

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR
**CONCEPTION ET INDUSTRIALISATION EN
MICROTECHNIQUES**

SESSION 2013

Epreuve E4 :
CONCEPTION PRÉLIMINAIRE
D'UN SYSTEME MICROTECHNIQUE

Durée : 4 heures
Coefficient : 2

ÉLÉMENTS DE CORRIGÉ

	Conception mécanique	Conception électronique	Points	
Question Q1	X		4	10 réponses
Question Q2.1		X	3	1 réponse
Question Q2.2	X		2	Classement : 1 point ; Réponse : 1 point
Question Q2.3		X	2	1 réponse
Question Q2.4		X	4	2 points par solution
Question Q2.5		X	3	3 contacts ; 1 point par réponse
Question Q2.6		X	4	4 éléments ; 1 point par câblage
Question Q2.7		X	2	1 choix
Question Q2.8		X	3	1 équation
Question Q2.9		X	4	1 valeur de résistance
Question Q2.10		X	3	2 points de la valeur normalisée.
Question Q2.11		X	4	2 points par composants.
Question Q2.12		X	2	1 chronogramme
Question Q2.13		X	2	1 chronogramme
Question Q2.14		X	4	2 points pour le choix ; 2 points pour la justification
Question Q3.1	X		3	6 réponses ; 0,5 point par réponse
Question Q3.2	X		8	4 schémas ; 2 points par schéma
Question Q3.3	X		4	2 classements et 2 réponses Chaque classement : 1 ; Chaque réponse : 1
Question Q3.4	X		6	Poussoir (2 points) ; Embout (2 points) ; Goupille (2 points) Pour chaque pièce, les fonctions techniques doivent être décrites : être mis en position, être maintenu en position...
Question Q3.5	X		4	2 schémas avec zones précisées 2 point par schéma (1 pour forme de came ; 0,5 pour la précision de la zone ; 0,5 pour le passage d'une zone à l'autre pour un angle de 15°)
Question Q4.1	X		4	Calcul V : 1 point ; Avec cosinus : 1 point ; Calcul vitesse angulaire : 1 point ; Calcul angle : 1 point
Question Q4.2	X		1	Comparaison
Question Q4.3	X		2	2 fois même montage de la came
Question Q5.1	X		4	2 schémas ; 2 points par schéma
Question Q5.2	X		3	1 classement, 1 réponse, 1 justification Classement : 1 point ; Réponse : 1 point ; Justification : 1 point
Question Q5.3	X		3	3 zones à définir. 1 point par zone
Question Q5.4	X		2	2 valeurs lues. 1 point par valeur
Question Q5.5	X		1	Position point
Question Q5.6	X		3	Calcul couple, mesure bras levier, Calcul force 1 point pour chaque
Question Q5.7	X		1	Calcul raideur ressort
Question Q6.1	X		2	Mesure vitesse, Calcul Ec 1 point pour chaque
Question Q6.2	X		1	Critère température
Question Q6.3	X		2	Partie fixe, partie mobile. 1 point pour chaque
		Total	Méca 60 Elec 40	

CORRIGÉ DES QUESTIONS TRAITÉES SUR DOCUMENTS RÉPONSES

Question Q1

Fonction	Critères	Niveau	Flexibilité
FP1 : déclencher le chronométrage	Nombre de circuits de chronométrage	2	Aucune
	Délai entre le déclenchement des deux circuits (égal à la précision de mesure)	1/1000 ^{ème} s.	Aucune
	Ouverture du portillon avant le début du chronométrage	Par le skieur	Aucune
	Effort à transmettre	5 N	Maximum
	Angle parcouru par la baguette au début du chronométrage	10-30°	Aucune
	Déformation angulaire de la baguette	15°	maximum
	Ouverture du portillon à partir du début du chronométrage.	Automatique	Aucune
	Sens d'ouverture	Vers la gauche	Aucune
	Nombre de rebonds en fin d'ouverture	0	Aucune
FC2 : résister à l'environnement	Projection d'eau	IP 43	Aucune
	Température	-30°C à +40°C	Aucune
FC3 : respecter les normes internationales	Normes européennes CE Réglementation de la F.I.S		Aucune Aucune
FC4 : être alimenté en énergie	Type d'énergie Tension	Electrique 4,5 V (indication)	Aucune
FC5 : être réarmé par le commissaire de course	Effort à transmettre	5 N	Maximum

Remarque : la flexibilité correspond à un écart possible par rapport au Cahier des Charges ou une tolérance possible sur la mesure.

Question Q2.1

Le micro-rupteur est l'élément le moins coûteux.

Question Q2.2

	Qualité du contact organe de commande / capteur	Précision de la détection	Force d'activation (N)	Total
A1 Lever	1	1	4	6
AC Lever	3	1	4	8
AR Lever	4	2	4	10
A10 Lever	1	3	2	6
AR0 Lever	4	4	2	10

Choix retenu : ARO ou AR Lever

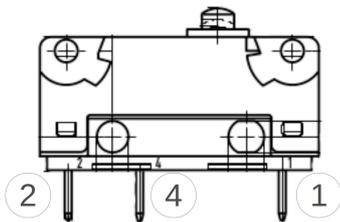
Question Q2.3

Le phénomène observé est le rebond du contact mécanique.

Question Q2.4

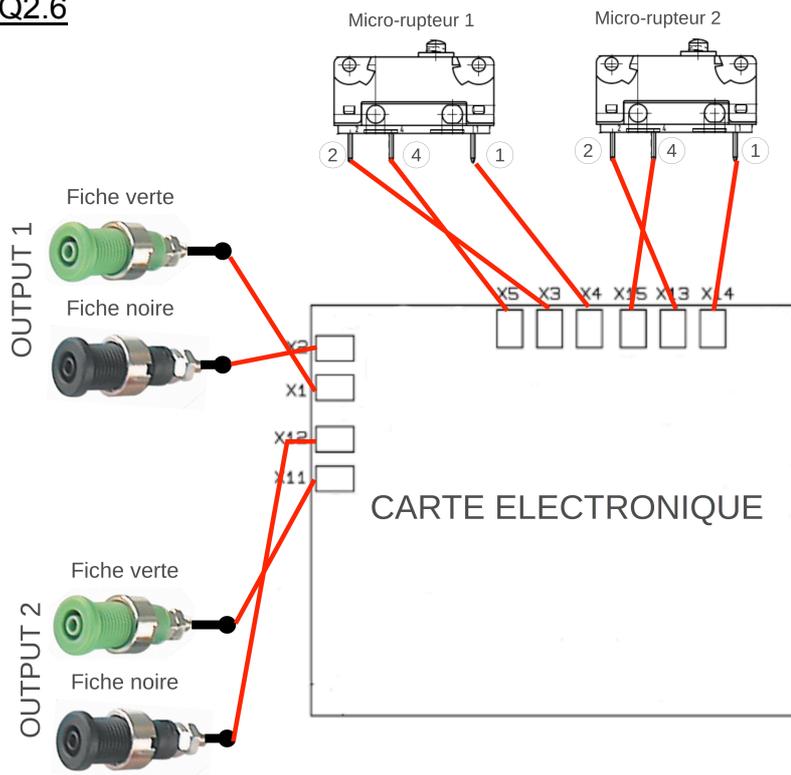
Les solutions possibles sont la mémoire RS, circuit RC, monostable, temporisation logicielle...

Question Q2.5

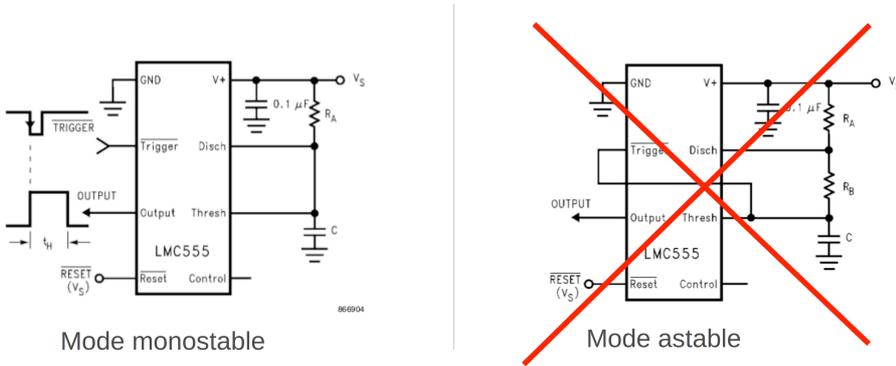


Désignation	Numéro de broche
Normalement ouvert (Normally open)	4
Normalement fermé (Normally closed)	2
Commun (common)	1

Question Q2.6



Question Q2.7



Question Q2.8

La durée de l'impulsion est égale à : $T_w = 1.1 \times R \times C$

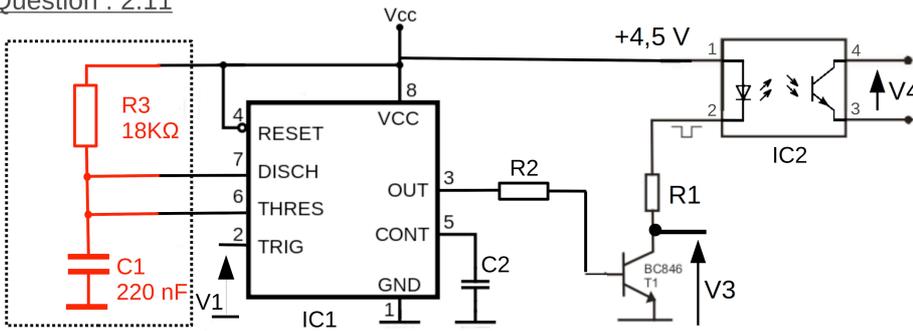
Question Q2.9

$R = \frac{T_w}{1.1 \times C}$ soit : $\frac{4,3 \cdot 10^{-3}}{1,1 \times 220 \cdot 10^{-9}} = 17768 \Omega$

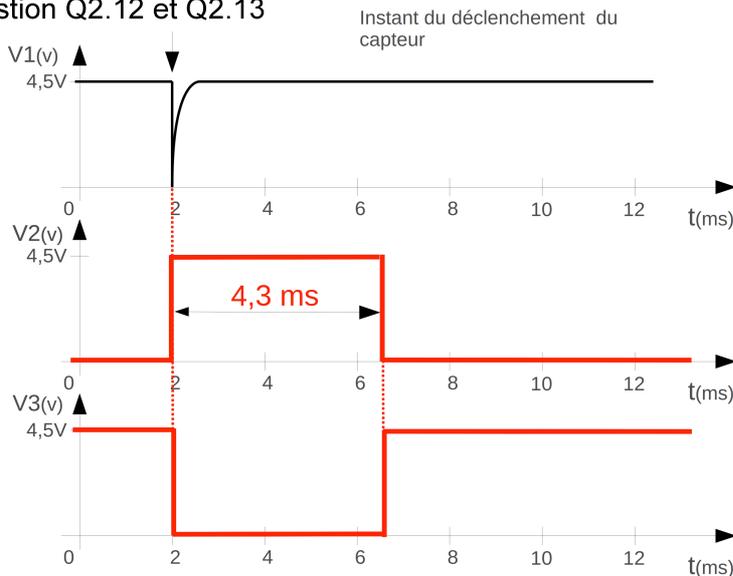
Question Q2.10

Valeur normalisée : 18 K Ω

Question : 2.11



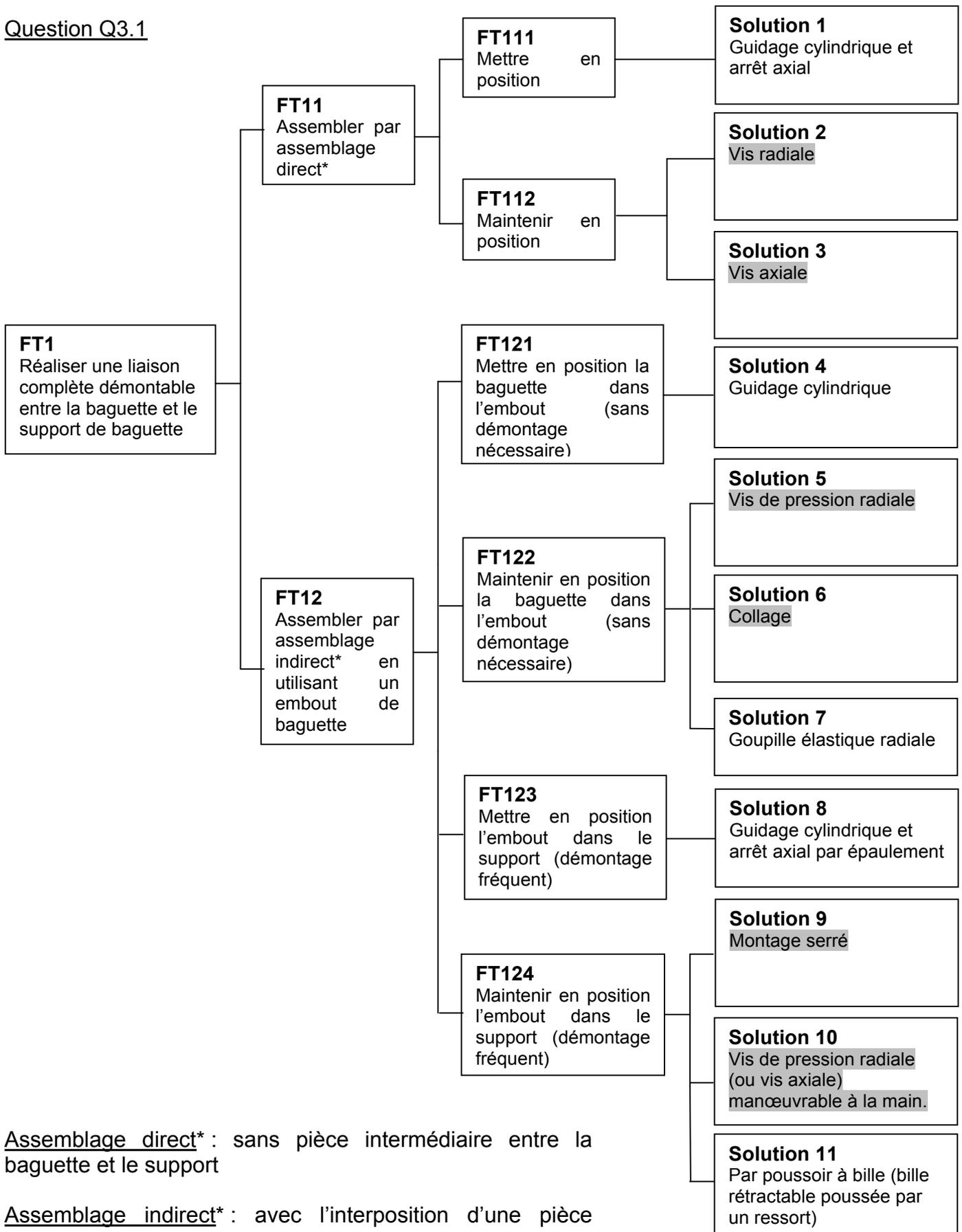
Question Q2.12 et Q2.13



Question Q2.14

La vitesse de commutation de l'opto-coupleur est de 3 μ s (Turn-on time).
 La vitesse de commutation du relais est de 2 ms (operate time).
 La précision demandée par la fédération est d'au moins 1 ms. Le choix se portera sur **l'opto-coupleur**.

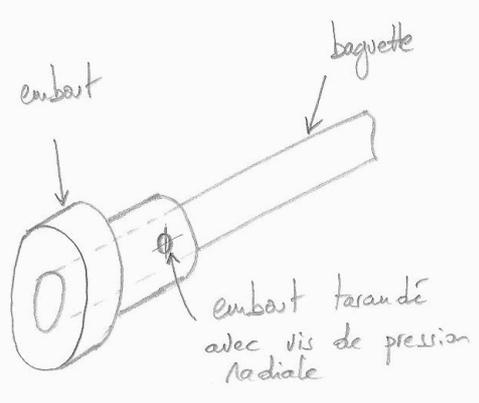
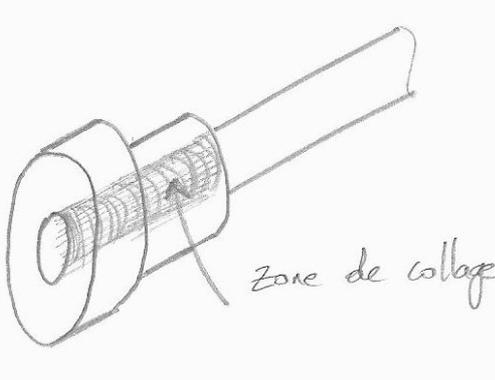
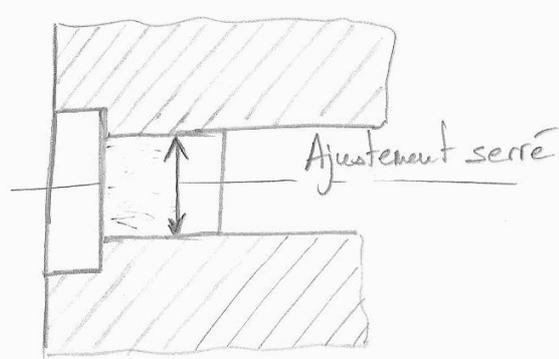
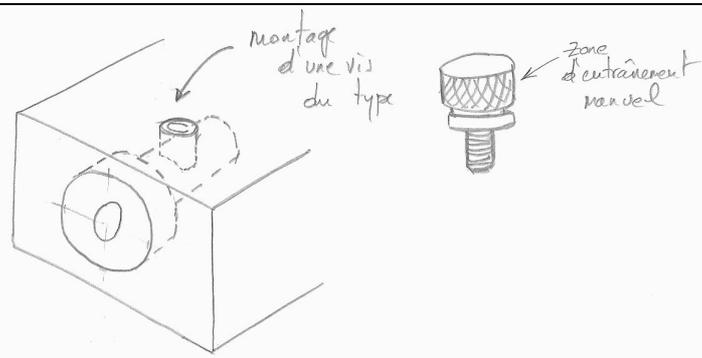
Question Q3.1



Assemblage direct* : sans pièce intermédiaire entre la baguette et le support

Assemblage indirect* : avec l'interposition d'une pièce intermédiaire entre la baguette et le support (pièce appelée « embout de baguette »)

Question Q3.2

<p style="text-align: center;">Solution 5</p> 	<p style="text-align: center;">Solution 6</p> 
<p style="text-align: center;">Solution 9</p> 	<p style="text-align: center;">Solution 10</p> 

Question Q3.3

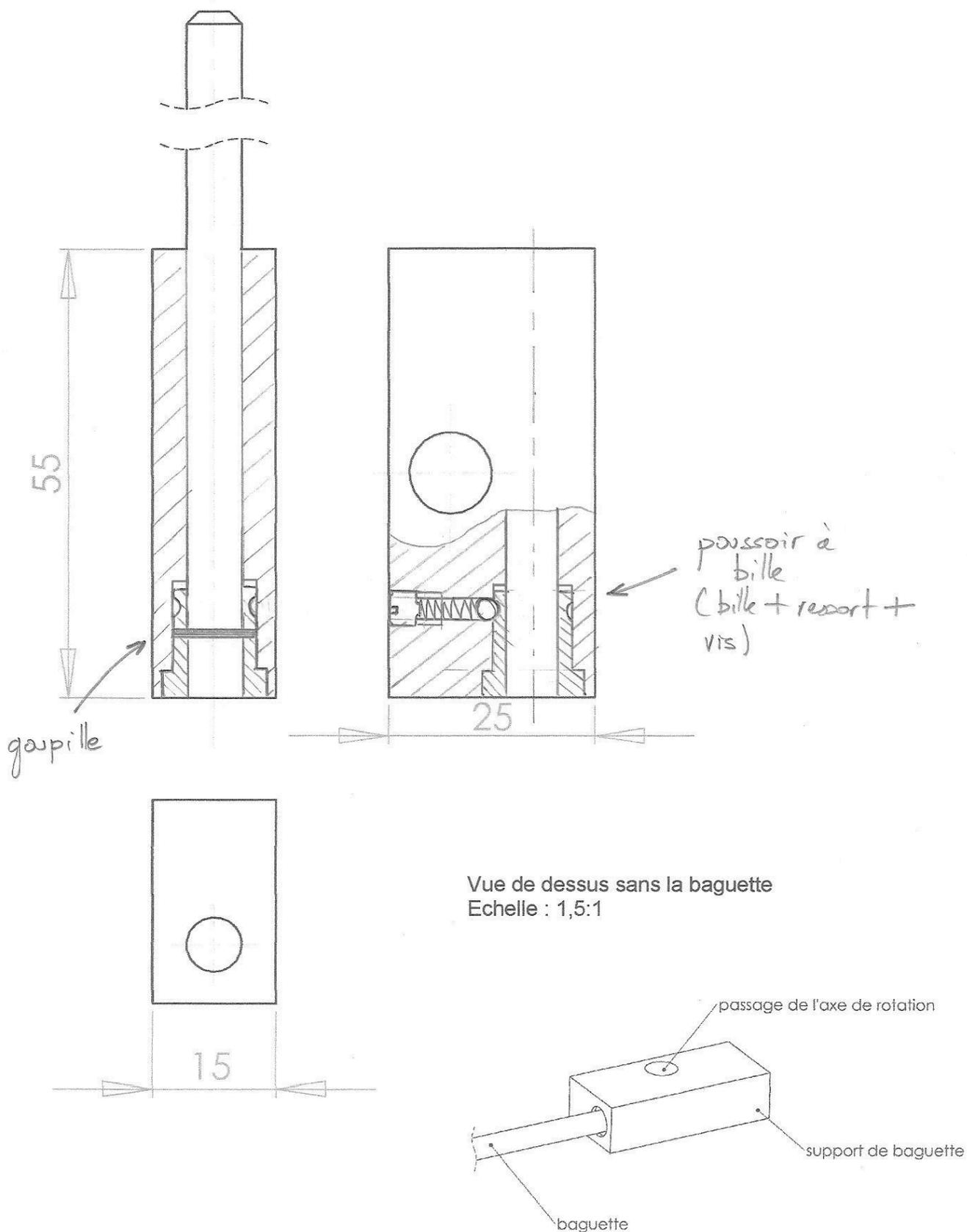
	Facilité de mise en œuvre : <u>nombre d'outils utilisés</u>	Qualité du maintien pour éviter les démontages intempestifs	Coût de la solution	Total
<u>Solution 5</u>	1	3	2	6
<u>Solution 6</u>	3	3	3	9
<u>Solution 7</u> : goupille élastique radiale	3	4	3	10

Choix retenu : goupille élastique radiale

	Facilité de mise en œuvre du changement de baguette : <u>nombre d'outils utilisés</u>	Qualité du maintien pour éviter les démontages intempestifs	Coût de la solution	Total
<u>Solution 9</u>	1	3	4	8
<u>Solution 10</u>	2	4	2	8
<u>Solution 11</u> : par poussoir à bille (bille rétractable poussée par un ressort)	4	4	1	9

Choix retenu : poussoir à bille

Question 3.4

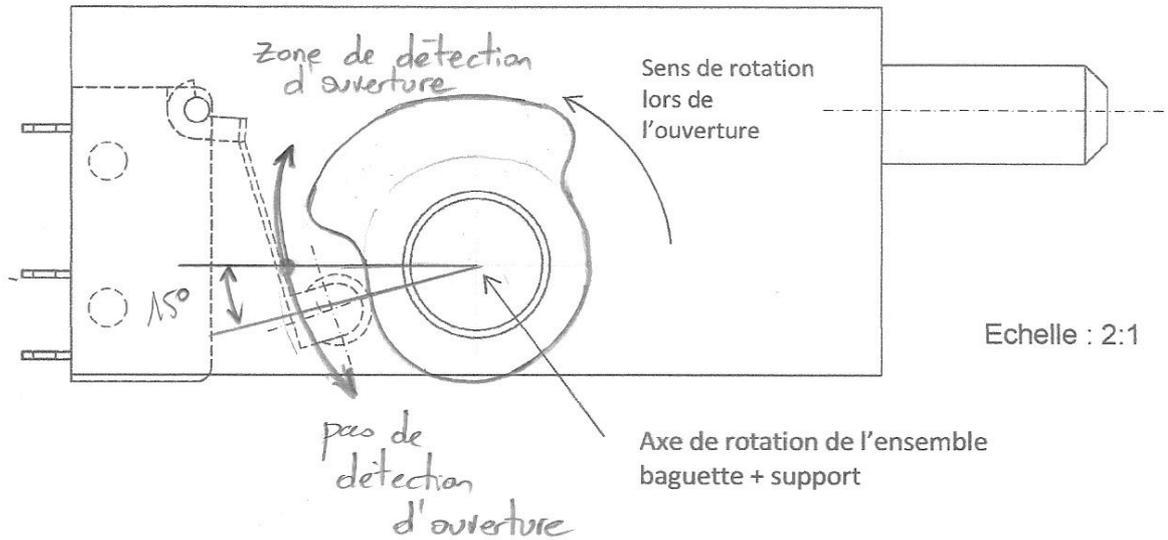


Question Q3.5

Tracé du profil de came pour un capteur en utilisation « normalement ouvert »

Ici, le capteur est en position ouverte.

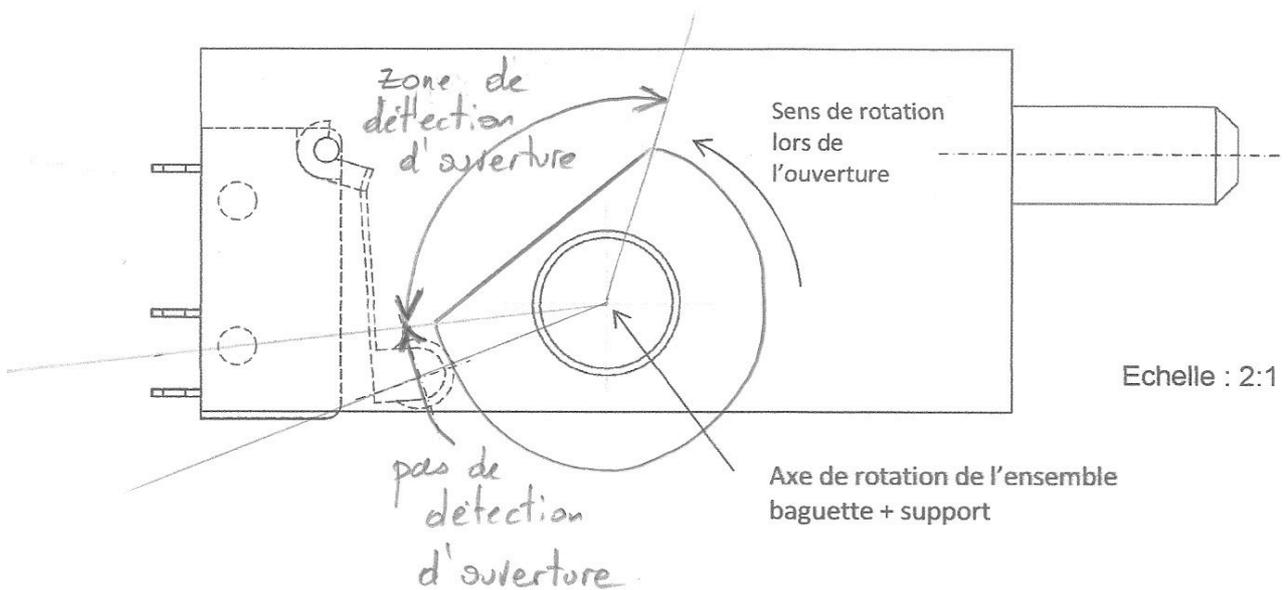
La baguette est en position fermée (angle de 0°)



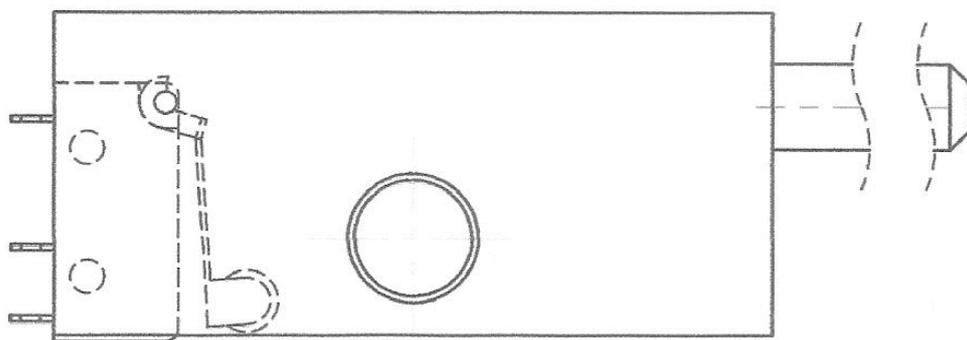
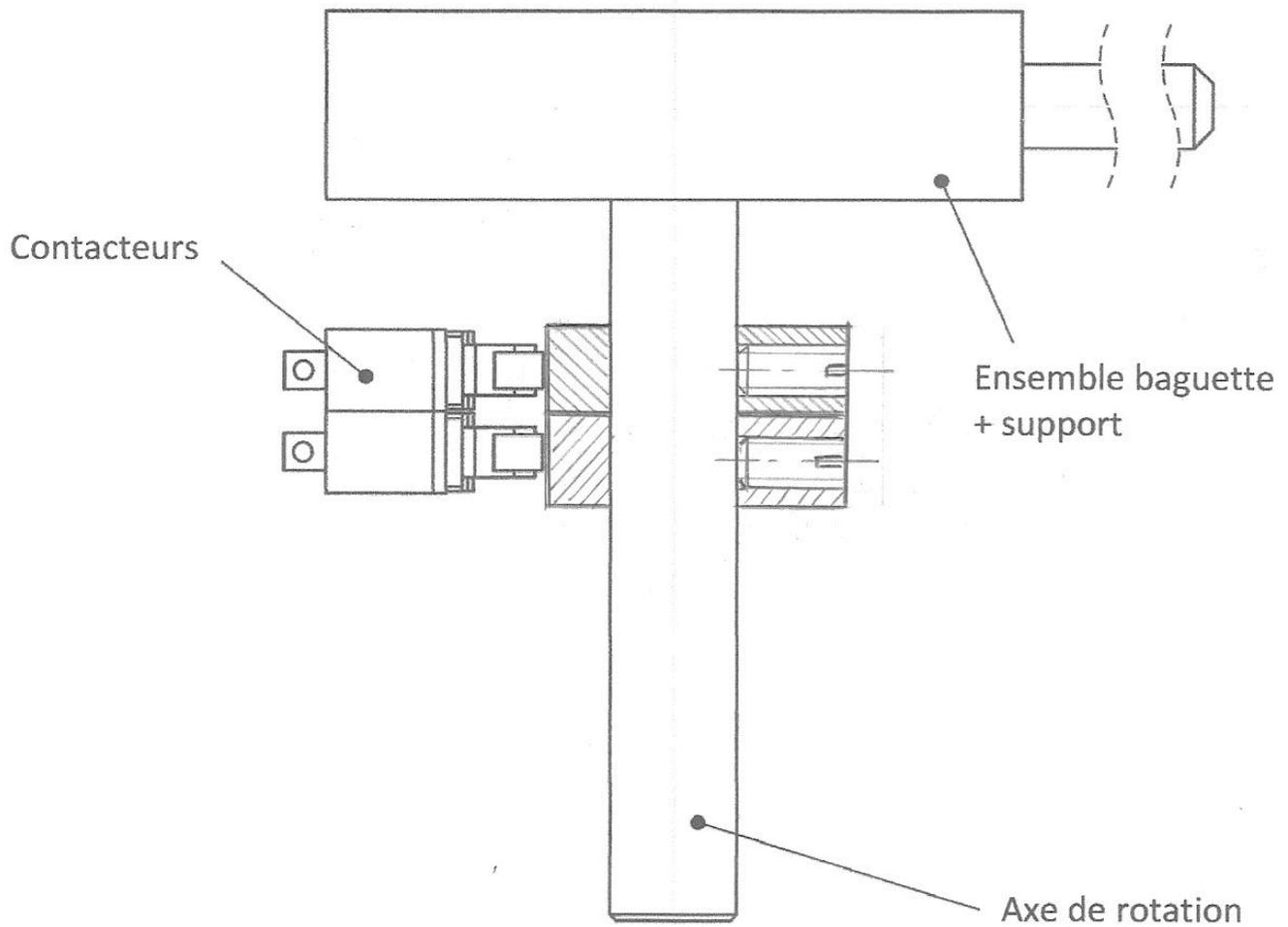
Tracé du profil de came pour un capteur en utilisation « normalement fermé »

Ici, le capteur est en position fermée.

La baguette est en position fermée (angle de 0°)

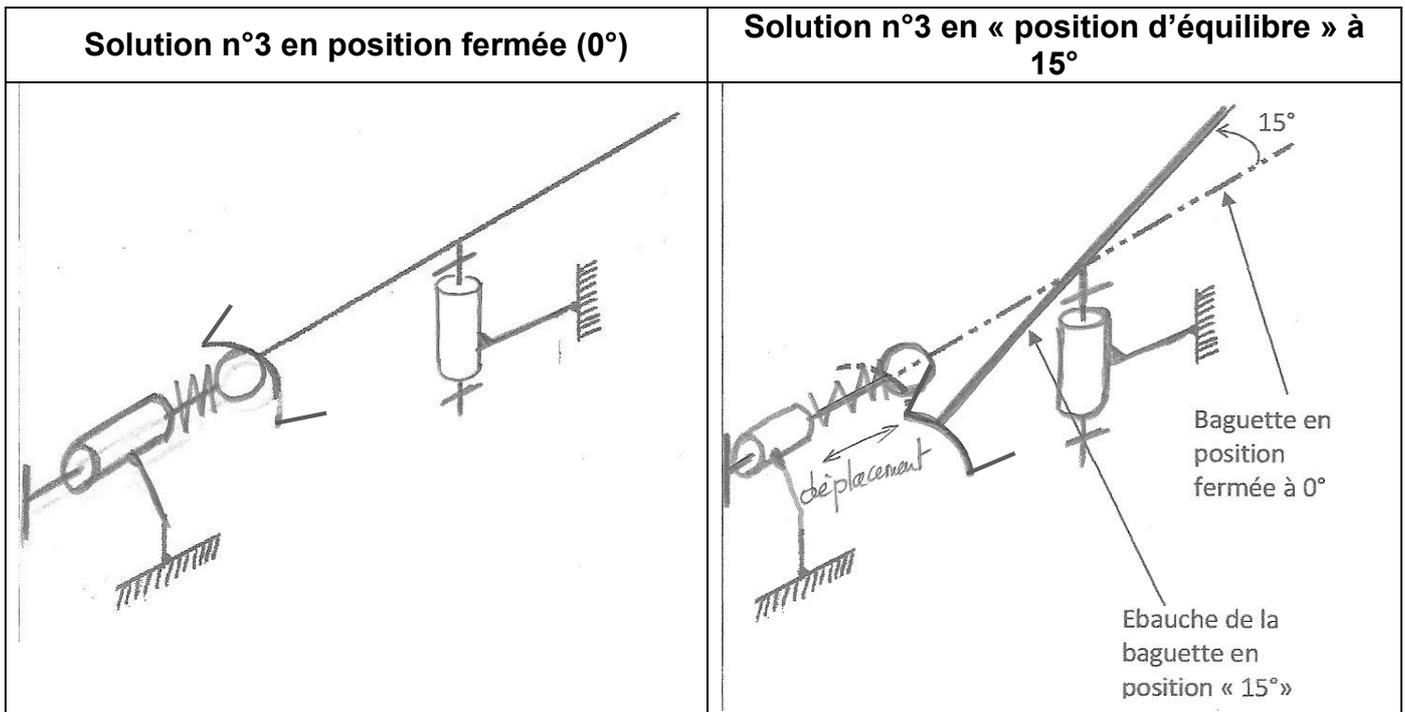


Question Q4.3



Echelle : 1,5:1

Question Q5.1



Question Q5.2

	Nombre de pièces / complexité de la solution	Facilité pour réenclencher le système après ouverture complète, lors du retour de la baguette effectué manuellement	Total
Solution de principe n°1	1	3	4
Solution de principe n°2	3	2	5
Solution de principe n°3	4	4	8

Choix retenu : **Solution de principe n°3**

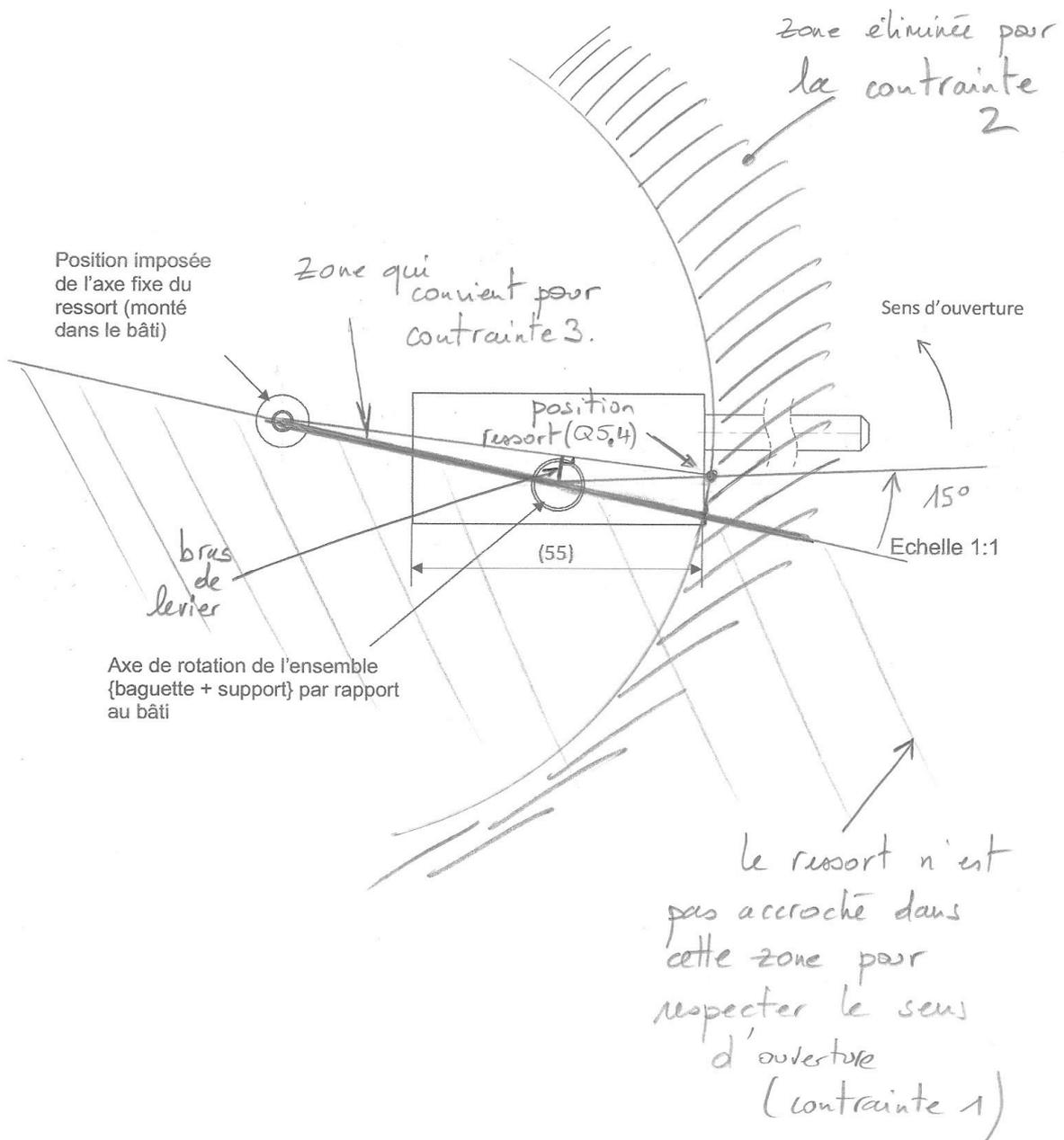
Justification du choix :

Solution 1 : Nombre de pièces très important / Le réenclenchement semble ne pas poser de problème particulier.

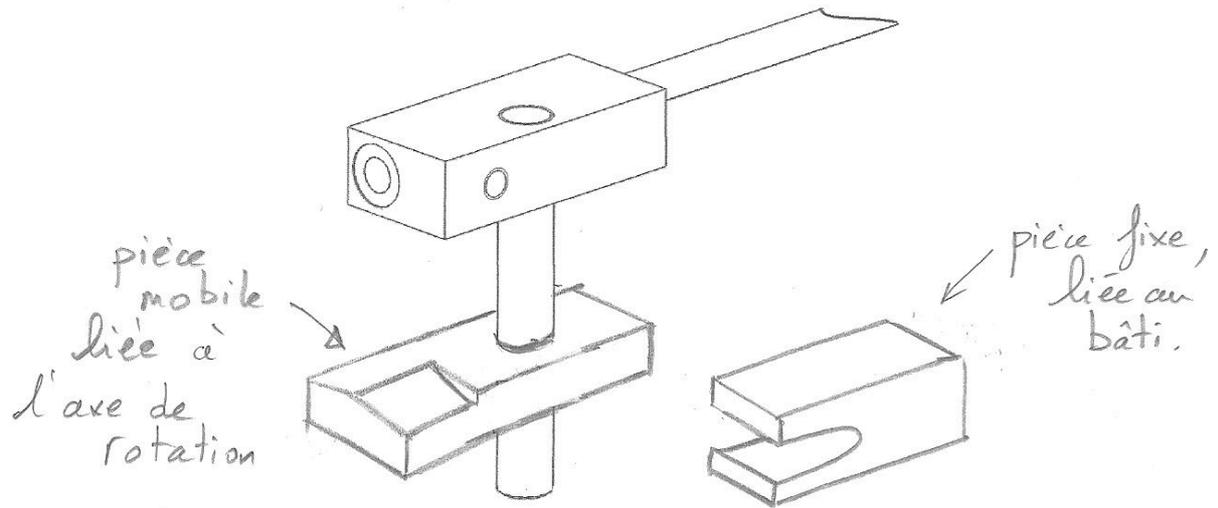
Solution 2 : La forme des pièces est plus complexe que dans la solution 3 / Le réenclenchement peut poser problème / La solution peut présenter des problèmes d'encombrement.

Solution 3 : Le nombre de pièces est réduit / Le réenclenchement semble moins problématique / La solution est compacte.

Question Q5.3 et Q5.5



Question Q6.3



la pièce mobile munie
d'un plan incliné
vient se loger dans
la pièce fixe →
freinage.

CORRIGE DES QUESTIONS TRAITÉES SUR FEUILLE DE COPIE

Question Q2.1

Le micro-rupteur est l'élément le moins coûteux.

Question Q2.3

Le phénomène observé est le rebond du contact mécanique.

Question Q2.4

Les solutions possibles sont la mémoire RS, circuit RC, monostable, temporisation logicielle, etc...

Question Q2.8

La durée de l'impulsion est égale à : $T_w = 1.1 \times R \times C$

Question Q2.9

$$R = \frac{T_w}{1,1 \times C} \text{ soit : } \frac{4,3 \cdot 10^{-3}}{1,1 \times 220 \cdot 10^{-9}} = 17768 \Omega$$

Question Q2.10

Valeur normalisée : 18 K Ω

Question Q2.14

La vitesse de commutation de l'opto-coupleur est de 3 μ s (Turn-on time).

La vitesse de commutation du relais est de 2 ms (operate time).

La précision demandée par la fédération est d'au moins 1 ms.

Le choix se portera sur l'opto-coupleur.

Question Q4.1

$$V_{B,skieur/0} = 10\text{km/h soit } 2,78 \text{ m/s}$$

$$\text{Relation de composition des vitesses au point B : } \vec{V}_{B,skieur/0} = \vec{V}_{B,skieur/baguettes} + \vec{V}_{B,baguettes/0}$$

La droite support de $\vec{V}_{B,baguettes/0}$ est perpendiculaire à la baguette.

$$\text{On a donc : } V_{B,baguettes/0} = V_{B,skieur/0} \cdot \cos 15^\circ = 2,68 \text{ m/s}$$

On utilise la relation $V = R \cdot \omega$ appliquée à la rotation de la baguette

On obtient donc la vitesse angulaire de la baguette au moment du déclenchement :

$$\omega_{baguettes/0} = 2,68 / 0,35 = 7,66 \text{ rd/s}$$

Angle parcouru par la baguette en 0,001 s.

$$\alpha = \omega_{baguettes/0} \cdot \Delta t = 7,66 \cdot 0,001 = 7,66 \cdot 10^{-3} \text{ rd}$$

Soit en degrés : $\alpha = 0,44^\circ$

Question Q4.2

Oui car $\alpha >$ précision angulaire du technicien

Question 5.4

Sur le graphe de déplacement, la position 15° correspond à environ **0,03s**.

Dans la zone d'ouverture (au-delà des 0,03s), l'**accélération maximale** est donnée pour la **position 15° soit environ 876 deg/s^2 (soit $15,3 \text{ rd/s}^2$)**.

En fait, une lecture plus fine des courbes donne une date à 0,032s et une accélération maximale d'environ **630 deg/s^2 (soit 11 rd/s^2)**.

Question 5.6

Calcul du couple

On utilise une formule du type $C = I * \omega'$ (principe fondamentale de la dynamique appliqué à un solide en rotation)

$$C = 0,005 * 65 = 0,325 \text{ Nm}$$

Mesure du bras de levier

Bras de levier mesuré (incertitude dues au tracé) : **d = 5 mm**

Calcul de la force nécessaire exercée par le ressort

$$F = C / d = 0,325 / 0,005 = 65 \text{ N}$$

Question 5.7

Calcul de la raideur du ressort

$$K = \Delta F / \Delta L = (65-30) / (80-59) = 1,67 \text{ N/mm}$$

Question 6.1

Vitesse angulaire de la baguette en fin d'ouverture :

$$1178 \text{ deg/s soit } 20,6 \text{ rd/s}$$

Calcul de l'énergie cinétique en fin d'ouverture

$$E_c = \frac{1}{2} * I * \omega^2 = 0,5 * 0,005 * 20,6^2 = 1,06 \text{ Joules}$$

Question 6.2

Le cahier des charges impose un fonctionnement jusqu'à -30°C.

Les freins de type hydrauliques ne fonctionnent que jusqu'à -20°C (voir document constructeur).