

**Brevet de Technicien Supérieur  
ASSISTANCE TECHNIQUE D'INGÉNIEUR  
SESSION 2001**

**ÉPREUVE E.4 : ÉTUDE D'UN SYSTÈME PLURITECHNOLOGIQUE**

**Sous-épreuve : Vérification des performances mécaniques et électriques d'un système pluritechnologique**

**Unité U.42**

**Durée : 3 heures**

**Coefficient : 3**

***Aucun document n'est autorisé***

**Matériel autorisé :**

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

**Documents remis en début d'épreuve :**

- |                               |            |
|-------------------------------|------------|
| ➤ Dossier Présentation (vert) | DP1 à DP2  |
| ➤ Dossier Technique (jaune)   | DT1 à DT15 |
| ➤ Dossier Réponse (blanc)     | DR1 à DR15 |

**Documents à rendre obligatoirement en fin d'épreuve :**

- Dossier Réponse complété

**Recommandations :**

- Il est indispensable de commencer par lire le **Dossier Présentation**
- Pour chaque question du **Dossier Réponse** :
- il est impératif de se reporter préalablement aux pages repérées du **Dossier Technique** ;
  - les candidats formuleront les hypothèses qu'ils jugeront nécessaires.

**Brevet de Technicien Supérieur**  
**ASSISTANCE TECHNIQUE D'INGENIEUR**

Sous-Epreuve U 42 : Vérifications des performances mécaniques et électriques  
d'un système pluritechnologique

**Session 2001**

**DOSSIER PRÉSENTATION**

Ce dossier comprend les documents  
DP 1 et DP 2

**Attention, ce dossier est à lire avant toute chose**

## PRÉSENTATION GÉNÉRALE

L'étude porte sur une entreprise de fabrication de batteries pour automobiles (12 volts).  
La chaîne de montage produit actuellement 3000 batteries par jour.

### 1 -DESCRIPTION STRUCTURELLE D'UNE BATTERIE AUTOMOBILE (DP 2)

- Une batterie est constituée de 6 éléments de 2 volts montés en série (voir figure 4).
- Chaque élément comporte des plaques (+) et des plaques (-). Ces plaques sont rectangulaires (voir figure 1).
  - > Les plaques (-) sont insérées dans des pochettes isolantes microporeuses.
  - > Les plaques (-) et (+) sont empilées alternativement par groupe de 8 [4(+) et 4 (-)] (voir figure 2).
  - > Les plaques (+) sont connectées en parallèle.
  - > Les plaques (-) sont connectées en parallèle.
- Les 6 éléments sont introduits dans un boîtier à 6 cases (voir figure 4).
- Ces éléments sont connectés en série pour obtenir une tension de 12 V. Le soudage s'effectue entre les plots en plomb (voir figure 3) et à travers les 5 trous des cloisons du boîtier de la batterie (voir figure 4).
- La partie supérieure de ce boîtier est fermée par un couvercle traversé par 2 bornes, l'équipement électrique de la voiture sera raccordé sur les 2 bornes de la batterie. (voir figure 4).
- Chaque logement d'élément contient de l'acide.

### 2 -DESCRIPTION FONCTIONNELLE DE LA CHAÎNE DE FABRICATION DE BATTERIES

Etape 1 : Confection d'éléments de 2 V.

Empilage alternatif de plaques positives et négatives.

Connexion en parallèle des plaques positives par surmoulage d'un pavé en plomb.

Connexion en parallèle des plaques négatives par surmoulage d'un pavé en plomb.

Surmoulage des bornes de la future batterie sur le premier et le dernier élément.

Etape 2 : Mise en place de 6 éléments dans un boîtier.

Etape 3 : Liaison électrique, en série, de ces 6 éléments.

Etape 4 : Fermeture du boîtier par thermo-soudage d'un couvercle.

Etape 5 : Test électrique des batteries.

Etape 6 : Tri des batteries (bonnes / mauvaises).

Etape 7 : Test d'étanchéité des batteries.

Etape 8 : Introduction de l'électrolyte.

Etape 9 : Mise en charge.

Etape 10 : Test de charge et de décharge de la batterie.

### 3 -PROBLEMATIQUE INDUSTRIELLE

Le plan directeur de production prévoit de passer à 4500 batteries fabriquées par jour.

Il faut déterminer si les équipements actuels permettent une telle évolution de la production sinon envisager de les modifier.

De plus, de nombreuses pannes réduisent la productivité, le service maintenance souhaite éliminer les pannes les plus pénalisantes.

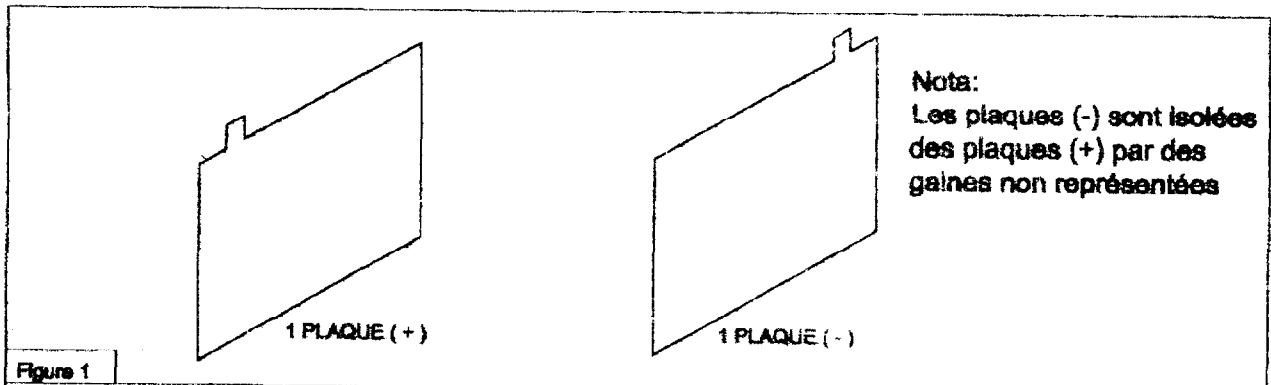


Figure 1

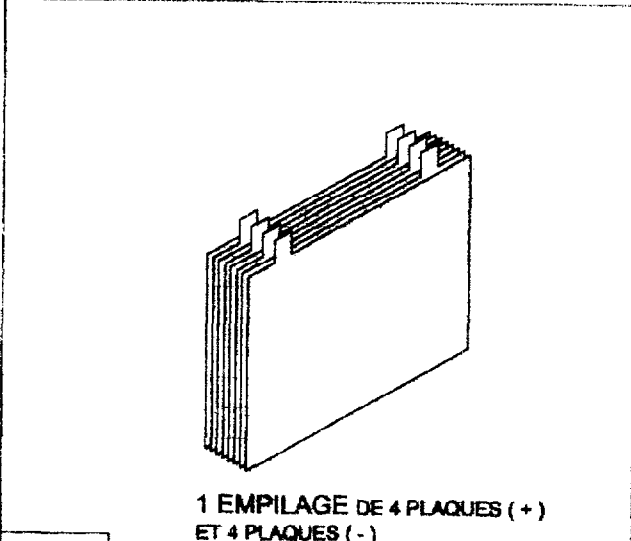


Figure 2

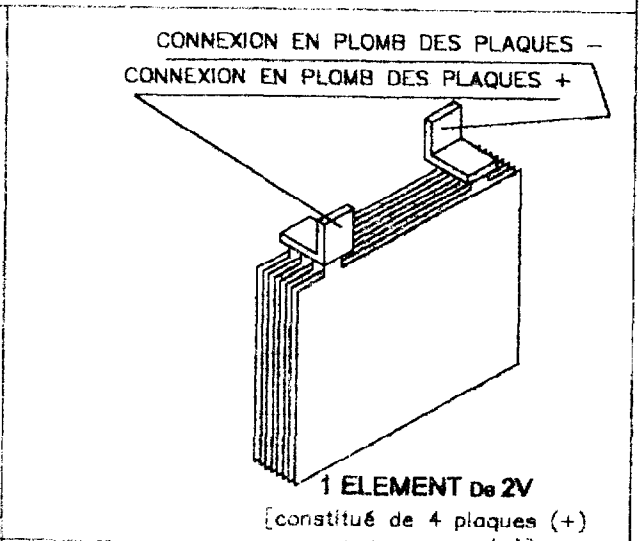


Figure 3

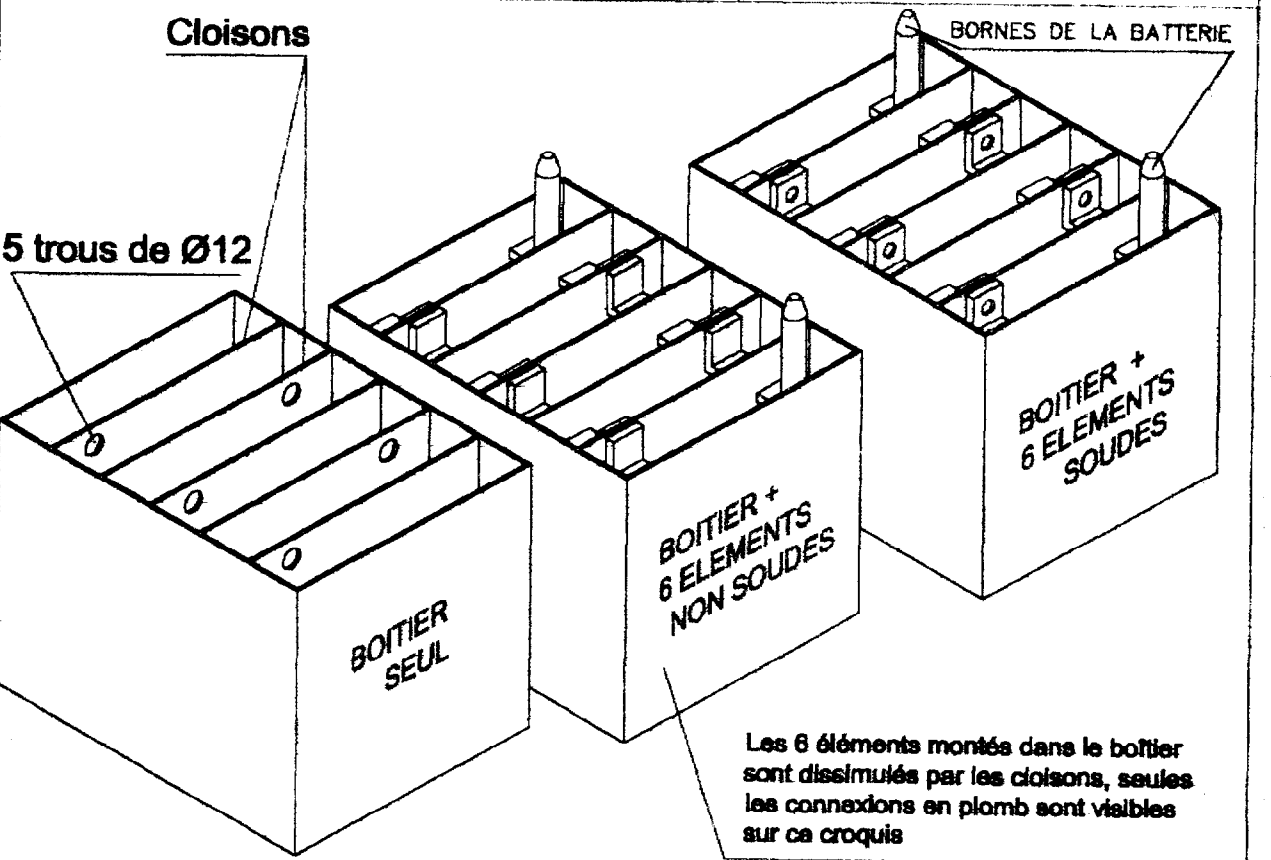


Figure 4

**Brevet de Technicien Supérieur**  
**ASSISTANCE TECHNIQUE D'INGENIEUR**

**Sous-Epreuve U 42: Vérifications des performances mécaniques et électriques d'un système pluritechnologique**

**Session 2001**

**DOSSIER TECHNIQUE**

**Ce dossier comprend les documents**

**DT 1 à DT 15**

# CHAÎNE DE SOUDAGE - MACHINE "DAGA"

## A – Notice technique de cette chaîne (voir document DT3)

La chaîne de soudage permet de lier électriquement, en série, les 6 éléments de 2 volts constitutifs d'une batterie.

Son fonctionnement est actuellement le suivant :

- Un boîtier possède 6 logements pour 6 éléments. Il possède donc 5 cloisons internes. Chaque cloison possède au niveau du soudage des éléments un trou de 12 mm de diamètre (voir page DP2).
- 2 têtes indépendantes (T1 et T2) permettent le soudage des éléments.  
La tête T1 permet de souder les éléments à travers les trous 2 et 4 du boîtier.  
La tête T2 permet de souder les éléments à travers les trous 1, 3 et 5.

### 1. État initial

- La tête de soudage T1 est en position haute.
- Sur le tapis, une batterie B1 est bloquée sous la tête T1.
- Sur la batterie B1, aucun soudage n'est déjà réalisé.

### 2. Soudage à travers les trous 2 et 4

- Descente de la tête T1.
- Soudage par la tête T1, au niveau du trou 2, de la batterie B1.  
Le soudage est réalisé de la manière suivante :
  - fermeture de la pince pour déformer les plots de plomb de chaque côté du trou de la cloison du boîtier ;
  - soudage par point en envoyant un courant intense dans la pince ;
  - ouverture de la pince.
- Remontée de la tête T1.
- Déblocage de la batterie B1 qui se trouve entraînée par le tapis.
- Arrêt et blocage de la batterie B1, toujours sous la tête T1.
- Descente de la tête T1.
- Soudage par la tête T1, au niveau du trou 4, de la batterie B1.
- Remontée de la tête T1.
- Déblocage de la batterie B1 qui se trouve entraînée par le tapis.

### 3. Soudage à travers les trous 1, 3 et 5

- Arrêt et blocage de la batterie B1 sous la tête T2.
- Descente de la tête T2 ; Soudage par la tête T2, au niveau du trou 1, de la batterie B1 ; Remontée de la tête T2.
- Déblocage de la batterie B1 qui se trouve entraînée par le tapis ; Arrêt et blocage de la batterie B1, toujours sous la tête T2.
- Descente de la tête T2 ; Soudage par la tête T2, au niveau du trou 3, de la batterie B1 ; Remontée de la tête T2.
- Déblocage de la batterie B1 qui se trouve entraînée par le tapis ; Arrêt et blocage de la batterie B1, toujours sous la tête T2.
- Descente de la tête T2 ; Soudage par la tête T2, au niveau du trou 5, de la batterie B1 ; Remontée de la tête T2.
- Déblocage de la batterie B1 qui se trouve entraînée par le tapis.

Remarque : Dès que la batterie B1 est évacuée par le tapis sous la tête T1, une batterie B2 peut être avancée sous la tête T1 et subir les mêmes opérations.

## B – Notice de la pince (voir document DT5)

### Analyse d'une tête actuelle

- La montée et la descente de la tête sont assurées par un vérin hydraulique : vérin de levée du bloc pince (non représenté).
- La fermeture et l'ouverture de la pince sont assurées par un vérin hydraulique : vérin de pince.
- La liaison glissière entre le doigt de pince 2 et le module horizontal 0 **n'est pas représentée** sur le document DT5.

On précise les mouvements relatifs suivants (ces mouvements sont tous contenus dans des plans parallèles au plan XY) :

Couples de pièces	Mouvement relatif
Doigt de pince 1 / Module horizontal 0	Translation de direction parallèle à $\vec{X}$
Doigt de pince 2 / Module horizontal 0	Translation de direction parallèle à $\vec{X}$
Biellette 3 / Doigt de pince 1	Rotation d'axe (B, $\vec{Z}$ )
Biellette 3 / Levier 4	Rotation d'axe (F, $\vec{Z}$ )
Levier 4 / Module horizontal 0	Rotation d'axe (K, $\vec{Z}$ )
Biellette 5 / Levier 4	Rotation d'axe (E, $\vec{Z}$ )
Biellette 5 / Support de pince 2	Rotation d'axe (C, $\vec{Z}$ )
Biellette 6 / Support de pince 1	Rotation d'axe (A, $\vec{Z}$ )
Biellette 6 / Levier 7	Rotation d'axe (I, $\vec{Z}$ )
Levier 7 / Module horizontal 0	Rotation d'axe (K, $\vec{Z}$ )
Biellette 8 / Levier 7	Rotation d'axe (J, $\vec{Z}$ )
Biellette 8 / Support de pince 2	Rotation d'axe (D, $\vec{Z}$ )

**CHAINE DE SOUDAGE  
EXISTANTE**

DT 3

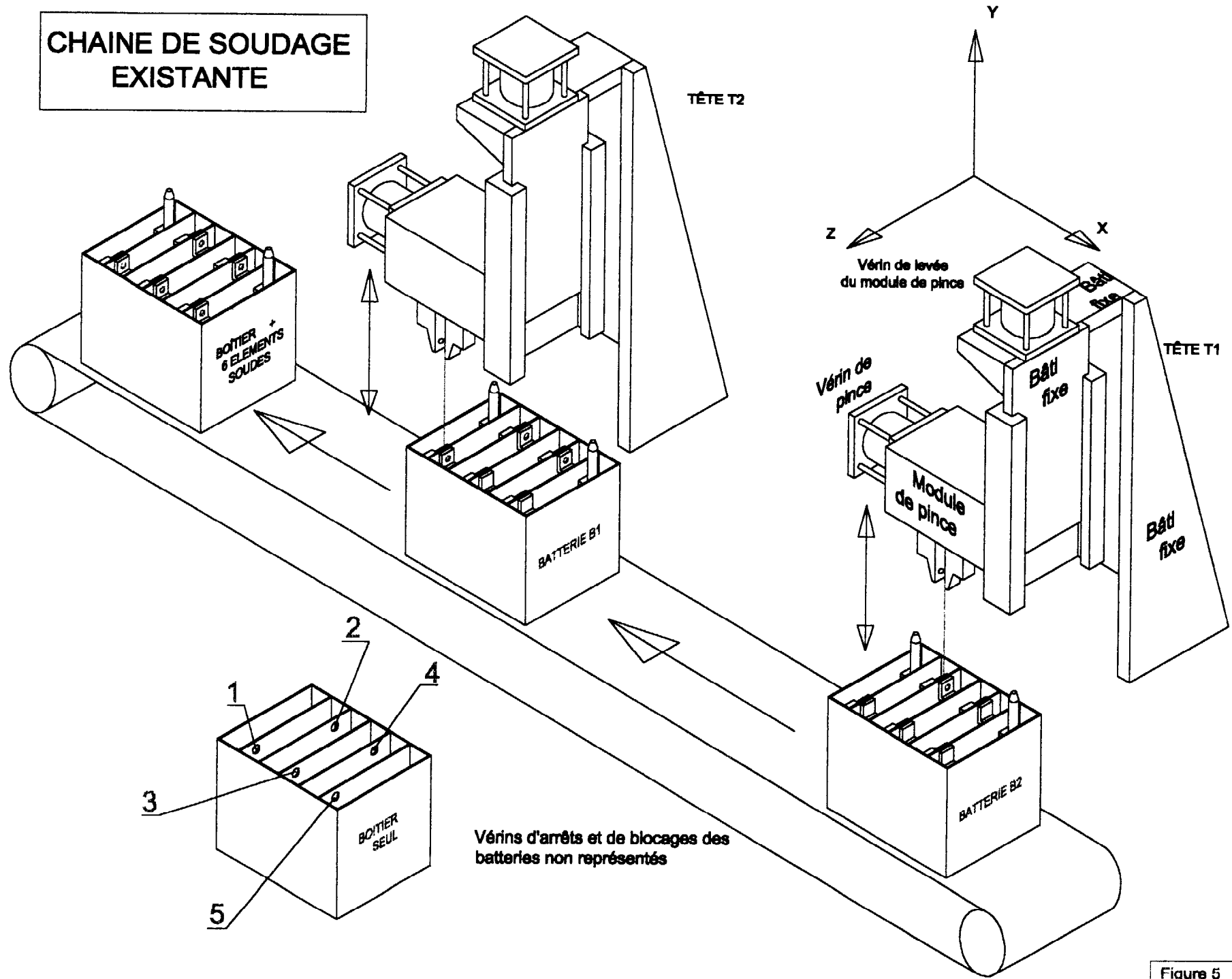


Figure 5

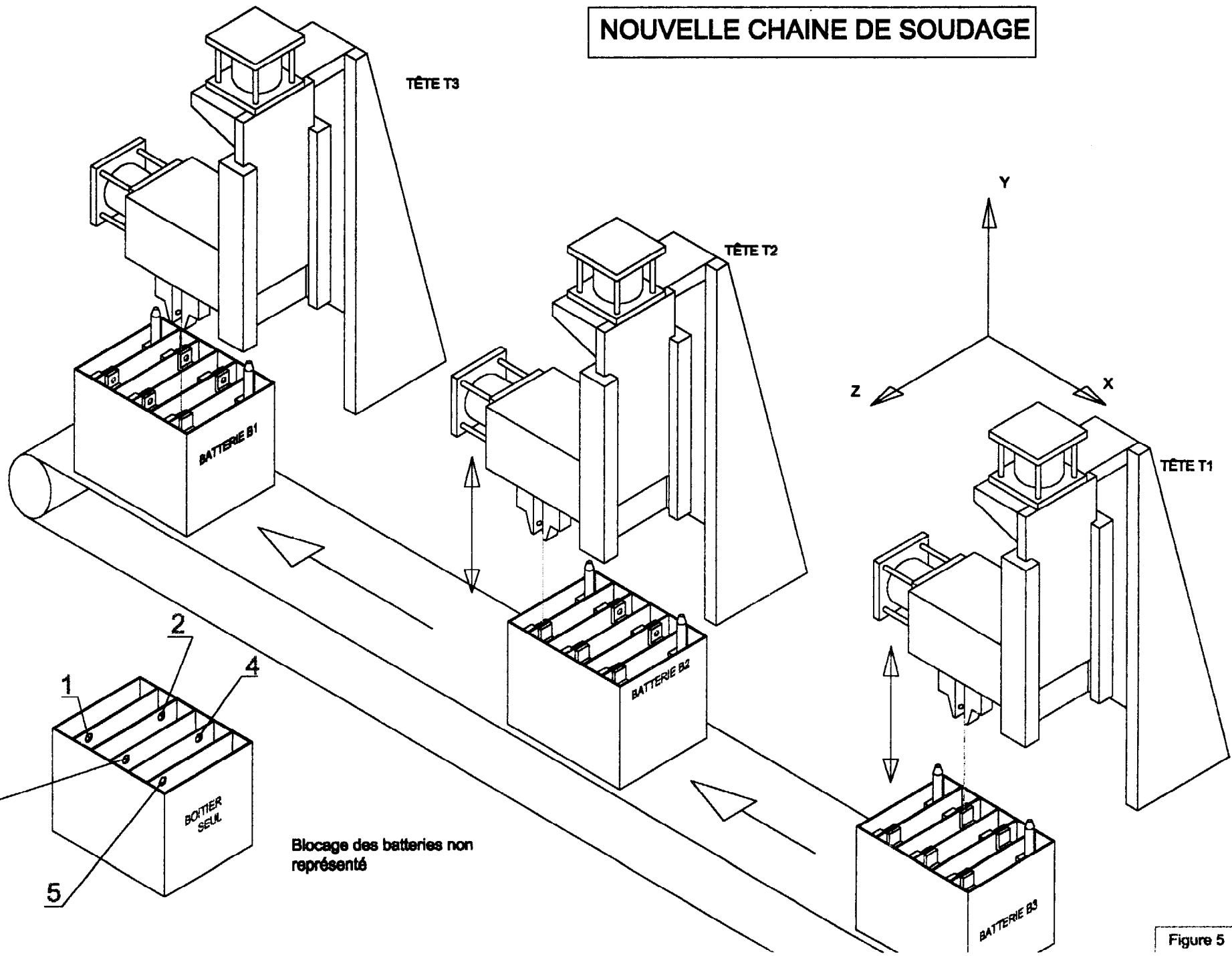
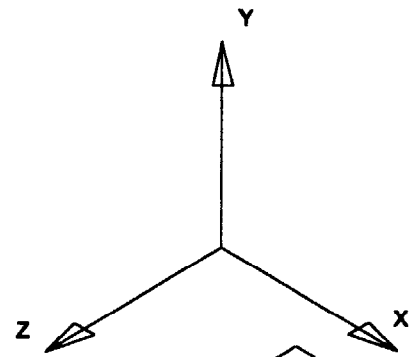
# NOUVELLE CHAÎNE DE SOUDAGE

DT 4

TÊTE T3

TÊTE T2

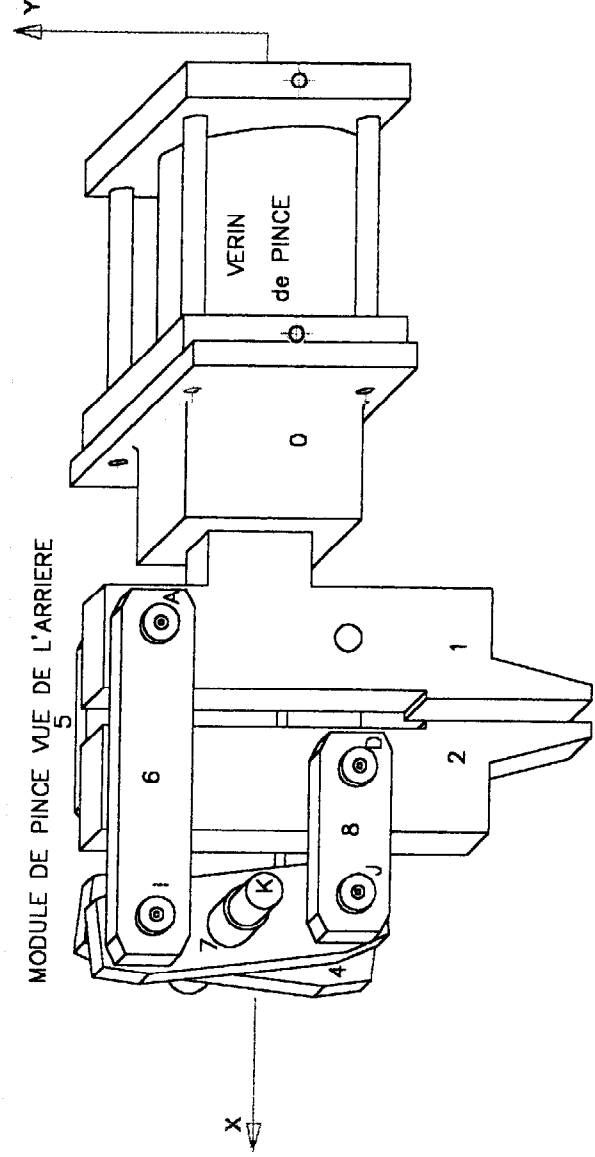
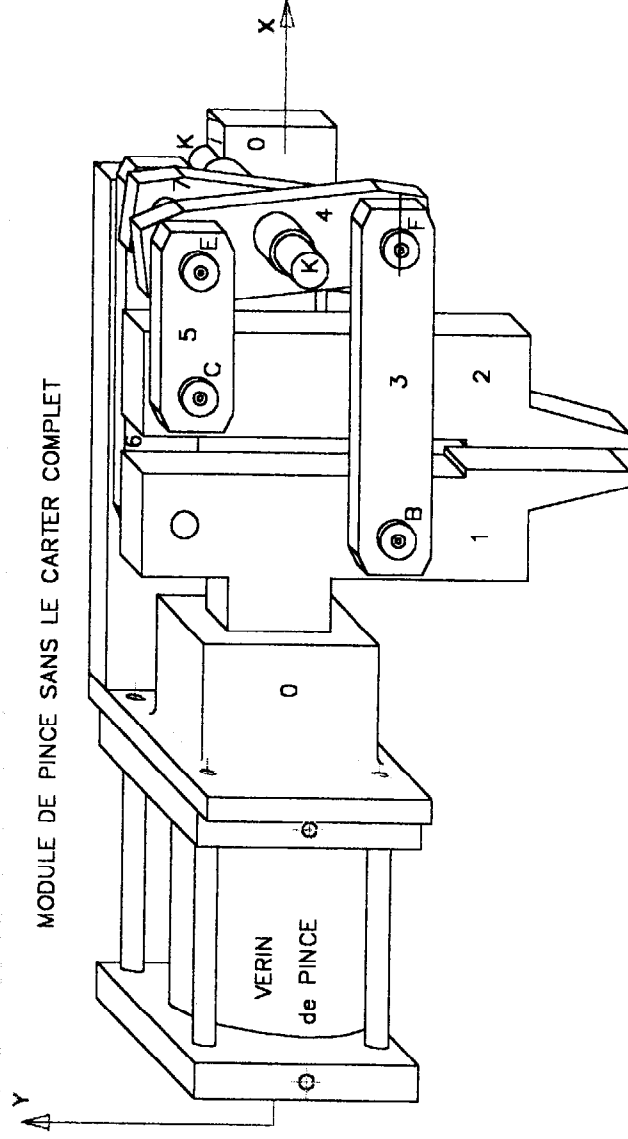
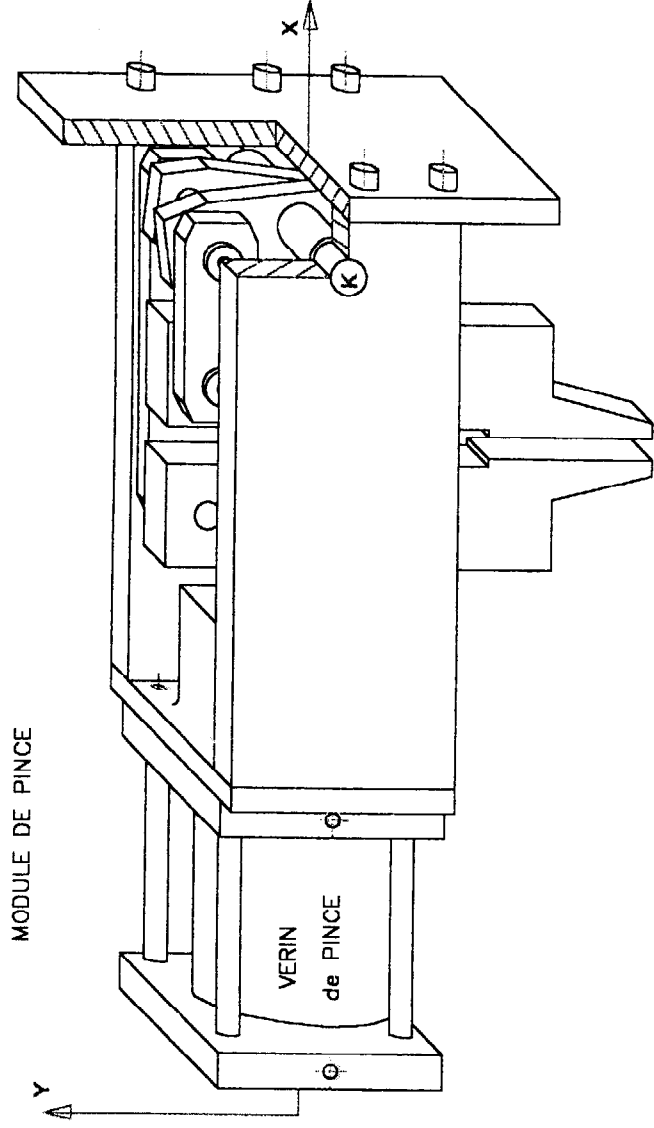
TÊTE T1



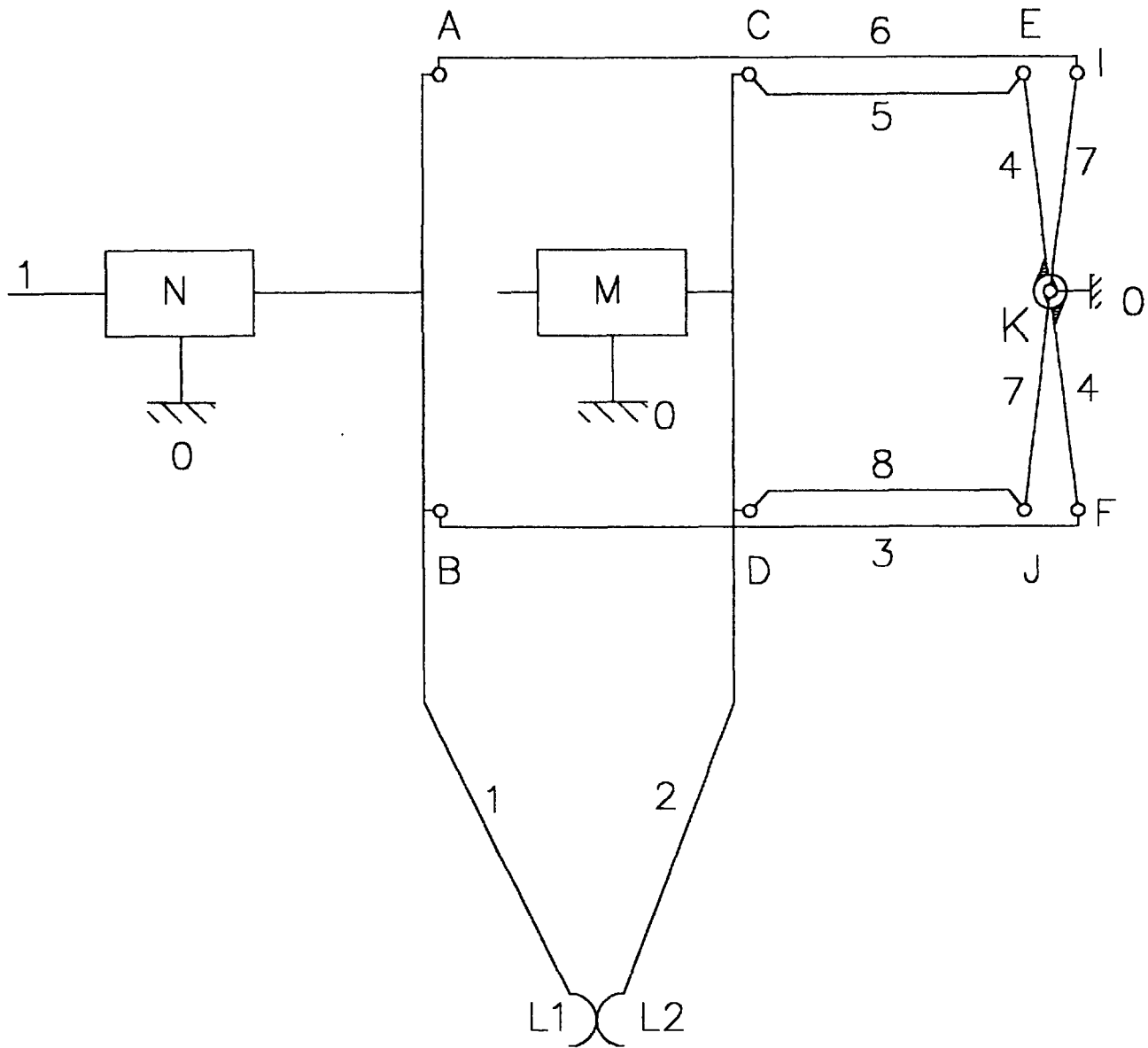
Blocage des batteries non représenté

Figure 5

# MODULE DE PINCE

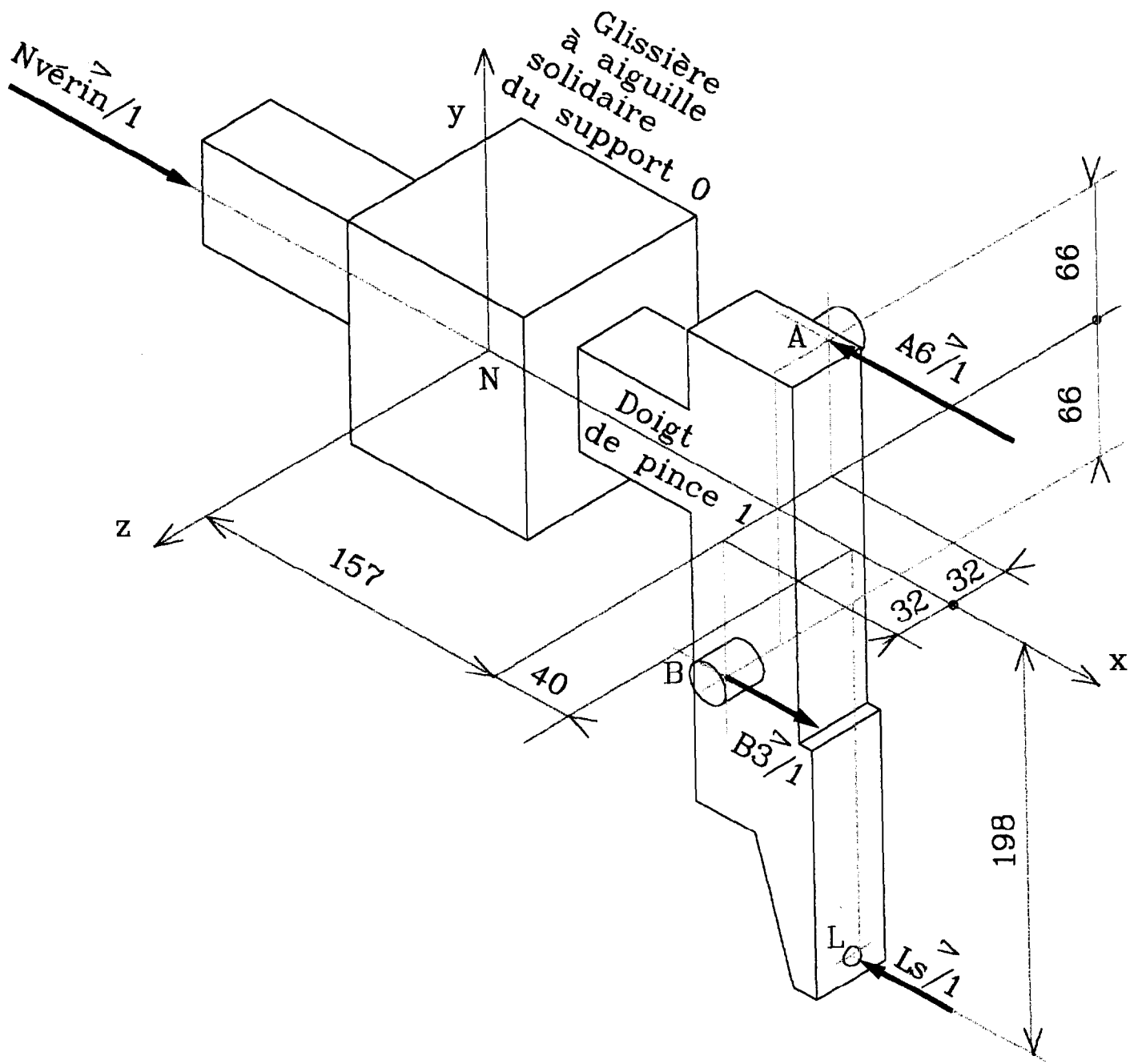


# SCHEMA PLAN DE PINCE FERMEE



**Attention**  
**Echelle 1:2**

**DOIGT DE PINCE  
+  
GLISSIERE A AIGUILLES**

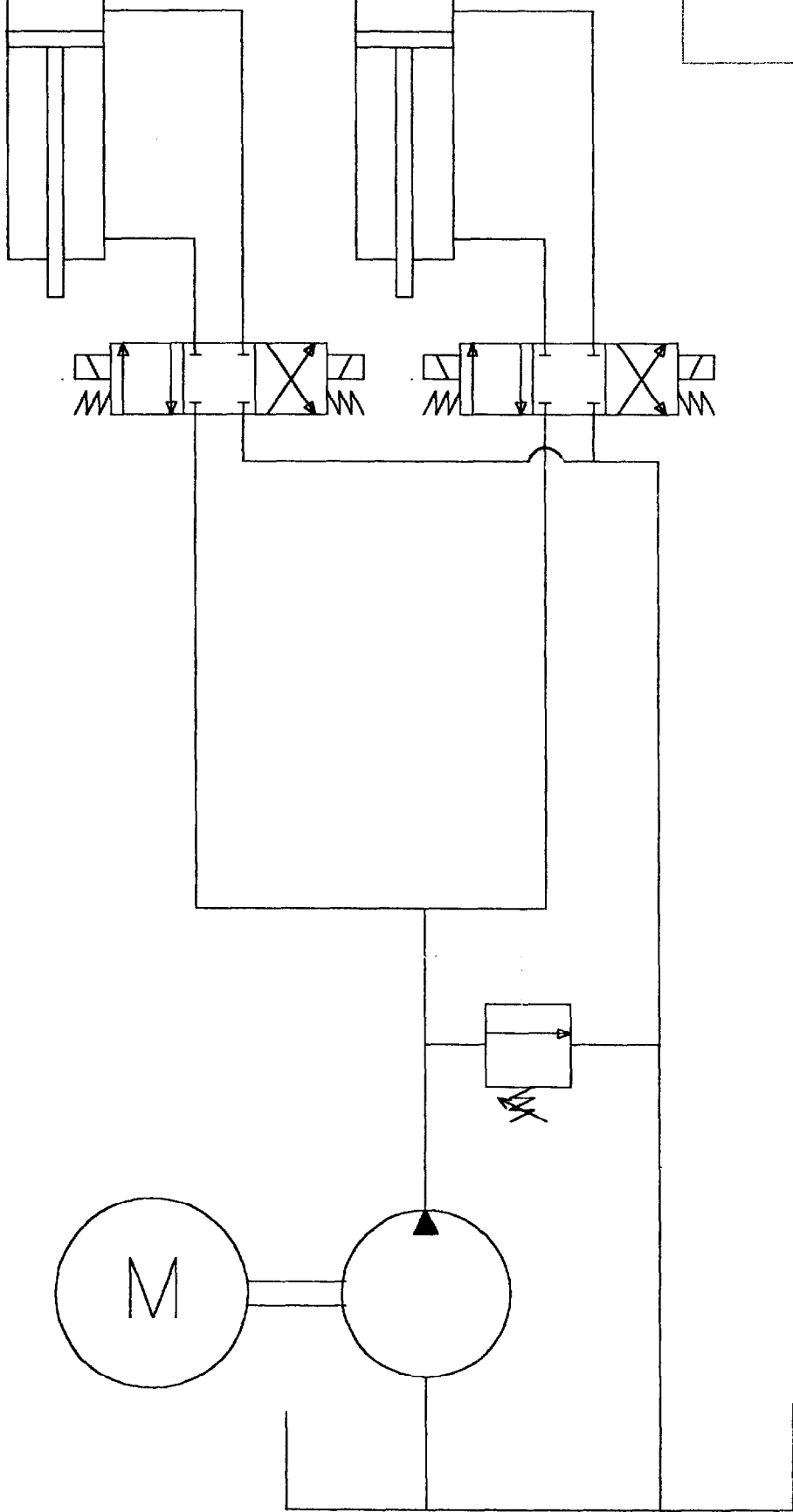


Unités des longueurs : mm

Vérin de levée de  
la tête 1

Vérin de levée de  
la tête 2

CABLAGE HYDRAULIQUE  
ACTUEL

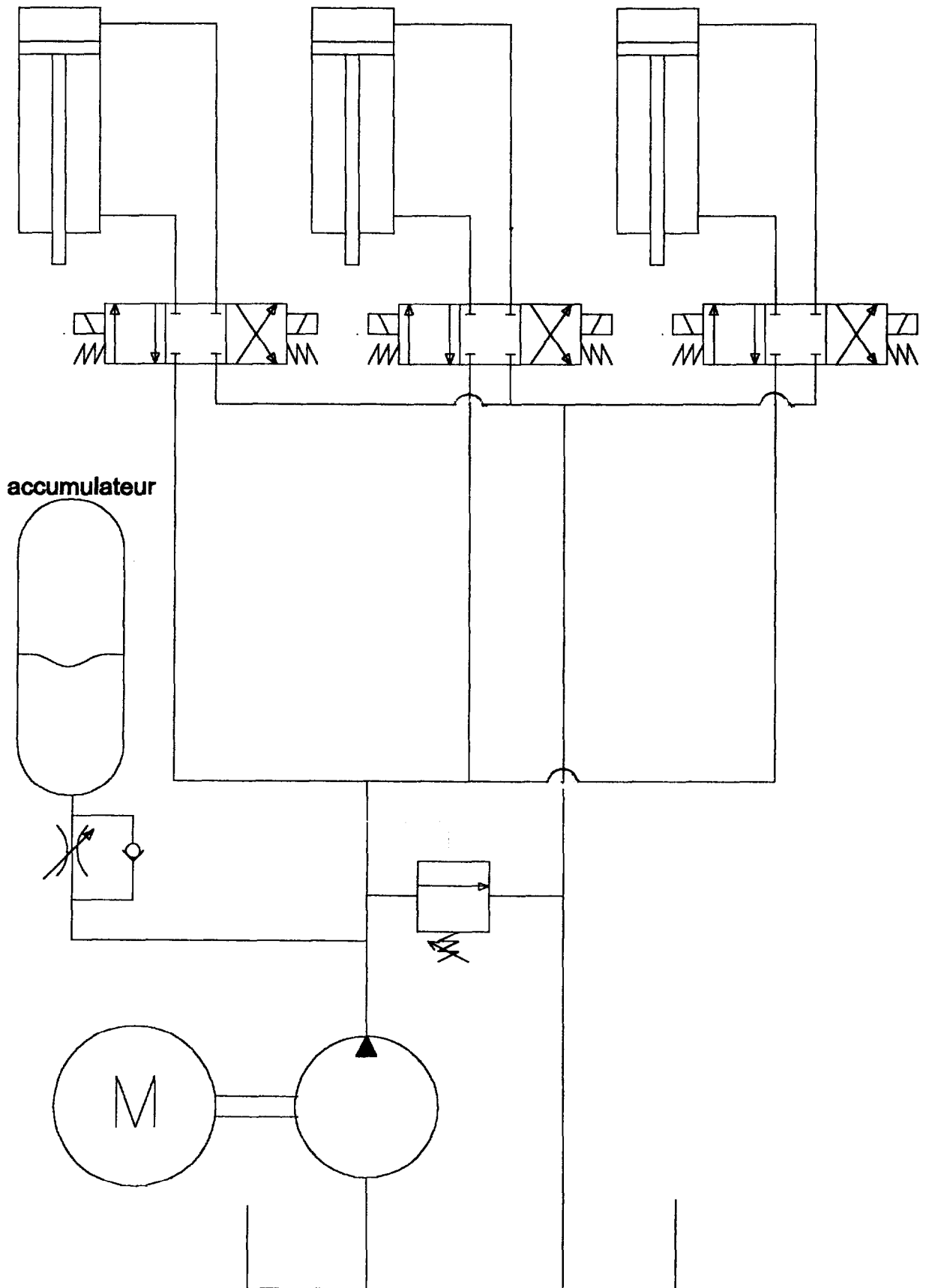


# CABLAGE HYDRAULIQUE ENVISAGE

Vérin de levée de  
la tête 1

Vérin de levée de  
la tête 2

Vérin de levée de  
la tête 3



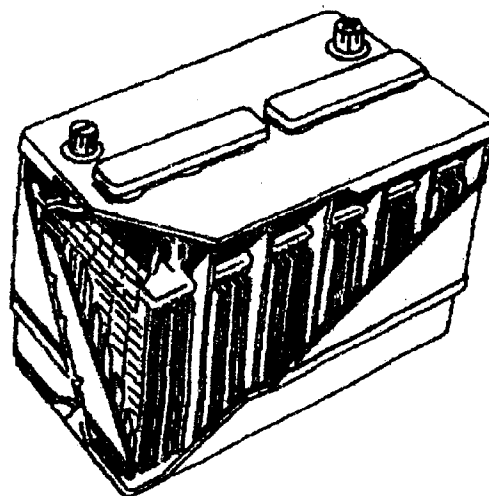
## **Caractéristiques des batteries chargées**

*Capacité de 65 Ah*

*Tension de la batterie chargée 15 V*

*Courant de court circuit 210 A*

*Tension nominale 12V*



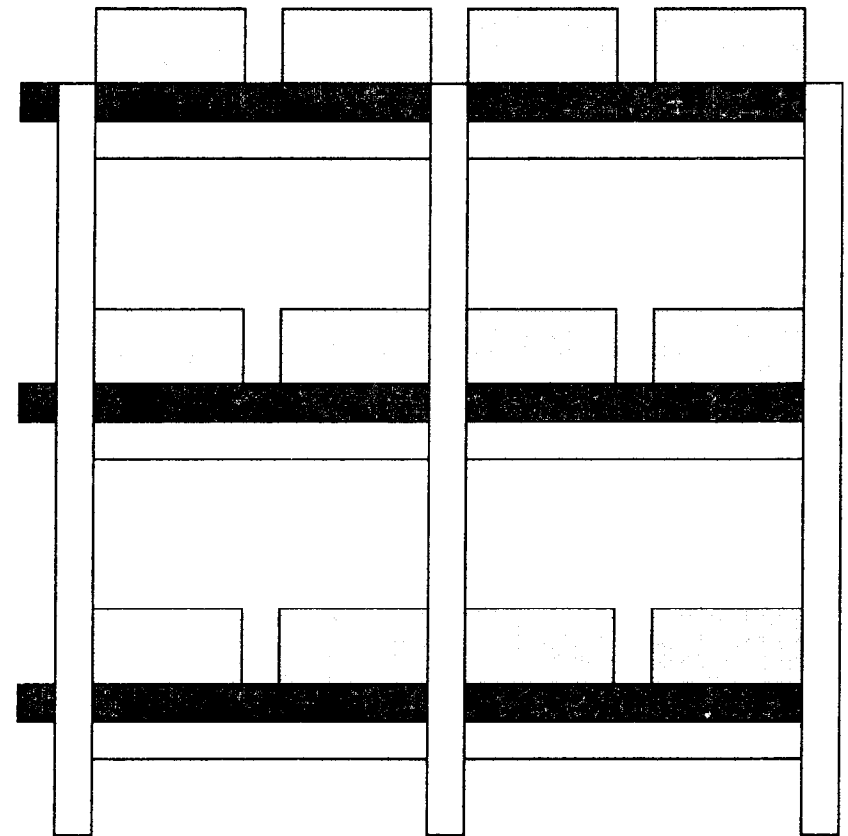
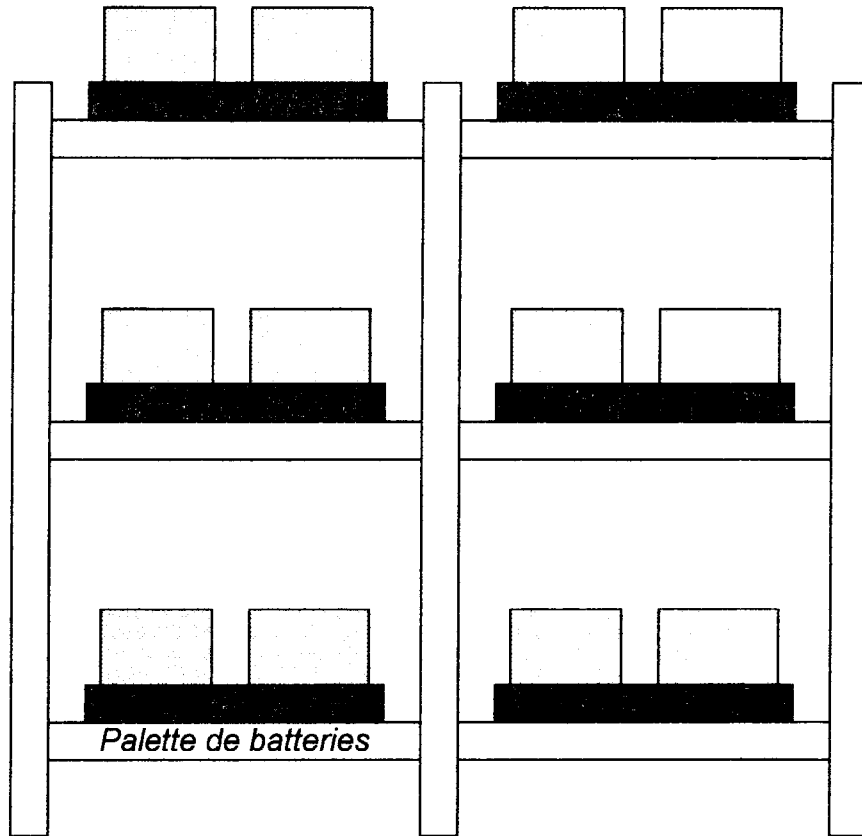
## **Principe de la charge des batteries**

*Pour être chargées, les batteries sont placées sur une palette et connectées en série les une aux autres. Puis chaque palette est connectée en parallèle sur la plate forme de charge. Chaque plate-forme est alimentée par un hacheur. L'installation comprend 4 plates-formes.*

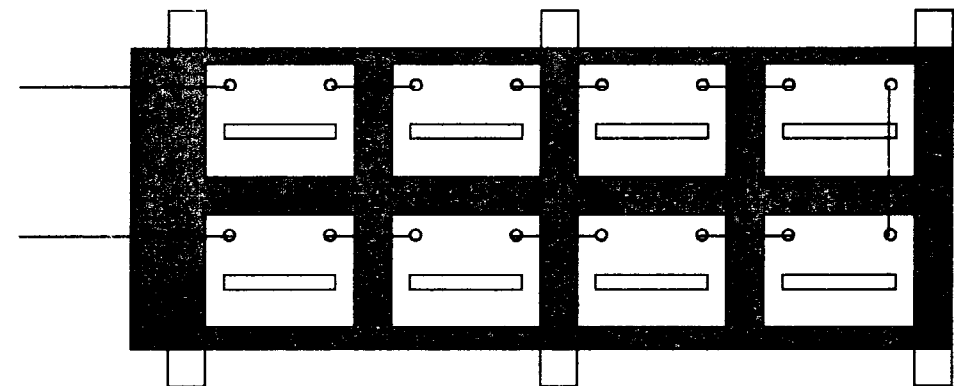
*Afin de compenser la chute de tension due à la résistance interne, la tension pendant la charge doit être égale à 120% de U nominale. Le courant de charge varie de 800 mA à 15 A. Le faible courant de charge du début permet d'éviter une élévation anormale de la température de l'électrolyse. Celle ci ne doit pas dépasser les 50°C. L'évolution du courant est par palier ; 800mA pendant 30 min, puis 6 A pendant 40 min, pour finir à la valeur de 15A. La durée de charge varie de 18h à 22h suivant le nombre de batteries connectées.*

*Structure des casiers de charge*

DT11

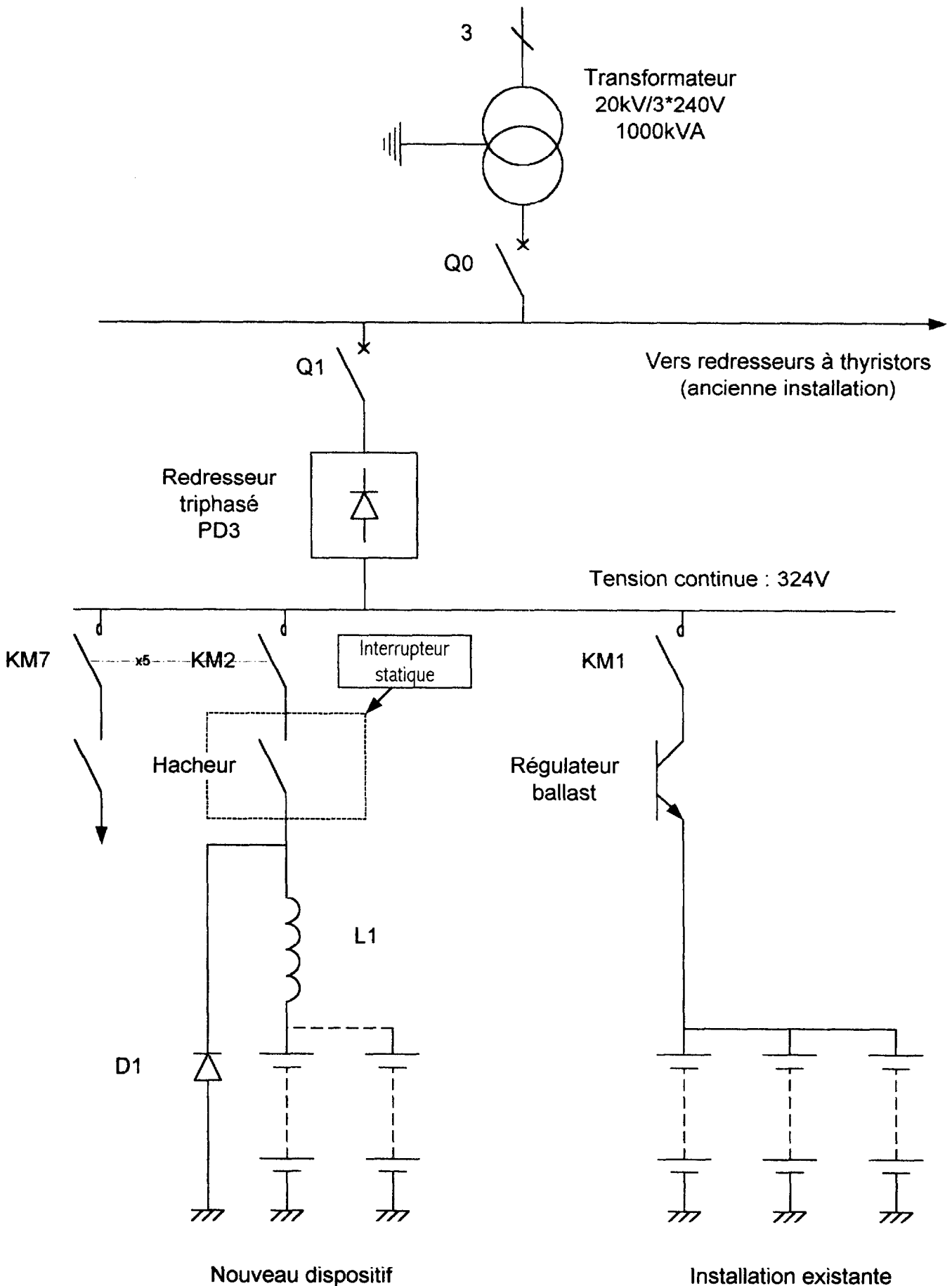


**Mise en parallèle des palettes de batteries alimentées par le nouveau dispositif**

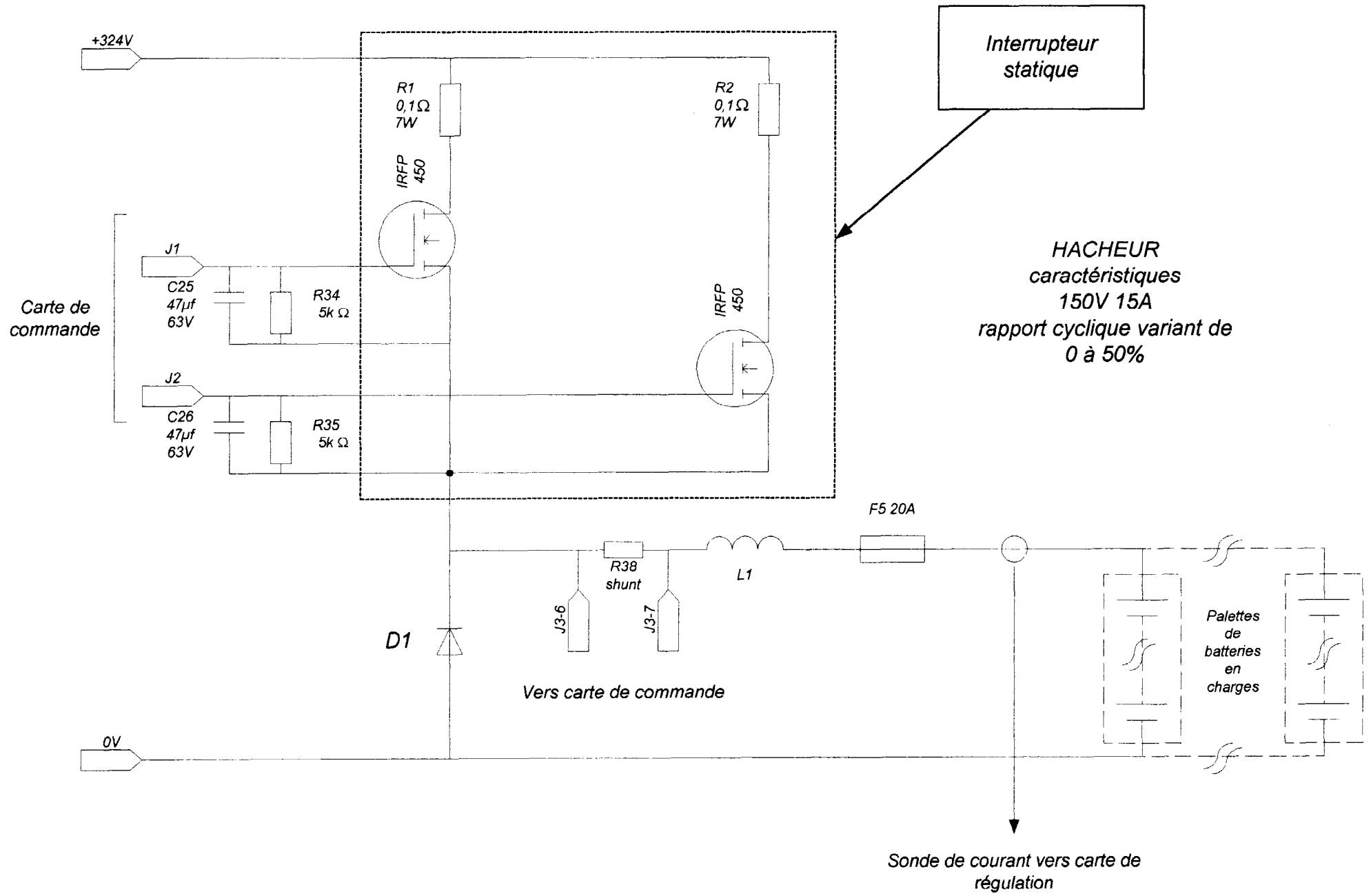


*Exemple de palette de batteries montées en série*

# SYNOPTIQUE DE L'INSTALLATION DES CHARGEURS



# Schéma de puissance



DT 13

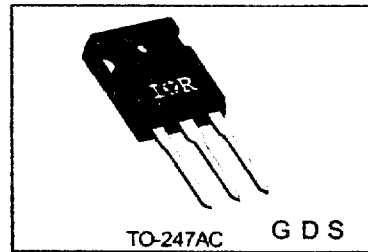
**Applications**

- Switch Mode Power Supply ( SMPS )
- Uninterruptable Power Supply
- High speed power switching

V <sub>DSS</sub>	R <sub>ds(on)</sub> max	I <sub>D</sub>
500V	0.40Ω	14A

**Benefits**

- Low Gate Charge Q<sub>g</sub> results in Simple Drive Requirement
- Improved Gate, Avalanche and Dynamic dv/dt Ruggedness
- Fully Characterized Capacitance and Avalanche Voltage and Current
- Effective Coss Specified ( See AN 1001)



**Absolute Maximum Ratings**

	Parameter	Max.	Units
I <sub>D</sub> @ T <sub>C</sub> = 25°C	Continuous Drain Current, V <sub>GS</sub> @ 10V	14	A
I <sub>D</sub> @ T <sub>C</sub> = 100°C	Continuous Drain Current, V <sub>GS</sub> @ 10V	8.7	
I <sub>DM</sub>	Pulsed Drain Current ①	56	
P <sub>D</sub> @ T <sub>C</sub> = 25°C	Power Dissipation	190	W
	Linear Derating Factor	1.5	W/°C
V <sub>GS</sub>	Gate-to-Source Voltage	± 30	V
dv/dt	Peak Diode Recovery dv/dt ③	4.1	V/ns
T <sub>J</sub>	Operating Junction and Storage Temperature Range	-55 to + 150	°C
T <sub>STG</sub>			
	Mounting torque, 6-32 or M3 screw	10 lbf•in (1.1N•m)	

**Typical SMPS Topologies:**

- Two Transistor Forward
- Half Bridge, Full Bridge
- PFC Boost

Notes ① through ③ are on page 8

# IRFP450A

Static @  $T_J = 25^\circ\text{C}$  (unless otherwise specified)

International  
IOR Rectifier

	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Conditions
$V_{(BR)DSS}$	Drain-to-Source Breakdown Voltage	500	—	—	V	$V_{GS} = 0V, I_D = 250\mu A$
$\Delta V_{(BR)DSS}/\Delta T_J$	Breakdown Voltage Temp. Coefficient	—	0.58	—	V/ $^\circ\text{C}$	Reference to $25^\circ\text{C}, I_D = 1mA$ Ⓓ
$R_{DS(on)}$	Static Drain-to-Source On-Resistance	—	—	0.40	$\Omega$	$V_{GS} = 10V, I_D = 8.4A$ Ⓓ
$V_{GS(th)}$	Gate Threshold Voltage	2.0	—	4.0	V	$V_{DS} = V_{GS}, I_D = 250\mu A$
$I_{DSS}$	Drain-to-Source Leakage Current	—	—	25	$\mu A$	$V_{DS} = 500V, V_{GS} = 0V$
		—	—	250	$\mu A$	$V_{DS} = 400V, V_{GS} = 0V, T_J = 125^\circ\text{C}$
$I_{GSS}$	Gate-to-Source Forward Leakage	—	—	100	nA	$V_{GS} = 30V$
	Gate-to-Source Reverse Leakage	—	—	-100	nA	$V_{GS} = -30V$

Dynamic @  $T_J = 25^\circ\text{C}$  (unless otherwise specified)

	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Conditions
$g_{fs}$	Forward Transconductance	7.8	—	—	S	$V_{DS} = 50V, I_D = 8.4A$
$Q_g$	Total Gate Charge	—	—	64	nC	$I_D = 14A$
$Q_{gs}$	Gate-to-Source Charge	—	—	16	nC	$V_{DS} = 400V$
$Q_{gd}$	Gate-to-Drain ("Miller") Charge	—	—	26	nC	$V_{GS} = 10V$ , See Fig. 6 and 13 Ⓓ
$t_{d(on)}$	Turn-On Delay Time	—	15	—	ns	$V_{DD} = 250V$
$t_r$	Rise Time	—	36	—	ns	$I_D = 14A$
$t_{d(off)}$	Turn-Off Delay Time	—	35	—	ns	$R_G = 6.2\Omega$
$t_f$	Fall Time	—	29	—	ns	$R_D = 17\Omega$ , See Fig. 10 Ⓓ
$C_{iss}$	Input Capacitance	—	2038	—	pF	$V_{GS} = 0V$
$C_{oss}$	Output Capacitance	—	307	—	pF	$V_{DS} = 25V$
$C_{rss}$	Reverse Transfer Capacitance	—	10	—	pF	$f = 1.0MHz$ , See Fig. 5
$C_{oss}$	Output Capacitance	—	2859	—	pF	$V_{GS} = 0V, V_{DS} = 1.0V, f = 1.0MHz$
$C_{oss}$	Output Capacitance	—	81	—	pF	$V_{GS} = 0V, V_{DS} = 400V, f = 1.0MHz$
$C_{oss\ eff.}$	Effective Output Capacitance	—	96	—	pF	$V_{GS} = 0V, V_{DS} = 0V\ to\ 400V$ Ⓓ

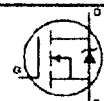
## Avalanche Characteristics

	Parameter	Typ.	Max.	Units
$E_{AS}$	Single Pulse Avalanche EnergyⒹ	—	760	mJ
$I_{AR}$	Avalanche CurrentⒹ	—	14	A
$E_{AR}$	Repetitive Avalanche EnergyⒹ	—	19	mJ

## Thermal Resistance

	Parameter	Typ.	Max.	Units
$R_{\theta JC}$	Junction-to-Case	—	0.65	$^\circ\text{C}/W$
$R_{\theta CS}$	Case-to-Sink, Flat, Greased Surface	0.24	—	
$R_{\theta JA}$	Junction-to-Ambient	—	40	

## Diode Characteristics

	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Conditions
$I_S$	Continuous Source Current (Body Diode)	—	—	14	A	MOSFET symbol showing the integral reverse p-n junction diode. 
$I_{SM}$	Pulsed Source Current (Body Diode) Ⓓ	—	—	56	A	
$V_{SD}$	Diode Forward Voltage	—	—	1.4	V	$T_J = 25^\circ\text{C}, I_S = 14A, V_{GS} = 0V$ Ⓓ
$t_{rr}$	Reverse Recovery Time	—	487	731	ns	$T_J = 25^\circ\text{C}, I_F = 14A$
$Q_{rr}$	Reverse Recovery Charge	—	3.9	5.8	$\mu C$	$di/dt = 100A/\mu s$ Ⓓ
$t_{on}$	Forward Turn-On Time	Intrinsic turn-on time is negligible (turn-on is dominated by $L_S + L_D$ )				

	<i>Académie :</i> _____	<i>Session :</i> _____
	<i>Examen ou Concours :</i> _____	<i>Série * :</i> _____
	<i>Spécialité/option * :</i> _____	<i>Repère de l'épreuve :</i> _____
	<i>Epreuve/sous-épreuve :</i> _____	
	<i>NOM :</i> _____ <small>(en majuscules, suivi s'il y a lieu du nom d'épouse)</small>	
	<i>Prénoms :</i> _____	<i>N° du candidat</i> <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>
<i>Né(e) le :</i> _____		
<small>(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)</small>		

**NE RIEN ECRIRE ICI**

**Brevet de Technicien Supérieur  
ASSISTANCE TECHNIQUE D'INGENIEUR**

Sous-Epreuve U 42 : Vérifications des performances mécaniques et électriques  
d'un système pluritechnologique

**Session 2001**

# DOSSIER REPONSE

Ce dossier comprend les documents  
DR1 à DR15

Mécanique		Electrotechnique	
Questions	Barème	Questions	Barème
A/ Etude de la pince de soudage : Q1 et Q2	8	D/ Etude du chargeur de batterie Q11 à Q12	4
B/ Efforts supportés par la pince : Q3	6	E/ Détermination des performances de charge Q3 à Q19	10
C/ Vérification du système hydraulique : Q4 à Q10	16	F/ Performance de l'interrupteur statique G/ Détermination du rendement Q20 à Q27	16

NE RIEN ECRIRE ICI

## A - ÉTUDE DE LA PINCE DE SOUDAGE

Cette pince de soudage, appartenant à la chaîne de soudage, est mise en situation pages DT1 et DT3.  
La pince est décrite dans la notice pages DT2 et DT5.  
La pince est schématisée en position fermée sur le document DT6.

Pour ouvrir la pince, un vérin, non schématisé sur le document DR2, déplace le doigt de **20 mm** vers la gauche.

### Question 1      Répondre sur la page DR2

Compléter le schéma de la pince en position ouverte.  
Préciser les nouvelles positions des centres de liaison : I', J', D', F', E' et C'.  
Le schéma proposé est réalisé à l'échelle 1:2.

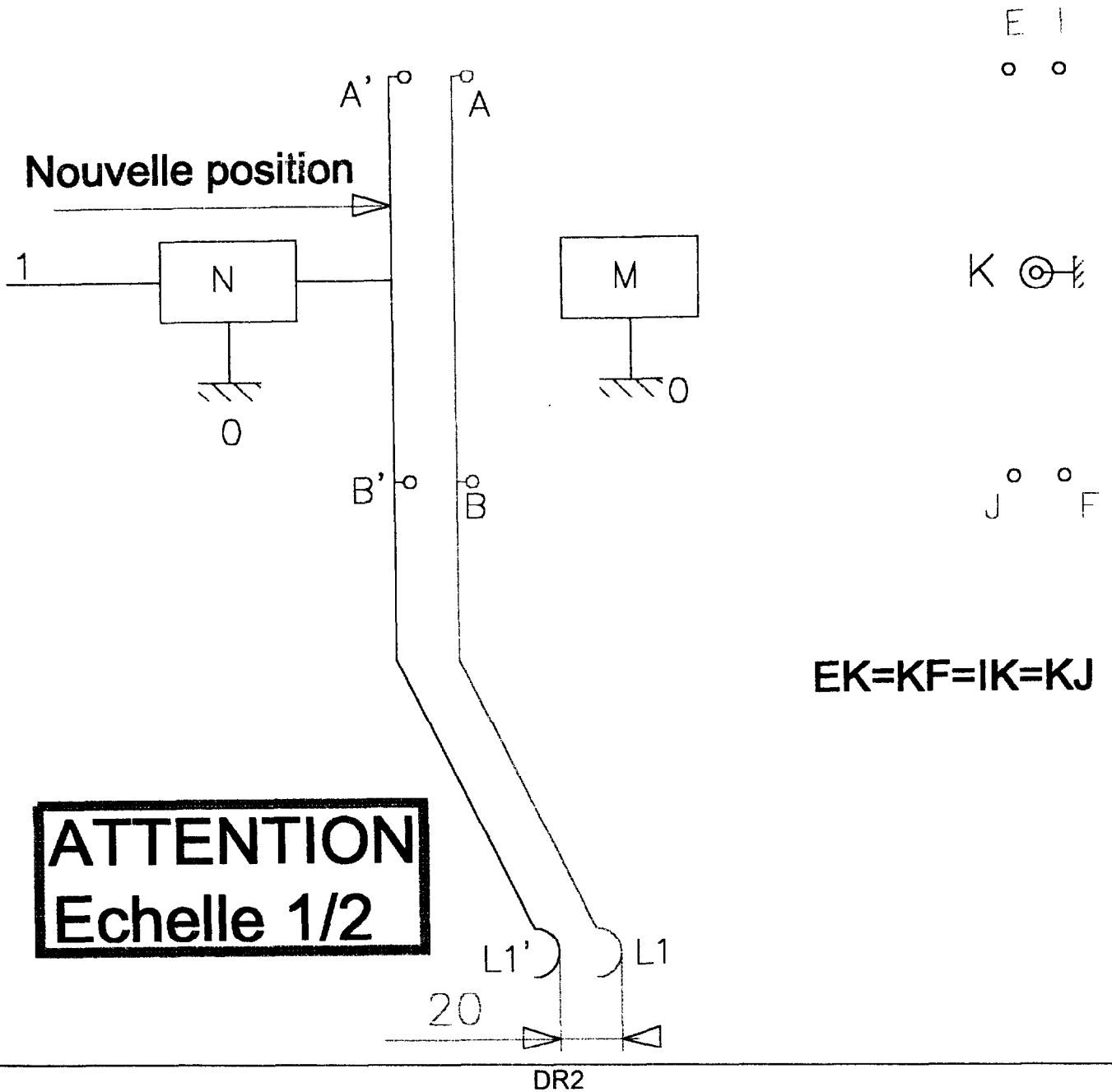
### Question 2      Répondre dans le cadre 1

En déduire l'ouverture réelle de la pince (distance maxi entre les points L'1 et L'2).  
Justifier brièvement.

Cadre 1

NE RIEN ECRIRE ICI

**SCHEMA PLAN DE PINCE OUVERTE**



NE RIEN ECRIRE ICI

**B - VÉRIFICATION DES EFFORTS SUPPORTES PAR LA PINCE** *Voir page DT7*  
**Actions transmises par la glissière à aiguilles entre le doigt de pince 1 et le support 0 appartenant au module horizontal**

Le taux de batteries refusées dans le test électrique en bout de chaîne, est jugé trop important. Le soudage réalisé par les pinces n'est pas d'une qualité suffisante. L'équipe de maintenance met en cause la liaison glissière entre le doigt de pince 1 et le support 0. On souhaite déterminer les efforts transmis par cette glissière afin de vérifier si elle a été bien dimensionnée.

Des calculs préliminaires ont été réalisés, on s'intéresse maintenant aux efforts transmis par la glissière à aiguilles montée entre le doigt de pince 1 et le support 0.

Hypothèses :

- le poids du doigt de pince 1 est négligé par rapport aux efforts mis en jeu ;
- les efforts transmis par les articulations A et B au support de pince 1 se réduisent à des glisseurs passant par le centre des liaisons et parallèles à l'axe des x ;
- les actions du vérin sur le doigt de pince 1 se réduisent à un glisseur passant par le centre N de la liaison et d'axe x ;
- les efforts nécessaires au sertissage à l'extrémité L1 du doigt de pince se réduisent à un glisseur, parallèle à l'axe des x ;
- la liaison réalisée par la glissière à aiguilles entre le support O et le doigt de pince 1 est considérée comme parfaite (sans frottement) ;
- on prendra les valeurs suivantes :  $XA_{s/1} = - 1000 \text{ daN}$  ;  $XB_{s/1} = + 500 \text{ daN}$  ;  $XL_{s/1} = - 500 \text{ daN}$ .

Question 3

On souhaite utiliser un logiciel de calcul pour déterminer le torseur des actions mécaniques transmises par la glissière à aiguilles entre le support de pince 1 et le support 0.

Compléter le tableau de préparation de ce calcul (TABLEAU N°1 page DR4). Le nombre de cases proposées n'est pas nécessairement égal au nombre d'actions mécaniques.

Préciser les particularités : type du torseur, centre géométrique, liaison modélisée.

Indiquer pour chaque torseur :

- le point de réduction avec ses coordonnées dans le repère de la page DT7 ;
- les valeurs des coordonnées, lorsqu'elles sont connues ;
- les coordonnées inconnues (que l'on entourera en rouge lorsque le tableau 1 sera rempli) selon les notations de l'exemple ci-dessous.

Afin de déterminer si le problème est résoluble, on précisera également, dans le bas du tableau, le nombre d'inconnues scalaires après les avoir entourées en rouge :

Point de réduction J	Résultante	Moment
$x_j = \dots\dots\dots$	$X_{j \ 7/8} = \dots\dots\dots$	$L_{j \ 7/8} = \dots\dots\dots$
$y_j = \dots\dots\dots$	$Y_{j \ 7/8} = \dots\dots\dots$	$M_{j \ 7/8} = \dots\dots\dots$
$z_j = \dots\dots\dots$	$Z_{j \ 7/8} = \dots\dots\dots$	$N_{j \ 7/8} = \dots\dots\dots$

Torseur $\tau$ déterminé au point J du solide 7 sur le solide 8:
--

NE RIEN ECRIRE ICI

**TABLEAU N°1**

**Nota** : Les calculs, bien sûr, ne sont pas à effectuer

LOGICIEL DE CALCUL DANS L'ESPACE

Feuille d'analyse

SYSTEME ISOLE : \_\_\_\_\_

Nombre de torseurs d'actions mécaniques extérieures agissant sur le système isolé :

TORSEUR	Action de ___ sur ___	Particularités (type de liaison, frottement, ...)
1		
2		
3		
4		
5		
6		

ECRITURE DES TORSEURS : (rappel des unités : longueurs en \_\_\_\_, efforts en \_\_\_\_, moments en \_\_\_\_.)

1	Point __	Résultante	Moment	2	Point __	Résultante	Moment	3	Point __	Résultante	Moment

4	Point __	Résultante	Moment	5	Point __	Résultante	Moment	6	Point __	Résultante	Moment

Nombre d'inconnues scalaires (les entourer en rouge dans les tableaux ci-dessus) :

NE RIEN ECRIRE ICI

## C - VÉRIFICATION DU SYSTÈME HYDRAULIQUE

Voir les pages DT8 et DT9

La production de batteries devant passer de 1000 par chaîne à 1500 par période de 8 heures, il a été décidé d'ajouter une 3<sup>ème</sup> tête de soudage aux 2 premières. *Initialement, le soudage se faisait comme indiqué pages DT1 et DT3.*

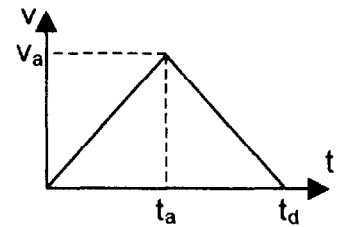
On veut donc maintenant utiliser 3 têtes de soudure pour souder les pattes de plomb à travers les 5 trous du boîtier de batterie. (voir page DT4) :

- la tête T1 réalise toujours les soudages à travers les trous 2 et 4 ;
- la tête T2 réalise seulement les soudages à travers les trous 1 et 3 ;
- la tête T3 réalise le soudage à travers le trou 5.

On veut savoir si le système hydraulique permettant d'alimenter les 2 vérins de déplacement vertical des 2 pinces va pouvoir en alimenter 3.

### Hypothèses :

- la course verticale de chaque pince est de **100 mm** ;
- la remontée s'effectue en **0,5 s** ;
- cette remontée s'effectue suivant un cycle triangulaire : deux mouvements, une accélération et une décélération de même valeur absolue (voir diagramme ci-contre) ;
- la masse mobile de chaque tête de soudage est de **200 kg** ;
- chaque tête est équipée d'un vérin de translation verticale de cylindre de diamètre **50 mm** et d'un piston de diamètre de tige de **28 mm**.



### Question 4 Répondre dans le cadre 2

Déterminer le temps et la distance parcourue pendant la phase accélération.

Cadre 2

### Question 5 Répondre dans le cadre 3

Déterminer cette accélération ainsi que la vitesse maximale de la tête.

Cadre 3

NE RIEN ECRIRE ICI

**Question 6**

*Répondre dans le cadre 4*

En appliquant le principe fondamental de la dynamique, déterminer la force de poussée **F** nécessaire de chaque vérin. Prendre  $g = 9.81\text{m.s}^{-2}$ .

Cadre 4

**Question 7**

*Répondre dans le cadre 5*

En se plaçant dans le cas où l'effort du vérin nécessaire à la remontée de la tête de soudage est de 2050 N (cette valeur sera la donnée utilisée pour les questions 7 à 10), déterminer la pression **p** du fluide agissant dans la cavité inférieure du vérin (sous le piston) nécessaire pour remonter la tête de soudage solidaire du piston.

Cadre 5

**Question 8**

*Répondre dans le cadre 6*

En se plaçant dans les conditions correspondant à la remontée simultanée des 3 têtes, déterminer le débit maxi **Qv** de la pompe, nécessaire à l'alimentation des 3 vérins.

Cadre 6

NE RIEN ECRIRE ICI

**Question 9**

*Répondre dans le cadre 7*

Le rendement global de la pompe est  $\eta_p = 0,8$ . Le rendement de l'ensemble des 3 vérins et des distributeurs est  $\eta_v = 0,7$  (dû essentiellement au frottement des joints et au frottement visqueux du fluide).

- 1) Déterminer le rendement global  $\eta$  de l'installation hydraulique.
- 2) Déterminer la puissance utile  $P_u$  du moteur électrique entraînant la pompe.

On donne la relation de la puissance hydraulique :  $P = Q_v \cdot \Delta p$  ( $Q_v =$  débit ;  $\Delta p =$  pression, unités SI)

Cadre 7

**Question 10**

*Répondre dans le cadre 8*

Le moteur actuel n'est pas suffisamment puissant. Il est décidé d'interposer un accumulateur entre la pompe et les vérins pour remédier à cette insuffisance. (voir page DT9).

Expliquez précisément pourquoi et comment on pourra résoudre le problème grâce à un accumulateur.

Cadre 8

NE RIEN ECRIRE ICI

## D – ÉTUDE DU CHARGEUR DE BATTERIES

L'étude porte sur les systèmes de charge des batteries. Cette installation comprendra plusieurs types de chargeurs (DT12). Pour améliorer les performances de charge, l'installation va être équipée d'un circuit supplémentaire. Ce chargeur est repéré nouveau dispositif sur le document DT12. Celui-ci permettra d'augmenter le rendement du circuit de charge, et d'avoir une flexibilité sur la quantité des batteries à charger.

La structure hacheur est raccordée sur le bus continu de 324 V, et peut débiter un courant de charge maximal de 15 A. La fréquence de hachage sera de 20 Khz.

### **Question 11**      *Répondre dans le cadre 9*

En utilisant les documents DT12 et DT13, identifier si le chargeur est de type série ou parallèle et dessiner le schéma de principe de sa structure simplifiée en indiquant le nom de chaque élément représenté.

Cadre 9

### **Question 12**      *Répondre dans le cadre 10*

En utilisant le document DT12, justifier le choix de la structure du nouveau dispositif par rapport au dispositif de l'installation existante au point de vue énergétique, en comparant le système ballast au système hacheur.

Remarque : Poser comme hypothèse que les éléments composant la structure sont parfaits.

Cadre 10

NE RIEN ECRIRE ICI

## E – DÉTERMINATION DES PERFORMANCES DE CHARGE DU NOUVEAU DISPOSITIF

Remarque : Pour cela vous devez déterminer le nombre maximal de batteries pouvant être chargées, par le nouveau dispositif.

*Voir les documents DT10, DT11, DT12 et DT13.*

### **Question 13**      Répondre dans le cadre 11

En utilisant le document DT15, pour la durée de charge maximale, calculer le courant de charge d'une batterie.

Sachant que  $Q=I.t$  avec : Q en Ampère.heure ; I en Ampère ; t en heure.

Cadre 11

### **Question 14**      Répondre dans le cadre 12

En utilisant les documents DT10 ou DT13, relever le courant de charge nominal du hacheur et en déduire le nombre de palettes pouvant être branchées en parallèle.

Cadre 12

NE RIEN ECRIRE ICI

**Question 15**

*Répondre dans le cadre 13*

En utilisant le document DT10, relever la tension nominale de la batterie, et calculer la tension de charge de la batterie. En considérant que la tension de sortie du hacheur est de 162 V, calculer le nombre de batteries pouvant être raccordées en série.

Cadre 13

**Question 16**

*Répondre dans le cadre 14*

En déduire le nombre maximal de batteries pouvant être chargées.

Cadre 14

NE RIEN ECRIRE ICI

**Question 17**      Répondre dans le cadre 15

Dans le cas d'une production moins importante, le nombre de batteries raccordées diminue. On doit alors agir sur la tension de charge. Expliquer comment on modifie celle-ci ?

Cadre 15

**Question 18**      Répondre dans le cadre 16

Déterminer et calculer la tension de sortie du hacheur, pour une charge globale de 40 batteries. Le courant de charge étant toujours égal à 15 A, il y aura donc 5 groupements branchés en parallèle.

Cadre 16

**Question 19**      Répondre dans le cadre 17

En déduire la valeur du réglage du rapport cyclique.

Cadre 17

NE RIEN ECRIRE ICI

## F – PERFORMANCE DE L'INTERRUPTEUR STATIQUE

**Question 20**      *Répondre dans le cadre 18*

En utilisant les documents DT12, DT13, DT14 et DT15, indiquer le type de composant utilisé pour réaliser l'interrupteur statique du hacheur.

Cadre 18

**Question 21**      *Répondre dans le cadre 19*

Préciser, si la commande de celui-ci est du type tension ou courant.

Cadre 19

NE RIEN ECRIRE ICI

**Question 22**      Répondre dans le cadre 20

En utilisant les documents techniques DT14 et DT15, donner ses principales caractéristiques.

Cadre 20

**Question 23**      Répondre dans le cadre 21      Voir le document DT13

En considérant que le courant de charge se répartit uniformément dans les 2 transistors IRFI 450, vérifier leur choix par rapport au courant de charge.

Cadre 21

NE RIEN ECRIRE ICI

**Question 24**

*Répondre dans le cadre 22*

Le montage parallèle des deux transistors permet de réduire la résistance  $R_{ds(on)}$  de l'interrupteur statique du hacheur.

Faire le schéma équivalent de l'interrupteur statique en vous aidant du document DT13.

Calculer la valeur de la résistance équivalente de celle-ci.

Vous préciserez l'intérêt de la diminution de cette résistance équivalente.

Cadre 22

**G – DÉTERMINATION DU RENDEMENT DU NOUVEAU DISPOSITIF ET COMPARAISON AVEC LE CHARGEUR BALLAST DE L'INSTALLATION EXISTANTE**

Le chargeur ballast a un rendement de 55 %. On veut vérifier que le nouveau dispositif permet d'avoir un meilleur rendement.

**Question 25**

*Répondre dans le cadre 23*

Déterminer et calculer la puissance absorbée du hacheur pour 40 batteries alimentées en 5 groupements parallèles de 8 batteries en série.

Cadre 23

NE RIEN ECRIRE ICI

**Question 26**      Répondre dans le cadre 24

En sachant que les transistors et les autres composants du hacheur dissipent 190 W de perte sous 15 A, calculer le rendement de l'ensemble.

Cadre 24

**Question 27**      Répondre dans le cadre 25

Comparer celui-ci, avec l'ancien montage.

Cadre 25