

# Brevet de Technicien Supérieur ÉLECTROTECHNIQUE

## Épreuve d'Avant Projet

DURÉE : 8 HEURES

COEFFICIENT : 2

### *"Rotative Helio"*

#### CONSTITUTION DU SUJET :

- PRÉSENTATION DE L'AVANT PROJET	PAGES 1 À 4
- DOSSIER DE QUESTIONNEMENT	PAGES 5 À 28
- FEUILLES RÉPONSES	PAGES 1 À 17
- CAHIER TECHNIQUE	DOCUMENTS DT 1 À DT 45

Rédiger sur feuille de copie.

Il est conseillé d'apporter le plus grand soin à la rédaction du travail, notamment aux représentations graphiques (schémas, grafctet) ; il en sera tenu compte dans la notation.

# ROTATIVE HELIO

## Présentation de l'avant-projet

# Mise en situation

L'emballage remplit aujourd'hui une fonction essentielle dans la politique marketing. Le support de cette épreuve d'avant-projet est situé dans une entreprise spécialisée dans la transformation d'emballages souples.

Cette entreprise apporte à des produits divers : pharmaceutiques, cosmétiques, alimentaires, la protection qui leur convient en respectant :

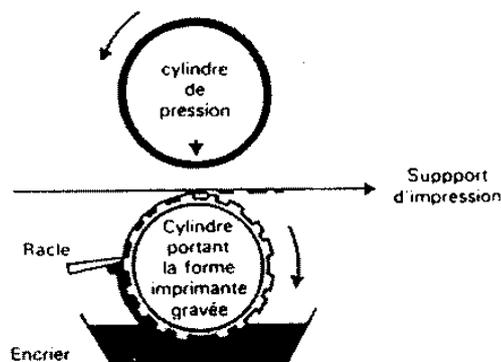
- les qualités organoleptiques (goûts, couleurs et odeurs des produits);
- l'étanchéité des scellages ;
- les contraintes de la distribution et de machinabilité des emballages.

Cette étude va porter sur une partie de l'un des processus automatiques utilisé dans cette entreprise : **la rotative hélio.**

### ➤ Caractéristique du procédé :

L'héliogravure est un procédé d'impression directe par une forme imprimante en creux. La forme imprimante est un cylindre d'acier recouvert de cuivre par galvanoplastie. Il porte le graphisme à reproduire, gravé en creux par un stylet diamanté. Ce cylindre tourne, partiellement immergé dans un bac d'encre liquide de viscosité parfaitement régulée.

L'encre emplit les creux de la gravure nommés alvéoles et demeure dans les alvéoles même lorsque, à la sortie de l'encrier, une lame d'acier appliquée tangentiellement vient racler la surface du cylindre pour éliminer le surplus d'encre (racle) des parties non imprimantes du cylindre.



En hélio-emballage, les vitesses se situent généralement entre 100 et 200 mètres par minute, en laizes (largeurs) inférieures ou égales à 145 cm. Les rotatives impriment des supports de toutes natures et de toutes épaisseurs (polyester, polypropylène, polyamide, cellulosique ou métallisé), avec des pressions parfois relativement faibles.

Pour obtenir un bon transfert de l'encre contenue dans les alvéoles sur le support d'impression les pressions sont adaptées aux différents types de supports ( $20 \text{ kg.cm}^{-2}$  pour un papier magazine,  $5 \text{ kg.cm}^{-2}$  pour un polyéthylène).

CODE : EQAVP	PRESENTATION	BTS ÉLECTROTECHNIQUE - AVANT PROJET	SESSION 2001
--------------	--------------	-------------------------------------	--------------

➤ **La rotative hélios :**

*De conception modulaire, elle est essentiellement composée d'un groupe porte bobines dérouleurs, de groupes d'impression, d'un dispositif de rebobinage continu et de groupes d'entraînement.*

*Du pupitre de conduite, le conducteur maîtrise la machine par télécommande en contrôlant sur des écrans le bon déroulement de l'impression.*

*Pour limiter la gâche de papier malgré les grandes vitesses atteintes, la machine est équipée de nombreux détecteurs d'assistance. Ils sont destinés à contrôler :*

- la tension de bande ;
- son positionnement latéral ;
- son défilement ;
- le repérage ;
- le registre d'impression ;
- la viscosité de l'encre.

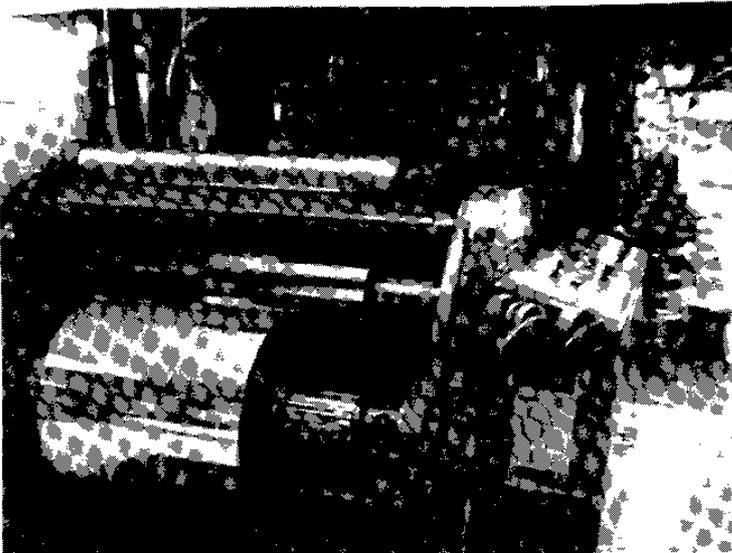
*Tous les paramètres de fonctionnement sont gérés par un micro-ordinateur.*

*Sur chaque élément, le séchage est obtenu par un puissant soufflage d'air chaud. Le solvant est récupéré puis recyclé.*

**DESCRIPTIF DE LA ROTATIVE voir cahier technique (Document DT1 et DT2)**

➤ **Groupe porte bobine et dérouleur :**

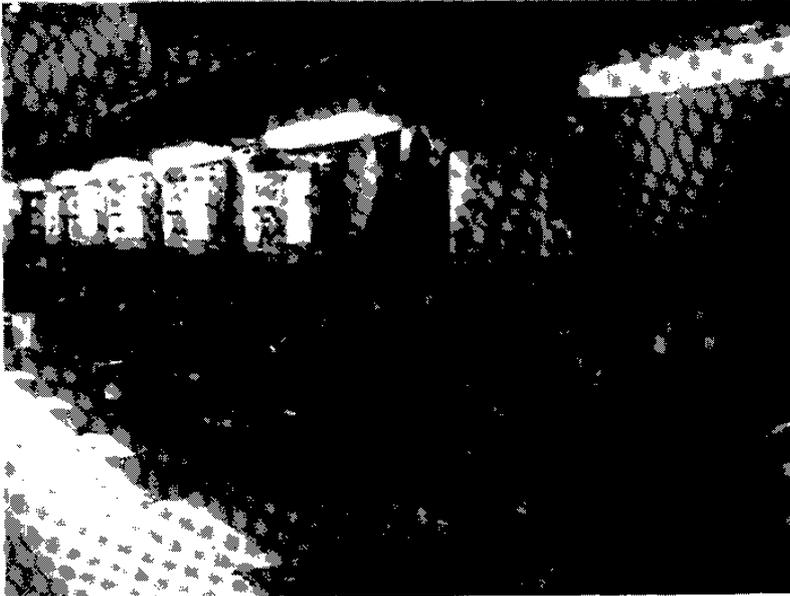
*La fonction principale de ce groupe est d'effectuer le débobinage de la bande en gardant une tension constante du diamètre maximum au diamètre minimum de la bobine.*



*Le changement de la bobine épuisée se fait sans arrêter la production.*

*Au cours du débobinage, la tension de la bande est déterminée par le poids et la position d'un rouleau danseur (pantin).*

➤ Groupes d'impression :



Une chaîne cinématique appropriée permet d'entraîner chaque groupe par l'intermédiaire d'un moteur principal, cahier technique (**Document DT3**).

Chacun de ces groupes (cf exemple du groupe d'impression N°4 sur DT3) est constitué :

- **d'un rouleau réglable** qui permet de présenter convenablement la bande à l'entrée de l'élément d'impression ;
- **d'un rouleau presseur**, en acier allégé revêtu d'une chemise en caoutchouc qui assure la pression de la bande sur le cylindre d'impression ;
- **d'un cylindre d'impression** qui porte la forme imprimante gravée ;
- **d'une racle** montée sur le cylindre d'impression ;
- **d'un groupe d'encre**, équipé d'un encrier et d'une électro-pompe qui assurent la circulation de l'encre mélangée avec le solvant ;
- **d'un système de séchage** assuré par un échangeur de chaleur. L'air est chauffé et envoyé sur la bande par des ventilateurs. Un récupérateur de chaleur préchauffe l'air à l'entrée de chaque batterie.

➤ **Dispositif de rebobinage continu :**

*Il permet d'assurer l'enroulement de la bande imprimée pour former une bobine.*



*Le remplacement de l'âme sur laquelle a été terminé le bobinage est effectué sans arrêter la production.*

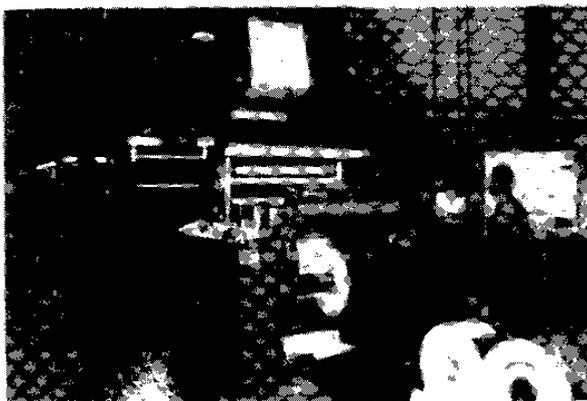
*Au cours du bobinage, la tension de la bande est donnée par le poids et par la position du rouleau danseur.*

➤ **Groupes d'entraînement :**

*Deux groupes d'entraînement, placés avant et après les groupes d'impression permettent le déplacement de la bande à vitesse constante.*



# Problématique



Pour des raisons de compétitivité l'entreprise BROADART, déjà très performante souhaite moderniser sa production. Cette entreprise spécialisée dans les matériaux souples passera de 5 à 7 groupes d'impression, ce qui nécessitera une refonte de l'installation.

Dans le cadre de cette restructuration il sera nécessaire d'apporter les modifications énumérées dans le cadre ci-dessous.

- Redimensionnement du moteur principal..... (partie A)
- Mise en énergie ..... (partie B)
- Adaptation du réseau de distribution BT..... (partie C)
- Étude du rattrapage latéral..... (partie D)

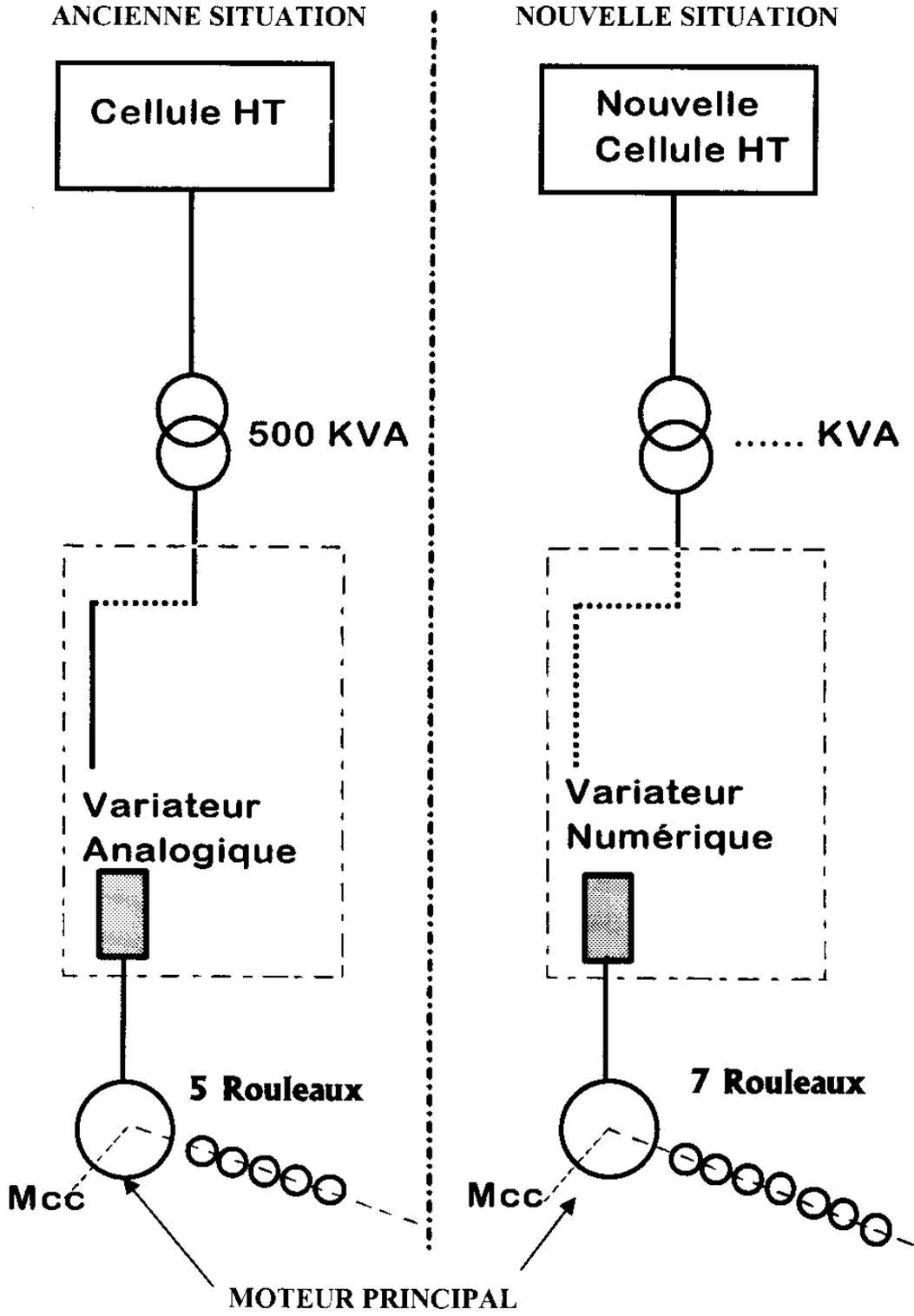
Le document page 6 résume cette problématique

L'ensemble du sujet comporte les parties suivantes :

- Le questionnaire dont la numérotation est :  
QA-1 à QA-11 ; QB-1 à QB-4 ; QC-1 à QC-12 ; QD-1 à QD-4
- La partie Réponse dont la numérotation est :  
RA-1 à RA-11 ; RB-1 à RB-4 ; RC-1 à RC-12 ; RD-1 à RD-4
- La partie Cahier Technique dont la numérotation est :  
DT1 à DT45

**REMARQUE :** Toutes les parties pourront être traitées indépendamment.

Le temps recommandé pour traiter chaque partie est indiqué en page 7.



**Recommandations pour le candidat :**

<i>Temps recommandé</i>	<i>Partie</i>	<i>Intitulé des différentes parties</i>
<i>1h 30 2h 30</i>	<i>Partie A</i>	<i>Moteur PRINCIPAL Choix du moteur  Modification de la commande</i>
<i>1h</i>	<i>Partie B</i>	<i>Mise en Energie</i>
<i>2h 30</i>	<i>Partie C</i>	<i>Distribution</i>
<i>0 H 30</i>	<i>Partie D</i>	<i>Etude du rattrapage latéral</i>

# ROTATIVE HELIO

## ÉTUDE (Questionnaire)

### Partie A

Mécanique

#### A-1 Choix du moteur principal

##### Données :

##### **CHOIX DU MOTEUR PRINCIPAL**

Le type de moteur employé est prévu pour un service continu. La régulation de la vitesse se fait à couple constant. Cette vitesse est réduite par un système poulies courroies et un réducteur à engrenage (renvoi d'angle).

Compte tenu de sa plage d'utilisation, le moteur est moto-ventilé.

Hormis le cas d'arrêt d'urgence, le démarrage et l'arrêt du défilement se fait selon 3 modes : cahier technique (Document DT4)

- 1) normal                      2) lent                      3) très lent

**Temps pour passer de 0 à 100 m.min<sup>-1</sup> en accélération normale :  $t_a = 32$  s**

Dans le cas d'un arrêt d'urgence, la rotative s'arrête par freinage électrique, le temps d'arrêt varie entre 8 et 15 s.

**Caractéristiques de la transmission cahier technique (Document DT3) :**

**- Système poulies-courroies :**

- Poulie 1 : diamètre 150 mm ;
- Poulie 2 : diamètre 300 mm ;
- Rendement 1 :  $\eta_1 = 0,95$ .

**- Renvoi d'angle :**

- Roue conique :  $z_3 = 12$  dents ;
- Roue conique :  $z_4 = 36$  dents ;
- Rendement 2 :  $\eta_2 = 0,85$ .

**- Arbre d'entraînement : en acier de diamètre 60 mm et de longueur 15 m.**

### Cylindres d'impression cahier technique (Document DT4) :

Ces cylindres, tous identiques, sont constitués d'une âme en acier revêtue d'une couronne en cuivre et d'une couche chromée.

diamètre ext	$d_{ci} = 150 \text{ mm}$	longueur $L = 1,2 \text{ m}$
diamètre âme acier	$d_{â} = 140 \text{ mm}$	épaisseur de la couche chromée négligée
masse volumique de l'acier	$7,8 \text{ Kg.dm}^{-3}$	masse volumique du cuivre $8,9 \text{ Kg.dm}^{-3}$

La vitesse de défilement de la bande varie de  $100 \text{ à } 200 \text{ m.mn}^{-1}$

### Couple Résistant total sur un cylindre d'impression $\vec{C}_{rci}$ : cahier technique (Documents DT3, DT4)

Il résulte des efforts et des couples suivants :

- effort de tension de la bande  $\vec{T}_b$  (daN) (Document DT5) ;
- effort du cylindre de pression  $\vec{F}_p$  :  $F_p = 150 \text{ N}$  ;
- couple résistant des éléments entraînés par les cylindres d'impression  
 $\vec{C}_{r1}$  :  $C_{r1} = 22,63 \text{ N.m}$  ;
- couple de frottement dans le guidage en rotation des cylindres d'impression  
 $\vec{C}_f$  :  $C_f = 13,4 \text{ N.m}$  ;
- effort de la râcle  $\vec{F}_{ra}$  :  $F_{ra} = 100 \text{ N}$ .

CODE : EQAVP	QUESTIONNAIRE	BTS ÉLECTROTECHNIQUE - AVANT PROJET	SESSION 2001
--------------	---------------	-------------------------------------	--------------

**Travail demandé :** Remplir le document réponse associé à la question

**QA-1 : Calcul de la vitesse angulaire du moteur principal.**

- QA-1.1 :** Exprimer l'équation littérale de la vitesse angulaire du cylindre d'impression notée  $\omega_{ci}$  ( $\text{Rad.s}^{-1}$ ) en fonction de la vitesse de bande  $V_b$  ( $\text{m.mn}^{-1}$ ).
- QA-1.2 :** Exprimer l'équation littérale de la vitesse angulaire du moteur principal notée  $\omega_m$  ( $\text{Rad.s}^{-1}$ ) en fonction de  $V_b$  ( $\text{m.mn}^{-1}$ ).
- QA-1.3 :** Exprimer l'équation littérale de la fréquence de rotation du moteur principal noté  $n_m$  ( $\text{tr.mn}^{-1}$ ) en fonction de  $V_b$  ( $\text{m.mn}^{-1}$ ).
- QA-1.4 :** Faire l'application numérique des questions QA-1.2 et QA-1.3 pour des vitesses de bande égales à 100 et à 200  $\text{m.mn}^{-1}$ .

**QA-2 : Calcul de l'accélération angulaire du moteur principal.**

- QA-2.1 :** Déterminer l'accélération angulaire du moteur principal notée  $\theta''_m$  ( $\text{Rad.s}^{-2}$ ) en fonction de la vitesse de bande  $V_b$  ( $\text{m.mn}^{-1}$ ), du temps d'accélération  $t_a$  et des paramètres de la transmission.
- QA-2.2 :** Faire l'application numérique de la question précédente pour un temps d'accélération  $t_a = 32$  s et une vitesse de bande  $V_b = 100$   $\text{m.mn}^{-1}$ .

**QA-3 : Calcul de l'inertie équivalente des 7 cylindres d'impression sur l'arbre du moteur principal.**

- QA-3.1 :** Calculer le moment d'inertie du cylindre d'impression N°4  $J_{ci}$  ( $\text{Kg.m}^2$ ) par rapport à son axe de rotation ( $y_4$ ).
- QA-3.2 :** Calculer le moment d'inertie du cylindre d'impression N°4  $J_{ci/ox}$  ramené à l'axe du moteur ( $ox$ ).
- QA-3.3 :** Calculer le moment d'inertie des 7 groupes d'impression  $J_{7ci/ox}$  ramené à l'axe moteur ( $ox$ ).

**QA-4 : Calcul de l'inertie équivalente de l'arbre d'entraînement sur l'arbre du moteur principal**

- QA-4.1 :** Calculer le moment d'inertie de l'arbre d'entraînement  $J_a/x_1$  par rapport à l'axe ( $x_1$ ).
- QA-4.2 :** Calculer le moment d'inertie de l'arbre d'entraînement  $J_a/ox$  ramené à l'axe moteur ( $ox$ ).

CODE : BQAVP	QUESTIONNAIRE	BTS ÉLECTROTECHNIQUE - AVANT PROJET	SESSION 2001
--------------	---------------	-------------------------------------	--------------

**QA-5: Calcul du couple résistant des 7 cylindres d'impression sur l'arbre du moteur principal.**

*Pour une bande en alu recuit de largeur 1200 mm :*

**QA-5.1 :** *Calculer le couple résistant du cylindre d'impression N°4 CRci/y4 (N.m) sur l'axe (y4).*

**QA-5.2 :** *Calculer le couple résistant du cylindre d'impression 4 CRci/ox (N.m) ramené à l'axe moteur (ox).*

**QA-5.3 :** *Calculer le couple résistant des 7 groupes d'impression CR7ci/ox (N.m) ramené à l'axe moteur (ox).*

**QA-6: Calcul du couple délivré par le moteur principal.**

**QA-6.1 :** *Appliquer le principe fondamental de la dynamique à l'arbre moteur et déterminer le couple moteur Cm pour les valeurs données ci-dessous :*

$$J7ci/ox = 0,1 \text{ Kg.m}^2 \quad Ja/ox = 0,04 \text{ Kg.m}^2$$

$$CR7ci/ox = 130 \text{ N.m}$$

$$\theta'mMax = 4 \text{ Rad.s}^{-2} \quad \omega mMax = 266 \text{ Rad.s}^{-1}$$

**QA-7 Calcul de la puissance maximum du moteur principal.**

**QA-7.1 :** *Calculer la puissance Pm que doit délivrer le moteur dans les conditions de la question QA-61.*

**QA-7.2 :** *On applique à cette puissance calculée un coefficient de sécurité de 1,4. En déduire la puissance moteur maximum Pms.*

**QA-8 Choix du moteur.**

**QA-8.1 :** *A partir du cahier technique (Document DT7, moteurs à courant continu LSK 1324 VL) et des calculs précédents, compléter le document réponse.*

CODE : EQAVP	QUESTIONNAIRE	BTS ÉLECTROTECHNIQUE - AVANT PROJET	SESSION 2001
--------------	---------------	-------------------------------------	--------------

## **A-2 - Modification de la commande du moteur principal**

*Afin d'améliorer l'ergonomie et la maintenabilité de la rotative, on entreprend une modernisation de l'installation électrique. La nouvelle architecture de la "commande du moteur principal" est donnée ci-dessous. en particulier :*

- *le variateur de vitesse analogique du moteur à courant continu sera remplacé par un variateur à contrôle numérique, de technologie récente, garantissant une grande facilité de réglages ;*
- *un terminal de dialogue permettra d'assurer la configuration et les réglages de la rotative. Cependant, on conservera pour la commande quelques boutons poussoirs ;*
- *un Automate Programmable Industriel assurera la gestion du pupitre, du terminal, du variateur et des sécurités de l'ensemble de la rotative.*

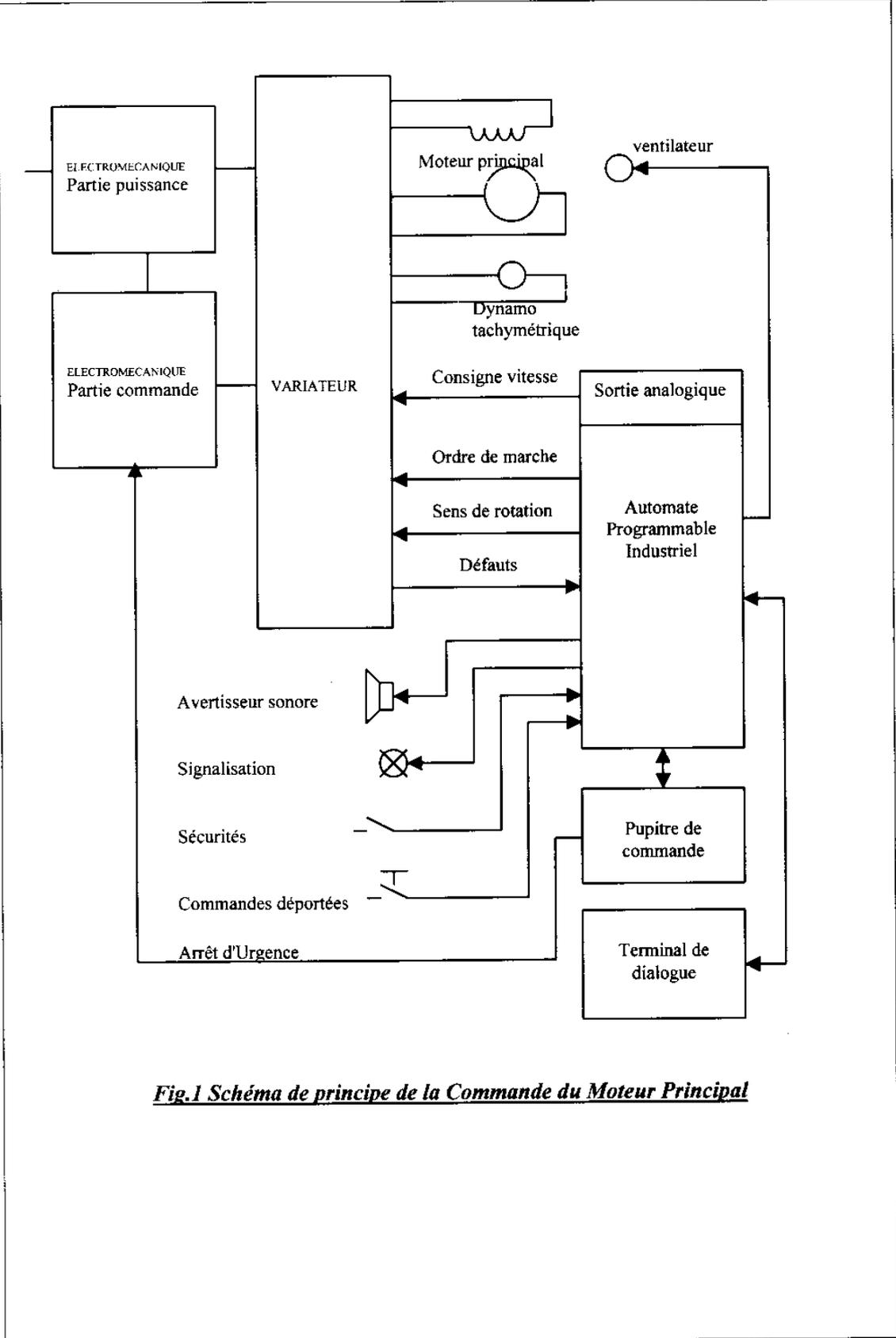
### **1- Données :**

#### **1.1 Description générale**

*L'entraînement électromécanique (voir la fig. 1 page 13) est constitué de 5 éléments principaux :*

- *un moteur à courant continu (moteur principal) ;*
- *un variateur pour moteur à courant continu ;*
- *un automate programmable industriel (A.P.I.) ;*
- *un terminal de dialogue ;*
- *un pupitre de commande.*

*L' A.P.I. permet d'intervenir sur le variateur notamment pour régler la vitesse souhaitée.*



***Fig.1 Schéma de principe de la Commande du Moteur Principal***

### **1.2 Moteur à courant continu**

Le type de moteur employé est prévu pour un service continu, à une fréquence de rotation de  $2500 \text{ tours.mn}^{-1}$ . Le couple requis pour l'entraînement des cylindres d'impression est considéré égal à  $130 \text{ N.m}$ .

Le moteur auto ventilé est prévu pour une régulation de la vitesse comprise entre 25 et  $2500 \text{ tours.mn}^{-1}$ .

La tension du réseau est de  $240 \text{ V} / 400 \text{ V} / 50 \text{ Hz}$ .

### **1.3 Variateur de vitesse pour moteur à courant continu**

Le moteur doit exercer une action motrice. Toutefois, il doit aussi agir comme un frein dans le cas d'un arrêt d'urgence sur la machine.

Le courant maximal dans le fonctionnement moteur et dans le fonctionnement freinage peut être réglé par configuration du variateur.

L'alimentation du variateur est autorisée par contacteur principal de marche KM1.

### **1.4 Automate programmable**

La fonction principale de l'automate programmable est de produire le signal de consigne qui fixe la vitesse des cylindres de la rotative.

Il assure aussi, en fonction des paramètres saisis par l'intermédiaire du terminal de dialogue :

- le contrôle des rampes d'accélération et de décélération ;
- la commande et le sens de rotation du moteur ;
- la commande de l'avertisseur sonore, des voyants de signalisation et de la ventilation du moteur à courant continu.

### **1.5 Terminal de dialogue**

Situé sur le tableau de commande, sa fonction est d'améliorer l'ergonomie de la commande de la rotative (voir la fig. 2 page 16).

Il permet de configurer le système en déterminant :

- les vitesses de rotation minimales et maximales ;
- les rampes d'accélération et de décélération ;
- les durées des temporisations ;
- les caractéristiques des cylindres d'impression.

Il permet d'agir sur le fonctionnement :

- en choisissant un programme adapté à la production en cours ;
- en choisissant parmi une sélection, les rampes d'accélération et de décélération.

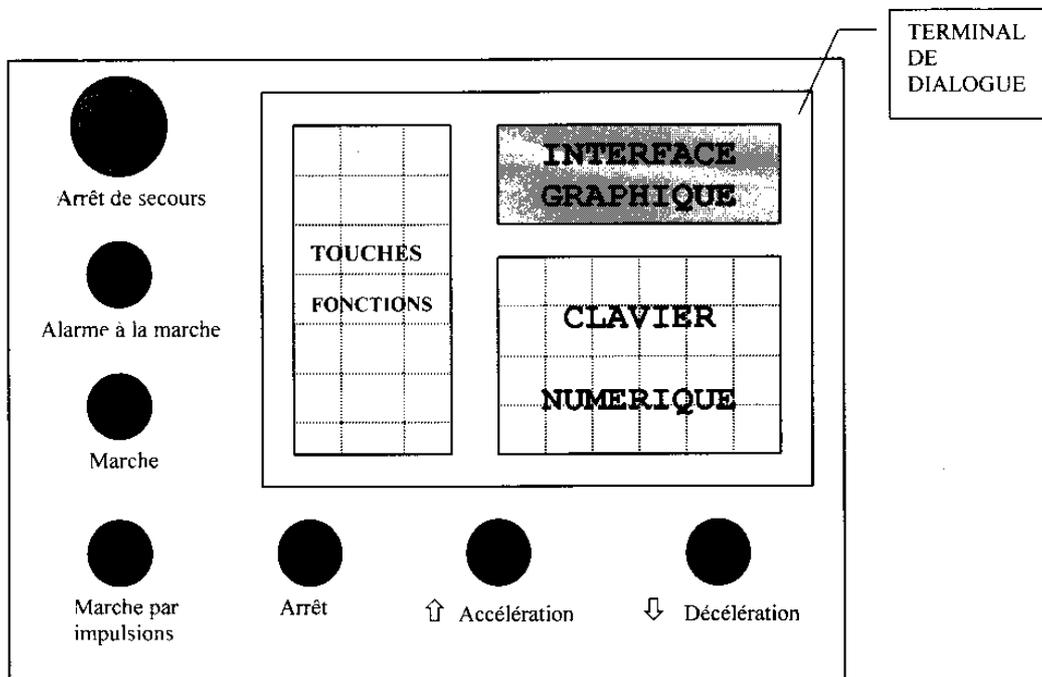
### 1.6 Pupitre de commande

Situé sur le tableau de commande, il regroupe l'appareillage permettant la mise en service, la mise en rotation, le réglage de la vitesse, l'arrêt normal, l'arrêt d'urgence et le fonctionnement en mode dégradé de la rotative (voir la fig. 2 page 16).

On y trouve les boutons poussoirs suivants :

- |                            |  |
|----------------------------|--|
| - Alarme à la marche       | → mise en service                                  |
| - Marche                   | → mise en rotation                                 |
| - Marche par impulsions    | → fonctionnement en mode dégradé : vitesse minimum |
| - Arrêt normal             | → rampe de décélération normale                    |
| - Arrêt d'urgence (ou ARU) | → rampe de décélération minimale                   |
| - Accélération             | → augmentation de la vitesse (plus vite)           |
| - Décélération             | → diminution de la vitesse (moins vite)            |

**Remarque :** d'autres organes de commande liés à la sécurité ( ARU, ... ) se trouvent placés de part et d'autre de la rotative.



**Fig. 2 Pupitre de commande et terminal de dialogue**

## 2- Programme :

La mise en fonctionnement de la rotative suit une procédure particulière pour limiter les risques importants liés à la mise en mouvement des cylindres.

### ➤ **Alarme à la marche**

Lorsqu'on appuie sur le bouton "**Alarme à la marche**", un avertisseur acoustique entre en fonction et les dispositifs de sécurité concernant les protections de l'entraînement sont rétablis.

Cinq secondes après avoir lâché ce bouton, l'avertissement acoustique cesse de fonctionner. Il reste alors trois secondes pour effectuer les opérations de **Marche** ou de **Marche par impulsions**. Passé ce délai, si aucune de ces opérations n'ont été effectuées, il faut répéter la séquence à partir du début.

Les temporisations 3 et 5 secondes sont réglables.

### ➤ **Marche normale**

Si on veut effectuer l'opération de mise en marche normale, il faut appuyer sur le bouton "**Marche**" dans les 3 secondes permises par le mode **Alarme à la marche**. A partir de cet instant, on peut donc effectuer l'opération d'**Accélération**. L'opération d'arrêt d'urgence peut être effectuée à n'importe quel moment.

### ➤ **Marche par impulsions**

Si on veut effectuer la **Marche par impulsions**, après l'opération d'**Alarme à la marche** on dispose aussi de 3 secondes pour valider le fonctionnement.

La rotative se met en marche à la vitesse minimum tant que l'on garde la pression sur le bouton "**Marche par impulsions**". A partir de l'instant où l'on lâche ce bouton, on a 20 secondes pour répéter l'opération de **Marche par impulsions** ou pour effectuer la **Marche** sans devoir refaire l'opération d'**Alarme à la marche**.

La temporisation de 20 secondes est réglable.

La répétition de l'opération **Marche par impulsions** réinitialise la temporisation de 20 secondes.

### ➤ **Accélération**

Si on appuie sur le bouton "**Accélération**", l'information est prise en compte par une entrée de l'A.P.I., ce qui provoque une augmentation de la vitesse linéaire de la bande jusqu'au moment où l'on relâche ce bouton (réglage de la vitesse souhaitée).

### ➤ **Décélération**

Si on appuie sur le bouton "**Décélération**", l'information est prise en compte par une entrée de l'A.P.I., ce qui provoque la réduction de la vitesse linéaire de la bande jusqu'à ce qu'on relâche ce bouton. Cette opération interdit l'utilisation du mode **Accélération**.

CODE : EQAVP	QUESTIONNAIRE	BTS ÉLECTROTECHNIQUE - AVANT PROJET	SESSION 2001
--------------	---------------	-------------------------------------	--------------

➤ **Arrêt normal**

Pour effectuer un **Arrêt normal** de la rotative, il faut appuyer sur le bouton "Arrêt".

➤ **Arrêt d'urgence**

Dans le cas d'une opération d'arrêt de secours effectuée à travers le bouton à verrouillage **ARU**, ou d'une information "Défaut" provenant du variateur, la rotative s'arrête.

Le temps d'arrêt à partir de la vitesse maximum, obtenu par freinage électrique, peut être réglé entre 8 et 15 secondes.

### Travail demandé :

*Les réponses et justifications seront reportées sur les documents réponses prévus à cet effet.*

#### QA-9 - MISE EN ŒUVRE DU VARIATEUR

On admettra pour traiter la suite de ce problème que le moteur utilisé est un LSK 1324 VL 13 (LEROY SOMER), ses caractéristiques sont fournies dans le cahier technique (**Documents DT6 et DT7**).

Le variateur de remplacement sera un RECTIVAR®4, ses caractéristiques ainsi que le schéma de base sont fournis dans le cahier technique (**Documents DT8 à DT13**).

**QA-9.1** : Choisir la série du variateur en fonction des contraintes posées dans les paragraphes 1.2 et 1.3 page 14.

**QA-9.2** : Déterminer la tension à appliquer au moteur pour que sa fréquence de rotation soit égale à  $2500 \text{ tr. mn}^{-1}$  en régime permanent.

**QA-9.3** : Déterminer le courant moyen traversant le moteur dans les conditions énoncées dans le paragraphe 1.2 page 14.

**QA-9.4** : Vérifier que l'association Moteur + Variateur permet d'assurer les performances attendues (vitesse, couple et gamme de vitesse) dans les paragraphes 1.2 et 1.3 page 14. On rappelle que le réseau est du type triphasé  $3 \times 400\text{V}/50\text{Hz}$ .

**QA-9.5** : Donner la référence commerciale permettant de commander ce variateur.

**QA-9.6** : Déterminer les caractéristiques du contacteur KMI afin d'effectuer un choix parmi ceux proposés dans le cahier technique (**Document DT14**).

CODE : EQAVP	QUESTIONNAIRE	BTS ÉLECTROTECHNIQUE - AVANT PROJET	SESSION 2001
--------------	---------------	-------------------------------------	--------------

**QA-9.7** : En prenant pour les circuits de commande du contacteur *KM1* et du relais auxiliaire *KAI*, les caractéristiques données ci-dessous, faire le choix du transformateur *T3* voir cahier technique (**Document DT15**).

		<i>KM1</i>	<i>KAI</i>
Tension d'alimentation	$V \sim$	24	24
Consommation moyenne	Appel	550	30
	$\cos \varphi$	0,3	
	Maintien	45	4,5
	$\cos \varphi$	0,3	
Dissipation thermique	$W$	12.....16	1,3
Durabilité mécanique à $U_c$	$\times 10^6$ manœuvres	10	10
Cadence maximale A température ambiante < 55°C	en cycle de manœuvre par heure	2400	3600

**QA-9.8** : Dans l'hypothèse où *T3* est un transformateur de 250 VA, donner les caractéristiques des fusibles qui permettraient de remplacer les disjoncteurs *Q3* et *Q5* (**Document réponse RA-9.8**)  
Pour *Q3*, on prendra une valeur égale à 1,6 fois le courant calculé.

## QA-10 - RACCORDEMENTS ÉLECTRIQUES

On souhaite que la consigne de vitesse soit produite par l'Automate Programmable Industriel à partir des ordres et des données de configurations produits par l'intermédiaire du pupitre et du terminal de dialogue.

Les caractéristiques des modules d'entrées et de sorties de l'A.P.I. sont données dans le cahier technique (**Documents DT16 à DT20**). Les entrées sont configurées en logique positive (Sink).

**QA-10.1** : Sur le document réponse correspondant, compléter le schéma électrique en raccordant le variateur à l'A.P.I.

L'automate devra assurer les fonctions suivantes :

- valider le variateur (RUN),
- délivrer la consigne de vitesse sous la forme d'une tension comprise entre  $-10\text{ V}$  et  $+10\text{ V}$  continu.

**QA-10.2** : Sur ce même document, effectuer le raccordement des boutons de commande entre le pupitre et l'automate.

## QA-11 - AUTOMATISME

La séquence de démarrage est donnée pages 16 et 17 dans le paragraphe 2 (Programme).

**QA-11.1** : Représenter cette séquence de démarrage sous la forme d'un GRAFCET de coordination des tâches sur le document réponse sans tenir compte de l'Arrêt d'urgence.

Utiliser *exclusivement* des tâches et des transitions choisies parmi celles proposées ci après, seules ou en les combinant.

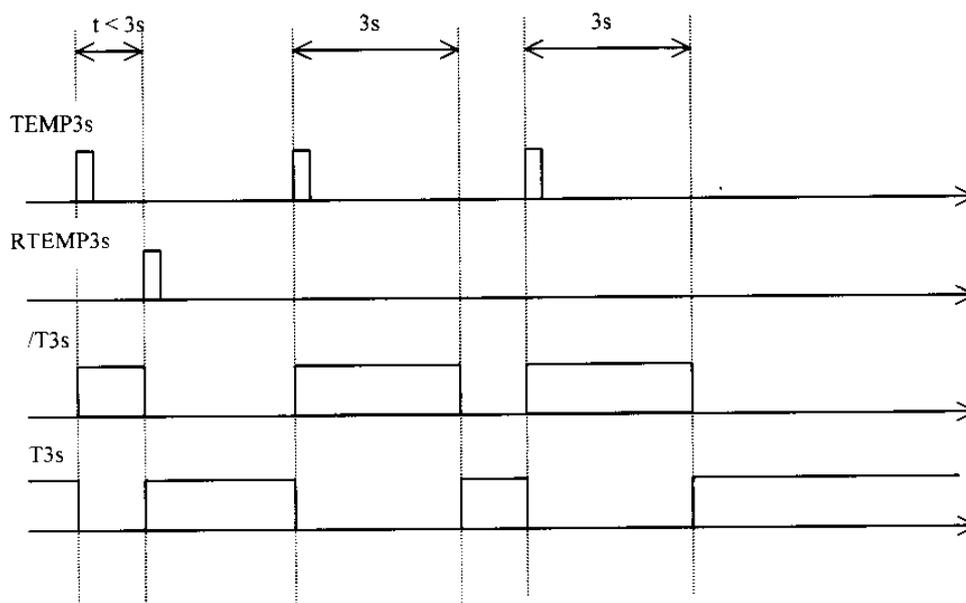
Actions	Transitions *
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inhibition des sécurités ( INH_SEC )</li> <li>- Alarme acoustique ( ALARME )</li> <li>- Marche normale ( MARCHÉ )</li> <li>- Marche par impulsions ( IMPULS )</li> <li>- Temporisation de 3 secondes activée ( TEMP3s )</li> <li>- Initialisation de la Tempo. de 3 secondes ( RTEMP3s )</li> <li>- Temporisation de 5 secondes activée ( TEMP5s )</li> <li>- Initialisation de la Tempo. de 5 secondes ( RTEMP5s )</li> <li>- Temporisation de 20 secondes activée ( TEMP20s )</li> <li>- Initialisation de la Tempo. de 20 secondes ( RTEMP20s )</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bouton Alarme à la Marche appuyé ( A1<math>\overline{A}</math> )</li> <li>- Bouton Alarme à la Marche relâché ( A1A )</li> <li>- Bouton Marche appuyé ( M )</li> <li>- Bouton Marche relâché (/M )</li> <li>- Bouton Arrêt appuyé ( A )</li> <li>- Bouton Arrêt relâché (/A )</li> <li>- Bouton Marche par impulsions appuyé ( IMP )</li> <li>- Bouton Marche par impulsions relâché (/IMP )</li> <li>- Temporisation de 3 secondes terminée ( T3s )</li> <li>- Temporisation de 3 secondes en cours (/T3s )</li> <li>- Temporisation de 5 secondes terminée ( T5s )</li> <li>- Temporisation de 5 secondes en cours (/T5s )</li> <li>- Temporisation de 20 secondes terminée ( T20s )</li> <li>- Temporisation de 20 secondes en cours (/T20s )</li> </ul>

\* Les transitions précédées d'un " / " sont des transitions de type " complément " :  $\overline{/IMP} = IMP$

#### Fonctionnement des temporisations :

- Les temporisations sont de type Monostable Redéclenchable :
- L'initialisation d'une temporisation de durée T correspond à une remise à zéro du compteur de cette temporisation (Reset).

#### Chronogrammes associés à une temporisation de 3 secondes



CODE : EQAVP	QUESTIONNAIRE	BTS ÉLECTROTECHNIQUE - AVANT PROJET	SESSION 2001
--------------	---------------	-------------------------------------	--------------

## Partie B

### Mise en énergie

Le transformateur T2 qui alimente en peigne les récepteurs à travers 9 disjoncteurs D0 à D8 (voir tableau de distribution en peigne de l'atelier page 22), fonctionne en pleine charge et même parfois en surcharge malgré la compensation d'énergie réactive. Ce type de fonctionnement entraîne les conséquences suivantes :

- le rendement n'est plus optimum,
- l'échauffement des enroulements provoque l'ouverture intempestive des appareils de protection et un vieillissement prématuré des isolants.

On envisage le remplacement du transformateur T2. Ceci implique d'effectuer les travaux hors tension sur un ouvrage en exploitation . Cette opération nécessite l'intervention d'un chargé de consignation et implique la perte momentanée du réseau pendant la condamnation des organes de séparation.

#### **Données :**

##### **Le réseau HTA :**

L'usine est alimentée par le réseau EDF sous une tension de  $3 \times 20 \text{ kV}$ . La puissance de court-circuit amont est de **500 MVA**.

Cette alimentation est réalisée en double dérivation. Elle alimente en coupure d'artère un poste T2 (atelier 2) de **500 kVA**, un poste T3 (incinérateur) de **400 kVA** et en antenne un poste T1 (atelier 1) de **630 kVA**. Les postes assurent une distribution basse tension  $3 \times 400 \text{ V}$  en régime TT.

##### **Le poste de répartition principal « atelier 1 » se compose :**

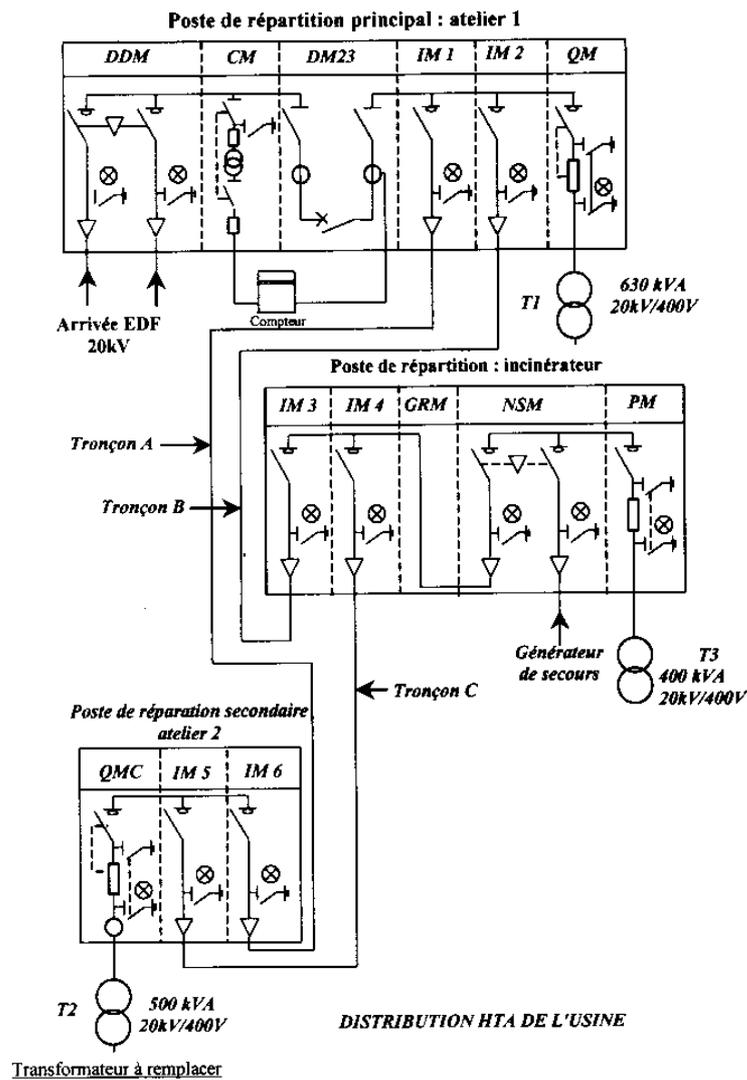
- d'une arrivée en double dérivation ;
- d'une cellule de comptage ;
- d'une protection générale d'un poste à comptage HTA ;
- de deux cellules interrupteur avec indicateur de présence de tension ;
- d'une protection transformateur équipée de fusibles qui entraînent l'ouverture de l'interrupteur en cas de fusion.

##### **Le poste de répartition « incinérateur » se compose :**

- de deux cellules interrupteur avec indicateur de présence de tension ;
- d'une liaison entre le jeu de barres et le bas des cellules ;
- d'une alimentation avec arrivée prioritaire secours ;
- d'une protection transformateur équipée de trois fusibles qui n'entraînent pas l'ouverture de l'interrupteur.

**Le poste de répartition secondaire « atelier 2 » se compose :**

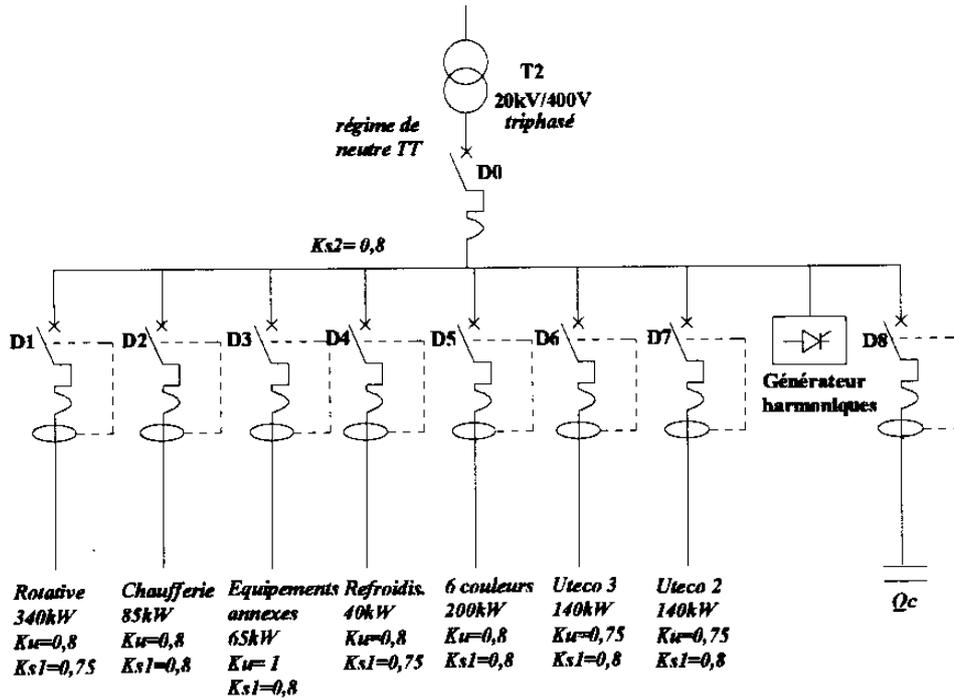
- de deux cellules interrupteur avec indicateur de présence de tension ;
- d'une protection transformateur équipée de trois TC et de fusibles qui entraîne l'ouverture de l'interrupteur.



**Le réseau BTA de l'atelier 2 :**

L'entreprise a choisi la distribution radiale dite en peigne qui présente l'avantage de ne couper qu'un seul circuit sur défaut, malgré la surabondance de cuivre due à la multiplicité des circuits.

**DISTRIBUTION EN PEIGNE DE L'ATELIER 2**



CODE : EQAVP	QUESTIONNAIRE	BTS ÉLECTROTECHNIQUE - AVANT PROJET	SESSION 2001
--------------	---------------	-------------------------------------	--------------

**Travail demandé : Remplir le document réponse associé à la question**

**QB-1 :** Effectuer le bilan des puissances pour déterminer la puissance nominale du transformateur T2, cahier technique (**Document DT21**).

**QB-2 :** Les cellules du poste de répartition secondaire de l'atelier 2 sont identifiées par les symboles suivants :

- \* QMC (caractéristiques associées : 14 - 400 - 24)
- \* IM5 (caractéristiques associées : 14 - 400 - 24)
- \* IM6 (caractéristiques associées : 14 - 400 - 24)

Les cellules utilisées sont-elles compatibles avec le transformateur calculé à la question précédente ? Justifier la réponse en évaluant le courant maximum susceptible de traverser les interrupteurs des cellules concernées, cahier technique (**Documents DT22 à DT 23**).

**Rappel :** La coupure d'artère permet à l'utilisateur de bénéficier d'une alimentation fiable à partir de deux départs HT, ce qui limite le temps d'interruption en cas de travaux sur le réseau. Tous les appareils de coupure de l'artère, sauf un, sont donc fermés.

**QB-3 :** La cellule QMC possède un fusible HT de type Soléfuse calibre 31,5 pour le transformateur T2 de 500 kVA.

Vérifier la compatibilité du fusible par rapport au nouveau transformateur en contrôlant que le calibre remplit les conditions suivantes, cahier technique (**Documents DT24 et DT25**) :

$$I_A < I_n \text{ transformateur} < I_B \quad \text{avec } I_A = I_3 \times U_{cc} \text{ et } I_B = I_{(0,1s)} / 14$$

**QB-4 :** Les interrupteurs de la boucle sont dans la configuration suivante avant intervention du chargé de consignation sachant que ce dernier ne peut manœuvrer qu'une cellule à la fois :

- |               |              |
|---------------|--------------|
| IM 1 : fermé  | IM 4 : fermé |
| IM 2 : fermé  | IM 5 : fermé |
| IM 3 : ouvert | IM 6 : fermé |

Donner l'ordre des commandes et les états des interrupteurs qui permettront à l'exécutant électricien de travailler sans danger sur le poste de répartition de l'atelier 2. Il faut impérativement garder la meilleure continuité de service pour les sources T1 et T3.

**Rappel :** Les quatre étapes de la consignation pour travaux sont les suivantes :

- séparation ;
- condamnation ;
- identification ;
- VAT + MALT et CCT.

## Partie C

### Adaptation du réseau de distribution BT

L'objectif de l'étude est de calculer la section des conducteurs sur le tronçon EF.

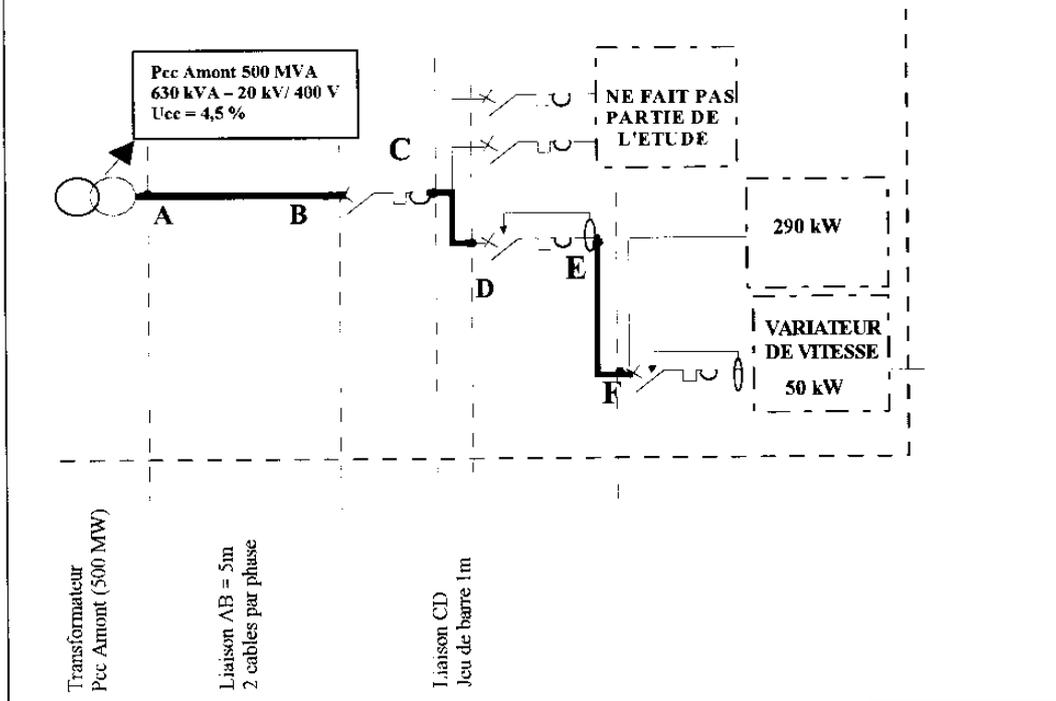
#### Données :

#### Calcul de Section

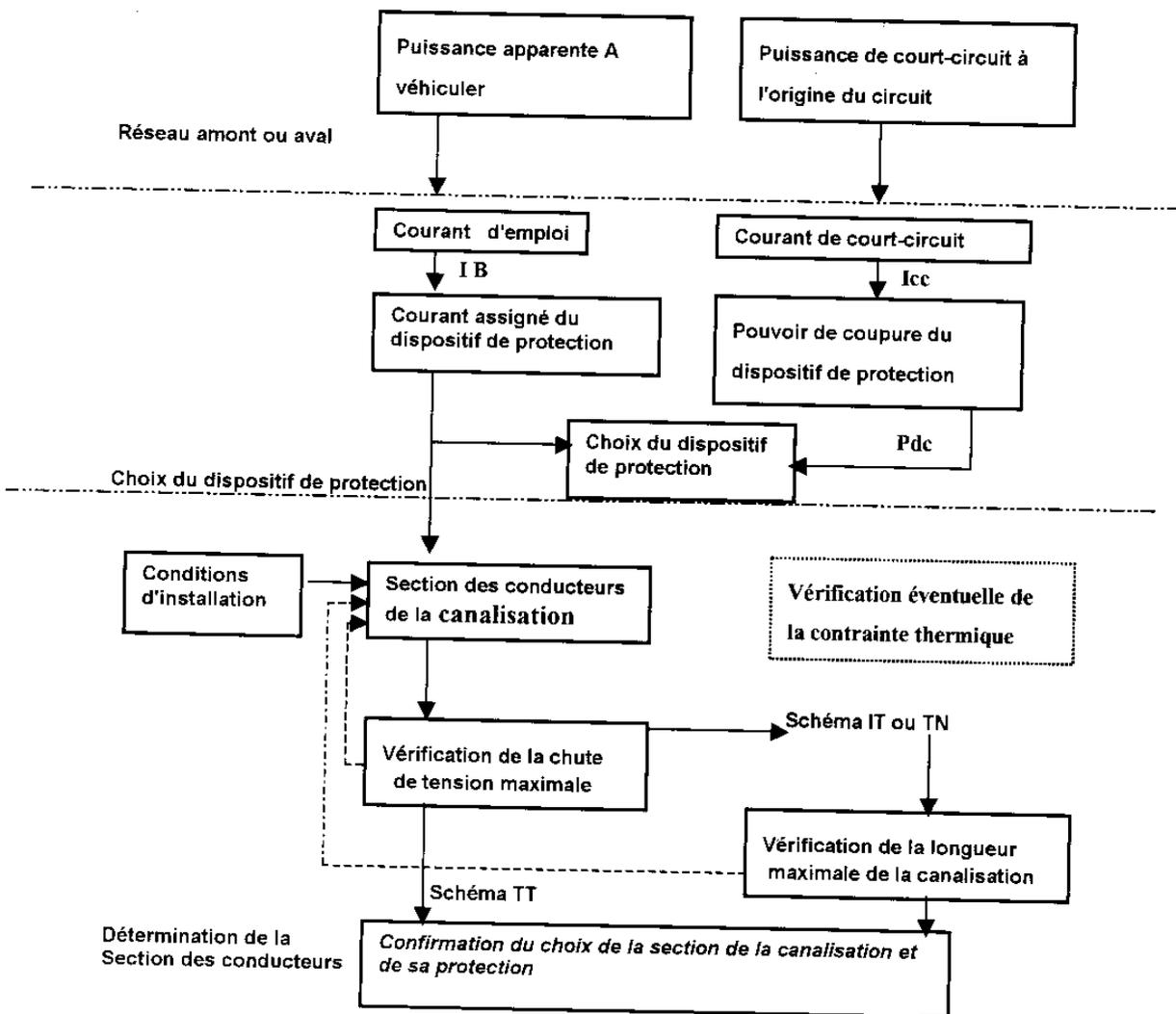
On rappelle que les calculs de la section des conducteurs de distribution se font en fonction de plusieurs critères définis par les normes. On doit prendre en compte les éléments suivants :

- intensité admissible  $I_z$  ;
- chute de tension admissible en % ;
- surcharge ;
- court-circuit ;
- contact indirect (Suivant le régime de neutre).

L'installation modifiée sera en régime TT



### Logigramme de choix de la section des canalisations et de dispositif de protection



CODE : EQAVP	QUESTIONNAIRE	BTS ÉLECTROTECHNIQUE - AVANT PROJET	SESSION 2001
--------------	---------------	-------------------------------------	--------------

## Travail demandé : Remplir le document réponse associé à la question

### Calcul de sections

**QC-1 :** Calculer le courant **IB** au point **E** de l'installation.

Pour faire ce calcul, on admettra que le bilan des puissances à ce point est la somme arithmétique des puissances données sur le schéma page 24. Les conditions particulières d'exploitation imposent de prendre **IB = 0,7 In**. Le facteur de puissance de l'installation est égal à 0,80.

**QC-2 :** Calculer le courant **Ith** qui permet de régler la protection thermique associée au disjoncteur **D1**. On prendra **Ith = 0,7 In**.

**QC-3 :** D'après les données ci-dessous, déterminer le courant **Iz** :

- réseau équilibré + Neutre ;
- aucun risque d'explosion ;
- la température ambiante peut atteindre 40° C ;
- câble U 1000R20V multiconducteur (PR3) ;
- pose sur chemin de câble horizontal ;
- 2 câbles (unipolaires).

**QC-4 :** Calculer la section des conducteurs de phase dans la partie **E F** de l'installation, cahier technique (**Document DT29**).

**QC-5 :** Déterminer la section du conducteur neutre de l'installation.

### Calcul de la chute de tension

Pour le calcul de la chute de tension, on admettra que la résistance du jeu de barre est négligeable et que le facteur de puissance de l'installation est égal à 0,8, cahier technique (**Document DT30**).

**QC-6 :** Calculer les chutes de tension, aux points **B** et **F**.

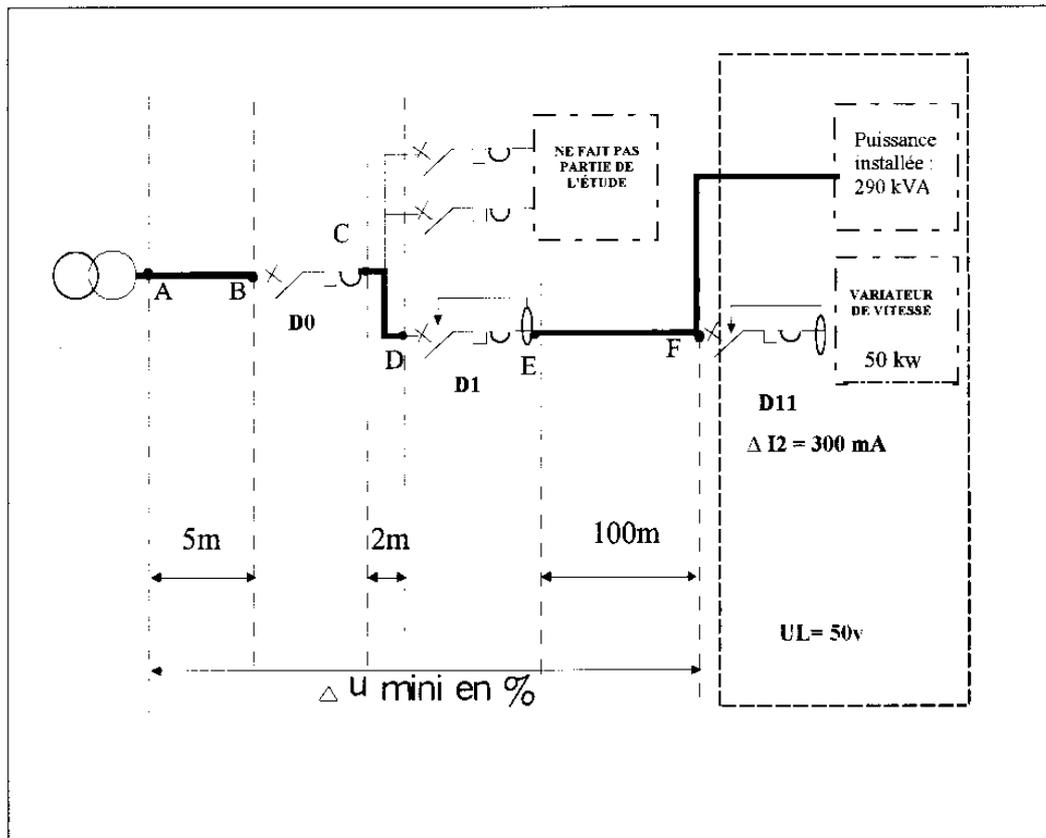
- Portion AB :

- le courant **IB** qui y circule est deux fois celui circulant dans la portion **EF**,
- elle est constituée de 2 câbles de type **U1000R02V** en parallèles identiques au câble calculé précédemment.

- Portion CD :

- elle est constituée d'un jeu de barre est en cuivre de section 800 mm<sup>2</sup>.

**QC-7 :** D'après les résultats obtenus précédemment, justifier si la chute de tension est convenable par rapport à la norme et, le cas échéant, proposer une autre solution. On notera que le transformateur appartient à l'entreprise.



### Protection contre les courts-circuits maxi

- QC-8 :** D'après le cahier technique (**Document DT21**), montrer que les pertes cuivre du transformateur sont égales à 10,2 kW (nécessaire au calcul des courants de court-circuit).
- QC-9 :** D'après les cahiers techniques et les paramètres de l'installation, calculer les courants de court-circuit au points **A, B, C, D, E** et **F**. On admettra que les pertes cuivre du transformateur sont égales à 10 kW.
- QC-10 :** Faire le calcul théorique du courant au point **A** pour un court-circuit triphasé.
- QC-11 :** Vérifier que la règle du temps de coupure au point **F** est valide, sachant que **D1** s'ouvre en 1 s.

### Protection contre les contacts indirects

- QC-12 :** D'après le tableau **I 1** du cahier technique (**Document DT 39**) et le schéma général de l'installation, calculer la résistance maximum que doit avoir la résistance de terre des masses.

## Partie D

Mécanique

### Étude du rattrapage latéral

La bande à imprimer passe sous les différents rouleaux d'impression. Chaque rouleau imprime une couleur de l'image. Il convient donc de régler la position relative de la bande par rapport à ces rouleaux. Deux réglages, longitudinal et latéral, sont nécessaires.

Avant l'extension de la chaîne d'impression, ces réglages étaient effectués manuellement. Le nombre de rouleaux qui passe de cinq à sept, la grande vitesse de défilement de la bande à imprimer et la précision d'impression exigée font que l'on souhaite obtenir automatiquement ces réglages en cours d'impression.

#### Données :

##### *Étude du rattrapage latéral*

Des repères en forme de trapèze sont imprimés en marge de la bande. Une cellule, fixée sur le bâti, permet de contrôler à l'aide de ces repères un décalage de la bande par rapport au rouleau.

Quand le décalage latéral de la bande à imprimer atteint la valeur de 0,03 mm, le moteur Slo-Syn SS 252 est mis en marche dans le sens qui convient, pour le corriger.

#### Contrainte :

Compte tenu de la grande vitesse de défilement de la bande (de 100 à 200 m.mn<sup>-1</sup>), le cahier des charges fixe le temps maximal de rattrapage latéral à moins d'une seconde.

### **Travail demandé : Remplir le document réponse associé à la question**

A l'aide du cahier technique (Documents DT41, DT42, DT43, DT44 et DT45), vérifier que le moteur choisi répond bien à cette contrainte de temps.

Pour cela :

**QD-1 :** Compléter le tableau en suivant la chaîne cinématique des éléments mis en mouvement en indiquant :

- le repère de la pièce (ou du groupe de pièces) ;
- le type de mouvement (rotation ou translation).

**QD-2 :** Calculer le rapport de réduction du système roue 14 - vis sans fin 13.

**QD-3 :** Calculer le déplacement du rouleau d'impression pour un tour de 13.

**QD-4 :** Calculer le temps nécessaire à un déplacement latéral de 0,03 mm du rouleau d'impression. Conclure.

## ROTATIVE HELIO

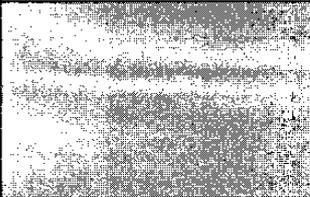
---

### FEUILLES RÉPONSES

#### PARTIE MECANIQUE

RA	Relations utilisées			Données	Résultats
RA-1.1					$\omega_{ci} =$
RA-1.2					$\omega_m =$
RA-1.3					$nm =$
RA-1.4	$V_b$ (m.mn <sup>-1</sup> )	100	200		
	$\omega_m$ (Rad.s <sup>-1</sup> )				
	$nm$ (tr.mn <sup>-1</sup> )				

RA-2.1				$\theta'm =$
RA-2.2		Rampe	32s	
	$V_b = 100$	$\theta'm$ Rad.s <sup>2</sup>		
RA-3.1				$J1 =$ $J2 =$ $J_{ci} =$
RA-3.2				$J_{ci/ox} =$
RA-3.3				$J_{7ci/ox} =$
RA-4.1				$J_{a/x1} =$
RA-4.2				$J_{a/ox} =$

RA-5.1			$Crci/y4 =$
RA-5.2			$Crci/y4 =$ =
RA-5.3			$CR7ci/ox =$
RA-6.1			$Cm =$
R-7.1			$Pm =$
RA-7.2			$Pms =$
RA-8.1	$P =$ $kW$	$n =$ $tr.mn^{-1}$	$M =$ $N.m$

CODE :	FEUILLE RÉPONSE	BTS ÉLECTROTECHNIQUE - AVANT PROJET	SESSION 2001
--------	-----------------	-------------------------------------	--------------

## PARTIE ÉLECTRIQUE

<p><b>RA-9.1</b> : Type (cocher une case puis justifier la réponse)</p> <p><input type="checkbox"/> RTV - 74                      <input type="checkbox"/> RTV - 84</p>
<p><b>RA-9.2</b></p>
<p><b>RA-9.3</b></p>
<p><b>RA-9.4</b></p>

**RA-9.5** : Référence commerciale du variateur (justifier):

**RA-9.6**

Classe de fonctionnement (cocher une case puis justifier la réponse)

AC1

AC3

Courant assigné d'emploi (justifier):

Tension assignée d'emploi (justifier):

Nombre de pôles (justifier):

Type de contacteur :

**RA-9.7**

Détermination de la puissance :

Référence commerciale (justifier):

**RA-9.8**

Pour remplacer Q3 (justifier) :

Type :

Calibre :

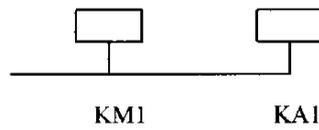
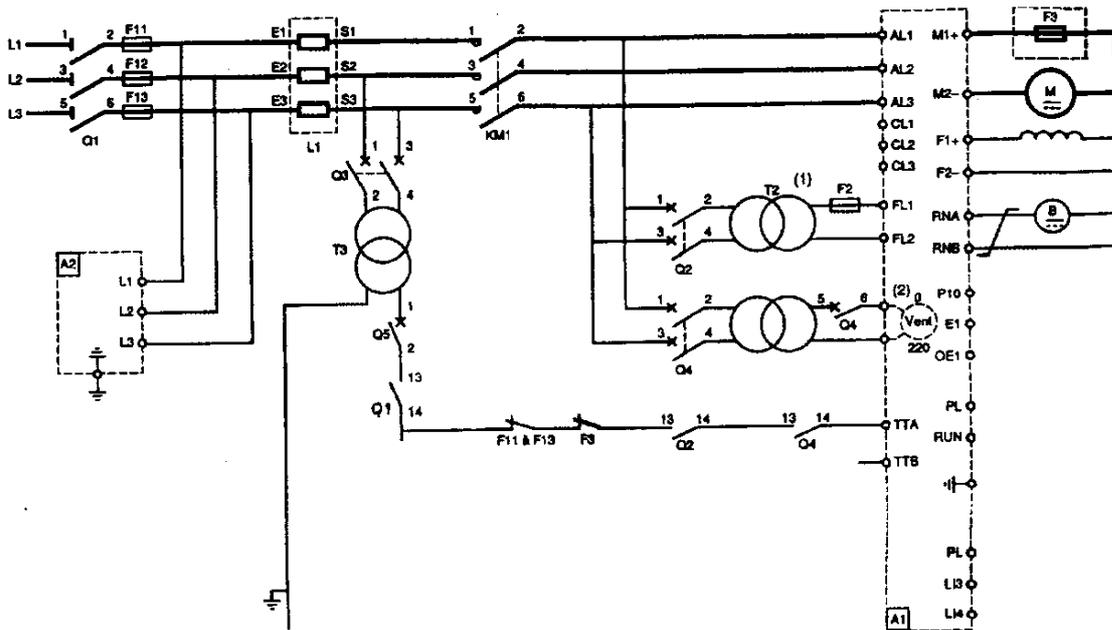
Pour remplacer Q5 (justifier) :

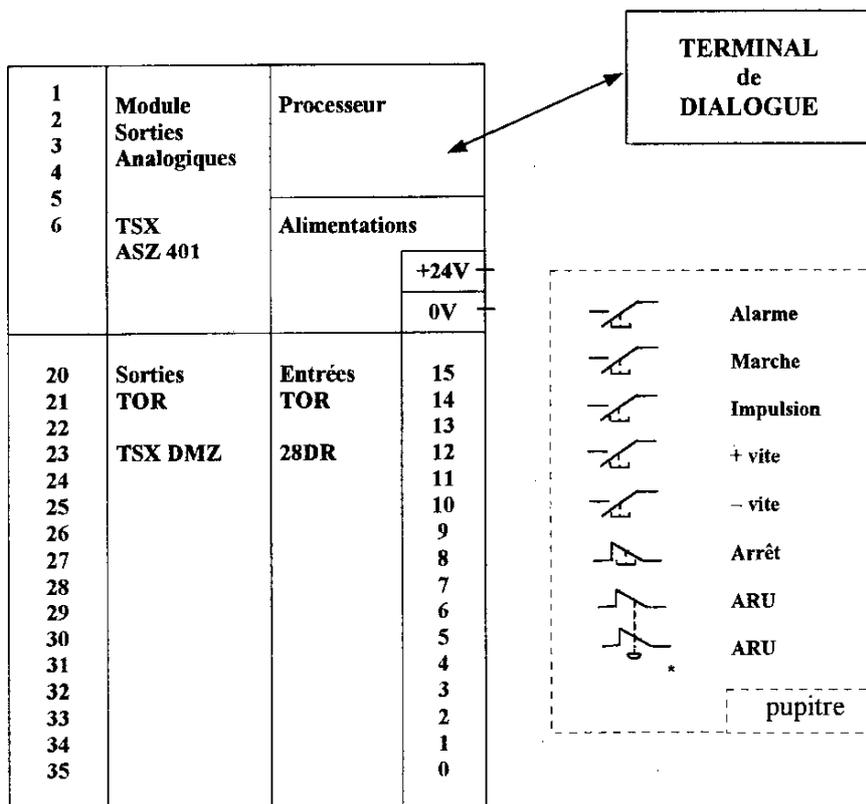
Type :

Calibre :

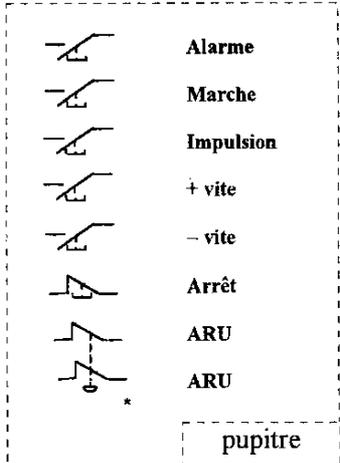
Document réponse

RA-10.1 , RA-10.2





TERMINAL  
de  
DIALOGUE

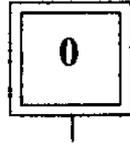


\* le bouton poussoir ARU est du type "coup de poing" à verrouillage

CODE :	FEUILLE RÉPONSE	BTS ÉLECTROTECHNIQUE - AVANT PROJET	SESSION 2001
--------	-----------------	-------------------------------------	--------------

**RA-11.1**

## **GRAFCET**





**RB-2**

**RB-3**

**RB-4**

Compléter le tableau par :

Cellules IM : état ouvert ou fermé

Etat des transformateurs T1, T2 et T3 : 1 ou 0

	IM 1	IM 2	IM 3	IM 4	IM 5	IM 6	Etat de T1	Etat de T2	Etat de T3
<i>Etat initial</i>									
<i>1er ordre de commande</i>									
<i>2ième ordre de commande</i>									
<i>3ième ordre de commande</i>									

Document réponse	PARTIE C
<p><b>RC-1 : Calcul du courant IB</b></p> <p style="text-align: center;"><i>La puissance installée pour notre étude est :</i></p> <p><math>I_n =</math></p> <p><math>IB =</math></p>	
<p><b>RC-2 : Réglage du thermique</b></p>	
<p><b>RC-3 : Calcul du courant Iz</b></p> <p><math>K =</math></p> <p><math>f1 =</math></p> <p><math>f2 =</math></p> <p><math>f3 =</math></p> <p><math>f4 =</math></p> <p><math>f5 =</math></p> <p><math>f6 =</math></p> <p><math>f7 =</math></p> <p><math>f =</math></p> <p><math>I_Z = \frac{k \cdot I_{th}}{f} =</math></p>	

**RC-4 : Calcul de la section**

**RC-5 : Section du neutre**

**RC-6 : Calcul de la chute de tension**

Portion	L (m)	Matière	Cos $\phi$	S (mm <sup>2</sup> )	I <sub>B</sub> (A)	U (V)	$\Delta U\%$	Contrôle
AB	5	Cu	0.8	480	800			oui
CD	1	Cu	0.8	800		0	0	oui
DE						0	0	oui
EF	100	Cu	0.8	240	400			oui

Justifications :

**RC-6 (suite)**

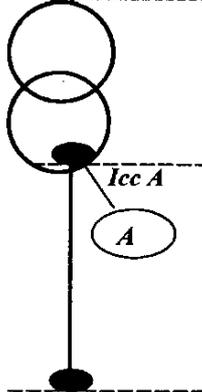
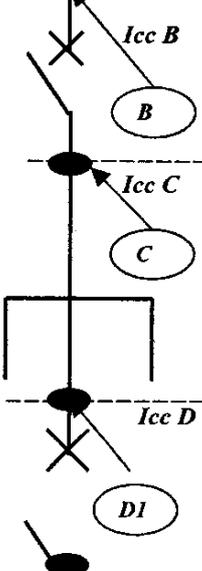
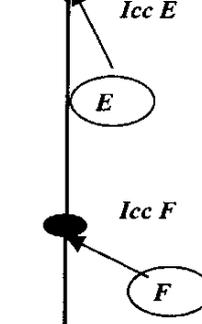
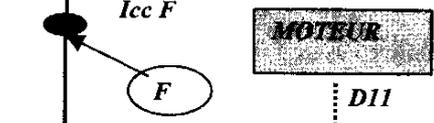
**RC-7 : Chute de tension au point F le plus éloigné**

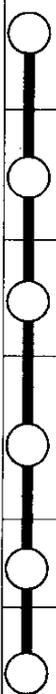
*Vérification de la normalisation*

**RC-8 : Pertes cuivre**

P	U	In	Ucc %	Icc	P cuivre

**RC-9 : Calcul du courant de court circuit**

Partie De l'installation	Résistances $m\Omega$	Réactances $m\Omega$
<b>Réseau amont</b> $P1 = 500 \text{ MW}$	$R1 = \dots\dots\dots$	$X1 = \dots\dots\dots$
<b>Transformateur</b> $S = 630 \text{ kVA}$ $U_{cc} = 4.5\%$ $U = 410 \text{ V}$ $P_{cu} =$	$Z2 = \dots\dots\dots$  $R2 = \dots\dots\dots$	$X2 = \dots\dots\dots$
 <b>Liaison (Câble Unipolaire)</b> <b>Transformateur disjoncteur</b> $l = 5 \text{ m Cu}$ $(2 \times \dots\dots \text{ mm}^2)$	$R3 = \dots\dots\dots$	$X3 = \dots\dots\dots$
 <b>Disjoncteur rapide</b> $R = 0 \Omega$ $X = 0 \Omega$	$R4 = \dots\dots\dots$	$X4 = \dots\dots\dots$
<b>Liaison jeu de barre</b> $\text{Cu}$ $L = 2 \text{ m}$ $S = 500 \text{ mm}^2$	$R5 = \dots\dots\dots$	$X5 = \dots\dots\dots$
 <b>Disjoncteur rapide</b> $R = 0 \Omega$ $X = 0 \Omega$	$R6 = \dots\dots\dots$	$X6 = \dots\dots\dots$
<b>Liaison tableau Général BT</b> $\text{Cu}$ $L = 100 \text{ m}$ <b>Câble Unipolaire</b>	$R7 = \dots\dots\dots$	$X7 = \dots\dots\dots$
 <b>MOTEUR</b> $D11$	 <b>290 kW</b> $D11$	

Calcul des intensités de court-circuit (KA)					
Point de Court circuit	Résistances (mΩ)	réactances (mΩ)	Rt (mΩ)	Xt (mΩ)	Icc (KA)
 <b>Amont</b> En A	R1=	X1=			
	<b>Aval</b>	R2=	X2=		
En B	R3=	X3=			
En C	R4=	X4=			
En D	R5=	X5=			
En E	R6=	X6=			
En F	R7=0	X7=0			

*Rt : Résistances cumulées ( mΩ )*  
*Xt : Réactances cumulées en ( mΩ )*  
*Icc : ( kA )*

**RC-10 : Calcul théorique du courant de court circuit au point A**

CODE :	FEUILLE RÉPONSE	BTS ÉLECTROTECHNIQUE - AVANT PROJET	SESSION 2001
--------	-----------------	-------------------------------------	--------------

**RC-11**

**RC-12 : Protection contre les contacts indirects**

## PARTIE MÉCANIQUE

**RD-1 : Chaîne cinématique**

	<i>Axe moteur</i>	13			A	B	C
<i>MVT de translation</i>							X
<i>MVT de rotation</i>	X	X					X

**RD-2**

$$\frac{N14}{N13} =$$

**RD-3**

**RD-4**

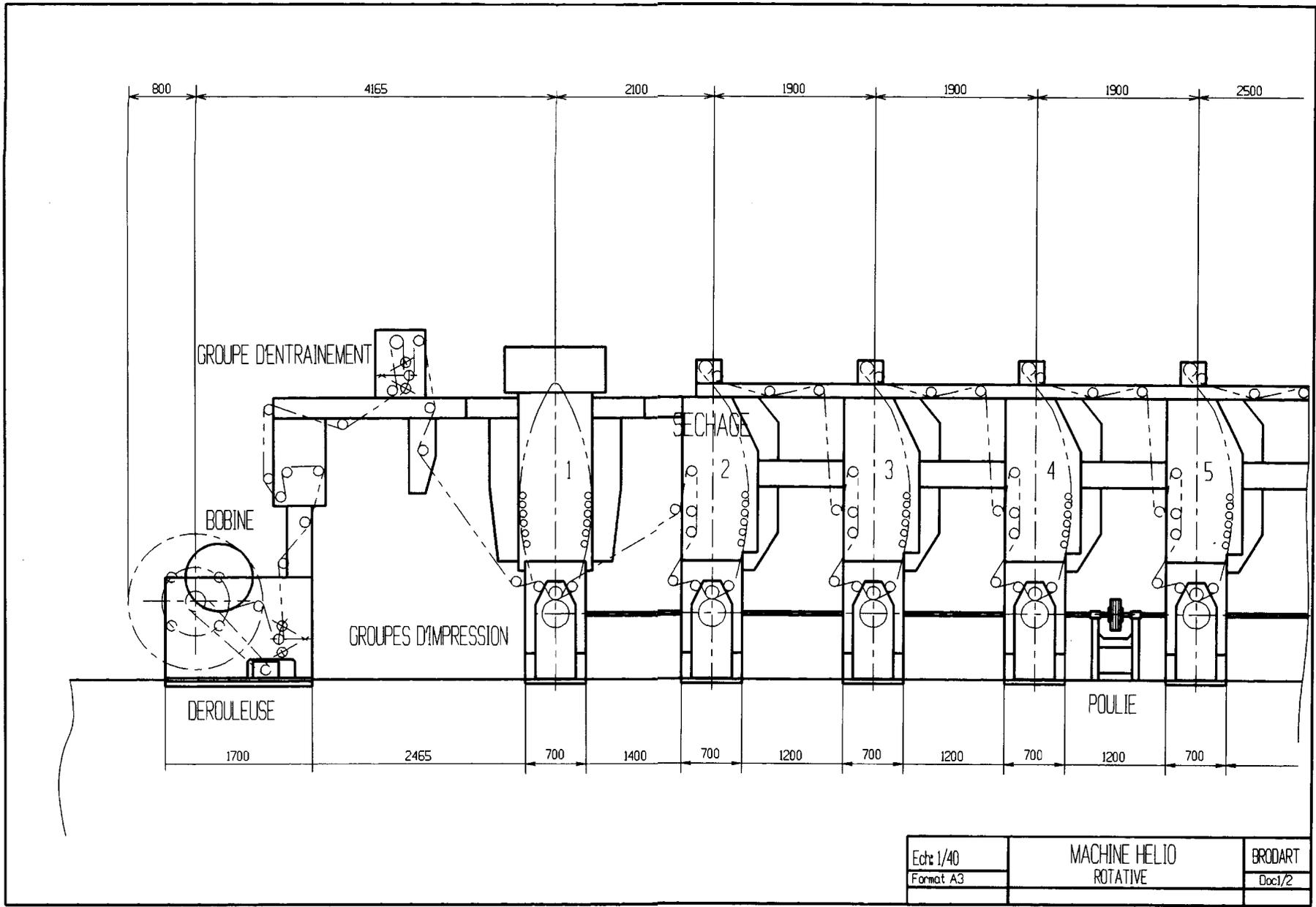
---

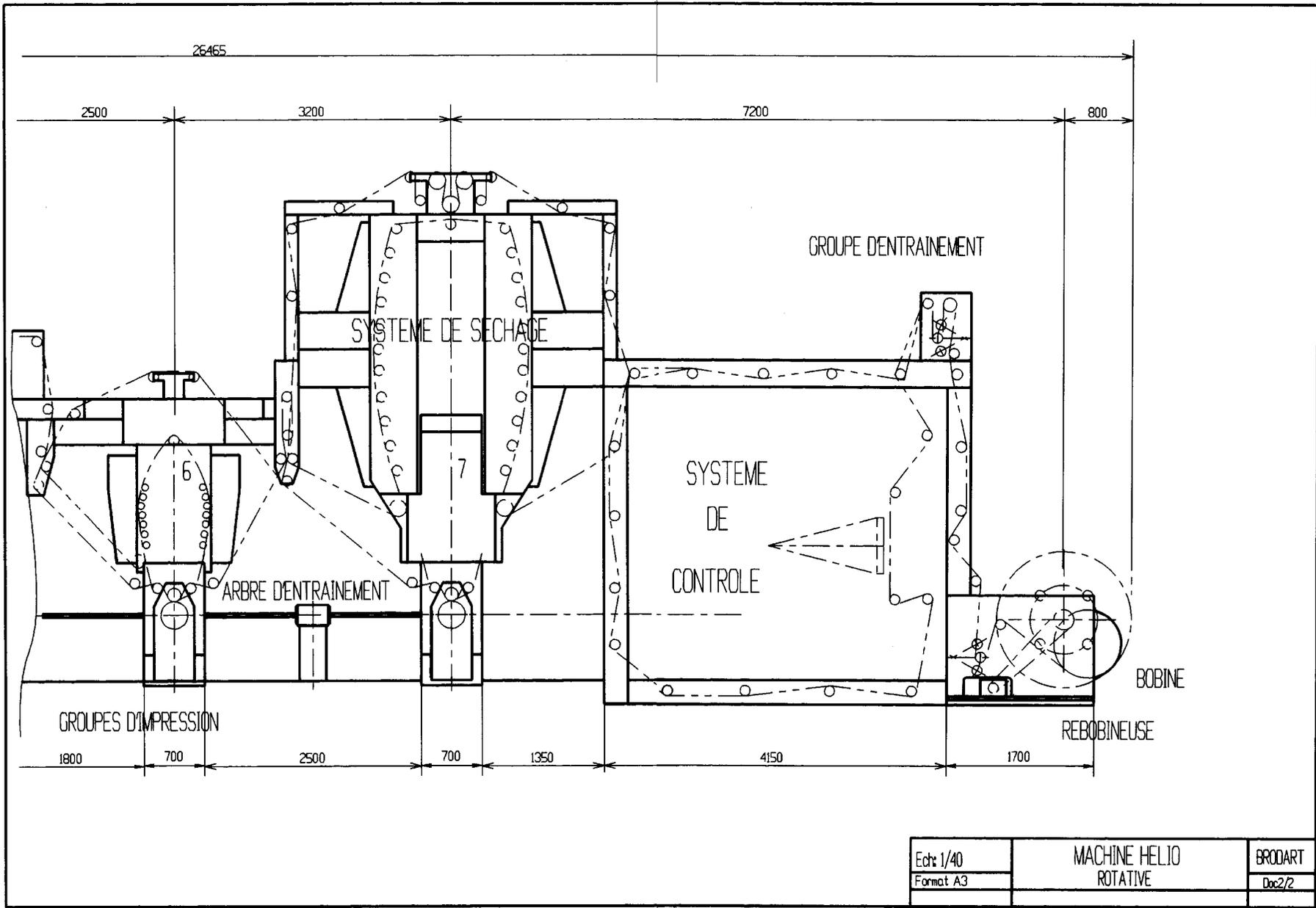
<b>CODE : EQAVP</b>	<b>CAHIER TECHNIQUE</b>	<b>BTS ÉLECTROTECHNIQUE - AVANT PROJET</b>	<b>SESSION 2001</b>
---------------------	-------------------------	--	---------------------

## ***"Rotative Helio"***

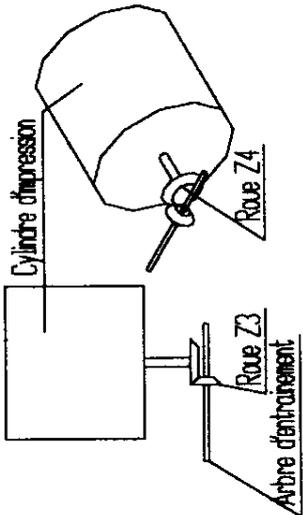
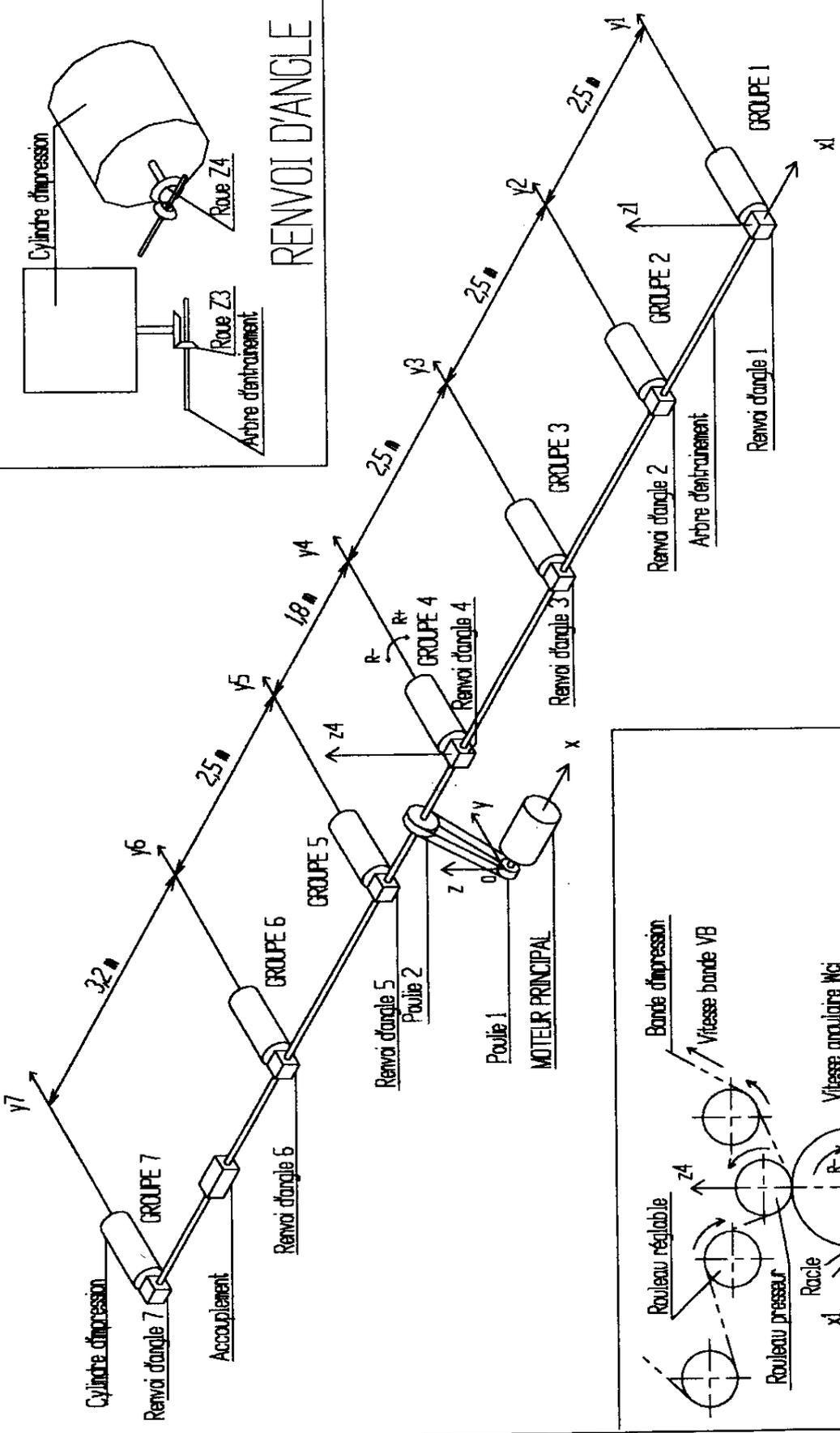
---

# **CAHIER TECHNIQUE**



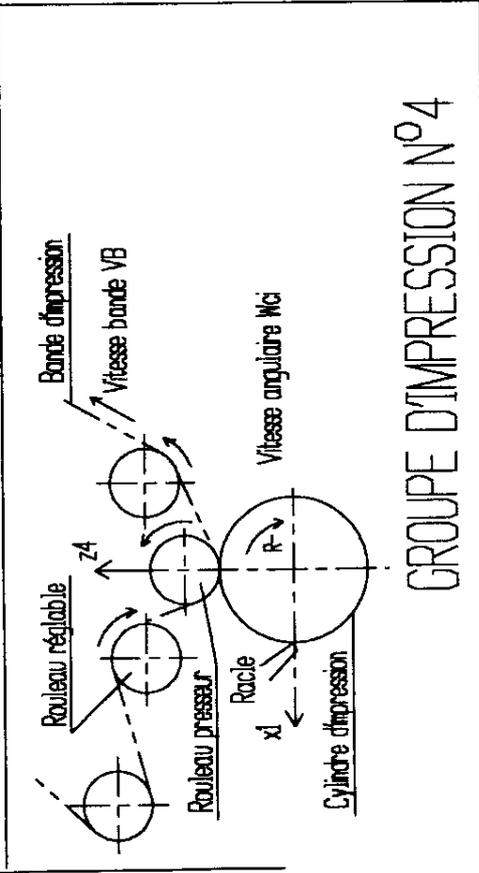


Ech: 1/40	MACHINE HELIO ROTATIVE	BRODART
Format A3		Doc2/2

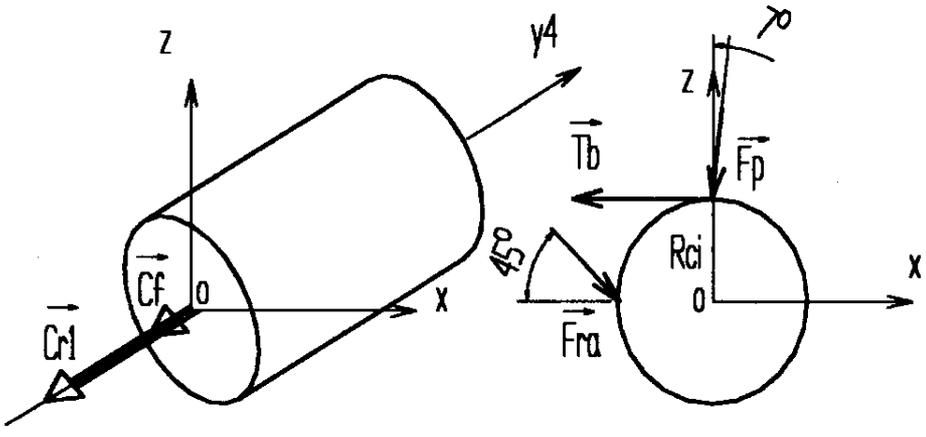


### RENOI D'ANGLE

### MOTEUR PRINCIPAL



### GROUPE D'IMPRESSIION N°4



CYLINDRE D'IMPRESSION

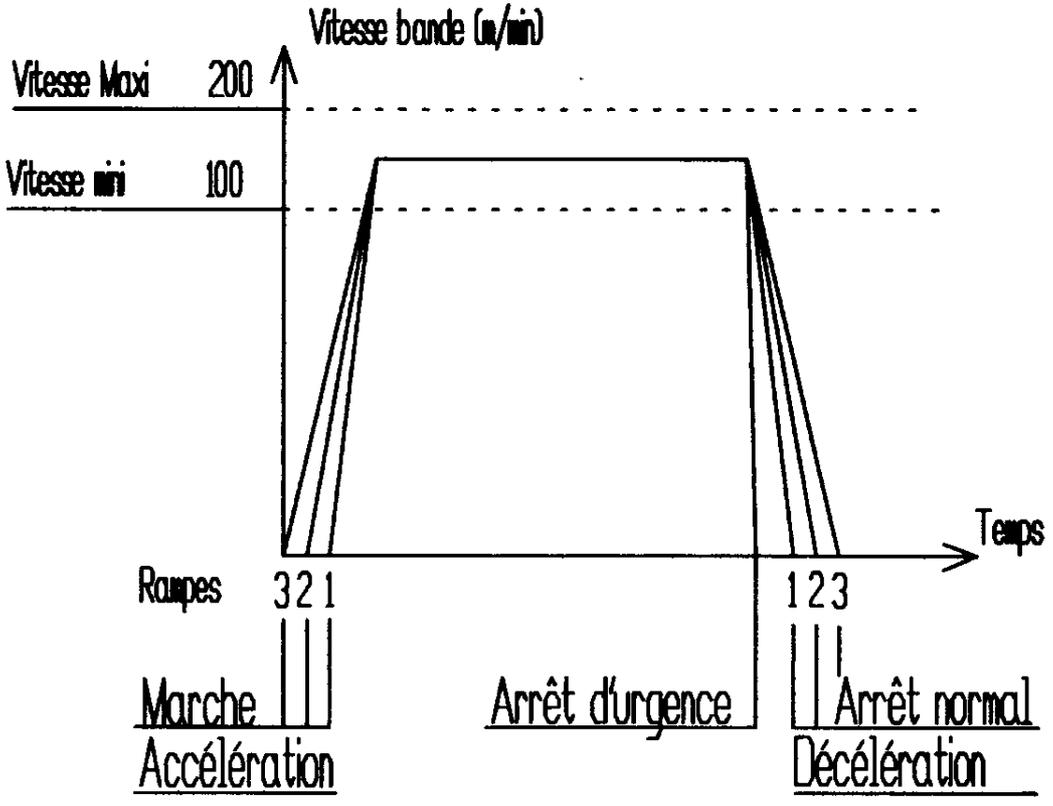


TABLEAU DES TENSIONS

supports d'emballage	Grammage gr/m <sup>2</sup>	Épaisseur m/u	Tension Tb (daN) largeur de bande 600 mm	Tension Tb (daN) largeur de bande 800 mm	Tension Tb (daN) largeur de bande 1000 mm	Tension Tb (daN) largeur de bande 1200 mm
Polyéthylène		25	2	2,6	3,2	4
		75	5	6,6	8,2	9,9
		150	8	11	13,5	16
Polypropylène		12,5	4,2	5,6	7	8,4
		17,5	8,4	11,2	14	16,8
		35	15	20	25	30
Cellophane Polystyrène		40	16,2	21,6	27	32,4
		50	18	24	30	36
		50	15	20	25	30
PVC rigide		150	21	28	35	42
		300	30	40	50	60
		60	15	20	25	30
Papier Carton léger Carton		100	19,2	25,6	32	38,5
		200	27	36	45	54
		500	37,5	50	62,5	75
Alu nu Alu recuit		10	6	8	10	12
		80	33	45	56	67



## Moteurs à courant continu LSK 1324 VL - LSK 1324C VL Caractéristiques électriques

**Les caractéristiques électriques sont données pour:**

- alimentation en triphasé pont complet
- degré de protection IP 23
- mode de refroidissement IC 06 (V.F.)
- service continu S1
- température ambiante  $\leq 40^{\circ}\text{C}$ .

Masse totale: 215 kg  
Moment d'inertie: 0,2 kg.m<sup>2</sup>  
Puissance d'excitation: 0,8 kW

**154 - 189 N.m**

$n_{\text{max méca}}$  4000 min<sup>-1</sup>

P kW	Vitesse de rotation $n$ pour tension d'induit $U$						$n_{\text{max élec}}$		M N.m	I A	$\eta$ Hors excit.	L mH	$R_{115^{\circ}}$ $\Omega$	$U_{\text{max}}$ V	Indice	Délai
	260 V min <sup>-1</sup>	400 V min <sup>-1</sup>	420 V min <sup>-1</sup>	440 V min <sup>-1</sup>	460 V min <sup>-1</sup>	500 V min <sup>-1</sup>	600 V min <sup>-1</sup>	N.C. min <sup>-1</sup>								
16.8	910						1180	1890	176	80	0,80	13,8	0,57	460		
27.3		1390					1600	2560	188	79,5	0,86	13,8	0,57	460		
28.8			1460				1650	2640	188	79	0,87	13,8	0,57	460	09	**
30.2				1530			1650	2640	189	79	0,87	13,8	0,57	460		
30.5					1600		1700	2720	182	76,5	0,87	13,8	0,57	460		
33						1730		2960	182	75	0,88	7,8	0,68	500	▼	
23.5	1240						1980	3170	181	105,5	0,85	8	0,33	550		
36.8		1910					3050	4000	184	105	0,87	8	0,33	550		
38.8			2000				3200	4000	185	104,5	0,88	8	0,33	550		
40.5				2100			3360	4000	184	104,5	0,88	8	0,33	550	10	**
41.8					2190		3500	4000	182	101,5	0,89	8	0,33	550		
44						2380	3570	4000	177	99	0,89	8	0,33	550		
51.5						2860		4000	172	96,5	0,89	4,6	0,37	600	▼	
28.1	1500						3200	4000	179	127	0,85	4,6	0,23	550		
44.7		2300					3400	4000	186	126,5	0,88	4,6	0,23	550		
46.6			2420				3500	4000	184	126	0,88	4,6	0,23	550		
49				2530			3500	4000	185	126	0,88	4,6	0,23	550	11	***
49.5					2640		3500	4000	179	121	0,89	4,6	0,23	550		
52.7						2870	3500	4000	175	116	0,89	4,6	0,23	550		
61.4						3450		4000	170	111,5	0,89	2,6	0,26	600	▼	**
30.6	1830						2920	4000	160	135,5	0,87	3,2	0,15	460		
48		2820					4000		163	134	0,89	3,2	0,15	460		
49.8			2960				4000		161	133	0,89	3,2	0,15	460		
52.5				3100			4000		162	132	0,90	3,2	0,15	460	13	***
53.2					3240		4000		157	128,5	0,90	3,2	0,15	460		
56.7						3520		4000	154	126	0,90	1,9	0,17	500	▼	**

**Abréviations utilisées dans les têtes des tables de sélection**

- P : puissance nominale exprimée en kW  
 $n$  : vitesse nominale pour la tension d'induit indiquée dans la tête, moteur chaud, exprimée en min<sup>-1</sup>  
 $U$  : tension d'induit (voir page 61) exprimée en V  
 $n_{\text{maxi élec}}$  : vitesse maximale électrique exprimée en min<sup>-1</sup>; voir § D5.1.2 page 66  
 $n_{\text{maxi méca}}$  : vitesse maximale mécanique exprimée en min<sup>-1</sup>; voir tableau 1 page 66  
N.C. : moteur non compensé; voir § D5.2.5 page 66  
C. : moteur compensé  
M : moment nominal exprimé en N.m  
I : intensité admissible en régime permanent exprimée en A (service S1)  
 $\eta$  : rendement (ne tient pas compte de l'excitation)  
L : self du circuit d'induit exprimée en mH  
R : résistance du circuit d'induit exprimée en  $\Omega$   
 $U_{\text{max}}$  : tension maximale admissible aux bornes de l'induit exprimée en V  
 $L_a$  : valeur de la self additionnelle pour obtenir la puissance inscrite dans la première colonne (moteur LSK 1122 alimenté par variateur monophasé) exprimée en mH; voir § D3.3 page 61.

## Présentation - Généralités

RTV-74 unidirectionnel 2 quadrants

RTV-84 réversible statique 4 quadrants

Les variateurs triphasés RECTIVAR RTV-74 à simple pont de 32 à 3000A sont destinés à la régulation de vitesse des moteurs à courant continu de 6 à 1700 kW, à excitation séparée. Les variateurs triphasés RECTIVAR RTV-84 à double pont de 16 à 3000A sont destinés à la régulation de vitesse des moteurs à courant continu de 2,7 à 1500 kW, à excitation séparée. Les deux séries sont alimentées sur réseau alternatif triphasé.

Calibres : I (A)	16, 32, 48, 72, 180, 270, 400, 650, 800, 1250, 1750, 3000
Tension réseau (V)	jusqu'à 660 ± 10 % - 50/60 Hz ± 5 Hz (45 - 55 / 55 - 65 Hz)
Gamme de vitesse	1 à 300 - contrôle par dynamo tachymétrique, 1 à 3000 avec générateur d'impulsions et option interface, 1 à 20 par retour U mais la précision dépend du moteur.

### Caractéristiques

Les variateurs de vitesse RTV-74 permettent le fonctionnement dans les quadrants 1 et 4 ou 2 et 3 du plan couple-vitesse.

Les variateurs RTV-84 permettent le fonctionnement dans les 4 quadrants du plan couple-vitesse. A partir du calibre 800A les deux séries sont équipées d'un régulateur de courant d'excitation.

### Constitution

La gamme RECTIVAR 74/84 comprend pour chacune des séries :

- 7 calibres de 32 à 650A de technologie compacte, le calibre 16A n'existe qu'en RTV-84,
- 4 calibres de 800 à 3000A de technologie modulaire.

- La technologie compacte réunit dans un même boîtier métallique :

- la partie puissance avec un pont à 6 ou à 12 thyristors et leurs protections, le transformateur de contrôle, une carte interface puissance et sa carte fille dans le cas de pont 12 thyristors, une carte isolement galvanique, les transformateurs de courant et la ventilation éventuelle.

- le bac de contrôle disposé en face avant du variateur sur les 8 calibres comprend la carte à microprocesseurs, la carte afficheur et sur le capot de protection un clavier de dialogue.

• La technologie modulaire comprend un châssis de puissance et un module de contrôle raccordés par un ensemble de câbles, sous gaine, de 2 mètres de long.

- Le châssis puissance incluant :

un pont à 6 ou à 12 thyristors et leurs protections, les circuits amorceurs, les transformateurs de courant, les fusibles de protection des thyristors, la ventilation avec ses sécurités.

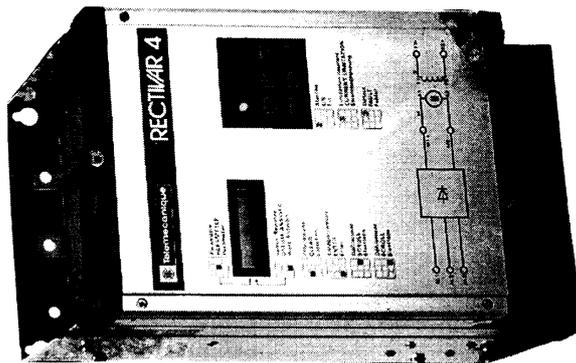
- Le module dit de contrôle :

identique pour les 4 calibres comprenant :

- le pont d'excitation à thyristors,
- le capteur de courant d'excitation,
- la carte de contrôle d'excitation,
- les transformateurs de contrôle,
- une carte interface puissance,
- une carte isolement galvanique,
- le bac de contrôle, identique à celui décrit ci-dessus, disposé en face avant.

Dans les deux technologies, le bac contrôle, monté sur charnières, peut pivoter pour permettre l'accès à la partie arrière.

Le contrôle est entièrement isolé de la partie puissance, la tension maximale étant de 24 volts en courant continu.



**RECTIVAR®** séries 74-84  
variateurs de vitesse triphasés à  
contrôle numérique pour moteurs  
à courant continu

# Définition du Rectivar

Guide de choix

## Choix du moteur

Le moteur doit être conçu et dimensionné pour une alimentation en courant pulsé avec variation de vitesse et de couple correspondant au fonctionnement à assurer.

Facteur de forme = 1,05.  
Il sera à excitation séparée ou à aimants permanents. Ne pas utiliser de moteur à excitation série et compound.

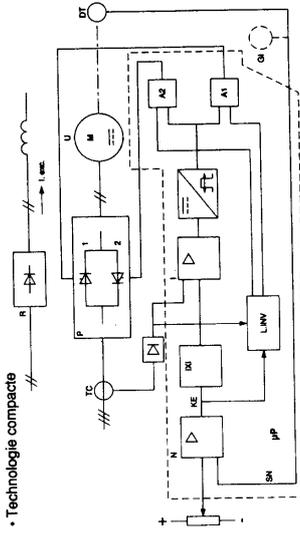
Dans le cas d'excitation contrôlée la tension inducteur maximale sera 0,8 fois la tension réseau. Dans le cas de désexcitation la tension inducteur maximale sera 0,5 fois la tension réseau, exemple : 190V pour une tension réseau 380V alternatif.

Toutefois, pour les machines à accélération et décélération lentes (rampes > 5 s) on pourra aller jusqu'à 0,8 fois la tension réseau.

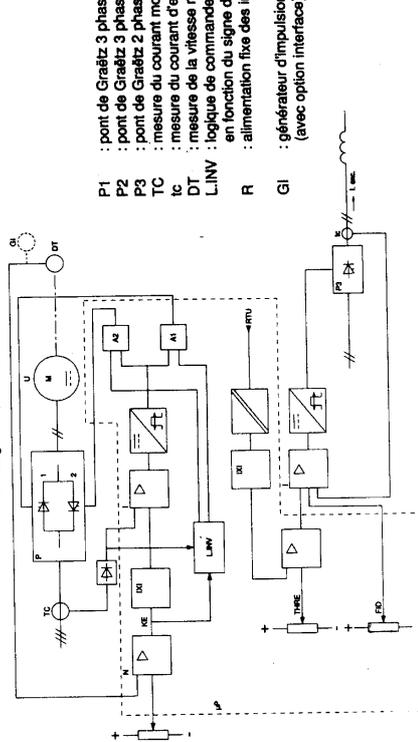
Tension d'induit recommandée ≤ tension réseau x 1,05 pour RTV-84,  
et ≤ tension réseau x 1,16 pour RTV-74.

## Schémas fonctionnels

• Technologie compacte



• Technologie modulaire



- P1 : pont de Graëtz 3 phases
- P2 : pont de Graëtz 3 phases (en RTV-84)
- P3 : pont de Graëtz 2 phases inducteur
- TC : mesure du courant moteur
- DT : mesure de la vitesse moteur
- LINV : logique de commande des ponts en fonction du signe de KE
- R : alimentation fixe des inducteurs
- GI : générateur d'impulsions (avec option interface)

## Alimentation triphasé Un ± 10 %

Réseau 50/60 Hz ± 5 Hz

Variateur RTV		Moteur						Rectivar			
Courant I. Max. permi- nent		Puissance maximale avec Cd/Cn = 1,2						Référence			
A	A	220V	380V	415V	440V	480V	500V	660V	(1)		
		KW	KW	KW	KW	KW	KW	Excita- tion A			
16	12	2,7	4,7	5	5,3	-	-	2	RTV-84D16Q	6,000	
32	24	5,5	9,5	10	10,5	11,5	12	15	RTV-84D32*	6,500	
48	36	8	14	15,5	16	17,5	18	15	RTV-84D48*	10,000	
72	54	12	21	23	24	26	27	15	RTV-84D72*	10,000	
180	135	30,5	54	59,5	63	67	70	15	RTV-84C18*	11,000	
270	203	46	81	89	93	101	105	15	RTV-84C27*	13,000	
400	300	69	120	132	138	150	156	15	RTV-84C40*	47,000	
650	488	112	195	214	224	243	253	15	RTV-84C65*	47,000	
800	600	138	240	264	275	300	312	408	30(2)	RTV-84C80*	108,000
1250	938	215	375	413	432	469	487	637	30(2)	RTV-84M12*	108,000
1750	1313	302	525	578	604	657	683	893	30(2)	RTV-84M17*	120,000
3000	2250	518	900	990	1035	1125	1170	1530	30(2)	RTV-84M50*	296,000

(1) référence de base à compléter par le repère de la tension.  
Pour les calibres C80- à M30- le Rectivar comprend 2 sous ensembles (voir page 1/10)  
(2) excitation régulée intégrée au module contrôle. 3 calibres en courant, 10A - 20A - 30A, sélection par cavalier.

# Définition du Rectivar

Caractéristiques fonctionnelles

Borniers de raccordement

Tension, fréquence du réseau triphasé d'alimentation	Maximale, 440V ± 10% pour D16, 500V ± 10% pour D32 à C65, 660V ± 10% pour C80 à M30 50/60 Hz ± 5 Hz (45 - 55 / 55 - 65 Hz)
Tension d'induit recommandée selon la tension réseau	U induit ≤ U réseau x 1,05 en RTV84 U induit ≤ U réseau x 1,16 en RTV84
Tension réseau d'excitation	Tension maximale 440 V réseau - U excitation (voir page 1/10).
Courant d'excitation maxi.	2 A à 30 A suivant le calibre du variateur (voir page 1/8 - 1/9 - 1/10).
Courant d'excitation minimal détectable par les sécurités	D16 : 0,1 A D32 à C65 : 0,8 A C80 à M30 : 1 A
Limitation du courant d'induit	Réglage sur le variateur de 0 à Ip (Ip = courant pointe du variateur. Voir caractéristiques page 1/11)
Gamme de vitesse	1 à 300 avec dynamo tachymétrique 1 à 1000 avec carte option codeur incrémental 1 à 20 avec retour U mais la précision dépend du moteur
Précision statique avec variations : - du couple résistant 0,2 Cn à Cn	avec dynamo tachymétrique - 0,01 % de la vitesse maximale avec codeur incrémental et consigne numérique - 0,24 % de la vitesse affichée - 0,066 % de la vitesse maximale ± 0,2 % de la vitesse affichée ± 1 % de la vitesse maximale ± 0,1 % de la vitesse maximale
Consigne de vitesse	Isolées électriquement des circuits puissance, les 3 entrées sont sommatrices.
• Deux entrées tensions : - par potentiomètre - par signal analogique • Une entrée courant • Par liaison série	0 A à 10V connectés en résolution 2000 points, signal 0V ou 0 - 10V 1 à 10 kΩ raccordés sur les sources internes : 0, +10V ou 0 - 10V 0 à ± 10V, délivré par source extérieure. Impédance d'entrée 35 kΩ. 0 - 20 mA ou 4 - 20 mA par configuration, impédance 100 Ω, résolution 2000 points Résolution 1 tour / minute
Entrées - sorties configurables (voir 2 <sup>ème</sup> partie pages 2/10 à 2/15)	- 1 entrée analogique : 0 à ± 10V, impédance 35 kΩ, résolution 2000 points + signe, - 2 sorties analogiques : 0 à ± 10V, débit max 5 mA, résolution 128 points + signe - 4 entrées logiques (+ RUN) : niveau 0 ≤ 1,5V/3,5V ≤ niveau 1 < 26,4V - impédance 2,2 kΩ - 2 sorties logiques : collecteur ouvert, débit max : 20 mA en 24 Vcc - 2 relais : 30 VA max, 30 V/250 mA, 250 V/10 A, 250 V/10 A - 2 entrées de commutation : 24V/20mA alternatif ou continu. - par tension d'induit : max 750V ref Y - par dynamo tachymétrique : max 320V - par codeur incrémental avec l'option interface VW1-RZD101 : max 100KHZ
Retour vitesse	Par ordres extérieurs sur entrées logiques ou par inversion de la polarité de consigne vitesse. Inversion du courant : bande morte 15 ms. Fonctionnement dans les quatre quadrants du plan couple/vitesse.
Inversion du sens de marche (RTV 84)	Temps d'accélération et de décélération réglables séparément de 0 s à 999 s. Exemple "réversoir" de recroisement automatique de la valeur de retour vitesse en absence de validation du RECTIVAR
Temps d'accélération et de décélération	+ 15V ou -15V débit maximal 30 mA, pour toutes les entrées (commande, validation, affichage, régulation), les cartes options et toutes les fonctions extérieures. + 24V débit maximal 50 mA ou 80 mA si aucun débit sur le + 15 V.
Tensions et courants disponibles sur le variateur (intensités cumulables)	IP00
Degré de protection	- 0°C à 40°C (fonctionnement possible jusqu'à 60°C en déclassant l'intensité de 1,2 % par °C supplémentaire) - pour fonctionnement - pour stockage -25°C à + 70°C
Températures ambiantes : - pour fonctionnement - pour stockage	Déclasser l'intensité de 0,7 % par tranche de 100 m au dessus de 1000 m.
Normes de qualification	Voir catalogue RECTIVAR 4 triphasés.

CODE :	CAHIER TECHNIQUE	BTS ÉLECTROTECHNIQUE - AVANT PROJET	SESSION 2001
AL1 } AL2 } AL3 }	alimentation réseau.		
⏏	masse		
M1 + } M2 - }	induit du moteur		
La disposition des bornes puissance diffère selon les calibres (voir pages 1/23 - 1/24). En particulier les ventilateurs sont alimentés au niveau des bornes citées ci-dessous. Rappel : pour les calibres C18 et C27 les ventilateurs sont alimentés avec la partie contrôle du RECTIVAR.			
• Calibres 400 et 650A (C40 et C65) 0 - 220	alimentation séparée du ventilateur tension 220 V monophasé - 50/60 Hz puissance 185W - intensité : 0,85A.		
• Calibres 800 à 1750A (C80 à M17) 0 - 220 (RTV74)	alimentation du ventilateur		
0A - 220A 0B - 220B (RTV84)	alimentation séparée des deux ventilateurs tension 220V monophasée - 50/60Hz puissance unitaire 185W - intensité : 0,85A		
9-91 10-101 207-208	thermo-contact disjonction fusibles contact défaut écrêteurs ligne	contacts normalement fermés.	
• Calibre 3000A (M30, RTV74 et RTV84) 0 - 380	alimentation modulée présence ventilation		
U1, V1, W1 U2, V2, W2	alimentation séparée des 2 ventilateurs - 380V alternatif puissance unitaire : 550W en 50Hz, 790W en 60Hz intensité unitaire : 1,2A en 50Hz, 1,45A en 60Hz soit pour les 2 ventilateurs puissance : 1100W en 50 Hz - 1580W en 60Hz intensité : 2,4A en 50Hz - 2,9A en 60Hz		
9 et 91 10 et 101 203-204	disjonction fusibles présence ventilation présence carters.	contacts normalement fermés.	
FL1 } FL2 }	alimentation monophasée du pont d'excitation		
F1 + F2 -	Masse sortie positive du pont d'excitation sortie négative du pont d'excitation		
Pont puissance Calibres 32 à 3000A			
Bornes puissance du module séparé (Calibres 800 à 3000A)			

## Borniers de raccordement

## Borniers de raccordement

### Cartes interface puissance

Il existe trois types de cartes pour toute la gamme, équipées systématiquement de la carte isolement galvanique

- calibre 16A
- gamme 32 à 650A
- gamme 800 à 3000A

• Calibres 16A

Appellation	P, J1	Fonction
CL1	1	alimentation contrôle (1) puissance : 120 VA
CL2	2	
CL3	3	
RNA	4	entrée dynamo tachymétrique RNB relié au 0V
RNB	5	
K1A (2)	6	contact libre de potentiel du relais K1 à fonction configurable
K1B	7	
K2A (2)	8	contact libre de potentiel du relais K2 à fonction configurable
K2B	9	
FL1	9	alimentation monophasée du pont d'excitation
FL2		
F1+		
F2-		sortie positive du pont d'excitation
AL1		sortie négative du pont d'excitation
AL2		alimentation du pont de puissance, réseau triphasé 50/60Hz
AL3		
M1+		
M2-		induit du moteur

• Calibres 600 à 3000A

Appellation	P, J1	Fonction
CL1	1	alimentation contrôle - puissance : 120 VA
CL2	3	
CL3	5	
RNA	7	entrée dynamo tachymétrique RNB relié au 0V
RNB	8	
FTA	9	+ 24V
FTB	10	défaut présence capteur
PTE	11	alimentation + 24V (10mA maxi)
NTE	12	alimentation - 24V (10mA maxi)
K2A (2)	13	contact libre de potentiel du relais K2 à fonction configurable
K2B	14	
K1A (2)	15	contact libre de potentiel du relais K1 à fonction configurable
K1B	16	
FC1	18	alimentation contrôle de l'excitation si alimentations
FC2	20	puissance/contrôle dissociées - courant absorbé : 70mA.

(1) En cas d'alimentation séparée du contrôle, certaines précautions sont à prendre. Voir p. 1/56.  
(2) Caractéristiques maximales des contacts : voir page 1/12.

### Cartes interface puissance

• Calibres 32 à 650A

Appellation	P, J1	Fonction
CL1	1	alimentation contrôle (1) - utilisées si alimentations puissance et contrôle dissociées (U > 440V) - puissance : 120 VA pour 32, 46, 72, 400, 650A et 300 VA pour 180 et 270A (avec ventilateur) sortie tension induit
CL2	2	
CL3	3	
RNA	4	entrée dynamo tachymétrique RNB relié au 0V
RNB	5	
M1+	7	borne M1 du moteur
FL1	8	alimentation monophasée du pont d'excitation
F1+	9	
F2-	10	
K1A (2)	12	sortie positive du pont d'excitation
K1B	13	
K2A (2)	14	contact libre de potentiel du relais K1 à fonction configurable
K2B	15	
TTA (3)	16	contact libre de potentiel du relais K2 à fonction configurable (thermal trip contact), contact à ouverture, libre de potentiel, de la sonde de température des radiateurs (non raccorder sur les calibres 32 à 72A)
TTB	17	
PTE	18	alimentation + 24V
NTE	19	alimentation - 24V
NC	20	non connecté

(1) En cas d'alimentation séparée du contrôle, certaines précautions sont à prendre. Voir p. 1/56.

(2) Caractéristiques maximales des contacts : voir page 1/12.

(3) Caractéristiques maximales du contact de la sonde (à partir de 180A).  
- Utilisation : - inductif 250V -, appel 300VA maxi, maintien 30VA maxi.  
= inductif 30V/0,5A maxi.

CODE :

CAHIER TECHNIQUE

BTS ÉLECTROTECHNIQUE - AVANT PROJET

SESSION 2001



# Utilisations du RECTIVAR

Signaux RUN, FORWARD, REVERSE

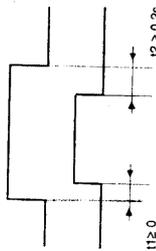
Utilisation de la borne RUN

Le raccordement à PL (-, 24V) de la borne RUN assure le déverrouillage du RECTIVAR par la validation de toute la logique de contrôle et des alimenteurs des thyristors.  
L'absence du signal RUN verrouille le RECTIVAR, le ralentissement s'effectue alors en roue libre sans couple ralentisseur.

L'ordre RUN peut-être réalisé par liaison série. Voir 2<sup>ème</sup> partie du guide page 2/26.

Précautions pour éviter les allumages intempestifs

- 1<sup>er</sup> cas : contrôle et puissance reliés, cavaliers CAL en 0.
  - La commande RUN peut précéder ou suivre la mise sous tension mais doit **IMPERATIVEMENT** être coupée avant la mise hors tension (temporisation  $\geq 0,2s$ ).
  - 2<sup>ème</sup> cas : contrôle et puissance séparés, cavaliers CAL en 1 (ou calibres  $\geq 800A$ ).
- Le contrôle doit être alimenté en amont du contacteur de ligne.  
Respecter le chronogramme ci-dessous :



L'ordre RUN ne doit pas précéder l'alimentation puissance mais sa suppression doit s'effectuer au moins 0,2 secondes avant la coupure de la puissance.

Fonction "déversoir"

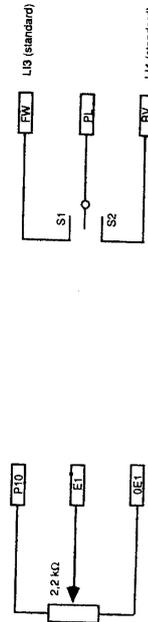
Tant qu'il n'est pas commandé (RUN et FORWARD ou REVERSE ou ordre de marche interne) le variateur réalise une fonction "déversoir de vitesse", c'est à dire que le signal de retour de vitesse est recopié dans la rampe de vitesse au moment de la réapparition de l'ordre de marche. Cette fonction permet une reprise à la vitesse dans les meilleures conditions, elle est également active en cas de défaut d'arrêt.

Utilisation des commandes FORWARD, REVERSE

Par convention, le sens de marche FORWARD correspond à des signaux positifs.  
FORWARD et REVERSE sont affectés en usine aux entrées logiques L13 et L14.

Voir affectations spécifiques 2<sup>ème</sup> partie du guide pages 2/9 et 2/14.

Exemple de raccordement avec entrée 0/+10V sur l'entrée consigne E1.



En RTV 74, la commande par FORWARD suffit.  
Par contre, on peut utiliser l'ordre REVERSE avec une référence négative branchée à partir de la borne N10.

# Utilisations du RECTIVAR

Entrées consignes de vitesse

Fonctions des entrées

Le variateur possède :

- deux entrées tension  $\pm 10V$  : E1 et E2,
- une entrée courant 0/20mA : Ec.

Il est possible de reconfigurer l'entrée Ec en 4/20mA et d'utiliser une troisième entrée en tension, sur l'entrée analogique A1 (voir affectations spécifiques 2<sup>ème</sup> partie page 2/11).

Les trois (ou quatre) valeurs d'entrées de consigne sont additives algébriquement.  
Pour l'entrée Ec, 20mA correspondent à une tension de +10V sur les autres entrées.

La somme algébrique des entrées, est décalée à  $\pm 10V$  ou écartée ou épiétée ou forcée à une valeur inférieure configurable avec la fonction petite vitesse (voir affectations spécifiques page 2/15 de la 2<sup>ème</sup> partie).

Les caractéristiques des entrées sont indiquées page 1/12.

Utilisation des entrées

Commande du sens de marche par la polarité de tension en E1 pour RTV84

Par exemple avec le sens FORWARD toujours activé (inversion par S1 quand S2 est fermé).

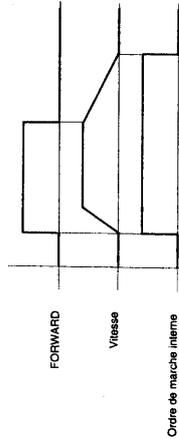


Le même fonctionnement est possible avec plusieurs entrées consignes vitesses simultanées et additives algébriquement.

En RTV 74, une référence négative avec l'ordre FORWARD ou positive avec l'ordre REVERSE n'est pas prise en compte et équivaut à 0.

Logique de validation

Après déverrouillage, le variateur est validé par la présence de l'un des ordres FORWARD ou REVERSE. Cet ordre de marche est mémorisé après disparition des ordres logiques et jusqu'à l'annulation du signal de retour vitesse, (seuil  $< 2\%$  de la vitesse maximale et non réglable). Cette disposition permet le freinage électrique à l'arrêt de la commande si le signal RUN est présent.

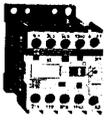
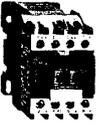
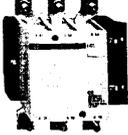
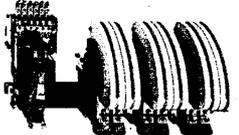


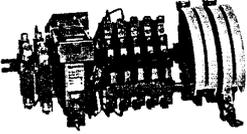
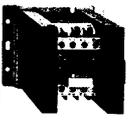
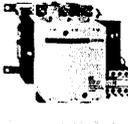
Deux variantes à la logique ci-dessus :

- ordre de marche par détecteur de référence } Voir applications spécifiques
- logique de frein par mouvement vertical. } 2<sup>ème</sup> partie page 2/1.

Contacteurs

# Panorama des contacteurs

Applications	équipements nécessitant des contacteurs basse consommation pouvant être commandés directement à partir de sorties statiques		équipements à base de contacteurs standard			
						
<b>courant assigné d'emploi</b> AC-3 AC-1	6...12 A 20 A	9...25 A 20...40 A	6...12 A 20 A	9...150 A 25...200 A	115...800 A 200...1600 A	750...1800 A 800...2750 A
<b>tension assignée d'emploi</b>	690 V	690 V	690 V	690 V ou 1000 V	1000 V	1000 V
<b>nombre de pôles</b>	3 ou 4	3	3 ou 4	3 ou 4	2, 3 ou 4	1...4
<b>types de contacteurs</b>	LP4-K	LP4-D	LC1-K LC7-K LP1-K	LC1-D LP1-D	LC1-F	LC1-B

Applications	équipements nécessitant des contacteurs à accrochage magnétique	moteurs, circuits résistifs, courts-circuiteurs rotoriques, électro-porteurs, levage, mines, moteurs --- cadences élevées. Contacteurs sur barreaux à composition variable	équipements nécessitant des contacteurs à accrochage mécanique	applications conformes aux spécifications et références "OTAN". Contacteurs antichocs	protection du circuit continu des variateurs de vitesse réversibles pour moteurs à courant continu. Contacteurs à ouverture rapide
					
<b>courant assigné d'emploi</b> AC-3 AC-1	150...630 A 250...1000 A	80...1800 A 80...2750 A	80...1800 A 80...2750 A	12...630 A 25...850 A	
<b>tension assignée d'emploi</b>	1000 V	~ 1000 V = 440 ou 1500 V	~ 1000 V = 440 ou 1500 V	690 ou 1000 V	~ 1000 V = 1050 V
<b>nombre de pôles</b>	1...4	1...6	1...6	3 ou 4	2 ou 4
<b>types de contacteurs</b>	CR1-F	CV	CR1-B	LC1-D-G LP1-D-G	CR3-B

# Transformateurs de sécurité et de séparation des circuits de 25 à 2500 VA

## Présentation, choix et caractéristiques

### Présentation

La gamme de transformateurs monophasés ABL-6T est destinée à alimenter les équipements des locaux à partir d'un réseau d'alimentation de 230, 400 V et 50 Hz. Les transformateurs ABL-6T sont conçus pour des applications + 15 V et 15 V permettent éventuellement une meilleure adaptation au réseau local.

Les transformateurs ABL-6T garantissent un isolement électrique renforcé entre le réseau d'alimentation et le réseau de charge. Toute la puissance pour limiter la diffusion des perturbations électromagnétiques et renforcer la sécurité des utilisateurs. Les transformateurs ABL-6T correspondent à la classe de protection II et sont livrés nus.

Ils sont conformes aux normes EN 60 742, IEC 742 et approuvés UL. Ils sont réalisés en classe d'isolation B ou F suivant les produits. Les enroulements sont imprégnés sous vide de résine sans solvant. La température de service est de 60 °C sans déclassement.

### Couplages

La gamme permet de couvrir une plage de puissance de 25 à 2500 VA. Tous les produits ont un primaire bi-tension 230/400 V +/- 15 V et sont également adaptés aux principales tensions utilisées pour les circuits de contrôle (12, 24, 48, 115 et 230 V).

Les transformateurs ABL-6T sont disponibles en version simple enroulement secondaire (2, 24, 115 et 230 V), et également en version double enroulement secondaire (2 x 24 ou 2 x 115 V) permettant un couplage série (obtention de 48 ou 230 V) ou parallèle.

### Protection

La protection des transformateurs contre les courts-circuits peut être réalisée à l'aide de fusibles ou de disjoncteurs magnéto-thermiques montés au secondaire. Pour un fonctionnement selon les normes UL, la protection contre les courts-circuits doit être réalisée par des fusibles (homologues UL) montés au primaire. Dans le cas de circuit de contrôle isolé par rapport à la terre (schéma IT), un contrôleur d'isolement RM3-PA 101 permet de signaler tout défaut d'isolement accidentel.

### Choix

Les transformateurs ABL-6T sont caractérisés par la puissance apparente nominale qu'ils sont capables de délivrer en permanence. Mais ils ont été étudiés pour délivrer, de manière ponctuelle, des puissances nettement supérieures, telles que les pointes d'appel des contacteurs.

Les pointes d'appel des contacteurs peuvent atteindre 10 à 20 fois la puissance nécessaire au maintien. Ceci conduit à surdimensionner le transformateur par rapport à la puissance permanente qu'il doit délivrer. Le transformateur doit être dimensionné pour que la chute de tension à ses bornes, occasionnée par l'appel, reste dans des limites admissibles pour une fermeture correcte du contacteur.

Les deux valeurs de puissance qui doivent être prises en compte pour déterminer le calibre de transformateur à utiliser sont donc :

- la puissance permanente que le transformateur devra délivrer
- la puissance d'appel maximale qu'il sera amené à fournir.

Dans la pratique, il suffit de considérer la somme des puissances de maintien et l'appel du contacteur le plus gros.

Pour les transformateurs Telemecanique, le graphe ci-contre permet de choisir le calibre à utiliser en fonction de ces deux puissances. Ceci garantit une chute de tension maximale de 5 % au moment de l'appel, compatible avec un bon fonctionnement de l'ensemble de l'installation. Par ailleurs ces transformateurs ont été conçus pour un fonctionnement permanent à la charge nominale et à une température ambiante de 60 °C. Un tel fonctionnement permet de garantir le surdimensionnement du transformateur, ce qui autorise, dans certains cas, l'utilisation d'un calibre inférieur.

Le graphe ci-contre a donc été établi pour 40 et 60 °C.

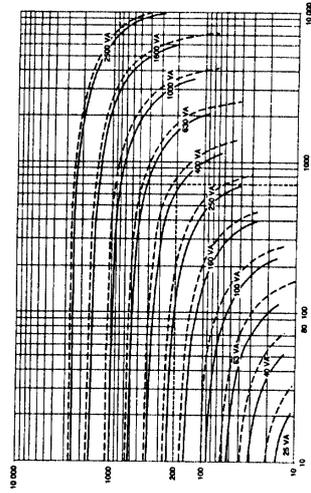
Les valeurs d'appel des bobines de contacteur sont données dans les pages caractéristiques des circuits de commande de contacteur.

## Transformateurs, primaire bi-tension, avec écran électrostatique (1)



tension primaire 50/60 Hz	secondaire	tension de sortie	puissance nominale	référence à compléter (2)	tensions secondaires usuelles
230/400 monophasés	simple enroulement	12 (J)	40	ABL-6TS02*	J B G U
		24 (B)	63	ABL-6TS04*	J B G U
	double enroulement (3)	24 (B) ou 115 (G)	100	ABL-6TD04*	J B G U
		230 (U)	160	ABL-6TD08*	J B G U
	double enroulement (3)	24 (B) ou 115 (G)	250	ABL-6TS25*	B G U
		230 (U)	400	ABL-6TS50*	B G U
	double enroulement (3)	24 (B) ou 115 (G)	1000	ABL-6TS100*	B G U
		230 (U)	1600	ABL-6TS160*	B G U
	double enroulement (3)	24 (B) ou 115 (G)	2500	ABL-6TS250*	B G U
		230 (U)	4000	ABL-6TS400*	B G U
	double enroulement (3)	24 (B) ou 115 (G)	40	ABL-6TD02*	B G
		230 (U)	63	ABL-6TD06*	B G
	double enroulement (3)	24 (B) ou 115 (G)	100	ABL-6TD04*	B G
		230 (U)	160	ABL-6TD08*	B G
	double enroulement (3)	24 (B) ou 115 (G)	250	ABL-6TD25*	B G
		230 (U)	400	ABL-6TD50*	B G
	double enroulement (3)	24 (B) ou 115 (G)	1000	ABL-6TD100*	B G
		230 (U)	1600	ABL-6TD160*	B G
	double enroulement (3)	24 (B) ou 115 (G)	2500	ABL-6TD250*	B G
		230 (U)	4000	ABL-6TD400*	B G

## Puissance de maintien (VA)



--- Fonctionnement à 40°C  
 - - - Fonctionnement à 60°C

Exemple : un équipement totalisant 200 VA de puissance de maintien et une puissance d'appel du plus gros contacteur de 700 VA, peut être alimenté par un transformateur de 630 VA s'il est utilisé à une température ambiante de 60 °C. Un transformateur de 400 VA est suffisant si la température ambiante est de 40 °C.

## 4.7 Caractéristiques des sorties relais

### 4.7-1 Modules TSX DMZ 28AR / DMZ 28DR / DSZ 08R5

Modules		TSX DMZ 28AR / DMZ 28DR / DSZ 08R5	
Tension limite	Courant alternatif	19...264 V	
d'emploi	Courant continu	10...34 V	
Courant thermique		3 A	
Charge courant alternatif	Résistive	Tension	~ 24 V ~ 48 V ~ 110 V ~ 220 V
	régime AC12	Puissance	50 VA (5) 110 VA (6) 220 VA (6) 110 VA (4) 220 VA (4)
Inductive	Tension	~ 24 V ~ 48 V ~ 110 V ~ 220 V	
	régime AC14 et AC15	Puissance	24 VA (4) 10VA (10) 10 VA (11) 24 VA (8) 50 VA (7) 110 VA (6) 110 VA (2) 220 VA (1)
Charge courant continu	Résistive	Tension	~ 24 V
	régime DC12	Puissance	24 W (6) 40 W (3)
Inductive	Tension	~ 24 V	
	régime DC13 (L/R = 60 ms)	Puissance	10 W (8) 24 W (6)
Charge mini commutable		1 mA / 5 V	
Temps de réponse	Enclenchement	< 10 ms	
	Déclenchement	< 10 ms	
Type de contact		A fermeture	
Protections incorporées	Contre les surcharges et courts-circuits	Aucune, montage obligatoire d'un fusible à fusion rapide par voie ou groupe de voies	
	Contre les surtensions inductives en ~	Aucune, montage obligatoire en parallèle aux bornes de chaque pré-actionneur d'un circuit RC ou écréteur MOV (ZNO) approprié à la tension	
Isolement (tension d'essai)	Contre les surtensions inductives en ---	Aucune, montage obligatoire aux bornes de chaque pré-actionneur d'une diode de décharge	
	Sorties/masse	Sorties/logique interne	2000 V efficace 50/60 Hz pendant 1 mn
Résistance d'isolement		> 10 MΩ sous 500 VCC	
(1) 0,1 x 10 <sup>6</sup> manœuvres	(5) 0,7 x 10 <sup>6</sup> manœuvres.	(9) 3 x 10 <sup>6</sup> manœuvres.	
(2) 0,15 x 10 <sup>6</sup> manœuvres	(6) 1 x 10 <sup>6</sup> manœuvres.	(10) 5 x 10 <sup>6</sup> manœuvres.	
(3) 0,3 x 10 <sup>6</sup> manœuvres	(7) 1,5 x 10 <sup>6</sup> manœuvres.	(11) 10 x 10 <sup>6</sup> manœuvres.	
(4) 0,5 x 10 <sup>6</sup> manœuvres	(8) 2 x 10 <sup>6</sup> manœuvres.		

Note: courant maximal à ne pas dépasser dans chaque commun relais: 5A

### 5.2-3 Module TSX DMZ 28DR

#### Présentation

Le module TSX DMZ 28DR comporte 28 entrées/sorties réparties comme suit :

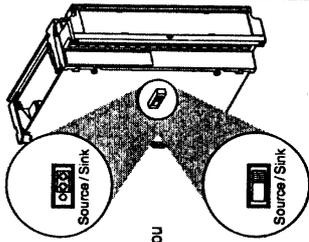
- 16 entrées 24 VCC, logique positive type 1 ou logique négative,
- 12 sorties à relais.

Il est équipé d'un bornier de raccordement à vis de 35 bornes, débrochable. Les entrées peuvent être :

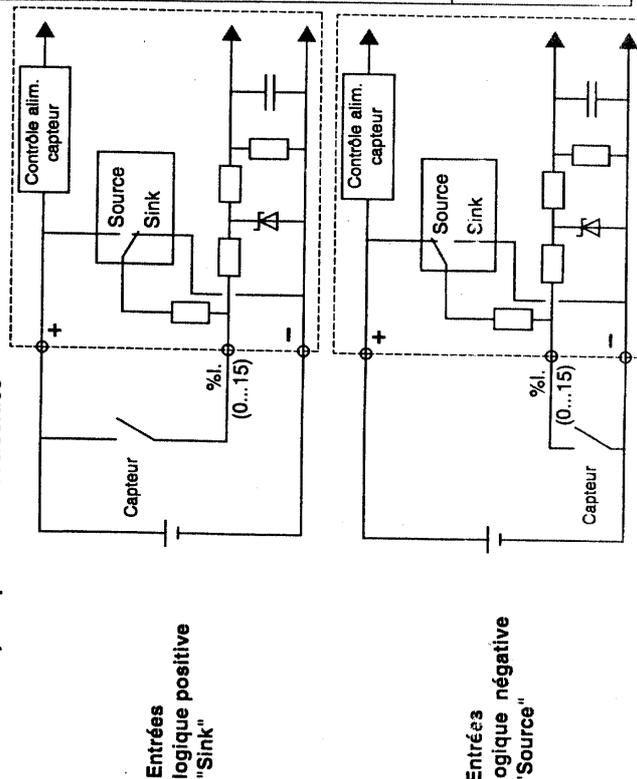
- soit à logique positive ( position sink), dans ce cas, le commun des capteurs est relié au + de l'alimentation,
- soit à logique négative (source), dans ce cas, le commun des capteurs est relié au - de l'alimentation.

Ce choix s'effectue par :

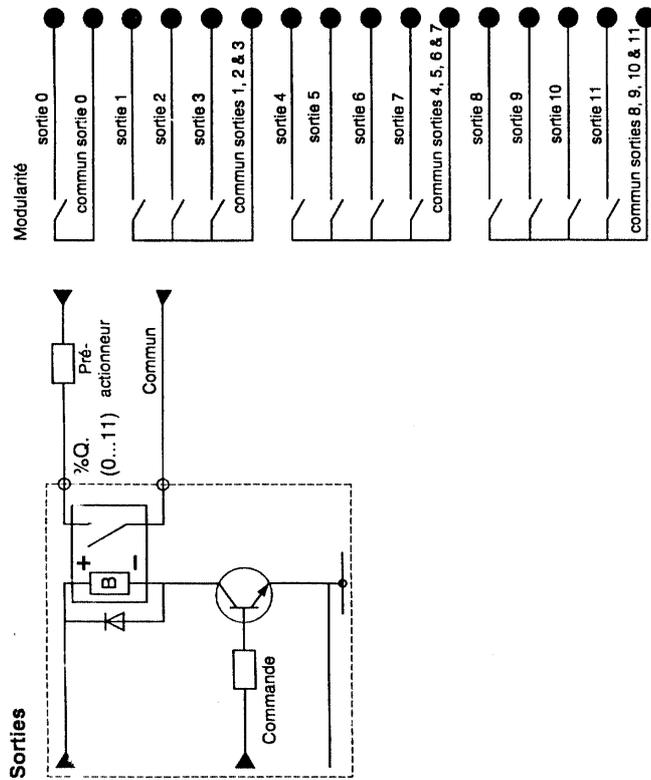
- positionnement d'un commutateur ou d'un cavalier situé sur le module pour l'adaptation physique. Par défaut, la configuration matérielle est "sink" (logique positive),
- et configuration logicielle pour adapter les signaux au sens logique.



#### Schémas de principe des entrées/sorties



## Raccordements 5

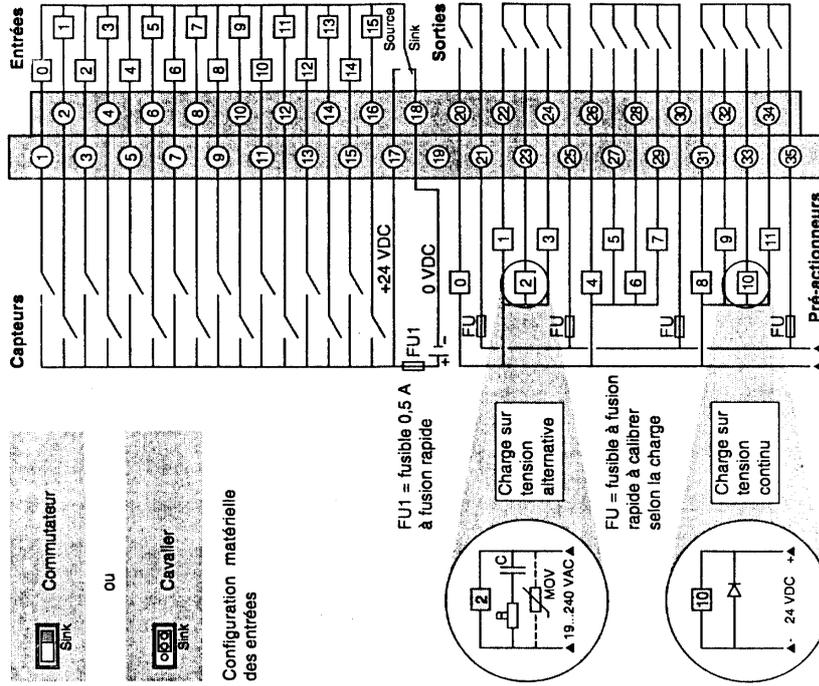


### Attention

Protection obligatoire du contact du relais par montage aux bornes du pré-actionneur :

- d'un circuit RC ou écréteur MOV (ZNO) pour une utilisation en courant alternatif,
- d'une diode de décharge pour une utilisation en courant continu.

## Raccordements du module TSX DMZ 28DR (entrées logique positive "Sink")



Configuration matérielle des entrées

19...240 VAC  
ou 24 VDC

Protection obligatoire à monter aux bornes de chaque pré-actionneur

### Note :

Dans le cas où la tension d'alimentation des pré-actionneurs est obtenue à partir d'un réseau triphasé et que celle-ci est égale ou supérieure à 200 VCA, l'alimentation des pré-actionneurs devra être faite à partir de la même phase.

CODE :

CAHIER TECHNIQUE

BTS ÉLECTROTECHNIQUE - AVANT PROJET

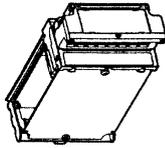
SESSION 2001

5 Module TSX ASZ 401

5.1 Présentation

Généralités

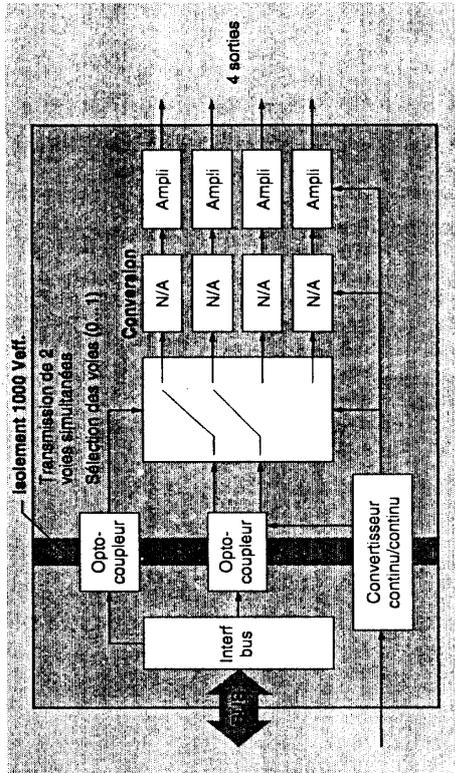
Le module TSX ASZ 401 propose 4 sorties analogiques à point commun et il offre pour chacune d'elles la gamme  $\pm 10$  V, sans apport d'énergie (sans alimentation externe) sur une charge d'au moins 2 k $\Omega$ .



Fonctions

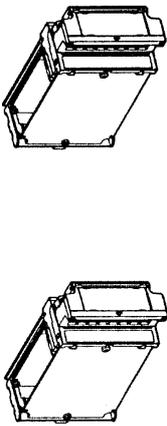
Ce module de sorties réalise les fonctions suivantes :

- la prise en compte des valeurs numériques correspondant aux valeurs analogiques à obtenir en sortie. Ces valeurs sont calculées par la tâche automate à laquelle les voies sont affectées,
- le traitement des défauts de dialogue avec l'automate et notamment la mise en repli des sorties,
- la conversion numérique/analogique des valeurs de sorties.



Rappel catalogue

Type module Entrées demi format Sorties demi format

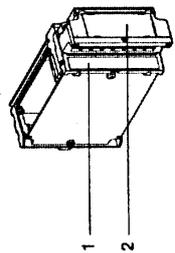


Nombre de voies	8	4	4	2
Gammes	$\pm 10$ V 0-10 V	$\pm 10$ V	$\pm 10$ V	$\pm 10$ V
Courant consommé sur 24 VR	0-20 mA 4-20 mA	Thermosonde Thermocouple	0-20 mA 4-20 mA	0-20 mA 4-20 mA
Courant consommé sur 5 V	60 mA 50 mA	$\pm 10$ V 0-5 V (0-20 mA) 1-5 V (4-20 mA)	86 mA 40 mA	150 mA 30 mA
Isolément voies	Point commun	Différentielles	Point commun	Point commun
Résolution	12 bits	16 bits	11 bits + signe	11 bits + signe
Raccordements	Bornier à vis			
Référence TSX	AEZ 801	AEZ 802	AEZ 414	ASZ 401 ASZ 200

Repérage

Le repérage du module s'effectue par 2 étiquettes accessibles en face avant :

- une étiquette module fixe 1 qui indique la référence et le type du module,
- une étiquette bornier amovible 2, positionnée à l'intérieur du volet, qui rappelle la référence et le type du module et qui donne le câblage du bornier. Cette étiquette recto/verso peut être complétée par des renseignements utilisateur.



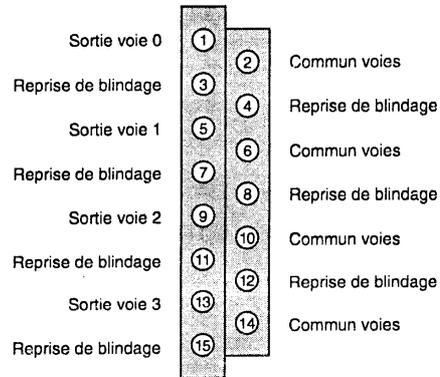
CODE :	CAHIER TECHNIQUE	BTS ÉLECTROTECHNIQUE - AVANT PROJET	SESSION 2001
--------	------------------	-------------------------------------	--------------

<b>5.3 Traitement des défauts</b>	
<b>5.3-1 Repli des sorties</b>	Lorsque l'automate passe en STOP ou lorsque le dialogue avec le processeur n'est plus possible, les sorties prennent la valeur de repli 0 ou sont maintenues à la dernière valeur transmise, selon le choix fait en configuration pour le module.
<b>5.3-2 Visualisation des défauts</b>	Les défauts du module analogique sont accessibles au travers de la visualisation centralisée (se reporter à l'intercalaire F).
<b>5.4 Caractéristiques</b>	
<b>5.4-1 Caractéristiques des sorties</b>	
Temps de réponse du module	400 µs
Nombre de voies	4
Conversion numérique/analogique	11 bits + signe (4096 points)
Isolément entre voies et terre	1000 V eff.
Isolément entre voies	Point commun
Isolément entre bus et voies	1000 V eff.
Surtension autorisée sur les sorties	± 30 V continu
Normes	IEC 1131 - UL508 - ANSI/MC96.1 - NF C 42-330
Gamme	0 - 10 V ± 10 V
Plaine échelle (PE)	10 V
Résolution	5 mV
Erreur typique de 0 à 60 °C	0,35% PE = 35 mV 0,45% PE = 45 mV
Erreur max. à 25 °C	0,15% PE = 15 mV 0,25% PE = 25 mV
Erreur max. de 0 à 60 °C	0,55% PE = 55 mV 0,65% PE = 65 mV
Charge limite	5 mA max. (charge = 2 kΩ mini)
Protection	Court-circuit permanent
Dérive maxi en température	0,096% / 10 °C

<b>5.2 Traitement des sorties</b>	
<b>5.2-1 Ecriture des sorties</b>	L'application doit fournir aux sorties des valeurs au format normalisé - 10000 à + 10000.
<b>5.2-2 Contrôle de dépassement</b>	Si les valeurs fournies par l'application sont inférieures à - 10000 ou supérieures à + 10000, les sorties analogiques saturent à - 10 V ou + 10 V. Un bit de dépassement, exploitable par le programme, est alors positionné à 1.
<b>5.2-3 Conversion numérique/analogique</b>	La conversion numérique/analogique s'effectue sur 11 bits + signe (- 2048 à + 2047). Le recadrage dans la dynamique du convertisseur est réalisé.
<b>5.2-4 Rafraîchissement des sorties</b>	Les sorties du module TSX ASZ 401 sont rafraîchies deux par deux, à la fin de la tâche auxquelles elles sont affectées. Par exemple, supposons que les voies 0 et 1 soit affectées à la tâche FAST dont le temps de cycle est 2 ms et les voies 2 et 3 à la tâche MAST dont le temps de cycle est 23 ms. Le rafraîchissement des voies sera le suivant :
	<b>Note :</b> les voies étant regroupées 0/1 et 2/3 ; il n'est pas possible d'affecter les voies 0, 2 à une tâche (par exemple MAST) et 1, 3 à une autre tâche ( par exemple FAST).

### 5.5 Raccordements

Le câblage du module TSX ASZ 401 est le suivant :



CODE :	CAHIER TECHNIQUE	BTS ÉLECTROTECHNIQUE - AVANT PROJET	SESSION 2001
--------	------------------	-------------------------------------	--------------

## choix des disjoncteurs alimentés par un ou plusieurs transformateurs MT/BT

**courant de court-circuit  
maximal en aval d'un  
transformateur MT/BT**

**Les valeurs indiquées dans le tableau  
ci-dessus correspondent à un  
court-circuit triphasé bouclonné aux  
bornes BT d'un transformateur MT/BT  
raccordé à un réseau dont la puissance  
de court-circuit est de 500 MVA.**

		puissance du transformateur en KVA																			
		16	25	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000
<b>220V</b>																					
In (A)	40	62	100	126	157	200	250	313	400	500	625	789	1000	1250	1575	2000	2500	3125	4000	5000	
I <sub>cc</sub> (A)	1000	1560	2490	3110	3920	4970	6210	7750	9900	12350	15400	19340	24500	31200	38200	38350	40350				
U <sub>cc</sub> usuel (%)		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	5,5	6			
<b>Pertes cuivre (W)</b>																					
		700		1100			1750		2350	2850	3250	3900	4810	5950	6950	12000	13900	17500	21300		
<b>380</b>																					
In (A)	23	36	58	72	91	115	145	180	232	290	360	456	580	720	910	1155	1445	1805	2300		
I <sub>cc</sub> (A)	580	900	1450	1800	2270	3590	4480	5720	7140	8900	11200	14150	17650	22100	24800	27800	31400	36600			
U <sub>cc</sub> usuel (%)		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4,5	5	5,5	6	7	
<b>Pertes cuivre (W)</b>																					
		700		1100		1750		2350	2850	3250	3900	4600	5500	6600	10200	12100	15000	18100	22500		

**choix des disjoncteurs de source et de  
départ en fonction du nombre et de la  
puissance des transformateurs  
d'alimentation**

*Le choix du disjoncteur de protection  
d'un circuit dépend principalement  
des 2 critères suivants*

**le courant nominal** de la source  
ou de l'utilisation qui détermine le  
calibre approprié de l'appareil,  
**le courant de court-circuit**  
maximal au point considéré qui  
détermine le pouvoir de coupure  
minimal que doit avoir l'appareil.

**Le tableau ci-contre permet de déterminer:**

*le disjoncteur de source en fonction du nombre et de la  
puissance des transformateurs d'alimentation (dans le  
cas d'un seul transformateur, le tableau préconise un  
disjoncteur fixe, dans le cas de plusieurs  
transformateurs, le tableau indique un disjoncteur  
débrochable et un disjoncteur fixe)*

*le disjoncteur de départ en fonction des sources et de  
l'intensité nominale du départ (les disjoncteurs, indiqués  
dans le tableau, peuvent être remplacés par des  
disjoncteurs limiteurs, si on souhaite utiliser la technique  
de filiation avec d'autres disjoncteurs situés en aval du  
départ).*

CODE :	CAHIER TECHNIQUE	BTS ÉLECTROTECHNIQUE - AVANT PROJET	SESSION 2001
--------	------------------	-------------------------------------	--------------

## VM6 choix des cellules

### caractéristiques principales et choix des séries

Le système Vercors M6 comporte 5 séries de matériel (série 12, 14, 16, 20, 25 et 30). Ces séries correspondent à un niveau maxi de tenue thermique et de tension d'isolement.

Les cellules de base existent dans toutes les séries avec le même encombrement.

#### identification des cellules

Les cellules Vercors M6 sont identifiées par un symbole comprenant :

la désignation de la fonction :

M, QM, ...

la désignation de la série : 12, 14, ... éventuellement l'intensité nominale de l'appareil 400, 630 A.

Exemple : IM20-400.

Désigne une cellule interrupteur de la série 20 équipée d'un appareil d'intensité nominale 400 A pouvant être installée sur un réseau dont les caractéristiques maximales sont :

courant de court-circuit : 21 kA eff. pendant 1 s,  
puissance de court-circuit : 545 MVA  
tension d'isolement : 17,5 kV.

### caractéristiques générales des appareils fonctionnels

#### Choix des séries

■ tension nominale (kV)	7,2	12	17,5	24											
■ tenue diélectrique															
50 Hz - 1 mn (kV eff.)	20	28	38	50											
onde de choc 1,2/50 µs (kV crête)	60	75	95	125											
■ tension de service (kV)	3	3,3	4,16	5	5,5	6	6,6	10	11	13,8	15	20	22		
série	tenue thermique (kA eff. 1s)	tenue électrodynamique* (kA crête)	puissance de court-circuit équivalente (MVA)												
12	12,5	31,5	65	70	90	110	120	130	145	215	240	300	325	435	475
14	14,5	36,5	75	85	105	125	135	150	165	250	275	345	375	500	550
16	16	40	85	90	115	140	150	165	185	280	305	385	415	555	610
20	21	52,5	110	120	150	180	200	220	240	365	400	500	545		
25	26,3	65,5	135	150	190	230	250	275	300	455	500				
30	31,5	79	165	180	230	275	300	330	360						

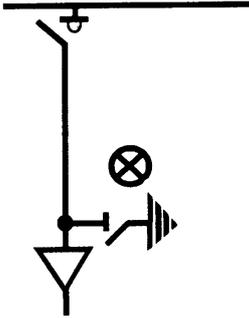
Pour les tensions de service supérieures à 20 kV, le chauffage est réalisé par une résistance de 150 W 220 V - 50/60 Hz, installée dans chaque cellule, et dont l'alimentation est à prévoir par l'utilisateur.  
\* La tenue électrodynamique correspond (conformément à la CEI) à une première crête d'asymétrie de valeur égale à 2,5 fois la tenue thermique considérée. Rappelons que la tenue thermique est la valeur maximale du courant de court-circuit admissible sur un réseau donné une fois le régime symétrique établi et qui doit pouvoir être supporté par l'appareillage considéré pendant 1 seconde.

interrupteur-sectionneur équipant les cellules IM, DDM, NSM, QM, QCS	■ tension nominale	7,2 à 24 kW				
	■ intensité nominale	400-630 A				
	■ pouvoir de coupure (A eff.)					
	interrupteur	400 ou 630 A				
ces cellules ont un pouvoir de coupure						
Un (kV)	24	17,5	13,8	12	11	7,2
PdC (kA)	2,5	2,5	2,5	2,8	2,8	3
interrupteur-sectionneur équipant la cellule PM	■ tension nominale	7,2 à 24 kW				
	■ intensité nominale	200 A				
	■ pouvoir de coupure (A eff.)					
	interrupteur	200 A				
Pas de pouvoir de coupure						
disjoncteur équipant les cellules DM23 (2) et DM12	■ tension nominale	7,2 à 24 kW				
	■ intensité nominale	400-630 ou 1250 A				
	■ pouvoir de coupure (A eff.)					
	Un (kV)	24	17,5	13,8	12	11
PdC (kA)	16	20	21	25	26,3	31,5
contacteur équipant la cellule CRM	■ tension nominale	7,2 à 12 kW				
	■ intensité nominale	400 A				
	■ pouvoir de coupure (A eff.)					
	Un (kV)	7,2	17			
PdC (kA)	10	6				

(2) Cellules DM23 : intensité nominale maxi. 630 A.

**IM,IMC (avec TC)**

Cellule interrupteur arrivée ou départ

**Intensité nominale :**

400 - 630 A séries 12, 14, 16

630 A séries 20, 25, 30

**Équipement de base :**

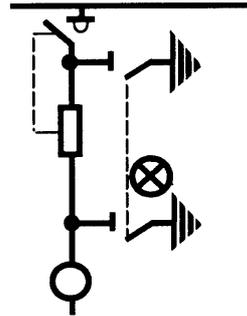
- interrupteur-sectionneur,
- jeu de barres tripolaire,
- sectionneur de terre,
- commande CIT,
- indicateurs de présence de tension,
- 1 à 3 TC sur IMC.

**Options :**

- bloc de contacts auxiliaires,
- caisson BT,
- commande CI1 ou CI2 avec ou sans déclencheurs d'ouverture ou de fermeture et motoréducteur d'armement

**QM, QMC (avec TC)**

Protection des transformateurs



La fusion d'un fusible entraîne l'ouverture de l'interrupteur.

**Intensité nominale :**

400 A séries 12 à 30

(l'intensité nominale réelle de la cellule est celle des fusibles montés en série).

**Équipement de base :**

- interrupteur-sectionneur,
- jeu de barres tripolaire,
- sectionneur de terre à double bras,
- 3 fusibles,
- commande CI1,
- indicateurs de présence de tension,
- 1 à 3 TC sur QMC.

**Options :**

- commande C12,
- déclencheurs d'ouverture et de fermeture, motoréducteur,
- bloc de contacts auxiliaires,
- caisson BT.

## guide d'utilisation

### généralités

Les différents types de fusibles (Fusarc, Soléfuse, MGK, et Tépéfuse) de la gamme assurent suivant leurs caractéristiques propres, la protection des divers types de récepteurs (transformateurs, moteurs, condensateurs).

Les règles d'association des fusibles et des appareillages étant respectées, les règles qui suivent, fixent le choix du calibre du fusible suivant le type de récepteur.

#### Rappel des règles essentielles

- $U_a$  et  $I_n$  doivent être respectivement supérieures ou égales à la tension du réseau et à son courant de court-circuit  $I_{cc}$ .
- les caractéristiques propres du récepteur à protéger sont à prendre en compte.
- si les fusibles sont très faiblement ventilés, il convient de s'assurer que les échauffements en régime permanent ne dépassent pas les valeurs normalisées, et le cas échéant déclasser les fusibles.

### protection des transformateurs

Ce récepteur impose trois contraintes

principales au fusible :

- supporter sans fusion intempestive la crête du courant qui accompagne la mise sous tension de ce récepteur,
- supporter le courant en service continu et les surcharges éventuelles,
- couper les courants de défaut aux bornes du secondaire du transformateur.

#### Courant transitoire d'enclenchement

La mise sous tension d'un transformateur se traduit toujours par un régime transitoire plus ou moins important suivant l'instant d'application de la tension et de l'induction rémanente du circuit magnétique.

L'asymétrie et la valeur du courant sont maximales lorsque l'établissement à lieu à un zéro de tension et lorsque l'induction rémanente sur la même phase est maximale.

La figure 5 montre l'allure de ce courant établi.

Il est donc nécessaire pour le choix du fusible de connaître la valeur efficace du courant d'appel et sa durée.

Il existe une règle pratique et simple à appliquer, tenant compte de ces contraintes, et permettant d'éviter le vieillissement prématuré des fusibles. Cette règle consiste à vérifier que le courant qui fait fondre le fusible en 0,1 s est toujours supérieur ou égal à 14 fois le courant du transformateur.

$I(0,1s) \geq 14 I_n$  transfo  
ceci permet de déterminer une valeur maximale

$$I_B = \frac{I(0,1s)}{14}$$

pour le courant  $I_n$  du transformateur la transfo <  $I_B$ .

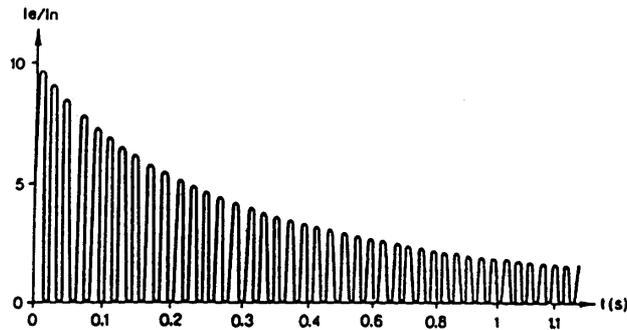


Fig. 5 : Courant d'appel d'un transformateur de 1000 kVA

#### Régime permanent et de surcharge

Dans des conditions normales de température d'air ambiant, n'excédant pas + 40 °C.

Le calibre du fusible doit être supérieur ou égal à 1,3  $I_n$  du transformateur pour tenir compte d'une installation en cellule (température de l'air ambiant plus élevée) on choisit généralement :

1,3 la transfo  $\leq$  la fusible  $\leq$  1,5 la transfo.

Si le transformateur est prévu pour fonctionner avec une surcharge permanente, la valeur du calibre du fusible doit être supérieure ou égale à 1,3 I surcharge, on choisit :

1,3 I surcharge  $\leq$   $I_n$  fusible.

#### Courant de défaut au secondaire du transformateur

Dans le cadre de l'élimination d'un tel défaut, la règle à respecter, est de s'assurer que le courant à interrompre est égal à  $I_3$  (courant minimal de coupure du fusible).

$I_{cc} \geq I_3$

ceci permet de déterminer une valeur minimale  $I_A \geq I_3 \cdot U_{cc}$  pour le courant  $I_n$  du transformateur  $I_n$  transfo  $> I_A$ .

Ces trois règles permettent de définir, pour un fusible donné, la fourchette des  $I_n$  des transformateurs comprise entre  $I_A$  et  $I_B$  qu'il peut protéger.

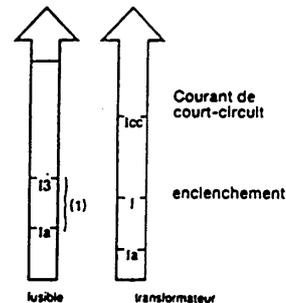
$I_A < I_n$  transfo  $< I_B$

Elles mettent nettement en évidence l'absence de relation directe entre le courant assigné et le courant d'utilisation.

Ce phénomène est méconnu de nombreux utilisateurs qui ne connaissent du fusible que le courant nominal. En pratique, ce dernier pourrait être ignoré et le fusible caractérisé par ses seuils  $I_A$  et  $I_B$ , tout en sachant que la limite  $I_A$  peut être franchie en présence d'un relayage de protection adapté.

#### Choix du calibre

Pour déterminer le calibre du fusible nécessaire à assurer la protection d'un transformateur, il faut connaître :



(1) Dans cette zone de courant toute surcharge doit être éliminée par les dispositifs de protection BT ou par un interrupteur MT équipé d'un relais de surintensité.

- les caractéristiques du transformateur : puissance (P en kVA) tension de court-circuit ( $U_{cc}$  en %)

■ les caractéristiques de la famille des fusibles utilisés

caractéristiques temps/courant ( $t_i$  à 0,1 s) courant minimal de coupure ( $I_3$  en A)

- les conditions d'installation ou d'exploitation

à l'air libre, en cellule, dans des puits fusibles, en fonctionnement du transformateur avec surcharge permanente. D'une façon pratique, procéder de la façon suivante :

- choisir le calibre du fusible en fonction de la charge nominale du transformateur.

1,3 la Transfo  $\leq$  IA fusible  $\leq$  1,5 la Transfo

Si les conditions d'installation et d'exploitation ne sont pas bien connues, choisir le calibre immédiatement supérieur à 1,5  $I_n$  transfo.

■ contrôler que le calibre du fusible permet d'avoir :

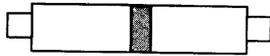
$I_A < I_n$  transfo  $< I_B$  avec  $I_A = 13 \times U_{cc}$

$$\text{et } I_B = \frac{I(0,1s)}{14}$$

Si le calibre choisi ne remplit pas les conditions, prendre le calibre immédiatement supérieur & contrôler sa validité.

**Caractéristiques électriques (suivant norme UTE C64200)**

SOLÉFUSE



7,2 kV à 36 kV  
Protection des transformateurs et des réseaux de distribution (pour l'intérieur).

Légende

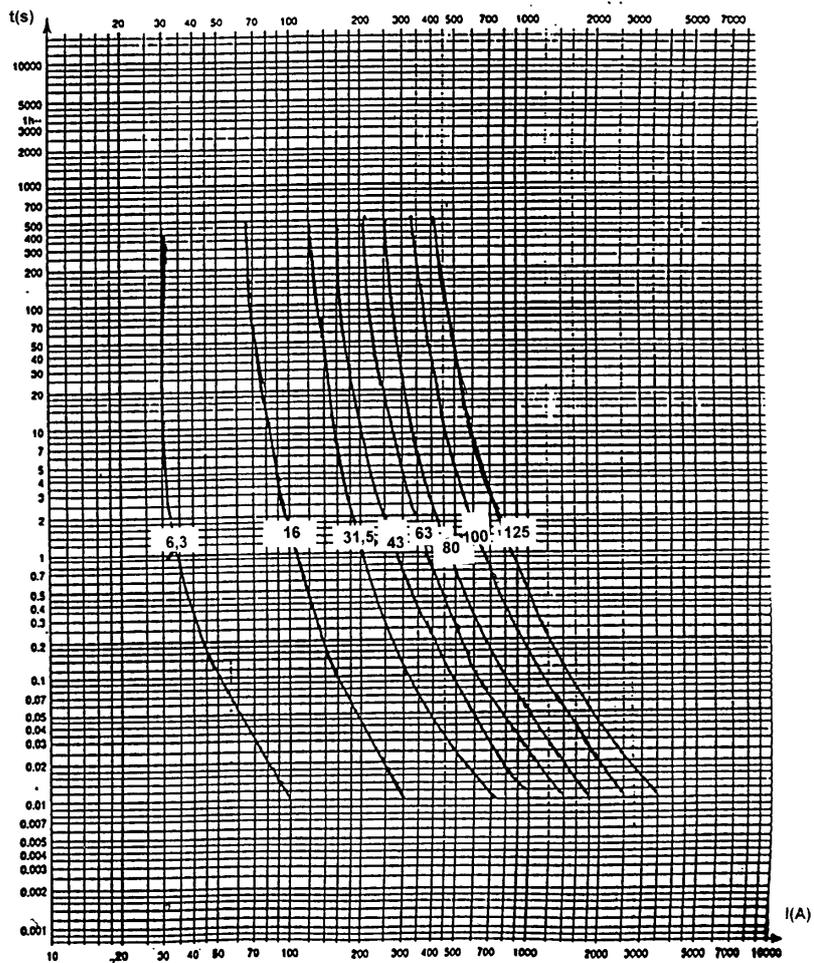
utilisation possible de fusible de tension supérieure

utilisation normale

tension assignée (Ua en kV)	tension de service (Us en kV)	courant assigné (A)	courant min de coupure (I3 en A)	pouvoir de coupure (I1 en kA eff)	résistance à froid (1) (mΩ) percuteur :	
					avec	sans
7,2	≤ 6,6	6,3	28	50	140,5	
		16	72	50	51,7	
		31,5	142	50	24,5	
		63	283	50	11,9	
		125	562	50	4,8	
12	10-11	100	450	50	8,2	
17,5	13,8-15	80	360	40	15,7	
24	20-22	6,3	28	30	370	410
		16	72	30	141,4	147,4
		31,5	142	30	66,6	67,9
		43	193	30	38,5	39
		63	283	30	18,9	19,3
36	30-33	6,3	28	20	564	
		16	72	20	207,8	
		31,5	142	20	93	

(1) Les résistances sont données à ± 10 % pour une température ambiante de 20°C.

Soléfuse  
Courbes de fusion



Ce sont les courbes moyennes, la tolérance sur le courant I est de ± 10 %.

# Partie C

## DOCUMENTS CONSTRUCTEURS

### Protection contre les surcharges

#### ENVIRONNEMENT ET MODE DE POSE

La protection contre les surcharges est assurée lorsque les conditions suivantes sont remplies

$$I_z > \frac{K_x I_n}{f} \quad \text{ou pour les relais thermiques réglables (disjoncteurs à usage général)} \quad I_z > \frac{K_x I_{th}}{f}$$

$I_b$  : courant d'emploi de circuit (puissance installée)

$I_z$  : courant admissible dans le conducteur à protéger (tableau S 8).

$I_n$  : courant nominal du dispositif de protection tel que

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad I_n \Rightarrow$$

$K$  : coefficient par le type et le calibre du dispositif de protection

$K \Rightarrow$  voir tableau S 1

Tableau S 1

Calibre $I_n$	Disjoncteur	Fusible gl
$I_n < 10A$	1	1,31
$10 A < I_n < 25 A$	1	1,21
$I_n > 25 A$	1	1,1

$I_{th}$  : valeur du courant de réglage du relais thermique telle que :

$$I_b \geq I_{th} \leq I_z \quad I_{th} \Rightarrow \text{voir tableau S 2}$$

Tableau S 2

Réglage $I_{th}$ (x $I_n$ )	Courant nominal $I_n$						
	63 A	100 A	125 A	160 A	250 A	320 A	400 A
0,64				102	160		
0,7	44	70	87,5				
0,8				128	200	256	320
0,85	53,5	85	106				
1	63	100	125	160	250	320	400

$f$  : coefficient d'installation

Ce coefficient correspond aux conditions d'installation et d'environnement rencontrées par le circuit à calculer; chaque condition, si elle est concernée, définit un coefficient ( $f_1$  à  $f_7$ ).

coefficient  $f_1$  : type de réseau

si réseau non équilibré

$$f_1 \Rightarrow 0,84$$



coefficient  $f_2$  : risque d'explosion

si risque d'explosion

$$f_2 \Rightarrow 0,85$$



coefficient  $f_3$  : température ambiante

si température ambiante différente de 30 °C

$$f_3 \Rightarrow \text{voir tableau S 3}$$



Tableau S 3

Température en °C	Isolation du conducteur		
	Elastomère (caoutchouc) A ou H05 R A ou H07 R A ou H07 V	Polychlorure de vinyle (PVC) A ou H05 V (EPR) X1000 R	Polyéthylène réticulé (PR) butyle, éthylène propylène
10	1,29	1,22	1,15
15	1,22	1,17	1,12
20	1,15	1,12	1,08
25	1,07	1,07	1,04
35	0,93	0,93	0,93
40	0,82	0,87	0,91
45	0,71	0,79	0,87
50	0,58	0,71	0,82
55		0,61	0,76
60		0,5	0,71
65			0,65
70			0,58
75			0,50
80			0,41

CODE :	CAHIER TECHNIQUE	BTS ÉLECTROTECHNIQUE - AVANT PROJET	SESSION 2001
--------	------------------	-------------------------------------	--------------

## Protection contre les surcharges

Coefficient **f4** : mode de pose **f4**

→ voir tableau S4

- Le tableau S 4 ci-dessous donne, en fonction du mode de pose et du type de câble ou de conducteur, les éléments suivants
- n° de mode de pose (1 à 74) pour le coefficient **f5** des tableaux **S 5A** et **S 5B** et coefficient **f6** du tableau **S 6**
  - méthode de référence (B à F) pour les courants admissibles et sections du tableau **S 8**
  - coefficient **f4** s'il est indiqué.

Tableau S4

N°	Description	Méthode de référence et réf. du tableau S 6	f4	N°	Description	Méthode de référence et réf. du tableau S 6	f4
1	Conduits encastrés dans des parois thermiquement isolantes avec :			24	Conduits profilés noyés dans la construction avec		
2	- conducteurs isolés	B	0,77	24 A	- conducteurs isolés	B	0,95
	- câbles multiconducteurs	B	0,70		- câbles mono ou multiconducteurs	B	0,865
3	Conduits en montage apparent avec :			25	Câbles mono ou multiconducteurs dans		
3 A	- conducteurs isolés	B	-		- des faux-plafonds	B	0,95
	- câbles mono ou multiconducteurs	B	0,90		- des plafonds suspendus		
4	Conduits profilés en montage apparent avec :			31	Goulotte fixée aux parois en		
4 A	- conducteurs isolés	g	-	31 A	parcours horizontal avec	B	-
	- câbles mono ou multiconducteurs	B	0,90		- câbles mono ou conducteurs isolés	B	0,90
S	Conduits encastrés dans des parois avec :			32	Goulotte fixée aux parois en		
5 A	- conducteurs isolés	B	-	32 A	parcours vertical avec	B	-
	- câbles mono ou multiconducteurs	B	0,90		- câbles mono ou conducteurs isolés	B	0,90
11	Câbles mono ou multiconducteurs avec ou sans armure :			33	Goulotte encastrée dans		
	- fixés au mur	C	-	33 A	des planchers avec	B	-
11 A	- fixés au plafond	C	0,95		- conducteurs isolés	B	0,90
12	- sur des chemins de câbles	C	pour 1 seul câble	34	Goulotte suspendue avec	B	
	ou tablettes non perforés	C	-	34 A	- conducteurs isolés	B	0,90
13	- sur des chemins de câbles	C	-		- câbles mono ou multiconducteurs	B	
	ou tablettes perforés,	C	-	41	Conducteurs isolés dans des conduits ou	B	0,95
14	en parcours horizontal ou vertical	E   F	-	42	câbles multiconducteurs dans des caniveaux	B	-
15	- sur des corbeaux ou treillis soudés	E   F	-		fermés en parcours horizontal ou vertical		
	- fixés par des colliers, et espacés de la paroi	E   F	-	43	Câbles mono ou multiconducteurs dans	B	-
18	- sur des échelles à câbles	E   F	-		des caniveaux ouverts ou ventilés		
17	Câbles mono ou multiconducteurs suspendus à un câble porteur ou autoporteur	E   F	-	51	Câbles multiconducteurs encastrés directement dans des parois	B	0,77
18	Conducteurs nus ou isolés sur isolateur	C	1,21		thermiquement isolantes		
21	Câbles mono ou multiconducteurs dans des vides de construction	B	0,95	52	Câble mono ou multiconducteur encastré directement dans des parois sans protection mécanique complémentaire	C	-
22	Conduits dans des vides de construction avec			53	Câble mono ou multiconducteur encastré directement dans des parois avec protection mécanique complémentaire	B	-
	- conducteurs isolés	B	0,95		protection complémentaire		
22 A	- câbles mono ou multiconducteurs	B	0,865	71	Conducteurs isolés dans des moulures	B	-
	Conduits profilés dans des vides			72	Conducteurs isolés ou câbles mono ou multiconducteurs dans des plinthes rainurées	B	0,95
23	de construction avec :						coefficient pour câble
23 A	- conducteurs isolés	B	0,95	73	Conducteurs isolés ou câbles mono ou multiconducteurs dans des chambranles	B	0,95
	- câbles mono ou multiconducteurs	B	0,865				coefficient pour câble
				74	- Conducteurs isolés ou câbles mono ou multiconducteurs dans des huisseries	B	0,95
					fenêtres		

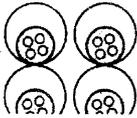
# Protection contre les surcharges

Coefficient f5 : pose sous conduits et conduits jointifs

Tableau S 5A

Modes de N°s1-2-3-3A-4-4A-22 pose (tab. S 4) 22 A - 23 - 23 A - 41 - 42						
Nombre de conduits disposés verticalement	Nombre de conduits disposés horizontalement					
	1	2	3	4	5	6
1	1	0,94	0,91	0,88	0,87	0,86
2	0,92	0,87	0,84	0,81	0,80	0,79
3	0,85	0,81	0,78	0,76	0,75	0,74
4	0,82	0,78	0,74	0,73	0,72	0,72
5	0,80	0,76	0,72	0,71	0,70	0,70
6	0,79	0,75	0,71	0,70	0,69	0,68

si pose sous conduits et conduits jointifs



f5 → voir tableaux S 5A et S 5B

Tableau S 6

N° de pose tableau S4	Nombre de circuits ou de câbles multiconducteurs											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
1 à 5 A, 21 à 43,71	1	0,80	0,70	0,65	0,60	0,55	0,55	0,50	0,50	0,45	0,40	0,40
11, 12	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	pas de facteur de réduction supplémentaire pour plus de 9 câbles		
11 A	1,00	0,85	0,76	0,72	0,69	0,67	0,66	0,65	0,64			
13	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72			
14, 15, 16, 17	1,00	0,88	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78			

Coefficient f7 : groupement de circuits ou de câbles multiconducteurs sur plusieurs couches

si groupement de circuits pour plusieurs couches



f7 → voir tableaux S7

Tableau S 5B

Modes de N°s1-2-3-3A-4-4A-22 pose (tab. S 4) 22 A - 23 - 23 A - 41 - 42						
Nombre de conduits disposés verticalement	Nombre de conduits disposés horizontalement					
	1	2	3	4	5	6
1	1	0,87	0,77	0,72	0,68	0,65
2	0,87	0,71	0,62	0,57	0,53	0,50
3	0,77	0,62	0,53	0,48	0,45	0,42
4	0,72	0,57	0,48	0,44	0,40	0,38
5	0,68	0,53	0,45	0,40	0,37	0,35
6	0,65	0,50	0,42	0,38	0,35	0,32

Tableau S 7

Nombre de couches	Facteur de correction
2	0,80
3	0,73
4 ou 5	0,70
6 à 8	0,68
9 et +	0,66

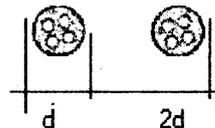
valeurs utilisées pour l'exemple de la page

Coefficient f6 : groupement de circuits ou de câbles multiconducteurs sur 1 couche

si groupement de circuits pour 1 couche

f6 → voir tableaux S6

f : le coefficient d'installation f est égal au produit de tous les coefficients concernés





## Chute de tension

### PRINCIPE

Lorsqu'un courant d'emploi  $I_B$  parcourt un conducteur, l'impédance de celui-ci engendre une chute de tension entre l'origine et l'extrémité du circuit. Le tableau U 1 ci-contre

donne les valeurs maxi de la chute de tension en %, définies par la norme NF C 15-100.

### Détermination de la chute de tension du circuit $\Delta U$

Le tableau U 2 donne la valeur de la chute de tension  $u$  (en volts), entre phase et neutre, en fonction de

- réseau triphasé + neutre 230/400 V,
- longueur du circuit  $L = 100$  m,
- courant d'emploi  $I_b = 1$  A.

Pour les circuits 230 V monophasés, multiplier les valeurs par 2; pour un courant d'emploi  $I_b$  (en A) et une longueur de circuit  $L$  (en mètres) différents, la chute de tension est

$$u(\text{circuit}) = \frac{u(\text{tabl. U 2}) \times I_b \times L}{100} \quad \Delta u (\%) = \frac{u(\text{circuit}) \times 100}{230}$$

### Exemple

#### Circuit 1

##### Tableau U 2

$$- S_{Ph} = 95 \text{ mm}^2 \quad - U1000R02V (\text{cuivre}) \quad \left. \vphantom{\begin{matrix} - S_{Ph} \\ - U1000R02V \end{matrix}} \right\} u = 0,024 \text{ V}$$

$$- \cos \phi = 0,8$$

chute de tension du circuit

$$- L = 90 \text{ m}$$

$$- I_b = 140 \text{ A}$$

$$u(\text{circuit}) = 0,024 \times 90 \times 140$$

$$\Delta u(\text{circuit}) = \frac{3,02 \times 100}{230} \quad u(\text{circuit 1}) = 3,02 \text{ V}$$

$$\Delta u(\text{circuit 2}) = 1,3 \%$$

##### Tableau U 2

$$- S_{Ph} = 10 \text{ mm}^2$$

$$- U1000R02V (\text{cuivre})$$

$$- \cos \phi = 0,8$$

chute de tension du circuit

$$- L = 40 \text{ m}$$

$$- I_b = 55 \text{ A}$$

$$u(\text{circuit}) = \frac{0,18 \times 40 \times 55}{100} \quad u(\text{circuit}) = 3,96 \text{ V}$$

$$u(\text{circuit}) \text{ monophasé} = 2 \times u(\text{circuit}) \text{ Ph/N soit } 2 \times 3,96$$

$$u(\text{circuit 2}) = 7,92 \text{ V}$$

$$u(\text{point B}) = u(\text{circuit 1}) + u(\text{circuit 2}) = 3,02 + 7,92$$

$$u(\text{point B}) = 10,94 \text{ V}$$

$$\Delta u(\text{point B}) = \frac{10,94 \times 100}{230}$$

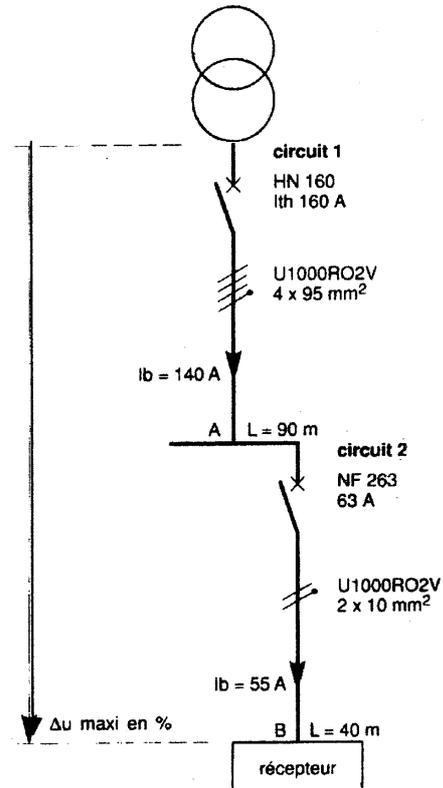
$$\Delta u(\text{point B}) = 4,75 \%$$

Tableau U 1

	Éclairage	Autre usage
Alimentation par réseau BT public	3 %	5%
Alimentation par poste HT/BT rivé	6 %	8%

Tableau U2

section en mm <sup>2</sup>	cuivre		aluminium	
	0,8 Cos	1	0,8 Cos	1
1,5	1,20	1,5	1,92	2,40
2,5	0,72	0,9	1,16	1,44
4	0,46	0,56	0,73	0,90
6	0,30	0,38	0,48	0,60
10	0,18	0,23	0,29	0,36
16	0,12	0,14	0,18	0,23
25	0,077	0,09	0,12	0,14
35	0,056	0,064	0,087	0,10
60	0,041	0,045	0,062	0,072
70	0,031	0,032	0,046	0,051
95	0,024	0,024	0,035	0,038
120	0,020	0,019	0,029	0,030
160	0,017	0,015	0,024	0,024
185	0,015	0,012	0,020	0,019
240	0,012	0,009	0,017	0,016
300	0,011	0,008	0,014	0,012



## Protection contre les surintensités

### PROTECTION CONTRE LES COURTS-CIRCUITS MAXI

La protection contre les courts-circuits maxi est assurée lorsque les 2 règles suivantes sont respectées

#### 1 - Règle du pouvoir de coupure

$P_{dc} > I_{cc}$

$P_{dc}$  : pouvoir de coupure du dispositif de protection contre les courts-circuits  
 $I_{cc}$  : intensité du courant de court-circuit maximum à l'endroit où est installé ce dispositif

#### 1 Méthode de calcul

Le tableau C 1 ci-dessous donne la valeur du courant de court-circuit triphasé aux bornes d'un transformateur en fonction de sa puissance et d'un réseau triphasé 400 V.

Tableau C 1

Puissance (en kVA)	50	100	160	200	250
Icc triphasé (en kA)	1,72	3,44	5,50	6,87	8,59
Puissance (en kVA)	315	400	500	630	800
Icc triphasé (en kA)	10,83	13,75	17,18	21,65	24,44
Puissance (en kVA)	1000	1250	1600	2000	
Icc triphasé (en kA)	27,49	31,24	36,66	39,28	

Connaissant le courant de court-circuit triphasé à l'origine du circuit (Icc amont), le tableau C 3 Annexe 7 permet de connaître le courant de court-circuit triphasé à l'extrémité d'une canalisation de section et de longueur données, donc de déterminer le  $P_{dc}$  de l'appareil de protection placé à cet endroit.

#### Nota

Lorsque la longueur du circuit L ne figure pas dans le tableau C 3, il faut prendre la valeur immédiatement inférieure L (tableau) <- L (circuit). Lorsque la valeur de l'Icc à l'origine du circuit ne figure pas dans le tableau C 3, il faut prendre la valeur immédiatement supérieure Icc amont (tableau) >- Icc origine

#### Exemple

##### Point A

- Icc = 20 kA } soit 30 kA

##### Point B

Tableau C 3  
 - Sph = 95 mm<sup>2</sup>  
 - L = 90 m } prendre la valeur <= 90 m soit 80 m  
 Icc amont = 20 kA  
 Icc avale = 7.5 kA

#### 2 - Règle du temps de coupure

$$\sqrt{t} < \frac{K \times S}{I_{cc}}$$

Le temps de coupure du dispositif de protection ne doit pas être supérieur au temps portant la température des conducteurs à la limite admissible

t = durée en seconde (t max < 55)

S = section en mm<sup>2</sup>

K = coefficient en fonction de l'isolant et de la nature du conducteur d'après le tableau C 2 ci-contre Icc en Ampères

Cette règle est satisfaite lorsque le même dispositif de protection assure à la fois la protection contre les surcharges et les courts-circuits.

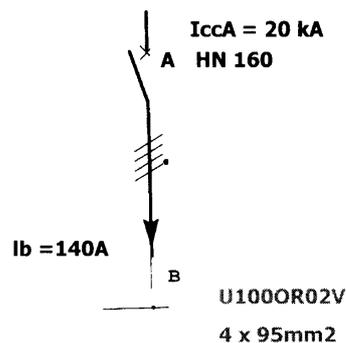
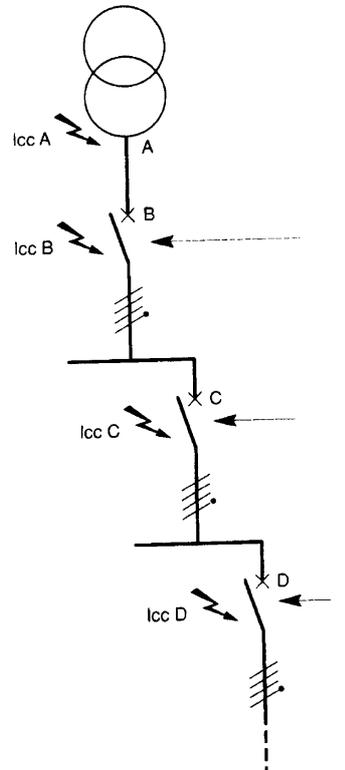


Tableau C 2

Isolant	PVC	Caoutchouc A ou H05R	PR, EPR U10DOR
Nature	A ou H05V A ou H07V	A ou H07R	
cuivre	115	135	143
alu	74	87	87

**COURANTS DE COURT-CIRCUIT A L'EXTREMITÉ D'UNE  
CANALISATION D'APRÈS LES TABLEAUX C 3, GUIDE C 15-105**

cable pour 230 V / 400 V	section des conducteurs de phase (en mm²)	longueur de la canalisation (en m)																																	
		1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300																		
1,5																		0,8	1	1,3	1,6	3	6,5	8	9,5	13	16	32							
2,5																		1	1,3	1,6	2,1	2,6	5	10	13	16	21	26	50						
4																		0,8	1,7	2,1	2,5	3,5	4	8,5	17	21	25	34	42	85					
6																		1,3	2,5	3	4	5	6,5	13	25	32	38	50	65	130					
10																		0,8	1,1	2,1	4	5,5	6,5	8,5	11	21	21	25	34	42	85				
16																		0,9	1	1,4	1,7	3,5	7	8,5	10	14	17	34	70	85	100	140	170	340	
25																		1	1,3	1,6	2,1	2,6	5	10	13	16	21	26	50	100	130	160	210	260	
35																		1,5	1,9	2,2	3	3,5	7,5	15	19	22	30	37	75	150	190	220	300	370	
50																		1,5	2,1	2,7	3	4	5,5	11	21	27	32	40	55	110	210	270	320		
70																		1,5	3	3,5	4,5	6	7,5	15	30	37	44	60	75	150	300	370			
95																		0,9	1	1,1	1,3	2,5	5	6,5	7,5	10	13	20	40	50	60	80	100	200	400
120																		0,9	1	1,1	1,3	2,5	5	6,5	7,5	10	13	20	40	50	60	80	100	200	400
150																		0,8	1	1,1	1,2	1,4	2,7	5,5	7	8	11	14	27	55	70	80	110	140	270
185																		1	1,1	1,3	1,5	1,6	3	6,5	8	9,5	13	16	32	65	80	95	130	160	320
240																		1,2	1,4	1,6	1,8	2	4	8	10	12	16	20	40	80	100	120	160	200	400
300																		1,5	1,7	1,9	2,2	2,4	5	9,5	12	15	19	24	49	95	120	150	190	240	
2 x 120																		1,5	1,8	2	2,3	2,5	5,1	10	13	15	20	25	50	100	130	150	200	250	
2 x 150																		1,7	1,9	2,2	2,5	2,8	5,5	11	14	17	22	28	55	110	140	170	220	280	
2 x 185																		2	2,3	2,6	2,9	3,5	6,5	13	16	20	26	33	65	130	160	200	260	330	
3 x 120																		2,3	2,7	3	3,5	4	7,5	15	19	23	30	38	75	150	190	230	300	380	
3 x 150																		2,5	2,9	3,5	3,5	4	8	16	21	25	33	41	80	160	210	250	330	410	
3 x 185																		2,9	3,5	4	4,5	5	9,5	20	24	29	39	49	95	190	240	290	390		

lcc amont (en kA)	longueur de la canalisation (en m)																								
	100	90	80	70	60	50	40	35	30	25	20	15	10	7	5	4									
100	94	94	93	92	91	83	71	67	63	56	50	33	20	17	14	11	9	5	2,4	2	1,6	1,2	1	0,5	
90	85	85	84	83	83	76	66	62	58	52	47	32	20	16	14	11	9	4,5	2,4	2	1,6	1,2	1	0,5	
80	76	76	75	75	74	69	61	57	54	49	44	31	19	16	14	11	9	4,5	2,4	2	1,6	1,2	1	0,5	
70	67	67	66	66	65	61	55	52	49	45	41	29	18	16	14	11	5	4,5	2,4	1,9	1,6	1,2	1	0,5	
60	58	58	57	57	57	54	48	46	44	41	38	27	18	15	13	10	8,5	4,5	2,4	1,9	1,6	1,2	1	0,5	
50	49	48	48	48	48	46	42	40	39	36	33	25	17	14	13	10	8,5	4,5	2,4	1,9	1,6	1,2	1	0,5	
40	39	39	39	39	39	37	35	33	32	30	29	22	15	13	12	9,5	8	4,5	2,4	1,9	1,6	1,2	1	0,5	
35	34	34	34	34	34	33	31	30	29	27	26	21	15	13	11	9	8	4,5	2,3	1,9	1,6	1,2	1	0,5	
30	30	29	29	29	29	28	27	26	25	24	23	19	14	12	11	9	7,5	4,5	2,3	1,9	1,6	1,2	1	0,5	
25	25	25	24	24	24	23	22	22	21	20	17	13	11	10	8,5	7	4	2,3	1,9	1,6	1,2	1	0,5		
20	20	20	20	20	19	19	18	18	17	17	14	11	10	9	7,5	6,5	4	2,2	1,8	1,5	1,2	1	0,5		
15	15	15	15	15	15	14	14	14	13	13	12	9,5	8,5	8	7	6	4	2,1	1,8	1,5	1,2	0,9	0,5		
10	10	10	10	10	10	9,5	9,5	9,5	9,5	9	8,5	7	6,5	6,5	5,5	5	3,5	2	1,7	1,4	1,1	0,9	0,5		
7	7	7	7	7	7	7	7	6,5	6,5	6,5	6	5,5	5	5	4,5	4	2,9	1,8	1,6	1,3	1,1	0,9	0,5		
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4,5	4	4	4	3,5	3,5	2,5	1,7	1,4	1,3	1,1	0,8	0,5	
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3,5	3,5	3,5	3	3	2,9	2,2	1,5	1,3	1,2	1	0,8	0,4	
3	3	3	3	3	3	3	3	3	2,9	2,9	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3	1,9	1,4	1,2	1,1	0,9	0,8	0,4	
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7	1,7	1,4	1,1	1	0,9	0,8	0,7	0,4	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,9	0,9	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	0,3

Alu pour 230 V / 400 V	section des conducteurs de phase (en mm²)	longueur de la canalisation (en m)																																	
		1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300																		
1,5																		0,8	1	1,3	1,6	3	6,5	8	9,5	13	16	32							
2,5																		1	1,3	1,6	2,1	2,6	5	10	13	16	21	26	50						
4																		0,8	1,6	2	2,4	3	4	8	16	20	24	32	40	80					
6																		1,3	2,6	3,5	4	5,5	6,5	13	26	33	40	55	65	130					
10																		0,8	1,1	2,1	4	5,5	6,5	8,5	11	21	42	55	65	85	105	210			
16																		0,8	1	1,3	1,7	3,5	6,5	8,5	10	13	17	33	65	85	100	130	165	330	
25																		0,9	1,2	1,4	1,8	2,3	4,5	9	12	14	18	23	46	90	120	140	180	230	
35																		1,3	1,7	2	2,6	3,5	6,5	13	17	20	26	33	65	130	170	200	260	330	
50																		0,9	1,8	2,3	2,8	3,5	4,5	9	18	23	28	37	46	90	180	230	280	370	
70																		1,3	2,5	3	4	5	6,5	13	25	32	38	50	65	130	250	310	380		
95																		0,8	1,7	3	4	4,5	6,5	8	17	32	40	47	65	80	160	320	400		
120																		0,9	1,7	3,5	4,5	5	7	8,5	17	34	43	50	70	85	170	340			
150																		0,9	1	2	4	5	6	8	10	20	40	50	60	80	100	240	400		
185																		0,9	1	1,1	1,3	2,5	5	6,5	7,5	10	13	25	50	65	75	100	130	250	
240																		0,9	1	1,1	1,3	2,5	5	6,5	7,5	10	13	25	50	65	75	100	130	250	
300																		0,9	1	1,1	1,3	2,5	5	6,5	7,5	10	13	25	50	65	75	100	130	250	
2 x 120																		0,9	1,1	1,3	1,4	1,6	3	6,5	8	9,5	13	16	32	65	80	95	130	160	320
2 x 150																		1	1,2	1,4	1,5	1,7	3,5	7	9	10	14	1							

## Protection contre les surintensités

### PROTECTION CONTRE LES COURTS-CIRCUITS MINI

Un court-circuit peut se produire à l'extrémité d'une ligne; dans ce cas, il faut prendre en compte le courant le plus défavorable, c'est-à-dire le courant de court-circuit mini, comme l'indique la figure ci-contre; les conditions d'installation consistent à vérifier que le dispositif de protection placé à l'origine de la ligne coupe l'icc mini dans un temps déterminé, avant la détérioration des conducteurs et de l'installation, et

$I_{rm} < I_{cc \text{ mini}}$  pour les disjoncteurs  
 $I_a < I_{cc \text{ mini}}$  pour les fusibles

$I_{rm}$  : courant de fonctionnement du magnétique  $I_a$  :  
 courant de fusion du fusible pour un temps de 5 secondes

Dans la pratique, il suffit de vérifier  $L \text{ circuit} < L \text{ max}$ .  
 Les tableaux ci-dessous donnent les longueurs maxi (en mètres) protégées contre les courts-circuits, en fonction des critères suivants

-conducteurs en cuivre,

- réseau triphasé 400 V,

- type et calibre du dispositif de protection.

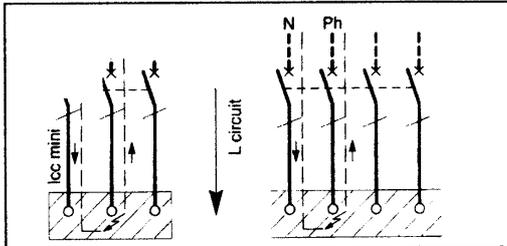
Pour des caractéristiques différentes, multiplier les valeurs des tableaux par les

coefficients C suivants

réseau triphasé      réseau triphasé + neutre  
 lcc biphasé          lcc monophasé

TABLEAU C6

### réseau triphasé



- C = 0,38 : si le neutre est distribué et S. neutre = 0,5 S. phase,
- C = 0,41 : si les conducteurs sont en aluminium et protégés par fusibles,
- C = 0,62 : si les conducteurs sont en aluminium et protégés par disjoncteurs.

Pour les tableaux C8 et C9 concernant les fusibles, lorsque 2 valeurs sont indiquées (ex. : 40/59).

La 1<sup>ère</sup> concerne les câbles type A/H05V... ou A/H07V...

La 2<sup>e</sup> concerne les câbles type A/H05R... ou A/H07R... ou 1000R

Sect ion (mm <sup>2</sup> )	Courant assigné des disjoncteurs type B (A)											
	6	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100
1,5	296	178	137	111	89	71	56	44	36	28	22	18
2,5	494	296	228	185	148	119	93	74	59	47	37	30
4	790	474	365	296	237	190	148	119	95	76	59	47
6		711	547	444	356	284	222	178	142	113	89	71
10			912	741	593	474	370	296	237	188	148	119
16					948	759	593	474	379	301	237	190
25							926	741	593	470	370	296

TABLEAU C5

Section (mm <sup>2</sup> )	Courant assigné des disjoncteurs type C (A)											
	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	
1,5	148	89	68	56	44	36	28	22	18	14	11	9
2,5	247	148	114	93	74	59	46	37	30	24	19	16
4	395	237	182	148	119	95	74	59	47	38	30	24
6	593	366	274	222	179	142	111	89	71	56	44	36
10	986	593	456	370	296	237	185	148	119	94	74	59
16		948	729	593	474	379	296	237	190	150	119	95
25			926	741	593	474	379	296	237	190	150	119
35 L. max. en mètres						830	648	519	415	329	259	207
60						880	704	563	446	351	281	219

TABLEAU C6

Section (mm <sup>2</sup> )	Courant assigné des disjoncteurs type D											
	1	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	
1,5	74	44	34	28	22	18	14	11	9	7	6	4
2,5	123	74	57	46	37	30	23	19	15	12	9	7
4	198	119	91	74	59	47	37	30	24	19	15	12
6	296	178	137	111	89	71	56	44	36	28	22	18
1	494	29	228	185	148	119	93	74	59	47	37	30
16	79	474	365	296	237	190	148	119	95	76	59	47
25		741	570	463	370	296	231	185	148	118	93	74
6 L. max. en mètres			798	648	519	415	324	259	207	165	130	104
60			880	704	563	440	361	281	223	176	141	111

## PROTECTION CONTRE LES SURINTENSITES

**Tableau C 7- Protection par disjoncteurs à usage général**

Section cuivre (mm <sup>2</sup> )	In (A) réglage (x In) Irm (A)	63 A		100 A		125 A		160 A		250 A		320 A		400	
		fixe 945	fixe 1200	fixe 1250	fixe 1600	3,5 875	7 1750	10 2500	5 1600	10 3200	5 2000				
6		31	25	24	19	34	17	12	19	9	15	7			
10		52	41	40	31	56	28	20	31	15	25	12			
16		84	66	63	49	90	45	32	49	25	40	20			
25		131	103	99	77	141	71	49	77	39	62	31			
35		183	144	138	108	198	99	69	108	54	86	43			
50		261	206	198	154	282	141	99	154	77	123	62			
70		366	288	277	216	395	198	138	216	108	173	86			
95			391	375	293	536	268	188	293	147	235	117			
120			494	474	370		339	237	370	185	296	148			
150				515	403		368	258	403	201	322	161			
185					476		435	305	476	238	381	190			
240								379		296	474	237			

**Tableau C 8- Protection par fusible du type aM (A)**

Section (mm <sup>2</sup> )	Courant assigné des fusibles du type aM (A)								
	16	20	25	32	40	50	63	80	100
1,5	55/64	37/45	25/30	15/20					
2,5	116	84/94	58/68	40/49	26/32	17/20			
4	181	147	118	84/95	58/68	42/48	28/33	18/23	
6	273	223	178	139	105/117	79/89	55/64	37/42	26/31
10				227	181	147	113/125	80/94	57/69
16						236	189	151	120
25	L. max	en mètres						231	185
35									262

**Tableau C 9- Protection par fusible du type gI (A)**

Section (mm <sup>2</sup> )	Courant assigné des fusibles du type gI (A)								
	16	20	25	32	40	50	63	80	100
1,5	99/113	86/97	40/59	21/29	13/16	7/9			
2,5		134	110/122	67/84	41/51	25/33	13/20	8/11	
4			183	139	108/119	67/84	46/58	24/32	14/17
6				210	165	139	94/113	55/70	33/41
10					275	226	172	130	90/108
16							283	217	168
25	L. max	en mètres						336	257
35									367

**Exemple**

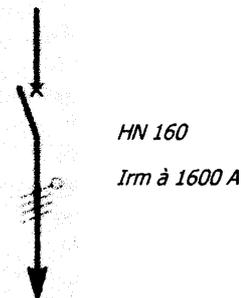
Calcul de la longueur maxi protégée par un disjoncteur HN 160

Calcul du coefficient C

- neutre distribué
- câble U1000R02V v cuivre
- S. phase = S. neutre = 95 mm<sup>2</sup>
- S. phase = 95 mm<sup>2</sup>

$$C = 0,58$$

tableau C L. max. = 293 m



U 1000 R02V- disjoncteur à usage général

$$L. max. = 293 \times 0,58 = 170 \text{ m}$$

→ L. max. (170 m) > L. circuit (90 m)

→ La protection contre les courts-circuits mini est assurée

## Contacts directs - indirects

### GENERALITES

#### LE RISQUE ÉLECTRIQUE

Le risque électrique est d'abord physique. Le corps humain, soumis accidentellement à une source de tension, conduit le courant électrique, ce qui peut avoir deux sortes de conséquences - des brûlures internes ou externes, -des contractures musculaires (tétanisation). Le risque est également thermique. Les courants de

#### LES ORIGINES DU RISQUE ÉLECTRIQUE

Pour que le contact s'établisse à travers le corps, il faut nécessairement un double contact avec les parties simultanément accessibles, portées à des potentiels différents ; deux types de contacts provoquent les risques de choc électrique - les contact directs, - les contacts indirects.

**Le contact direct** On dit qu'il y a contact direct lorsqu'une personne est mise accidentellement en contact avec - 2 conducteurs actifs, ou - 1 conducteur actif et une masse conductrice reliée à la terre. Le contact direct est généralement la conséquence d'une négligence, d'une maladresse ou d'un manquement aux règles de sécurité.

**Le contact Indirect** On dit qu'il y a contact Indirect lorsqu'une personne se trouve en contact avec une masse métallique mise accidentellement sous tension par un conducteur actif mal isolé d'une part, et une masse conductrice reliée à la terre d'autre part ; c'est un accident généralement lié à l'état du matériel électrique.  $R_A$  = résistance de la prise de terre des masses  $U_c$  = tension de contact  $I_c$  = courant corporel

$R_h$  = résistance du corps humain - 2000  $\Omega$  pour  $U_L = 50$  V

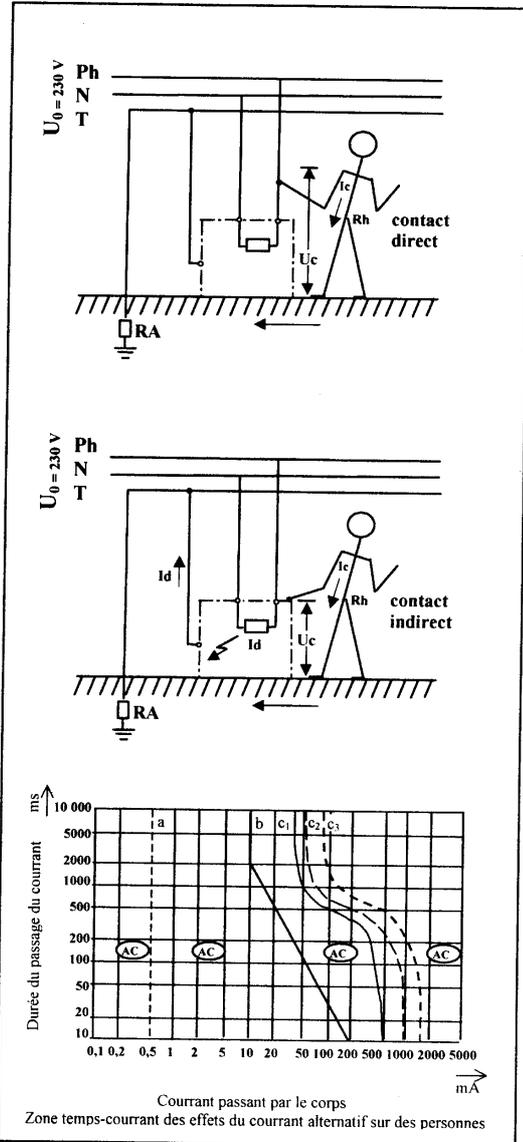
1000  $\Omega$  pour  $U_L = 25$  V

$I_d$  courant de défaut

#### LES PARAMÈTRES DU RISQUE ÉLECTRIQUE

On distingue - l'intensité du courant électrique qui traverse les corps humains :  $I_d$  (l'intensité est directement liée à la résistance du corps humain :  $R_h$ ), - la tension de contact à l'origine de l'accident :  $U_c$ , - la durée de mise sous tension accidentelle :  $t$ , - les conséquences du risque électrique en fonction de l'intensité ( $I_d$ ) et la durée ( $t$ ) ; elles sont estimées sur la figure ci-contre (IEC 479-1), - les limites du risque électrique en fonction de la tension de contact  $U_c$  et du temps  $t$ .

La norme définit, en fonction de l'environnement, 2 niveaux de tension dits <> non dangereux,, ( $U_L = 25$  V ou 50 V). Cette tension, appelée tension de sécurité, est la valeur maximale de la différence de potentiel qu'une personne peut subir sans danger lors d'un contact maintenu.  $U_L = 25$  V est prescrite pour les cas suivants - installations de chantiers, - installations agricoles ou horticoles, - locaux ou emplacements mouillés.



Zones	Effets physiologiques I
Zone AC1	habituellement aucune réaction
Zone AC2	habituellement aucun effet physiologique dangereux
Zone AC3	habituellement aucun dommage organique; probabilité de contractions musculaires et de difficultés respiratoires
Zone AC4	En plus de la zone AC3, probabilité que la fibrillation ventriculaire augmente jusqu'à environ 5 % (courbe cz), jusqu'à environ 50 % h (courbe c <sub>v</sub> ), et plus de 50 % au-delà de la courbe c3, augmentant avec l'intensité et le temps, des effets pathophysiologiques tels qu'arrêt du coeur, arrêt de la respiration, brûlures graves, peuvent se produire

## calcul des $I_{cc}$ par la méthode des impédances

### $I_{cc}$ selon les différents types de court-circuit Court-circuit triphasé

C'est le défaut qui correspond à la réunion des trois phases. L'intensité de court-circuit  $I_{CC3}$  est :

$$I_{CC} = \frac{U / \sqrt{3}}{Z_{CC}}$$

avec  $U$  (tension composée entre phases) correspondant à la tension à vide du transformateur, laquelle est supérieure de 3 à 5 % à la tension aux bornes en charge. Par exemple, dans les réseaux 390 V, la tension composée adoptée est  $U = 410$  V, avec comme tension simple  $U / \sqrt{3} = 237$  V.

Le calcul de l'intensité de court-circuit se résume alors au calcul de l'impédance  $Z_{CC}$ , impédance équivalente à toutes les impédances parcourues par l' $I_{CC}$  du générateur jusqu'au point de défaut - de la source et des lignes (cf. fig. 12). C'est en fait l'impédance « directe » par phase

$$Z_{CC} = \sqrt{\sum R^2 + (\sum X^2)} \quad \text{avec}$$

$\sum R$  = somme des résistances en série,

$\sum X$  = somme des réactances en série.

Le défaut triphasé est généralement considéré comme celui provoquant les courants de défaut les plus élevés. En effet, le courant de défaut dans le schéma équivalent d'un système polyphasé, n'est limité que par l'impédance d'une phase sous la tension simple du réseau. Le calcul d' $I_{CC3}$  est donc indispensable pour choisir les matériels (intensités et contraintes électrodynamiques maximales à supporter).

### Court-circuit biphasé isolé

Il correspond à un défaut entre deux phases, alimenté sous une tension composée  $U$ . L'intensité  $I_{CC2}$  débitée est alors inférieure à celle du défaut triphasé

$$I_{CC2} = \frac{U}{2 \cdot I_{CC}} = \frac{\sqrt{3}}{2} I_{CC3} \quad I_{CC3} = 0,86 I_{CC2}$$

### Court-circuit monophasé isolé

Il correspond à un défaut entre une phase et le neutre, alimenté sous une tension simple  $V = U / \sqrt{3}$

L'intensité  $I_{CC1}$  débitée est alors

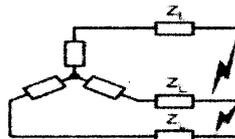
$$I = \frac{U / \sqrt{3}}{Z_{CC} + Z_{Ln}}$$

Dans certains cas particuliers de défaut monophasé l'impédance homopolaire de la source est plus faible que  $Z_{CC}$  (par exemple aux bornes d'un transformateur à couplage étoile zig zag ou d'un alternateur en régime subtransitoire). L'intensité monophasée peut être alors plus élevée que celle du défaut triphasé.

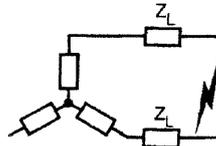
### Court-circuit à la terre (monophasé ou biphasé)

Ce type de défaut fait intervenir l'impédance homopolaire  $Z_0$ . Sauf en présence de machines tournantes où l'impédance homopolaire se trouve réduite, l'intensité  $I_{CC}$  débitée est alors inférieure à celle du défaut triphasé. Son calcul peut être nécessaire, selon le régime du neutre (schéma de liaison à la terre), pour le choix des seuils de réglage des dispositifs de protection homopolaire (HT) ou différentielle (BT).

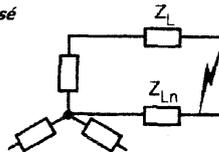
défaut triphasé



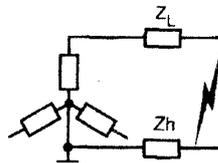
défaut biphasé



défaut monophasé



défaut terre



les différents courants de court-circuit.

CODE :	CAHIER TECHNIQUE	BTS ÉLECTROTECHNIQUE - AVANT PROJET	SESSION 2001
--------	------------------	-------------------------------------	--------------

*Rappel théorique du calcul d'un courant de court circuit en un point quelconque d'une installation*

<i>Partie de l'installation</i>	<i>Valeurs à considérer Résistances (mΩ)</i>	<i>Réactances (mΩ)</i>
<b>Réseau AMONT</b>	$R1 = Z_1 \cos \phi 10^{-3}$ $\cos \phi = 0,15$	$R1 = Z_1 \sin \phi 10^{-3}$ $\sin \phi = 0,98$
	$Z_1 = \frac{U_0^2}{P}$ avec $P = P_{cc}$ du réseau Amont ( en MVA) $U_0 = 410 \text{ V}$	
<b>Transformateur</b>	$R_2 = \frac{Wc \cdot U^2}{S^2} \cdot 10^{-3}$ $Wc = \text{Perte cuivre}$	$X^2 = \sqrt{Z_2^2 - R_2^2}$ $Z = \frac{U_{cc}}{100} \cdot \frac{U^2}{S}$ $U_{cc} : \text{Tension de Court-circuit. du transformateur en \%}$
<b>Liaison</b>		
<b>En câble</b> <i>Si les câbles sont doublés multiplier par deux la réactance</i>	$R_3 = \rho \frac{L}{S}$ $\rho = 22,5 \text{ (Cu)}$ $36 \text{ (Al)}$ $L \text{ en mètre}$ $S \text{ en mm}^2$	$X_3 = 0,08 L$ $\text{( Câbles triphasés)}$ $X_3 = 0,12 L$ $\text{( Câbles unipolaires)}$
<b>En barres</b>	$R_3 = \rho \frac{L}{S}$ $\rho = 22,5 \text{ (Cu)}$ $37 \text{ (Al)}$ $L \text{ en mètre}$ $S \text{ en mm}^2$	$X_3 = 0,15 L$
<b>Disjoncteurs</b>		
<b>Rapide</b>	<b>R4 négligeable</b>	<b>X4 négligeable</b>
<b>Sélectif</b>	<b>R4 négligeable</b>	<b>X4 négligeable</b>

### section du conducteur de neutre NF C 15 100 § 524.3

cuivre		aluminium	
↓		↓	
S <sub>ph</sub> (mm <sup>2</sup> )	S <sub>N</sub> (mm <sup>2</sup> ) mini	S <sub>ph</sub> (mm <sup>2</sup> )	S <sub>N</sub> (mm <sup>2</sup> ) mini
< 16	S	< 25	S
25	16	35	25
35	25	50	35
50	25	70	35
70	35	95	50
95	50	120	70
120	70	150	70
150	70	185	95
185	95	240	120
240	120	300	150
300	150	400	185
400	185		

la, section du neutre peut être inférieure à la section des phases si ces quatre conditions sont réunies :

**SN < Sph si:**

- la puissance consommée par les récepteurs est pratiquement équilibrée entre les phases,
- la section du conducteur neutre est au moins égale à 16 mm<sup>2</sup> pour le cuivre ou 25 mm<sup>2</sup> pour l'Aluminium,
- I<sub>max</sub> susceptible de parcourir le neutre en service normal « I<sub>admissible en permanence</sub> compte tenu des courants harmoniques éventuels,
- le conducteur neutre est protégé contre les surintensités éventuelles

## Contacts indirects

### PROTECTION DES PERSONNES AU RISQUE ÉLECTRIQUE

#### A - CONTACT DIRECT

Quel que soit le régime du neutre, le défaut doit être éliminé dès son apparition (dispositifs différentiels à haute sensibilité:  $1 \Delta n \leq 30 \text{ mA}$ ).

#### B - CONTACTS INDIRECTS

### PROTECTION DES PERSONNES SUIVANT LE RÉGIME DE NEUTRE

#### Définition

II existe trois régimes de neutre qui diffèrent par

- 1) la situation du neutre par rapport à la terre,
  - 2) la situation des masses par rapport à la terre ou au neutre,
- chacune des situations étant symbolisée par une lettre,
- 3) le régime de neutre, caractérisée par l'association de deux lettres.

#### principe – schéma TT

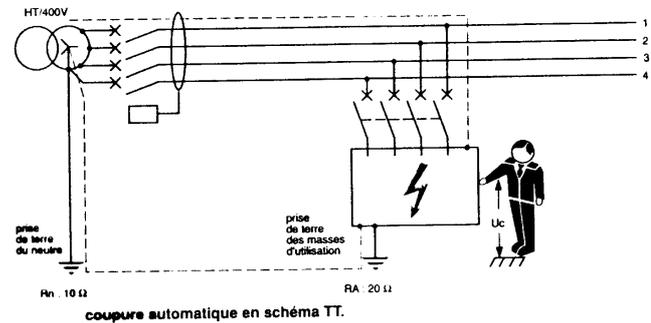
L'apparition d'un défaut d'isolement entraîne une élévation dangereuse du potentiel des masses. Cela implique que l'installation soit pourvue d'un dispositif de coupure au 1<sup>er</sup> défaut. En pratique, il est réalisé à l'aide d'un dispositif différentiel dont la sensibilité est déterminée 1) en fonction de la tension limite conventionnelle, égale à 25 ou 50 V selon la nature du local, 2) en fonction de la résistance de la prise de terre des masses (RA)

Situation du neutre		Situation des masses		Régime du neutre	
Neutre relié directement à la terre	T	Masses reliées à une prise de terre	T	Neutre à la terre	T.T.
Neutre relié directement à la terre	T	Masses reliées au neutre	N	Mise au neutre	T.N.
Neutre isolé de la terre (ou impédant)	I	Masses reliées à une prise de terre	T	Neutre isolé ou impédant	IT.

#### Schéma TT

#### exemple

La résistance de la prise de terre du neutre  $R_n$  est de  $10 \Omega$ .  
 La résistance de la prise de terre des masses d'utilisation  $R_A$  est de  $20 \Omega$ .  
 L'intensité de défaut d'isolement interne du moteur  $I_d$  est  $230/30 = 7,7 \text{ A}$ .  
 La tension de contact  $U_c = R_A \times I_d$  est  $U_c = 154 \text{ V}$  = tension de contact dangereuse.  
 Le seuil maximal de déclenchement du DDR,  $1 \Delta n$  doit donc être  $\leq 50/20 = 2,5 \text{ A}$ .  
 La tension de contact dangereuse  $U_c$  sera éliminée en 30 ms par un DDR classique (exemple  $1 \Delta n = 300 \text{ mA}$ ).



Courant différentiel résiduel nominal (Ien)		Valeur maximale de la résistance de la prise de terre des masses en $\Omega$ (RA)	
		UL=50V	UL=25V
		20A	2,5
10 A	5	2,5	
5A	10	5	
3 A	17	8,5	
Moyenne sensibilité	1 A	50	25
	500 mA	100	50
	300 mA	167	83,5
	100 mA	500	250
Haute sensibilité	30 mA	1670	835
	12 mA	4150	2075
	6 mA	8300	4150

## Modification Bande latérale

### DOCUMENTS CONSTRUCTEURS

Les moteurs SLO-SYN pour une utilisation à vitesse constante en courant alternatif ont des caractéristiques de démarrage, d'arrêt de réversibilité extrêmement rapides et une rotation synchrone de l'arbre moteur en rapport avec la fréquence du secteur. Les moteurs demandent seulement un commutateur unipolaire à trois positions pour fournir la marche avant, arrière et l'arrêt. Puisque les courants d'arrêt et de démarrage sont identiques, il n'y a pas de pointe de courant quand le moteur SLO-SYN est alimenté. Un moteur SLO-SYN peut être installé sans surchauffe et sans effet nuisible sur les composants. Les moteurs s'arrêtent et s'inversent instantanément, éliminant tout besoin de frein extérieur mécanique ou électrique.

#### VITESSE

La vitesse de l'arbre d'un moteur SLO-SYN de type courant alternatif est synchrone avec la fréquence. Pour un fonctionnement à 50 hertz, les vitesses standard de l'arbre sont 24, 60 et 166<sub>1/2</sub> gis tours par minute.

#### CHARGE PAR INERTIE

Grâce à leurs particularités d'auto-démarrage, les moteurs SLO-SYN ne demandent pas de moyens externes de démarrage. Cependant, en raison du démarrage extrêmement rapide des moteurs, il y a une limite à la charge par inertie permettant aux moteurs de démarrer à partir de la position d'arrêt. Une charge ayant un moment d'inertie qui ne dépassera pas le maximum indiqué pour le moteur utilisé, peut être rigidement accouplée à l'arbre du moteur. Si la charge par inertie excède le maximum, un accouplement flexible qui fléchira suffisamment pour permettre une légère rotation libre de l'arbre, permettra au moteur de démarrer la charge.

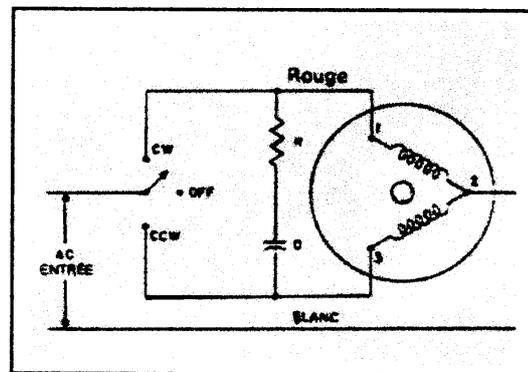
#### COUPLE

Les modèles de moteurs SLO-SYN courant alternatif sont disponibles dans les gammes de couple allant de 18 à 126,6 kgcm. Le couple de sortie varie avec la valeur de la tension d'entrée. Toutes les gammes de couple données dans ce catalogue concernent le fonctionnement à la tension d'entrée nominale.

#### RESEAU DE DEPHASAGE

Un réseau de déphasage composé d'une résistance et d'un condensateur est utilisé lorsqu'un moteur SLO-SYN fonctionne à partir d'une alimentation monophasée. Les valeurs des composants des réseaux de déphasage pour chaque moteur sont mentionnées dans le tableau des gammes et des caractéristiques. A moins qu'elles soient

autrement spécifiées, les valeurs données fourniront un fonctionnement satisfaisant à toutes les fréquences entre 50 et 60 hertz. A d'autres fréquences, les valeurs des résistances et condensateurs peuvent être changées pour donner le déphasage à 90° désiré.

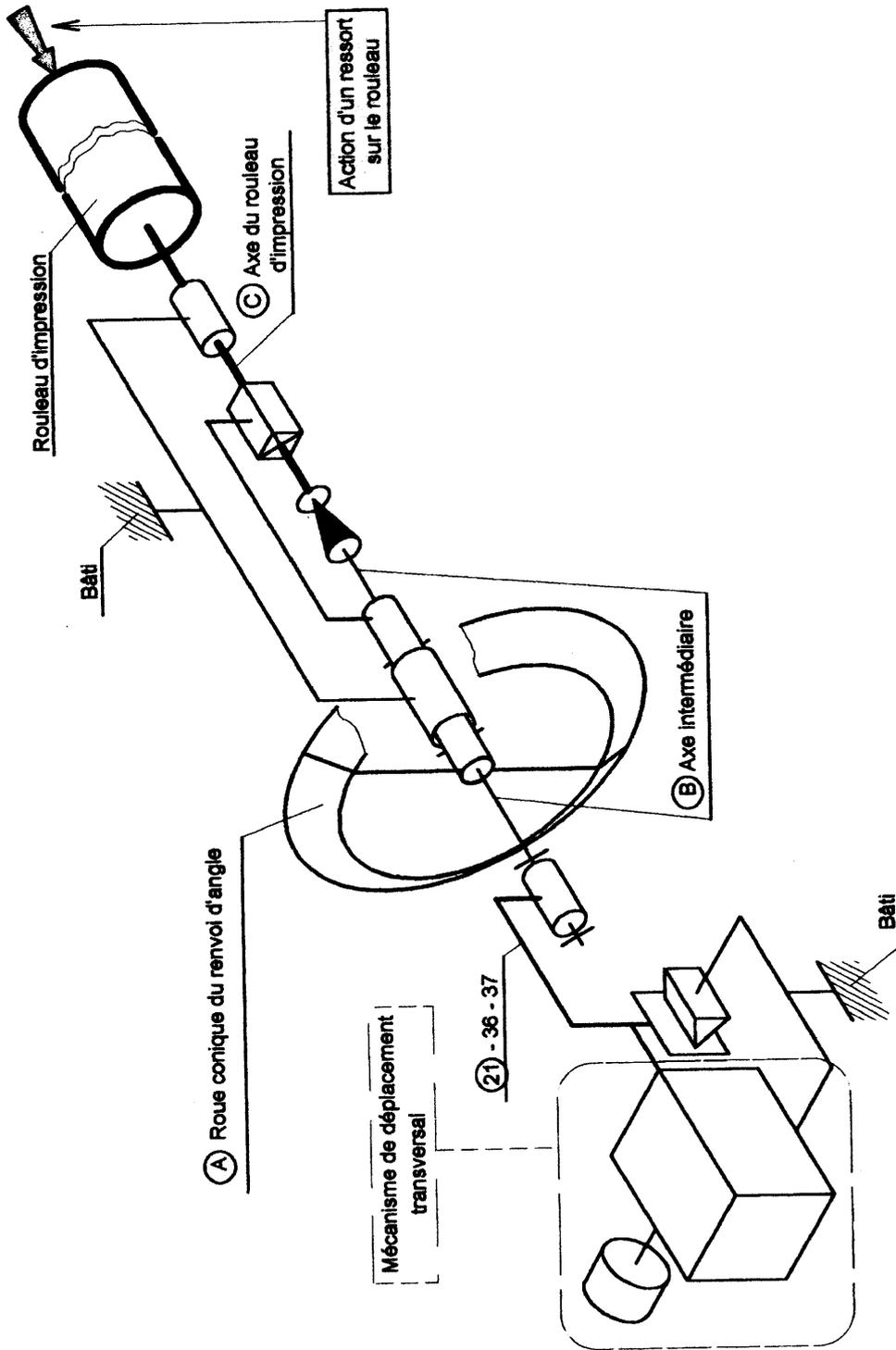


#### FONCTIONNEMENT SUR DEUX PHASES

Quand un moteur SLO-SYN fonctionne à partir d'une alimentation à deux phases, il ne demande pas un réseau de déphasage. Cependant, à des fréquences autres que 50 ou 60 hertz, la tension devra être ajustée pour que le courant soit maintenu à sa valeur nominale. Avec une alimentation deux phases, à fréquence variable, un moteur SLO-SYN devient un moteur synchrone à vitesse variable. Les moteurs peuvent être utilisés jusqu'à des fréquences approximatives de 100 hertz, en fonction de la charge.

#### TEMPERATURE

Tous les modèles standard de moteurs sont conçus pour un fonctionnement continu à une température ambiante maximale de 60°C (140°F). La température de la carcasse du moteur ne doit pas dépasser 90°C (194°F). La température ambiante minimale à laquelle les moteurs doivent être utilisés est de -40°C (-40°F). Tous les modèles standard sont de classe d'isolation B.



# MOTEURS SYNCHRONES *slo-syn* Supradis



Modèle	Alimentation	Courant maximum	Couple (3)	Vitesse du rotor à 50 Hz	Charge d'inertie maximum	Valeur résistance	Référence	Valeur condensateur	Référence	Poids kg
LS 50	VAC	A	Ncm	T/min	Kgcm <sup>2</sup>	Ohm		mfd		
TS 25	120	0,2	28	24	1,47	1000 ohm + 5 %, 10 watt	R-SS52/LS50	1,5 mfd + 6 %, 330 VAC	C-LS50	6,8
TS 50	120	0,2	17,7	1662/3	0,35	200 ohm + 5 %, 5 watt	R-TS25/SS25X	1,75 mfd + 6 %, 330 VAC	C-TS25	3,6
SS 25	120	0,3	35	1662/3	0,73	300 ohm + 5 %, 25 watt	R-TS50	3,75 mfd + 6 %, 330 VAC	C-SS150/TS50	6,8
SS 50	120	0,1	17,7	60	0,44	500 ohm + 5 %, 5 watt	R-SS25	0,75 mfd + 6 %, 330 VAC	C-SS25	3,6
SS 80	120	0,3	35	60	1,47	400 ohm + 5 %, 25 watt	R-SS50	2,25 mfd + 6 %, 330 VAC	C-SS50/LS50X/TS25X	6,8
SS 150	120	0,4	106	60	4,4	400 ohm + 5 %, 25 watt	R-SS50	2,25 mfd + 6 %, 330 VAC	C-SS50/LS50X/TS25X	6,8
SS 250	120	0,6	177	60	8,8	250 ohm + 5 %, 25 watt	R-SS50X/150	3,75 mfd + 6 %, 330 VAC	C-SS150/TS50	11,3
X 250 (1)	120	0,6	177	60	8,8	150 ohm + 5 %, 50 watt	R-SS250/400	6,5 mfd + 6 %, 330 VAC	C-SS250/400	11,3
XD 250 (2)	120	0,6	177	60	8,8	150 ohm + 5 %, 50 watt	R-SS250/400	6,5 mfd + 6 %, 330 VAC	C-SS250/400	11,3
SS 400 B	120	0,6	282	60	13,2	150 ohm + 5 %, 50 watt	R-SS250/400	6,5 mfd + 6 %, 330 VAC	C-SS250/400	11,3
SS 700	120	1,0	494	60	29,3	150 ohm + 5 %, 50 watt	R-SS250/400	15, mfd + 6 %, 330 VAC	C-SS1802	11,3
X 1000 (1)	120	3,0	706	60	26,4	65 ohm + 5 %, 160 watt	R-X1000/1500X	30, mfd + 6 %, 330 VAC	C-X1000/1500	22,7
X 1500 (1)	120	3,0	1059	60	35,2	55 ohm + 5 %, 375 watt	R-X1500	30, mfd + 6 %, 330 VAC	C-X1000/1500	22,7
SS 1800	120	4,0	1271	60	46,9	40 ohm + 5 %, 375 watt	R-SS1800	60, mfd + 6 %, 330 VAC	C-SS1800	22,7
LS 52	240	0,1	28	24	1,47	4000 ohm + 5 %, 25 watt	R-LS52	0,5 mfd + 6 %, 660 VAC	C-LS52	6,8
TS 52	240	0,2	35	1662/3	0,73	1200 ohm + 5 %, 25 watt	R-SS152/TS52	1,0 mfd + 6 %, 660 VAC	C-SS152/TS52/SS25X	6,8
SS 52	240	0,2	35	60	1,47	1000 ohm + 5 %, 10 watt	R-SS52/LS50	0,67 mfd + 6 %, 660 VAC	C-SS52	6,8
SS 82	240	0,2	56	60	1,47	1600 ohm + 5 %, 10 watt	RWM 6 x 34	0,67 mfd + 6 %, 660 VAC	C-SS52	6,8
SS 152	240	0,2	106	60	4,4	1200 ohm + 5 %, 25 watt	R-SS152/TS52	1,0 mfd + 6 %, 660 VAC	C-SS152/TS52/SS25X	11,3
SS 252	240	0,4	177	60	8,8	500 ohm + 5 %, 50 watt	R-SS252/402	1,75 mfd + 6 %, 660 VAC	C-SS252/402	11,3
X 252 (1)	240	0,4	177	60	8,8	500 ohm + 5 %, 50 watt	R-SS252/402	1,75 mfd + 6 %, 660 VAC	C-SS252/402	11,3
SS 402 B	240	0,4	282	60	13,2	500 ohm + 5 %, 50 watt	R-SS252/402	1,75 mfd + 6 %, 660 VAC	C-SS252/402	11,3
SS 702	240	0,5	494	60	29,3	500 ohm + 5 %, 50 watt	R-SS252/402	3,75 mfd + 6 %, 660 VAC	C-SS150/TS50	11,3
X 1002 (1)	240	1,5	706	60	26,4	250 ohm + 5 %, 200 watt	R-X1002/1502	11, mfd + 6 %, 660 VAC	CX 1002X	22,7
X 1502 (1)	240	1,5	1059	60	35,2	250 ohm + 5 %, 200 watt	R-X1002/1502	9, mfd + 6 %, 660 VAC	CX 1502X	22,7
SS 1802	240	2,0	1271	60	46,9	130 ohm + 5 %, 320 watt	R-SS1802	15, mfd + 6 %, 660 VAC	C-SS1802	22,7

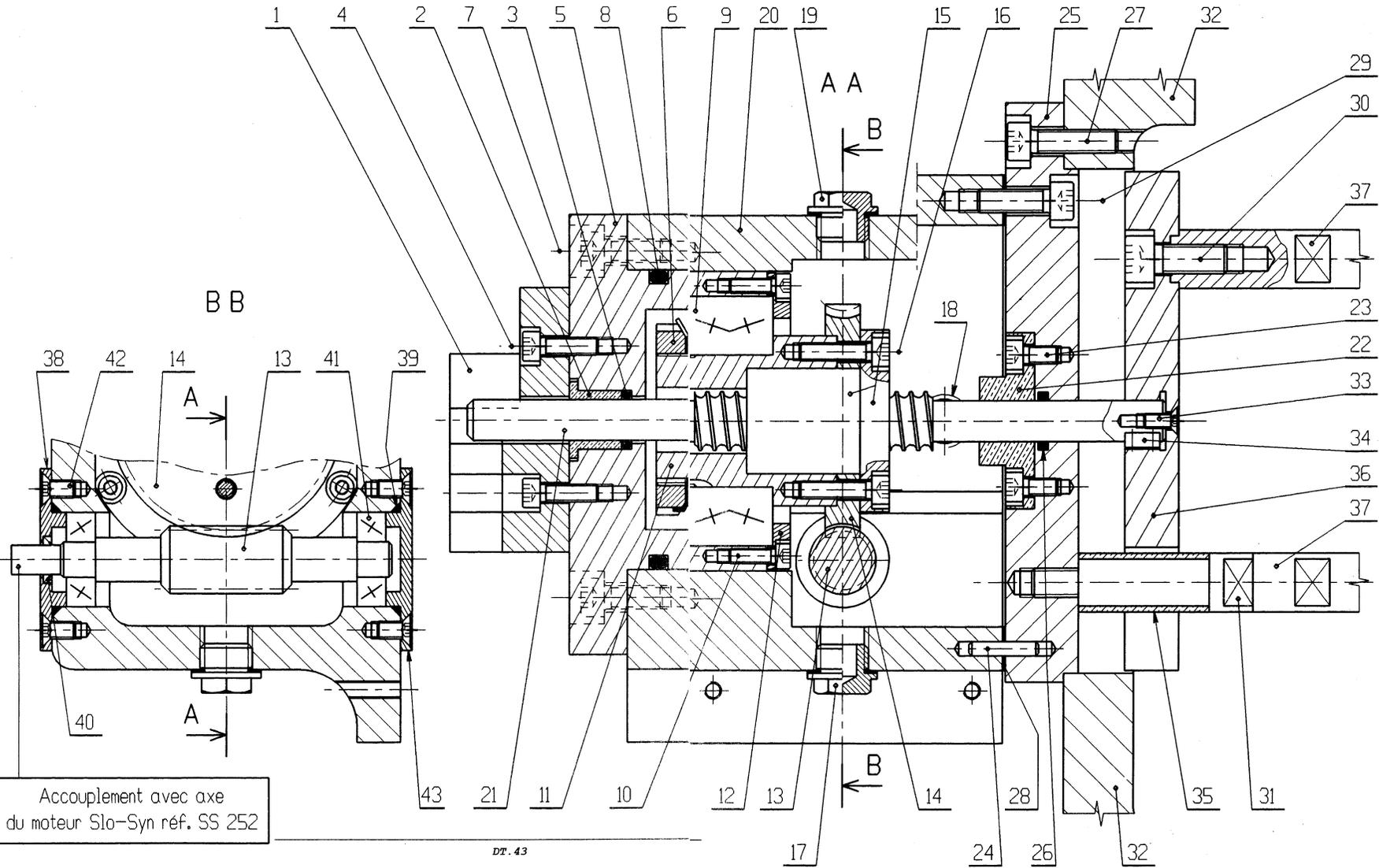
(1) Anti-déflagrant

(2) Résistant aux poussières inflammatoires

(3) A la tension établie avec le réseau RC spécifiée

RATTRAPAGE LATERAL

Echelle : 0,8



Accouplement avec axe  
du moteur Slo-Syn réf. SS 252

CODE :	CAHIER TECHNIQUE	BTS ÉLECTROTECHNIQUE - AVANT PROJET	SESSION 2001
--------	------------------	-------------------------------------	--------------

33	1	Vis F HC M5 x 12	UNO 22 005 012	TDI
32	1	Boîtier transmission en rotation		
31	1	Doigt d'arrêt en rotation	XC 38	SMA
30	4	Vis C HC M10 x 25	UNO 13 010 025	TDI
29	4	Vis C HC M8 x 25	UNO 13 008 025	TDI
28	1	Joint plat		
27	4	Vis C HC M8 x 30	UNO 13 008 030	TDI
26	1	Joint torique	13,6 x 2,7	Rlm service
25	1	Couvercle du boîtier de transmission	Fonte	SMA
24	2	Goupille cylindrique de centrage	GO 306 005 024	TDI
23	6	Vis C HC M6 x 12	UNO 13 006 012	TDI
22	1	Centrage intermédiaire	Bronze	SMA
21	1	Vis à billes pas : 5 mm	KGS 2005-050	Rlm service
20	1	Boîte transmission translation	Alu.	SMA
19	1	Bouchon de remplissage	58 621	ELESA
18	1	Voyant niveau d'huile	13 901	ELESA
17	1	Bouchon de vidange	53 911	ELESA
16	6	Vis C HC M6 x 25	UNO 13 006 025	TDI
15	1	Ecrou à billes	KGF D2005	Rlm service
14	1	Roue creuse (module 1,5 - 50 dents)	M 1,5 - 50/2	H.P.C.
13	1	Vis sans fin ( 2 filets )	SW 1,5 - 2	H.P.C.
12	1	Flasque support roulement	XC 38	SMA
11	1	Moyeu	XC 38	SMA
10	6	Vis C HC M5 x 16	UNO 13 005 016	TDI
9	1	Roulement à billes à contact oblique	32 09 B. TVH	Rlm service
8	1	Joint torique	91,44 x 5,33	Rlm service
7	4	Vis C HC M8 x 20	UNO 13 008 020	TDI
6	1	Ecrou à encoches + rondelle frein	KM9 + MB9A	Rlm service
5	1	Boîte à roulements	Alu.	SMA
4	4	Vis C HC M6 x 20	UNO 13 006 020	TDI
3	1	Joint torique	13,6 x 2,7	Rlm service
2	1	Coussinet METAFRAM à collerette	C 14 / 20 x 18	Rlm service
1	1	Porte capteurs fin de course	Alu.	SMA
Rep.	Nbre	Désignation	Mat. / Réf.	Fournisseur

RATTRAPAGE LATÉRAL - Nomenclature

CODE :	CAHIER TECHNIQUE	BTS ÉLECTROTECHNIQUE - AVANT PROJET	SESSION 2001
--------	------------------	-------------------------------------	--------------

43	1	Couvercle côté opposé au moteur	XC 38	SMA
42	12	Vis F HC M6 x 12	UNO 22 006 012	TDI
41	2	Roulement à contact oblique 1 rangée de billes	7201B. TVP	Rlm service
40	1	Joint Navella Type ET	10 x 16	Rlm service
39	2	Joint torique	31,42 x 2,62	Rlm service
38	1	Couvercle côté moteur	XC 38	SMA
37	4	Colonne	XC 38	SMA
36	1	Plateau excentreur extérieur	XC 38	SMA
35	1	Bague PERMAGLIDE INA	PAP 1820 P10	Rlm service
34	1	Clavette parallèle, forme A, 5 x 5 x 12		