

BTS - CONCEPTION et INDUSTRIALISATION en MICROTECHNIQUES

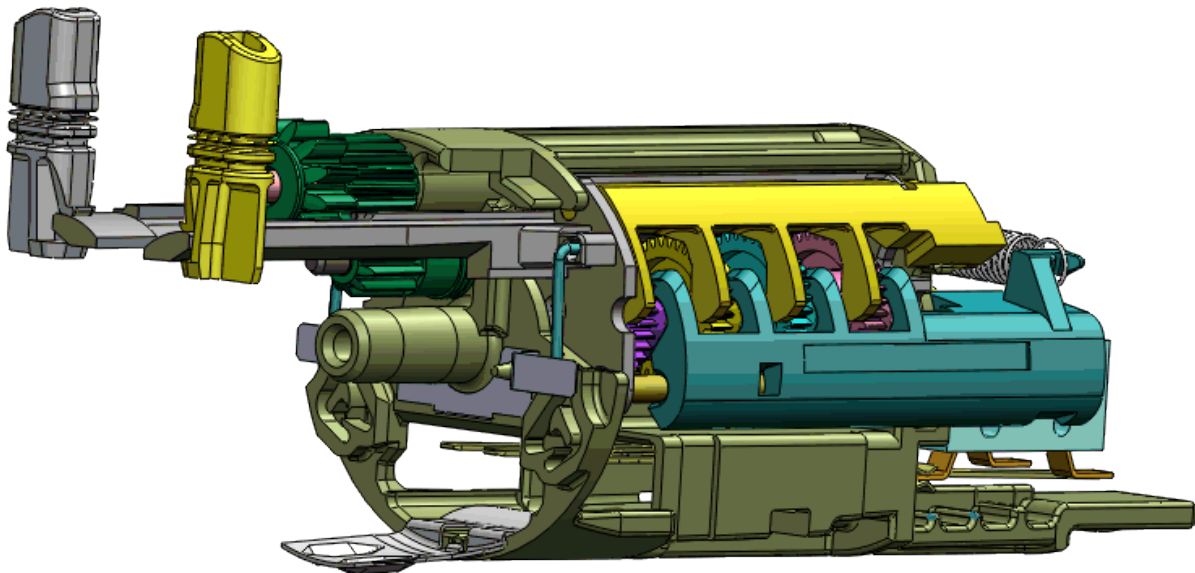
SESSION 2011

Épreuve E5.1 : Conception détaillée – Pré-industrialisation

Durée totale : 4 heures

Coefficient : 2

Module de comptage



**AUCUN DOCUMENT AUTORISÉ
MOYENS DE CALCUL AUTORISÉS**

Calculatrices de poche 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 au total vingt-cinq pages réparties en trois dossiers de couleurs différentes :

- Dossier Technique..... Jaune Pages DT 1/17 à DT 17/17
- Dossier Travail Demandé..... Vert Pages TD 1/2 à TD 2/2
- Dossier Documents Réponses..... Blanc Pages DR 1/6 à DR 6/6

*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.
La feuille de copie même vierge est à remettre en fin d'épreuve.**

BTS - CONCEPTION et INDUSTRIALISATION en MICROTECHNIQUES

SESSION 2011

Épreuve E5.1 : Conception détaillée – Pré-industrialisation

Durée totale : 4 heures

Coefficient : 2

Module de comptage

Dossier technique

Ce dossier comporte dix-sept pages repérées DT 1/17 à DT 17/17

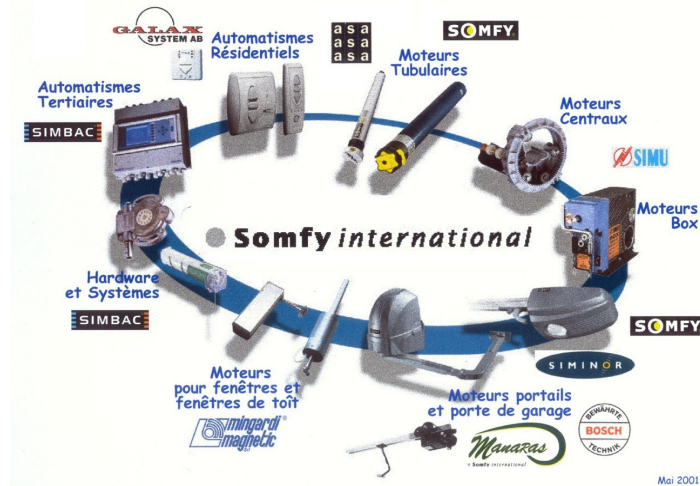
A : Présentation du produit	DT 1/17 à DT 2/17
B : Problèmes posés	DT 3/17 à DT 4/17
C : Étude de l'ensemble bascule + levier de remise à zéro	DT 5/17 à DT 11/17
D : Étude de la lame de friction	DT 12/17 à DT 14/17
Annexe 1 : Éclaté du sous-système « détecteur de fin de course »	DT 15/17
Annexe 2 : Parties actives du moule du levier	DT 16/17
Annexe 3 : Outil de découpe de la lame de friction avant modification	DT 17/17

Dossier technique

A - Présentation du produit

1 – Contexte

L'entreprise SOMFY conçoit, produit et distribue des automatismes et des moteurs pour actionner des stores, des volets roulants et autres fermetures pour améliorer le confort et la sécurité dans les bâtiments.



Le produit, support de l'étude, sera le sous-système « détecteur de fin de course » type LT des moteurs tubulaires. Il est produit en très grande série.

Certaines données présentées ici ont été aménagées pour les besoins du sujet et pour des problèmes de confidentialité.

2 - Description de l'appareil

Les moteurs tubulaires sont utilisés pour motoriser les stores ou les volets roulants.

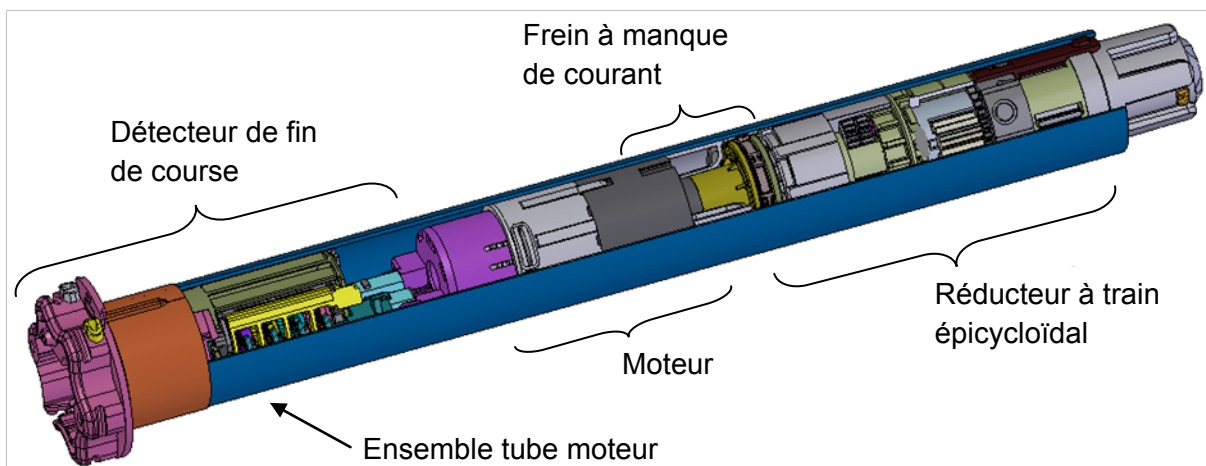


Fig 1 : moteur tubulaire (écorché)

Un moteur électrique (Fig 1) entraîne, par l'intermédiaire d'un réducteur à train épicycloïdal, l'ensemble tube d'enroulement sur lequel s'enroule le store (volet roulant). L'arrêt en fin de course, haute et basse, est obtenu par le système de détection de fin de course pré réglable.

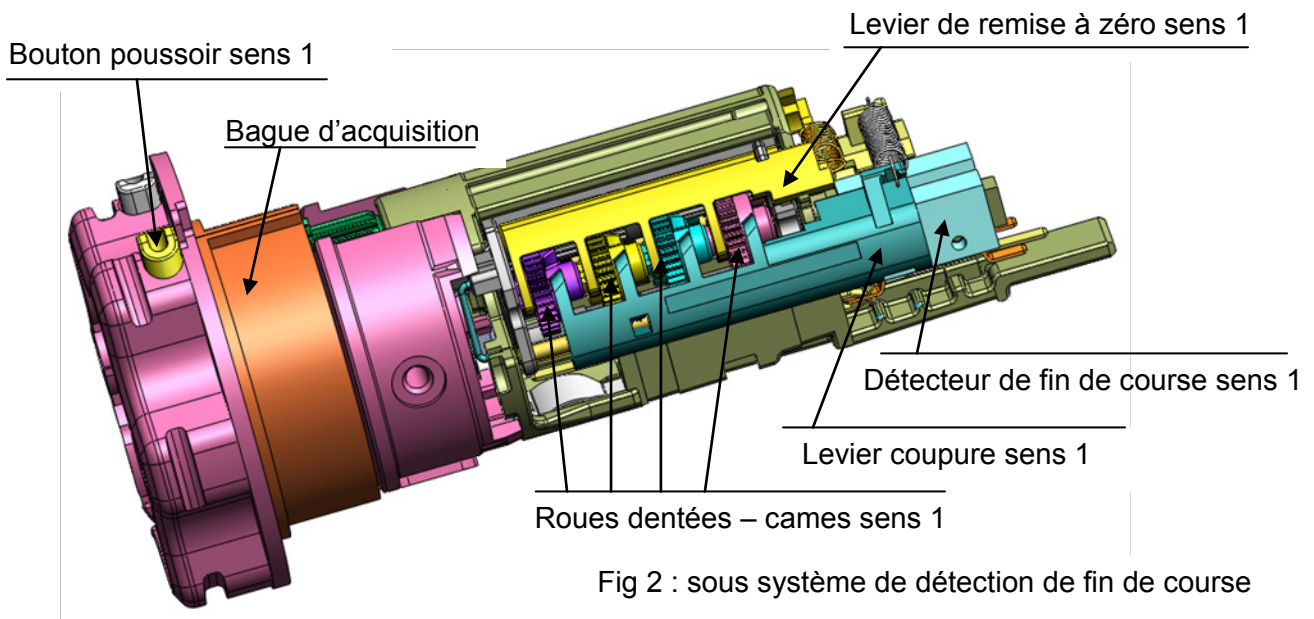


Fig 2 : sous système de détection de fin de course

Dans le sous-système détecteur de fin de course (Fig 2 et Annexe 1), la bague d'acquisition, solidaire du tube d'enroulement entraîne, la roue came (came de fin de course + came de remise à zéro) (Fig 3).

Le levier coupure, en appui sur la came, viendra actionner le détecteur de fin de course.

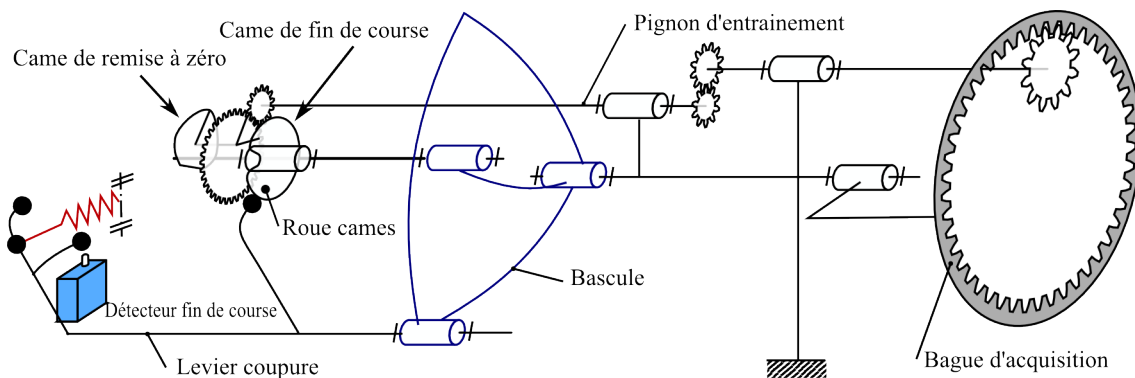


Fig 3 : Modélisation cinématique du principe de détection

Le système réel possède 4 roues cames avec des nombres de dents différents pour permettre une grande amplitude de détection entre les deux fins de course (Fig 4).

Le réglage des fins de course consiste, après avoir amené le store dans sa position de fin de course, à orienter les roues-cames dans la position de fin de course. Cette orientation se fait grâce au levier de remise à zéro qui agit sur les cames de remise à zéro.

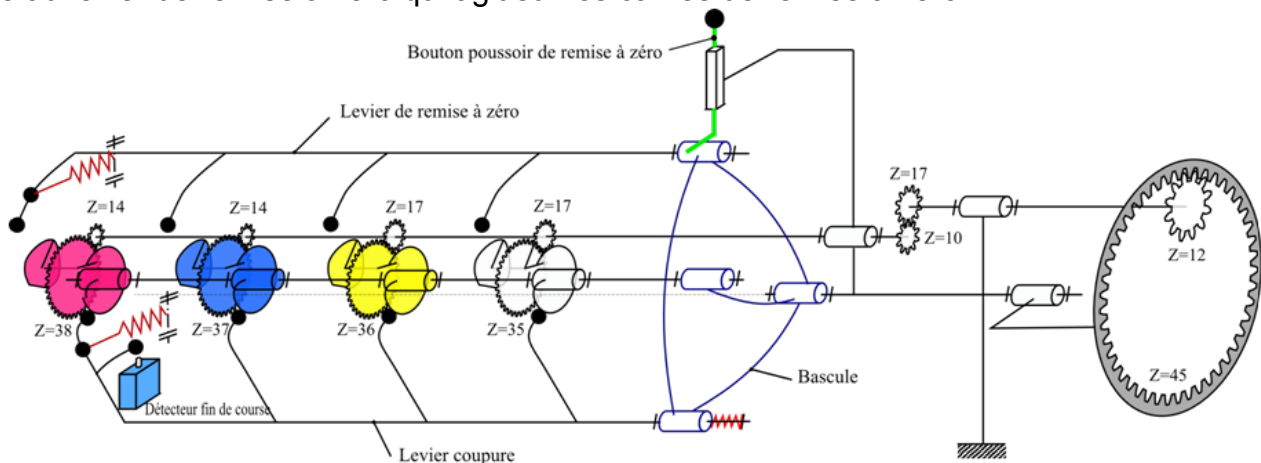


Fig 4 : Modélisation cinématique complète incluant le réglage de fin de course

Étude de conception détaillée – Pré-industrialisation

Modification du produit

B – Problèmes posés

Le bureau d'études s'est vu confier les deux tâches suivantes :

1 – Modifier l'ensemble bascule + levier de remise à zéro

Problématique : lors des tests de présérie, il apparaît que le sous-ensemble bascule + levier de remise à zéro est le siège de trois incidents :

- 1- En production : Complexité des mouvements de montage (Fig. 5) qui rend l'automatisation très difficile.

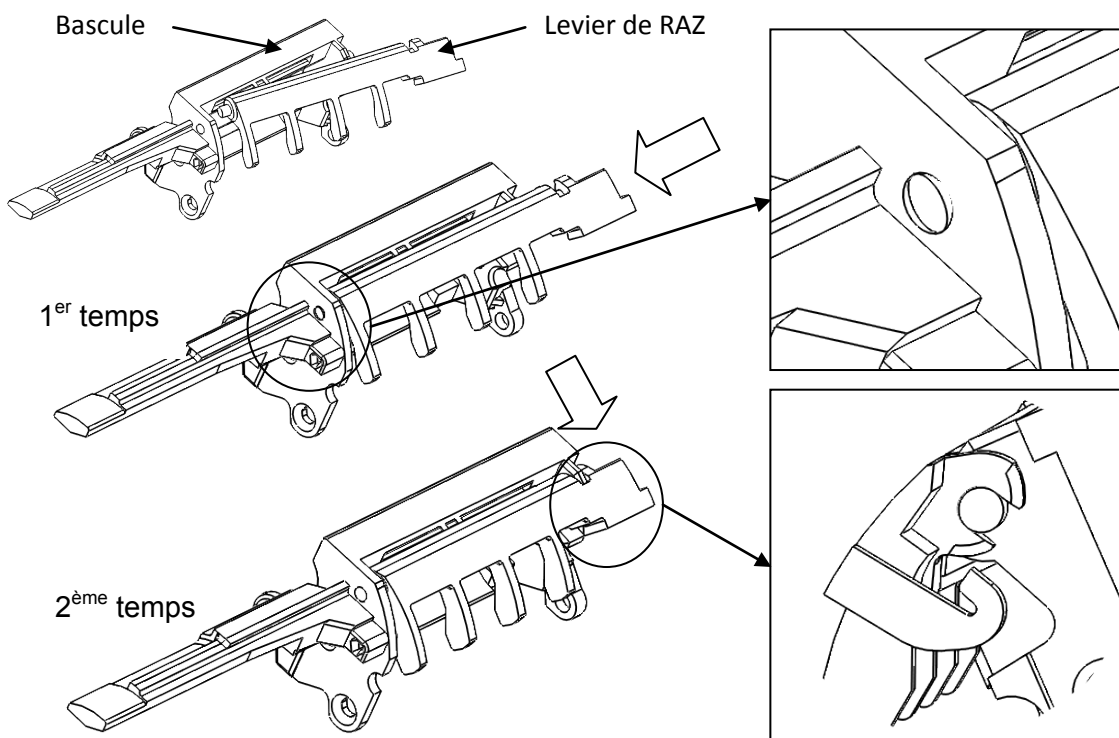


Fig 5 : Montage du levier sur la bascule

- 2- En production : Lors de la manutention du produit entre les deux postes –Pose levier- et – Montage ressort-, il arrive que le levier sorte de son logement du fait des vibrations (Fig. 6).

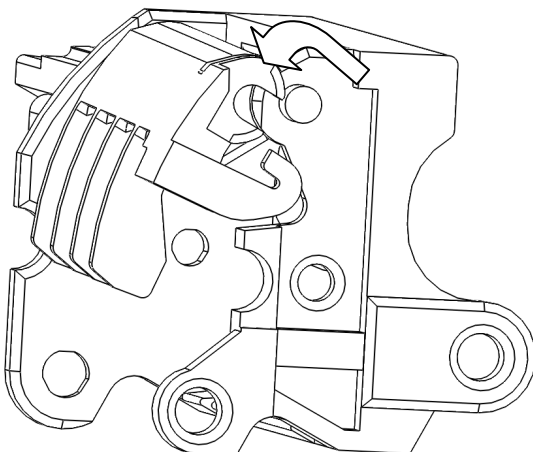
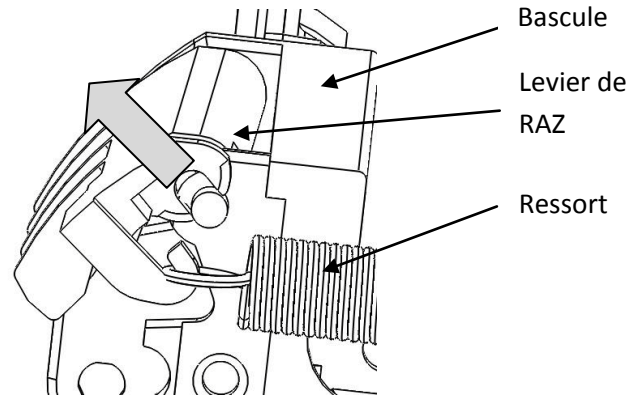


Fig 6 : Sortie du levier de son logement

- 3- Durant le transport : Des tests de qualification montrent que le problème précédent (Fig. 6) apparaît aussi lorsque le ressort est monté. Cet incident arrive si le moteur tubulaire est soumis à des chocs violents. Le taux de défauts potentiels pour ce problème est estimé à **200 ppm (produits par millions)**.

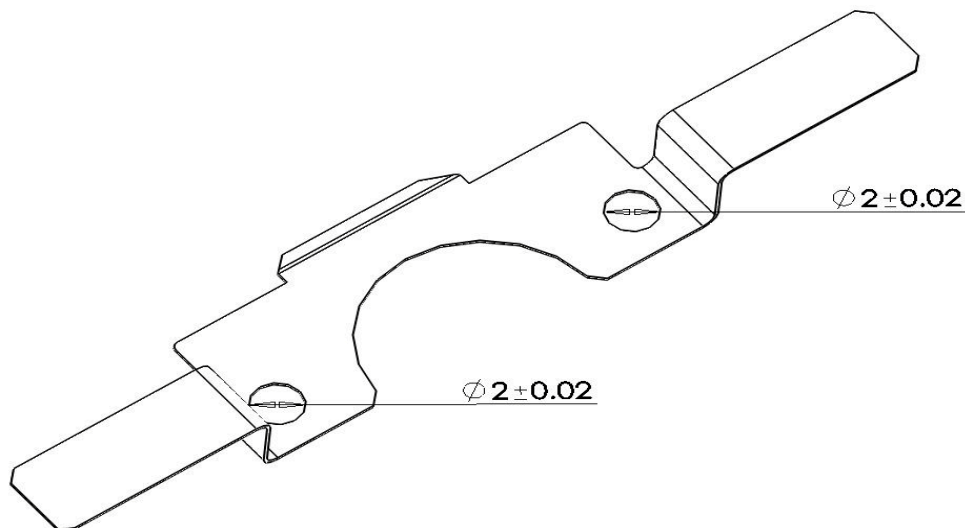
Malgré le ressort, le dégagement du levier sort de l'axe de la bascule.



2 – Modifier la lame de friction

Problématique :

- 1- Comme pour l'ensemble bascule + levier de remise à zéro, l'automatisation du montage de la lame de friction sur le châssis est envisagée. La pièce doit être aménagée en conséquence.
- 2- En présérie, un taux de rebut trop important est constaté pour la cote des trous de fixation (Fig. 7).



Une étude a été menée pour remédier à ces problèmes.

C – Étude de l'ensemble bascule + levier de remise à zéro

1- Résultats de l'étude préliminaire

L'étude préliminaire a permis d'avancer les solutions suivantes :

- La bascule et le levier de remise à zéro peuvent être modifiés pour permettre un montage plus simple et automatisé. Alors que le montage se faisait en deux étapes (voir fig. 5), la solution devra permettre un montage en un seul mouvement de translation (Fig. 8).

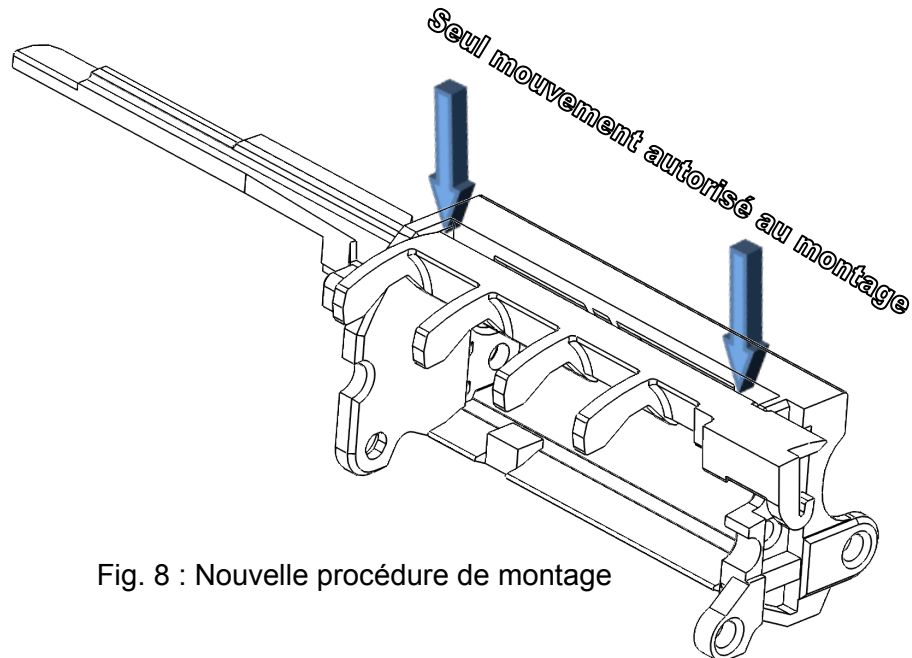


Fig. 8 : Nouvelle procédure de montage

- La modification sur le levier est entièrement définie du côté dégagement (Fig. 9). Par contre, du côté axe, tout est à définir.

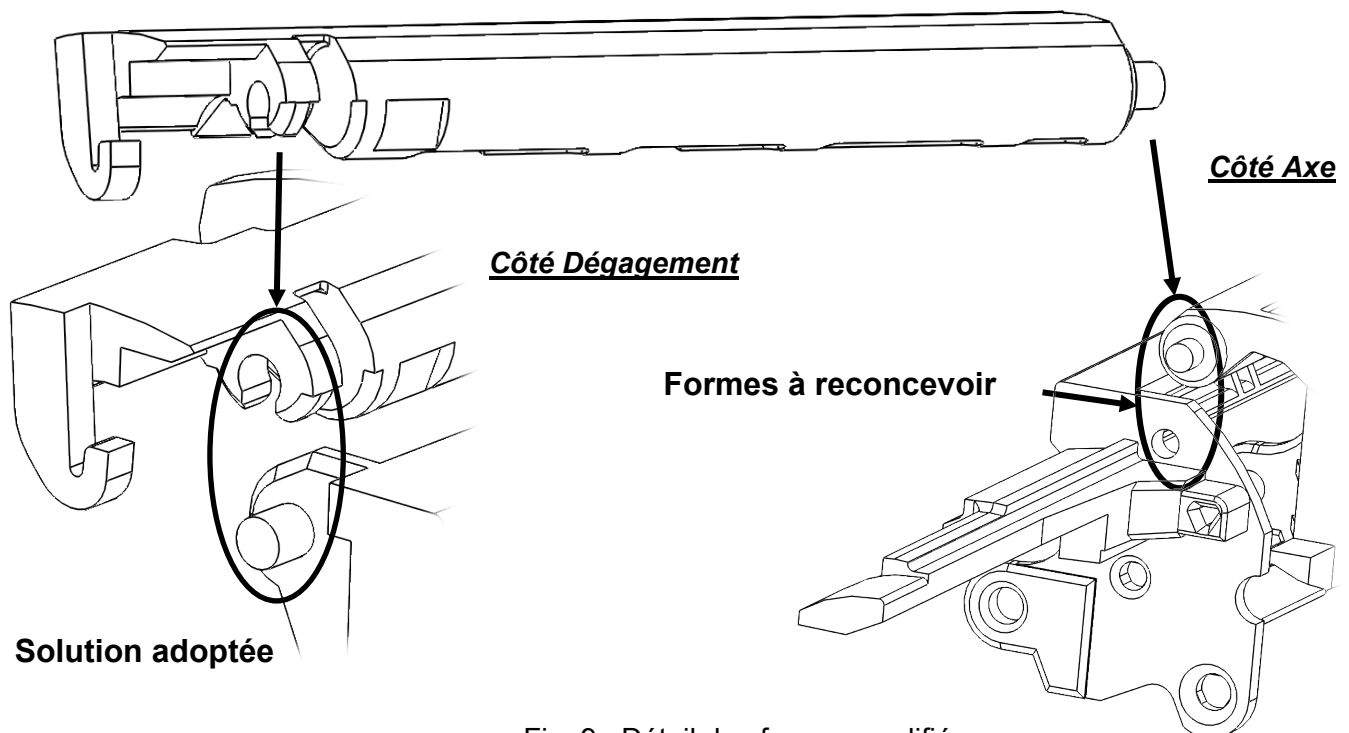


Fig. 9 : Détail des formes modifiées

2 - Conception détaillée – Pré-industrialisation

a/ : Détail des ajustements de l'ensemble actuel

Les ajustements utilisés dans la solution actuelle sont représentés ci-dessous (Fig. 10).

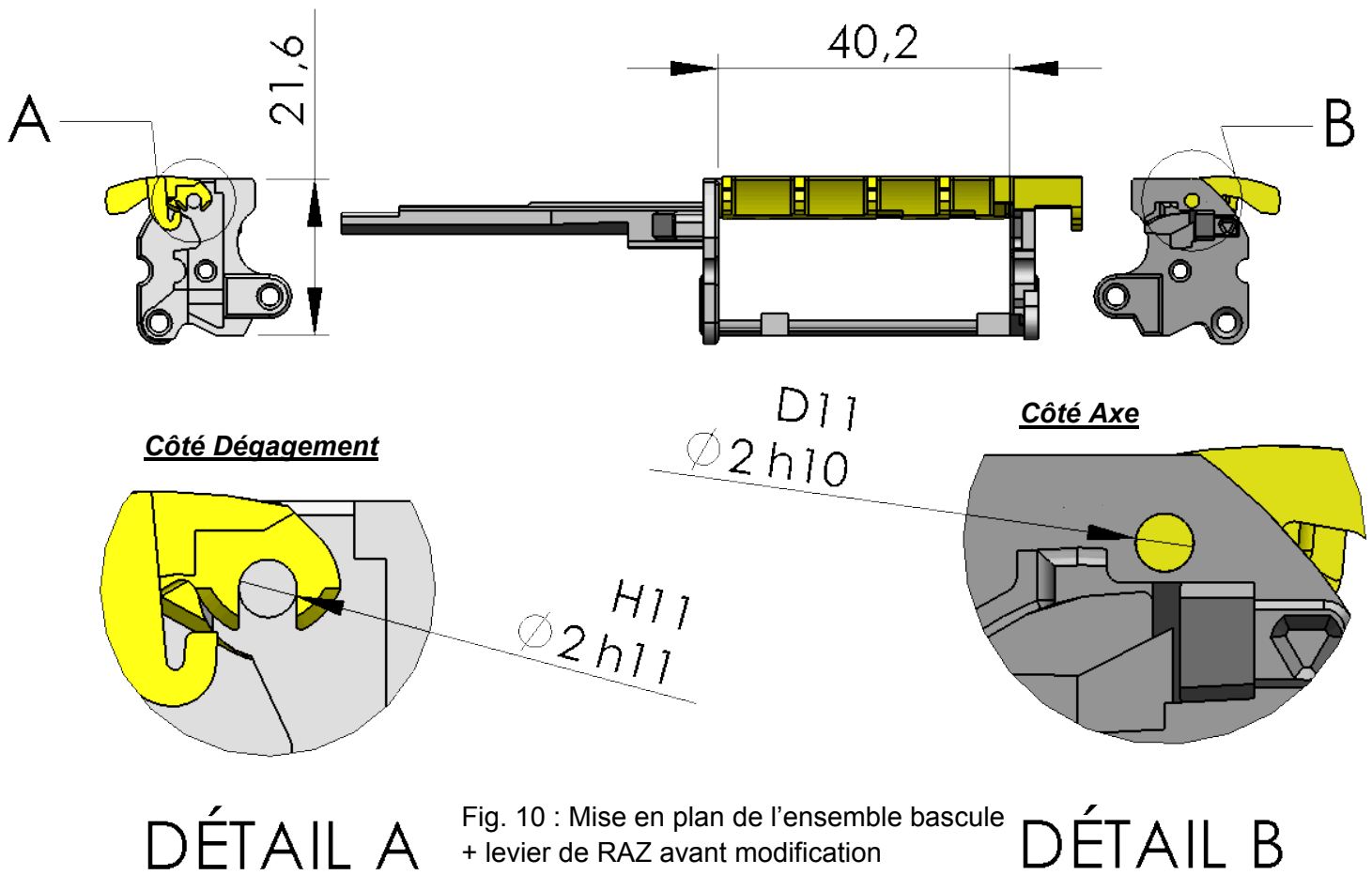


Fig. 10 : Mise en plan de l'ensemble bascule + levier de RAZ avant modification

b/ : Les différentes positions du levier par rapport à la bascule

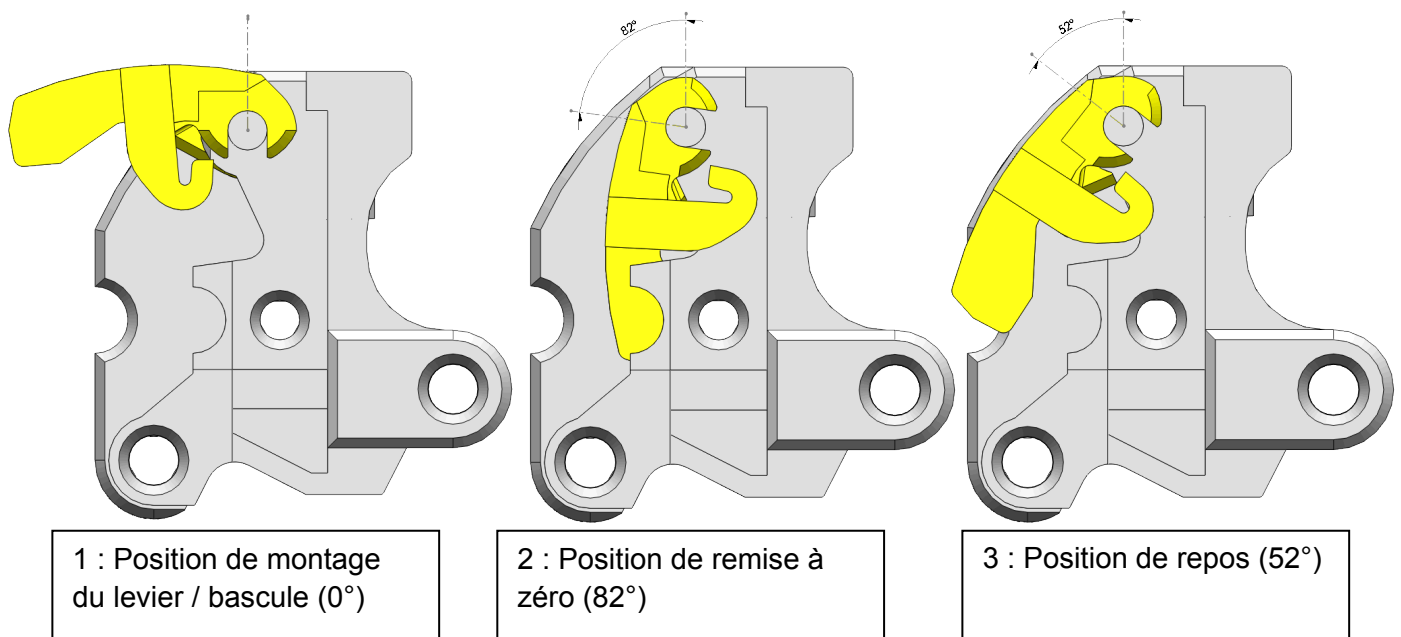


Fig. 11 : Différentes positions du levier

- La position 1 (Fig. 11) est la position de mise en place du levier de remise à zéro dans la bascule. **Elle sera conservée dans la solution actuelle.**
- La position 2 (Fig. 11) est la position de remise à zéro du fin de course (à l'installation du volet roulant ou du store).
- La position 3 (Fig. 11) est la position de repos du levier de remise à zéro (le levier reste dans cette position pendant toute la vie du produit).

c/ : Modification de la bascule et de l'axe du levier côté Axe (Fig. 9)

La solution de conception devra :

- Permettre la nouvelle procédure de montage (Fig. 8). Des chanfreins ou congés devront être prévus pour faciliter la mise en place.
- Empêcher toute possibilité de démontage du levier **après montage** (Fig. 11).
 - **En position 2 et 3, le levier ne doit pas pouvoir être ôté de la bascule (côté Axe) sans arrachement de matière ; une solution par clipsage n'est pas envisageable.**
 - **En position 1, le levier ne doit pas pouvoir ressortir de son logement (serrage minimal 0mm – serrage maximal 0,12mm, pour rester en deçà de la contrainte maximale admissible du matériau).**
- Conserver la qualité du guidage (Fig. 10). **La surface de guidage doit être maximale entre les positions 2 et 3,**
- Ne pas générer de contre-dépouille. La structure du moule (2 plaques) est donnée en Annexe 2.

La bascule, en Zamak 5 (ZA4U1), est obtenue en injection métallique. Sa cotation respecte la norme NFA 66-002, dont on trouve un extrait ci-dessous.

Extrait de la norme NFA 66-002

Dimensions linéaires (mm)	Précision		
	Fine	Moyenne	Courante
≤ 10	±0,036	±0,06	±0,09
>10 - 18	±0,044	±0,07	±0,11
>18 - 30	±0,052	±0,085	±0,13
>30 - 50	±0,065	±0,1	±0,16

d/ : Modification du dégagement du levier côté Dégagement (Fig. 9)

Un pincement (Fig. 12) est ajouté sur le dégagement qui permet à la pièce de rester fixée à la bascule pendant la phase de montage et de résister aux chocs lors du transport des produits.

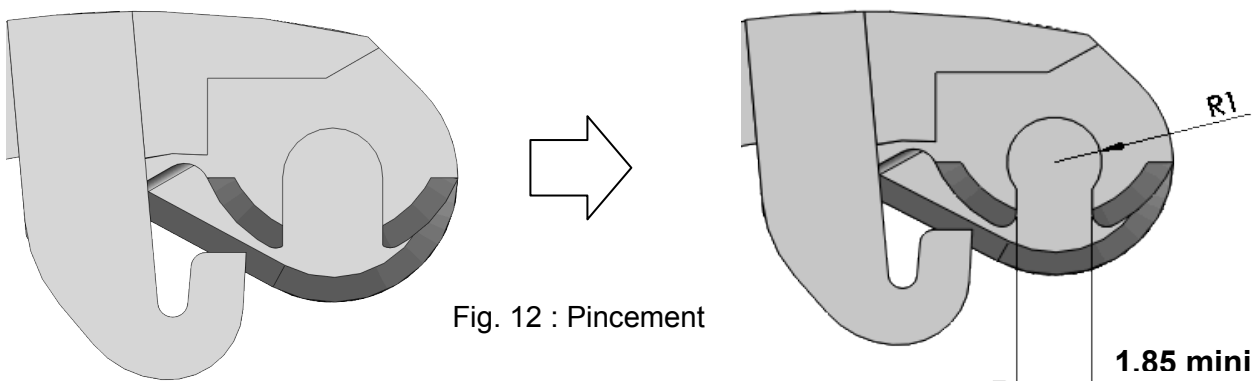


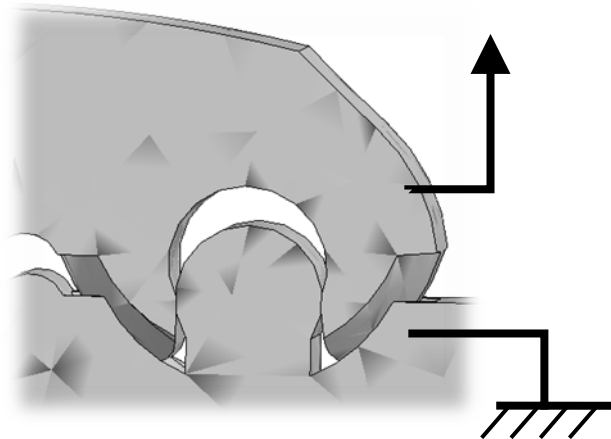
Fig. 12 : Pincement

Une étude préliminaire d'outillage a permis de faire ressortir deux solutions d'outillage pour l'obtention de la forme :

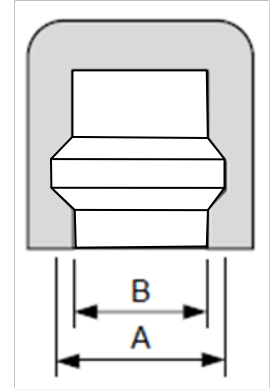
- Démoulage par démanchement (déformation),
- Démoulage par tiroirs.

Il va falloir faire un choix entre ces deux solutions à l'aide de critères technico-économiques.

Solution n°1 : Démoulage par démanchement.



Le choix de cette solution de démoulage impose une valeur de contre dépouille maximum qui dépend du matériau.



$$\text{Contre-dépouille \%} = \frac{(A-B) \times 100}{B}$$

Les modifications sur les parties actives du moule (Annexe 2) sont très limitées et se situent uniquement sur la partie mobile (Fig. 13).

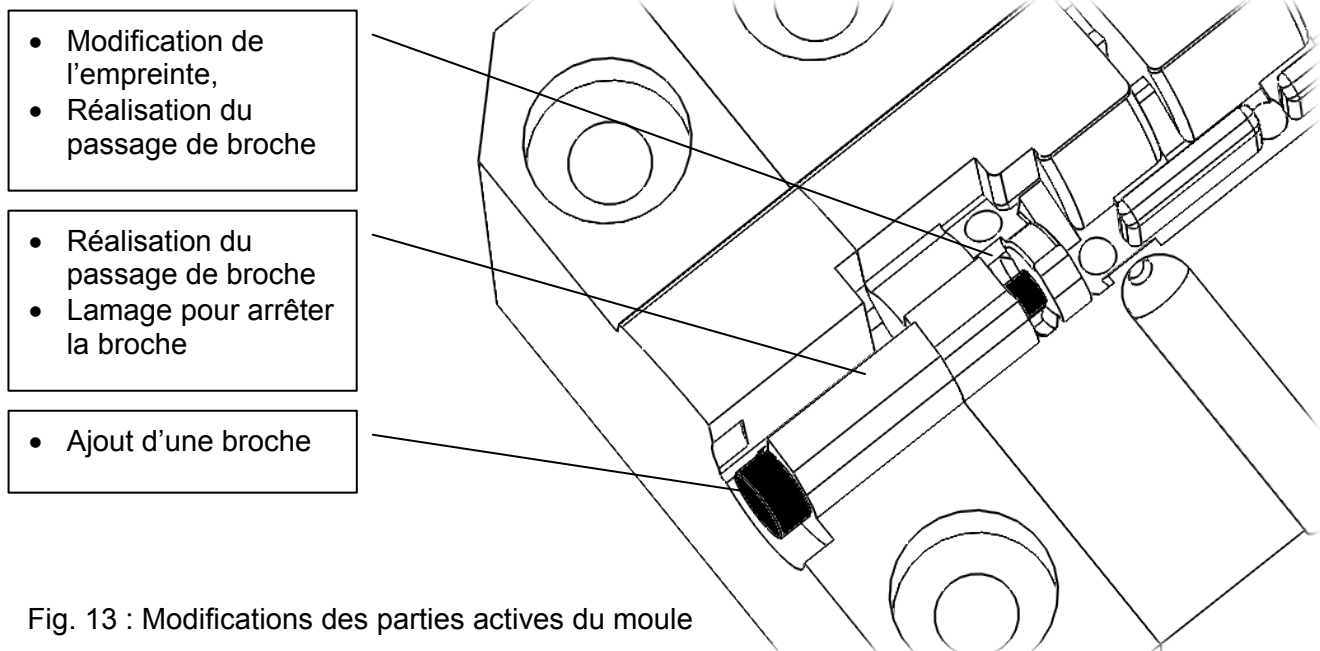


Fig. 13 : Modifications des parties actives du moule

Solution n°2 : Démoulage par tiroirs.

Ici, la partie en contre-dépouille va être dégagée avant l'éjection.
 À gauche (Fig. 14), vous est présentée une solution constructive.

- La coulisse (Z181) est liée à la partie mobile,
- Le verrou et le doigt (Z1810 + Z01) sont liés à la partie fixe,
- La partie active du tiroir (M) peut être moulante.

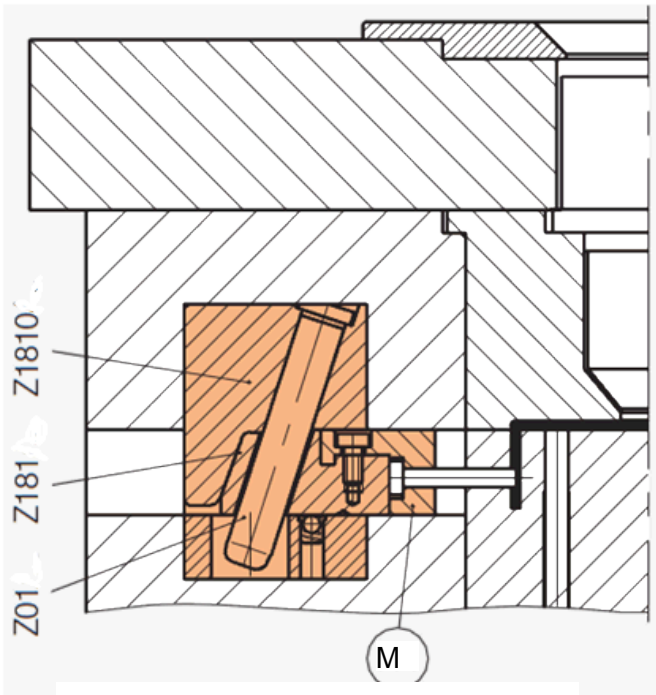


Fig. 14 : implantation d'un module tiroir

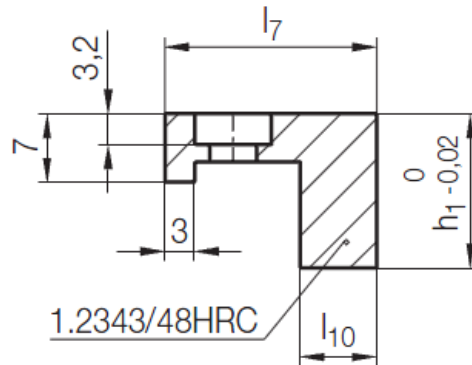


Fig. 15 : détail de la partie active (M)

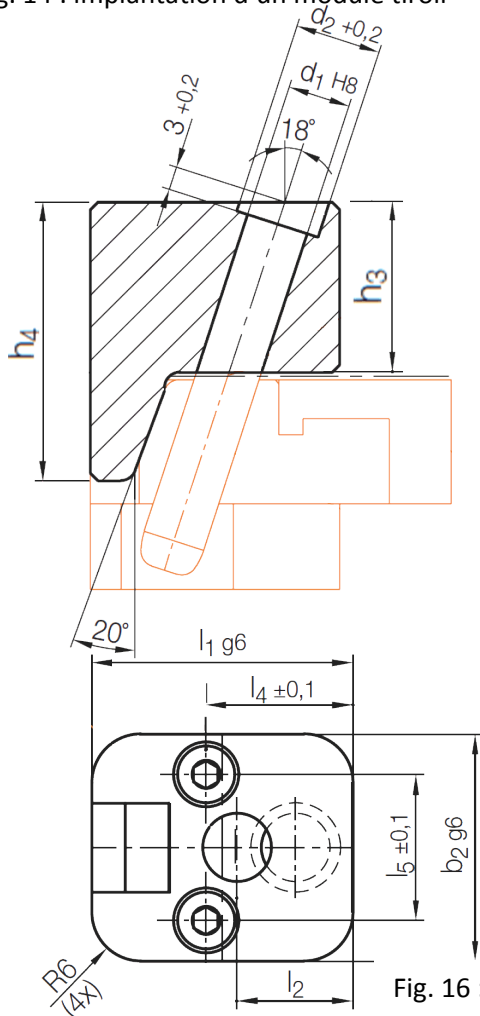


Fig. 16 : détail du verrou

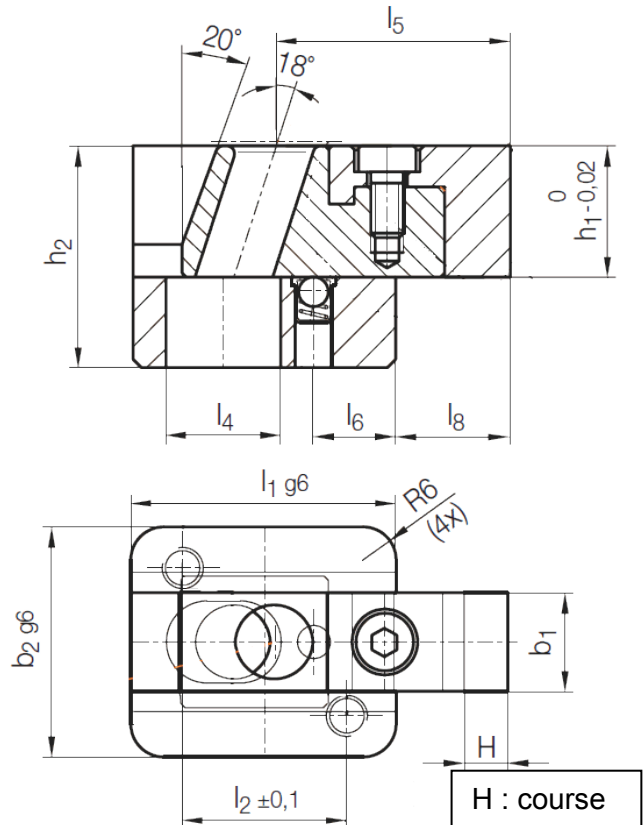


Fig. 17 : détail de la coulisse

Z01/...	t ₁	h ₄	h ₃	h ₂	l ₁₀	l ₈	l ₇	l ₆	l ₅	l ₄	l ₃	l ₂	l ₁	H	b ₂	d ₁	b ₁	h ₁
8x50	8	36	22	27	8	14,3	22	10	28,5	14	18	20	32	5	28	8	12	16

La solution à tiroirs n'impose pas de contraintes sur la matière.

On peut profiter de cette solution pour remédier à un problème d'usure sur le moule initial :

La broche (partie fixe) qui réalise la forme intérieure du crochet « frotte » sur la partie mobile en fin de fermeture créant ainsi une usure et, donc, une bavure en fin de vie de l'outillage (Fig. 16).

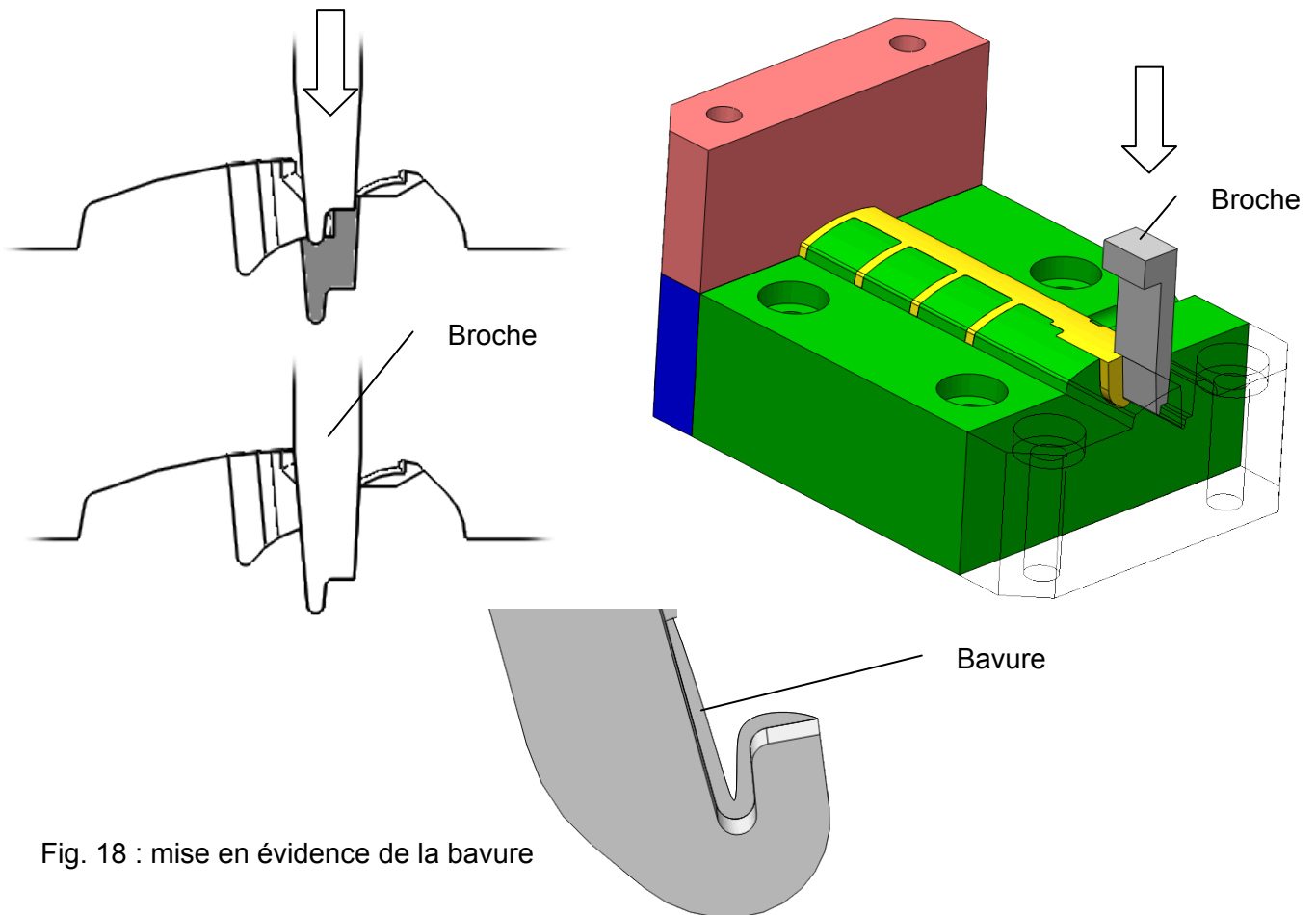


Fig. 18 : mise en évidence de la bavure

Comme il a été précisé précédemment, la solution à démanchement impose des contraintes sur la matière de la pièce. Une validation sera nécessaire. **Actuellement, le levier de remise à zéro est en POM.**

Bilan des actions mécaniques (Fig. 19).

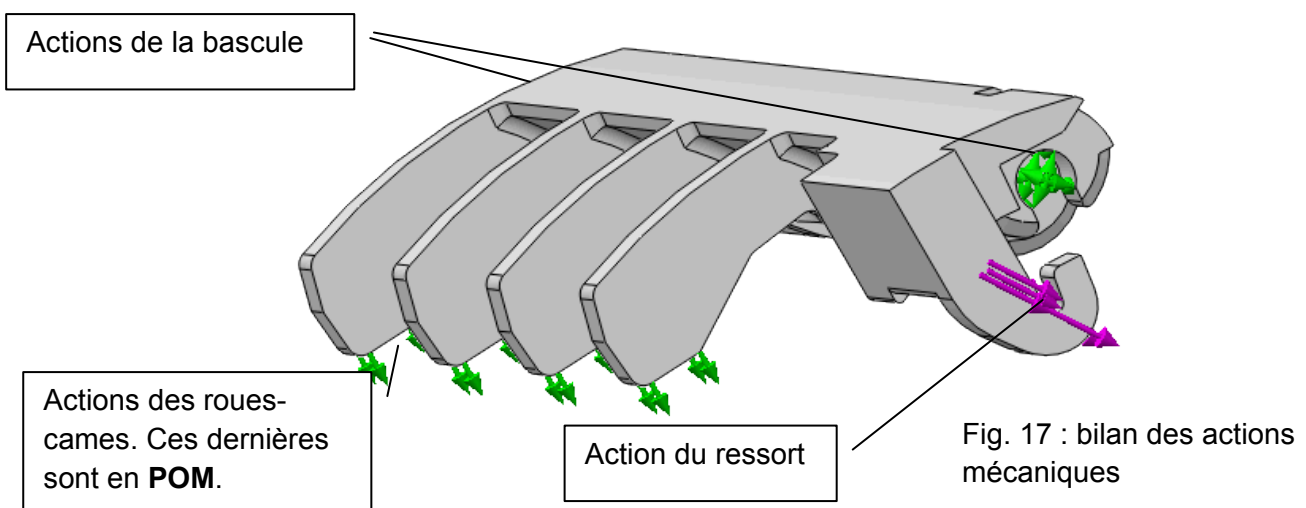


Fig. 17 : bilan des actions mécaniques

Après simulation, il apparaît que le maximum de sollicitations se situe au niveau du ressort.
Le levier entraîne les roues cames (remise à zéro) ; le coefficient de frottement doit être le plus faible possible et inférieur ou égal à celui du couple POM/POM.

Ci-dessous sont donnés un relevé des résultats de simulations et certaines caractéristiques matières.

	POM	PA	PC	PBT
Limite élastique en MPA	50 à 75	50 à 90	60 à 70	>50
Coefficient de frottement du matériau avec le POM	0,3	0,1	0,3	0,4
Effets de l'humidité (environnement) : - sur les dimensions des pièces, - sur les propriétés mécaniques	modérés faibles	importants importants	très faibles très faibles	très faibles faibles
Contraintes maximales relevées sur la simulation des actions mécaniques sur le levier en MPA	8	8	8	8
Contraintes maximales relevées sur la simulation du clipsage du levier sur la bascule en MPA	69	24	56	46
Valeur de contre-dépouille maximale	< 5%	6 à 10%	5%	5%
Coût matière €/kg	2,65	2,8	3,14	4,04
Masse volumique	1,16	0,98	1,2	1,34

Bilan chiffré de la modification de l'ensemble levier + bascule :

Le moule d'injection plastique du levier a une durée de vie estimée de 500 000 injections.
 Le moule est un moule à 4 empreintes.

Coût outillage :

- pour la version actuelle : 20 000 €,
- pour la version modifiée (moule à démanchement) : 21 000 €,
- pour la version modifiée (moule à tiroir) : 28 000 €,

Volumes injectés :

- Volume pièce : 1,1 cm³
- Volume canaux + carotte par moulée : 1,35 cm³

Presse :

- Temps de cycle : 5s (quelle que soit la matière)
- Coût horaire presse : 35 €

Le moule d'injection métallique de la bascule peut être modifié pour un coût de 1000 €. On considérera que l'impact économique de cette modification est négligeable.

D – Étude de la lame de friction

1 - Résultats de l'étude préliminaire

Concernant la problématique du montage de la lame de friction sur le châssis :

- Le principe du système de préhension a été choisi (Fig. 20)

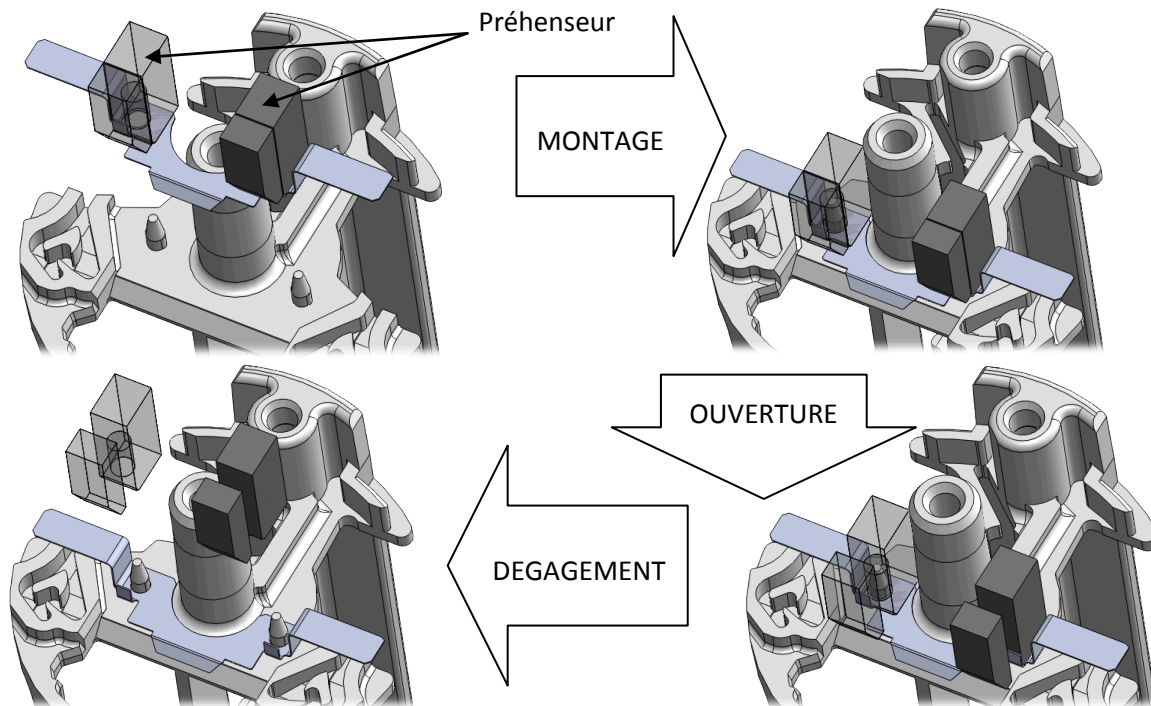


Fig. 20 : système de préhension et cycle de montage

- La préhension impose une modification de la pièce. L'aménagement de forme de la lame de friction consiste en la création de deux petites ailes.

Concernant la difficulté d'obtenir la cote de $2 \pm 0,02$:

- L'étude du plan méthode (Fig. 21) montre que les poinçonnages sont réalisés trop tôt (les différentes opérations sur la bande déforment les trous réalisés). Il faudra donc modifier la mise en bande pour en tenir compte.

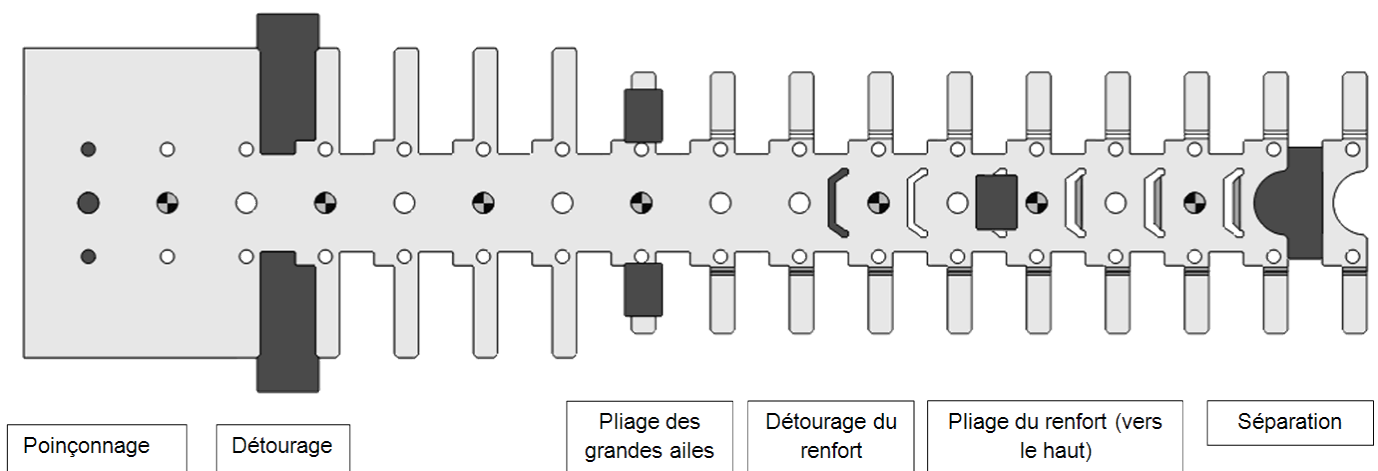


Fig. 21 : Plan méthode avant modification

2 – Conception détaillée – Pré-industrialisation

a. Modification de la lame de friction

La lame de friction modifiée (Fig. 22) permet un montage automatique selon le principe choisi. La pièce est en acier inoxydable (**X10 Cr Ni 18-8**).

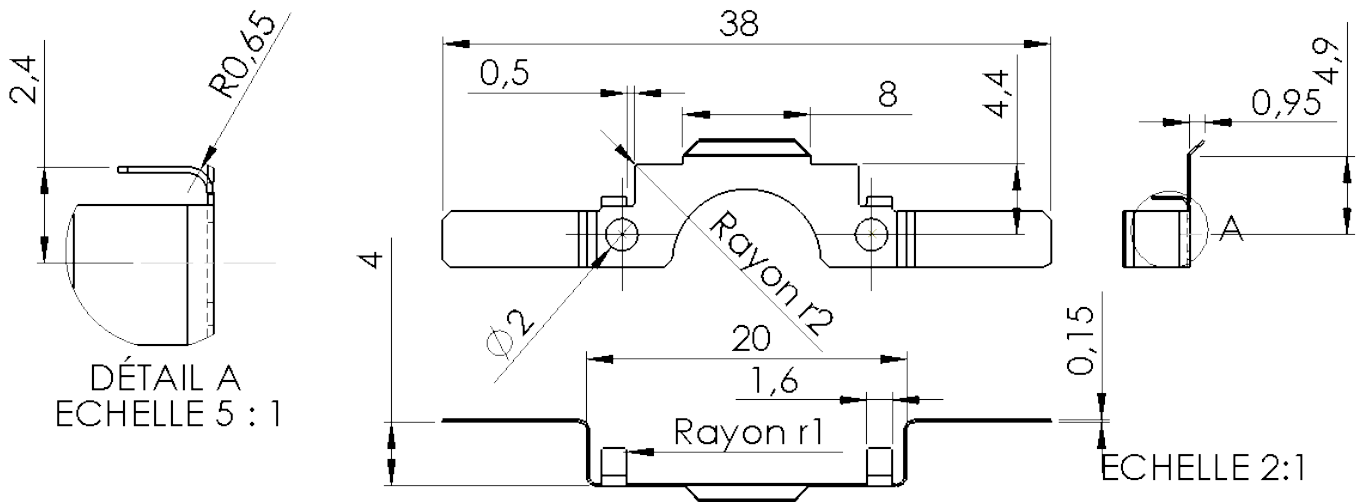


Fig 22 : Mise en plan de la lame de friction modifiée

La création des petites ailes est obtenue en limitant les modifications de l'outillage existant (Fig. 23).

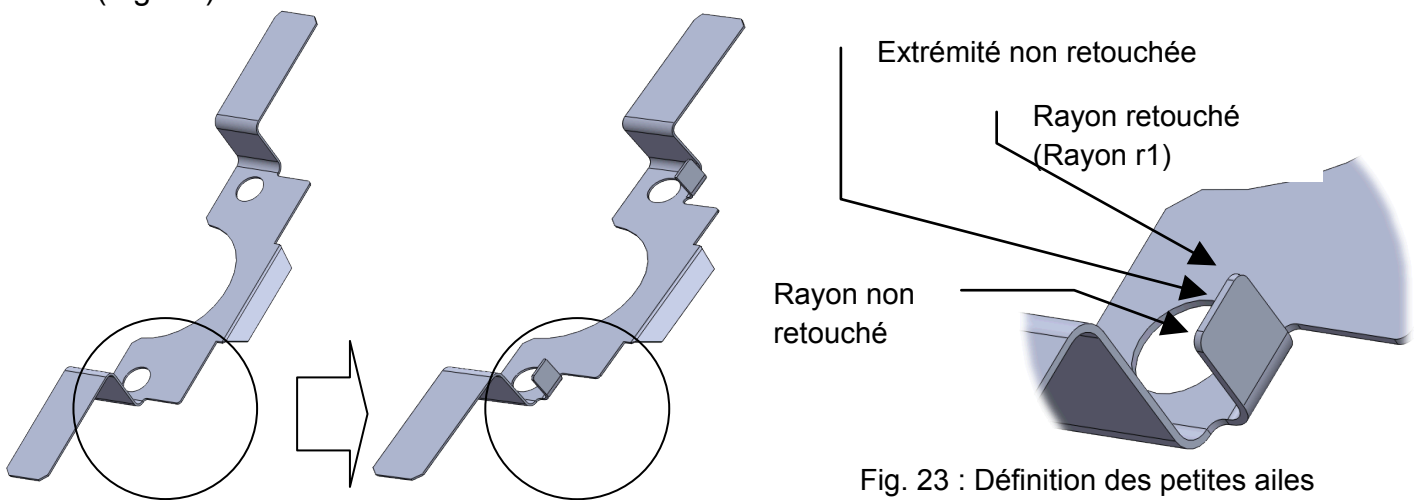


Fig. 23 : Définition des petites ailes

b. Données concernant le pliage et la découpe.

Position de la fibre neutre (Fig. 24).

- $e/2$ si $R/e \geq 3$
- $2 \times e/5$ si $R/e \approx 2$
- $e/3$ si $R/e \approx 1$

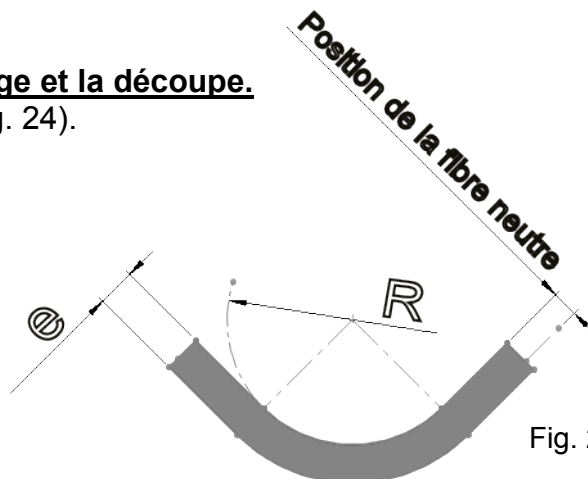
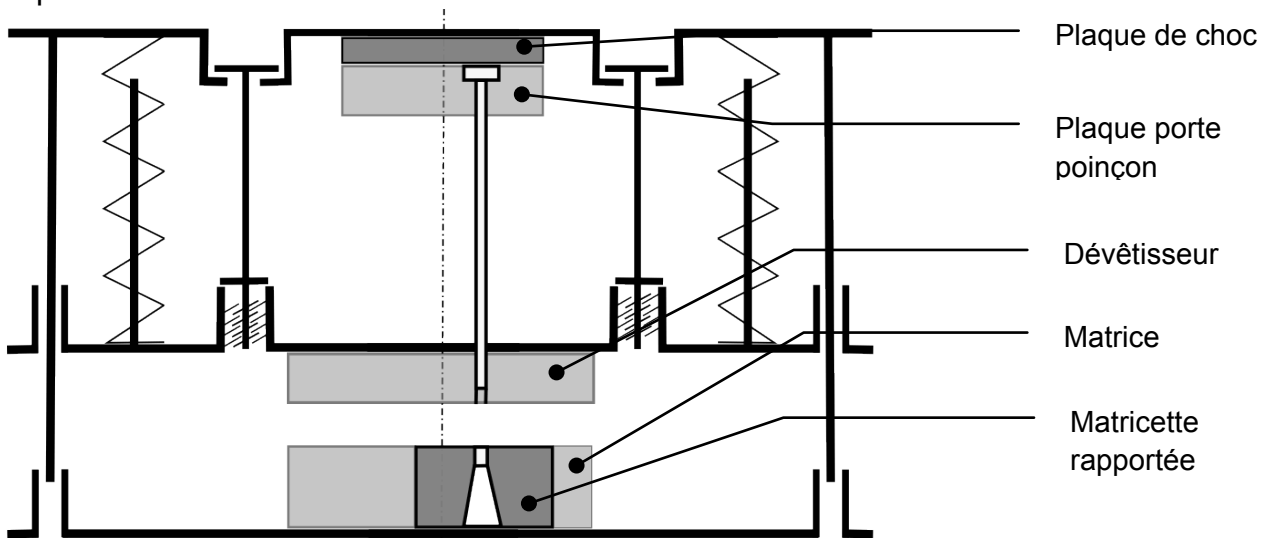


Fig. 24 : Fibre neutre

c. L'outillage existant

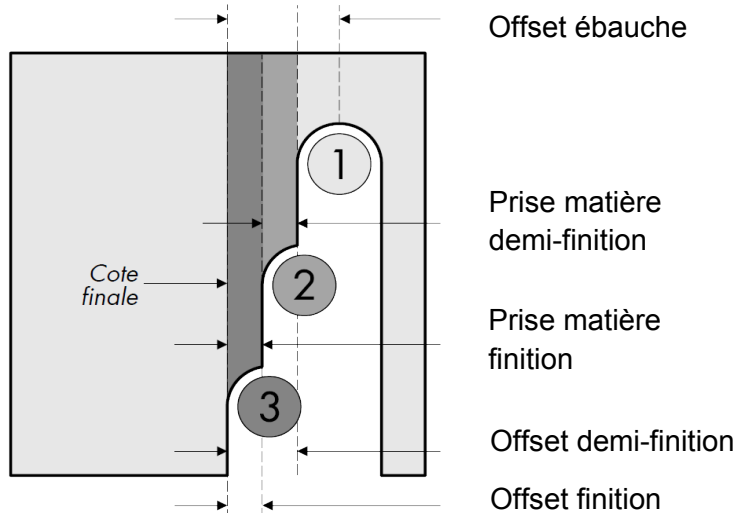
Le schéma de l'outil de découpe est présenté ci-dessous. Une vue de l'outillage ouvert est présentée en Annexe 3.



La hauteur de la matrice est de 25 mm.
La hauteur des poinçons est de 64 mm.

d. Données concernant l'usinage par électroérosion par fil des parties actives

Pour des contraintes d'état de surface, l'usinage des poinçons et matrices nécessite une ébauche, une demi-finition et une finition.

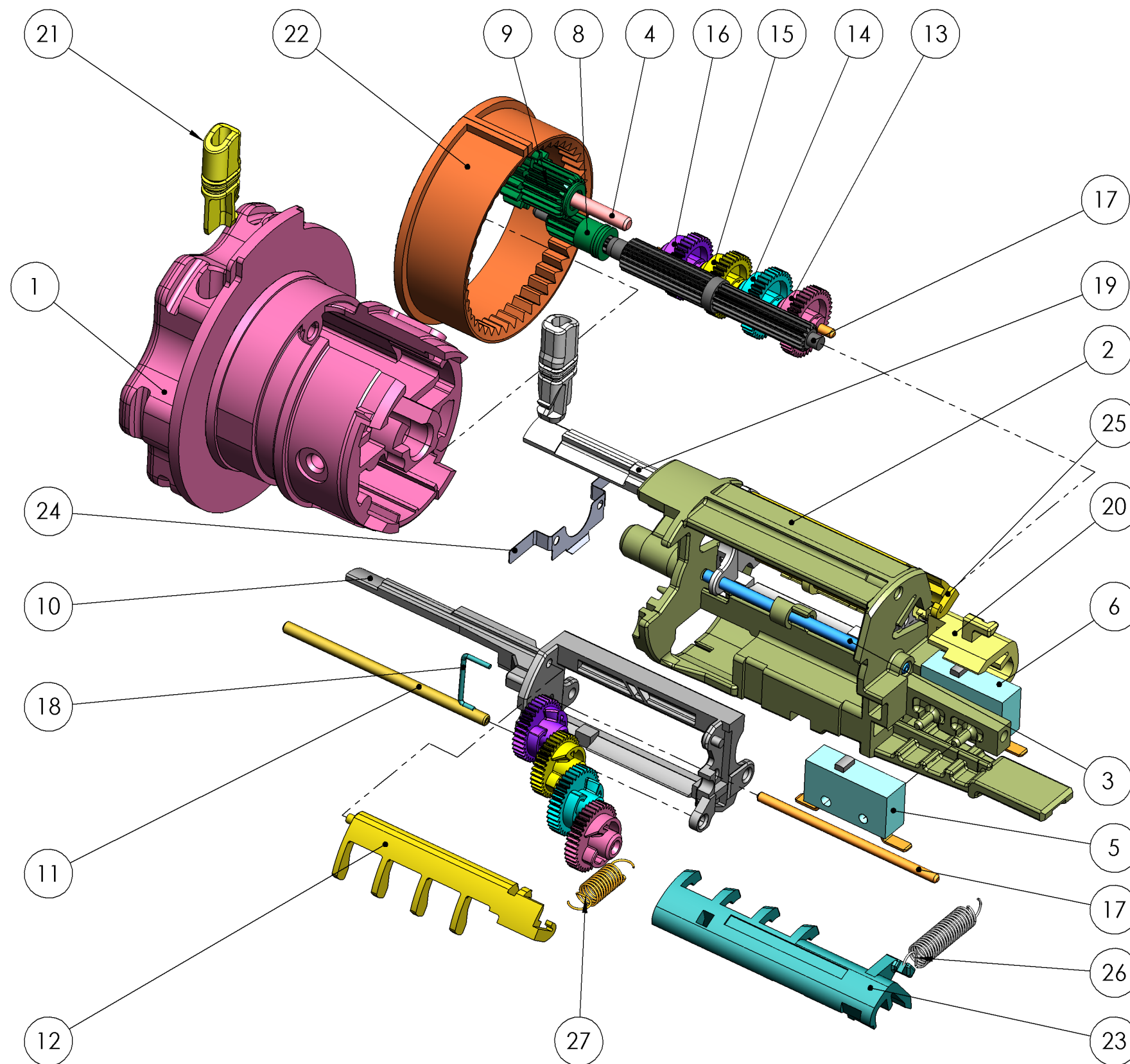


Le tableau suivant donne les différents offsets en fonction de l'épaisseur matière usinée.

TECHNOLOGIE ROBOFIL	Pièce : acier		Fil : laiton mi-dur 0,25mm										
---------------------	---------------	--	----------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

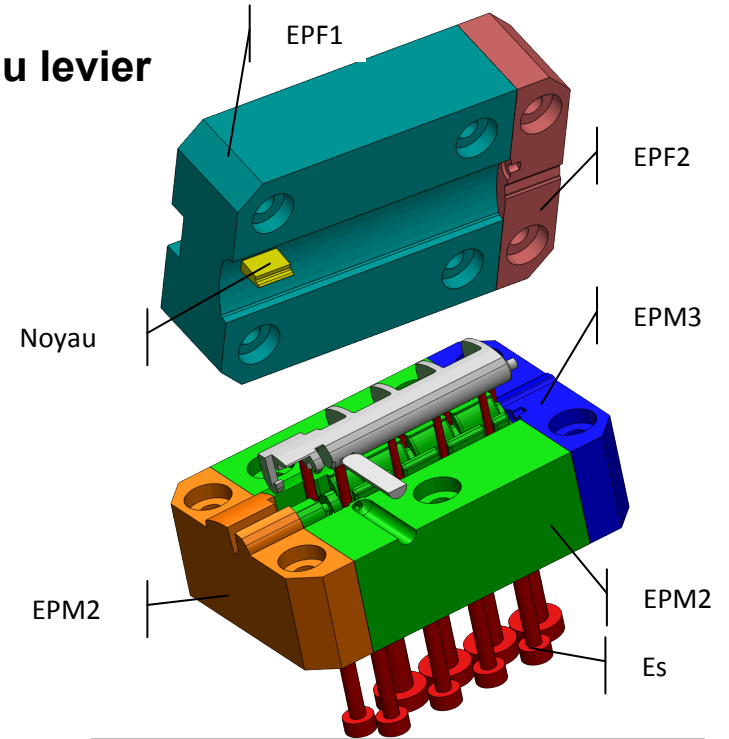
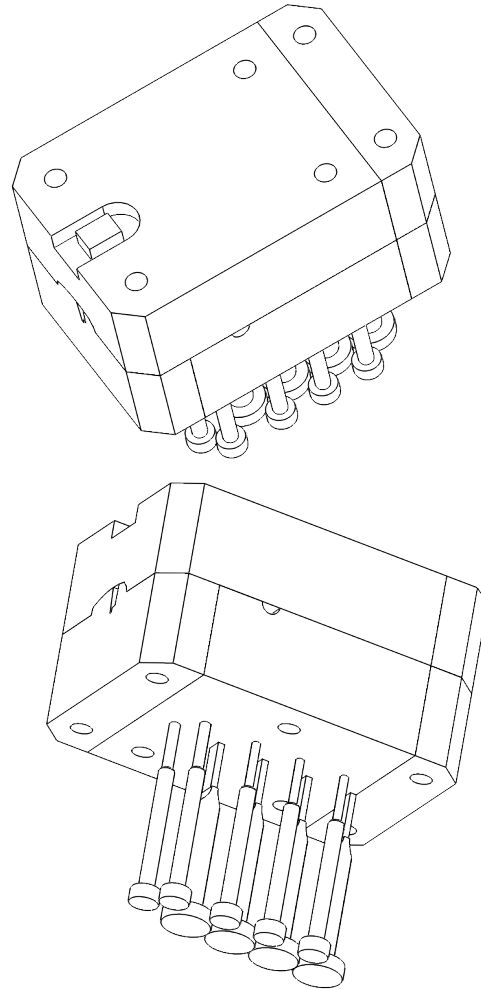
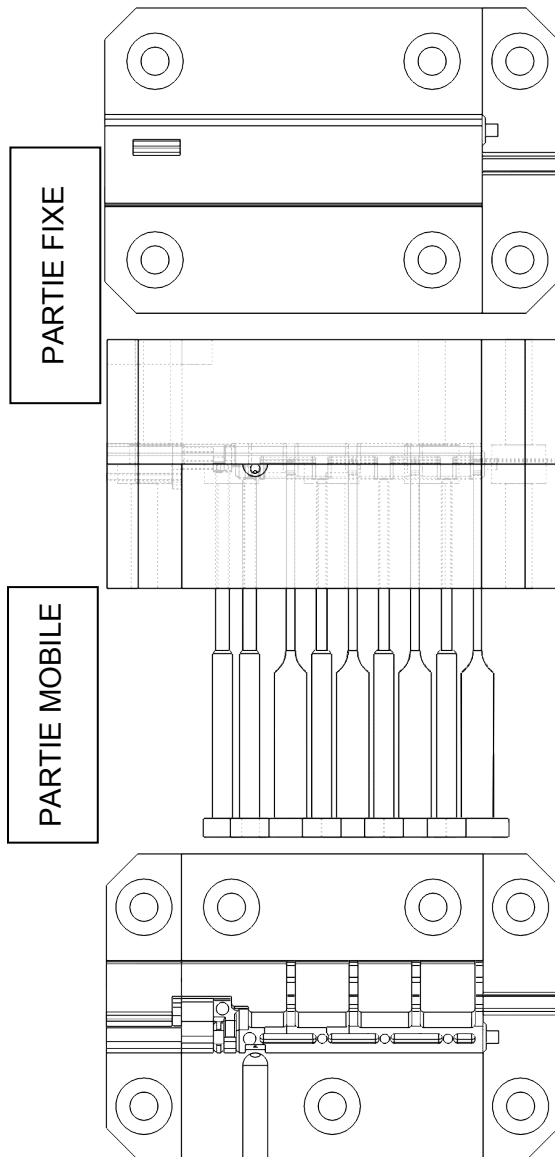
Hauteur pièce (mm)	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
Offset ébauche (µm)	207	207	210	213	216	219	222	225	228	232	235	238	241
Offset demi-finition (µm)	144	144	145	145	146	146	146	147	147	148	149	150	151
Offset finition (µm)	134	134	135	135	135	135	135	136	136	137	137	137	138

ANNEXE 1 : éclaté du sous-système « détecteur de fin de course »



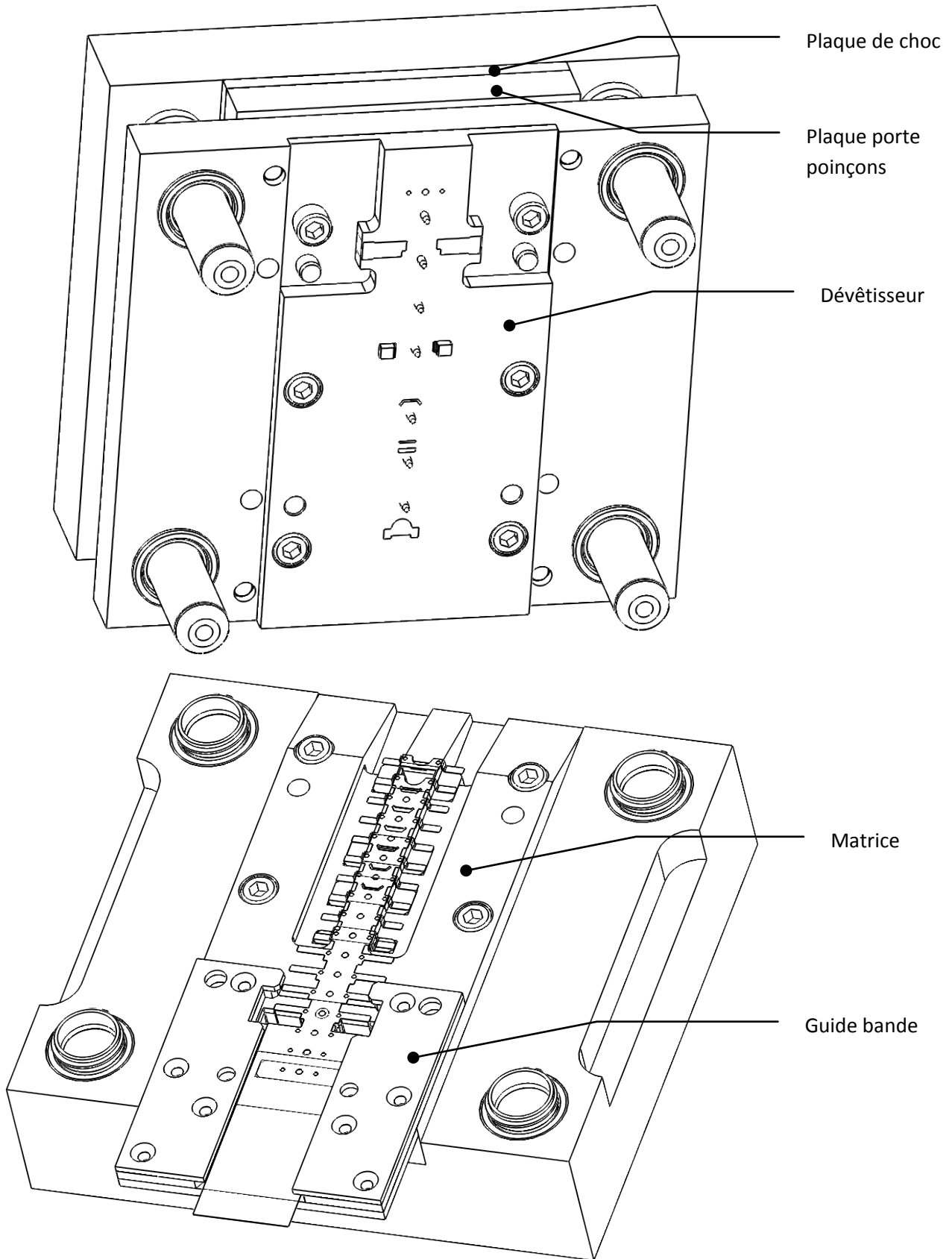
No.ARTICLE	QUANTITÉ	DESIGNATION
1	1	EMBASE
2	1	CHASSIS
3	1	AXE CHASSIS
4	1	AXE PIGNON D'ENTREE
5	1	MICRO-RUPTEUR S1
6	1	MICRO-RUPTEUR S2
7	1	PIGNON D'ENTRAINEMENT
8	1	PIGNON INTERMEDIAIRE
9	1	PIGNON D'ENTREE
10	1	BASCULE SENS 1
11	2	AXE COUPURE
12	1	LEVIER RAZ SENS 1
13	2	ROUE 38 DENTS
14	2	ROUE 37 DENTS
15	2	ROUE 36 DENTS
16	2	ROUE 35 DENTS
17	2	AXE ROUES
18	2	TIGE VERROUILLAGE
19	1	BASCULE SENS 2
20	1	LEVIER COUPURE SENS 2
21	2	BOUTON
22	1	BAGUE D'ACQUISITION
23	1	LEVIER COUPURE SENS 1
24	1	LAME DE FRICTION
25	1	LEVIER RAZ SENS 2
26	1	RESSORT DE COUPURE
27	1	RESSORT DE RAZ

ANNEXE 2 : Parties actives du moule du levier



Repère	Désignation et fonction
EPM1	Partie de l'empreinte partie mobile réalisant le crochet (avec le noyau de la partie fixe)
EPM2	Partie de l'empreinte partie mobile réalisant le corps
EPM3	Partie de l'empreinte partie mobile réalisant l'axe
Es	5 éjecteurs cylindriques et 4 éjecteurs lames
Noyau	Noyau rapporté dans la partie fixe réalisant le crochet
EPF1	Partie de l'empreinte partie fixe réalisant le corps
EPF2	Partie de l'empreinte partie fixe réalisant l'axe

ANNEXE 3 : Outil de découpe de la lame de friction avant modification



**BTS - CONCEPTION et INDUSTRIALISATION
en MICROTECHNIQUES**

SESSION 2011

Épreuve E5.1 : Conception détaillée – Pré-industrialisation

Durée totale : 4 heures

Coefficient : 2

Module de comptage

Dossier « Travail demandé »

Ce dossier comporte deux pages repérées TD 1/2 de TD 2/2

A – Bascule + Levier de mise à zéro

1 - Représentation d'une solution :

Sur le document **DR1**, compléter les formes de la bascule et du levier de remise à zéro dans le respect des critères énoncés dans le dossier technique (DT 3/17 à DT7/17).

Indiquer les dimensions des formes.

2 - Cotation d'une solution :

Sur le document **DR2**, représenter la modification de la bascule. Coter les formes en respectant la norme **NFA 66-002 précision fine** (DT 7/17).

Sur le document **DR3**, représenter la modification du levier de remise à zéro.

Indiquer les spécifications fonctionnelles (dimensions tolérancées), respectant la condition de démontage (DT 7/17).

3 - Validation des matières pour le démoulage par démanchement :

Selon les critères ci-dessous, valider les matières compatibles avec le procédé (voir DT 7/17 à DT8/17 et DT 10/17 à DT 11/17)).

- la limite élastique ne doit pas être dépassée dans toutes les phases de vie du produit (contraintes maximales inférieures à la limite élastique),
- Coefficient de frottement inférieur ou égal à la valeur actuelle,
- Contre-dépouille compatible avec le procédé.

Justifier (sur feuille de copie).

4 - Validation économique des nouveaux outillages :

Pour l'étude qui suit, indépendamment de la question précédente, on utilisera du POM pour le démoulage à tiroirs et du PA pour le démoulage par démanchement.

À l'aide du bilan chiffré de la modification des outillages (DT 11/17) :

- a : Déterminer le coût d'une pièce avec la solution par démanchement,
- b : Déterminer le coût d'une pièce avec la solution avec tiroirs,

Données complémentaires :

- Coût d'une pièce avec la solution actuelle : 0,0266 €
- Coût lié au défaut de montage du levier : 10 000€ pour 2 000 000 de pièces (500 000 injections)

Ce coût représente ce que perd la société pendant la durée de vie de l'outillage

- c : Montrer que ces deux solutions sont validées du point de vue économique,

5 – Choix d'une solution (tiroir POM / démanchement PA) :

En vous appuyant sur l'ensemble du dossier technique, choisir et justifier le choix d'une des deux solutions.

6 - Conception des parties actives du moule à tiroir du levier :

Cette solution permet notamment de limiter le risque de bavure due à l'usure de l'outillage (voir DT10/17), il est donc intéressant d'en faire une étude détaillée

Sur le document **DR4** :

- a : Indiquer la course minimale du tiroir pour démouler les contre-dépouilles. Le levier est détaillé sur le document **DR3**.
- b : Le module tiroir est représenté dans deux vues. Compléter les parties actives.
- c : Représenter la partie active du tiroir (pièce repérée « M ») pour l'adapter au moule.

B – Lame de friction

7 - Définition de la lame de friction modifiée :

- a : En fonction des indications du dossier technique (DT 13/17), après avoir déterminé la longueur de la fibre neutre, indiquer sur le document **DR5** la longueur de la zone disponible pour le préhenseur (dimension X). Justifier sur feuille de copie.
- b : Sur le document **DR5**, représenter et dimensionner la forme de la pièce avant cambrage (dans la vue de détail).

Les Rayon r1 et Rayon r2 (DT 13/17) sont des contraintes de réalisation.

Fonctionnellement ces rayons doivent être les plus faibles possible. On veut pouvoir réaliser les parties actives en électroérosion à fil.

- c : À l'aide des données dimensionnelles des parties actives (DT14/17) et des tableaux d'usinage d'électroérosion à fil (DT 14/17), donner la valeur minimale des rayons r1 et r2. Justifier.

8 - Plan méthode :

Sur le document **DR5**

Compléter le plan méthode, squelette de la bande et poinçons, qui permet d'obtenir la nouvelle pièce (représentation similaire au document DT 12/17). Le poinçon de détournage existant ne sera pas modifié. Vous tiendrez compte de la remarque concernant la difficulté d'obtention de la cote de 2 ± 0.02 (DT 12/17).

9- Conception du poste de cambrage supplémentaire :

Sur le document **DR6** (l'outillage est représenté fermé):

- a : Dessiner le poste de cambrage (forme, maintien).
- b : Le pli nécessite un relevage de bande. Dessiner une solution de conception. Vous pourrez rajouter les vues supplémentaires que vous jugerez utiles.

**BTS - CONCEPTION et INDUSTRIALISATION
en MICROTECHNIQUES**

SESSION 2011

Épreuve E5.1 : Conception détaillée – Pré-industrialisation

Durée totale : 4 heures

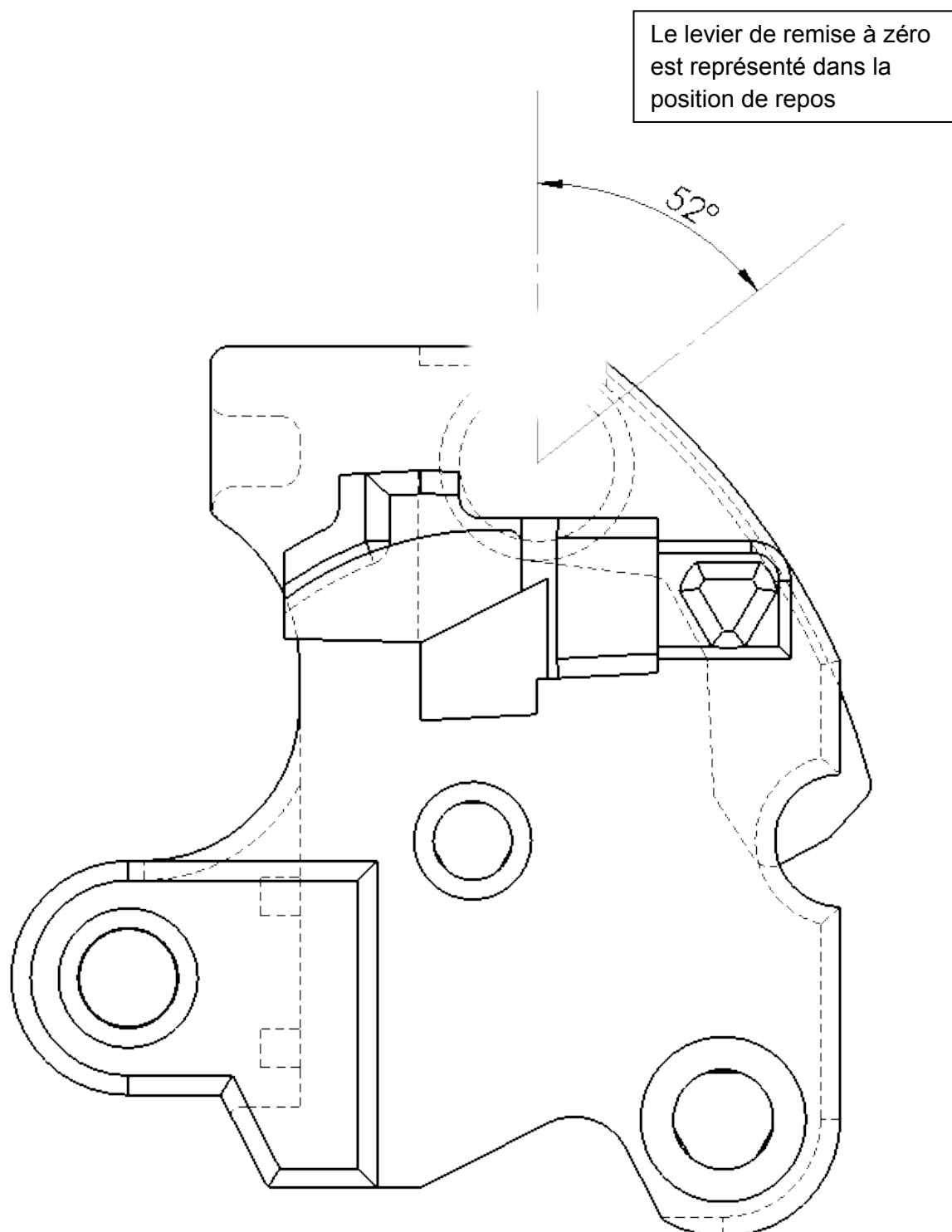
Coefficient : 2

Module de comptage

Dossier « Documents réponses »

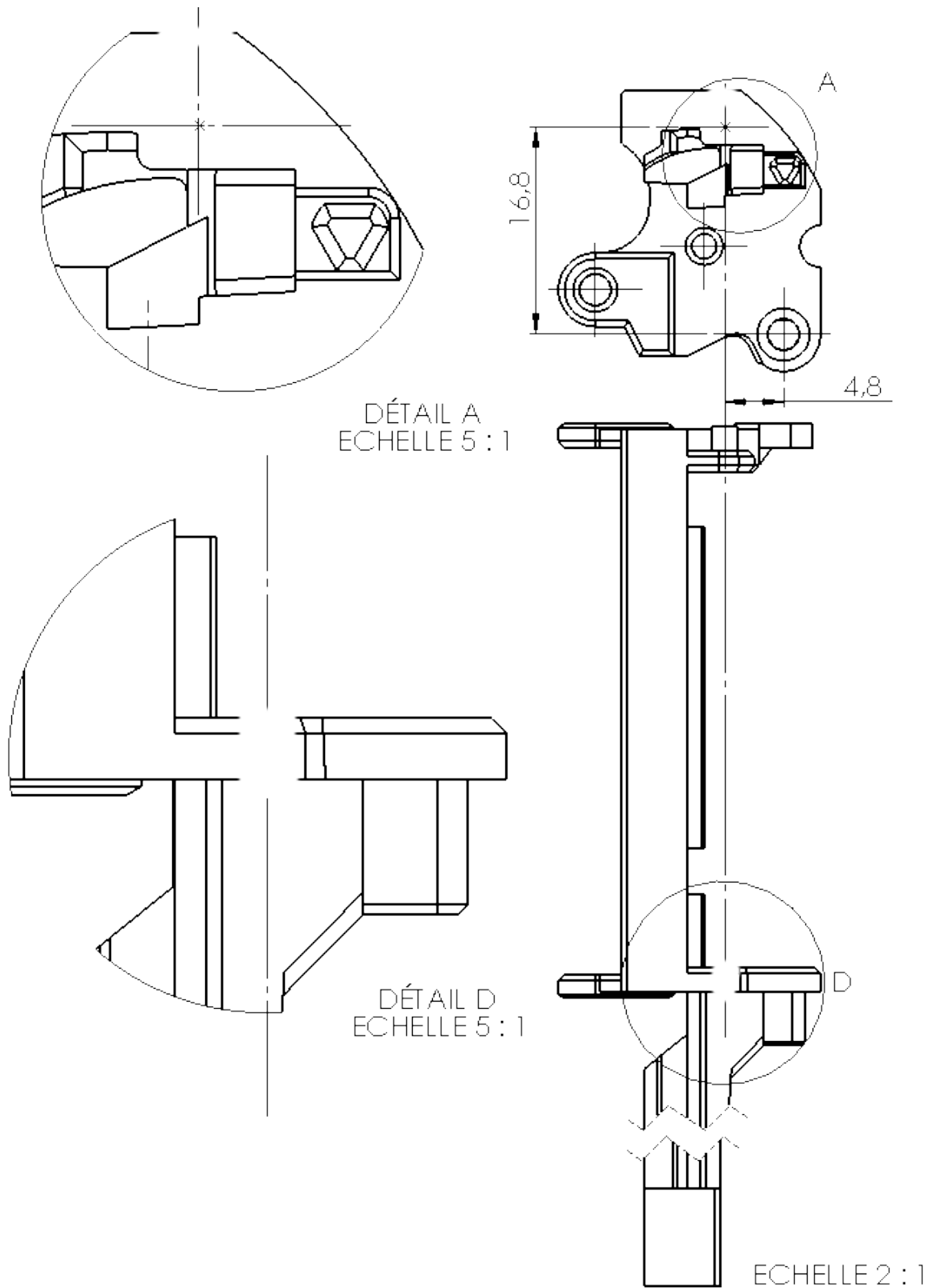
Ce dossier comporte six pages repérées DR1 à DR6.

DR1 : Re-conception du sous-ensemble bascule levier de remise à zéro côté Axe



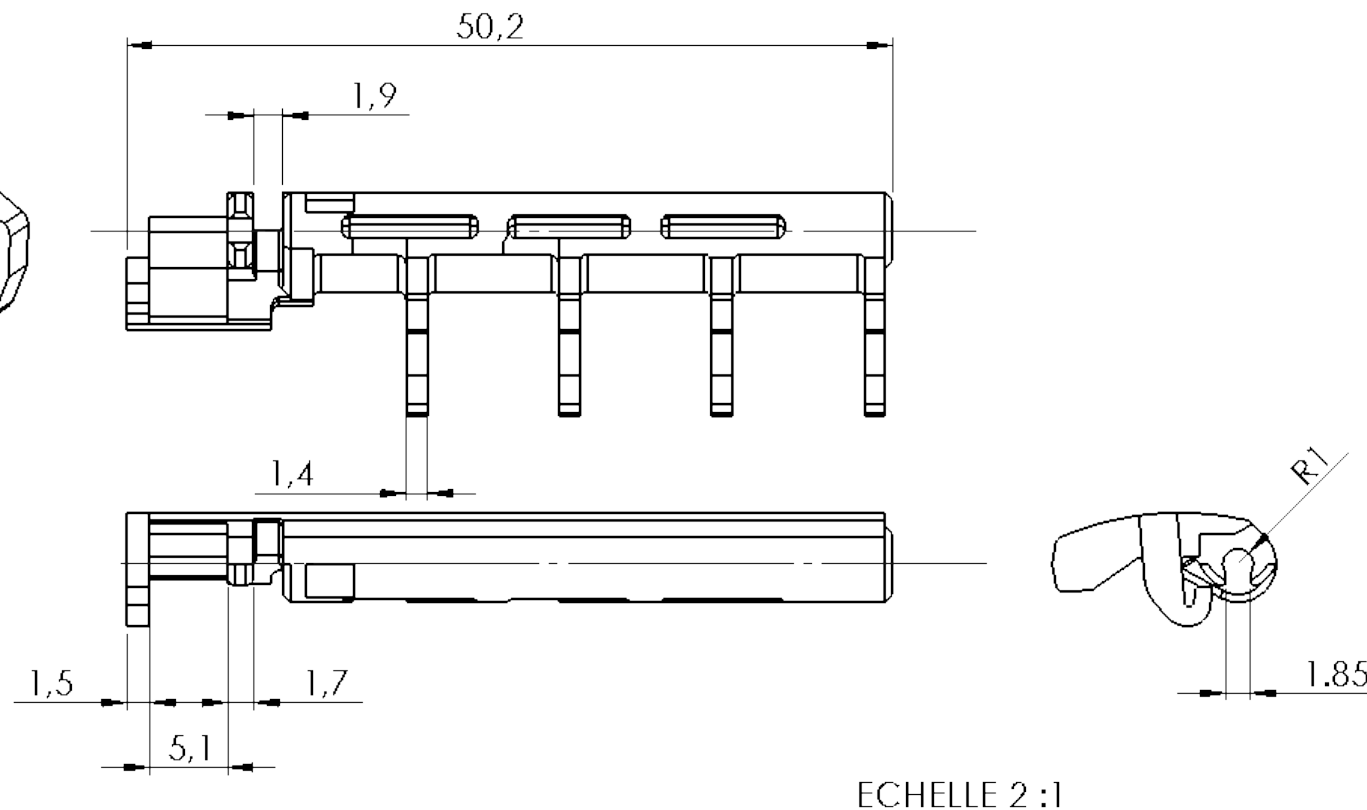
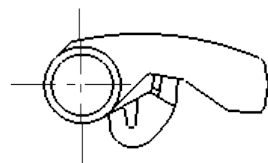
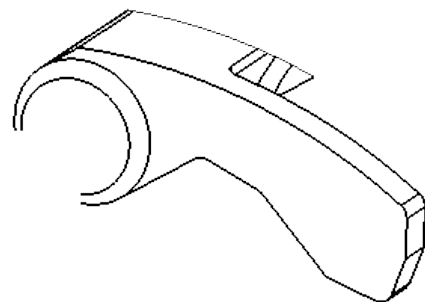
Echelle 6

DR2 : Définition de la bascule

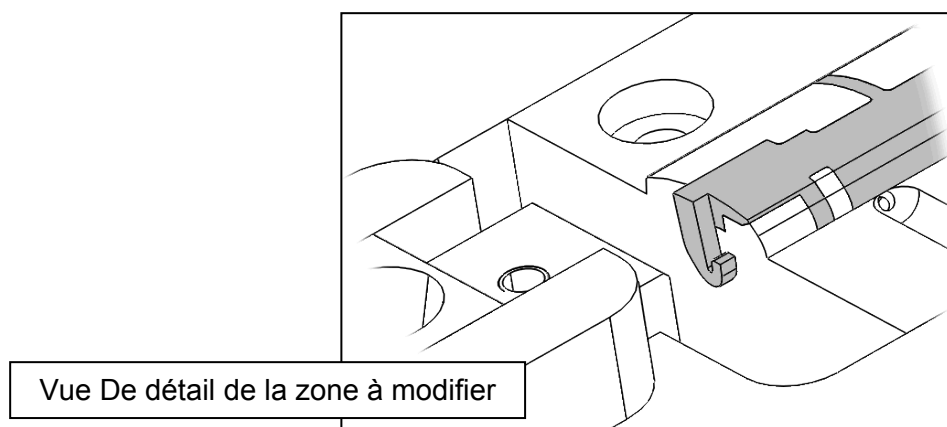
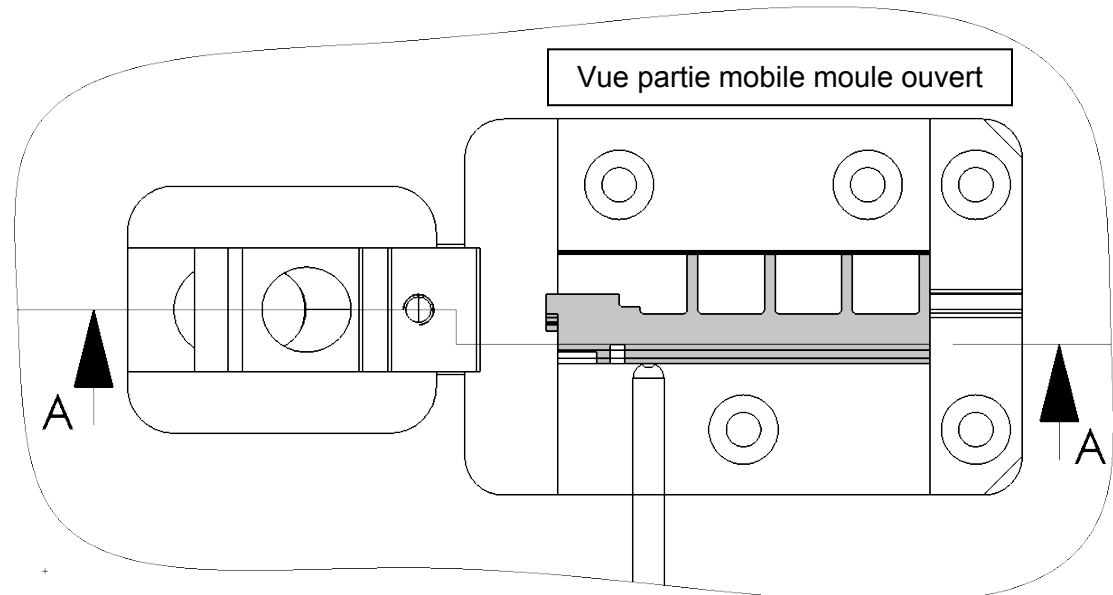
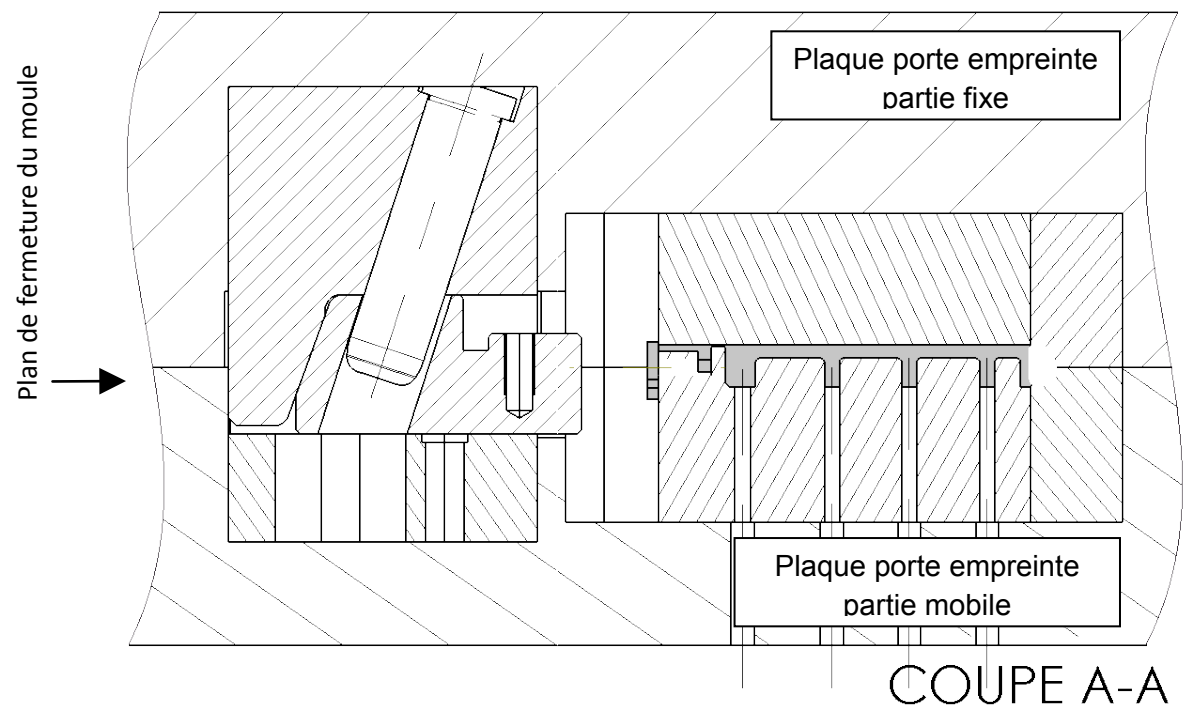


DR3 : Définition du levier de remise à zéro

Détail ECHELLE 4 : 1



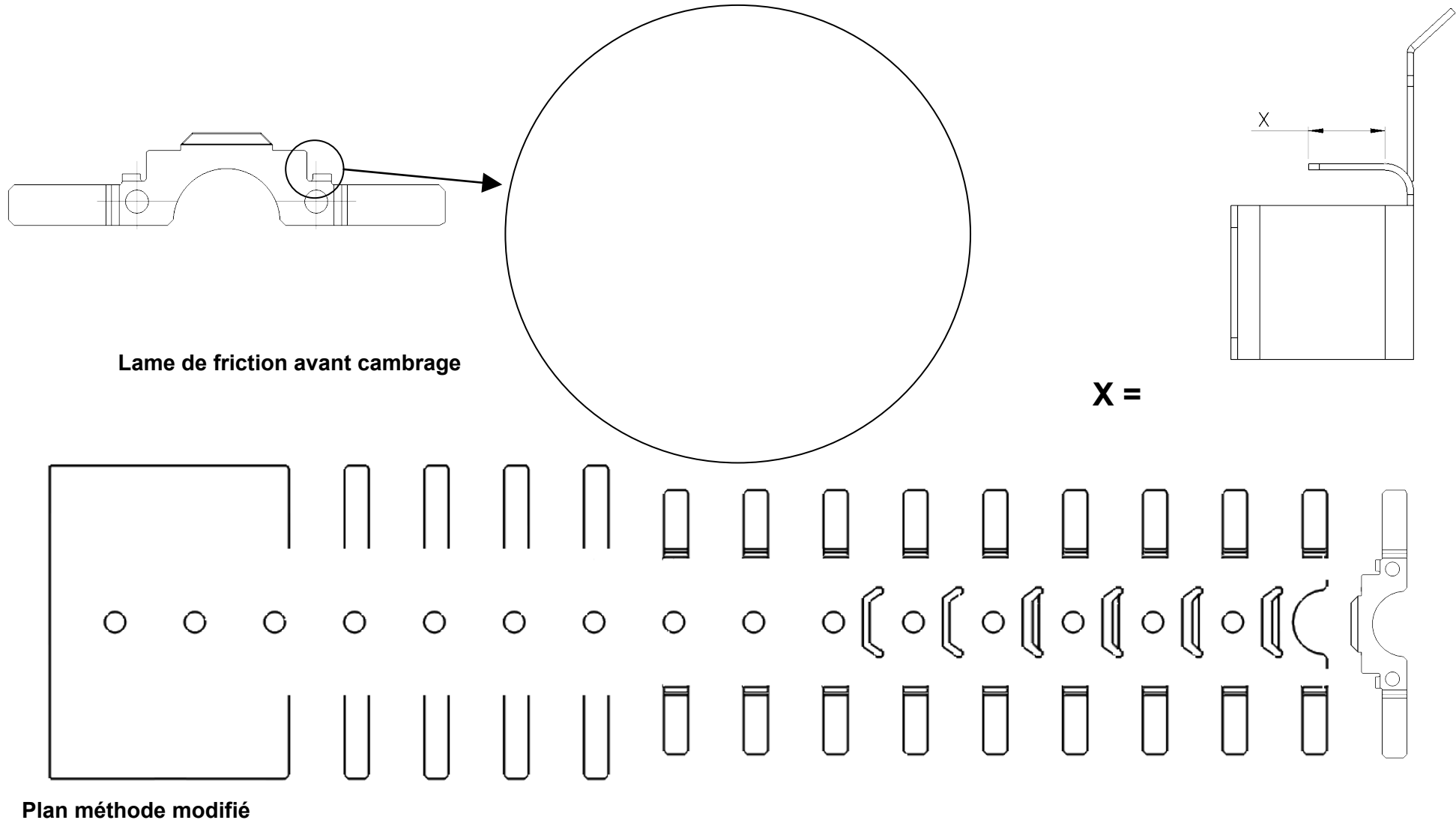
DR4 : Implantation du module tiroir



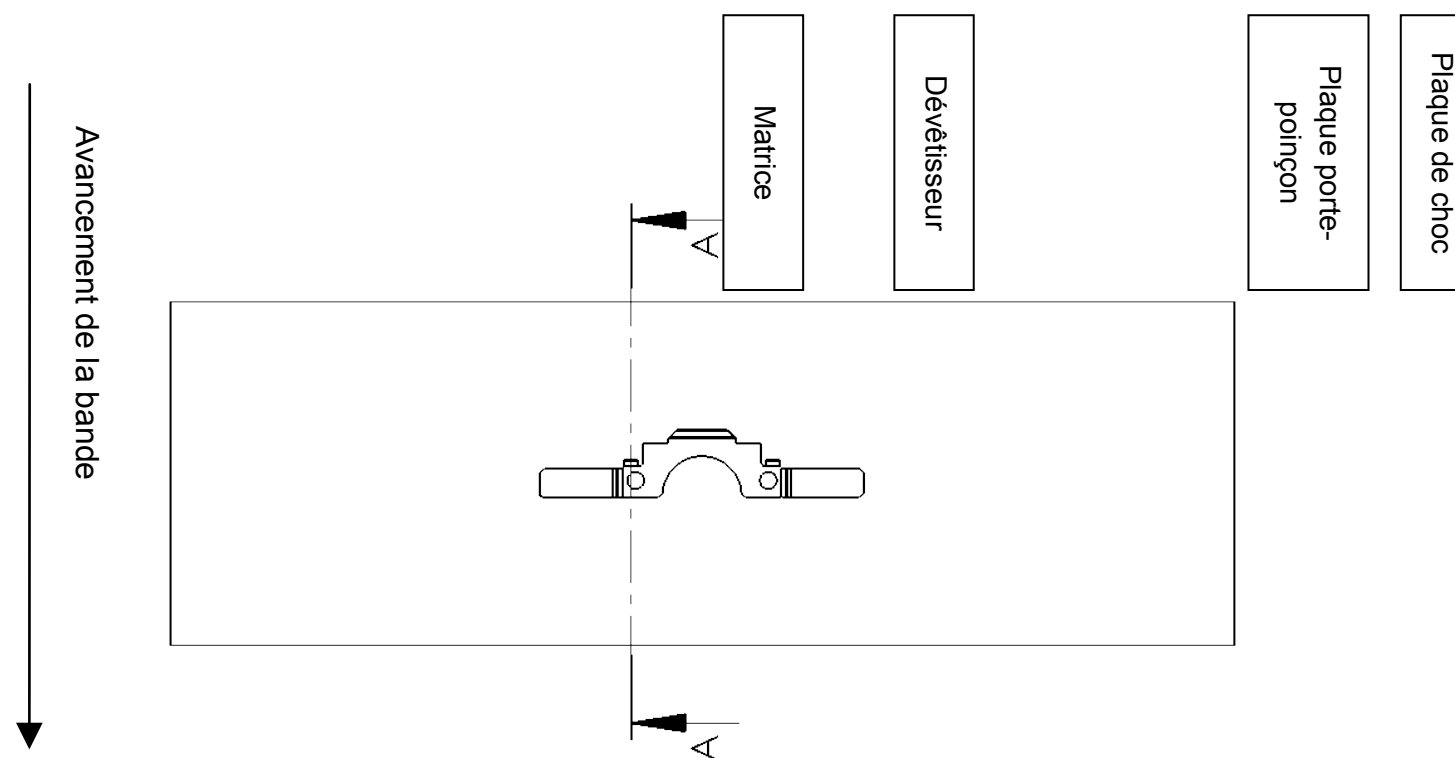
Vues de détail de la partie active du tiroir repérée M
ECHELLE 2 :1

Course minimale du tiroir =

DR5 : Définition de la lame de friction modifiée et plan méthode modifié



DR6 : Poste de pliage des petites ailes



Vue de dessus bloc matrice seul

Coupe A-A au poste de pliage