

<b>RÉPUBLIQUE TUNISIENNE</b> <b>MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION</b>	<b>EXAMEN DU BACCALAURÉAT</b>		Session principale	<b>2024</b>
	Épreuve : <b>Technologie</b>	<b>(NOUVEAU RÉGIME)</b>	Section : <b>Sciences Techniques</b>	
	Durée : <b>4h</b>		Coefficient de l'épreuve : <b>3</b>	

N° d'inscription

--	--	--	--	--	--

### CONSTITUTION DU SUJET

- Un dossier technique : pages 1/7, 2/7, 3/7, 4/7, 5/7, 6/7 et 7/7.
- Un dossier réponses : pages 1/8, 2/8, 3/8, 4/8, 5/8, 6/8, 7/8 et 8/8.

### TRAVAIL DEMANDE

- A. Partie génie mécanique : pages 1/8, 2/8, 3/8 et 4/8 (10 points).
- B. Partie génie électrique : pages 5/8, 6/8, 7/8 et 8/8 (10 points).

**Observation** : Aucune documentation n'est autorisée. L'utilisation de la calculatrice est permise.

## BUS ÉLECTRIQUE



Fig. 1

### 1. Présentation

Le bus électrique (figure 1) est utilisé dans le domaine du Transport Public. Il offre une alternative plus propre et plus durable aux bus traditionnels à essence ou diesel. Il fonctionne avec l'énergie électrique et contribue à réduire les émissions des gaz à effet de serre et la pollution sonore dans les villes.

### 2. Rampe électrique pour personnes à mobilité réduite

Afin d'assurer le confort maximal des passagers, le bus électrique est équipé d'une rampe électrique (figure 2) permettant de faciliter l'accessibilité des personnes à mobilité réduite. L'entraînement en translation de cette rampe est assuré par deux vérins électriques **V1** et **V2**.

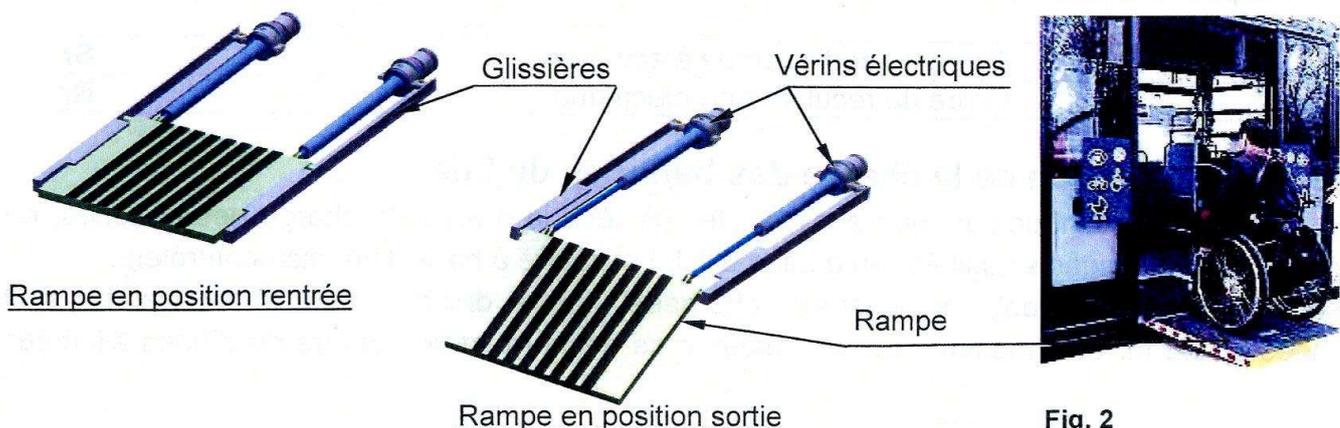


Fig. 2

## 2.1. Carte de commande de la rampe électrique

La carte de commande permet d'assurer le fonctionnement synchronisé des deux vérins électriques V1 et V2 afin d'éviter le blocage de la rampe.

Ce blocage peut avoir lieu lorsqu'un vérin se déplace plus vite que l'autre ; il apparaît alors un coincement du mécanisme qui empêche la rampe de se déplacer.

Pour contrôler le déplacement de la rampe, chaque vérin est équipé d'un encodeur magnétique délivrant une impulsion à chaque déplacement linéaire de la tige du vérin de 1mm.

Chaque front montant généré entraîne le comptage d'une impulsion.

La figure 3 représente le schéma synoptique de la carte de commande des vérins V1 et V2.

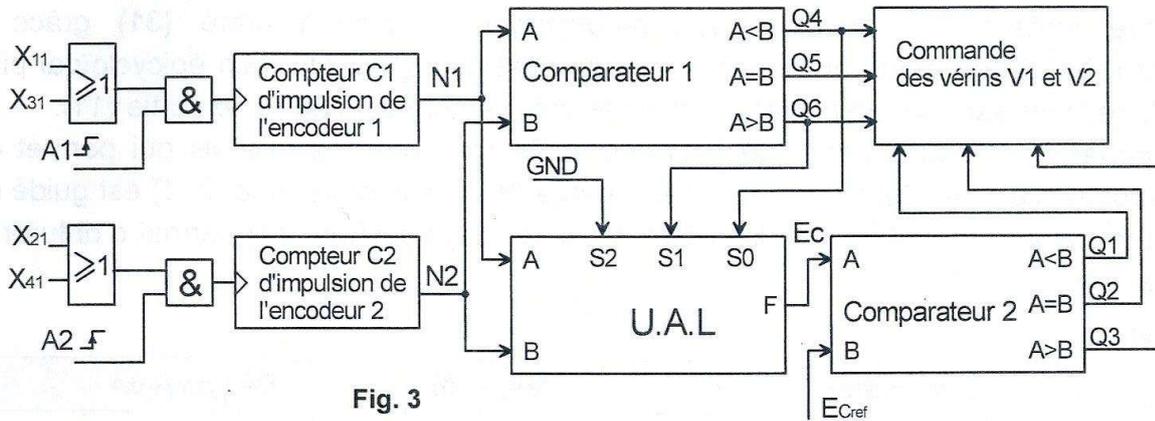


Fig. 3

- **Ec** : nombre binaire représentant le décalage mesuré entre le déplacement des deux tiges des vérins ;
- **Ec<sub>ref</sub>** : nombre binaire représentant un décalage de 10 mm entre les deux tiges des deux vérins ;
- **N1, N2** : nombres binaires d'impulsions générées respectivement par l'encodeur 1 du vérin V1 et l'encodeur 2 du vérin V2 ;

## 2.2. Description du fonctionnement de la rampe électrique

L'appui sur la touche avance rampe ( $S_r = 1$ ) du pupitre de commande par le chauffeur du bus entraîne la sortie simultanée des tiges des deux vérins V1 et V2 entraînés respectivement par les moteurs Mt1 et Mt2 ; les deux compteurs d'impulsions C1 et C2 s'incrémentent à chaque front montant généré respectivement par l'encodeur 1 et l'encodeur 2.

L'action des deux capteurs  $l_{11}$  et  $l_{21}$  de fin de course des vérins V1 et V2 entraîne l'arrêt des moteurs Mt1 et Mt2 et la remise à zéro des deux compteurs d'impulsions ( $C1 = 0$  et  $C2 = 0$ ).

L'appui sur la touche recul rampe ( $R_r = 1$ ) du pupitre de commande par le chauffeur du bus provoque le recul simultané des tiges des deux vérins V1 et V2 entraînés par les moteurs Mt1 et Mt2 ; les deux compteurs d'impulsions C1 et C2 s'incrémentent à chaque front montant généré par l'encodeur.

L'action des deux capteurs  $l_{10}$  et  $l_{20}$  de fin de course des vérins V1 et V2 entraîne l'arrêt des moteurs et la remise à zéro des compteurs C1 et C2 de nouveau ;

Lors de l'avance ou du recul de la rampe, si le décalage «  $E_c$  » mesuré entre les deux tiges des vérins V1 et V2 est supérieur ou égal à 10mm ( $Q2=1$  ou  $Q3=1$ ), il faut stopper le vérin en avance. Ce vérin est remis en marche lorsque le décalage redevient nul  $E_c = (0000)_2 = (0)_{10}$  c'est-à-dire  $Q5=1$ .

## 3. Etude du vérin électrique

### 3.1. Présentation du mécanisme

La zone de l'étude de la partie génie mécanique intéresse l'un des vérins électriques (Figure 4). Ce vérin est un mécanisme standard pouvant servir pour multiple applications industrielles.

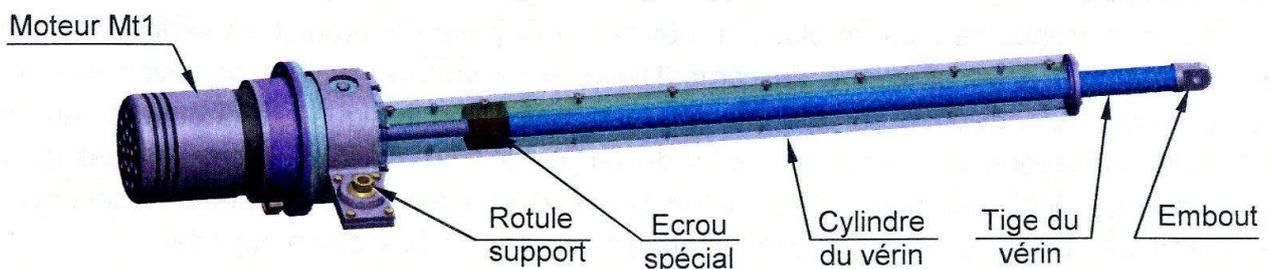


Fig. 4 : Vérin électrique en 3D

La sortie et la rentrée de la rampe du bus sont assurées par deux vérins électriques identiques. Chaque vérin est lié du côté moteur au châssis (glissière) à l'aide d'une rotule évitant ainsi tout coincement. Sur l'extrémité de la tige est fixé un embout permettant une articulation avec la rampe coulissante.

### 3.2. Description du fonctionnement du vérin

Le vérin électrique est défini graphiquement par le dessin d'ensemble page (7/7) et les représentations des modélisations en 3D. Le mouvement de rotation, nécessaire au fonctionnement du vérin, est produit par un moteur électrique à courant continu à double sens de rotation. L'arbre moteur (32) transmet son mouvement au pignon arbré (31) grâce à l'accouplement (27, 28, 29) guidé en rotation par les coussinets (26). Un train épicycloïdal plan permet de réduire la vitesse de rotation et l'adapter au mouvement de l'arbre de sortie (11).

L'arbre (11), portant un filetage carré, de longueur suffisante constitue une vis qui permet de transformer la rotation en translation de l'écrou en bronze (8). L'ensemble {8, 6, 2, 1} est guidé en translation par le cylindre du vérin (7) et les deux lames (9). Le bouchon (17) permet d'obturer le trou de graissage de l'ensemble.

### 3.3. Nomenclature

Rep.	Nb.	Désignation
01	1	Embout
02	1	Tige du vérin
03	1	Couvercle
04	20	Vis à tête hexagonale
05	4	Goupille épaulée
06	2	Goupille élastique
07	1	Cylindre du vérin
08	1	Ecrou spécial
09	2	Lame de guidage
10	16	Vis à tête fendue
11	1	Arbre de sortie
12	1	Ecrou fendu
13	2	Coussinet à collerette
14	1	Clavette parallèle
15	1	Carter
16	3	Axe

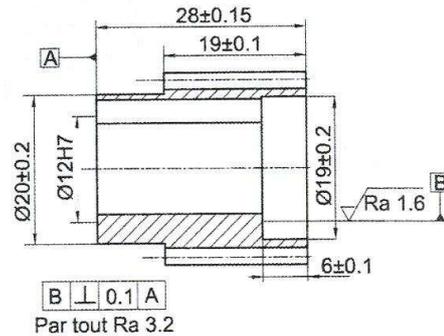
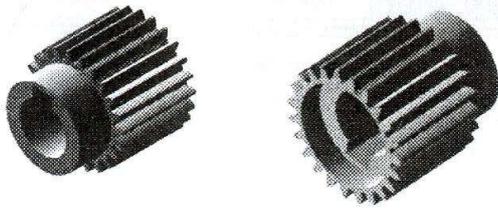
Rep.	Nb.	Désignation
17	1	Bouchon
18	1	Support pignons
19	4	Goupille cannelée
20	6	Coussinet à collerette
21	1	Couronne ; $Z_{21} = 103$ dents
22	3	Pignon ; $Z_{22} = 40$ dents
23	8	Vis à tête hexagonale
24	3	Anneau élastique pour arbre
25	1	Boitier
26	2	Coussinet à collerette
27	1	Ecrou fendu
28	2	Vis de pression
29	1	Manchon d'accouplement
30	2	Clavette parallèle
31	1	Pignon arbré ; $Z_{31} = 23$ dents
32	1	Arbre moteur

### 3.4. Problème posé

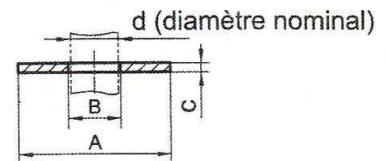
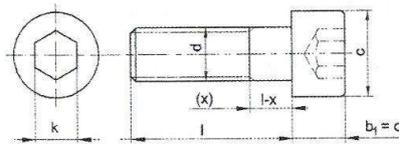
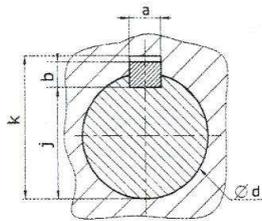
Face à une concurrence de plus en plus importante, l'entreprise qui produit les vérins électriques se trouve confronter à un problème de compétitivité. Il devient nécessaire de revoir le prix de revient du produit. L'entreprise conduit une étude technico-économique qui débouche sur une révision de la conception du mécanisme à fin de réduire le coût de fabrication. Le passage par une analyse approfondie des points de vues fonctionnelle, structurelle et comportementale permet d'aider à résoudre le problème et localiser l'intervention des modifications à apporter.

### 3.5. Ressources

#### Dessin de définition du pignon (33)



#### Éléments standards



Clavette parallèle forme A				
d	a	b	j	k
10 à 12	4	4	d-2.5	d+1.8
12 à 17	5	5	d-3	d+2.3

Vis cylindrique à six pans creux			
d	c	k	l
5	8.5	4	8 à 16
6	10	5	10 à 18

Rondelle plate large			
d	A	B	C
5	16	5.5	1
6	18	7	1.2

### 4. Tableau d'identification des entrées et des sorties

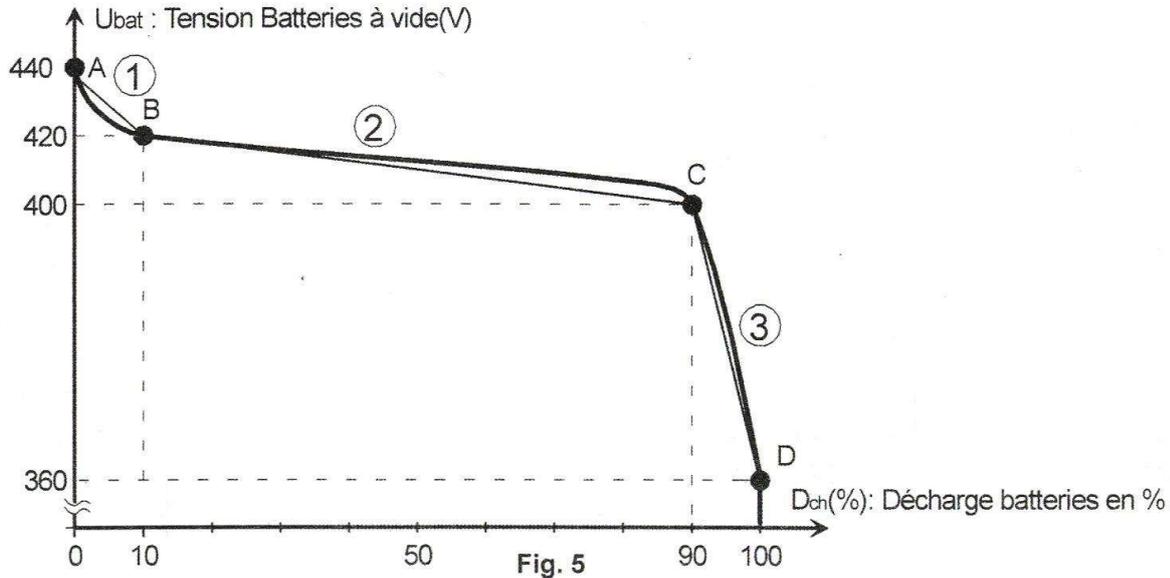
Actions		Actionneurs	Préactionneurs	Capteurs
Sortie et recul de la rampe électrique	avance/recul du piston du vérin V1	Moteur à courant continu Mt1	Avance : <b>KM11</b>	$\ell_{11}$
			Recul : <b>KM12</b>	$\ell_{10}$
	avance/recul du piston du vérin V2	Moteur à courant continu Mt2	Avance : <b>KM21</b>	$\ell_{21}$
			Recul : <b>KM22</b>	$\ell_{20}$
Comptage du nombre d'impulsions générées par l'encodeur 1 du vérin V1		Compteur : C1		
Comptage du nombre d'impulsions générées par l'encodeur 2 du vérin V2		Compteur : C2		
Génération d'une impulsion sur la voie A1 pour une course de 1mm du vérin V1		Encodeur 1	<b>A1</b>	
Génération d'une impulsion sur la voie A2 pour une course de 1mm du vérin V2		Encodeur 2	<b>A2</b>	
Ordre de sortie rampe électrique				<b>Sr</b>
Ordre de recul rampe électrique				<b>Rr</b>

### 5. Module de gestion de la charge des batteries du bus

Pour permettre au conducteur de savoir, en temps réel, le niveau de charge des batteries, on propose deux montages simplifiés l'un à base d'A.L.I et l'autre à base d'un microcontrôleur. Lorsque les batteries sont complètement chargées, quatre diodes électroluminescentes sont allumées et, au fur et à mesure que les batteries se déchargent, le nombre de diodes allumées

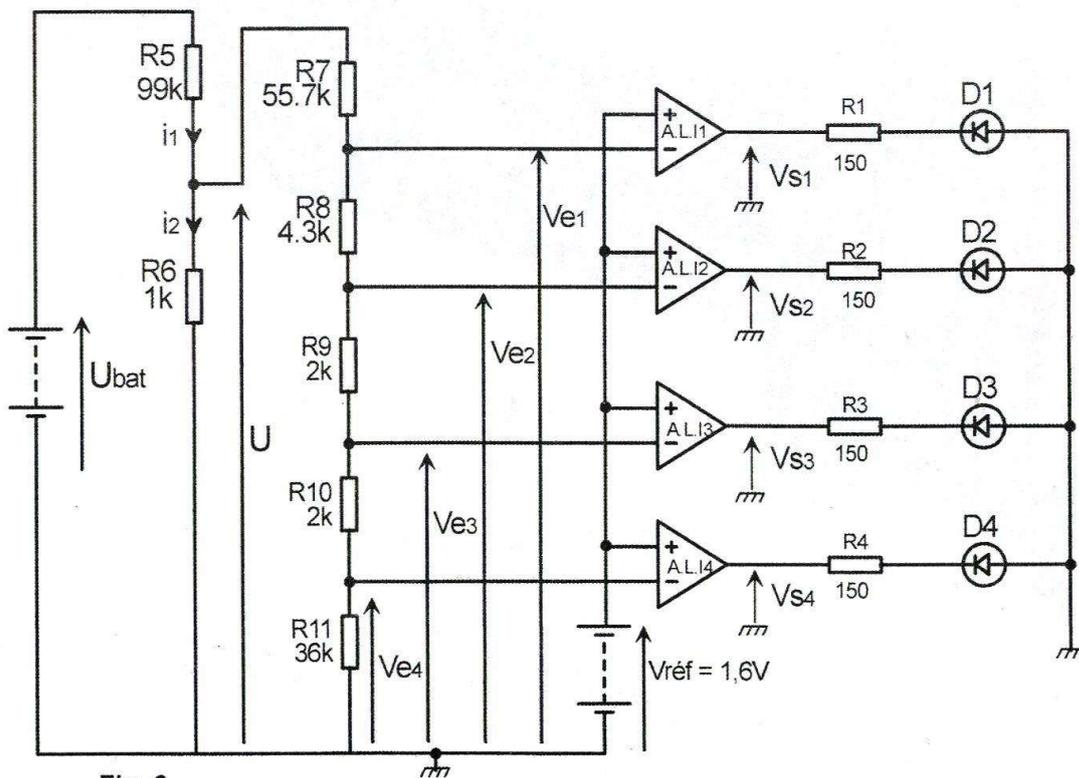
diminue jusqu'à extinction de toutes les diodes lorsque les batteries sont complètement déchargées.

On donne ci-dessous la variation de la tension à vide des batteries en fonction de la décharge en %. Cette caractéristique est obtenue suite à des essais à vide.



- Pour  $U_{bat} < 360V$ , les batteries sont totalement déchargées et aucune diode n'est allumée ;
- Pour  $U_{bat} \geq 440V$ , les batteries sont totalement chargées et les quatre diodes s'allument ;
- Pour  $360V \leq U_{bat} < 440V$ , la décharge varie selon la caractéristique subdivisée en trois zones qui sont assimilées à trois segments de droite :
  - Zone ① :  $\Rightarrow$  trois diodes "D1 , D2, D3" s'allument ;
  - Zone ② :  $U_{bat} = 420 - (D_{ch}(\%) - 10)/4 \Rightarrow$  deux diodes "D1 et D2" s'allument ;
  - Zone ③ :  $U_{bat} = 760 - 4 \times D_{ch}(\%) \Rightarrow$  une seule diode "D1" s'allume.

### 5.1. Solution câblée : Montage à base d'A.L.I



## 5.2. Solution programmée : Montage à base de microcontrôleur

Le montage ci-dessous permet aussi d'afficher sur un L.C.D la tension à vide aux bornes des batteries et le niveau de la charge approximative en %.

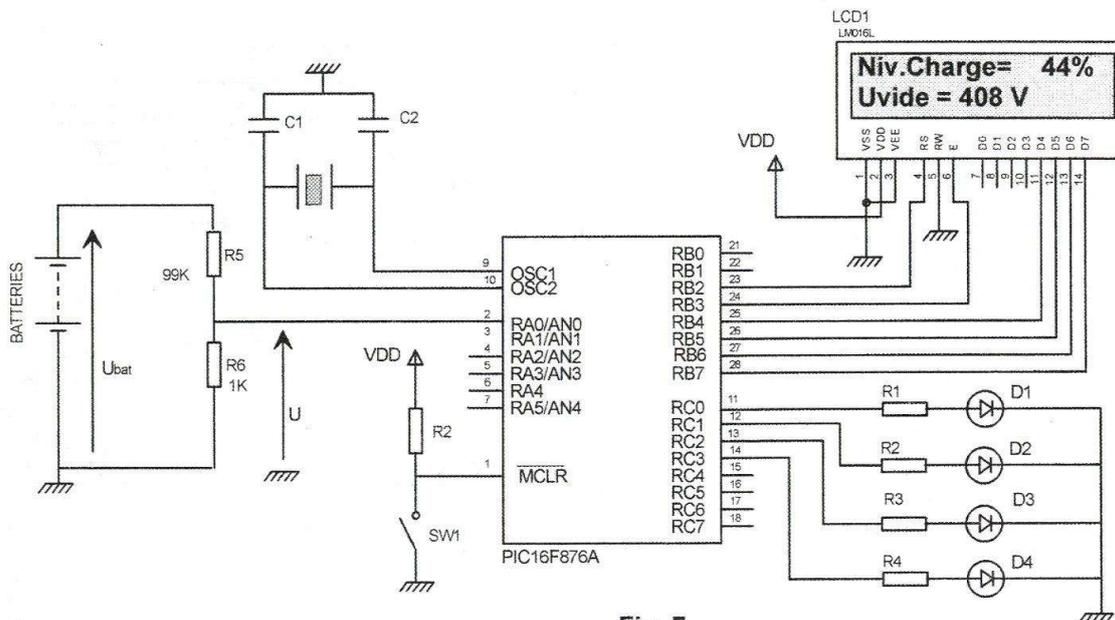
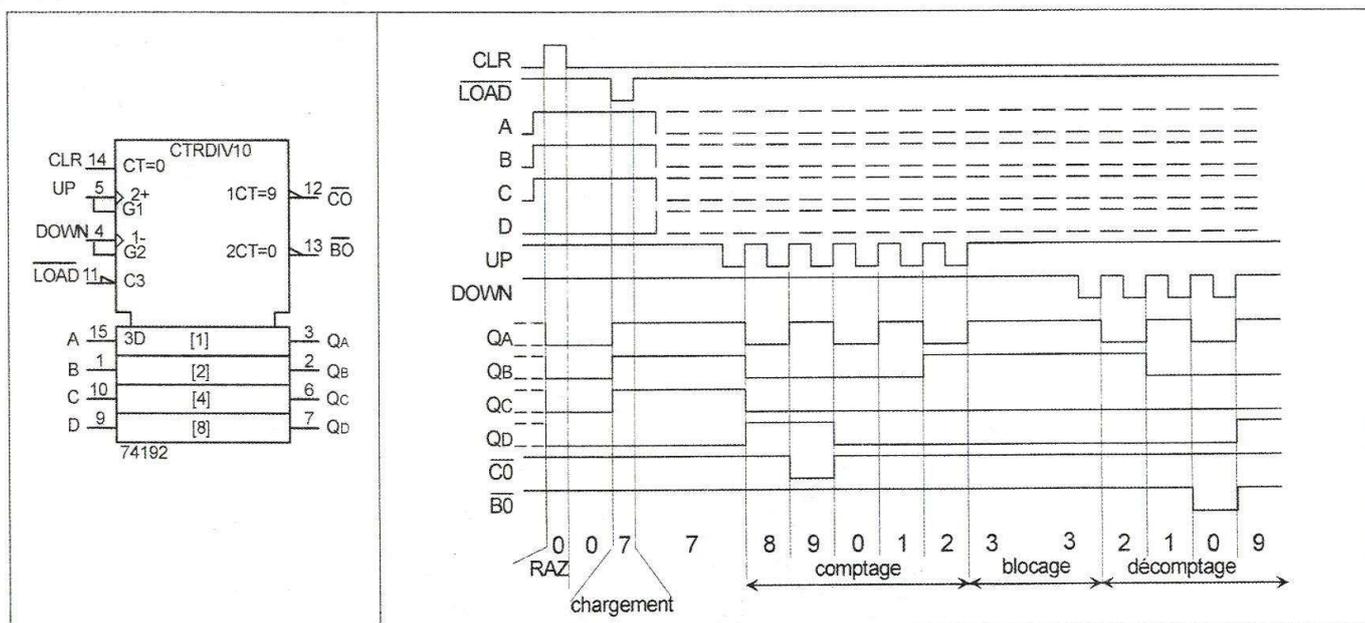


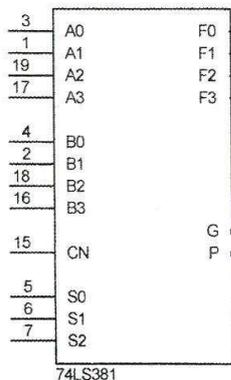
Fig. 7

## 6. Extrait des documents constructeurs

### Compteur/Décompteur synchrone décimal «74192»



### Unité arithmétique et logique



Entrées de sélection			Opération réalisée	
S2	S1	S0	C <sub>N</sub> = 0	C <sub>N</sub> = 1
0	0	0	F = 0000	
0	0	1	F = B - A - 1	F = B - A
0	1	0	F = A - B - 1	F = A - B
0	1	1	F = A + B	F = A + B + 1
1	0	0	F = A XOR B	
1	0	1	F = A OU B	
1	1	0	F = A ET B	
1	1	1	F = 1111	