

**SESSION 2018**

**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**

**CONCEPTION ET INDUSTRIALISATION EN  
MICROTECHNIQUES**

**ÉPREUVE E4**

**CONCEPTION PRÉLIMINAIRE D'UN SYSTÈME  
MICROTECHNIQUE**

**STABILISATEUR POUR SMARTPHONE**

**ÉLÉMENTS DE CORRECTION**

**Temps alloué / Nombre de points**

Temps lecture		30 min
Activités	Nb points	
1	6	15 min
2	26	45 min
3	8	30 min
4	12	20 min
5	6	15 min
6	12	30 min
7	16	30 min
8	14	25 min
<b>Temps total</b>		<b>240 min</b>

BTS CIM – Épreuve E4 : Conception préliminaire d'un système microtechnique		Session 2018	
Code de l'épreuve : 18-CDE4CP-ME1C	Durée : 4 heures	Coefficient : 2	<b>Correction 1 / 11</b>

## Proposition de barème détaillé sur 100 points

Activités	Questions	Nb points	Total
1	Q1	4	6
	Q2	2	
2	Q3	3	26
	Q4	3	
	Q5	6	
	Q6	3	
	Q7	3	
	Q8	2	
	Q9	3	
	Q10	3	
3	Q11	8	8
4	Q12	3	12
	Q13	3	
	Q14	3	
	Q15	3	
5	Q16	4	6
	Q17	2	
6	Q18	2	12
	Q19	2	
	Q20	2	
	Q21	2	
	Q22	2	
	Q23	2	
7	Q24	2	16
	Q25	2	
	Q26	4	
	Q27	2	
	Q28	2	
	Q29	4	
8	Q30	2	14
	Q31	2	
	Q32	6	
	Q33	4	

## ÉLÉMENTS DE CORRECTION

### Activité 1 :

**Q 1.** Indiquer les différentes caractéristiques des smartphones sur le tableau fourni dans le document réponse **DR1**. (voir **DT6**)

Smartphone	L (mm)	l (mm)	e (mm)	m (g)
Sony xperia xz premium	156	77	7.9	195
Apple Iphone 6S	138.3	67.1	7.1	143
Lg V10	159.6	79.3	8.6	192
HTC U ultra	162.41	79.79	7.99	170
Samsung Galaxy note 5	153.2	76.1	7.6	171
Apple Iphone 5S	123.8	58.6	7.6	112

**Barème proposé pour la question : 4 points**

**Q 2.** La fonction FC 2 est-elle validée ? Justifier votre réponse.

Oui la largeur des différents smartphones est comprise entre 58.6 et 79.79 mm et la fonction FC2 précise que le stabilisateur doit s'adapter à n'importe quel smartphone dont la largeur est comprise entre 58,6 et 84,8 mm.

**Barème proposé pour la question : 2 points**

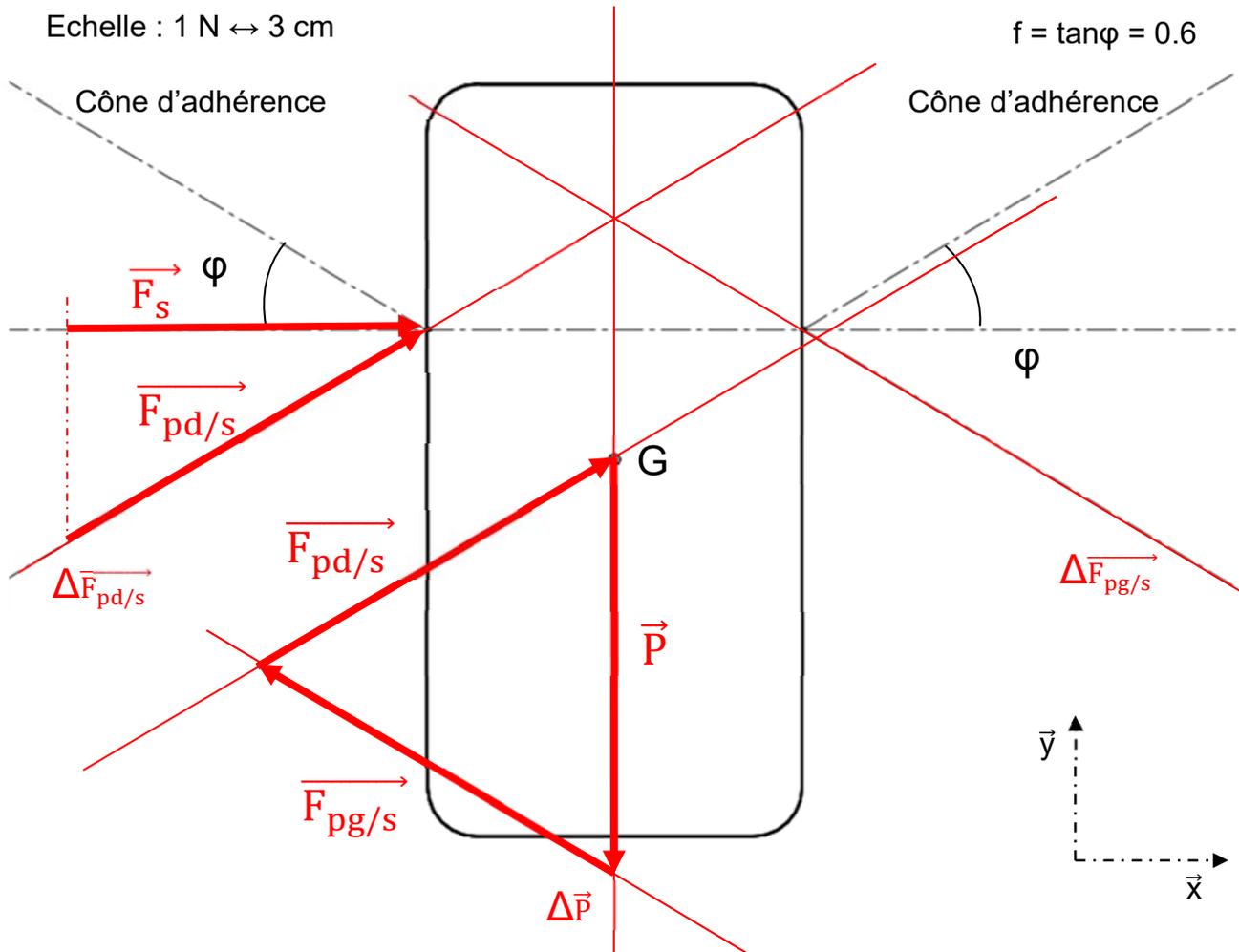
### Activité 2 :

**Q 3.** Bilan des actions mécaniques extérieures :  $\vec{F}_{pd/s}$ ,  $\vec{F}_{pg/s}$  et  $\vec{P}$ .

**Barème proposé pour la question : 1.5 points**

Tracer le support de ces actions sur le smartphone isolé (on se placera à la limite de l'adhérence).

**Barème proposé pour la question : 1.5 points**



### Barème proposé pour la question : 3 points

- Q 4.** Calculer  $\vec{P}$  le poids du smartphone et le tracer sur le smartphone isolé:  
 $P = m \cdot g = 9.81 \times 0.195 = 1.91 \text{ N}$

### Barème proposé pour la question : 3 points

- Q 5.** Déterminer graphiquement  $\vec{F}_{pd/s}$  et  $\vec{F}_{pg/s}$  :
- $F_{pd/s} = 1.86 \text{ N}$
- $F_{pg/s} = 1.86 \text{ N}$

### Barème proposé pour la question : 6 points

- Q 6.** Déterminer la projection de  $\vec{F}_{pd/s}$  sur  $\vec{x}$  :
- $F_s = \vec{F}_{pd/s} \cdot \vec{x} = F_{pd/s} \cos \varphi = 1.86 \times \cos(\text{atan}(0.6)) = 1.59 \text{ N}$

### Barème proposé pour la question 3 points

**Q 7.** Pour les trois solutions, à l'aide du document **DT8**, déterminer le couple de serrage nécessaire pour obtenir la force calculée précédemment ?

Pour la came spirale :  $C = 30 \text{ N.m}$

Pour les 2 liaisons hélicoïdales :  $C = 2 \text{ N.m}$

Pour les 2 crémaillères :  $C = 10 \text{ N.m}$

**Barème proposé pour la question : 3 points**

**Q 8.** Ces couples sont-ils compatibles avec les normes ergonomiques si on choisit un bouton moleté de diamètre 25 mm (**DT9**) ? Les trois solutions sont-elles acceptables ?

D'après le tableau pour une utilisation par une femme d'un bouton moleté de 25 mm, le couple maxi est de  $4 \times 25 / 2 = 50 \text{ Nmm}$ . Les couples sont donc compatibles avec les normes ergonomiques. Les trois solutions sont acceptables.

**Barème proposé pour la question : 2 points**

**Q 9.** Pour les trois solutions, déterminer le nombre de tours nécessaire pour un déplacement des pinces de 20 mm.

Pour la came spirale :  $Nt = 20 / (2 \times 4) = 2.5 \text{ tours}$

Pour les 2 liaisons hélicoïdales :  $Nt = 20 / (2 \times 1) = 10 \text{ tours}$

Pour les 2 crémaillères :  $Nt = 20 / (4 \times \pi \times 5) = 0.31 \text{ tour}$

**Barème proposé pour la question : 3 points**

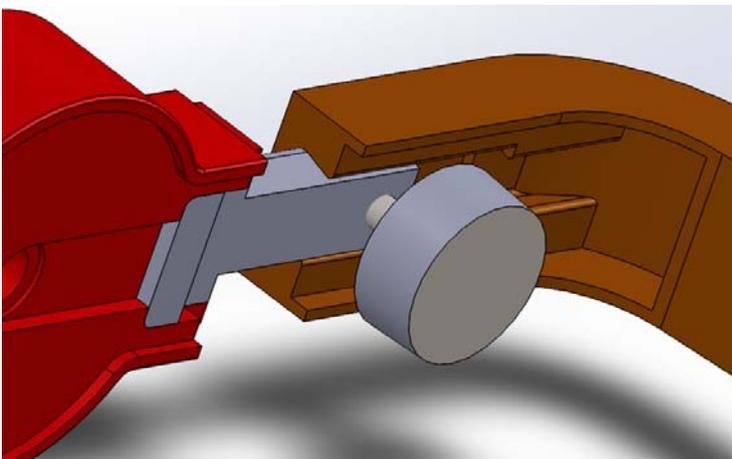
**Q 10.** En tenant compte des 3 critères de choix, choisir la solution la plus adaptée. Justifier.

La solution par crémaillères est à éliminer car réversible. Les trois solutions sont acceptables pour le premier critère. On choisira donc la solution par came spirale car c'est la solution qui nécessite de faire le moins de tour possible pour serrer le smartphone (4 fois moins que pour la solution avec les liaisons hélicoïdales).

**Barème proposé pour la question : 3 points**

### Activité 3 :

**Q 11.** A l'aide d'un croquis en perspective, proposer une solution simple permettant de faire varier la longueur  $l_3$  du bras 2 et de maintenir cette longueur. Les deux parties du bras ont une section rectangulaire. Attention au passage des fils d'alimentation du moteur de tangage.



**Barème proposé pour la question : 8 points**

#### Activité 4 :

- Q 12. D'après le tableau DR1, quelle est la valeur maxi et mini de  $e_s$  ? Aura t elle une grande influence sur  $z_G$  ?  
 $e_s$  est compris entre 7.1 et 8.6 mm. Elle n'aura pas une grande influence.

Barème proposé pour la question : 3 points

- Q 13. Calculer le couple  $C_p$  du poids de l'ensemble {1,2,3,S} par rapport à l'axe  $\Delta_3$ .  
 $C_p = - z_G \cdot P = - 1.66 \times (0.07 + 0.08 + 0.13 + 0.195) \times 9.81$   
 $C_p = - 7.73 \text{ Nmm}$

Barème proposé pour la question : 3 points

- Q 14. A partir du DT10, déterminer l'accélération maximale  $a_{\max}$  à laquelle le système est soumis.  
 $a_{\max} = 10 \text{ ms}^{-2}$

Barème proposé pour la question : 3 points

- Q 15. Calculer  $C_{a \max}$  puis  $C_m$ .  
 $C_a = m \cdot z_G \cdot a_{\max} = - (0.07 + 0.08 + 0.13 + 0.195) \times 1.66 \times 10$   
 $C_a = - 7.89 \text{ Nmm}$   
 $C_m = C_p + C_a = - 7.89 - 7.73$   
 $C_m = - 15.62 \text{ Nmm}$

Barème proposé pour la question : 3 points

#### Activité 5 :

- Q 16. En vous aidant des informations techniques du dossier DT11 et DT12, compléter le tableau fourni sur le document réponse DR3, par une appréciation du type ; Bon, Moyen, Mauvais.

Motorisation	Critère n°1 Réversibilité	Critère n°2 Maintien en position (avec précision)	Critère n°3 Encombrement
MCC en prise directe	BON	MAUVAIS	BON
BLDC inrunner	BON	MAUVAIS	BON
MCC + réducteur	MAUVAIS	BON ou MOYEN	MOYEN
MCC + réducteur + Limiteur de couple	BON	BON ou MOYEN	MOYEN
BLDC outrunner en prise directe	BON	BON	BON
MPP	MAUVAIS	BON	MOYEN

Barème proposé pour la question : 4 points

BTS CIM – Épreuve E4 : Conception préliminaire d'un système microtechnique			Session 2018
Code de l'épreuve : 18-CDE4CP-ME1C	Durée : 4 heures	Coefficient : 2	Correction 6/11

**Q 17.** En déduire le type de motorisation le plus approprié pour le stabilisateur. Justifier.  
**BRUSHLESS OUTRUNNER** car c'est le seul à remplir correctement tous les critères

**Barème proposé pour la question : 2 points**

**Activité 6 :**

**Q 18.** Calculer l'angle de rotation en° de la cloche entre les instants  $t_1$  et  $t_2$ . Cet angle correspond à ce qu'on appelle un « pas » de rotation. Le moteur tourne par « pas ».  
Par rapport à l'axe de la bobine A :

- La bobine B est à  $120^\circ$
- L'aimant 2 est à  $90^\circ$

Donc la cloche a tourné de  $120^\circ - 90^\circ = 30^\circ$

**Barème proposé pour la question : 2 points**

**Q 19.** Quel aimant sera en regard de la bobine C à l'instant  $t_3$  ? justifier  
A l'instant  $t_3$ , seule la bobine C est alimentée. Son courant est positif, elle attire donc la face Nord de l'aimant le plus proche. L'aimant 3 est attiré en face de la bobine C.

**Barème proposé pour la question : 2 points**

**Q 20.** Calculer le nombre de pas nécessaire pour que la cloche fasse un tour complet ( $360^\circ$ ) (les chronogrammes précédents se répètent indéfiniment dans le temps).  
Un pas correspond à  $30^\circ$ . Donc :  **$nb\ de\ pas = \frac{360^\circ}{30^\circ} = 12$**

**Barème proposé pour la question : 2 points**

**Q 21.** Si le moteur Brushless utilisé pour motoriser les bras du stabilisateur possède 15 bobines et 16 aimants, calculer le nombre de pas par tour du rotor. En déduire la résolution angulaire en ° du moteur (angle d'un pas).  
 **$nb\ de\ pas = n \times p = 15 \times 16 = 240$**   
D'où :  **$résolution\ angulaire = \frac{360^\circ}{nb\ de\ pas} = \frac{360^\circ}{240} = 1,5^\circ$**

**Barème proposé pour la question : 2 points**

**Q 22.** Si les chronogrammes des courants des bobines B et C (voir figure relative au courants des bobines) sont intervertis, quel est le sens de rotation de la cloche ?  
**Sens inverse de la figure (ou trigonométrie inverse) (ou encore horaire)**

**Barème proposé pour la question : 2 points**

**Q 23.** Faire le choix de la meilleure configuration pour l'appareil entre un moteur Brushless à 3 bobines et 4 aimants et un moteur Brushless à 15 bobines et 16 aimants. Justifier.  
Le meilleur choix est le moteur Brushless à 15 bobines et 16 aimants car le positionnement angulaire ( $1,5^\circ$ ) est beaucoup plus précis pour l'application considérée. Le Document DT4 indique que la précision angulaire doit être meilleure que  $2^\circ$ .

**Barème proposé pour la question : 2 points**

BTS CIM – Épreuve E4 : Conception préliminaire d'un système microtechnique			Session 2018
Code de l'épreuve : 18-CDE4CP-ME1C	Durée : 4 heures	Coefficient : 2	<b>Correction 7/11</b>

### Activité 7 :

**Q 24.** Procéder au meilleur choix entre les deux solutions ci-dessus. Justifier.

Le meilleur choix est la solution 2 car ce schéma électrique permet d'inverser le sens du courant dans la bobine LA et de l'annuler aussi.

#### Barème proposé pour la question : 2 points

**Q 25.** Relever sur cette courbe de mesure, la valeur du courant nécessaire à l'obtention du couple moteur  $C_m$  (en valeur absolue). Quel que soit la valeur obtenue à la question **Q16**, on prendra 16 Nmm.

On relève sur la courbe un courant de 1,25 A environ pour un couple de 16 Nmm.

#### Barème proposé pour la question : 2 points

**Q 26.** Choisir le meilleur couple de transistors (N-MOS, P-MOS) parmi ceux proposés dans le dossier **DT13** à **DT18** permettant d'alimenter une bobine du moteur de l'appareil. Le critère de choix sera après vérification des courants admissibles, l'optimisation des pertes par effet joules.

Tous les transistors conduisent le courant prévu (1,25 A).

Pour minimiser les pertes par effet Joule, il faut choisir les transistors MOS ayant le plus faible  $R_{DS(on)}$  donc :

Ceux du constructeur VISHAY ; le SI2333DDF et le SI2338DS

#### Barème proposé pour la question : 4 points

**Q 27.** Calculer la puissance moyenne délivrée par la batterie durant les instants  $\Delta T_{ON}$ .

Durant les instants  $\Delta T_{ON}$  on a :

$I_{bat} = 1,25 \text{ A}$  pour  $V_{BAT} = 11,1 \text{ V}$  d'où :

$$P_{\Delta T_{ON}} = I_{BAT} \times V_{BAT} = 1,25 \times 11,1 = 13,9 \text{ W}$$

#### Barème proposé pour la question : 2 points

**Q 28.** Calculer la puissance moyenne délivrée par la batterie durant les instants  $\Delta T_{OFF}$ .

Durant les instants  $\Delta T_{OFF}$  on a :

$I_{bat} = 0 \text{ A}$  d'où :  $P_{\Delta T_{OFF}} = 0 \text{ W}$

#### Barème proposé pour la question : 2 points

**Q 29.** Calculer la puissance moyenne délivrée par la batterie au cours du temps (calcul fait sur  $\Delta T_{MLI}$ ). En déduire l'autonomie de la batterie (le moteur est le composant qui consomme le plus d'énergie électrique, on néglige la consommation des autres composants électriques du stabilisateur, on ne tient pas compte des 2 autres moteurs).

Moyenne temporelle des 2 puissances précédentes :

$$P_{moyen} = \frac{P_{\Delta T_{ON}} \times \Delta T_{ON} + P_{\Delta T_{OFF}} \times \Delta T_{OFF}}{\Delta T_{ON} + \Delta T_{OFF}} = \frac{13,9 \text{ W} \times 0,75 \text{ ms} + 0 \text{ W} \times 3,55 \text{ ms}}{0,75 \text{ ms} + 3,55 \text{ ms}} = 2,4 \text{ W}$$

La batterie stocke 10,8 Wh. Donc l'autonomie est :  $\frac{10,8 \text{ Wh}}{2,4 \text{ W}} = 4 \text{ h } 30 \text{ mn}$

#### Barème proposé pour la question : 4 points

BTS CIM – Épreuve E4 : Conception préliminaire d'un système microtechnique			Session 2018
Code de l'épreuve : 18-CDE4CP-ME1C	Durée : 4 heures	Coefficient : 2	<b>Correction 8/11</b>

### Activité 8 :

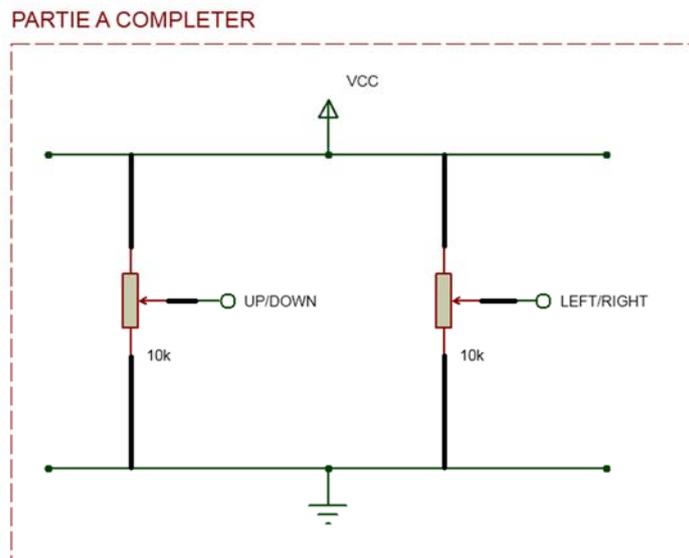
**Q 30.** À l'aide des documentations constructeurs **DT20** et **DT21** faire le choix du joystick parmi les deux composants retenus. Justifier.

La documentation constructeur du joystick switch (ou à interrupteur) indique que le schéma électrique est un interrupteur multipositions. Il ne peut pas convenir car sur chaque axe de déplacement il n'y a que 2 positions possibles de déclenchement. Or il en faut 4 dans notre application.

En revanche, le joystick pouce analogique convient car il fournit des informations proportionnelles au déplacement du bouton et ce sur les 2 axes.

**Barème proposé pour la question : 2 points**

**Q 31.** Faire le schéma électrique du joystick choisi dans le document réponse **DR3**.



**Barème proposé pour la question : 2 points**

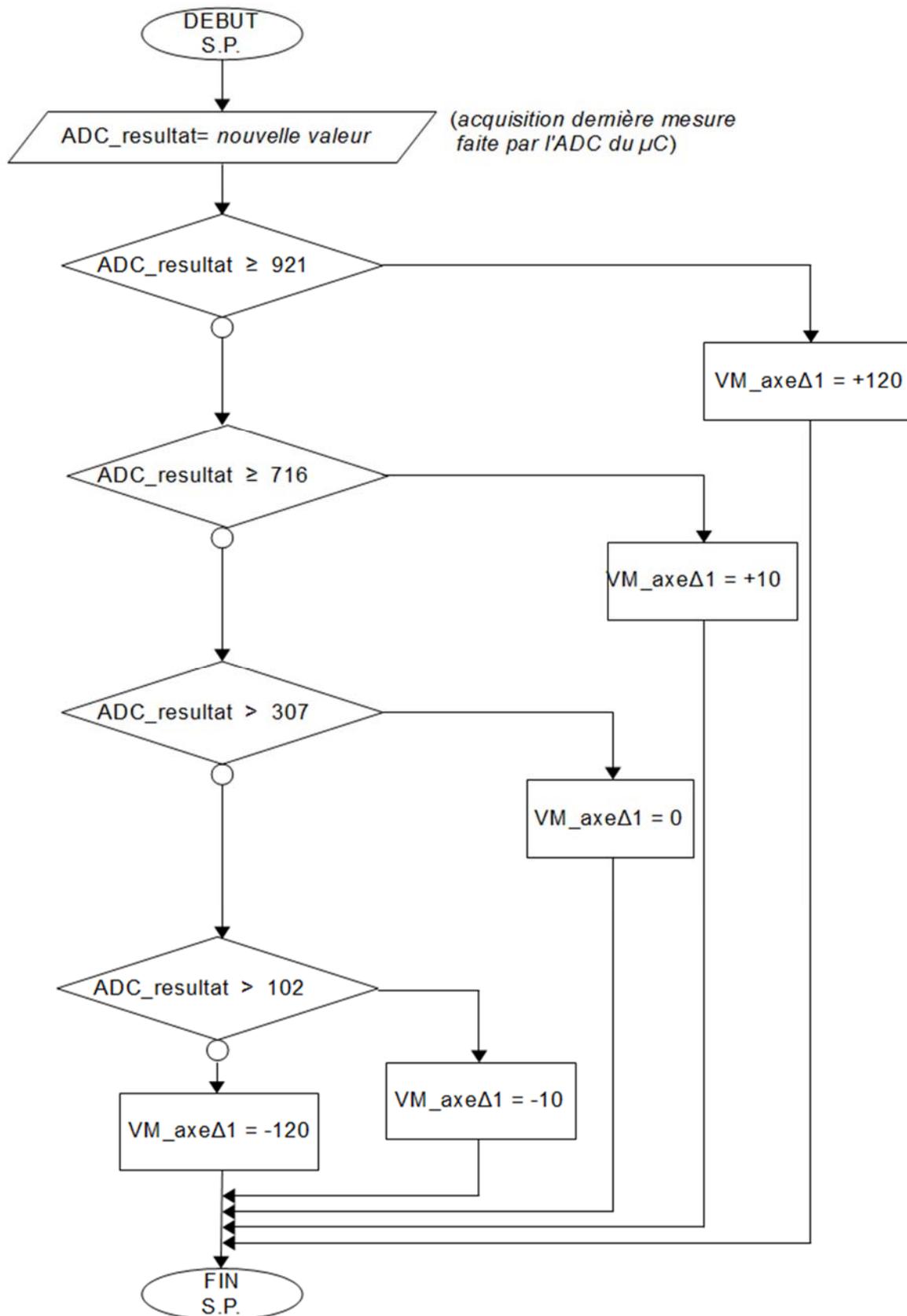
**Q 32.** Le joystick est raccordé électriquement à l'ADC du  $\mu\text{C}$ . Donner les 4 valeurs en décimal obtenues en sortie de l'ADC qui correspondent aux seuils de sélection des vitesses de rotations -  $\Omega_2$ , -  $\Omega_1$ , + $\Omega_1$  et + $\Omega_2$ . On donnera les réponses dans le tableau du **DR4**. La documentation technique de l'ADC est fournie dans le **DT23**.

On a l'équation :  $V_{LEFT/RIGHT} = \frac{5V}{10mm} \times x + 2,5V$  avec  $x \in [-5mm, +5mm]$

Vitesse de rotation	Déplacement du bouton du joystick	Tension électrique produite par le joystick	Valeur produite par l'ADC en décimal
	-5mm	0V	0
- $\Omega_2$	-4mm	<b>0,5V</b>	<b>102</b>
- $\Omega_1$	-2mm	<b>1,5V</b>	<b>307</b>
+ $\Omega_1$	+2mm	<b>3,5V</b>	<b>716</b>
+ $\Omega_2$	+4mm	<b>4,5V</b>	<b>921</b>
	+5mm	5V	1023

**Barème proposé pour la question : 6 points**

**Q 33.** Compléter dans le document réponse **DR5** le sous-programme sous forme d'algorithme, qui donne sa valeur à la variable  $VM\_axe\Delta 1$  en fonction de la variable  $ADC\_resultat$  (résultat de la conversion analogique numérique faite par l'ADC interne au  $\mu\text{C}$ ).



Barème proposé pour la question : 4 points

BTS CIM – Épreuve E4 : Conception préliminaire d'un système microtechnique	Session 2018
Code de l'épreuve : 18-CDE4CP-ME1C	Durée : 4 heures Coefficient : 2 <b>Correction 11/11</b>