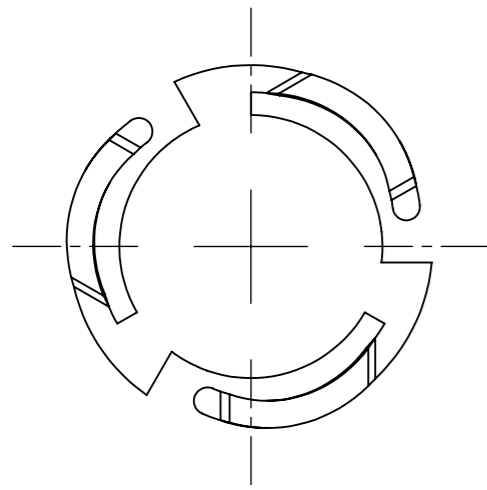
DÉTAIL A
ECHELLE 20 : 1

DÉTAIL B
ECHELLE 20 : 1

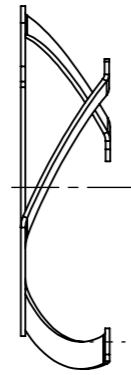


Zone de réponse
du Détail A

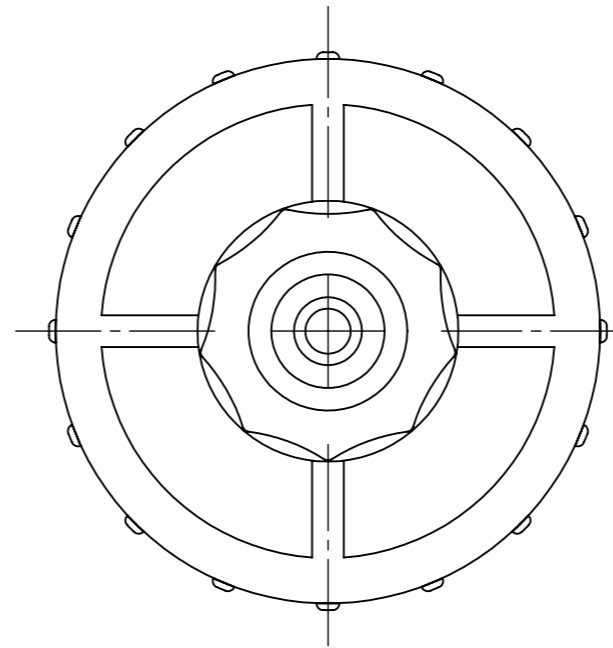
Justification :



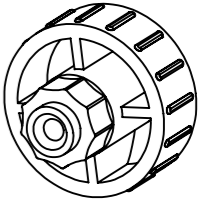
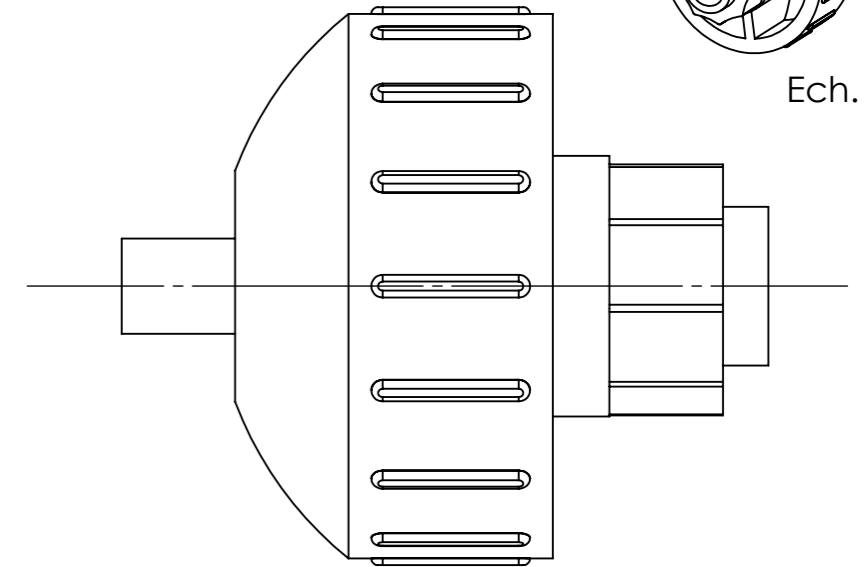
Curseur rotatif Ech. 3:1



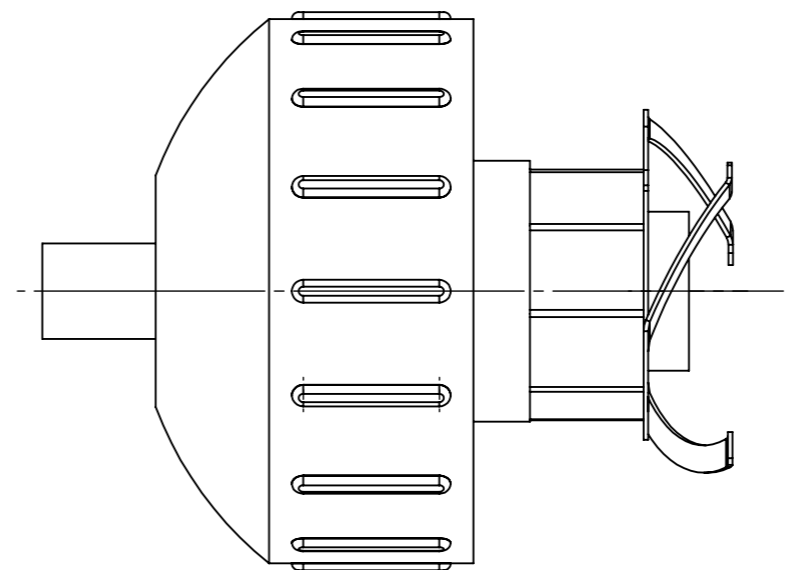
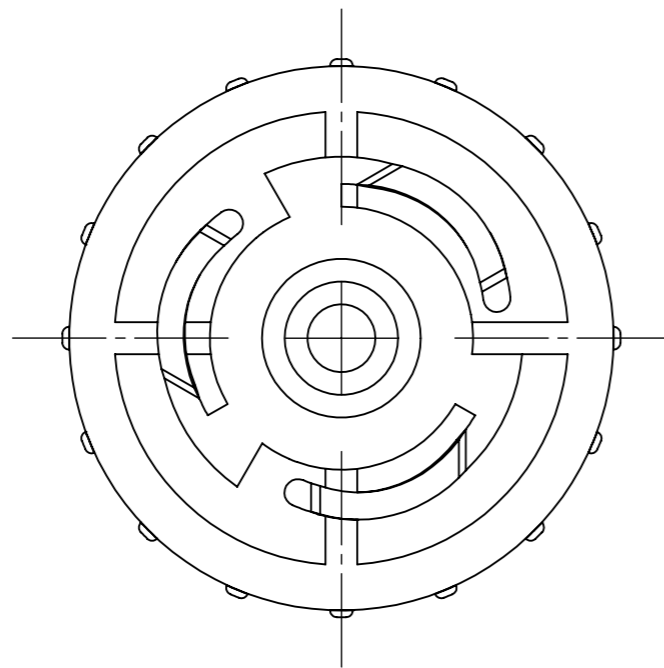
Ech. 1:1

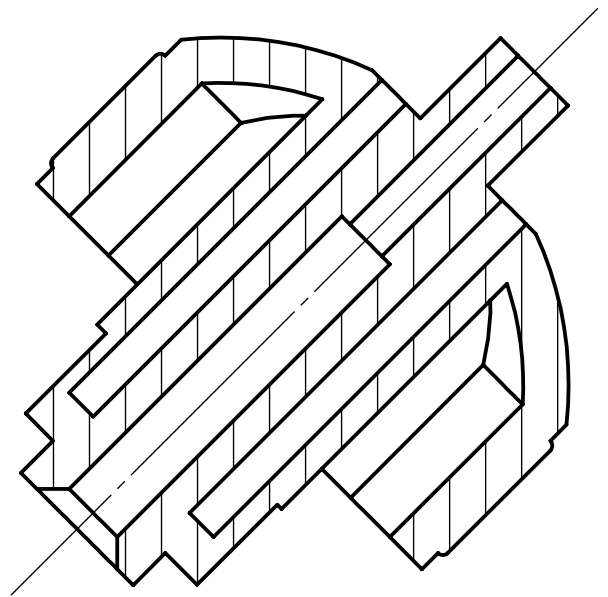
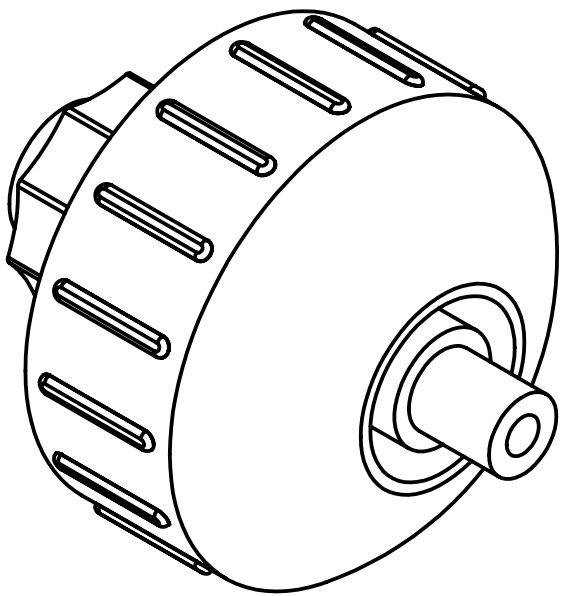


Molette Ech. 3:1

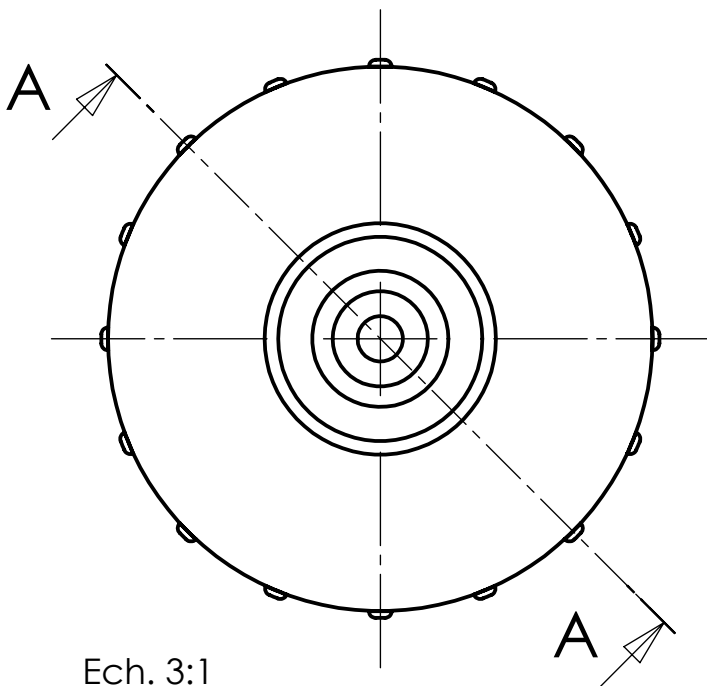


Ech. 1:1

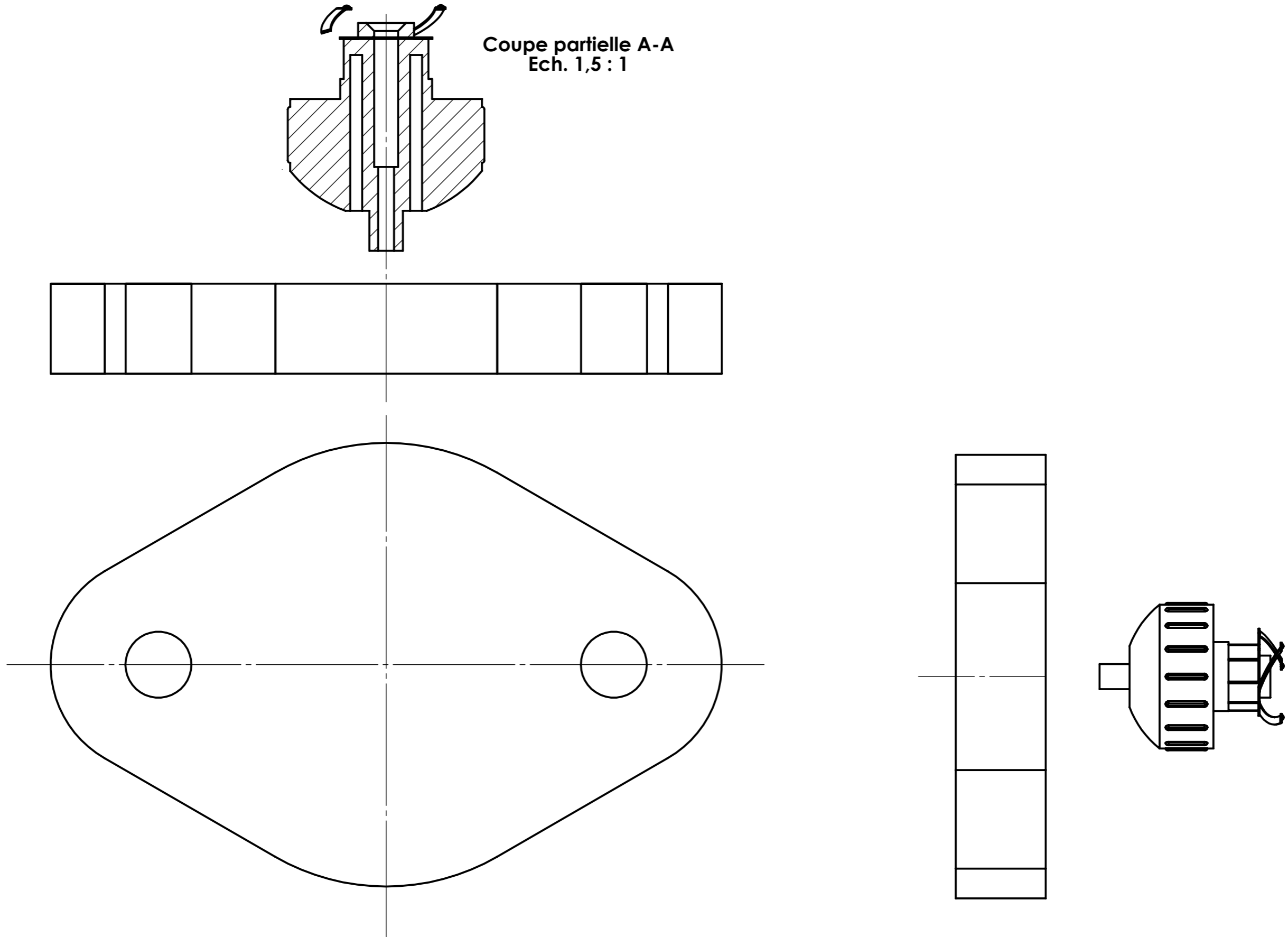




COUPE A-A
ECHELLE 3 : 1

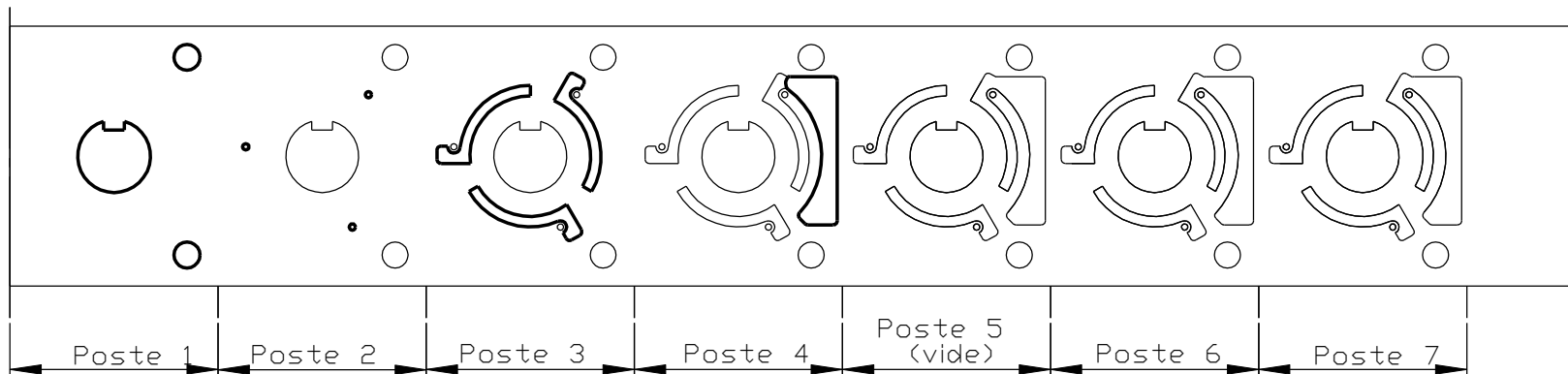


Ech. 3:1



Mise en bande du curseur rotatif

Sens d'avancement de la bande



Poste 1 : Poinçonnage de l'évidement central + Poinçonnage des 2 trous de pilotage

Poste 2 : Emboutissage des trois formes hémisphériques

Poste 3 : Poinçonnage des trois formes intérieures des branches

Poste 4 : Découpage d'une partie du contour extérieur

Poste 5 : Pas d'opération réalisée à ce poste

A compléter | Poste 6 :
| Poste 7 :

Justification :