



SERVICES CULTURE ÉDITIONS  
RESSOURCES POUR  
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Bordeaux pour la  
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.**

**Campagne 2010**

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

# **BTS – CONCEPTION et INDUSTRIALISATION en MICROTECHNIQUES**

SESSION 2010

## **Épreuve E 4 : Conception préliminaire d'un système microtechnique**

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 (DT 1 à DT 12)**
- **Dossier Travail Demandé (TD 1 à TD 7)**
- **Dossier Documents Réponses (DR1 à DR6)**

*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 mêmes vierges sont à remettre en fin d'épreuve.**

# **BTS – CONCEPTION et INDUSTRIALISATION en MICROTECHNIQUES**

SESSION 2010

**Épreuve E 4 : Conception préliminaire d'un système microtechnique**

Durée : 4 heures

Coefficient : 2

## **MICRO-PIPETTE DE LABORATOIRE**

### **DOSSIER TECHNIQUE**

Ce dossier comporte 13 documents repérés

DT1 : Présentation

DT2 : Analyse fonctionnelle

DT3 : Chaîne fonctionnelle et organigramme de fonctionnement

DT4 : FAST

DT5 : Schémas cinématiques de la chaîne d'action

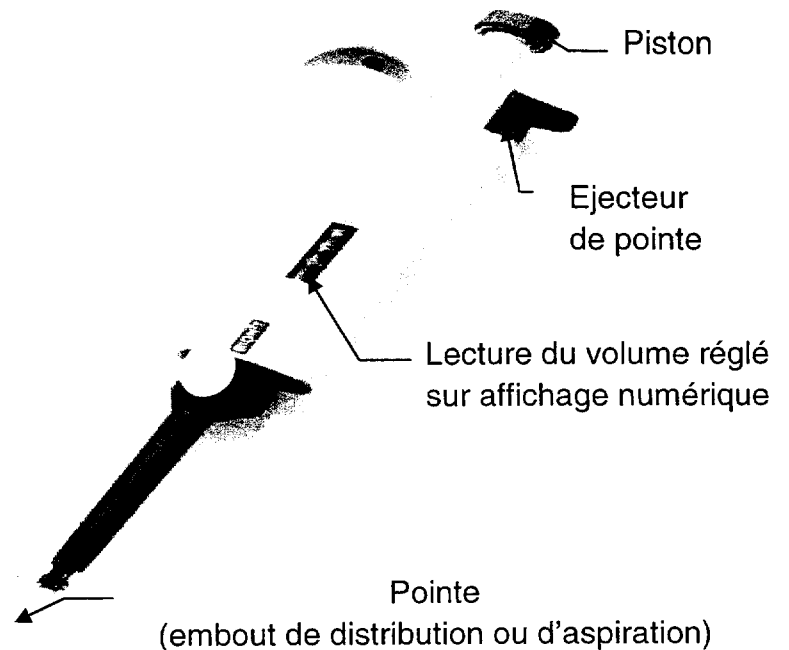
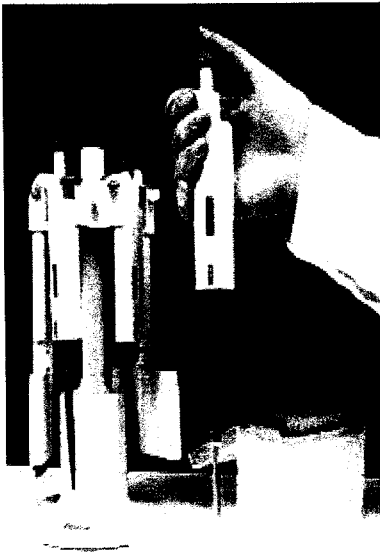
DT6 et DT7 : Documentation moteurs à courant continu

DT8 : Caractéristiques du microcontrôleur et des diodes

DT9 à DT11: Ponts en H disponibles pour la conception

DT12: Accumulateurs et packs accumulateurs disponibles pour la conception

## A. Présentation d'une micro pipette mécanique



La pipette est un matériel de laboratoire (analyse médicale, pharmaceutique, recherche, ...) permettant d'aspirer ou de distribuer (action de pipetage) une dose calibrée de liquide qui peut être visqueux, infecté...

La pipette est un instrument de dosage de précision à part entière, elle doit être qualifiée, vérifiée ou étalonnée périodiquement.

### **Objectif de l'étude :**

Evolution d'une pipette mécanique vers une pipette motorisée électronique.

La conception préliminaire portera :

- Le système motorisé permettant le pipetage.
- L'électronique embarquée permettant d'asservir le système.

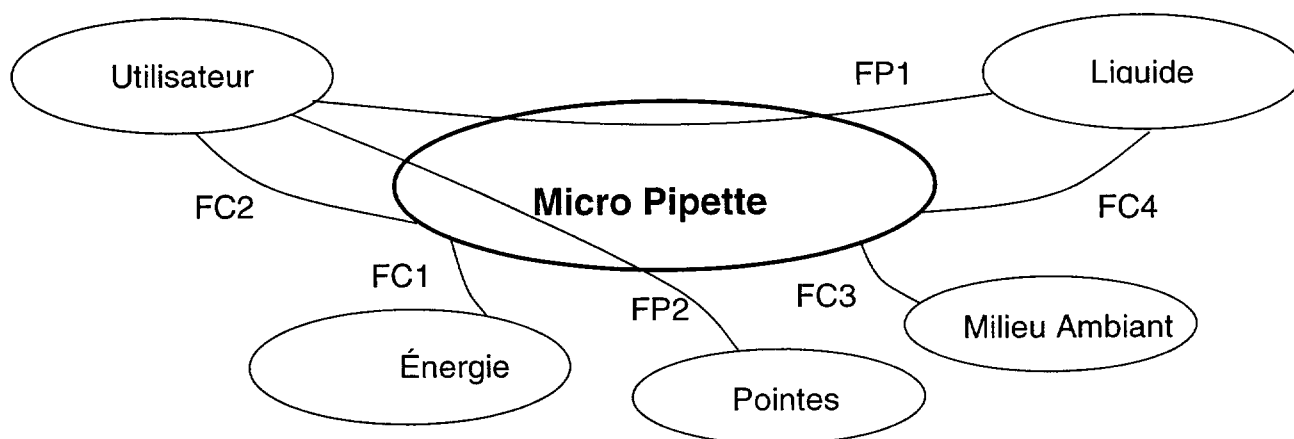
Nota : la reconception du système manuel d'éjection des pointes, afin d'améliorer l'ergonomie, est hors étude.

Cette évolution permettra :

- Action de pipetage indépendante de l'expérience de l'utilisateur.
- Meilleure justesse et répétabilité

## B. Analyse fonctionnelle (partielle)

### *Diagramme des inter-actions (méthode Apte)*



FP1 : Permettre à l'utilisateur d'aspirer ou de distribuer une dose de liquide

FP2 : Permettre à l'utilisateur d'éjecter les pointes

FC1 : Alimenter en énergie

FC2 : Etre ergonomique

FC3 : S'adapter au milieu ambiant

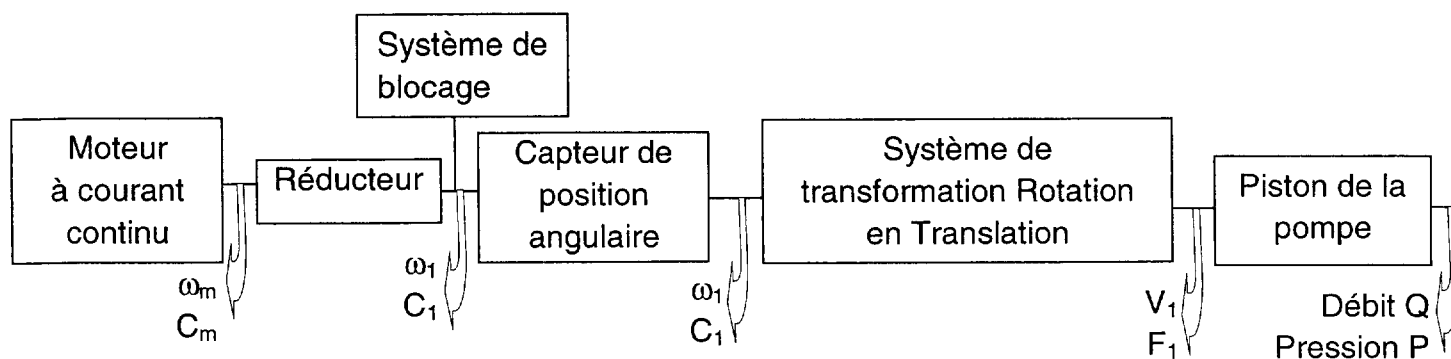
FC4 : S'adapter à différents liquides

### *Caractérisation des fonctions de service*

Fonctions	Critères	Performances
FP1	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪Volume d'une dose</li> <li>▪Vitesse de pipetage</li> <li>▪Modes de fonctionnement</li> <li>▪Purge</li> <li>▪Erreur de justesse</li> <li>▪Erreur de répétabilité</li> <li>▪Température d'utilisation</li> </ul>	De 50 à 1200 µl, incrément 10 µl 3 vitesses programmées Trois Oui 0.06 % à 0.9 % 0.05 % à 0.3 % 15° - 40°
FP2	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪Manœuvre</li> </ul>	Manuelle
FC1	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪Autonomie</li> <li>▪Tension d'alimentation</li> </ul>	500 cycles de pipetage batterie rechargeable 6 V
FC2	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪Prise en main et manipulation</li> <li>▪Manuel d'utilisation</li> </ul>	Confortable et aisée Oui
FC3	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪Étanchéité</li> </ul>	Réciproque
FC4	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪Compatibilité</li> </ul>	Tout type de liquide

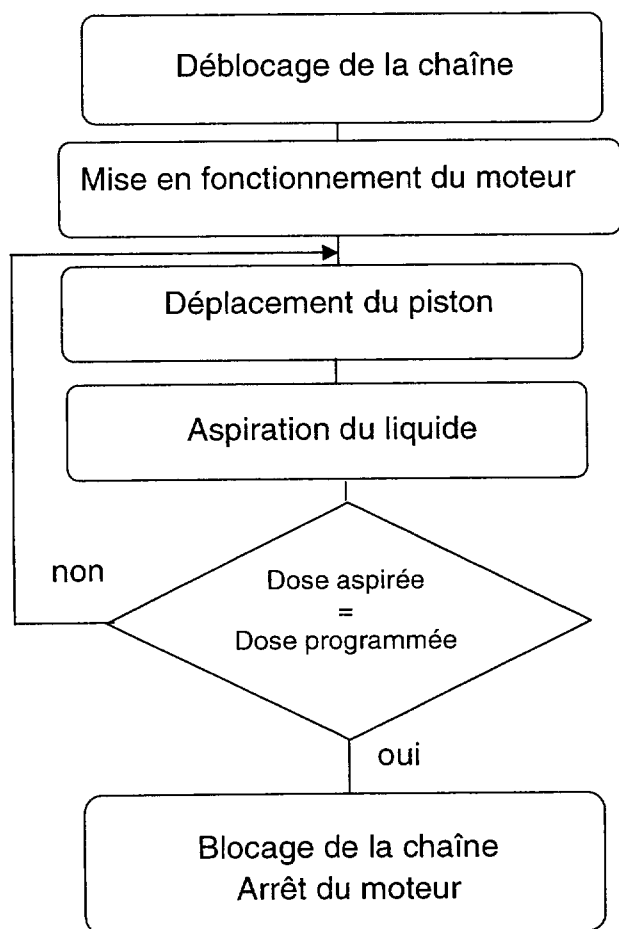
Nombre de produits prévus : 10 000 / an

### C. Chaîne fonctionnelle

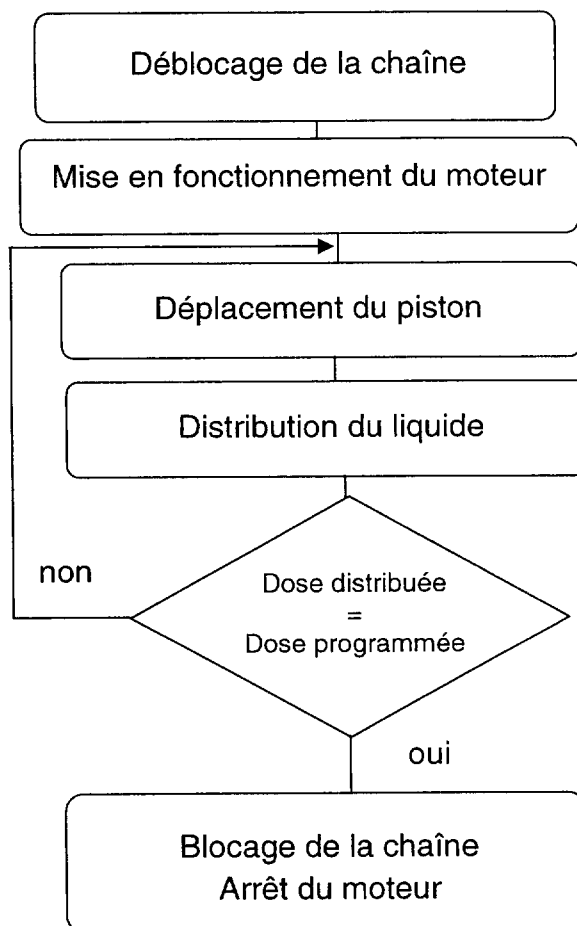


### D. Organigramme de fonctionnement

#### Aspiration d'une dose de liquide



#### Distribution d'une dose de liquide

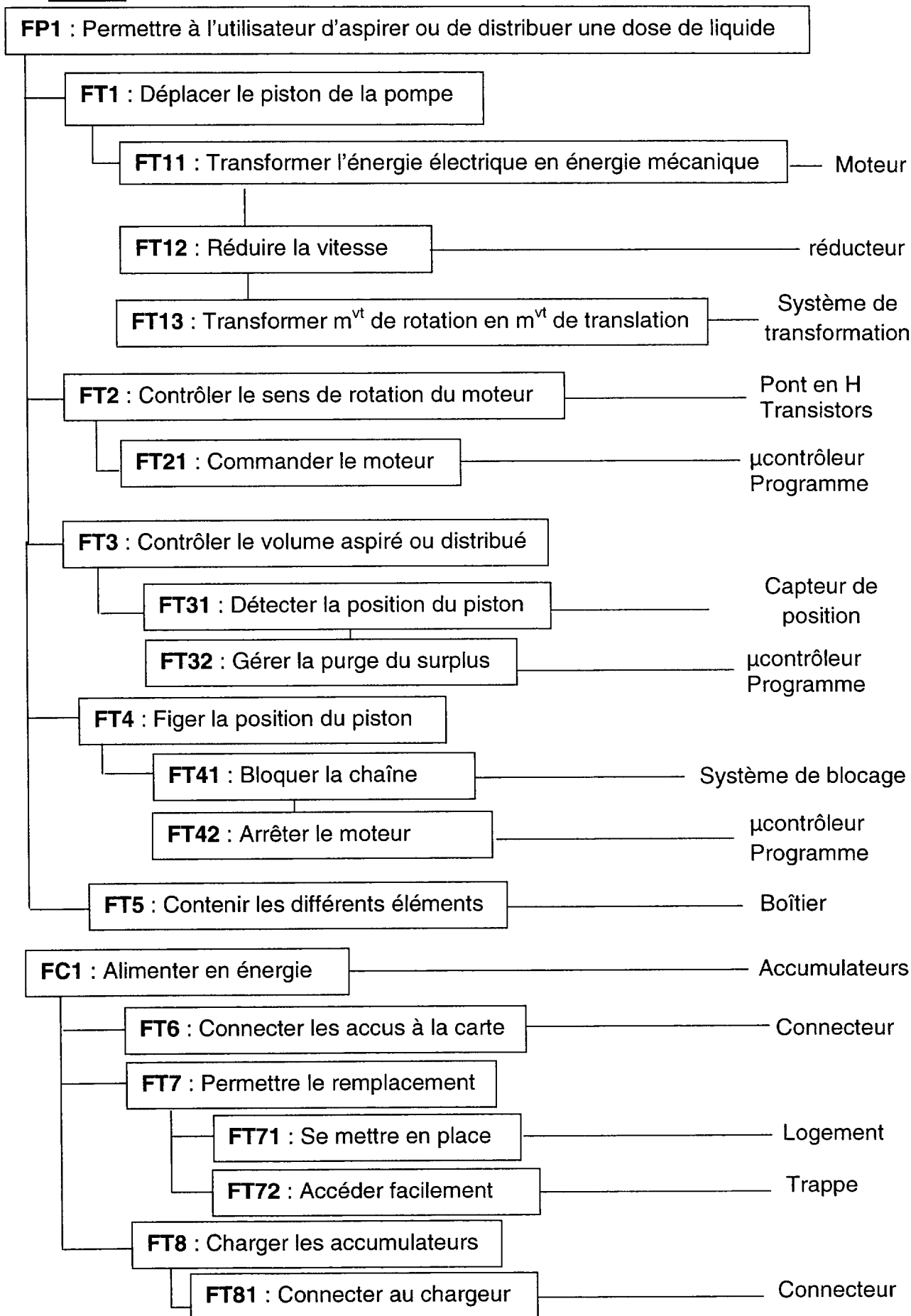


**Nota :**

La dose aspirée est supérieure à la dose programmée

La dose programmée étant distribuée, il reste du liquide dans la pompe. Le reliquat sera éjecté par une action ultérieure de l'utilisateur (purge).

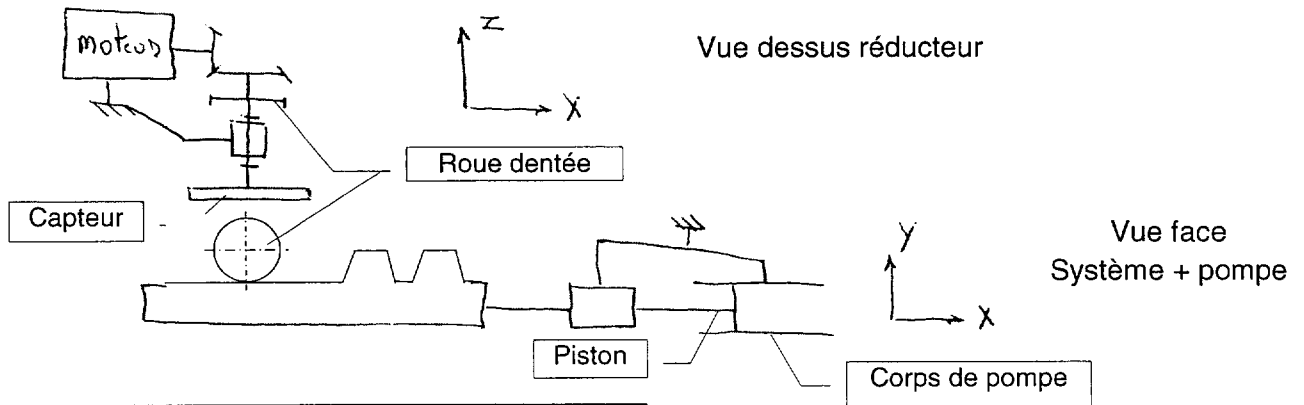
### E. FAST



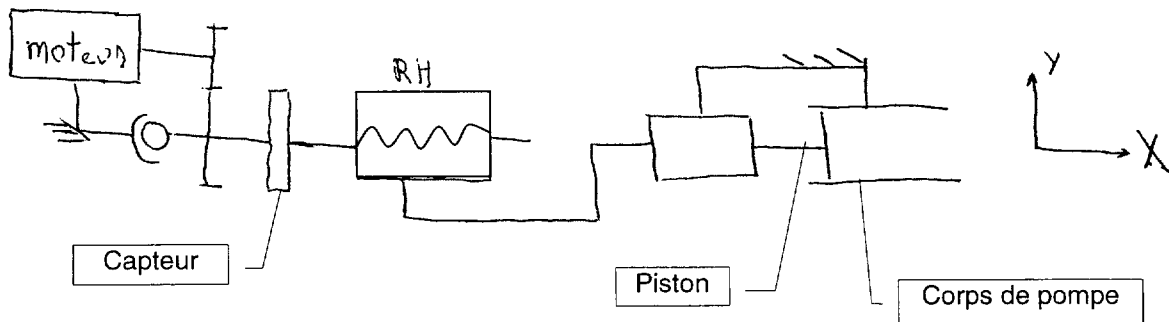
## F. Schémas cinématiques de la chaîne d'action

Trois solutions sont envisagées pour le système de transformation de mouvement :

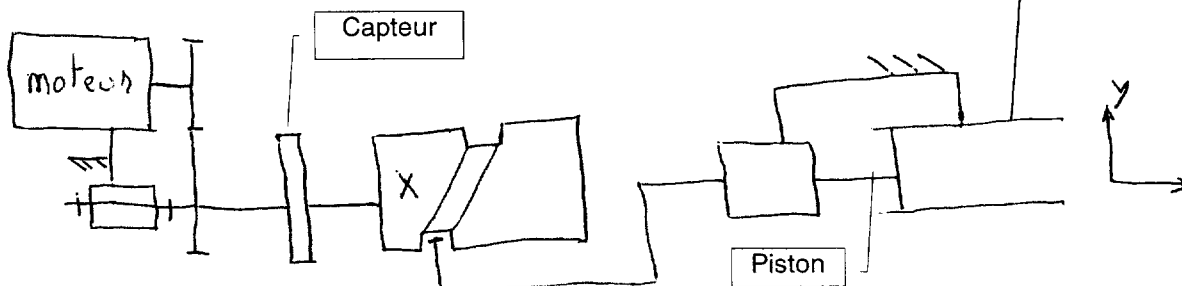
### Solution 1 : système pignon - crémaillère



### Solution 2 : système vis - écrou



### Solution 3 : came à rainure

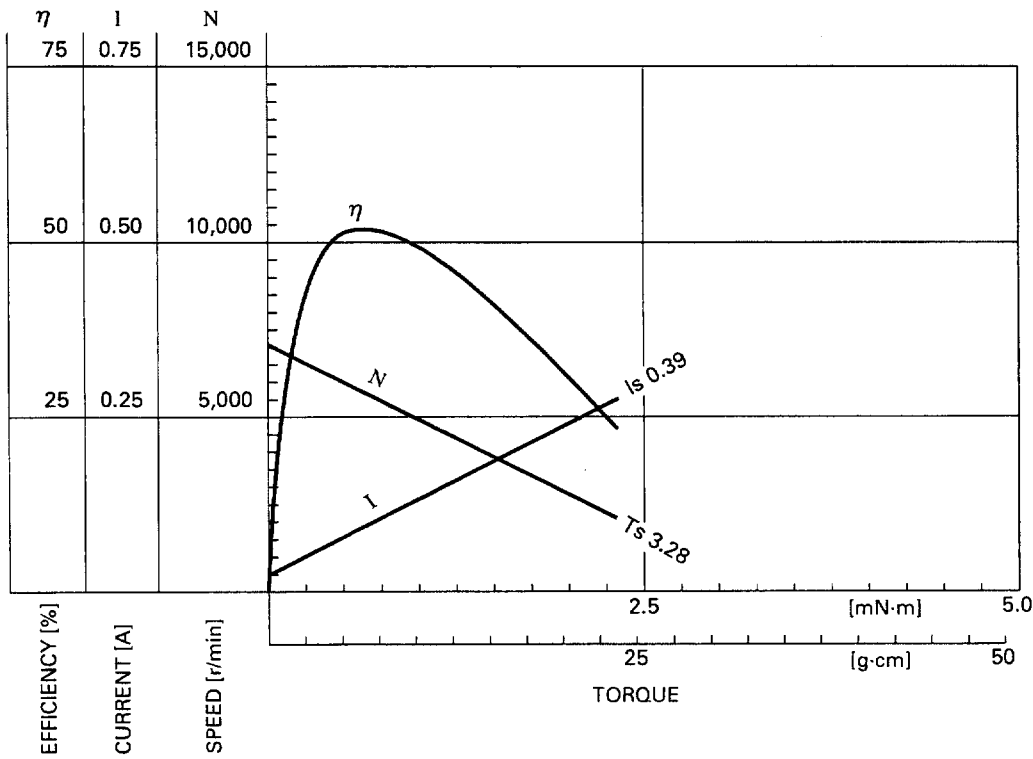




### G. Documentation moteurs à courant continu

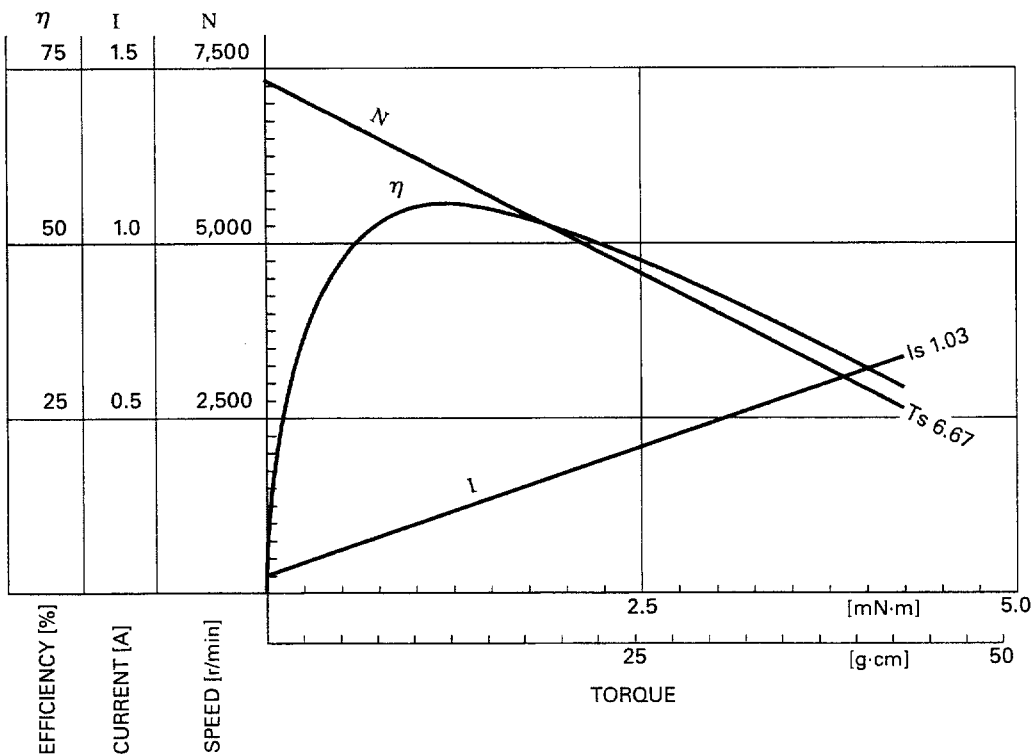
**RF-300EA-8Z485**

8.0V



**FF-130SH-14230**

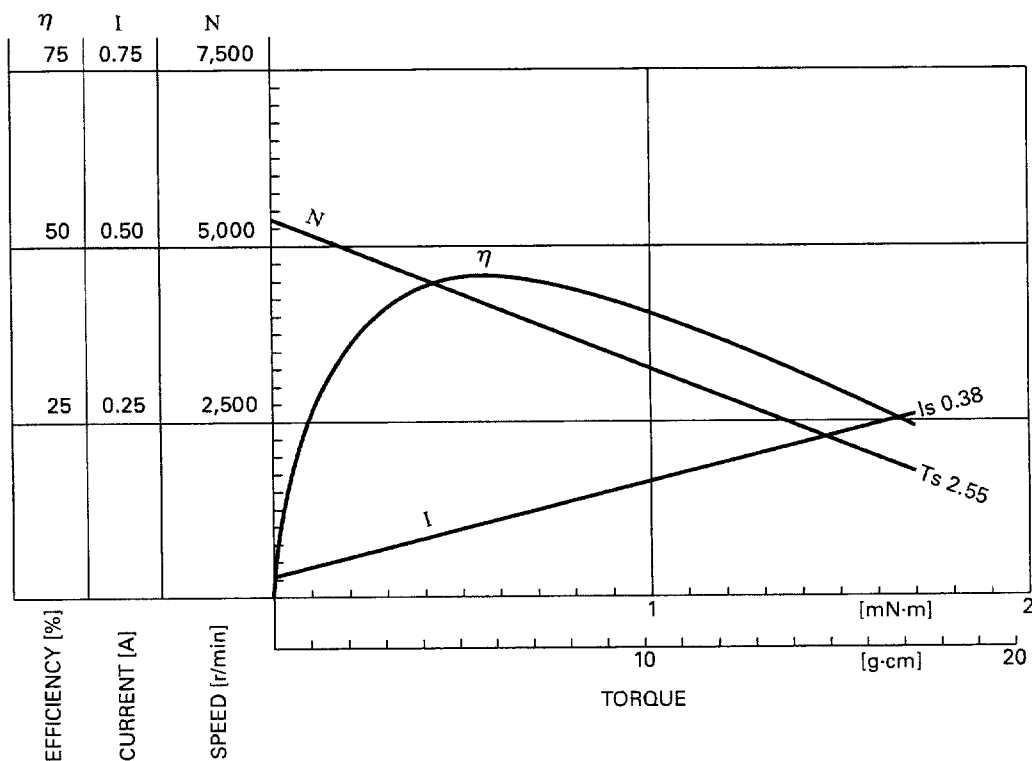
6.0V



**Documentation moteur - suite**

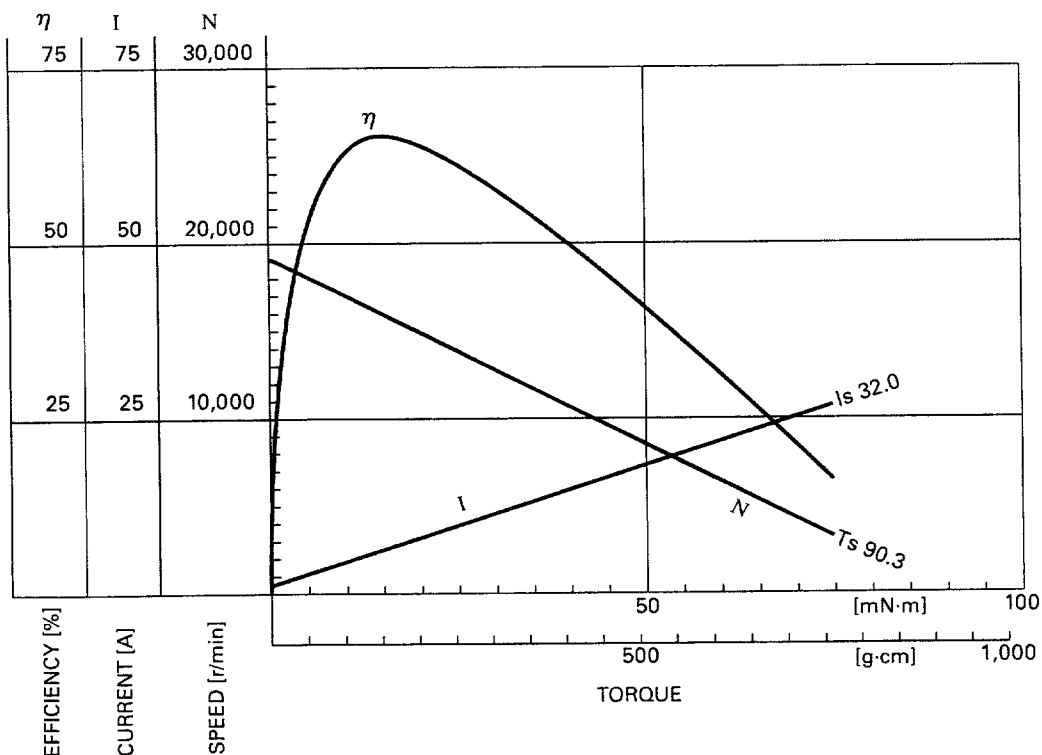
**FF-130RH-11340**

5.0V

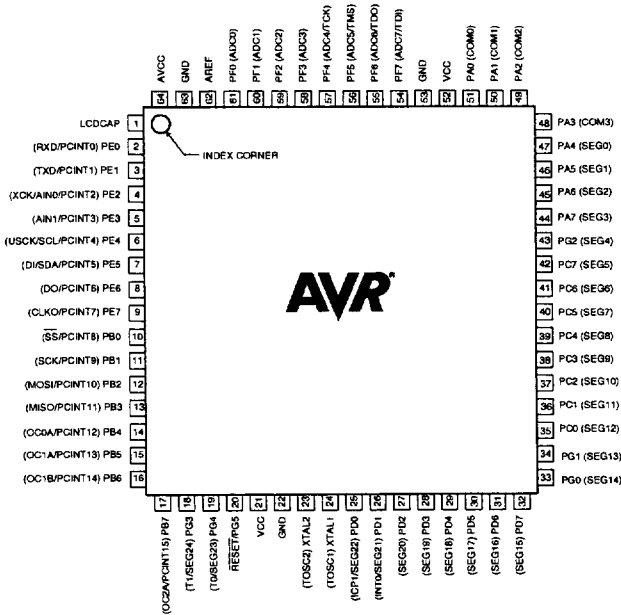


**RS-540RH-6530**

6.0V



## H. Caractéristiques du microcontrôleur



Operating Temperature .....	-55°C to +125°C
Storage Temperature .....	-65°C to +150°C
Voltage on any Pin except $\overline{\text{RESET}}$ with respect to Ground .....	-0.5V to $V_{CC}+0.5V$
Voltage on $\overline{\text{RESET}}$ with respect to Ground.....	-0.5V to +13.0V
Maximum Operating Voltage .....	6.0V
DC Current per I/O Pin .....	40.0 mA
DC Current $V_{CC}$ and GND Pins.....	400.0 mA

Le microcontrôleur utilisé est un ATMEL Mega 169P

## I. Diodes disponibles pour la conception

### Surface Mount Ultrafast Rectifier



DO-214AC (SMA)

#### TYPICAL APPLICATIONS

For use in high frequency rectification and free-wheeling application in switching mode converters and inverters for consumer, computer, automotive and telecommunication.

#### MECHANICAL DATA

Case: DO-214AC (SMA)

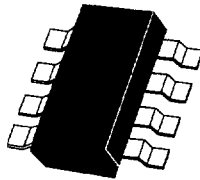
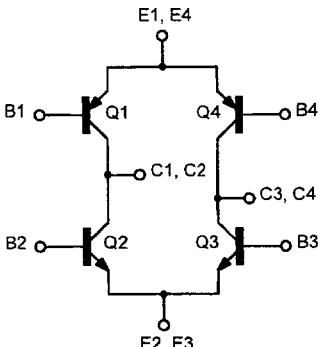
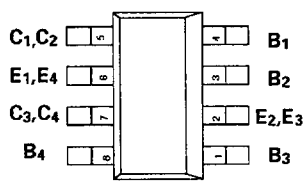
MAJOR RATINGS AND CHARACTERISTICS	
$I_{F(AV)}$	1.0 A
$V_{RRM}$	50 V to 1000 V
$I_{FSM}$	30 A
$t_{tr}$	75 ns
$V_F$	1.0 V
$T_j \text{ max.}$	150 °C

#### Version CMS

Quantité	Prix HT pour paquet de 5
1	1,49 Euros
5	1,27 Euros
20	0,74 Euros
50	0,53 Euros
100 et plus	0,47 Euros

## J. Ponts en H disponibles pour la conception

### 1. Pont ZHB6718


<b>SM-8 BIPOLAR TRANSISTOR H-BRIDGE</b>		<b>ZHB6718</b>		
PRELIMINARY DATA SHEET ISSUE B - JULY 1997				
<p><b>FEATURES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Compact package</li> <li>* Low on state losses</li> <li>* Low drive requirements</li> <li>* Operates up to 20V supply</li> <li>* 2.5 Amp continuous rating</li> </ul> <p>PARTMARKING DETAIL – ZHB6718</p>	 <p><b>SM-8</b> <b>(8 LEAD SOT223)</b></p>			
<b>ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS.</b>				
PARAMETER	SYMBOL	NPNs	PNPs	UNIT
Collector-Base Voltage	$V_{CBO}$	20	-20	V
Collector-Emitter Voltage	$V_{CEO}$	20	-20	V
Emitter-Base Voltage	$V_{EBO}$	5	-5	V
Peak Pulse Current	$I_{CM}$	6	-6	A
Continuous Collector Current	$I_C$	2.5	-2.5	A
Operating and Storage Temperature Range	$T_j; T_{stg}$	-55 to +150		°C
<b>SCHEMATIC DIAGRAM</b>		<b>CONNECTION DIAGRAM</b>		
				

#### Version CMS

Quantité	Prix unitaire HT
1 – 24	4,71 Euros
25 - 99	3,04 Euros
100 - 999	1,91 Euros
1000 et plus	1,61 Euros

Il est nécessaire d'ajouter à ce pont quatre diodes (Cf. DT8) pour obtenir le fonctionnement désiré.

2.Pont SI9986



**Si9986**  
Vishay Siliconix

## Buffered H-Bridge

**FEATURES**

- 1.0-A H-Bridge
- 200-kHz Switching Rate
- Shoot-Through Limited
- TTL Compatible Inputs
- 3.8- to 13.2-V Operating Range
- Surface Mount Packaging

**APPLICATIONS**

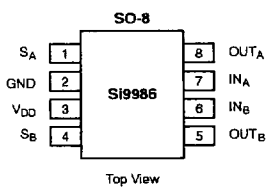
- VCM Driver
- Brushed Motor Driver
- Stepper Motor Driver
- Power Converter
- Optical Disk Drives
- Power Supplies
- High Performance Servo

**DESCRIPTION**

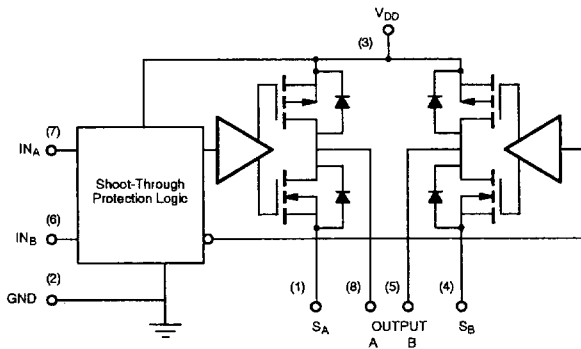
The Si9986 is an integrated, buffered H-bridge with TTL compatible inputs and the capability of delivering a continuous 1.0 A @  $V_{DD} = 12\text{ V}$  (room temperature) at switching rates up to 200 kHz. Internal logic prevents the upper and lower outputs of either half-bridge from being turned on simultaneously. Unique input codes allow both outputs to be forced low (for braking) or forced to a high impedance level.

The Si9986 is available in both standard and lead (Pb)-free, 8-pin SOIC packages, specified to operate over a voltage range of 3.8 V to 13.2 V, and the commercial temperature range of 0 to 70°C (C suffix) and the industrial temperature range of -40 to 85°C (D suffix).

**FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM, PIN CONFIGURATION AND TRUTH TABLE**



Top View



IN <sub>A</sub>	IN <sub>B</sub>	OUT <sub>A</sub>	OUT <sub>B</sub>
1	0	1	0
0	1	0	1
0	0	0	0
1	1	HIZ	HIZ

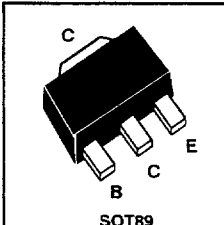
Part Number	Temperature Range	Package
Si9986CY-T1	0 to 70°C	Tape and Reel
Si9986DY-T1	-40 to 85°C	
Si9986CY-T1-E3	0 to 70°C	Lead Free Tape and Reel
Si9986DY-T1-E3	-40 to 85°C	
Si9986CY	0 to 70°C	Bulk (tubes)
Si9986DY	-40 to 85°C	

Version CMS

Quantité	Prix unitaire HT
1 – 9	3,83 Euros
10 – 99	3,45 Euros
100 - 249	3,09 Euros
250 - 499	2,80 Euros
500 et plus	2,38 Euros

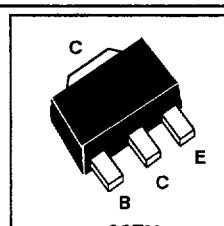
### 3. Pont à base de transistors discrets

Pont à base de 2 transistors NPN Zetex BCX68 et 2 transistors PNP Zetex BCX69

<b>SOT89 PNP SILICON PLANAR MEDIUM POWER TRANSISTOR</b> <small>ISSUE 2 – FEBRUARY 1995</small>	<b>BCX69</b>
<b>FEATURES</b> * High gain and low saturation voltages  COMPLEMENTARY TYPE – BCX68  PARTMARKING DETAIL – BCX69 – CJ BCX69-16 – CG BCX69-25 – CH	 <p style="text-align: center; font-size: 0.8em;">SOT89</p>

**ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS.**

PARAMETER	SYMBOL	VALUE	UNIT
Collector-Base Voltage	$V_{CBO}$	-25	V
Collector-Emitter Voltage	$V_{CEO}$	-20	V
Emitter-Base Voltage	$V_{EBO}$	-5	V
Peak Pulse Current	$I_{CM}$	-2	A
Continuous Collector Current	$I_C$	-1	A
Power Dissipation at $T_{amb}=25^\circ C$	$P_{tot}$	1	W
Operating and Storage Temperature Range	$T_j; T_{stg}$	-65 to +150	$^\circ C$

<b>SOT89 NPN SILICON PLANAR MEDIUM POWER TRANSISTOR</b> <small>ISSUE 2 – FEBRUARY 1995</small>	<b>BCX68</b>
<b>FEATURES</b> * High gain and low saturation voltages  COMPLEMENTARY TYPE – BCX69  PARTMARKING DETAIL – BCX68 – CE BCX68-16 – CC BCX68-25 – CD	 <p style="text-align: center; font-size: 0.8em;">SOT89</p>


**ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS.**

PARAMETER	SYMBOL	VALUE	UNIT
Collector-Base Voltage	$V_{CBO}$	25	V
Collector-Emitter Voltage	$V_{CEO}$	20	V
Emitter-Base Voltage	$V_{EBO}$	5	V
Peak Pulse Current	$I_{CM}$	2	A
Continuous Collector Current	$I_C$	1	A
Power Dissipation at $T_{amb}=25^\circ C$	$P_{tot}$	1	W
Operating and Storage Temperature Range	$T_j; T_{stg}$	-65 to +150	$^\circ C$


Pour le PNP Zetex BCX69		Pour le NPN Zetex BCX68	
Quantité	Prix unitaire HT	Quantité	Prix unitaire HT
5 - 20	0,27 Euros	5 - 20	0,47 Euros
25 - 95	0,186 Euros	25 - 95	0,30 Euros
100 - 245	0,158 Euros	100 - 245	0,193 Euros
250 - 995	0,151 Euros	250 - 995	0,161 Euros
1000 et plus	0,144 Euros	1000 et plus	0,134 Euros

Il est nécessaire d'adjoindre à ce pont quatre diodes (Cf. DT8) pour obtenir le fonctionnement désiré.

## K. Accumulateurs disponibles pour la conception



# Rechargeable Cells



## Rechargeable Button Cells

### Ni-MH Button Cells

Type*	Dimension (mm)			Weight (g)	Nominal voltage (V)	Typical capacity (5 h-rate)	Nominal capacity (5 h-rate)	Continuous discharge current	Charge current 14 hrs
	Ø	w	h						
V15H	11.5		3.1	1.2	1.2	15 mAh	11 mAh	2.2 mA	1.4 mA
V40H	11.5		5.35	1.7	1.2	40 mAh	40 mAh	8 mA	4 mA
V80H	15.5		6.0	4.0	1.2	80 mAh	70 mAh	14 mA	7 mA
V150H	25.6	14.1	5.9	6.0	1.2	150 mAh	140 mAh	28 mA	14 mA
V250H	25.1		6.7	10.0	1.2	250 mAh	240 mAh	48 mA	24 mA
V300H	25.1		8.8	12.0	1.2	320 mAh	280 mAh	56 mA	28 mA
CP300H	25.1		7.55	11.0	1.2	300 mAh	280 mAh	28 mA	28 mA

Note: V110H: l - 25.6 (-0.2 mm) b = 14.1 (-0.2mm)

## L. Packs accumulateurs disponibles pour la conception

### Ni-MH Mempac Range

Type	Dimensions (mm)			Weight (g)	Nominal voltage (V)	Pin Out Dimension A (mm)	Typical capacity (5h-rate)	Charge current 14 hours
	l/Ø	w	h					
3/V15H	12.0		10.5	3.3	3.6	10.1 unpol.	15 mAh	1.1 mA
2/V40H*	12.5		10.9	3.6	2.4	11.2 pol.	40 mAh	3 mA
3/V40H*	12.5		16.4	5.4	3.6	17.0 pol.	40 mAh	3 mA
2/V80H	16.5		12.2	8.3	2.4	12.7 pol.	80 mAh	6 mA
3/V80H	16.5		18.3	12.5	3.6	19.1 pol.	80 mAh	6 mA
1/V150H	25.6	14.1	5.9	6.2	1.2	6.35 pol.	150 mAh	11 mA
2/V150H	26.8	15.3	11.9	12.7	2.4	12.8 pol.	150 mAh	11 mA
3/V150H	26.8	15.3	18.0	19.0	3.6	18.8 pol.	150 mAh	11 mA
4/V150H	26.8	15.3	24.0	25.6	4.8	24.8 pol.	150 mAh	11 mA
5/V150H	26.8	15.3	30.0	32.2	6.0	30.8 pol.	150 mAh	11 mA
2/V250H	26.3		13.5	20.4	2.4	13.7 pol.	250 mAh	20 mA
3/V250H	26.3		20.1	30.6	3.6	20.4 pol.	250 mAh	20 mA
3/V300H	26.3		26.7	37.1	3.6	26.6 pol.	320 mAh	30 mA
5/V300H	26.3		44.5	61.5	6.0	43.7 pol.	320 mAh	30 mA

Note: The above represent popular assemblies. Varta button cells can be used however to produce other variants. Varta Ni-MH button cell assemblies are 100% interchangeable with Ni-Cd size equivalents.



# BTS – CONCEPTION et INDUSTRIALISATION en MICROTECHNIQUES

SESSION 2010

**Épreuve E 4 : Conception préliminaire d'un système microtechnique**

Durée : 4 heures

Coefficient : 2

## MICRO-PIPETTE DE LABORATOIRE

### DOSSIER TRAVAIL DEMANDÉ

*Temps conseillé*

Lecture du sujet : 30 min
------------------------------

#### Etude de la fonction FP1

Activité 1 : 15 min
Activité 2 : 25 min
Activité 3 : 20 min
Activité 4 : 15 min
Activité 5 : 20 min
Activité 6 : 20 min
Activité 7 : 20 min
Activité 8 : 15 min
Activité 9 : 20 min

#### Etude de la fonction FC1

Activité 10 : 20 min
Activité 11 : 20 min



**A- Etude de la fonction FP1**

Permettre à l'utilisateur d'aspirer ou de distribuer une dose de liquide

**FT 13 – Activité 1 : Choix du système de transformation du mouvement**

**Données**

- Déplacement maximal du piston  $L = 34 \text{ mm}$  (pipetage de  $1200 \mu\text{l}$ )
- L'aspiration ou la distribution de liquide se fait par incrément de  $10 \mu\text{l}$  ( $10 \text{ mm}^3$ )
- Pour la solution 2, le pas de la vis sera de  $0.5 \text{ mm}$
- Le contrôle du moteur s'effectue par l'intermédiaire du capteur

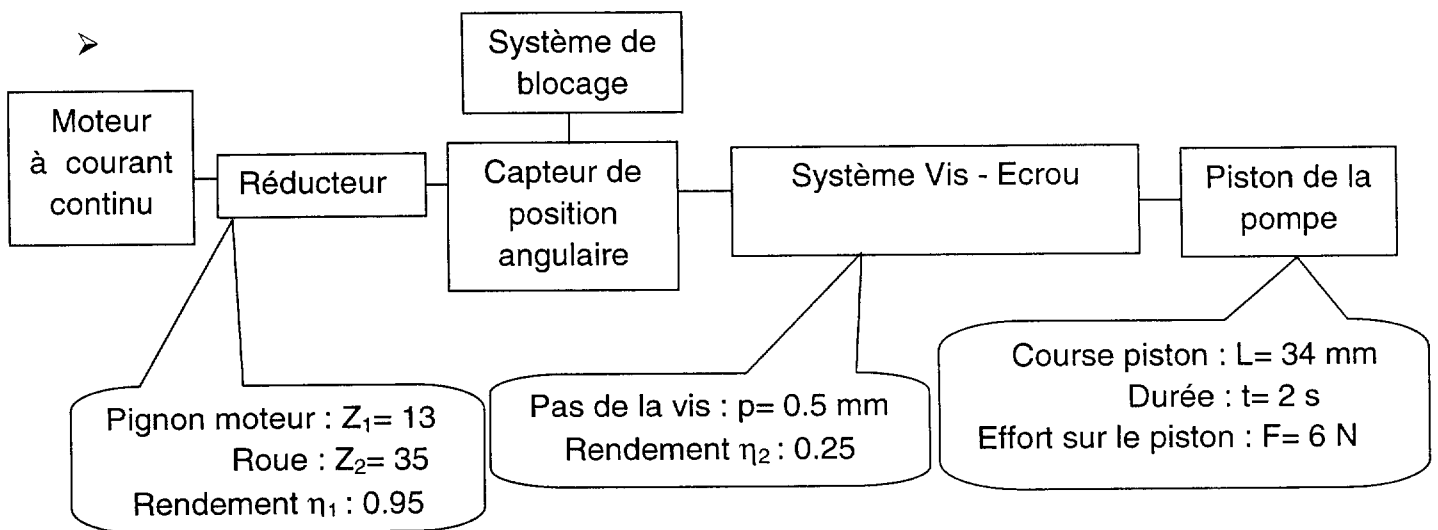
1)- **Question** : Entre les trois solutions proposées pour réaliser le système de transformation de mouvement, laquelle est la plus pertinente ? Compléter le tableau de décision du document réponse.

Répondre sur le document réponse DR1

**FT 11 - Activité 2 : Choix du moteur**

**Données**

- Des expériences ont permis de connaître l'effort résistant pour manœuvrer le piston dû à l'étanchéité nécessaire entre le corps et le piston pour assurer un bon pipetage.
- Système de transformation de mouvement retenu : système vis - écrou



2)- **Question** : En prenant en compte le rapport de transmission du réducteur et la vitesse de rotation de la vis, déterminer la fréquence de rotation du moteur, notée  $N_m$ .

Répondre sur Copie

3)- **Question** : Déterminer le couple moteur, noté  $C_m$ .

Répondre sur Copie

4)- **Question** : Choisir un moteur parmi ceux proposés dans les documents techniques.

Répondre sur Copie

---

### **FT2 - Activité 3 : Contrôler le sens de rotation du moteur**

Il est nécessaire de commander le moteur dans les deux sens de rotation, une première étude a permis de choisir une structure de type « pont en H » à transistors qui sera commandée par le microcontrôleur.

#### **Données**

- On supposera que notre moteur sera alimenté sous une tension de 6V et qu'il consommera au maximum un courant de 130mA.
- On envisage une série de 5000 produits.
- On estime le coût d'étude horaire à 60 €.
- On donne les temps d'étude pour chaque solution :
  - ZHB6718 : 3 heures
  - SI9986 : 1 heure
  - BCX68 et BCX69 : 8 heures
- On fait l'hypothèse que les différences d'encombrement sont négligeables et que les coût de fabrication des cartes électroniques sont quasi identiques.

5)- **Question** : En s'aidant des caractéristiques électriques du microcontrôleur, justifier la nécessité d'interfacer le moteur au microcontrôleur par l'intermédiaire d'un pont en H à transistors.

*Répondre sur Copie*

6)- **Question** : Choisir la solution la mieux adaptée prenant en compte les critères suivants :

- Performances électriques
- Coût

*Répondre sur Copie*

---

### **FT21 - Activité 4 : Commander le moteur**

Au niveau du microcontrôleur on prévoit d'utiliser quatre sorties logiques pour la commande du pont en H. Les signaux des quatre sorties seront nommés respectivement A, B, C et D. En fonction du sens de rotation désiré ces signaux devront prendre les états logiques donnés dans le tableau ci-dessous:

	Sens horaire	Sens anti-horaire
A	0	1
B	1	0
C	0	1
D	1	0

7)- **Question** : En s'aidant de ce tableau, compléter sur le Document DR1 les liaisons entre le microcontrôleur et le pont en H.

Répondre sur le document réponse DR1

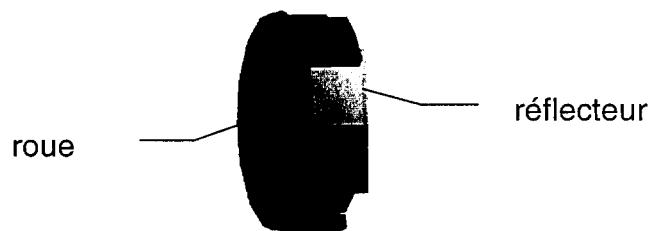
### **FT31 - Activité 5 : Conception du système de détection de la position du piston**

Pour déterminer le volume aspiré ou distribué, il faut détecter la position du piston. La détection est réalisée par un capteur angulaire de position.

Une première étude a permis de choisir une solution basée sur une roue avec x lamelles axiales associée avec un réflecteur. Cet ensemble est en sortie du réducteur.

Un capteur optique à réflexion est fixé sur la carte électronique afin de transmettre les informations au microcontrôleur.

Capteur angulaire de position :



Une entrée logique du microcontrôleur (signal POS\_ROUE) est utilisée pour récupérer l'information issue du capteur optique à réflexion.

- 8)- Question :** Compléter l'extrait de schéma structurel du Document DR2 afin d'obtenir un niveau logique haut quand le capteur est face à une partie non-réfléchissante de la roue et un niveau logique bas quand le capteur est face à une partie réfléchissante.

*Répondre sur le document réponse DR2*

---

Sachant que l'on désire pouvoir distribuer une quantité de liquide de 50 $\mu$ l à 1200 $\mu$ l par incrément de 10 $\mu$ l, on souhaite définir l'angle de rotation minimal de la roue. La tolérance acceptée sur les 10  $\mu$ l est de 1,8  $\mu$ l. Connaissant cet angle on pourra en déduire le nombre de fenêtres présentes sur la roue.

#### **Données**

- 1,8 $\mu$ l = 1,8 mm<sup>3</sup>
- Pas de la vis : p = 0.5 mm
- Rayon intérieur du corps de pompe : R = 3,35 mm
- Définition d'une fenêtre : elle est composée d'un secteur opaque et d'un secteur réfléchissant. Les deux sont de géométrie identique.

- 9)- **Questions** : Déterminer le déplacement du piston correspondant à l'aspiration ou à la distribution de  $1.8 \text{ mm}^3$  de liquide.  
Déterminer l'angle de rotation minimal de la roue.  
En déduire le nombre de fenêtres.

*Répondre sur Copie*

---

**FT4 - Activité 6 : Conception d'un système permettant de ne pas altérer la dose distribuée**

L'arrêt de la distribution est réalisé par la mise hors tension du moteur et le blocage de la chaîne cinématique au niveau du capteur angulaire de position.

Le capteur angulaire de position est celui déterminé dans l'activité précédente.

Le système de blocage est un électroaimant miniature.

**Problème posée :**

Lors d'essai sur une maquette, il a été constaté le problème suivant :

- Le réducteur continue de tourner et provoque la détérioration du système de blocage par obstacle.

- 10)- **Question** : Quel système mécanique faut-il interposer dans la chaîne de transmission de mouvement et à quel niveau de celle-ci afin d'annuler le problème évoqué précédemment ?

*Répondre sur Copie*

- 11)- **Question** : Faites un schéma technologique montrant la constitution de la solution proposée.

*Répondre sur Copie*

---

**FT1 - Activité 7 : Recherche d'une solution pour la liaison piston - cylindre**

- 12)- **Question** : Concevoir à main levée la liaison glissière Piston – Cylindre de la pompe du schéma cinématique retenu.

*Nota* : Le candidat veillera à représenter sa conception de la façon la plus compréhensible possible. A cet effet, toute vue supplémentaire pourra être ajoutée.

*Répondre sur le document réponse DR3*

---

**FT1 - Activité 8 : Conception de la liaison rotule**

**Données**

- Schéma cinématique retenu
- La liaison rotule est réalisée par un roulement à une rangée de billes à contact radial
- Roulement :  $d = \varnothing 4 \text{ mm}$ ,  $D = \varnothing 9 \text{ mm}$ ,  $B = 2.5 \text{ mm}$

**13)- Question :** Concevoir à main levée la liaison rotule entre la vis et le réflecteur. Ce dernier est l'élément fixe de la conception.

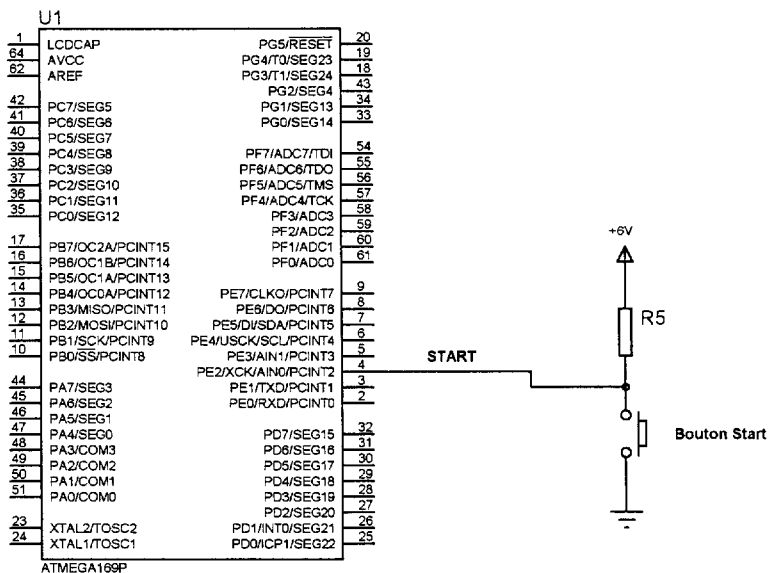
*Nota :* Le candidat veillera à représenter sa conception de la de la façon la plus compréhensible possible. A cet effet, toute vue supplémentaire pourra être ajoutée.

*Répondre sur le document réponse DR4*

**FT32 - Activité 9 : Gestion de la purge automatique**

En dehors du clavier de sélection des vitesses d'aspiration et de distribution du volume, nous prévoyons l'ajout d'une touche Start qui déclenche toutes les opérations mécaniques: aspiration et distribution de liquide. Lors d'une aspiration, la pipette aspire toujours un volume supérieur (d'environ 20µl) à celui programmé afin d'assurer un volume de distribution correct. En fin de distribution, la pipette peut purger automatiquement ou pas le surplus restant. Ce choix se fait à l'aide de la touche Start.

**14)- Question :** En s'aidant de l'extrait de schéma structurel de câblage de la touche Start donné ci-dessous, compléter le tableau du document réponse DR5 indiquant le niveau logique du signal START quand la touche est enfoncée et quand elle est relâchée.



*Répondre sur le document réponse DR5*

Un cycle d'aspiration et distribution se déroule de la manière suivante:

- l'utilisateur appuie puis relâche la touche Start: aspiration du volume programmé (augmenté de 20 $\mu$ l);
- l'utilisateur appuie à nouveau sur la touche Start: distribution du volume programmé;
- si à la fin de la distribution la touche Start est relâchée, la pipette effectue la purge du volume en surplus, sinon elle attend que la touche Start soit relâchée pour effectuer la purge.

**15)- Question** : Compléter l'organigramme de gestion d'un cycle donné en Document DR5.

*Répondre sur le document réponse DR5*

---

## **B- Etude de la fonction FC1** (Alimenter en énergie)

---

### ***FT6 - Activité 10 : Choix des accumulateurs***

Nous voulons pouvoir assurer une autonomie d'une journée avec recharge en fin de cette journée d'utilisation. Une journée d'utilisation correspond à 500 cycles de pipetage (un cycle = une aspiration + une distribution avec purge comprise).

Un cycle type présentera un temps d'aspiration de 3s et un temps de distribution purge comprise d'une durée de 3s.

#### **Données**

- L'électronique (afficheur, microcontrôleur, etc.) consomme un courant moyen de 3mA;
- Le moteur consomme en moyenne durant un cycle 60mA;
- L'électroaimant utilisé pour bloquer ou débloquer la roue codeuse consomme 80mA en mode déblocage.

**16)- Question** : Calculer la capacité nominale des accumulateurs nécessaire pour assurer l'autonomie désirée.

*Répondre sur Copie*

**17)- Question** : Choisir en justifiant le nombre et le type d'accumulateurs.

*Répondre sur Copie*

**18)-** Les accumulateurs choisis sont directement disponibles chez le constructeur sous forme de « pack ».

Un pack d'accumulateurs est un assemblage de plusieurs accumulateurs formant ainsi un seul élément, parfois appelé bloc, présentant une seule borne positive et une seule borne négative. L'utilisation d'un pack simplifie l'intégration de la source d'énergie électrique dans de nombreux appareils.

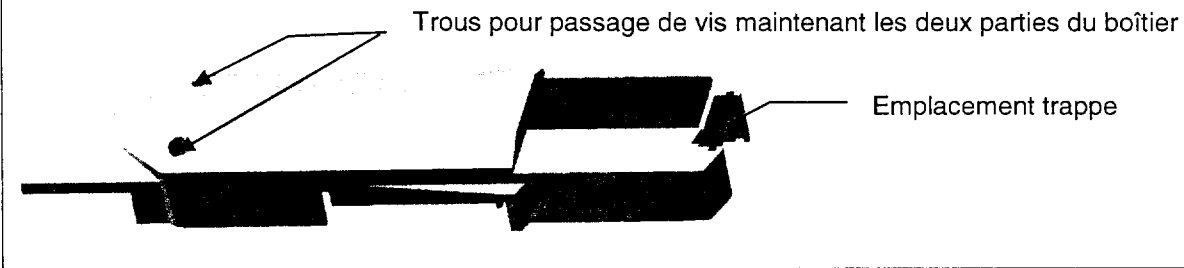
**Question** : Choisir le pack d'accumulateurs.

*Répondre sur Copie*

**FT72 - Activité11 : Accéder facilement au bloc accus****Données**

- La recharge des accumulateurs se fait par l'intermédiaire d'un connecteur extérieur, donc sans ouverture de la trappe.
- La trappe est utile pour changer le bloc accus.
- Forme générale du boîtier accueillant la trappe. Des modifications « légères » sont permises hors les zones réservées.

Formes préliminaires du corps inférieur du boîtier issu de la maquette d'essai



**19)- Question** : Concevoir à main levée la trappe recouvrant les accumulateurs.

*Nota* : Le candidat veillera à représenter sa conception de la de la façon la plus compréhensible possible. A cet effet, toute vue supplémentaire pourra être ajoutée.

*Répondre sur le document réponse DR6*

# BTS – CONCEPTION et INDUSTRIALISATION en MICROTECHNIQUES

SESSION 2010

**Épreuve E 4 : Conception préliminaire d'un système microtechnique**

Durée : 4 heures

Coefficient : 2

## MICRO-PIPETTE DE LABORATOIRE

### DOSSIER TRAVAIL DEMANDÉ

*Temps conseillé*

Lecture du sujet : 30 min
------------------------------

#### Etude de la fonction FP1

Activité 1 : 15 min
Activité 2 : 25 min
Activité 3 : 20 min
Activité 4 : 15 min
Activité 5 : 20 min
Activité 6 : 20 min
Activité 7 : 20 min
Activité 8 : 15 min
Activité 9 : 20 min

#### Etude de la fonction FC1

Activité 10 : 20 min
Activité 11 : 20 min



**A- Etude de la fonction FP1**

Permettre à l'utilisateur d'aspirer ou de distribuer une dose de liquide

**FT 13 – Activité 1 : Choix du système de transformation du mouvement****Données**

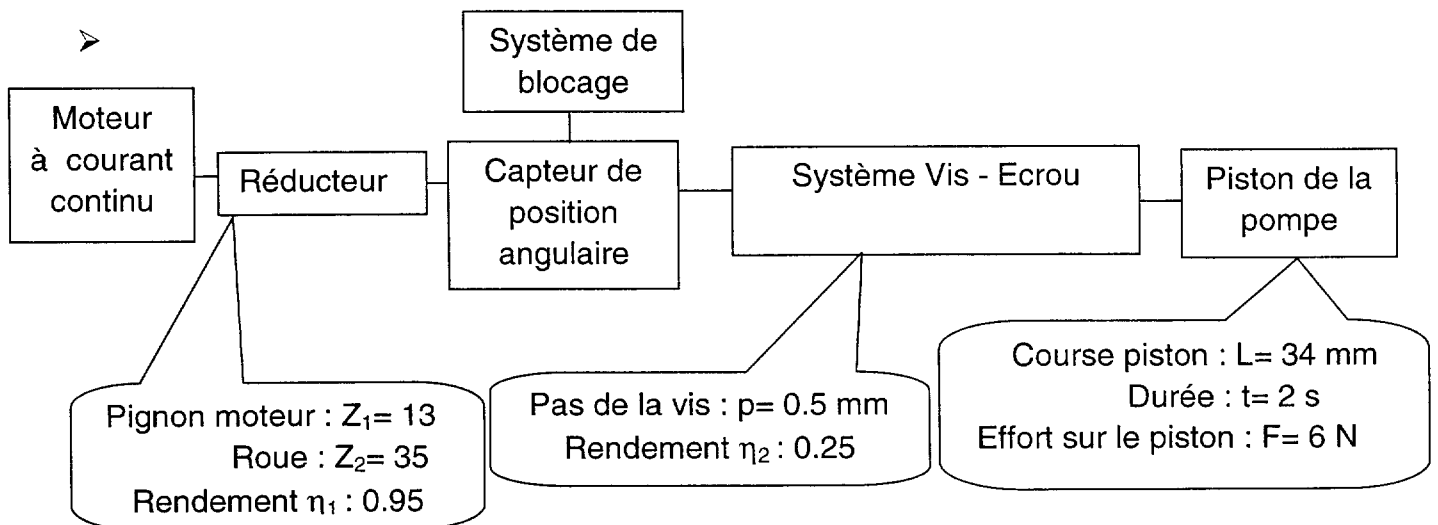
- Déplacement maximal du piston  $L = 34 \text{ mm}$  (pipetage de  $1200 \mu\text{l}$ )
- L'aspiration ou la distribution de liquide se fait par incrément de  $10 \mu\text{l}$  ( $10 \text{ mm}^3$ )
- Pour la solution 2, le pas de la vis sera de  $0.5 \text{ mm}$
- Le contrôle du moteur s'effectue par l'intermédiaire du capteur

1)- **Question** : Entre les trois solutions proposées pour réaliser le système de transformation de mouvement, laquelle est la plus pertinente ? Compléter le tableau de décision du document réponse.

Répondre sur le document réponse DR1

**FT 11 - Activité 2 : Choix du moteur****Données**

- Des expériences ont permis de connaître l'effort résistant pour manœuvrer le piston dû à l'étanchéité nécessaire entre le corps et le piston pour assurer un bon pipetage.
- Système de transformation de mouvement retenu : système vis - écrou



2)- **Question** : En prenant en compte le rapport de transmission du réducteur et la vitesse de rotation de la vis, déterminer la fréquence de rotation du moteur, notée  $N_m$ .

Répondre sur Copie

3)- **Question** : Déterminer le couple moteur, noté  $C_m$ .

Répondre sur Copie

4)- **Question** : Choisir un moteur parmi ceux proposés dans les documents techniques.

Répondre sur Copie

---

### **FT2 - Activité 3 : Contrôler le sens de rotation du moteur**

Il est nécessaire de commander le moteur dans les deux sens de rotation, une première étude a permis de choisir une structure de type « pont en H » à transistors qui sera commandée par le microcontrôleur.

#### **Données**

- On supposera que notre moteur sera alimenté sous une tension de 6V et qu'il consommera au maximum un courant de 130mA.
- On envisage une série de 5000 produits.
- On estime le coût d'étude horaire à 60 €.
- On donne les temps d'étude pour chaque solution :
  - ZHB6718 : 3 heures
  - SI9986 : 1 heure
  - BCX68 et BCX69 : 8 heures
- On fait l'hypothèse que les différences d'encombrement sont négligeables et que les coût de fabrication des cartes électroniques sont quasi identiques.

5)- **Question** : En s'aidant des caractéristiques électriques du microcontrôleur, justifier la nécessité d'interfacer le moteur au microcontrôleur par l'intermédiaire d'un pont en H à transistors.

*Répondre sur Copie*

6)- **Question** : Choisir la solution la mieux adaptée prenant en compte les critères suivants :

- Performances électriques
- Coût

*Répondre sur Copie*

---

### **FT21 - Activité 4 : Commander le moteur**

Au niveau du microcontrôleur on prévoit d'utiliser quatre sorties logiques pour la commande du pont en H. Les signaux des quatre sorties seront nommés respectivement A, B, C et D. En fonction du sens de rotation désiré ces signaux devront prendre les états logiques donnés dans le tableau ci-dessous:

	<b>Sens horaire</b>	<b>Sens anti-horaire</b>
<b>A</b>	0	1
<b>B</b>	1	0
<b>C</b>	0	1
<b>D</b>	1	0

7)- **Question** : En s'aidant de ce tableau, compléter sur le Document DR1 les liaisons entre le microcontrôleur et le pont en H.

Répondre sur le document réponse DR1

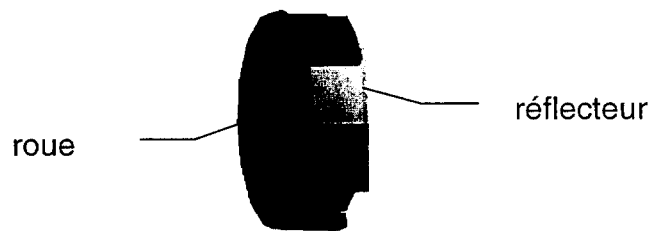
## **FT31 - Activité 5 : Conception du système de détection de la position du piston**

Pour déterminer le volume aspiré ou distribué, il faut détecter la position du piston. La détection est réalisée par un capteur angulaire de position.

Une première étude a permis de choisir une solution basée sur une roue avec x lamelles axiales associée avec un réflecteur. Cet ensemble est en sortie du réducteur.

Un capteur optique à réflexion est fixé sur la carte électronique afin de transmettre les informations au microcontrôleur.

Capteur angulaire de position :



Une entrée logique du microcontrôleur (signal POS\_ROUE) est utilisée pour récupérer l'information issue du capteur optique à réflexion.

**8)- Question :** Compléter l'extrait de schéma structurel du Document DR2 afin d'obtenir un niveau logique haut quand le capteur est face à une partie non-réfléchissante de la roue et un niveau logique bas quand le capteur est face à une partie réfléchissante.

*Répondre sur le document réponse DR2*

Sachant que l'on désire pouvoir distribuer une quantité de liquide de 50 $\mu$ l à 1200 $\mu$ l par incrément de 10 $\mu$ l, on souhaite définir l'angle de rotation minimal de la roue. La tolérance acceptée sur les 10  $\mu$ l est de 1,8  $\mu$ l. Connaissant cette angle on pourra en déduire le nombre de fenêtres présentes sur la roue.

### **Données**

- 1,8 $\mu$ l = 1,8 mm<sup>3</sup>
- Pas de la vis : p = 0.5 mm
- Rayon intérieur du corps de pompe : R = 3,35 mm
- Définition d'une fenêtre : elle est composée d'un secteur opaque et d'un secteur réfléchissant. Les deux sont de géométrie identique.

- 9)- **Questions** : Déterminer le déplacement du piston correspondant à l'aspiration ou à la distribution de  $1.8 \text{ mm}^3$  de liquide.  
Déterminer l'angle de rotation minimal de la roue.  
En déduire le nombre de fenêtres.

*Répondre sur Copie*

---

**FT4 - Activité 6 : Conception d'un système permettant de ne pas altérer la dose distribuée**

L'arrêt de la distribution est réalisé par la mise hors tension du moteur et le blocage de la chaîne cinématique au niveau du capteur angulaire de position.

Le capteur angulaire de position est celui déterminé dans l'activité précédente.

Le système de blocage est un électroaimant miniature.

**Problème posée :**

Lors d'essai sur une maquette, il a été constaté le problème suivant :

- Le réducteur continue de tourner et provoque la détérioration du système de blocage par obstacle.

- 10)- **Question** : Quel système mécanique faut-il interposer dans la chaîne de transmission de mouvement et à quel niveau de celle-ci afin d'annuler le problème évoqué précédemment ?

*Répondre sur Copie*

- 11)- **Question** : Faites un schéma technologique montrant la constitution de la solution proposée.

*Répondre sur Copie*

---

**FT1 - Activité 7 : Recherche d'une solution pour la liaison piston - cylindre**

- 12)- **Question** : Concevoir à main levée la liaison glissière Piston – Cylindre de la pompe du schéma cinématique retenu.

*Nota* : Le candidat veillera à représenter sa conception de la façon la plus compréhensible possible. A cet effet, toute vue supplémentaire pourra être ajoutée.

*Répondre sur le document réponse DR3*

---

**FT1 - Activité 8 : Conception de la liaison rotule**

**Données**

- Schéma cinématique retenu
- La liaison rotule est réalisée par un roulement à une rangée de billes à contact radial
- Roulement :  $d = \varnothing 4 \text{ mm}$ ,  $D = \varnothing 9 \text{ mm}$ ,  $B = 2.5 \text{ mm}$

**13)- Question :** Concevoir à main levée la liaison rotule entre la vis et le réflecteur. Ce dernier est l'élément fixe de la conception.

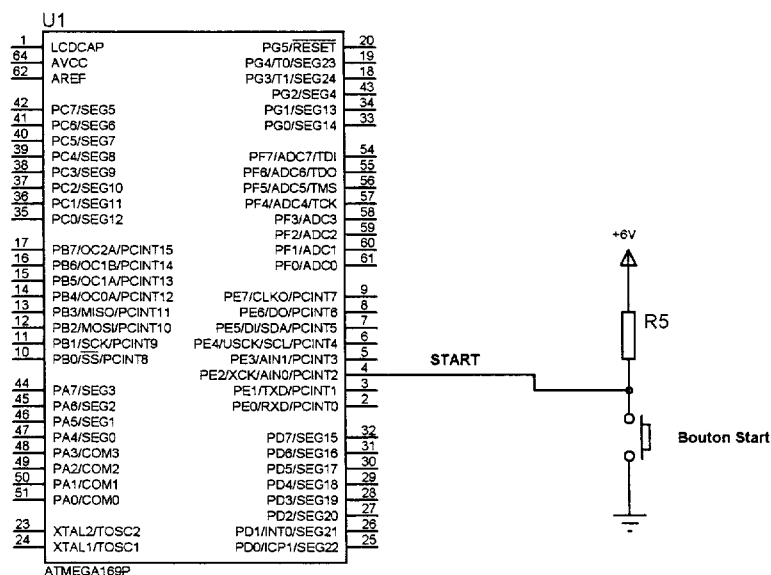
*Nota :* Le candidat veillera à représenter sa conception de la de la façon la plus compréhensible possible. A cet effet, toute vue supplémentaire pourra être ajoutée.

Répondre sur le document réponse DR4

**FT32 - Activité 9 : Gestion de la purge automatique**

En dehors du clavier de sélection des vitesses d'aspiration et de distribution du volume, nous prévoyons l'ajout d'une touche Start qui déclenche toutes les opérations mécaniques: aspiration et distribution de liquide. Lors d'une aspiration, la pipette aspire toujours un volume supérieur (d'environ 20µl) à celui programmé afin d'assurer un volume de distribution correct. En fin de distribution, la pipette peut purger automatiquement ou pas le surplus restant. Ce choix se fait à l'aide de la touche Start.

**14)- Question :** En s'aidant de l'extrait de schéma structurel de câblage de la touche Start donné ci-dessous, compléter le tableau du document réponse DR5 indiquant le niveau logique du signal START quand la touche est enfoncée et quand elle est relâchée.



Répondre sur le document réponse DR5

Un cycle d'aspiration et distribution se déroule de la manière suivante:

- l'utilisateur appuie puis relâche la touche Start: aspiration du volume programmé (augmenté de 20 $\mu$ l);
- l'utilisateur appuie à nouveau sur la touche Start: distribution du volume programmé;
- si à la fin de la distribution la touche Start est relâchée, la pipette effectue la purge du volume en surplus, sinon elle attend que la touche Start soit relâchée pour effectuer la purge.

**15)- Question** : Compléter l'organigramme de gestion d'un cycle donné en Document DR5.

*Répondre sur le document réponse DR5*

---

## **B- Etude de la fonction FC1** (Alimenter en énergie)

---

### ***FT6 - Activité 10 : Choix des accumulateurs***

Nous voulons pouvoir assurer une autonomie d'une journée avec recharge en fin de cette journée d'utilisation. Une journée d'utilisation correspond à 500 cycles de pipetage (un cycle = une aspiration + une distribution avec purge comprise).

Un cycle type présentera un temps d'aspiration de 3s et un temps de distribution purge comprise d'une durée de 3s.

#### **Données**

- L'électronique (afficheur, microcontrôleur, etc.) consomme un courant moyen de 3mA;
- Le moteur consomme en moyenne durant un cycle 60mA;
- L'électroaimant utilisé pour bloquer ou débloquer la roue codeuse consomme 80mA en mode déblocage.

**16)- Question** : Calculer la capacité nominale des accumulateurs nécessaire pour assurer l'autonomie désirée.

*Répondre sur Copie*

**17)- Question** : Choisir en justifiant le nombre et le type d'accumulateurs.

*Répondre sur Copie*

**18)-** Les accumulateurs choisis sont directement disponibles chez le constructeur sous forme de « pack ».

Un pack d'accumulateurs est un assemblage de plusieurs accumulateurs formant ainsi un seul élément, parfois appelé bloc, présentant une seule borne positive et une seule borne négative. L'utilisation d'un pack simplifie l'intégration de la source d'énergie électrique dans de nombreux appareils.

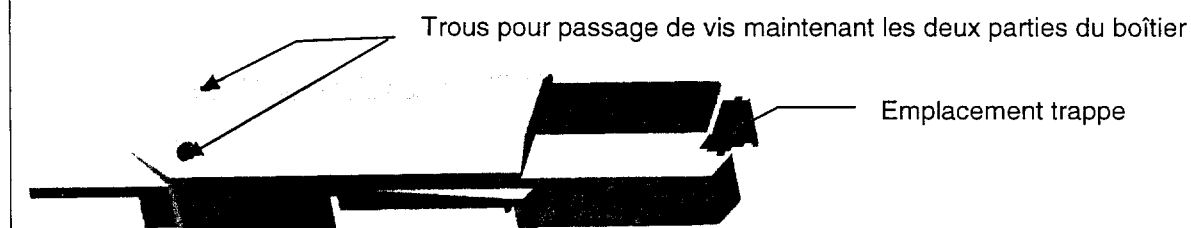
**Question** : Choisir le pack d'accumulateurs.

*Répondre sur Copie*

**FT72 - Activité11 : Accéder facilement au bloc accus****Données**

- La recharge des accumulateurs se fait par l'intermédiaire d'un connecteur extérieur, donc sans ouverture de la trappe.
- La trappe est utile pour changer le bloc accus.
- Forme générale du boîtier accueillant la trappe. Des modifications « légères » sont permises hors les zones réservées.

Formes préliminaires du corps inférieur du boîtier issu de la maquette d'essai



**19)- Question** : Concevoir à main levée la trappe recouvrant les accumulateurs.

*Nota* : Le candidat veillera à représenter sa conception de la de la façon la plus compréhensible possible. A cet effet, toute vue supplémentaire pourra être ajoutée.

*Répondre sur le document réponse DR6*

# **BTS – CONCEPTION et INDUSTRIALISATION en MICROTECHNIQUES**

SESSION 2010

**Épreuve E4**  
Durée : 4 heures  
Coefficient : 2

## **MICRO-PIPETTE DE LABORATOIRE**

### **DOSSIER DOCUMENTS RÉPONSES**

Ce dossier comporte documents repérés

- DR1 : Choix chaîne cinématique et Liaisons pont H
- DR2 : microcontrôleur et capteur optique
- DR3 : Liaison glissière
- DR4 : Liaison rotule
- DR5 : Etat logique du signal Start et organigramme
- DR6 : Conception de la trappe



### 1) Choix de la chaîne cinématique

Noter de 1 à 3 chaque critère pour chaque solution  
 1 : peu favorable, 2 : favorable, 3 : très favorable

Critères	Solution 1	Solution 2	Solution 3
Encombrement			
Résolution			
Complexité			
Total			

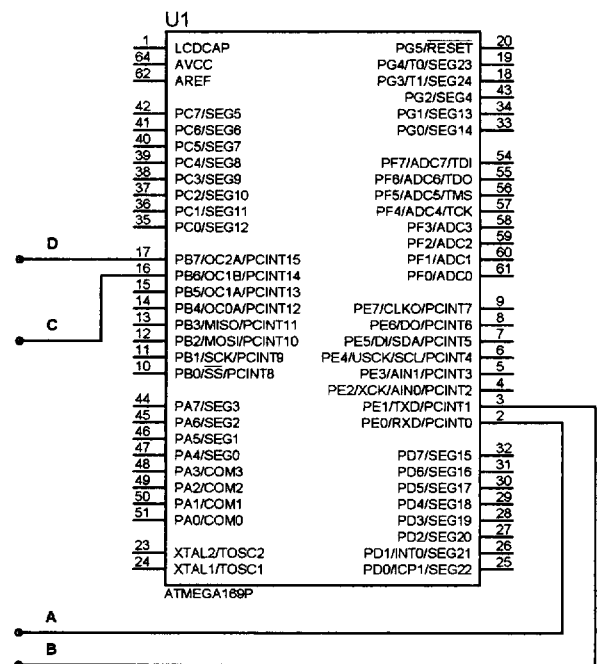
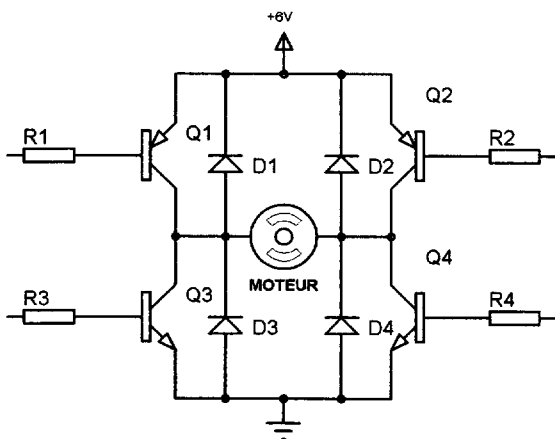
Encombrement : prendre en compte la course du piston .....

Résolution: prise en compte de la précision du déplacement pour obtenir un incrément de 10 µl

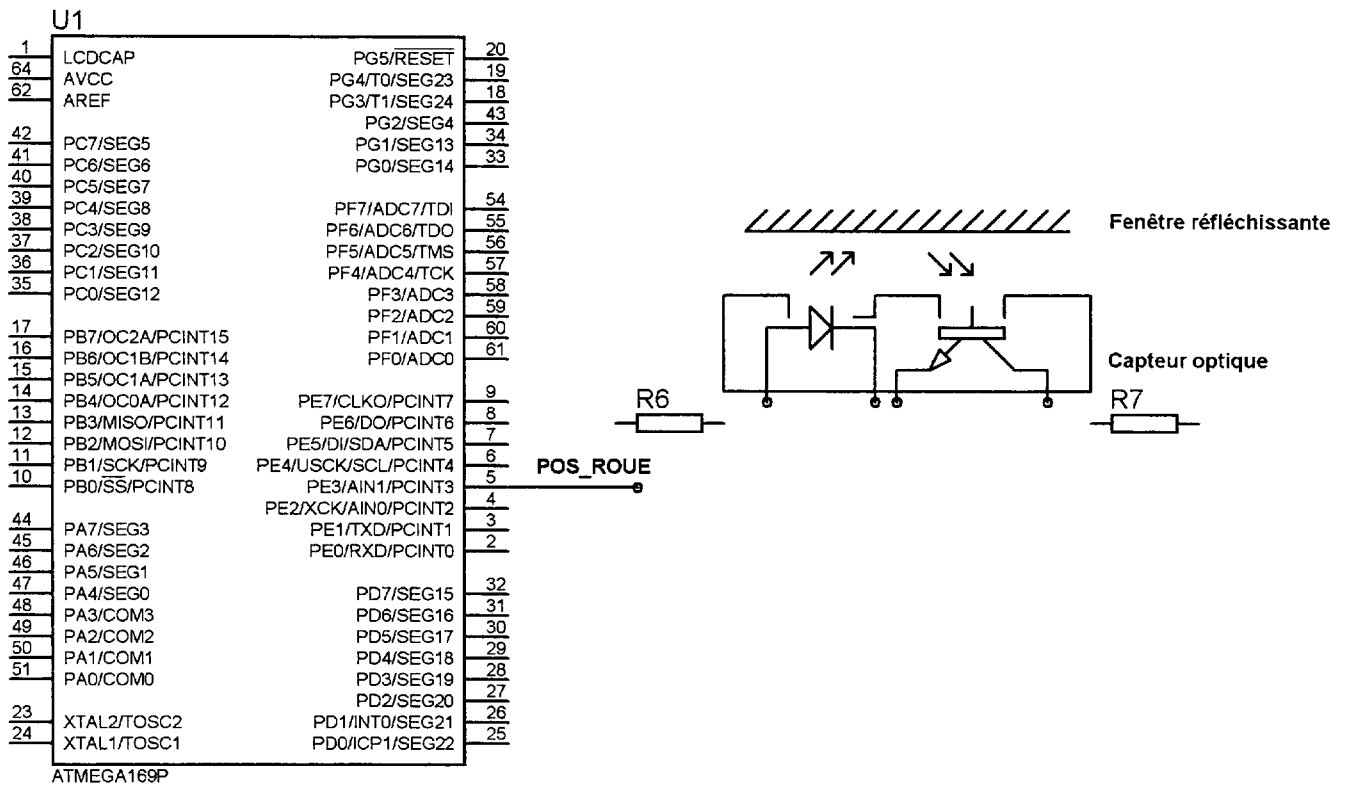
Complexité: nombre de pièces par exemple...

Solution retenue et pourquoi? :

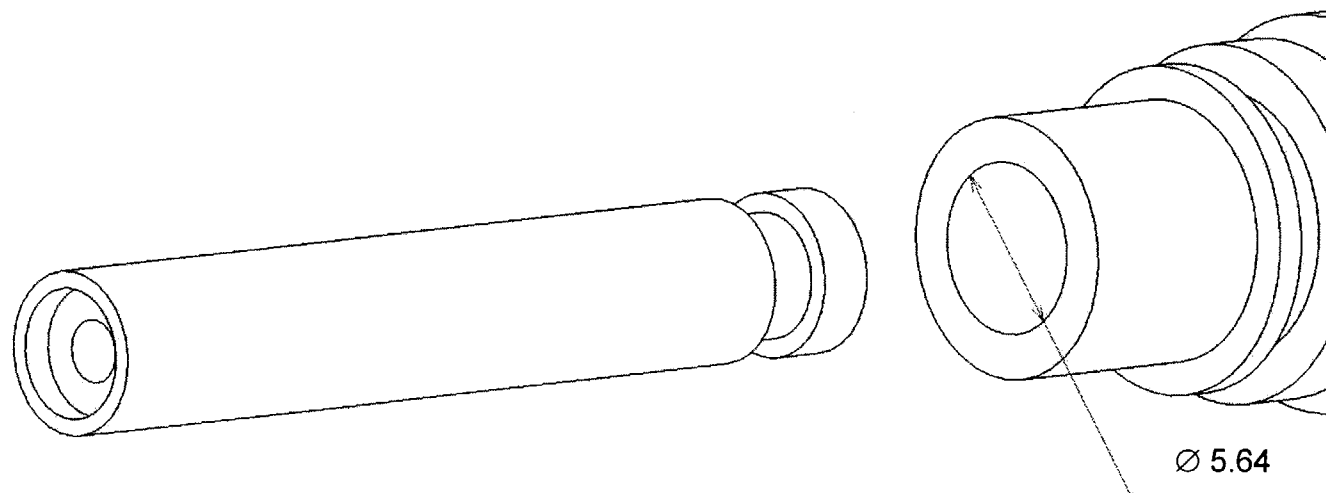
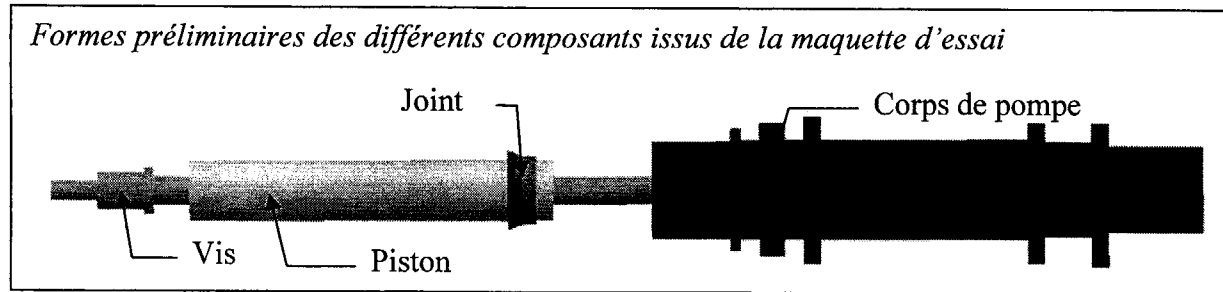
### 7 ) Liaisons entre microcontrôleur et pont en H



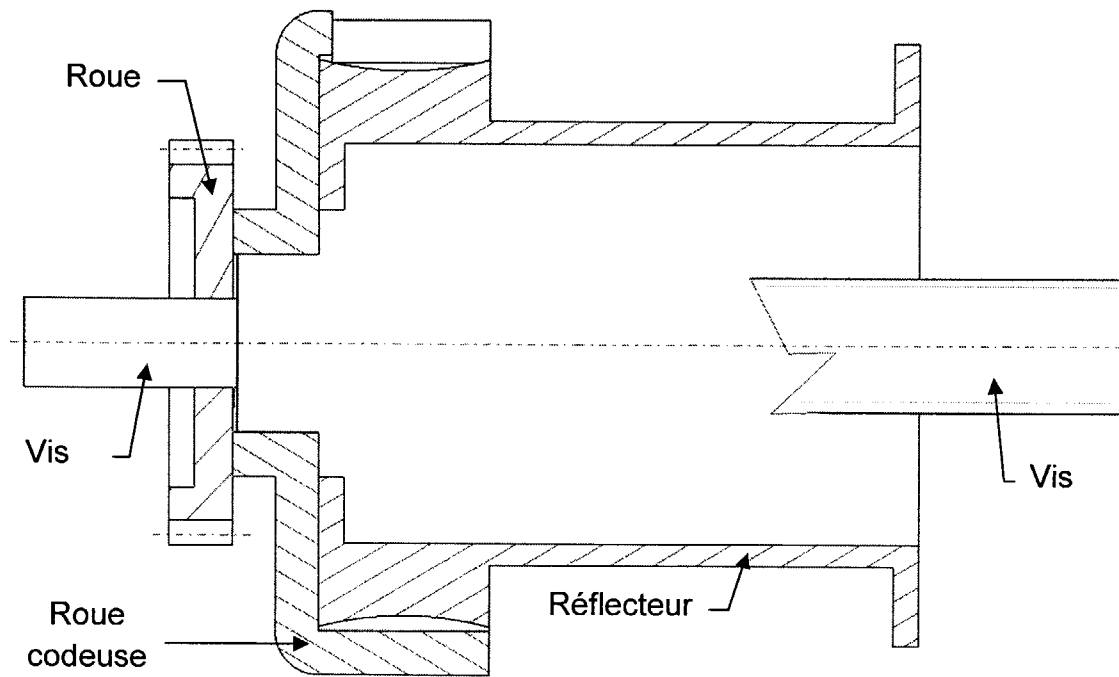
**8) Compléter l'extrait de schéma structurel**



**12) Concevoir à main levée la liaison glissière Piston – Cylindre de la pompe**



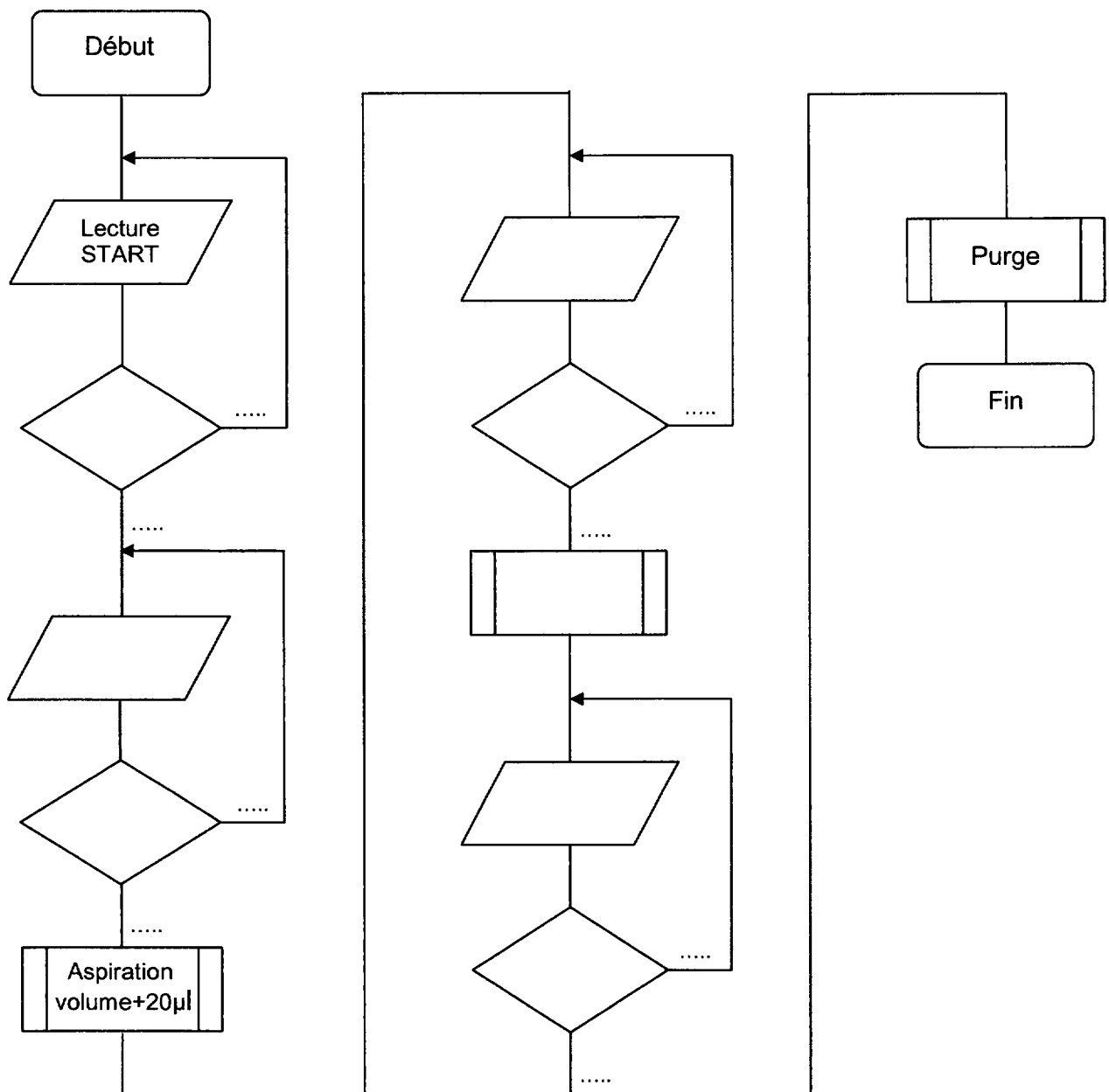
**13) Concevoir à main levée la liaison rotule entre la vis et le réflecteur.**



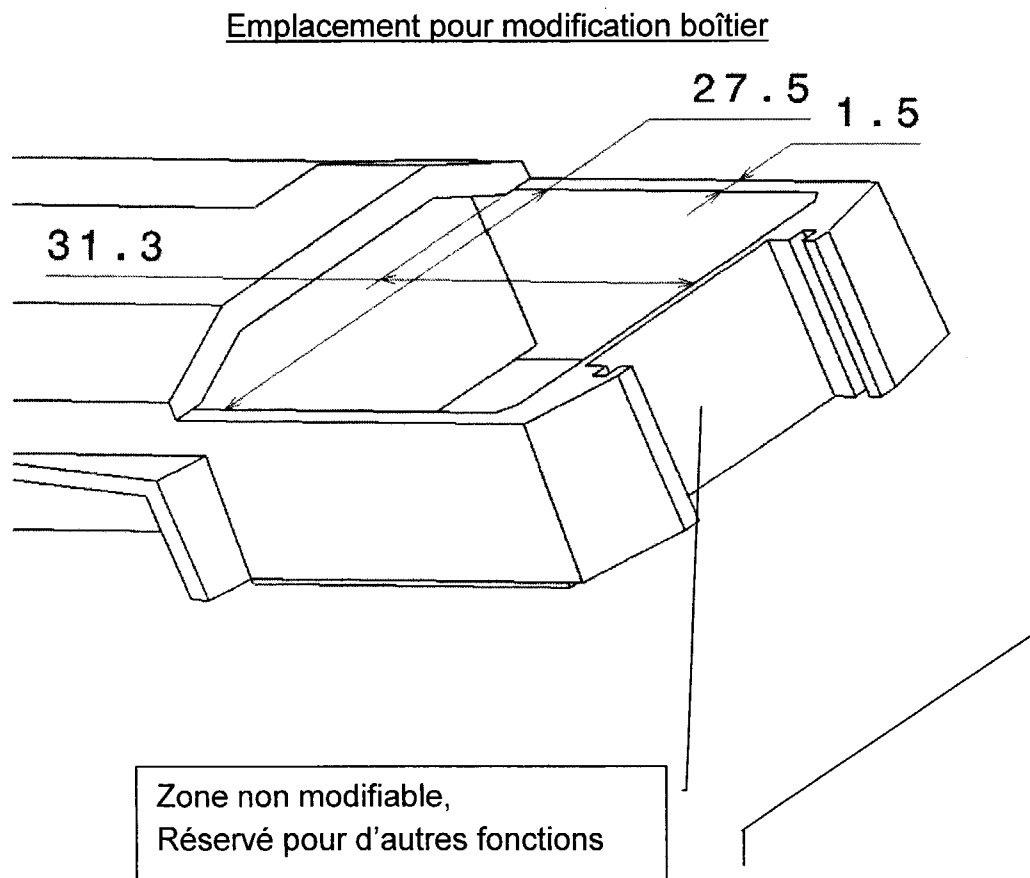
**14) En s'aidant de l'extrait de schéma structurel de câblage...**

Etat touche Start	Enfoncée	Relâchée
Etat logique signal START		

**15) Compléter l'organigramme de gestion d'un cycle...**



19) Concevoir à main levée la trappe recouvrant les accus.



Emplacement pour conception de la trappe