

# **CONCOURS INTERNE D'ACCES AU DEUXIEME GRADE DU CORPS DES PROFESSEURS DE LYCEE PROFESSIONNEL ET CONCOURS D'ACCES A L'ECHELLE DE REMUNERATION (CAER)**

## **Section génie électrique**

### **Épreuve écrite d'admissibilité**

**Durée : 8 heures. Coefficient : 1**

**Étude d'un système technique et/ou d'un processus technique et/ou d'un équipement :**  
épreuve spécifique à chacune des deux options. Toutefois, le sujet de l'épreuve peut être commun aux deux options.

Cette épreuve à caractère technique prend appui sur un système technique et/ou un processus technique et/ou un équipement.

Elle permet d'évaluer les connaissances scientifiques et techniques du candidat et sa capacité à les mobiliser pour résoudre un problème technique.

La documentation technique fournie au candidat peut comprendre notamment :

- un dossier de description et de spécification de tout ou partie d'un système technique et/ou d'un processus technique et/ou d'un équipement ;
- des schémas, graphes et représentations diverses précisant l'organisation structurelle et/ou fonctionnelle et/ou temporelle du système technique et/ou du processus technique et/ou de l'équipement étudiés ;
- des informations sur le processus et les procédés associés ;
- des caractéristiques techniques et des données numériques résultant de calculs et des simulations informatiques ;
- des propositions de modification d'éléments du cahier des charges.

Il peut être demandé au candidat :

- de conduire l'analyse de tout ou partie du système étudié ou du processus ou de l'équipement et de le modéliser totalement ou partiellement ;
- d'effectuer des calculs de prédétermination ;
- d'exploiter des résultats de simulation ou de calculs informatiques ;
- de proposer, en réponse à une modification du cahier des charges, des évolutions architecturales du système et/ou des solutions constructives permettant de satisfaire aux nouvelles fonctions ;
- d'analyser un produit, un moyen de production ou un service afin d'en optimiser certaines fonctions relatives au génie électrique.

L'épreuve permet d'évaluer :

- les connaissances scientifiques et techniques du candidat ;
- la qualité des analyses conduites et la pertinence du choix des modèles utilisés ;
- l'exactitude des résultats ;
- la pertinence et la cohérence des solutions proposées ;
- la qualité graphique des documents produits, la rigueur du vocabulaire technique, le respect des normes et conventions de représentation ;
- la clarté et la rigueur de l'expression écrite et de la composition.

SESSION 2002

**CA/PLP**

CONCOURS INTERNE

**SECTION : GÉNIE ELECTRIQUE**

Option : ELECTROTECHNIQUE ET ENERGIE

**ETUDE D'UN SYSTEME TECHNIQUE ET/OU D'UN PROCESSUS TECHNIQUE  
ET/OU D'UN EQUIPEMENT**

Durée : 6 heures. – Coefficient : 1

*Aucun document autorisé*

*Calculatrice autorisée (conformément à la circulaire n°99-186 du 16 novembre 1999)*

Ce sujet comporte deux cahiers distincts :

CAHIER N° 1 : Présentation, extraits du document de spécifications et de conception, documents ressources.

CAHIER N° 2 : Questionnements et réponses.

Ce sujet comporte cinq parties indépendantes :

PARTIE 1 : La distribution électrique,

PARTIE 2 : Le dimensionnement du moteur,

PARTIE 3 : Le codeur de position,

PARTIE 4 : La variation de vitesse,

PARTIE 5 : L'étude des perturbations sur le réseau.

Ces cinq parties sont à traiter obligatoirement sur le cahier prévu à cet effet.

Il est vivement conseillé au candidat de lire entièrement le sujet avant de répondre aux questions posées. Le temps de lecture préconisé est d'environ 30 minutes.

Les candidats utiliseront les notations propres au sujet, présenteront clairement leurs calculs et encadreront les résultats attendus.

Le passage d'une forme littérale à son application numérique se fera dans le respect de la position de chaque grandeur exprimée. Le résultat numérique sera donné avec son unité.

Les correcteurs apprécient une copie soignée et rédigée lisiblement.

Si le texte du sujet, de ses questions ou de ses annexes, vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement dans votre copie.

**Le Pont « Pinède » du port de Marseille.**

**CAHIER N° 1 :  
DOSSIER DE PRESENTATION DU THEME,  
EXTRAITS DU DOCUMENT DE SPÉCIFICATIONS ET  
DE CONCEPTION,  
DOCUMENTS RESSOURCE.**

## VUE D'UNE VOLEE DU PONT « PINEDE » EN POSITION OUVERTE





## MISE EN SITUATION

### Présentation générale du PORT AUTONOME DE MARSEILLE.

Marseille occupe un positionnement géographique stratégique pour anticiper sur la croissance des marchés des pays du sud de l'Europe et du bassin méditerranéen.

Le Port est réparti sur une large zone allant de l'ouest (depuis les bassins de Port Saint Louis du Rhône, les bassins de Fos, les bassins de Lavera Port de Bouc) jusqu'à l'est. (par les bassins de Marseille)

C'est par le Port Autonome de Marseille que le cœur de l'Europe est desservi par pipeline ; le trafic moyen annuel des terminaux pétroliers de Fos et Lavera s'élève à 64 millions de tonnes.

Le Port Autonome de Marseille regroupe des infrastructures à grande capacité :

- Les terminaux pour pétrole brut et pour les produits raffinés,
- Le terminal GPL (gaz de pétrole liquéfié) et chimie Lavera,
- Les terminaux conteneurs avec leur centre de gestion et de stockage,
- Le terminal minéralier public,
- Le quai import-export de voitures neuves,
- Les quais privés de certaines entreprises.

Le Port Autonome de Marseille est également la première plate-forme de production et de distribution des primeurs, agrumes et fruits exotiques sur les marchés français et européens avec un trafic moyen annuel de 600 000 tonnes.

Le Port Autonome de Marseille propose aussi dans le cadre de la réparation navale :

- De grosses réparations structurelles sur des supertankers.
- Des travaux spécialisés sur des gaziers,
- Des réparations sur des paquebots,
- Des travaux délicats sur des grands yachts...
  - dans les différentes formes optimales pour pouvoir recevoir la plupart (90%) des navires existants,
  - dans la forme 10 (la troisième mondiale), de 465 mètres de long et 85 mètres de large qui permet la réparation de tous les bateaux existants,
  - en poste à quai spécialisé à fort tirant d'eau.

Le Port Autonome de Marseille c'est aussi la porte voyageurs de la Méditerranée : les flux humains s'intensifient et le Port a aménagé et rénove encore ses équipements et infrastructures.

En plus du trafic normal vers les destinations de Corse et des pays méditerranéens, il faut accueillir 200 000 croisiéristes par an : ainsi le Port a su s'adapter pour recevoir au poste 163 du môle Léon Gourret le géant des mers "Norway" (ex France) pour 11 escales en l'an 2000.

Les bassins est du Port (bassins de Marseille) sont protégés de la haute mer par la grande digue du large qui laisse deux accès aux différents bassins.

L'accès automobile et piéton à cette digue est possible par un pont basculant : le pont Pinède qui est l'objet de la présente étude.

Le pont Pinède basculant permet ainsi le passage de bateaux pour accéder aux différentes formes ou quais de chargement ou de déchargement.

### **Présentation du système : LE PONT PINEDE.**

Construit dans les années cinquante, rénové en 1996 pour une grande partie des installations électriques cet ouvrage permet la circulation des véhicules et des piétons entre la partie terrestre du port et la grande digue du large.

Le pont Pinède permet le passage périodique des navires circulant à l'intérieur des bassins portuaires pour accéder aux différentes formes de réparation ou aux différents terminaux de chargement et de déchargement. (voir le document de présentation page 15)

Le pont Pinède comporte deux volées mobiles droites de 37,5 mètres. C'est un pont basculant à treillis en acier chromé assemblé par rivetage. Par volée, la masse métallique représente 885 tonnes et le contrepoids pèse 400 tonnes.

La largeur utile de la chaussée prévue pour deux voies de circulation automobile est de 6,12 mètres et la hauteur de l'ouvrage est de 14 mètres. (Voir le document de présentation page 17)

#### ***Dispositifs et moyens mis en œuvre pour la sécurité :***

Pour des raisons de sécurité (accès immédiat sur la digue du large par les pompiers, accès quasi immédiat aux différents bassins par les navires en particulier en cas de mauvaise mer) la priorité est donnée aux manœuvres du pont à tout moment. Les pompiers exigent un temps d'ouverture de 2 minutes.

Par ailleurs, une commande d'arrêt d'urgence ou d'ouverture d'urgence peut être initiée à distance, ces commandes émises hors automate sont transmises par relais de fréquence (type SNCF) sur deux canaux de transmission distincts.

Un grand nombre de matériels et composants avec leur câblage est redondant : C'est le cas des moteurs d'entraînement du pont, des freins à disques à manque de tension, des variateurs de vitesses, des capteurs de positions, des codeurs...

Un forçage de toutes les sécurités (capteurs de position, surcourse...) est également possible pour manœuvrer le pont en cas d'urgence.

Le pont est relié au réseau par une alimentation 3 x 150 mm<sub>2</sub>.

Un groupe électrogène de secours permet l'alimentation du pont par l'intermédiaire d'un câble de 3 x 240 mm<sub>2</sub>.

Afin de pouvoir effectuer les manœuvres avec un maximum de sécurité et informer tous les usagers maritimes et terrestres, cet ouvrage est équipé d'un certain nombre de dispositifs :

- Feux de signalisation : maritimes, ferroviaires, routiers et aériens,
- Barrières, éclairages,
- Sirène,
- Circuit TV,
- Circuit téléphonique,
- Etc. ...

Ces équipements ont été renforcés récemment par :

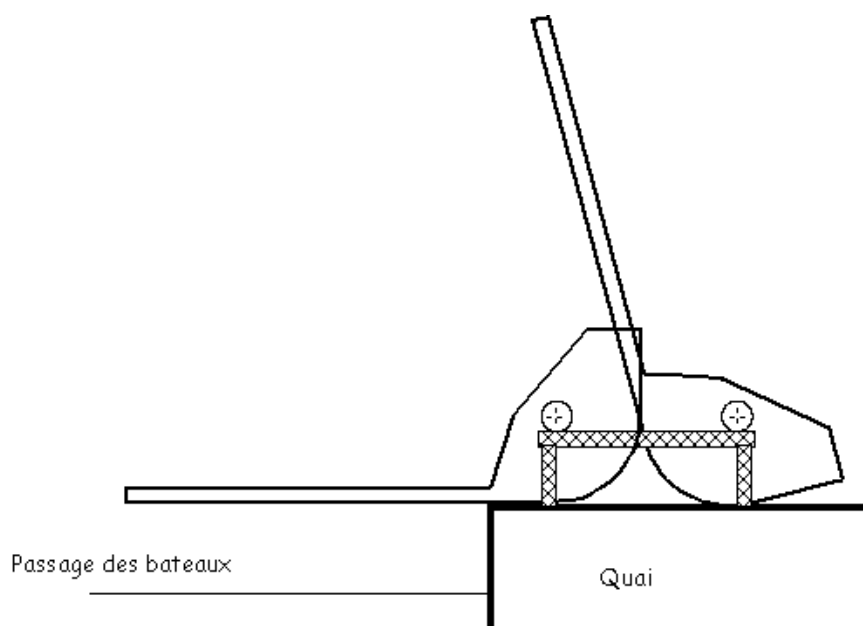
- Deux ensembles de feux et barrières "externes".
- Deux ensembles de détection et de signalisation "Hors Gabarit".
- Une boucle inductive pour la détection des véhicules terrestres.

### ***Ensemble mécanique :***

Chaque volée est équipée de deux moteurs asynchrones triphasés à cage accouplés à un système réducteur de vitesse. (le deuxième est prévu en secours) Afin de permettre un positionnement précis et un brochage parfait en fin de phase de fermeture, un variateur de vitesse (de type variateur de fréquence) pilote chaque moteur.

Les documents de présentation renseignent sur les systèmes mécaniques de construction du pont, de réduction de vitesse et de transmission du mouvement rotatif vers le mouvement de translation avec la crémaillère. Le rendement de l'ensemble réducteur 1/20 est de 0,86 tandis que pour chaque paire de pignons réducteurs (14 et 60 dents, 15 et 69 dents) le rendement est de 0,84.

Le croquis ci-dessous représentant les deux positions extrêmes de la volée ouest montre bien que le pignon se déplace (de 9,915 mètres maximum) sur la crémaillère qui est fixe (partie hachurée) et que le pont pivote en roulant avec son secteur arrondi sur le sommier du quai.



Le fonctionnement des volées est contrôlé par un codeur absolu qui permet de connaître à tout moment la position angulaire des volées. Il est monté sur l'arbre de chaque moteur. Par l'intermédiaire de l'automate programmable l'affichage de la position angulaire sur les consoles des différents postes de commande permet au pontier et au personnel d'entretien de manœuvrer en toute sécurité. Des caméras sont également à leur disposition permettant de surveiller la circulation.

En cas de défaillance, un système à drapeaux métalliques muni de capteurs magnétiques retransmet quelques positions angulaires caractéristiques des volées.

### ***Télécommande:***

Cet ouvrage est télécommandé à partir de deux sites :

Localement, à partir de sa maison pontière associée, au travers d'un pupitre dit "local", d'un automate "local" et de deux automates "volées". (la «volée est » située côté terre et «volée ouest » située côté mer).

A distance à partir de la vigie de St Cassien, par un pupitre "distant" et un système de supervision.

### ***Fonctionnement normal :***

En fonctionnement normal, l'installation est commandée à distance par le pupitre de la vigie de St Cassien.

En fonctionnement dégradé, l'installation est commandée en "local" par le pupitre de la maison pontière.

Le choix du pupitre est réalisé par un commutateur situé dans le local électrique côté terre.

### ***Fonctionnement de secours :***

En fonctionnement de secours, chaque volée est commandée en "local" par sa platine de commandes à vue.

Un commutateur à clé autorise une commande à vue depuis le local technique de la volée terre par un manipulateur à deux positions. Cette possibilité n'est utilisée qu'à des fins de maintenance.

### ***Quelques caractéristiques générales de l'équipement de puissance :***

Chaque volée est équipée de deux moteurs (au nord et au sud) : de type asynchrone triphasé à cage.

|                        |                             |
|------------------------|-----------------------------|
| Leroy Somer 400 V ;    | 50 Hz ;                     |
| Fixation B3 à pattes ; | 2 bouts d'arbre standards ; |
| Protection IP 557 ;    | Classe F ;                  |
| Sonde : CTP.           |                             |

Un système de frein à manque de tension commandé par deux bobines permettant le blocage du pont à l'arrêt est monté sur chaque volée.

Chaque moteur est piloté par un ensemble variateur de vitesse de type variateur de fréquence :

Altivar 45 ref ATV 45 2 D 75 de Télémécanique / Schneider complété

- par un module de freinage VW3 A45 201 D 90.
- par une carte de communication "Bus Multipoint" VW3 A45 55 03.
- et par des selfs VZ1L 150 U 170 T.

### ***Distribution électrique.***

#### Présentation:

La distribution générale du port autonome de Marseille se fait sous forme d'une boucle en 20 kV.

#### Alimentation pont Pinède:

Le pont Pinède est alimenté en 400 V triphasé + PE depuis le poste de transformation T5.

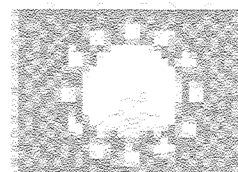
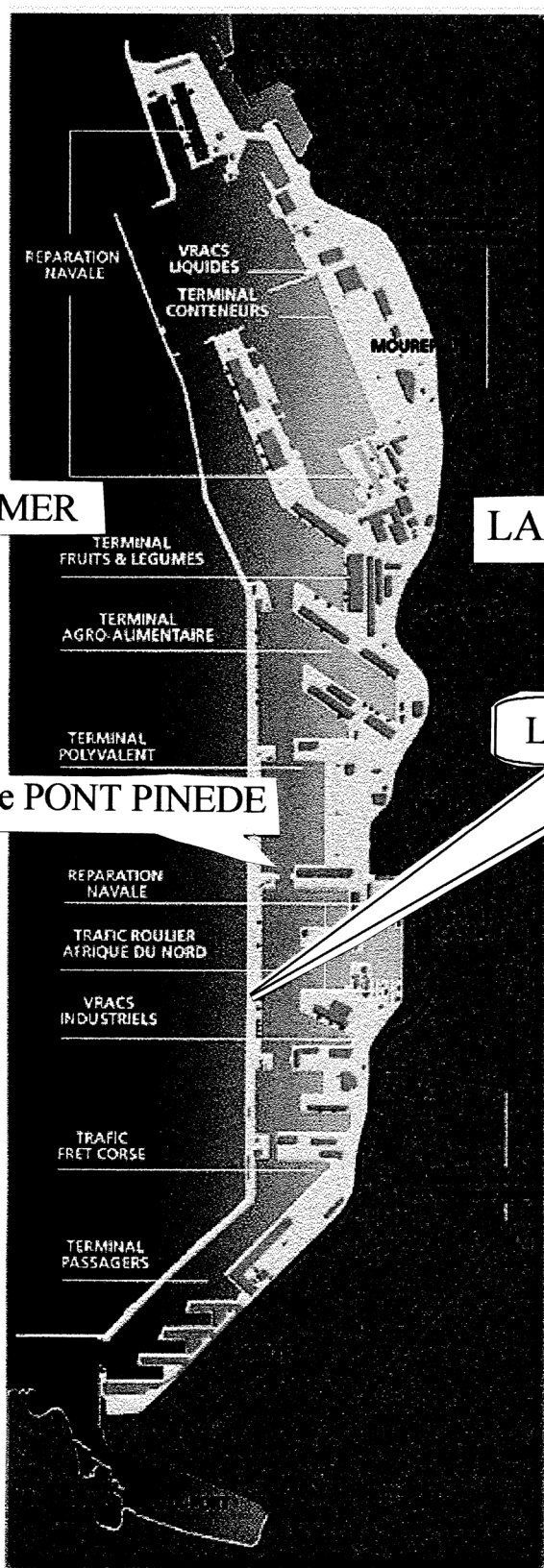
L'ancienne motorisation à courant continu nécessitait pour son alimentation de puissance 6 câbles de section 150 mm<sup>2</sup> (3 pour le + 220 V et 3 pour le 0 V) et deux câbles 70 mm<sup>2</sup> pour le conducteur de protection qui ont été conservés dans l'installation actuelle ainsi que de nombreux disjoncteurs.

#### Alimentation moteur:

La partie 1 (distribution électrique) s'intéressera à l'alimentation du moteur sud de la volée ouest (coté mer), les pages suivantes présentent l'alimentation de ce moteur.

- \* Implantation des différents éléments de l'alimentation du moteur sud de la volée ouest,
- \* Schéma du poste de transformation T5,
- \* Schéma de l'armoire de distribution (pages 14 et 15),
- \* Schéma de l'armoire de variation de vitesse (moteur sud \_ volée ouest),
- \* Schéma de la machinerie.

## Vue d'ensemble des bassins est du port de Marseille

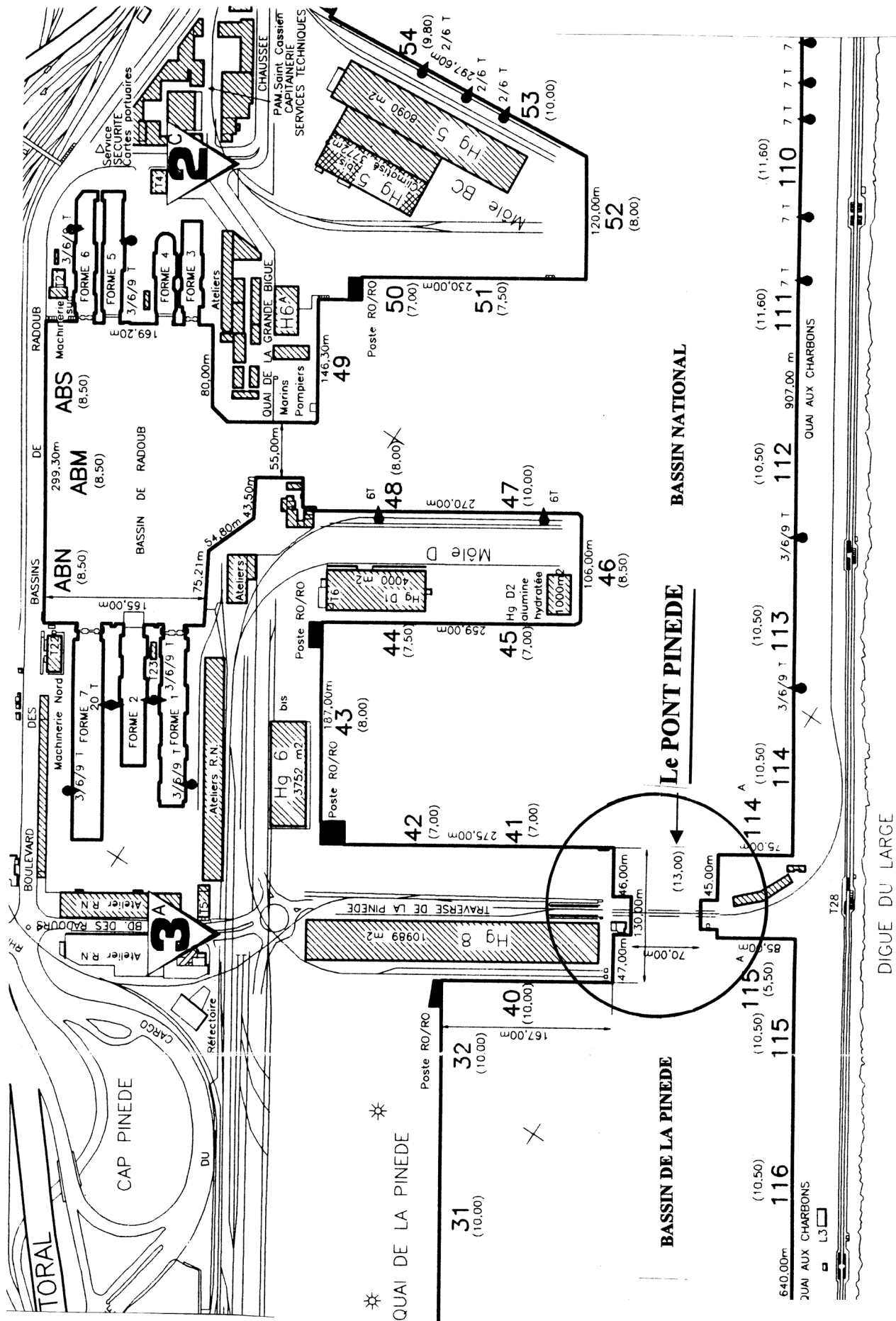


PORT AUTONOME  
MARSEILLE

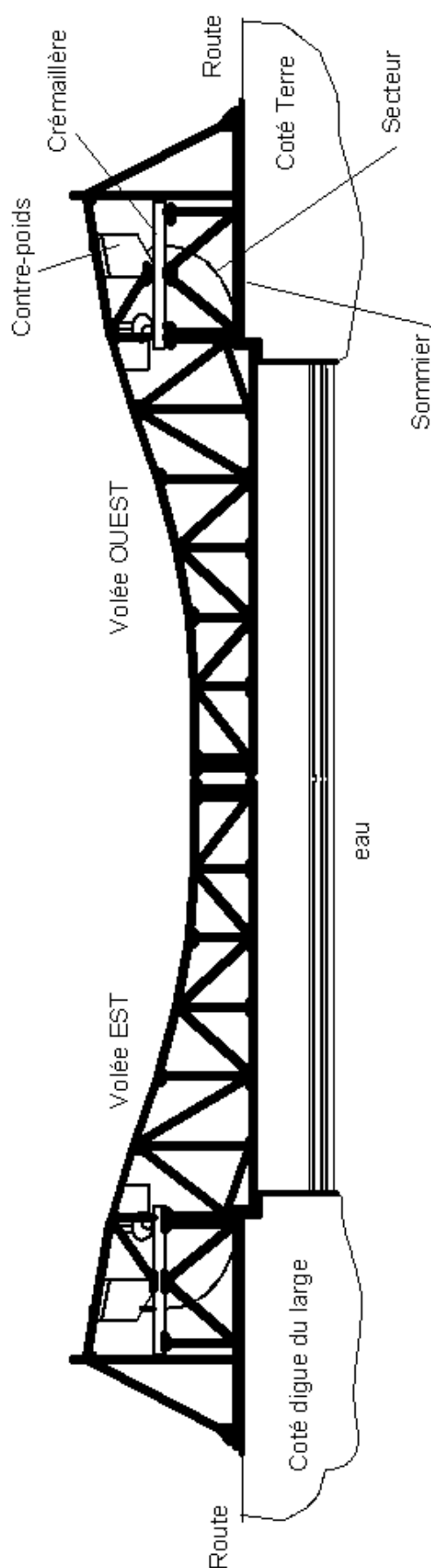
La digue du Large



## Implantation géographique du pont Pinede

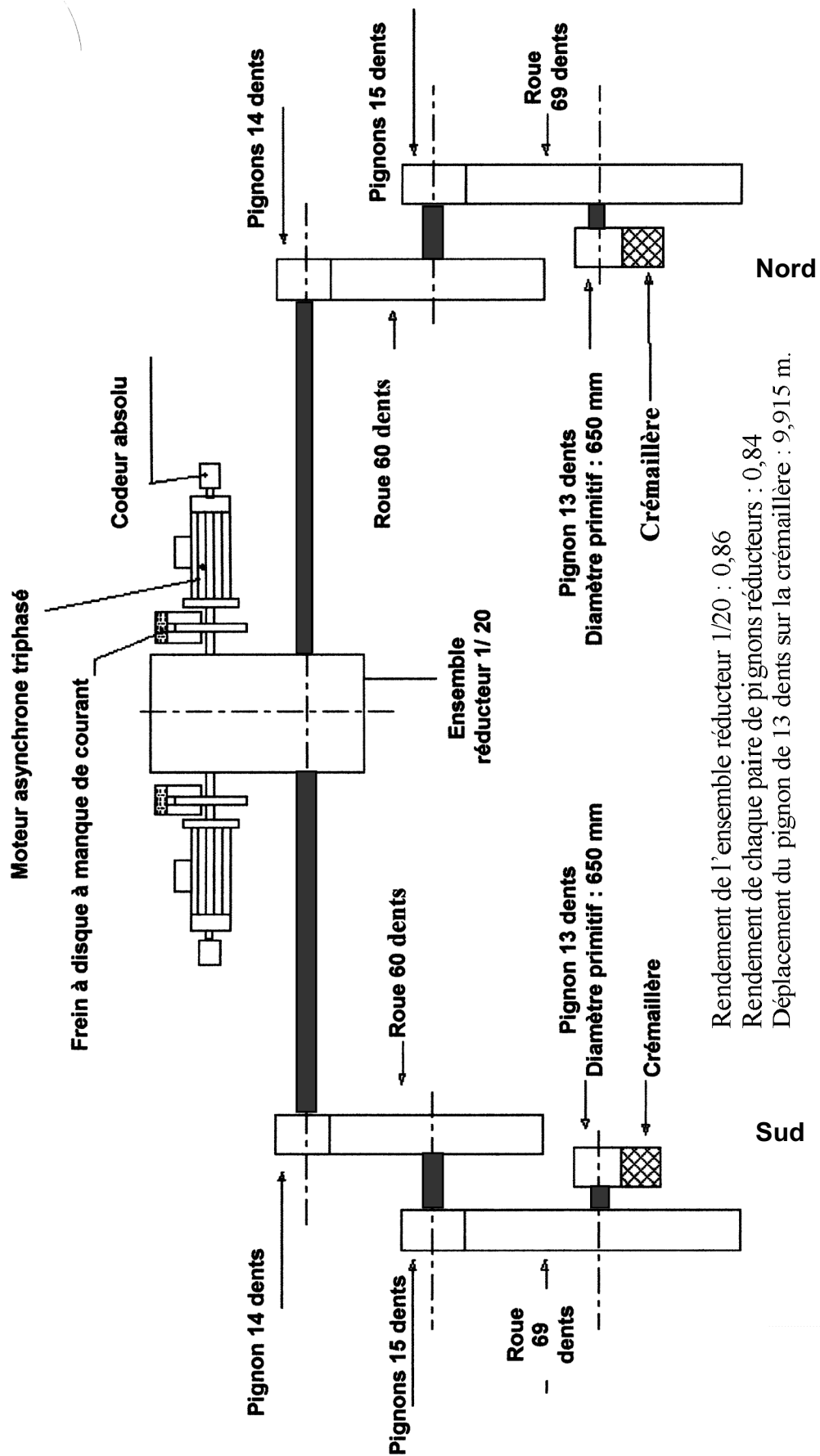


## PONT PINEDE Fiche descriptive



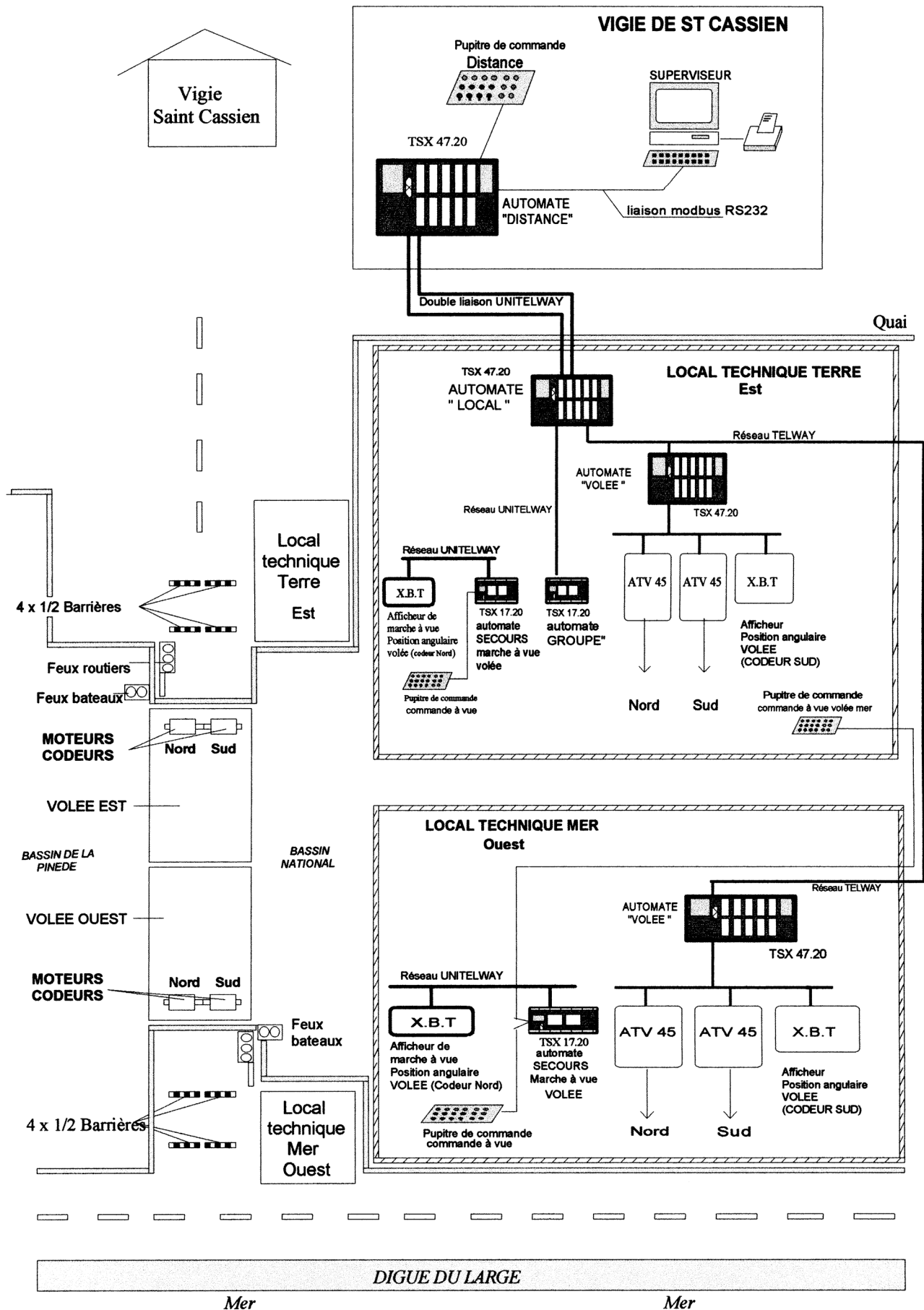
|                                                  |                               |
|--------------------------------------------------|-------------------------------|
| Longueur totale du tablier métallique:           | 2 x 37,50 mètres.             |
| Largeur utile de la chaussée:                    | 6,12 mètres.                  |
| Nombre de voies:                                 | 2 voies.                      |
| Longueur totale des tabliers avec les trottoirs: | 10,67 mètres.                 |
| Hauteur de l'ouvrage:                            | 14 mètres.                    |
| Masse des aciers de charpente:                   | 885 tonnes par volée.         |
| Masse des contre-poids:                          | 400 tonnes par volée.         |
| Tirant d'air sous l'ouvrage:                     | 2,40 mètres (OCM).            |
| Type de structure:                               | Métallique à treillis riveté. |
| Constructeur:                                    | Fives 59000 Lille.            |
| Hauteur limite des véhicules autorisés:          | 4,60 mètres.                  |
| Vitesse autorisée sur le pont:                   | 15 à 30 km/h.                 |
| Temps d'ouverture ou de fermeture du pont:       | 2 minutes.                    |

## Mécanisme d'entraînement du pont pinède

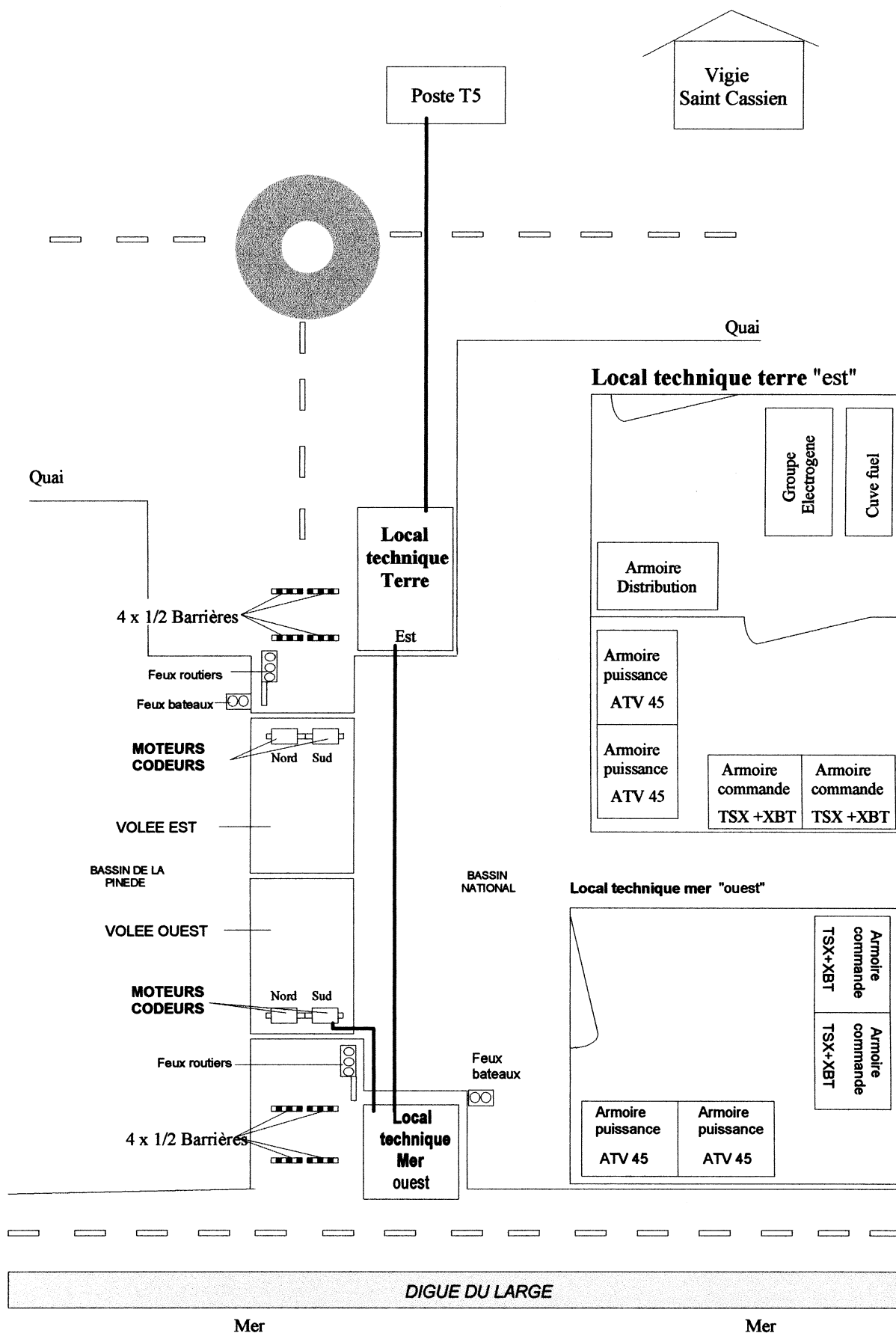




# IMPLANTATION DES DIFFERENTES INSTALLATIONS



# IMPLANTATION DES DIFFERENTES ARMOIRES ELECTRIQUES



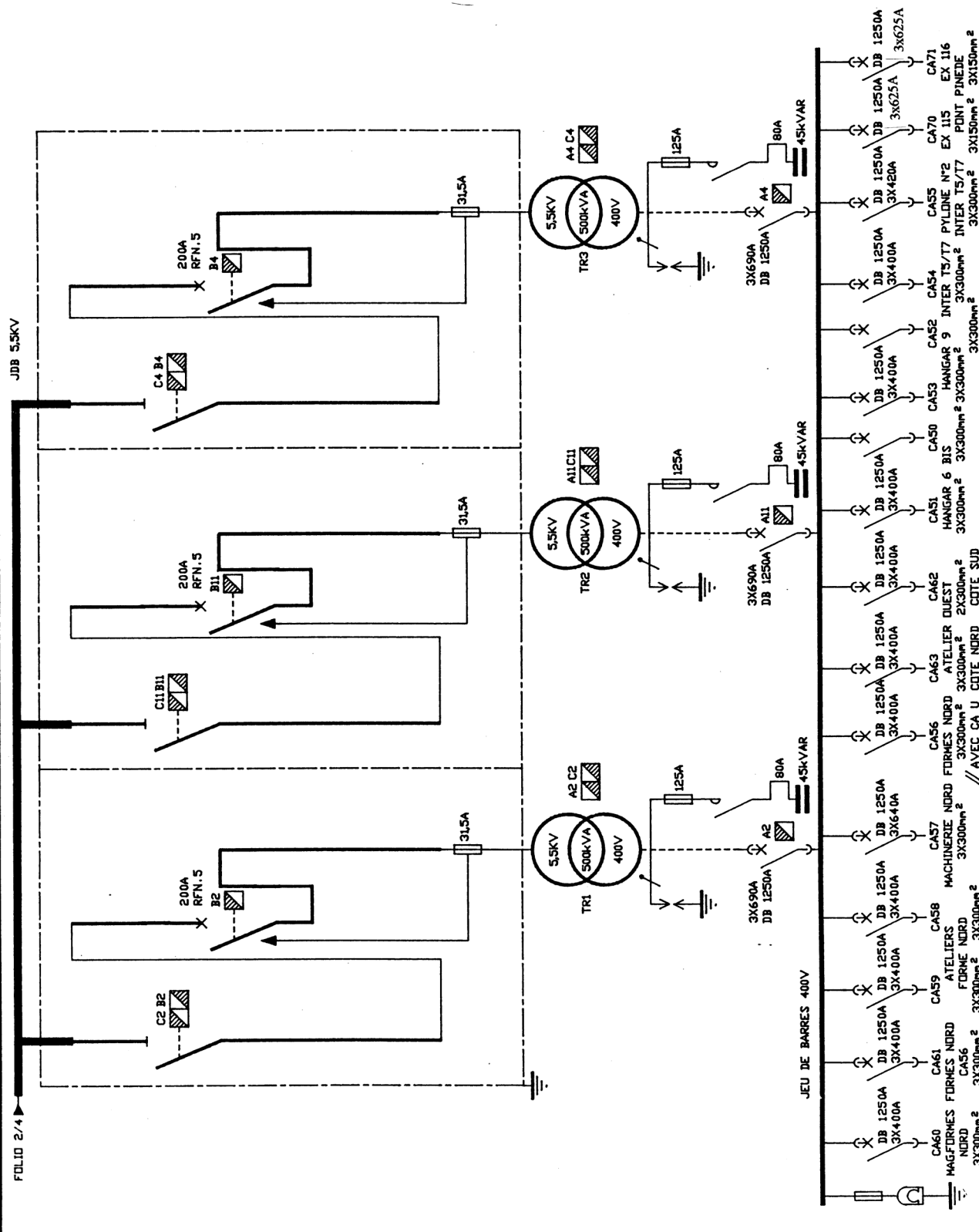
|     |          |                   |       |     |      |             |     |
|-----|----------|-------------------|-------|-----|------|-------------|-----|
| B   | 11.08.95 | MISE A JOUR       | APAVE |     |      |             |     |
| A   | 01.08.94 | MISE A JOUR       | APAVE |     |      |             |     |
| 0   | 01.01.91 | EDITION ORIGINALE | APAVE |     |      |             |     |
| IND | DATE     | DESIGNATION       | NOM   | IND | DATE | DESIGNATION | NOM |

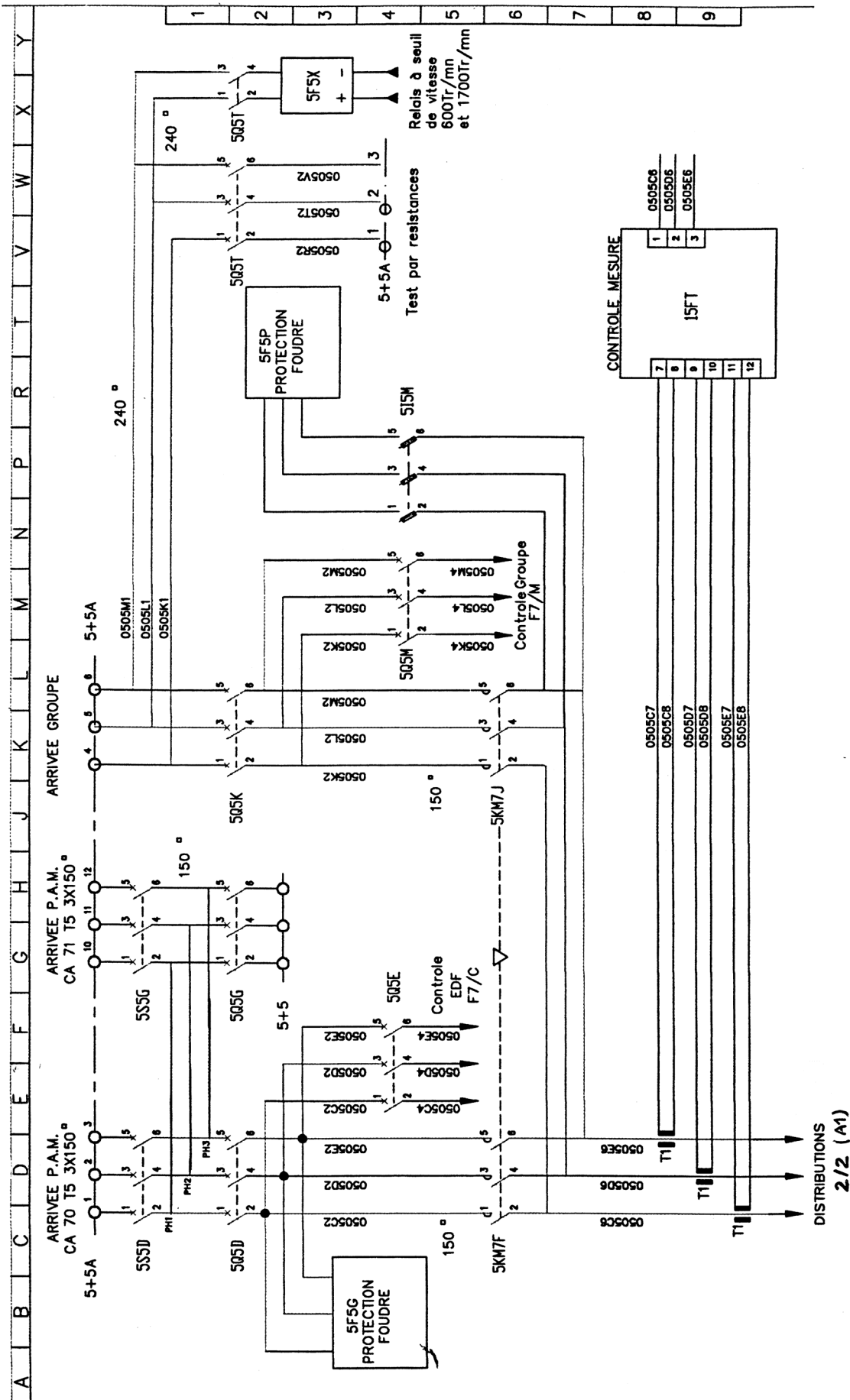


## PORT AUTONOME DE MARSEILLE

POSTE DE TRANSFORMATION T5  
ALIMENTATION GENERALE 400V

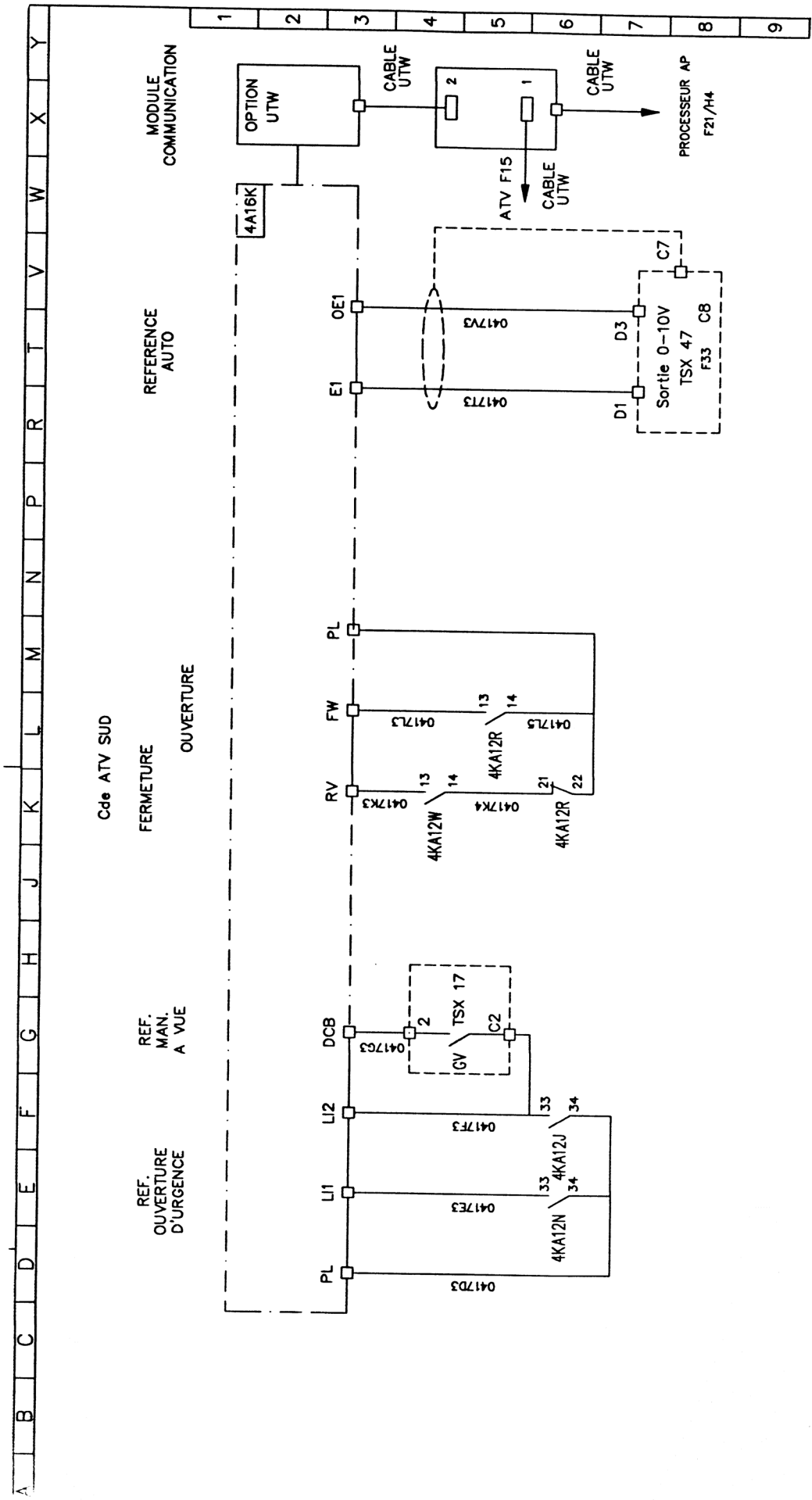
FOLIO 4/4











EXTRAITS DU  
DOCUMENT DE SPECIFICATION  
ET DE  
CONCEPTION DU SYSTEME  
concernant la fermeture du pont.

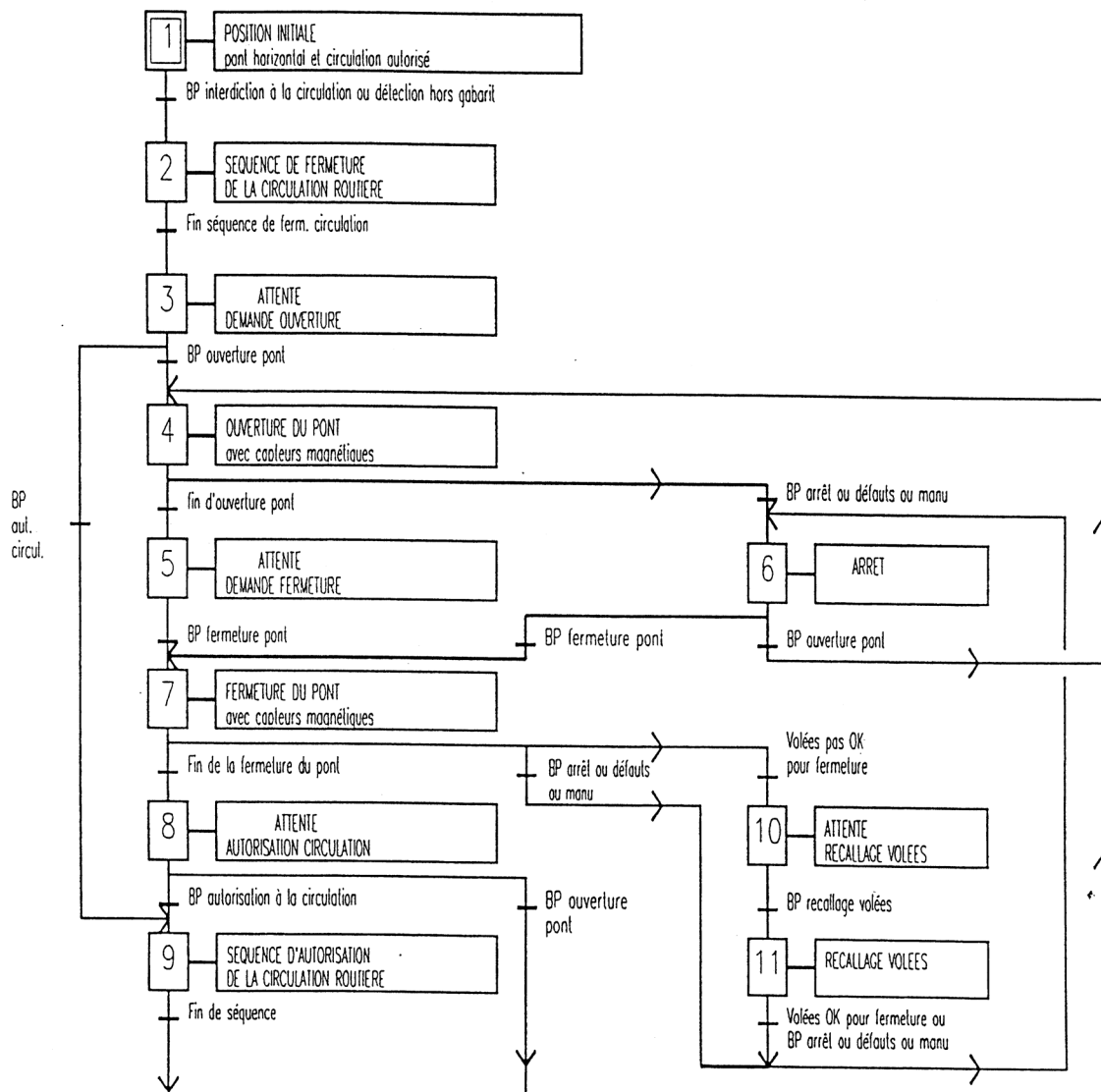


# DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT AUTOMATIQUE DU PONT

## SEQUENCEMENT GENERAL

Sur les pupitres Local/Distant, il y a 6 boutons poussoirs lumineux (Fermeture accès, Ouverture accès, Arrêt pont, Fermeture pont, Ouverture pont, Recallage volées) qui sont utilisables selon une séquence contrôlée par l'automate 'Local'. La ou les manoeuvres possibles dans un état donné de l'ouvrage sont indiquées par un 'clignotement' des voyants concernés, le voyant éclairé en 'fixe' indique la manoeuvre en cours.

Le fonctionnement automatique du pont est décrit par le séquentiel suivant (BP=Bouton Poussoir) :



|                               |                                                          |       |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------|-------|
| PORT AUTONOME<br>DE MARSEILLE | DOCUMENT DE SPECIFICATION ET DE<br>CONCEPTION DU SYSTEME | FOLIO |
|                               |                                                          | 35/68 |
| Projet<br>PONT PINEDE         | DSCS 5261529/PNT                                         | G     |

## **MANOEUVRE DE FERMETURE DU PONT**

Au cours de la fermeture, le séquentiel va fonctionner sous un système Maître/Esclave. La volée OUEST est la volée maîtresse qui est positionnée en priorité en brochage. La volée EST, elle, est la volée esclave qui attend à sa position de ralentissement ( 13° ) que la volée maître soit arrivée en prébrochage avant de partir à son tour pour sa position de prébrochage. La volée OUEST se broche en premier , suivi de la volée EST. Une fois les 2 volées brochées correctement, l'assise totale du pont est réalisée.

L'ensemble des positions des deux volées seront détectés par les codeurs absolus:

|                            |       |
|----------------------------|-------|
| Position ouverture totale: | 77° 5 |
| Position ralentissement:   | 13°   |
| Position prébrochage:      | 11°   |
| Position brochage:         | 9°    |
| Position fermeture totale  | 2°    |

### **DESCRIPTIF DU SEQUENTIEL DE FERMETURE DES VOLEES.**

A partir de la position d'ouverture totale, repérée par le codeur, les deux volées vont être commandées en fermeture à grande vitesse (fréquence des ATV de 67 Hz).

Elles vont par la suite passer dans une position de ralentissement. A partir de cette position de ralentissement la volée esclave est arrêtée, tandis que la volée maître poursuit sa course à demi vitesse (fréquence de l' ATV de 33,5 Hz)

La volée maître passe par sa position de prébrochage. La volée esclave redémarre sa course à demi-vitesse (fréquence de l'ATV de 33 Hz) alors que la volée maître continue sa course à faible vitesse (fréquence de l'ATV de 4Hz environ).

La volée esclave passe par sa position de prébrochage: elle continue sa course à faible vitesse ( fréquence de l'ATV 4 Hz ).

La volée maître arrive en position de brochage et s'arrête le temps de positionner la volée esclave dans le même état.

Une fois la volée maître en état de brochage, la même manoeuvre sera effectuée pour positionner en brochage la volée esclave.

Une fois les deux volées amenées dans la même position de brochage, une temporisation de 3 seconde est amorcée. A la fin de cette temporisation, les deux volées seront brochées à faible vitesse (fréquence des ATV de 12 Hz), en surveillant l'intensité des deux moteurs.

La fin de manoeuvre est validée

Lors de cette fermeture les volées seront donc positionnées en brochage par des manoeuvres séparées. De cette manière, l'on évitera tout problème d'asynchronisme entre les volées.

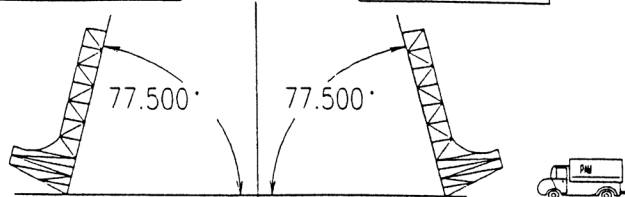
**Le croquis fourni précise chaque étape de la fermeture: (page suivante)**

|                               |                                                          |       |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------|-------|
| PORT AUTONOME<br>DE MARSEILLE | DOCUMENT DE SPECIFICATION ET DE<br>CONCEPTION DU SYSTEME | FOLIO |
|                               |                                                          | 54/68 |
| Projet<br>PONT PINEDE         | DSCS 5261529/PNT                                         | G     |

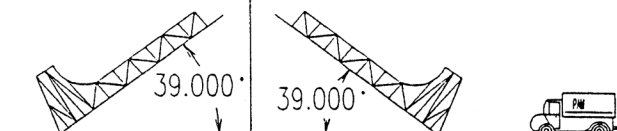
VOLEE OUEST

VOLEE EST

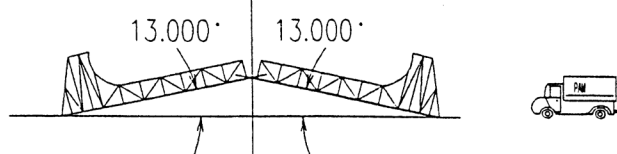
<B>



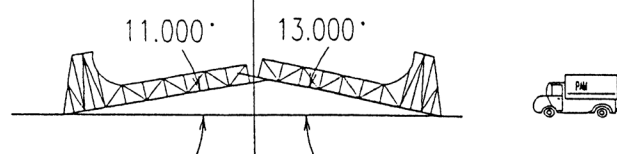
Les deux volées sont ouvertes à 77,5° (ou à une position supérieure à 13° pour ne présenter aucun risque pour la sécurité).



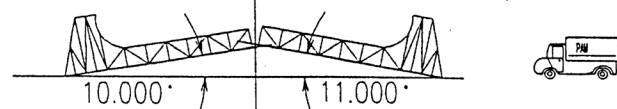
Les deux volées se ferment à grande vitesse.(67Hz).



Les 2 volées arrivent en zone de ralentissement. La volée OUEST continue sa course à demi-vitesse (33,5Hz), pendant que la volée EST est stoppée en attendant que la volée OUEST soit en position de prébrochage.



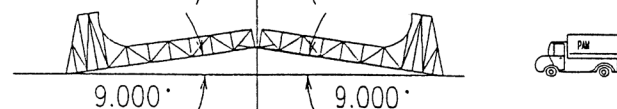
La volée OUEST arrive en zone de prébrochage et ralentit fortement pour se positionner en brochage(4Hz). La volée EST redémarre à demi-vitesse (33,5Hz)



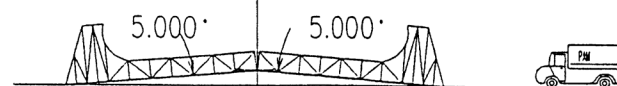
La volée EST arrive en zone de prébrochage et ralentit fortement pour se positionner en brochage à faible vitesse. (4Hz)



La volée OUEST est parfaitement positionnée en brochage et s'arrête en attendant la même position pour la volée EST.



Les 2 volées sont arrivées en zone de brochage : arrêt et attente de stabilisation pendant 3 secondes.



Les 2 volées se brochent à petite vitesse. (12Hz)



Les 2 volées sont fermées et repérées par les capteurs de "fin de course fermeture".

**Croquis décrivant les phases de la fermeture du pont**

PORT AUTONOME  
DE MARSEILLE

DOCUMENT DE SPECIFICATION ET DE  
CONCEPTION DU SYSTEME

FOLIO  
55/68

Projet  
PONT PINEDE

DSCS 5261529/PNT

G

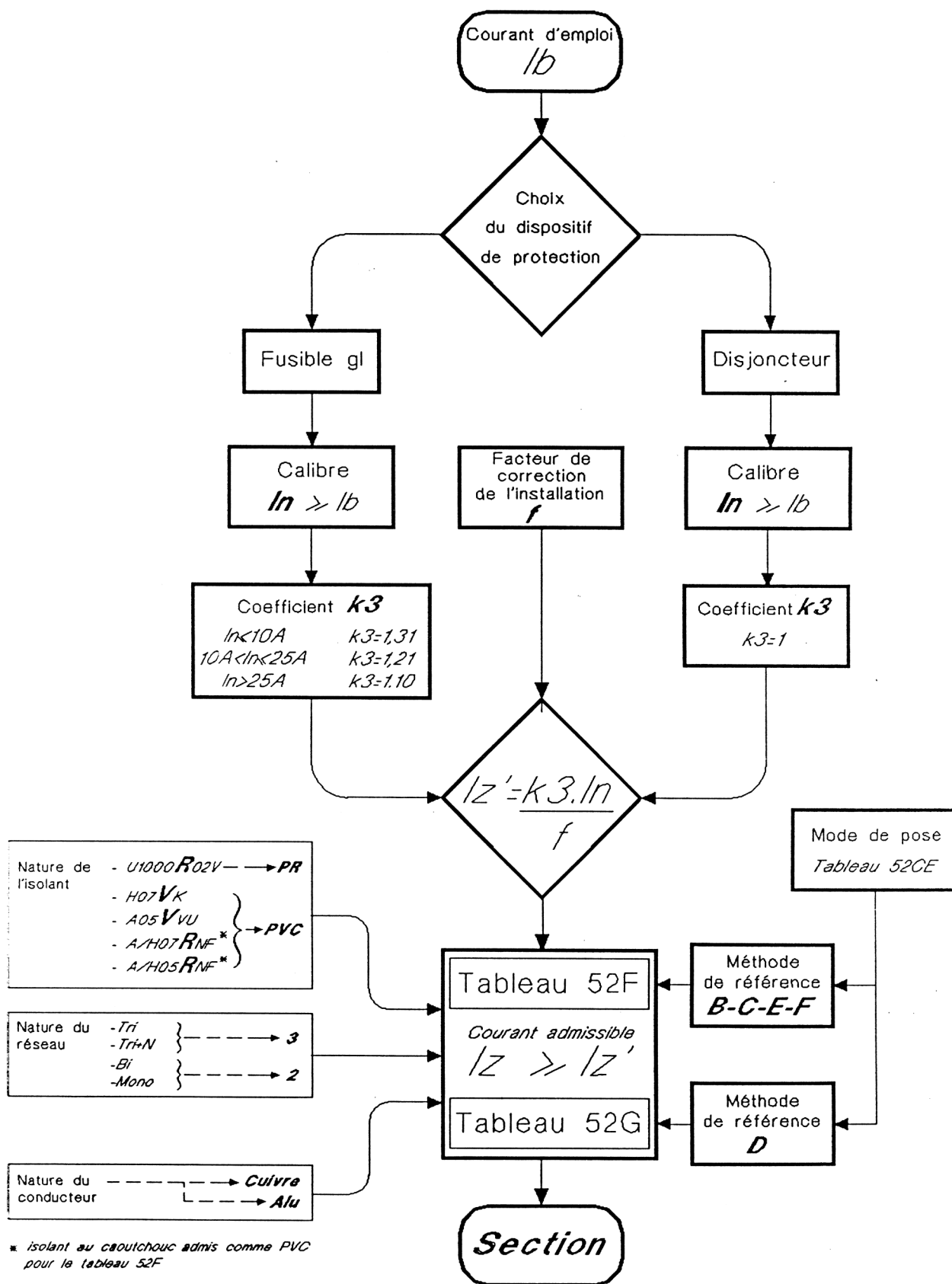
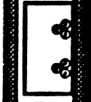
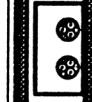
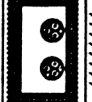
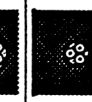
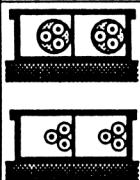
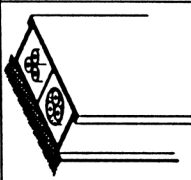
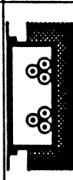
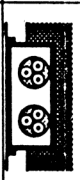
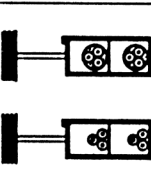
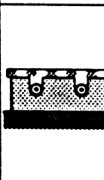
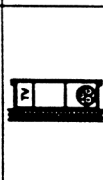
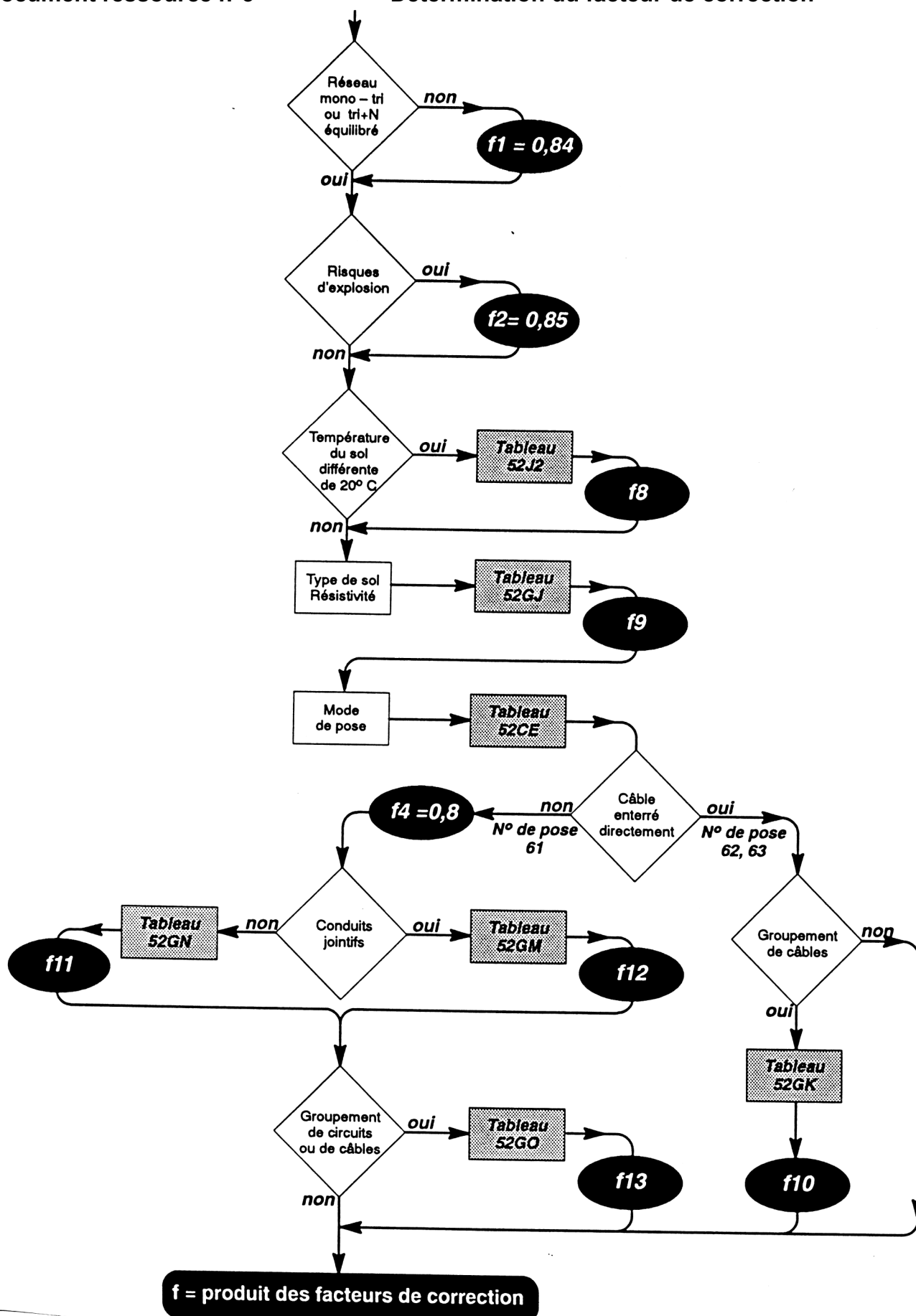


tableau 52CE

| Exemple                                                                               | Description                                                                                                             | N° de pose | Méthode de référence | f4    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------|-------|
|    | Câbles mono ou multiconducteurs dans des vides de construction                                                          | 21         | B                    | 0.95  |
|    | Conducteurs isolés dans des vides de construction                                                                       | 22         | B                    | 0.95  |
|    | Câbles mono ou multiconducteurs dans des conduits dans des vides de construction                                        | 22A        | B                    | 0.865 |
|    | Conducteurs isolés dans des conduits profilés dans des vides de construction                                            | 23         | B                    | 0.95  |
|    | Câbles mono ou multiconducteurs dans des conduits profilés dans des vides de construction                               | 23A        | B                    | 0.865 |
|    | Conducteurs isolés dans des conduits profilés noyés dans la construction                                                | 24         | B                    | 0.95  |
|    | Câbles mono ou multiconducteurs dans des conduits profilés noyés dans la construction                                   | 24A        | B                    | 0.865 |
|    | Câbles mono ou multiconducteurs dans:<br>– des faux-plafonds<br>– des plafonds suspendus                                | 25         | B                    | 0.95  |
|   | Câbles mono ou multiconducteurs dans des conduits ou dans des conduits profilés enterrés ou dans des fourreaux enterrés | 61         | D                    | 0.8   |
|  | Câbles mono ou multiconducteurs enterrés sans protection mécanique complémentaire                                       | 62         | D                    | 1     |
|  | Câbles mono ou multiconducteurs enterrés avec protection mécanique complémentaire                                       | 63         | D                    | 1     |

| Exemple                                                                              | Description                                                                                                            | N° de pose | Méthode de référence | f4                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------|-----------------------|
|    | Conducteurs isolés ou câbles mono ou multiconducteurs dans des goulottes fixées aux parois<br>– en parcours horizontal | 31<br>31A  | B<br>B               | 1<br>0.9              |
|    | – en parcours vertical                                                                                                 | 32<br>32A  | B<br>B               | 1<br>0.9              |
|    | Conducteurs isolés dans des goulottes encastrées dans des planchers                                                    | 33         | B                    | 1                     |
|    | Câbles mono ou multiconducteurs dans des goulottes encastrées dans des planchers                                       | 33A        | B                    | 0.9                   |
|    | Conducteurs isolés dans des goulottes suspendues<br>Câbles mono ou multiconducteurs dans des goulottes suspendues      | 34<br>34A  | B<br>B               | 1<br>0.9              |
|   | Conducteurs isolés dans des moulures                                                                                   | 71         | B                    | 1                     |
|  | Conducteurs isolés ou câbles mono ou multiconducteurs dans des plinthes rainurées                                      | 72         | B                    | 0.95 pour câble multi |
|  | Conducteurs isolés ou câbles mono ou multiconducteurs dans des chambres                                                | 73         | B                    | 0.95 pour câble multi |
|  | Conducteurs isolés ou câbles mono ou multiconducteurs dans des séries de fenêtres                                      | 74         | B                    | 0.95 pour câble multi |



**f8** en fonction des températures du sol

tableau 52J2

| Température du sol (°C) | Isolation |          |
|-------------------------|-----------|----------|
|                         | PVC       | PR – EPR |
| 10                      | 1,1       | 1,07     |
| 15                      | 1,05      | 1,04     |
| 20                      | 1         | 1        |
| 25                      | 0,95      | 0,96     |
| 30                      | 0,90      | 0,93     |
| 35                      | 0,84      | 0,89     |
| 40                      | 0,77      | 0,85     |
| 45                      | 0,71      | 0,8      |
| 50                      | 0,65      | 0,76     |
| 55                      | 0,60      | 0,71     |
| 60                      | 0,55      | 0,65     |
| 65                      |           | 0,6      |
| 70                      |           | 0,53     |
| 75                      |           | 0,46     |
| 80                      |           | 0,38     |

**f9** en fonction de la résistivité du sol

tableau 52J3

| Résistivité électrique du terrain (kmW) | Facteur de correction | Observations          |                   |                     |
|-----------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|---------------------|
|                                         |                       | Humidité              | Nature du terrain |                     |
| 0,4                                     | 1,25                  | Pose immergée         | Marécages         | Argile et calcaire  |
| 0,5                                     | 1,21                  | Terrains très humides | Sabls             |                     |
| 0,7                                     | 1,13                  | Terrains humides      |                   |                     |
| 0,85                                    | 1,05                  | Terrain du normal     |                   |                     |
| 1                                       | 1                     | Terrain sec           |                   | Cendres et mâchefer |
| 1,2                                     | 0,94                  |                       |                   |                     |
| 1,5                                     | 0,88                  | Terrain très sec      |                   |                     |
| 2                                       | 0,78                  |                       |                   |                     |
| 2,5                                     | 0,7                   |                       |                   |                     |
| 6                                       | 0,45                  |                       |                   |                     |

**f10** pour le groupement de plusieurs câbles posés directement dans le sol (câbles mono ou multi-électrodes disposés horizontalement ou verticalement)

tableau 52K

| Distance entre câbles ou groupements de 3 câbles monoconducteurs |                    |                      |       |      |      |                       |               |
|------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------|-------|------|------|-----------------------|---------------|
| Nombre de câbles ou de circuits                                  | Tube câbles joints | Un diamètre de câble | 0,25m | 0,5m | 1m   | Méthodes de référence | Modes de pose |
| 2                                                                | 0,75               | 0,78                 | 0,84  | 0,88 | 0,92 | D                     | 62, 63        |
| 3                                                                | 0,64               | 0,67                 | 0,74  | 0,78 | 0,85 |                       |               |
| 4                                                                | 0,57               | 0,61                 | 0,62  | 0,73 | 0,82 |                       |               |
| 5                                                                | 0,52               | 0,56                 | 0,65  | 0,71 | 0,8  |                       |               |
| 6                                                                | 0,49               | 0,53                 | 0,6   | 0,69 | 0,78 |                       |               |

**f11** pour les conduits enterrés non jointés disposés horizontalement ou verticalement (à raison d'un câble ou d'un groupement de 3 câbles monoconducteurs)

tableau 52GN

| Distances entre conduits |       |      |      | Méthodes de référence | Modes de pose |
|--------------------------|-------|------|------|-----------------------|---------------|
| Nombre de conduits       | 0,25m | 0,5m | 1m   |                       |               |
| 2                        | 0,93  | 0,95 | 0,97 | D                     | E1            |
| 3                        | 0,87  | 0,91 | 0,95 |                       |               |
| 4                        | 0,84  | 0,89 | 0,94 |                       |               |
| 5                        | 0,81  | 0,87 | 0,93 |                       |               |
| 6                        | 0,79  | 0,86 | 0,93 |                       |               |

**f12** pour les conduits enterrés jointés en fonction de leur disposition

tableau 52GM

| Mode de pose N° 61                        |                                             |      |      |      |      |      |  |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------|------|------|------|------|------|--|
| 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 |  |

**f13** dans le cas de plusieurs circuits ou câbles dans un même conduit enterré

tableau 52GO

| Disposition de circuits ou de câbles jointés | Facteurs de correction                           |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      | Méthodes de référence | Modes de pose |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------------------|---------------|
|                                              | Nombre de circuits et de câbles multiconducteurs |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |                       |               |
|                                              | 1                                                | 2    | 3    | 4   | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 15   | 20   |                       |               |
| Posés dans un conduit enterré                | 1                                                | 0,71 | 0,58 | 0,5 | 0,45 | 0,41 | 0,38 | 0,35 | 0,33 | 0,29 | 0,25 | 0,22 | D                     | E1            |

TABLEAU 52 G

**Courants admissibles (en ampères) dans les canalisations enterrées  
(méthode de référence D)**

| SECTION DES<br>CONDUCTEURS<br>(mm <sup>2</sup> ) | NOMBRE DE CONDUCTEURS CHARGÉS ET TYPE D'ISOLATION |       |      |      |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------|------|------|
|                                                  | PVC 3                                             | PVC 2 | PR 3 | PR 2 |
| <b>CUIVRE</b>                                    |                                                   |       |      |      |
| 1,5                                              | 26                                                | 32    | 31   | 37   |
| 2,5                                              | 34                                                | 42    | 41   | 48   |
| 4                                                | 44                                                | 54    | 53   | 63   |
| 6                                                | 56                                                | 67    | 66   | 80   |
| 10                                               | 74                                                | 90    | 87   | 104  |
| 16                                               | 96                                                | 116   | 113  | 136  |
| 25                                               | 123                                               | 148   | 144  | 173  |
| 35                                               | 147                                               | 178   | 174  | 208  |
| 50                                               | 174                                               | 211   | 206  | 247  |
| 70                                               | 216                                               | 261   | 254  | 304  |
| 95                                               | 256                                               | 308   | 301  | 360  |
| 120                                              | 290                                               | 351   | 343  | 410  |
| 150                                              | 328                                               | 397   | 387  | 463  |
| 185                                              | 367                                               | 445   | 434  | 518  |
| 240                                              | 424                                               | 514   | 501  | 598  |
| 300                                              | 480                                               | 581   | 565  | 677  |
| <b>ALUMINIUM</b>                                 |                                                   |       |      |      |
| 10                                               | 57                                                | 68    | 67   | 80   |
| 16                                               | 74                                                | 88    | 87   | 104  |
| 25                                               | 94                                                | 114   | 111  | 133  |
| 35                                               | 114                                               | 137   | 134  | 160  |
| 50                                               | 134                                               | 161   | 160  | 188  |
| 70                                               | 167                                               | 200   | 197  | 233  |
| 95                                               | 197                                               | 237   | 234  | 275  |
| 120                                              | 224                                               | 270   | 266  | 314  |
| 150                                              | 254                                               | 304   | 300  | 359  |
| 185                                              | 285                                               | 343   | 337  | 398  |
| 240                                              | 328                                               | 396   | 388  | 458  |
| 300                                              | 371                                               | 447   | 440  | 520  |

Lorsque les câbles enterrés sont posés dans des fourreaux, un facteur de réduction de 0,80 est à appliquer aux valeurs du tableau 52 G.



## Détermination des courants de court-circuits (lcc)

### lcc en un point quelconque de l'installation

Déterminer résistances et réactances de chaque partie de l'installation

| partie de l'installation         | valeurs à considérer                                                                                                                               | résistances (mΩ)                                                                                                                                 | réactances (mΩ) |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| réseau amont <sup>(1)</sup>      | $R_1 = 0,1 \times Q$                                                                                                                               | $X_1 = 0,995 Z_{\text{c}}$<br>$Z_{\text{c}} = \frac{U_n}{S_{\text{KQ}}}$                                                                         |                 |
| transformateur                   | $R_2 = \frac{W_c \times U^2}{S^2} \times 10^{-3}$<br>$W_c$ = pertes cuivre (W) <sup>(2)</sup><br>$S$ = puissance apparente du transformateur (kVA) | $X_2 = \sqrt{Z^2 - R^2}$<br>$Z = \frac{U_{\text{cc}}}{100} \times \frac{U^2}{S}$<br>$U_{\text{cc}}$ = tension de court-circuit du transfo (en %) |                 |
| liaison en câbles <sup>(3)</sup> | $R_3 = \rho \frac{L}{S^{(4)}}$<br>$\rho = 18,51$ (Cu)<br>ou $29,41$ (Al)<br>$L$ en m<br>$S$ en mm <sup>2</sup>                                     | $X_3 = 0,09L$ (câbles uni joints)<br>$X_3 = 0,13L^{(3)}$ (câbles uni espacés)<br>$L$ en m                                                        |                 |
| en barres                        | $R_3 = \rho \frac{L}{S^{(4)}}$<br>$\rho = 18,51$ (Cu)<br>ou $29,41$ (Al)<br>$L$ en m<br>$S$ en mm <sup>2</sup>                                     | $X_3 = 0,15L^{(5)}$<br>$L$ en m                                                                                                                  |                 |
| disjoncteur rapide sélectif      | $R_4$ négligeable<br>$R_4$ négligeable                                                                                                             | $X_4$ négligeable<br>$X_4$ négligeable                                                                                                           |                 |

(1)  $S_{\text{KQ}}$  : puissance de court-circuit du réseau à haute tension en kVA.

(2) Pour les valeurs des pertes cuivre, lire les valeurs correspondantes dans le tableau de la page K77.

(3) Réactance linéique des conducteurs en fonction de la disposition des câbles et des types.

(4) S'il y a plusieurs conducteurs en parallèle par phase diviser la résistance et la réactance d'un conducteur par le nombre de conducteurs.

$R$  est négligeable pour les sections supérieures à 240 mm<sup>2</sup>.

(5) Réactance linéique des jeux de barres (Cu ou AL) en valeurs moyennes.

Valeur de l'cc en un point de l'installation par la méthode suivante : (méthode utilisée par le logiciel Ecodial 3 en conformité avec la norme NF C 15-500).

#### 1. calculer :

la somme  $R_t$  des résistances situées en amont de ce point :  
 $R_t = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$  et la somme  $X_t$  des réactances situées en amont de ce point :  
 $X_t = X_1 + X_2 + X_3 + \dots$

#### 2. calculer :

$$lcc \text{ maxi.} = \frac{mc U_n}{\sqrt{3} \sqrt{R_t^2 + X_t^2}} \text{ kA.}$$

$R_t$  et  $X_t$  exprimées en mΩ

#### Important :

■  $U_n$  = tension nominale entre phases du transformateur (400 V)

■  $m$  = facteur de charge à vide = 1,05

■  $c$  = facteur de tension = 1,05.

#### Exemple

| schéma | partie de l'installation                                                                                                         | résistances (mΩ)                                                         | réactances (mΩ)                                                                                 |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        | réseau amont<br>$S_{\text{KQ}} = 500\,000$ kVA                                                                                   | $R_1 = \frac{(1,05 \times 400)^2}{500\,000} \times 0,1$<br>$R_1 = 0,035$ | $X_1 = \frac{(1,05 \times 400)^2}{500\,000} \times 0,995$<br>$X_1 = 0,351$                      |
|        | transformateur<br>$S_n = 630$ kVA<br>$U_{\text{cc}} = 4\%$<br>$U_n = 420$ V<br>$P_{\text{cu}} = 6\,300$ W                        | $R_2 = \frac{6\,300 \times 420^2 \times 10^{-3}}{630^2}$<br>$R_2 = 2,8$  | $X_2 = \sqrt{\left(\frac{4}{100} \times \frac{420^2}{630}\right)^2 - (2,8)^2}$<br>$X_2 = 10,84$ |
|        | liaison (câbles)<br>transformateur<br>disjoncteur<br>3 x (1 x 150 mm <sup>2</sup> )<br>Cu par phase<br>L = 5 m                   | $R_3 = \frac{18,51 \times 5}{150 \times 3}$<br>$R_3 = 0,20$              | $X_3 = 0,09 \times \frac{5}{3}$<br>$X_3 = 0,15$                                                 |
|        | disjoncteur rapide<br>M1                                                                                                         | $R_4 = 0$                                                                | $X_4 = 0$                                                                                       |
|        | liaison<br>disjoncteur<br>départ 2<br>barres (Cu)<br>1 x 80 x 5 mm <sup>2</sup><br>par phase<br>L = 2 m                          | $R_5 = \frac{18,51 \times 2}{400}$<br>$R_5 = 0,09$                       | $X_5 = 0,15 \times 2$<br>$X_5 = 0,30$                                                           |
|        | disjoncteur rapide<br>M2                                                                                                         | $R_6 = 0$                                                                | $X_6 = 0$                                                                                       |
|        | liaison (câbles)<br>tableau<br>général BT<br>tableau<br>secondaire<br>1 x (1 x 185 mm <sup>2</sup> )<br>Cu par phase<br>L = 70 m | $R_7 = 18,51 \times \frac{70}{185}$<br>$R_7 = 7$                         | $X_7 = 0,13 \times 70$<br>$X_7 = 9,1$                                                           |
|        | tableau secondaire<br>M3                                                                                                         |                                                                          |                                                                                                 |

#### Calcul des intensités de court-circuit (kA)

|    | résistances (mΩ)              | réactances (mΩ)               | lcc (kA)                                                                               |
|----|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| en | $R_{t1} = R_1 + R_2 + R_3$    | $X_{t1} = X_1 + X_2 + X_3$    | $\frac{1,05 \times 1,05 \times 400}{\sqrt{3} \sqrt{(3,03)^2 + (11,34)^2}} = 21,70$ kA  |
| M1 | $R_{t1} = 3,03$               | $X_{t1} = 11,34$              |                                                                                        |
| en | $R_{t2} = R_{t1} + R_4 + R_5$ | $X_{t2} = X_{t1} + X_4 + X_5$ | $\frac{1,05 \times 1,05 \times 400}{\sqrt{3} \sqrt{(3,12)^2 + (11,64)^2}} = 21,20$ kA  |
| M2 | $R_{t2} = 3,12$               | $X_{t2} = 11,64$              |                                                                                        |
| en | $R_{t3} = R_{t2} + R_6 + R_7$ | $X_{t3} = X_{t2} + X_6 + X_7$ | $\frac{1,05 \times 1,05 \times 400}{\sqrt{3} \sqrt{(10,12)^2 + (20,74)^2}} = 11,05$ kA |
| M3 | $R_{t3} = 10,12$              | $X_{t3} = 20,74$              |                                                                                        |

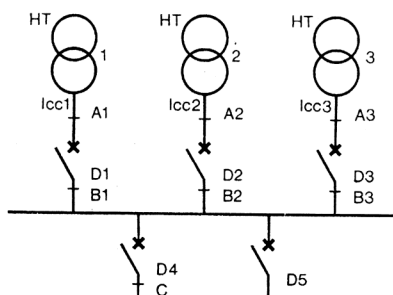
## Circuits alimentés par plusieurs transformateurs en parallèle

### 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.

#### Cas de plusieurs transformateurs



Dans le cas de plusieurs transformateurs en parallèle<sup>(1)</sup> :

- le disjoncteur de source D1 doit posséder un pouvoir de coupure supérieur à la plus grande des 2 valeurs suivantes :
  - soit  $lcc1$  (cas du court-circuit en B1)
  - soit  $lcc2 + lcc3$  (cas du court-circuit en A1)
- le disjoncteur de départ D4 doit posséder un pouvoir de coupure supérieur à  $lcc1 + lcc2 + lcc3$ .

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).

(1) Pour coupler plusieurs transformateurs en parallèle, il faut que les transformateurs possèdent :

- le même  $U_{cc}$
- le même rapport de transformation
- le même couplage
- et que le rapport des puissances entre 2 transformateurs soit au maximum de 2.

#### Exemple

3 arrivées transformateurs 20 kV/400 V de 800 kVA chacun ( $I_n = 1\,127\text{ A}$ ).

Des départs, dont un départ de 400 A, un départ de 200 A et un départ de 100 A.

Quels disjoncteurs installer sur les arrivées et sur les départs ?

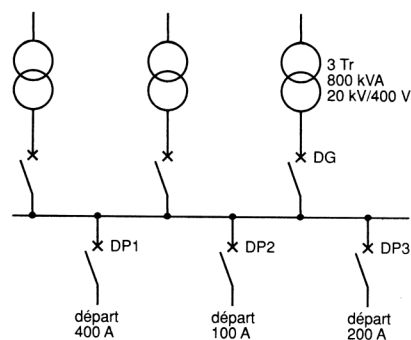
##### ■ Disjoncteurs d'arrivée :

on choisira des disjoncteurs Masterpact M12H1 débrochables ou des disjoncteurs C1251N STR débrochables. Le choix s'effectuera en fonction des options dont on souhaite disposer (à noter qu'il serait également possible d'installer des disjoncteurs CM1250N fixes).

##### ■ Disjoncteurs de départs :

on choisira un disjoncteur NS400H pour le départ 400 A, un disjoncteur NS250H pour le départ 200 A et un disjoncteur NS100H pour le départ 100 A.

Ces disjoncteurs présentent l'avantage d'être sélectifs (sélectivité totale) avec les disjoncteurs M12H1 ou C1251N STR.

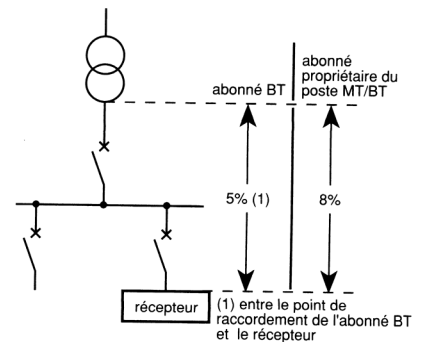


# Détermination des chutes de tension admissibles

## Calcul de la chute de tension

La chute de tension en ligne en régime permanent est à prendre en compte pour l'utilisation du récepteur dans des conditions normales (limites fixées par les constructeurs des récepteurs).

La norme NF C 15-100 impose que la chute de tension entre l'origine de l'installation BT et tout point d'utilisation n'excède pas les valeurs du tableau ci-contre. D'autre part la norme NF C 15-100 § 552-2 limite la puissance totale des moteurs installés chez l'abonné BT tarif bleu. Pour des puissances supérieures aux valeurs indiquées dans le tableau ci-dessous, l'accord du distributeur d'énergie est nécessaire.



Plus simplement, les tableaux ci-dessous donnent la chute de tension en % dans 100 m de câble, en 400 V/50 Hz triphasé, en fonction de la section du câble et du courant véhiculé (In du récepteur). Ces valeurs sont données pour un cos φ de 0,85 dans le cas d'un moteur et de 1 pour un récepteur non inductif.

Ces tableaux peuvent être utilisés pour des longueurs de câble L ≠ 100 m : il suffit d'appliquer au résultat le coefficient L/100.

## Chute de tension maximale entre l'origine de l'installation BT et l'utilisation

|                                                           | éclairage | autres usages<br>(force motrice) |
|-----------------------------------------------------------|-----------|----------------------------------|
| abonné alimenté par le réseau BT de distribution publique | 3 %       | 5 %                              |
| abonné propriétaire de son poste HT-A/BT                  | 6 %       | 8 % (1)                          |

(1) Entre le point de raccordement de l'abonné BT et le moteur.

## Chute de tension dans 100 m de câble en 400 V/50 Hz triphasé (%)

cos φ = 0,85

| câble<br>S (mm²)<br>In (A) | cuivre |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  | aluminium |    |    |    |    |    |    |     |     |  |  |  |  |  |  |
|----------------------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|-----------|----|----|----|----|----|----|-----|-----|--|--|--|--|--|--|
|                            | 1,5    | 2,5 | 4   | 6   | 10  | 16  | 25  | 35  | 50  | 70  | 95  | 120 | 150 |  |  | 10        | 16 | 25 | 35 | 50 | 70 | 95 | 120 | 150 |  |  |  |  |  |  |
| 1                          | 0,5    | 0,4 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |           |    |    |    |    |    |    |     |     |  |  |  |  |  |  |
| 2                          | 1,1    | 0,6 | 0,4 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |           |    |    |    |    |    |    |     |     |  |  |  |  |  |  |
| 3                          | 1,5    | 1   | 0,6 | 0,4 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |           |    |    |    |    |    |    |     |     |  |  |  |  |  |  |
| 5                          | 2,6    | 1,6 | 1   | 0,6 | 0,4 |     |     |     |     |     |     |     |     |  |  |           |    |    |    |    |    |    |     |     |  |  |  |  |  |  |
| 10                         | 5,2    | 3,2 | 2   | 1,4 | 0,8 | 0,5 |     |     |     |     |     |     |     |  |  |           |    |    |    |    |    |    |     |     |  |  |  |  |  |  |
| 16                         | 8,4    | 5   | 3,2 | 2,2 | 1,3 | 0,8 | 0,5 |     |     |     |     |     |     |  |  |           |    |    |    |    |    |    |     |     |  |  |  |  |  |  |
| 20                         |        | 6,3 | 4   | 2,6 | 1,6 | 1   | 0,6 |     |     |     |     |     |     |  |  |           |    |    |    |    |    |    |     |     |  |  |  |  |  |  |
| 25                         |        | 7,9 | 5   | 3,3 | 2   | 1,3 | 0,8 | 0,6 |     |     |     |     |     |  |  |           |    |    |    |    |    |    |     |     |  |  |  |  |  |  |
| 32                         |        |     | 6,3 | 4,2 | 2,6 | 1,6 | 1,1 | 0,8 | 0,5 |     |     |     |     |  |  |           |    |    |    |    |    |    |     |     |  |  |  |  |  |  |
| 40                         |        |     | 7,9 | 5,3 | 3,2 | 2,1 | 1,4 | 1   | 0,7 | 0,5 |     |     |     |  |  |           |    |    |    |    |    |    |     |     |  |  |  |  |  |  |
| 50                         |        |     |     | 6,7 | 4,1 | 2,5 | 1,6 | 1,2 | 0,9 | 0,6 | 0,5 |     |     |  |  |           |    |    |    |    |    |    |     |     |  |  |  |  |  |  |
| 63                         |        |     |     | 8,4 | 5   | 3,2 | 2,1 | 1,5 | 1,1 | 0,8 | 0,6 |     |     |  |  |           |    |    |    |    |    |    |     |     |  |  |  |  |  |  |
| 70                         |        |     |     |     | 5,6 | 3,5 | 2,3 | 1,7 | 1,3 | 0,9 | 0,7 | 0,5 |     |  |  |           |    |    |    |    |    |    |     |     |  |  |  |  |  |  |
| 80                         |        |     |     |     | 6,4 | 4,1 | 2,6 | 1,9 | 1,4 | 1   | 0,8 | 0,6 | 0,5 |  |  |           |    |    |    |    |    |    |     |     |  |  |  |  |  |  |
| 100                        |        |     |     |     | 8   | 5   | 3,3 | 2,4 | 1,7 | 1,3 | 1   | 0,8 | 0,7 |  |  |           |    |    |    |    |    |    |     |     |  |  |  |  |  |  |
| 125                        |        |     |     |     |     | 4,4 | 4,1 | 3,1 | 2,2 | 1,6 | 1,3 | 1   | 0,9 |  |  |           |    |    |    |    |    |    |     |     |  |  |  |  |  |  |
| 160                        |        |     |     |     |     |     | 5,3 | 3,9 | 2,8 | 2,1 | 1,6 | 1,4 | 1,1 |  |  |           |    |    |    |    |    |    |     |     |  |  |  |  |  |  |
| 200                        |        |     |     |     |     |     | 6,4 | 4,9 | 3,5 | 2,6 | 2   | 1,6 | 1,4 |  |  |           |    |    |    |    |    |    |     |     |  |  |  |  |  |  |
| 250                        |        |     |     |     |     |     |     | 6   | 4,3 | 3,2 | 2,5 | 2,1 | 1,7 |  |  |           |    |    |    |    |    |    |     |     |  |  |  |  |  |  |
| 320                        |        |     |     |     |     |     |     |     | 5,6 | 4,1 | 3,2 | 2,6 | 2,3 |  |  |           |    |    |    |    |    |    |     |     |  |  |  |  |  |  |
| 400                        |        |     |     |     |     |     |     |     | 6,9 | 5,1 | 4   | 3,3 | 2,8 |  |  |           |    |    |    |    |    |    |     |     |  |  |  |  |  |  |
| 500                        |        |     |     |     |     |     |     |     |     | 6,5 | 5   | 4,1 | 3,5 |  |  |           |    |    |    |    |    |    |     |     |  |  |  |  |  |  |

cos φ = 1

| câble<br>S (mm²)<br>In (A) | cuivre |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | aluminium |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |
|----------------------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
|                            | 1,5    | 2,5 | 4   | 6   | 10  | 16  | 25  | 35  | 50  | 70  | 95  | 120 | 150 | 185 | 240 | 300       | 10  | 16  | 25  | 35  | 50  | 70  | 95  | 120 | 150 | 185 | 240 | 300 |     |  |
| 1                          | 0,6    | 0,4 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |           |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |
| 2                          | 1,3    | 0,7 | 0,5 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |           |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |
| 3                          | 1,9    | 1,1 | 0,7 | 0,5 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |           | 0,5 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |
| 5                          | 3,1    | 1,9 | 1,2 | 0,8 | 0,5 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |           | 0,7 | 0,5 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |
| 10                         | 6,1    | 3,7 | 2,3 | 1,5 | 0,9 | 0,5 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |           | 1,4 | 0,9 | 0,6 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |
| 16                         | 10,7   | 5,9 | 3,7 | 2,4 | 1,4 | 0,9 | 0,6 |     |     |     |     |     |     |     |     |           | 2,3 | 1,4 | 1   | 0,7 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |
| 20                         |        | 7,4 | 4,6 | 3,1 | 1,9 | 1,2 | 0,7 |     |     |     |     |     |     |     |     |           | 3   | 1,9 | 1,2 | 0,8 | 0,6 |     |     |     |     |     |     |     |     |  |
| 25                         |        | 9,3 | 5,8 | 3,9 | 2,3 | 1,4 | 0,9 | 0,6 |     |     |     |     |     |     |     |           | 3,7 | 2,3 | 1,4 | 1,1 | 0,7 | 0,5 |     |     |     |     |     |     |     |  |
| 32                         |        |     | 7,4 | 5   | 3   | 1,9 | 1,2 | 0,8 | 0,6 |     |     |     |     |     |     |           | 4,8 | 3   | 1,9 | 1,4 | 1   | 0,7 | 0,5 |     |     |     |     |     |     |  |
| 40                         |        |     | 9,3 | 6,1 | 3,7 | 2,3 | 1,4 | 1,1 | 0,7 | 0,5 |     |     |     |     |     |           | 5,9 | 3,7 | 2,3 | 1,7 | 1,2 | 0,8 | 0,6 | 0,5 |     |     |     |     |     |  |
| 50                         |        |     |     | 7,7 | 4,6 | 2,9 | 1,9 | 1,4 | 0,9 | 0,6 | 0,5 |     |     |     |     |           | 7,4 | 4,6 | 3   | 2,1 | 1,4 | 1,1 | 0,8 | 0,6 | 0,5 |     |     |     |     |  |
| 63                         |        |     |     | 9,7 | 5,9 | 3,6 | 2,3 | 1,6 | 1,2 | 0,8 | 0,6 |     |     |     |     |           | 9   | 5,9 | 3,7 | 2,7 | 1,9 | 1,4 | 1   | 0,8 | 0,7 | 0,6 |     |     |     |  |
| 70                         |        |     |     |     | 6,5 | 4,1 | 2,6 | 1,9 | 1,3 | 0,9 | 0,7 | 0,5 |     |     |     |           |     | 6,5 | 4,1 | 3   | 2,1 | 1,4 | 1,1 | 0,9 | 0,8 | 0,7 |     |     |     |  |
| 80                         |        |     |     |     | 7,4 | 4,6 | 3   | 2,1 | 1,4 | 1,1 | 0,8 | 0,6 | 0,5 |     |     |           |     | 7,4 | 4,8 | 3,4 | 2,3 | 1,7 | 1,3 | 1   | 0,9 | 0,8 | 0,6 |     |     |  |
| 100                        |        |     |     |     | 9,3 | 5,8 | 3,7 | 2,6 | 1,9 | 1,4 | 1   | 0,8 | 0,7 | 0,6 |     |           |     |     | 5,9 | 4,2 | 3   | 2,1 | 1,5 | 1,3 | 1,2 | 1   | 0,8 | 0,6 |     |  |
| 125                        |        |     |     |     |     | 7,2 | 4,6 | 3,3 | 2,3 | 1,6 | 1,2 | 1   | 0,9 | 0,7 | 0,6 |           |     |     | 7,4 | 5,3 | 3,7 | 2,6 | 2   | 1,5 | 1,4 | 1,3 | 1   | 0,8 |     |  |
| 160                        |        |     |     |     |     |     | 5,9 | 4,2 | 3   | 2,1 | 1,5 | 1,3 | 1,2 | 1   | 0,8 | 0,6       |     |     |     |     | 6,8 | 4,8 | 3,4 | 2,5 | 2   | 1,8 | 1,6 | 1,3 | 1,1 |  |
| 200                        |        |     |     |     |     |     | 7,4 | 5,3 | 3,7 | 2,6 | 2   | 1,5 | 1,4 | 1,3 | 1   | 0,8       |     |     |     |     |     | 5,9 | 4,2 | 3,2 | 2,4 | 2,3 | 2   | 1,6 | 1,4 |  |
| 250                        |        |     |     |     |     |     |     | 6,7 | 4,6 | 3,3 | 2,4 | 1,9 | 1,7 | 1,4 | 1,2 | 0,9       |     |     |     |     |     |     | 5,9 | 4,2 | 3,2 | 2,4 | 2,3 | 2   | 1,6 |  |
| 320                        |        |     |     |     |     |     |     |     | 5,9 | 4,2 | 3,2 | 2,4 | 2,3 | 1,9 | 1,5 | 1,2       |     |     |     |     |     |     | 6,8 | 5   | 4   | 3,6 | 3,2 | 2,5 | 2   |  |
| 400                        |        |     |     |     |     |     |     |     | 7,4 | 5,3 | 3,9 | 3,1 | 2,8 | 2,3 | 1,9 | 1,4       |     |     |     |     |     |     |     | 6,2 | 5   | 4,5 | 4   | 3,2 | 2,7 |  |
| 500                        |        |     |     |     |     |     |     |     |     | 6,7 | 4,9 | 3,9 | 3,5 | 3   | 2,5 | 1,9       |     |     |     |     |     |     |     | 7,7 | 6,1 | 5,7 | 5   | 4   | 3,3 |  |

Pour un réseau triphasé 230 V, multiplier ces valeurs par  $\sqrt{3} = 1,73$ .  
Pour un réseau monophasé 230 V, multiplier ces valeurs par 2.

## Contrôle des conditions de déclenchement

### Condition préalable

Le conducteur de protection doit être à proximité immédiate des conducteurs actifs du circuit (dans le cas contraire, la vérification ne peut se faire que par des mesures effectuées une fois l'installation terminée).

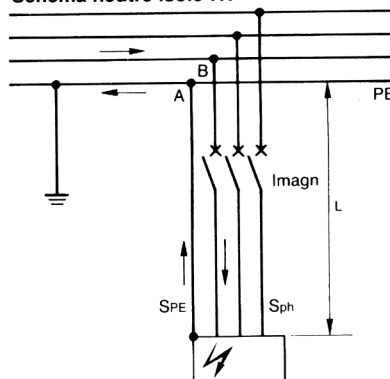
### Cas d'un circuit éloigné de la source (départs secondaires et terminaux)

Le guide UTE C 15-105 donne une méthode de calcul simplifiée dont les hypothèses et les résultats sont indiqués ci-contre.

#### Signification des symboles

|                       |                                                                                                                        |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>L max</b>          | longueur maximale en mètres                                                                                            |
| <b>V</b>              | tension simple = 237 V<br>pour réseau 237/410 V                                                                        |
| <b>U</b>              | tension composée en volts<br>(400 V pour réseau 237/410 V)                                                             |
| <b>S<sub>ph</sub></b> | section des phases en mm <sup>2</sup>                                                                                  |
| <b>S<sub>1</sub></b>  | S <sub>ph</sub> si le circuit considéré ne comporte pas de neutre (IT)                                                 |
| <b>S<sub>1</sub></b>  | S neutre si le circuit comporte le neutre (IT)                                                                         |
| <b>S<sub>PE</sub></b> | section du conducteur de protection en mm <sup>2</sup>                                                                 |
| <b>ρ</b>              | résistivité à la température de fonctionnement normal<br>= 22,5 10 <sup>-3</sup> Ω x mm <sup>2</sup> /m pour le cuivre |
| <b>m</b>              | $\frac{S_{ph} \text{ (ou } S_1)}{S_{PE}}$                                                                              |
| <b>I magn</b>         | courant (A) de fonctionnement du déclenchement magnétique du disjoncteur                                               |

#### Schéma neutre isolé TN



Elle consiste à appliquer la loi d'Ohm au seul départ concerné par le défaut en faisant les hypothèses suivantes :

- la tension entre la phase en défaut et le PE (ou PEN) à l'origine du circuit est prise égale à 80 % de la tension simple nominale
- on néglige les réactances des conducteurs devant leur résistance<sup>(1)</sup>.

Le calcul aboutit à vérifier que la longueur du circuit est inférieure à la valeur donnée par la tension :

$$L_{\max} = \frac{0,8 \times V \times S_{ph}}{\rho (1 + m) I_{\text{magn}}}$$

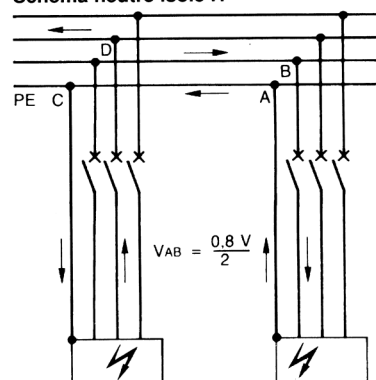
(1) Cette approximation est considérée comme admissible jusqu'à des sections de 120 mm<sup>2</sup>. Au-delà on majore la résistance de la manière suivante (C 15-100 § 532-321) :

- S = 150 mm<sup>2</sup> R + 15 %
- S = 185 mm<sup>2</sup> R + 20 %
- S = 240 mm<sup>2</sup> R + 25 %
- S = 300 mm<sup>2</sup> R + 35 %

(valeur non considérée par la norme).

(2) La norme C 15-100 recommande de ne pas distribuer le neutre en schéma IT. Une des raisons de ce conseil réside dans le fait que les longueurs maximales sont relativement faibles.

#### Schéma neutre isolé IT



Le principe est le même qu'en schéma TN : on fait l'hypothèse que la somme des tensions entre le conducteur de protection à l'origine de chaque circuit en défaut est égale à 80 % de la tension normale. En fait, devant l'impossibilité pratique d'effectuer la vérification pour chaque configuration de double défaut, les calculs sont menés en supposant une répartition identique de la tension entre chacun des 2 circuits en défaut (hypothèse défavorable).

En négligeant, comme en schéma TN, les réactances des conducteurs devant leurs résistances<sup>(1)</sup>, le calcul aboutit à vérifier que la longueur de chaque circuit est inférieure à une valeur maximale donnée par les relations ci-après :

- le conducteur neutre n'est pas distribué

$$L_{\max} = \frac{0,8 U S_{ph}}{2\rho (1 + m) I_{\text{magn}}}$$

- le conducteur neutre est distribué<sup>(2)</sup>

$$L_{\max} = \frac{0,8 V S_1}{2\rho (1 + m) I_{\text{magn}}}$$

## Régime de neutre IT

### Longueurs maximales des canalisations

Facteurs de correction à appliquer aux longueurs données par les tableaux

| réseaux triphasés 400 V <sup>(1)</sup> | Sphase               |  | 1    | 2    | 3    | 4    |
|----------------------------------------|----------------------|--|------|------|------|------|
|                                        | S <sub>PE</sub>      |  |      |      |      |      |
| câble                                  | neutre non distribué |  | 1    | 0,67 | 0,5  | 0,4  |
| cuivre                                 | neutre distribué     |  | 0,6  | 0,4  | 0,3  | 0,24 |
| câble                                  | neutre non distribué |  | 0,62 | 0,41 | 0,31 | 0,25 |
| aluminium                              | neutre distribué     |  | 0,37 | 0,25 | 0,19 | 0,15 |

(1) Pour les réseaux 237 V entre phases, appliquer, en plus le coefficient 0,57.

Pour les réseaux 237 V monophasés (entre phase et neutre), ne pas appliquer ce coefficient supplémentaire.

#### C801N/H/L

Déclencheurs électroniques type  
ST25DE-ST35SE-ST35GE-ST35ME-  
STR45AE

Réseau tri 400 V, câble cuivre,  
Sph = S<sub>PE</sub>, U<sub>n</sub> = 50 V  
en schéma IT, neutre non distribué.

| I magn. (A) <sup>(1)</sup> | Ir = 0,4 (320 A)        |                          | Ir = 0,5 (400 A)        |                          | Ir = 0,63 (500 A)       |                          | Ir = 0,8 (640 A)        |                          | Ir = 1 (800 A)            |                          |
|----------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
|                            | mini<br>(1,5 Ir)<br>480 | maxi<br>(10 Ir)<br>3 200 | mini<br>(1,5 Ir)<br>600 | maxi<br>(10 Ir)<br>4 000 | mini<br>(1,5 Ir)<br>750 | maxi<br>(10 Ir)<br>5 000 | mini<br>(1,5 Ir)<br>940 | maxi<br>(10 Ir)<br>6 400 | mini<br>(1,5 Ir)<br>1 200 | maxi<br>(10 Ir)<br>8 000 |
| Sphases (mm²)              |                         |                          |                         |                          |                         |                          |                         |                          |                           |                          |
| 25                         | 159                     | 23                       | 127                     | 18                       | 101                     | 14                       | 79                      | 11                       | 63                        | 9                        |
| 35                         | 223                     | 33                       | 177                     | 26                       | 142                     | 21                       | 111                     | 16                       | 88                        | 12                       |
| 50                         | 318                     | 47                       | 253                     | 37                       | 203                     | 30                       | 159                     | 23                       | 126                       | 18                       |
| 70                         | 446                     | 67                       | 355                     | 53                       | 284                     | 43                       | 223                     | 33                       | 177                       | 26                       |
| 95                         | 605                     | 91                       | 484                     | 72                       | 387                     | 57                       | 302                     | 45                       | 242                       | 35                       |
| 120                        | 769                     | 115                      | 615                     | 92                       | 491                     | 73                       | 384                     | 57                       | 307                       | 46                       |
| 150                        | 835                     | 125                      | 668                     | 100                      | 534                     | 80                       | 417                     | 62                       | 334                       | 49                       |
| 185                        | 988                     | 148                      | 790                     | 118                      | 633                     | 94                       | 494                     | 73                       | 395                       | 58                       |
| 240                        | 1 253                   | 185                      | 984                     | 147                      | 786                     | 117                      | 626                     | 92                       | 492                       | 73                       |
| 300                        | 1 424                   | 213                      | 1 139                   | 170                      | 911                     | 136                      | 712                     | 106                      | 569                       | 85                       |

#### C1001N/H/L

Déclencheurs électroniques type  
ST25DE-ST35SE-ST35GE-ST35ME-  
STR45AE

Réseau tri 400 V, câble cuivre,  
Sph = S<sub>PE</sub>, U<sub>n</sub> = 50 V  
en schéma IT, neutre non distribué.

| I magn. (A) <sup>(1)</sup> | Ir = 0,4 (400 A)        |                          | Ir = 0,5 (500 A)        |                          | Ir = 0,63 (630 A)       |                          | Ir = 0,8 (800 A)          |                          | Ir = 1 (1 000 A)          |                           |
|----------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
|                            | mini<br>(1,5 Ir)<br>600 | maxi<br>(10 Ir)<br>4 000 | mini<br>(1,5 Ir)<br>750 | maxi<br>(10 Ir)<br>5 000 | mini<br>(1,5 Ir)<br>945 | maxi<br>(10 Ir)<br>6 300 | mini<br>(1,5 Ir)<br>1 200 | maxi<br>(10 Ir)<br>8 000 | mini<br>(1,5 Ir)<br>1 500 | maxi<br>(10 Ir)<br>10 000 |
| Sphases (mm²)              |                         |                          |                         |                          |                         |                          |                           |                          |                           |                           |
| 25                         | 127                     | 18                       | 101                     | 14                       | 80                      | 11                       | 63                        | 9                        | 49                        | 7                         |
| 35                         | 177                     | 26                       | 142                     | 21                       | 113                     | 16                       | 88                        | 12                       | 70                        | 10                        |
| 50                         | 253                     | 37                       | 203                     | 30                       | 161                     | 24                       | 126                       | 18                       | 101                       | 14                        |
| 70                         | 355                     | 53                       | 284                     | 43                       | 226                     | 33                       | 177                       | 26                       | 142                       | 21                        |
| 95                         | 484                     | 72                       | 387                     | 57                       | 308                     | 46                       | 242                       | 35                       | 193                       | 28                        |
| 120                        | 615                     | 92                       | 491                     | 73                       | 388                     | 57                       | 307                       | 46                       | 245                       | 36                        |
| 150                        | 668                     | 100                      | 534                     | 80                       | 425                     | 63                       | 334                       | 49                       | 266                       | 40                        |
| 185                        | 790                     | 118                      | 633                     | 94                       | 502                     | 74                       | 395                       | 58                       | 316                       | 47                        |
| 240                        | 984                     | 117                      | 786                     | 117                      | 624                     | 93                       | 492                       | 73                       | 392                       | 58                        |
| 300                        | 1 139                   | 171                      | 911                     | 136                      | 723                     | 108                      | 562                       | 85                       | 454                       | 68                        |

#### C1251N/H

Déclencheurs électroniques type  
ST25DE-ST35SE-ST35GE-ST35ME-  
STR45AE

Réseau tri 400 V, câble cuivre,  
Sph = S<sub>PE</sub>, U<sub>n</sub> = 50 V  
en schéma IT, neutre non distribué.

| I magn. (A) <sup>(1)</sup> | Ir = 0,4 (500 A)        |                          | Ir = 0,5 (625 A)        |                          | Ir = 0,63 (787,5 A)       |                          | Ir = 0,8 (1 000 A)        |                           | Ir = 1 (1 250 A)          |                           |
|----------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|                            | mini<br>(1,5 Ir)<br>750 | maxi<br>(10 Ir)<br>5 000 | mini<br>(1,5 Ir)<br>937 | maxi<br>(10 Ir)<br>6 250 | mini<br>(1,5 Ir)<br>1 181 | maxi<br>(10 Ir)<br>7 875 | mini<br>(1,5 Ir)<br>1 500 | maxi<br>(10 Ir)<br>10 000 | mini<br>(1,5 Ir)<br>1 875 | maxi<br>(10 Ir)<br>12 500 |
| Sphases (mm²)              |                         |                          |                         |                          |                           |                          |                           |                           |                           |                           |
| 35                         | 142                     | 21                       | 114                     | 16                       | 90                        | 13                       | 70                        | 10                        | 57                        | 8                         |
| 50                         | 203                     | 30                       | 163                     | 24                       | 123                       | 18                       | 101                       | 14                        | 81                        | 11                        |
| 70                         | 284                     | 43                       | 228                     | 33                       | 180                       | 27                       | 142                       | 21                        | 114                       | 16                        |
| 95                         | 387                     | 57                       | 310                     | 46                       | 246                       | 36                       | 193                       | 28                        | 155                       | 23                        |
| 120                        | 491                     | 73                       | 392                     | 58                       | 311                       | 46                       | 245                       | 36                        | 196                       | 29                        |
| 150                        | 534                     | 80                       | 426                     | 64                       | 338                       | 50                       | 266                       | 40                        | 208                       | 31                        |
| 185                        | 633                     | 94                       | 505                     | 75                       | 400                       | 60                       | 316                       | 47                        | 252                       | 37                        |
| 240                        | 786                     | 117                      | 630                     | 94                       | 499                       | 74                       | 392                       | 58                        | 315                       | 47                        |
| 300                        | 911                     | 136                      | 728                     | 109                      | 578                       | 86                       | 454                       | 68                        | 364                       | 54                        |

Le fonctionnement du court retard est garanti pour Im ± 15 %. Les calculs ont été effectués dans le cas le plus défavorable, soit pour Im + 15 %.

Déclencheurs électroniques STR23SE et STR53UE

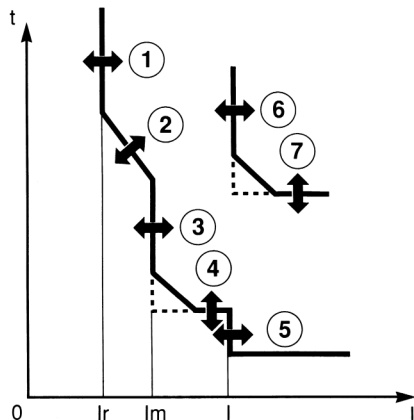
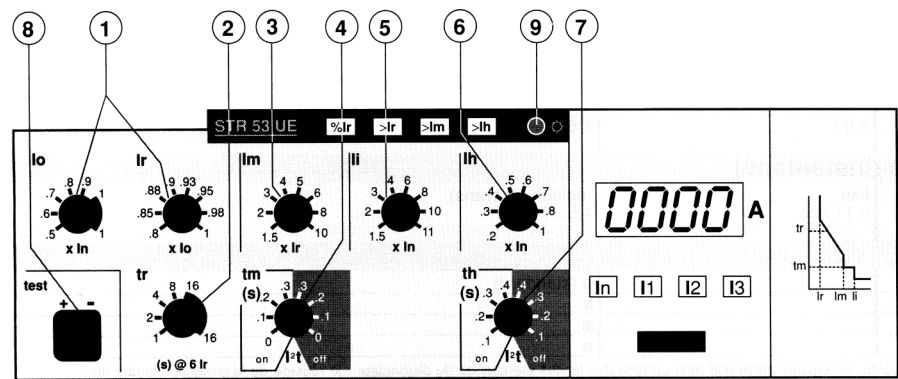
| type de déclencheur                                  |                              | STR23SE                             |     |     | STR53UE                                                   |       |       |       |      |
|------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|-----|-----|-----------------------------------------------------------|-------|-------|-------|------|
| calibres (A)                                         | In 20 à 70 °C                | 250                                 | 400 | 630 | 250                                                       | 400   | 630   |       |      |
|                                                      | Compact NS400                | ■                                   | ■   |     | ■                                                         | ■     |       |       |      |
|                                                      | Compact NS630                |                                     |     | ■   |                                                           |       | ■     |       |      |
| protection contre les surcharges (long retard)       |                              |                                     |     |     |                                                           |       |       |       |      |
| seuil de déclenchement (A)                           | Ir 20 à 70 °C <sup>(1)</sup> | réglable (48 crans)<br>0,4 à 1 x In |     |     | réglable (48 crans)<br>0,4 à 1 x In                       |       |       |       |      |
| protection du neutre réglable                        | 4P 3d                        | sans protection                     |     |     | sans protection                                           |       |       |       |      |
|                                                      | 4P 4d                        | 1 x Ir                              |     |     | 1 x Ir                                                    |       |       |       |      |
|                                                      | 4P 3d + Nr                   | 0,5 x Ir                            |     |     | 0,5 x Ir                                                  |       |       |       |      |
| temps de déclenchement (s)                           |                              | fixe                                |     |     | réglable                                                  |       |       |       |      |
|                                                      | à 1,5 Ir                     | mini                                | 120 |     | 17                                                        | 34    | 69    | 138   | 277  |
|                                                      |                              | maxi                                | 180 |     | 25                                                        | 50    | 100   | 200   | 400  |
|                                                      | à 6 Ir                       | mini                                | 5   |     | 0,8                                                       | 1,6   | 3,2   | 6,4   | 12,8 |
|                                                      |                              | maxi                                | 7,5 |     | 1                                                         | 2     | 4     | 8     | 16   |
|                                                      | à 7,2 Ir                     | mini                                | 3,2 |     | 0,5                                                       | 1,1   | 2,2   | 4,4   | 8,8  |
|                                                      | maxi                         | 5                                   |     | 0,7 | 1,4                                                       | 2,8   | 5,5   | 11    |      |
| protection contre les courts-circuits (court retard) |                              |                                     |     |     |                                                           |       |       |       |      |
| seuil de déclenchement (A)                           | Im                           | réglable (8 crans)<br>2 à 10 x Ir   |     |     | réglable (8 crans)<br>1,5 à 10 x Ir                       |       |       |       |      |
|                                                      | précision                    | ± 15 %                              |     |     | ± 15 %                                                    |       |       |       |      |
| temporisation (ms)                                   | temps de surintensité        | fixe                                |     |     | réglable (4 crans + option "1 <sup>st</sup> = constante") |       |       |       |      |
|                                                      | sans déclenchement           | ≤ 40                                |     |     | ≤ 15                                                      | ≤ 60  | ≤ 140 | ≤ 230 |      |
|                                                      | temps total de coupure       | ≤ 60                                |     |     | ≤ 60                                                      | ≤ 140 | ≤ 230 | ≤ 350 |      |
| protection contre les courts-circuits (instantané)   |                              |                                     |     |     |                                                           |       |       |       |      |
| seuil de déclenchement (A)                           | I                            | fixe<br>11 x In                     |     |     | réglable (8crans)<br>1,5 à 11 x In                        |       |       |       |      |
| options <sup>(2)</sup>                               |                              |                                     |     |     |                                                           |       |       |       |      |
| signalisation du type de défaut                      |                              | ■ (standard)                        |     |     |                                                           |       |       |       |      |
| sélectivité logique (ZSI)                            |                              | ■                                   |     |     |                                                           |       |       |       |      |
| communication (COM)                                  |                              | ■                                   |     |     |                                                           |       |       |       |      |
| ampèremètre intégré (I)                              |                              | ■                                   |     |     |                                                           |       |       |       |      |

(1) En cas d'utilisation à température élevée du STR23SE ou du STR53UE, le réglage utilisé doit tenir compte des limites thermiques du disjoncteur : le réglage de la protection contre les surcharges ne peut excéder 0,95 à 60 °C et 0,90 à 70 °C pour Compact NS400 et 0,95 à 50 °C, 0,90 à 60 °C et 0,85 à 70 °C pour Compact NS 630.

(2) Combinaisons possibles des options :

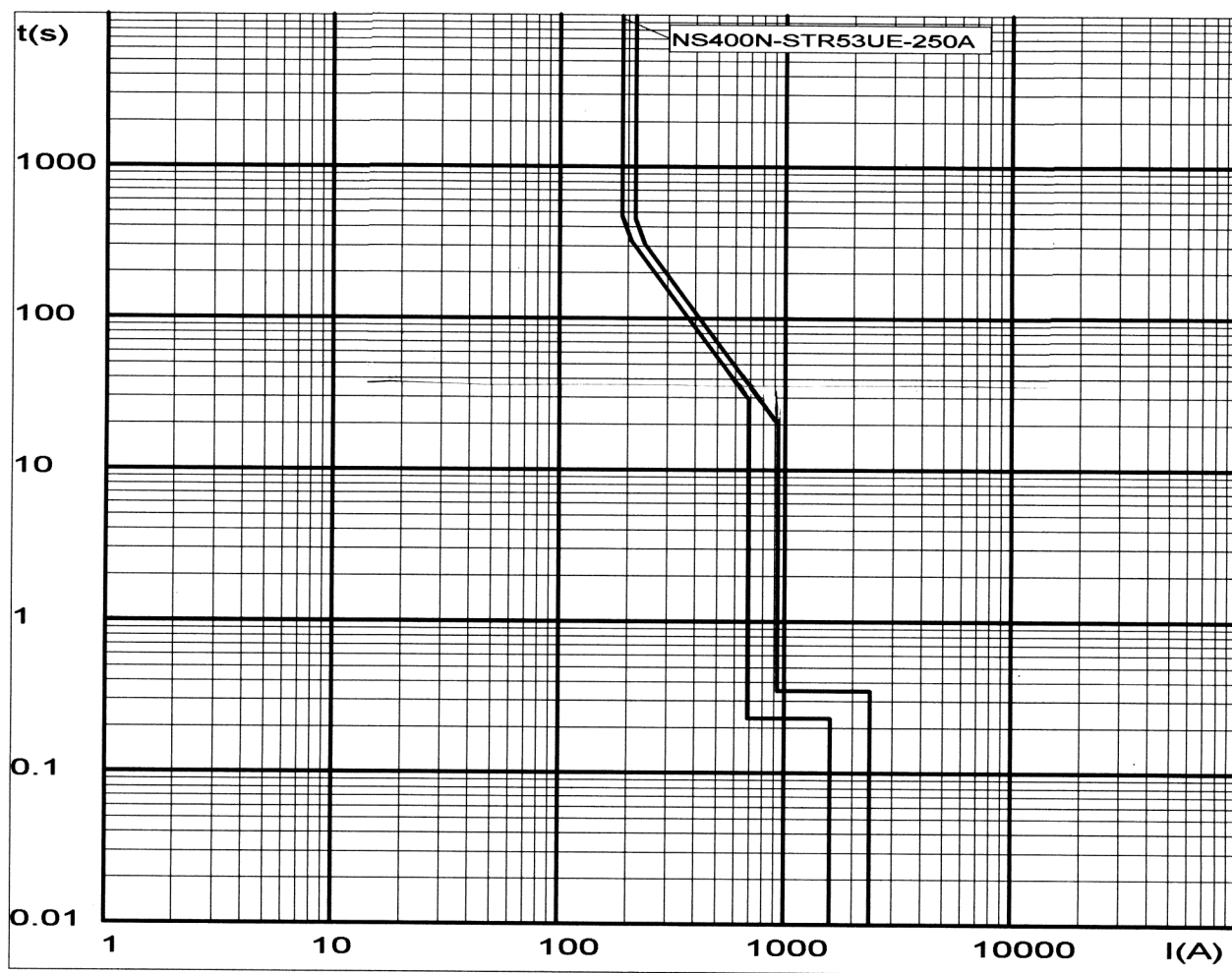
- sélectivité logique (ZSI) + ampèremètre (I)
- communication (COM) + ampèremètre (I)
- sélectivité logique (ZSI) + communication (COM) + ampèremètre (I).

Déclencheur électronique STR53UE



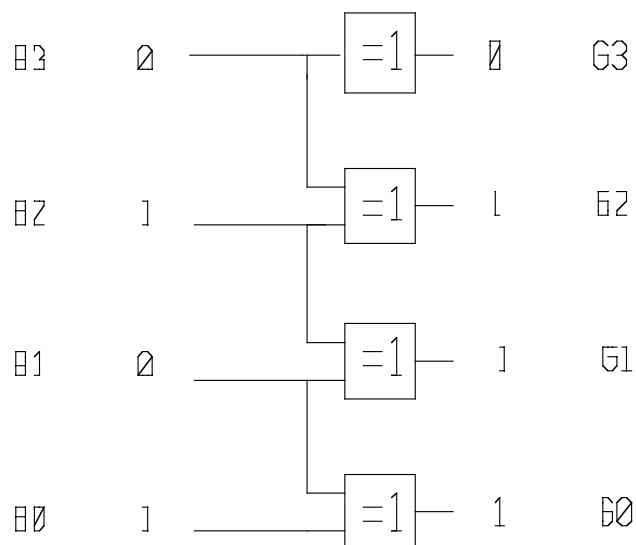
**COURBE DE DECLENCHEMENT**  
**Disjoncteur 5Q6F " Départ volée ouest "**

*Disjoncteur NS400N + déclencheur STR53UE calibre 250A*



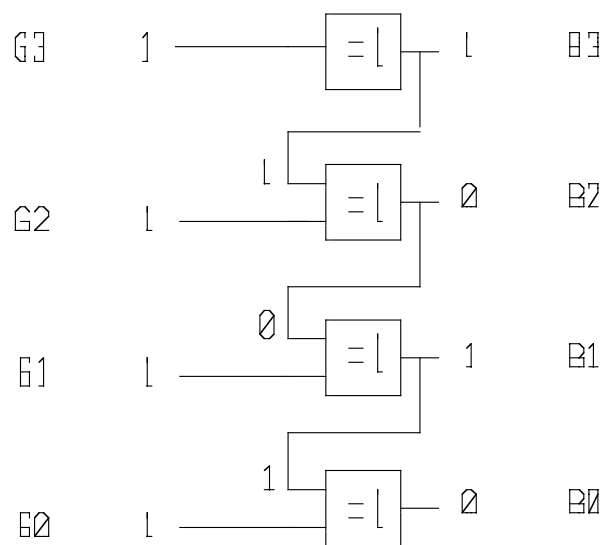
Le logigramme ci-dessous, composé de portes "ou" et "ou exclusif" permet de transcoder un nombre binaire pur à 4 bits en nombre binaire réfléchi "code gray".

Exemple pour le nombre décimal 5

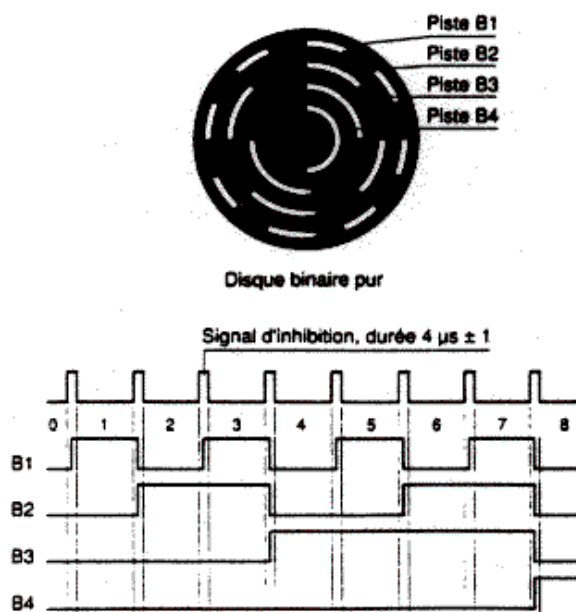
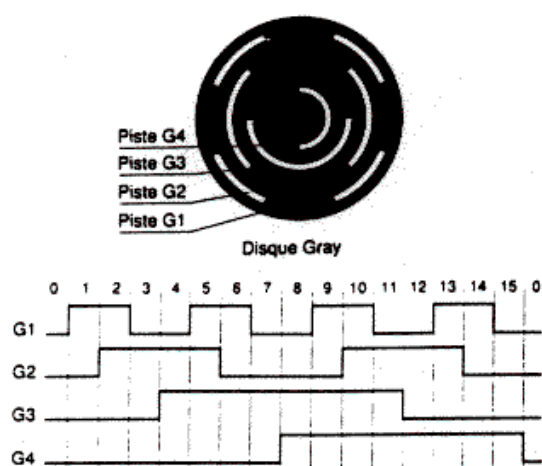


Le logigramme ci-dessous, composé de portes "ou" et "ou exclusif" permet de transcoder un nombre binaire réfléchi en nombre binaire pur.

Exemple pour le nombre décimal 10





*Sorties câblées du codeur binaire absolu*

| Câbles               | Affectations |
|----------------------|--------------|
| Rouge                | + VCC        |
| Noir                 | 0 V          |
| Brun                 | B1 LSB       |
| Jaune                | B2           |
| Vert                 | B3           |
| Bleu                 | B4           |
| Violet               | B5           |
| Gris                 | B6           |
| Blanc                | B7           |
| Orange               | B8           |
| Blanc / Bleu         | B9           |
| Blanc / Rouge        | B10          |
| Blanc / Rouge / Bleu | B11          |
| Blanc / Jaune / Vert | B12          |
| Blanc / Vert         | B13          |
| Blanc / Gris         | B14 MSB      |
| Blanc / Jaune        | Inhibition   |

*Caractéristiques du codeur*

Marque Hohner

4 points par tours et 4096 tours.  
Code Gray

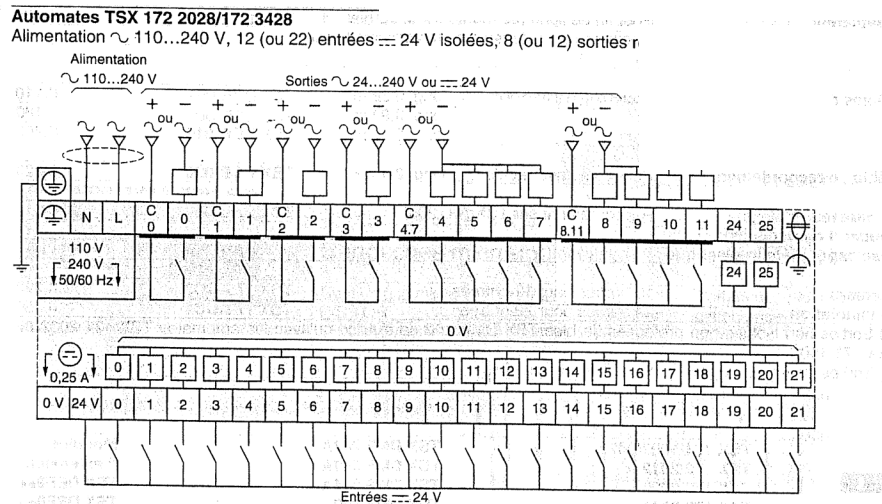
U alimentation du codeur 5 VDC

Sorties: I maxi = 20 mA.

U maxi = 30 VDC.

Les sorties sont de type:  
NPN à collecteur ouvert.

1. Automate TSX.172 2028/172



2. Module de sortie analogique

2.2-2 Mots registres de sortie (écriture des sorties)

mots registres de sortie OWx,0 et OWx,1, accessibles en écriture par programme, permettent de définir respectivement la valeur analogique de sortie sur les voies 0 et 1.

|               |       |                                            |
|---------------|-------|--------------------------------------------|
| Sortie voie 0 | OWx,0 | x = Adresse géographique module (idem bit) |
| Sortie voie 1 | OWx,1 |                                            |

**Remarque :** le système d'exploitation de l'automate fait passer automatiquement les valeurs numériques transmises au module du format 16 bits (format des mots registres OW) au format 12 bits (11 bits + signe) directement exploitable par le module.

Dynamique de sortie

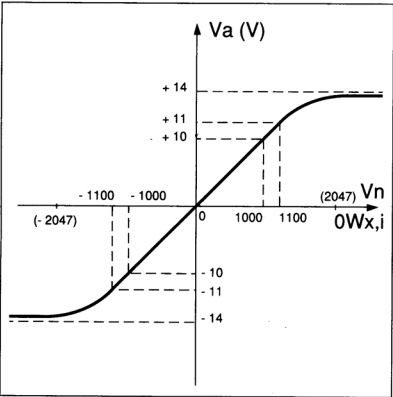
| Module       | Gamme nominale | Gamme étendue (*) |
|--------------|----------------|-------------------|
| TSX ASG 2000 | - 10/+ 10 V    | - 11/+ 11 V       |
| TSX ASG 2001 | 4/20 mA        | 0/24 mA           |

(\*) la linéarité est garantie sur la totalité de la gamme étendue.

Correspondance numérique analogique

La résolution numérique du convertisseur numérique analogique (11 bits + signe) autorise une excursion de la valeur à convertir entre - 2047 et + 2047. Si la valeur est hors de cet intervalle, elle est automatiquement limitée par le système d'exploitation de l'automate.

TSX ASG 2000



TSX ASG 2001

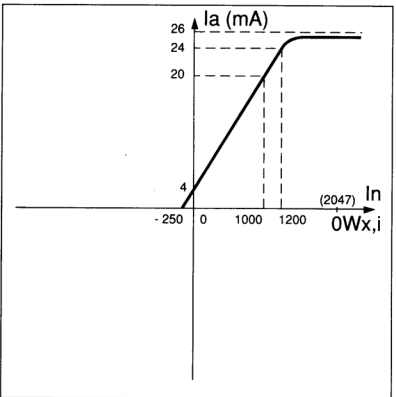


Schéma de branchement d'une sortie  
 # Emetteur en Ligne

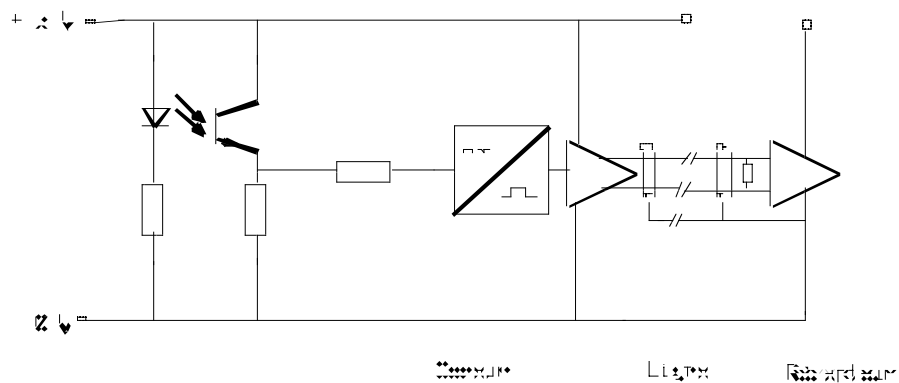


Schéma de branchement d'une sortie  
 # Collecteur ouvert

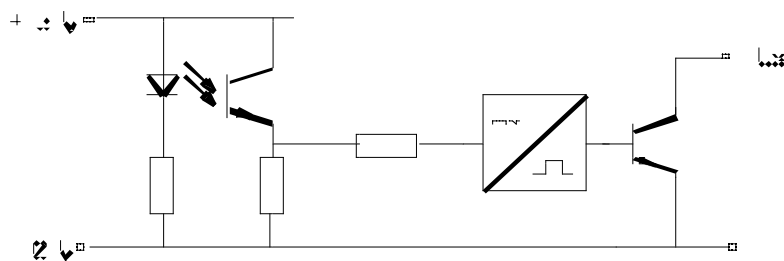
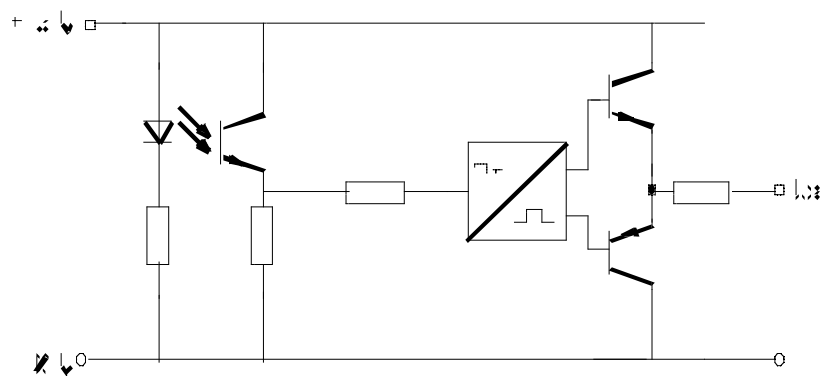


Schéma de branchement d'une sortie  
 Tension Push

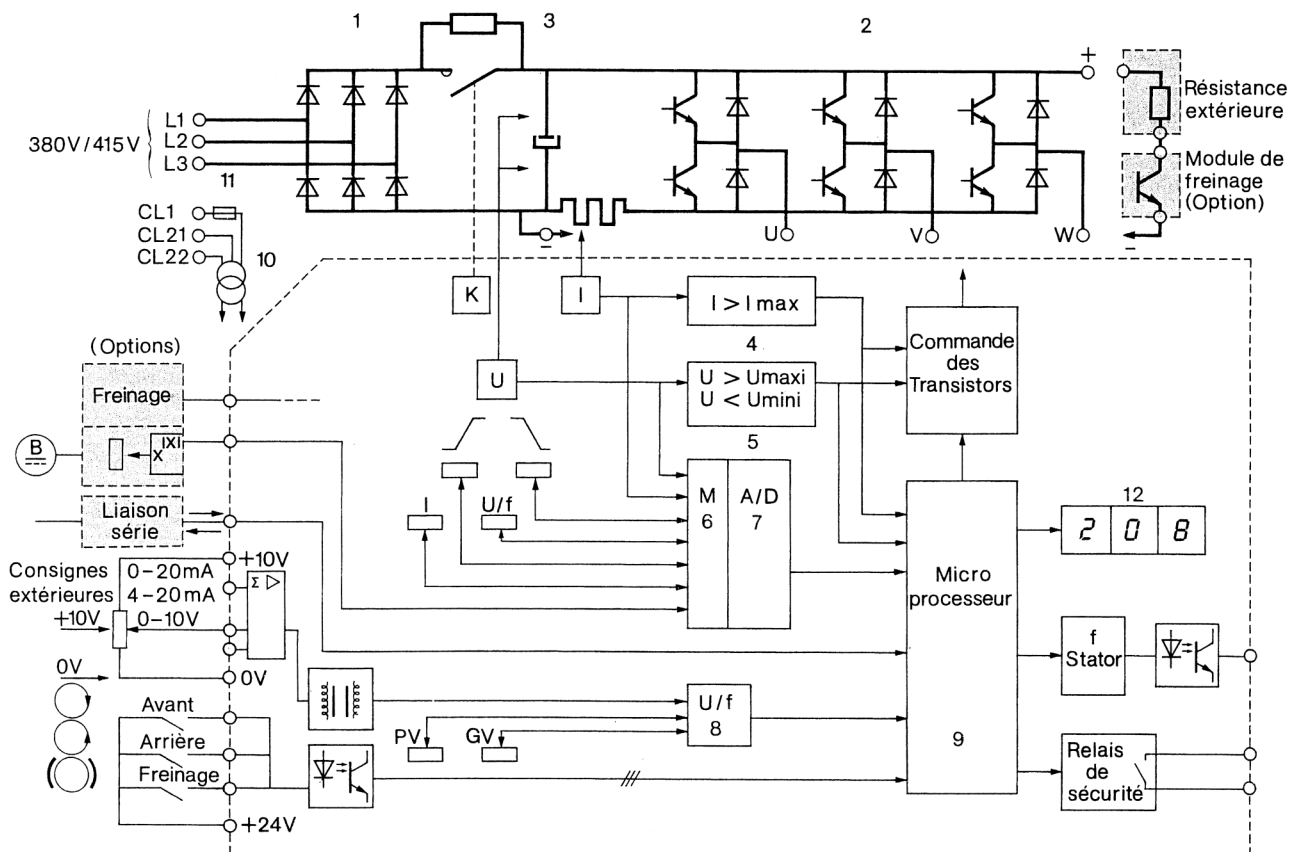


## ATV-45

## Généralités

## Schéma fonctionnel

Altivar 5 Série 45 (de 0,75 à 55 kW) est un appareil performant apportant à l'utilisateur un maximum de confort au niveau de l'intégration dans les systèmes, de l'exploitation et de la maintenance. Les afficheurs numériques permettent un véritable dialogue avec l'opérateur.



- 1 Pont redresseur triphasé
- 2 Onduleur à transistors
- 3 Limitation du courant de charge
- 4 Comparateur surintensité
- 5 Comparateur surtension/sous-tension
- 6 Multiplexeur

- 7 Convertisseur analogique/digital
- 8 Convertisseur tension/fréquence
- 9 Microprocesseur
- 10 Alimentation des circuits de contrôle
- 11 Fusible contrôle
- 12 Afficheurs numériques

Ce variateur :

- Possède tous les réglages nécessaires à une utilisation industrielle.
- Permet la visualisation des paramètres d'exploitation.
- Signale les défauts grâce à un affichage codé.
- Se contrôle à l'aide de la procédure "Autodiagnostic".
- Possède un relais de sécurité avec un contact disponible à ouverture sur défaut.

Les nombreuses possibilités d'entrées logiques et analogiques, ainsi que le coupleur de communication pour liaison série (en option) en font un élément privilégié des automatismes.

Installation de la résistance

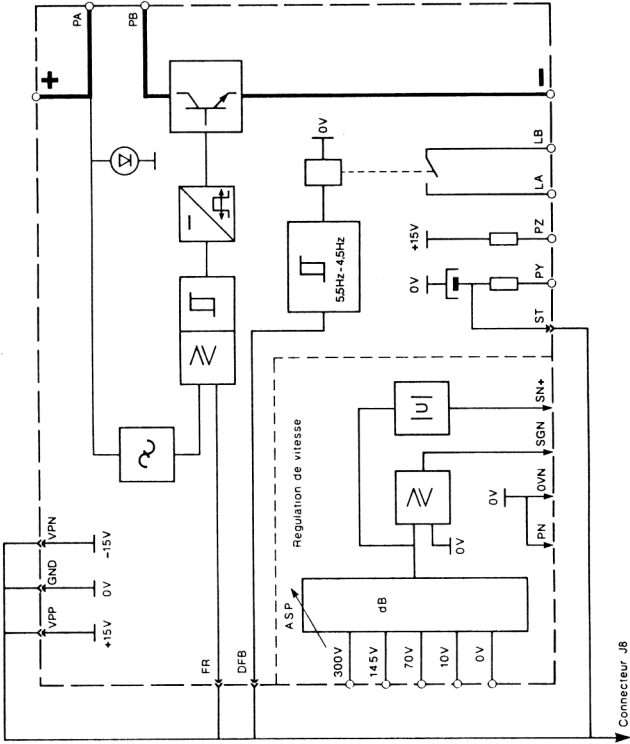
- Avec la résistance standardisée sont fournis :
- un thermocontact et deux colliers de serrage,
  - deux pattes de fixation,
  - une notice de montage et de raccordement.
- A l'installation, respecter un espace libre minimal de 50 mm autour de la résistance pour assurer l'évacuation des calories dissipées.
- Pour éviter tout contact accidentel avec la résistance de freinage (tension continue maximale 800V entre les bornes, et température élevée pouvant atteindre 350°C en cours de fonctionnement), il est recommandé d'installer un capot de protection. Prévoir des ouvertures pour la circulation de l'air nécessaire à l'évacuation des calories dissipées.

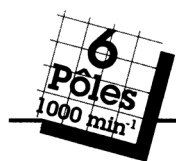


Installation et raccordement du module option

- Suivre la procédure décrite dans la notice livrée avec le module.
- Précautions de câblage de la résistance :
- la tension continue aux bornes de la résistance pouvant atteindre 750 à 800V en début de freinage, utiliser des conducteurs de classe d'isolement supérieure (1000V),
  - ne pas oublier de raccorder le thermocontact aux bornes P.Y.-P.Z du module de freinage, sinon l'information "contact ouvert" provoque le verrouillage du variateur à la mise sous tension avec affichage du code **0 h.F.**

Schéma fonctionnel





**IP 55**  
**Cl. F - ΔT 80 K**  
**400 V +/- 10%**

## RESEAU Δ 230 / Y 400 V ou Δ 400 V

| Type       | Puissance<br>nominale<br>à 50 Hz<br>$P_N$<br>kW | Vitesse<br>nominale<br>$N_N$<br>min <sup>-1</sup> | Couple<br>nominal<br>$N.m$ | Intensité<br>nominale<br>$I_N(400V)$<br>A | *Facteur<br>de puissance<br>$\cos \varphi$ | *<br>Rendement<br>$\eta$ | Courant démarrage /<br>Courant nominal<br>$I_D / I_N$ | Couple démarrage /<br>Couple nominal<br>$M_D / M_N$ | Couple maximal /<br>Couple nominal<br>$M_M / M_N$ | **Courbe<br>de couple<br>$N^\circ$ | Moment<br>d'inertie<br>$J$<br>kg.m <sup>2</sup> | Masse<br>IM B3<br>kg |
|------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------|
| FLS 80 L   | 0.25                                            | 950                                               | 2.5                        | 0.82                                      | 0.74                                       | 60.3                     | 3.6                                                   | 2                                                   | 1.9                                               | 3                                  | 0.0024                                          | 14                   |
| FLS 80 L   | 0.37                                            | 950                                               | 3.7                        | 1.1                                       | 0.75                                       | 66                       | 4.3                                                   | 1.7                                                 | 2.1                                               | 4                                  | 0.0032                                          | 15                   |
| FLS 80 L   | 0.55                                            | 955                                               | 5.5                        | 1.8                                       | 0.67                                       | 65                       | 4.4                                                   | 2.5                                                 | 2.6                                               | 2                                  | 0.0042                                          | 16                   |
| FLS 90 S   | 0.75                                            | 940                                               | 7.5                        | 2.1                                       | 0.80                                       | 65.2                     | 3.5                                                   | 2                                                   | 2.2                                               | 3                                  | 0.0039                                          | 21                   |
| FLS 90 L   | 1.1                                             | 940                                               | 11                         | 2.7                                       | 0.81                                       | 73.5                     | 4.8                                                   | 1.8                                                 | 2.2                                               | 4                                  | 0.0048                                          | 23                   |
| FLS 100 LK | 1.5                                             | 955                                               | 15                         | 3.65                                      | 0.78                                       | 78.3                     | 6.3                                                   | 2.2                                                 | 2.8                                               | 2                                  | 0.0134                                          | 41                   |
| FLS 112 M  | 2.2                                             | 960                                               | 22                         | 5.15                                      | 0.77                                       | 80                       | 5.5                                                   | 2.3                                                 | 2.4                                               | 3                                  | 0.0150                                          | 45                   |
| FLS 132 S  | 3                                               | 965                                               | 30                         | 6.9                                       | 0.79                                       | 81                       | 5.8                                                   | 2.7                                                 | 2.2                                               | 2                                  | 0.0376                                          | 71                   |
| FLS 132 M  | 4                                               | 970                                               | 40                         | 9.1                                       | 0.78                                       | 82.1                     | 6.7                                                   | 2.8                                                 | 2.7                                               | 1                                  | 0.0517                                          | 76                   |
| FLS 132 MR | 5.5                                             | 970                                               | 55                         | 12.2                                      | 0.79                                       | 82.1                     | 7.1                                                   | 3.2                                                 | 2.7                                               | 1                                  | 0.0595                                          | 88                   |
| FLS 160 M  | 7.5                                             | 965                                               | 74                         | 15.8                                      | 0.80                                       | 85.5                     | 5.3                                                   | 1.5                                                 | 1.5                                               | 5                                  | 0.084                                           | 100                  |
| FLS 160 L  | 11                                              | 965                                               | 109                        | 22.7                                      | 0.81                                       | 86.5                     | 5.1                                                   | 1.5                                                 | 1.5                                               | 5                                  | 0.126                                           | 128                  |
| FLS 180 L  | 15                                              | 975                                               | 146.9                      | 29.6                                      | 0.82                                       | 89                       | 7.1                                                   | 2.1                                                 | 2.1                                               | 8                                  | 0.2                                             | 170                  |
| FLS 200 LA | 18.5                                            | 975                                               | 181.2                      | 36                                        | 0.83                                       | 90.2                     | 7                                                     | 2.2                                                 | 2.5                                               | 3                                  | 0.28                                            | 240                  |
| FLS 200 LB | 22                                              | 973                                               | 216                        | 43                                        | 0.81                                       | 91                       | 7                                                     | 2.2                                                 | 2.5                                               | 3                                  | 0.3                                             | 260                  |
| FLS 225 M  | 30                                              | 977                                               | 293                        | 59                                        | 0.80                                       | 91.5                     | 6                                                     | 1.9                                                 | 2.1                                               | 4                                  | 0.85                                            | 400                  |
| FLS 250 M  | 37                                              | 982                                               | 360                        | 74.5                                      | 0.78                                       | 92                       | 7.2                                                   | 2.4                                                 | 2.2                                               | 4                                  | 1                                               | 450                  |
| FLS 280 S  | 45                                              | 977                                               | 440                        | 83                                        | 0.85                                       | 92.5                     | 7                                                     | 1.6                                                 | 2.3                                               | 9                                  | 1.1                                             | 730                  |
| FLS 280 M  | 55                                              | 980                                               | 536                        | 101                                       | 0.85                                       | 93                       | 7.2                                                   | 1.7                                                 | 2.4                                               | 9                                  | 1.25                                            | 770                  |
| FLS 315 ST | 75                                              | 980                                               | 731                        | 135                                       | 0.86                                       | 93.5                     | 7.2                                                   | 1.6                                                 | 2.3                                               | 9                                  | 1.8                                             | 850                  |
| FLS 315 M  | 90                                              | 983                                               | 875                        | 161                                       | 0.86                                       | 94                       | 7.1                                                   | 1.45                                                | 2.5                                               | 10                                 | 3.1                                             | 1000                 |



|            |      |      |       |      |      |      |     |     |     |   |        |      |
|------------|------|------|-------|------|------|------|-----|-----|-----|---|--------|------|
| FLS 80 L   | 0.55 | 1410 | 3.7   | 1.5  | 0.76 | 68   | 4.4 | 2.1 | 2.3 | 3 | 0.0013 | 15   |
| FLS 80 L   | 0.75 | 1425 | 5     | 2    | 0.75 | 72.5 | 5.7 | 3   | 2.8 | 1 | 0.0024 | 17   |
| FLS 90 S   | 1.1  | 1410 | 7.5   | 2.6  | 0.81 | 76   | 5   | 1.9 | 2.2 | 4 | 0.0032 | 20   |
| FLS 90 L   | 1.5  | 1415 | 10    | 3.6  | 0.77 | 79   | 5.5 | 2.5 | 2.4 | 3 | 0.0039 | 22   |
| FLS 90 L   | 1.8  | 1400 | 12.3  | 4.3  | 0.78 | 80   | 5.5 | 2.5 | 2.7 | 2 | 0.0049 | 24   |
| FLS 100 LK | 2.2  | 1435 | 15    | 4.65 | 0.86 | 79.3 | 5.8 | 1.8 | 2.4 | 4 | 0.0096 | 41   |
| FLS 100 LK | 3    | 1455 | 20    | 6.4  | 0.81 | 84   | 7.7 | 2.9 | 3.3 | 1 | 0.0134 | 43   |
| FLS 112 MR | 4    | 1445 | 27.5  | 8.5  | 0.82 | 82.6 | 7.3 | 2.9 | 3.1 | 1 | 0.0150 | 48   |
| FLS 132 S  | 5.5  | 1455 | 37    | 11.3 | 0.85 | 84.4 | 7.5 | 3   | 3.3 | 1 | 0.0253 | 75   |
| FLS 132 M  | 7.5  | 1450 | 50    | 14.5 | 0.87 | 85.7 | 7.3 | 3.1 | 3.3 | 1 | 0.0386 | 80   |
| FLS 132 MR | 9    | 1460 | 61    | 18.3 | 0.83 | 85.6 | 8   | 3.1 | 3.4 | 1 | 0.0426 | 83   |
| FLS 160 M  | 11   | 1455 | 72.2  | 21   | 0.86 | 88   | 6   | 2.2 | 2.4 | 8 | 0.06   | 103  |
| FLS 160 L  | 15   | 1455 | 98.5  | 28.2 | 0.86 | 89.1 | 6.7 | 2.5 | 2.7 | 8 | 0.079  | 120  |
| FLS 180 MR | 18.5 | 1465 | 120.5 | 34.5 | 0.86 | 90   | 6.7 | 2.5 | 2.4 | 8 | 0.095  | 135  |
| FLS 180 L  | 22   | 1465 | 143   | 40.5 | 0.86 | 91   | 7.2 | 2.6 | 2.7 | 8 | 0.137  | 184  |
| FLS 200 L  | 30   | 1470 | 195   | 55   | 0.86 | 91.5 | 6.5 | 2.5 | 2.7 | 2 | 0.24   | 260  |
| FLS 225 ST | 37   | 1470 | 240   | 68   | 0.85 | 92.6 | 7   | 2.6 | 2.7 | 2 | 0.28   | 290  |
| FLS 225 M  | 45   | 1480 | 290   | 80   | 0.87 | 93.2 | 6.6 | 2.1 | 2.4 | 3 | 0.62   | 410  |
| FLS 250 M  | 55   | 1480 | 355   | 99   | 0.86 | 94   | 6.7 | 2.5 | 2.7 | 2 | 0.76   | 460  |
| FLS 280 S  | 75   | 1480 | 484   | 137  | 0.84 | 94.5 | 7.3 | 2.6 | 2.6 | 2 | 1.45   | 730  |
| FLS 280 M  | 90   | 1480 | 581   | 163  | 0.84 | 94.7 | 7.1 | 2.8 | 2.7 | 2 | 1.75   | 770  |
| FLS 315 ST | 110  | 1481 | 710   | 197  | 0.85 | 95   | 7.5 | 2.9 | 2.8 | 1 | 2.2    | 850  |
| FLS 315 M  | 132  | 1485 | 850   | 238  | 0.84 | 95.4 | 7   | 2.8 | 2.6 | 1 | 2.7    | 1000 |



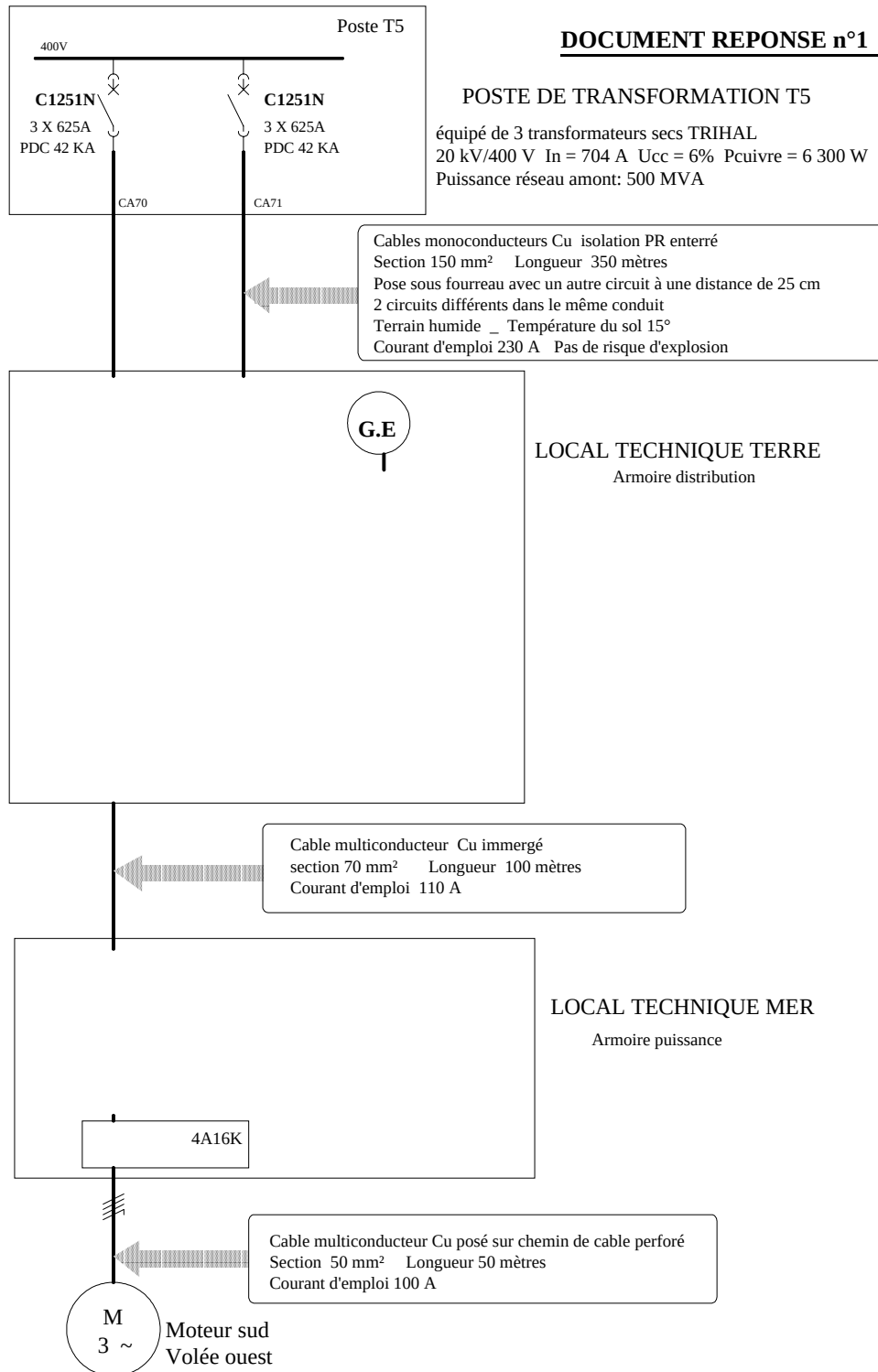
# Partie 1

## DISTRIBUTION ELECTRIQUE

### PRELIMINAIRE:

Afin de mieux cerner les frontières de l'étude :

**On demande de compléter le document réponse n°1** (schéma unifilaire) en prenant en compte uniquement l'alimentation du moteur sud de la volée ouest. (alimentation normale et secours. Indiquer sur le document les repères des appareils utilisés dans les différents schémas. Repérer le circuit normal et secours).





## DOCUMENT REPONSE N°2

### DISTRIBUTION BASSE TENSION :

1.1) La motorisation à courant continu du pont a été remplacé par des moteurs asynchrones triphasés. L'ancienne ligne était constituée de 6 câbles unipolaires de 150 mm<sup>2</sup> et de deux conducteurs de protection de section 70 mm<sup>2</sup>. Actuellement 3 câbles servent à alimenter les deux moteurs. Les 3 autres peuvent être utilisés en secours. Le courant d'emploi est de 230 A. (commande + puissance).

**On demande de vérifier si un circuit 3 x 150 mm<sup>2</sup> + 1 x 70 mm<sup>2</sup> permet l'alimentation simultanée des deux volées.**

.....  
.....

1.2) Les transformateurs d'origine du poste T5 ont été remplacés par des transformateurs secs. Des câbles jointifs en cuivre de longueur 4 mètres et de section 1 x 240 mm<sup>2</sup> par phase assurent la liaison du transformateur TR3 au disjoncteur de départ, en amont du jeu de barres.  
(On négligera les résistances et les réactances du jeu de barres).

**On demande de déterminer le pouvoir de coupure minimum des disjoncteurs C1251N.**

.....  
.....

## DOCUMENT REPONSE N°3

1.3) Après détermination du courant admissible et la lecture du tableau des sections minimales les calculs ont déterminé une section de 25 mm<sup>2</sup> pour alimenter le moteur sud de la volée ouest depuis le local technique mer, or le câble utilisé a une section de 50 mm<sup>2</sup>.

**On demande de justifier le choix d'une section de 50 mm<sup>2</sup>.**

.....  
.....

1.4) L'alimentation du local technique terre nécessite une grande longueur de câble (350 m).

Le câble est protégé par un disjoncteur C1251N dont les réglages du déclencheur sont les suivants :  
Thermique : 625 A  
Magnétique : 937 A  
Courant d'emploi : 230 A.  
Section d'un conducteur de phase : 150 mm<sup>2</sup>  
Section du conducteur de protection : 70 mm<sup>2</sup>.

**On demande de vérifier si la protection des personnes est assurée :**

- par un calcul dans le cas le plus défavorable (fonctionnement à I magnétique + 15%),
- par la lecture du tableau des longueurs maximales des canalisations.

**Comparer et analyser vos résultats.**

.....  
.....

## DOCUMENT REPONSE N°4

1.5) Dans le cas où la protection ne serait pas assurée.

**On demande de mettre l'installation en sécurité par un réglage différent, indiquer celui-ci.**

.....  
.....

Un disjoncteur NS400 équipé d'un déclencheur électronique STR53UE de calibre 250 A protège le départ volée ouest.

**1.6 Lire sur la courbe de déclenchement du disjoncteur 5Q6F, les valeurs des seuils suivants :**

- \* Seuil de déclenchement long retard : .....
- \* Seuil de déclenchement court retard : .....
- \* Seuil de déclenchement instantané : .....
- \* temps de déclenchement court retard : .....

**1.7 Indiquer en vous aidant de la vue de la face avant du déclencheur électronique, les réglages suivants du déclencheur :**

\*  $I_o$  : .....

\*  $I_r$  : .....

\*  $I_m$  : .....

\*  $I_i$  : .....

\*  $t_m$  : .....

**1.8** Le courant d'emploi dans le câble est de 110 A et on désire un déclenchement magnétique pour 550 A.

**Les réglages de ces paramètres sont-ils corrects ? Si non, indiquer les nouveaux réglages à effectuer.**

.....  
 .....

## **PARTIE 1 ALIMENTATION GENERALE DU POSTE DE TRANSFORMATION T5**

### **Document réponse N° 5**

#### **Schémas des liaisons à la terre**

**1.9 - On demande d'identifier le type de schéma des liaisons à la terre de l'alimentation 3 x 400 V.**

.....  
 .....

**1.10 - Quels sont les appareils de protection des personnes et des biens qui vous permettent de justifier cette affirmation ?**

Représenter ci-dessous leur symbole, indiquer leur rôle dans l'installation et leur principe de fonctionnement.

| Symbole | Rôle | Principe de fonctionnement |
|---------|------|----------------------------|
|         |      |                            |
|         |      |                            |

**1.11 - Quels sont les avantages et les inconvénients de ce type de liaisons ?**

.....  
 .....

#### **Poste de transformation - Remplacement du transformateur TR3**

Le service auquel vous appartenez a reçu l'ordre de remplacer le transformateur TR3. L'organisation dans votre service vous a désigné comme chargé de consignation tandis que monsieur Martin est chargé de travaux.

**1.12 - Pour mener à bien ces travaux quelles sont les habilitations électriques requises par vous et par monsieur Martin ?**

.....  
 .....

### Document réponses N°6

**1.13 - Compléter le tableau ci-dessous qui établit les opérations à réaliser dans l'ordre par vous-même et par monsieur Martin.**

| N° | Emplacement<br>de la<br>manœuvre | DESIGNATION DE L'OPERATION | Auteur vous ou<br>M. Martin |
|----|----------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 1  |                                  |                            |                             |
| 2  |                                  |                            |                             |
| 3  |                                  |                            |                             |
| 4  |                                  |                            |                             |
| 5  |                                  |                            |                             |
| 6  |                                  |                            |                             |
| 7  |                                  |                            |                             |
| 8  |                                  |                            |                             |
| 9  |                                  |                            |                             |
| 10 |                                  |                            |                             |
| 11 |                                  |                            |                             |
| 12 |                                  |                            |                             |
| 13 |                                  |                            |                             |
| 14 |                                  |                            |                             |
| 15 |                                  |                            |                             |
| 16 |                                  |                            |                             |
| 17 |                                  |                            |                             |
| 18 |                                  |                            |                             |
| 19 |                                  |                            |                             |
| 20 |                                  |                            |                             |
| 21 |                                  |                            |                             |
| 22 |                                  |                            |                             |

# Partie 2

## DIMENSIONNEMENT DU MOTEUR

### Document réponses N°7

#### Partie 2 : DIMENSIONNEMENT DU MOTEUR D'ENTRAÎNEMENT DE LA VOLEE OUEST.

Les documents (page 10) de mise en situation et de présentation renseignent sur le déplacement rectiligne horizontal de l'axe du pignon à 13 dents.

On prendra comme hypothèse simplificatrice, que le déplacement de la masse de la volée nécessite l'application d'une force de 140 000 N sur une seule dent au point de contact du diamètre primitif de **chaque crémaillère** (nord et sud).

On ne s'intéressera pas aux inerties.

**2.1 On demande de calculer les caractéristiques minimales du moteur d'entraînement de la volée (puissance et fréquence de rotation) :**

.....  
.....

### Document réponses N°8

.....  
.....

**2.2 Quel est le couple développé au niveau de l'arbre du moteur ?**

.....  
.....

**2.3 En appliquant un coefficient de sécurité de 40 % pour tenir compte des perturbations dues au mistral sur l'extrémité de la volée, choisir la référence d'un moteur.**

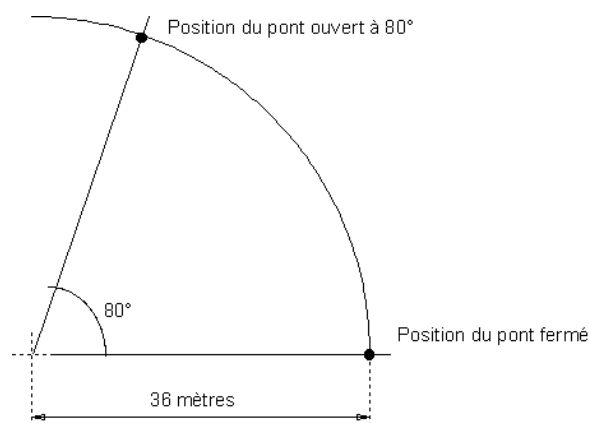
.....  
.....

# Partie 3

## CODEUR DE POSITIONS

### Document réponse N° 9

Afin de permettre un brochage correct des deux volées, en particulier lors de la fermeture du pont, on demande de détecter leurs positions angulaires avec une précision de  $2/100^{\text{ème}}$  de degré, ce qui correspond à environ 1 cm en bout de volée.



**3.1 Calculer le nombre d'impulsions minimum à générer par un codeur absolu pour détecter les positions angulaires avec une précision de 2/100 de degrés.**

.....  
.....

**3.2 Indiquer ci-dessous les poids binaires de chaque bit et inscrire dans les cases le chiffre binaire correspondant au nombre d'impulsions minimum calculé précédemment, noter également les différents calculs.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

.....  
.....

**3.3 Quel est le nombre de fils nécessaires pour envoyer cette information binaire à l'automate programmable ?**

.....  
.....

### **Document réponse N° 10**

**3.4 Quel nombre binaire maximal peut-on décoder avec ce nombre de fils ?**

.....  
.....

**3.5 Le document de présentation (page 10) représente la chaîne cinématique du système d'entraînement.**

Pour permettre une rotation correspondante à une ouverture maximale du pont (77,5°), les pignons nord et sud (13 dents) se déplacent de 9,915 mètres sur les crémaillères fixes. Sachant que le codeur est monté en bout d'arbre du moteur d'entraînement, on demande de calculer le nombre de tours que doit effectuer celui-ci pour la course maximale du pont ?

.....  
.....

**3.6 En déduire le nombre de points ou d'impulsions par tour du codeur :**

.....  
.....

**3.7 Caractéristiques minimales du codeur.**

Nombre de points par tour :

.....  
.....

Nombre de tours :

.....  
.....

### Document réponse N° 11

3.8 Le codeur choisi par le constructeur est un codeur 4 points par tours et 4 096 tours de marque Hohner. Ce codeur est de type absolu à sorties NPN.

On demande de justifier le nombre de fils utilisés pour le codage des différentes positions.

.....  
.....

3.9 Citer les deux types de codeurs de positions qui existent et indiquer pour chacun d'eux les principaux avantages et inconvénients. Mettre en évidence les critères discriminants pour le problème étudié.

.....  
.....

### Document réponse N° 12

3.10 Le codeur utilisé délivre un code Gray qui correspond aux différentes étapes de fermeture du pont.

Ce code est transformé en code binaire pour être exploité par l'automate programmable.

Avec l'aide du document ressource (page 36) on demande de renseigner le tableau ci-dessous.

| Angle en degrés | Code décimal | Code binaire | Code Gray |
|-----------------|--------------|--------------|-----------|
| <b>13</b>       |              |              |           |
| <b>11</b>       |              |              |           |
| <b>9</b>        |              |              |           |
| <b>2</b>        |              |              |           |

Porter ici les différents calculs.

.....  
.....

### Document réponse N° 13

#### Aspect modélisation au lycée

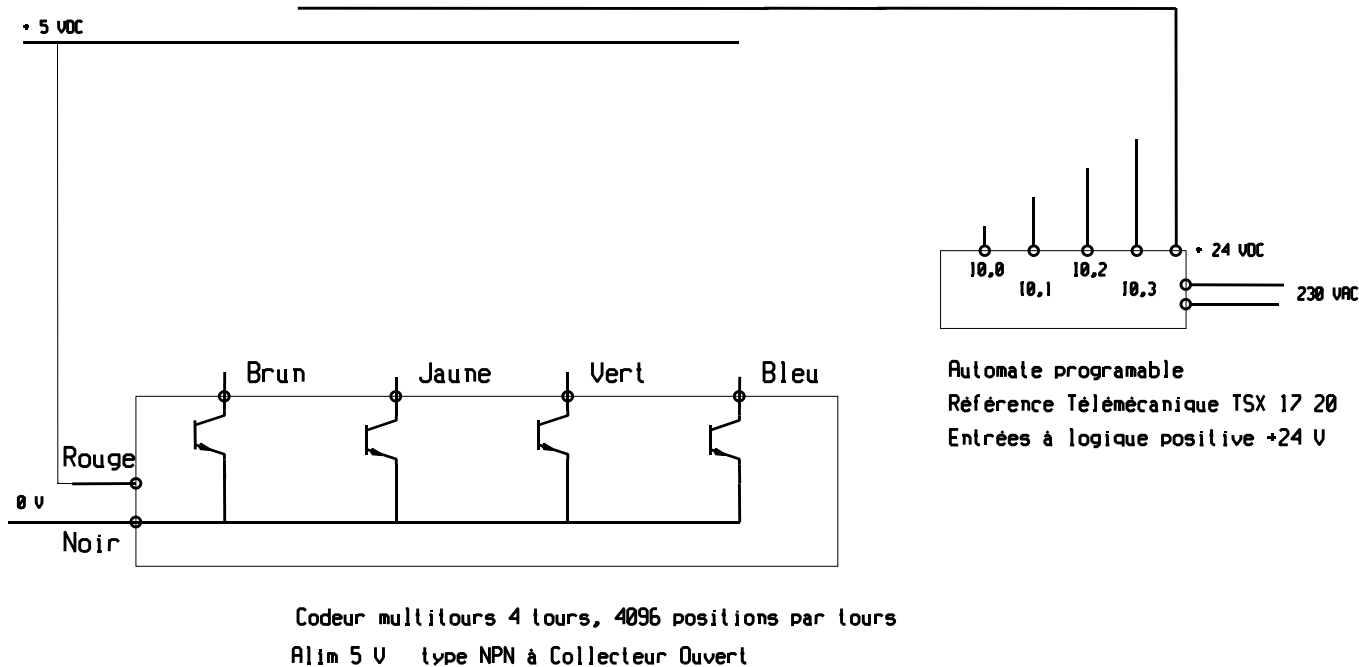
Le système du pont est modélisé dans votre lycée et permet aux élèves de réaliser l'étude d'un codeur absolu.

D'après les documents ressource (pages 37 et 38) concernant le codeur absolu monté sur le moteur d'entraînement de la volée, la documentation de l'automate programmable, on demande :

3.11 De réaliser ci-dessous le schéma structurel repéré destiné au câblage :

- permettant la visualisation des états du codeur par diodes électroluminescentes.
- permettant le branchement et l'isolement galvanique du codeur 5 V aux entrées de l'automate programmable.

*(Limiter le schéma aux quatre sorties de poids faibles du codeur connectées aux entrées I0,0 ; I0,1 ; I0,2 ; I0,3 de l'automate programmable industriel).*



## Partie 4

# VARIATION de VITESSE

### Document réponse N° 14

Deux moteurs asynchrones triphasés équipent chaque volée est et ouest.

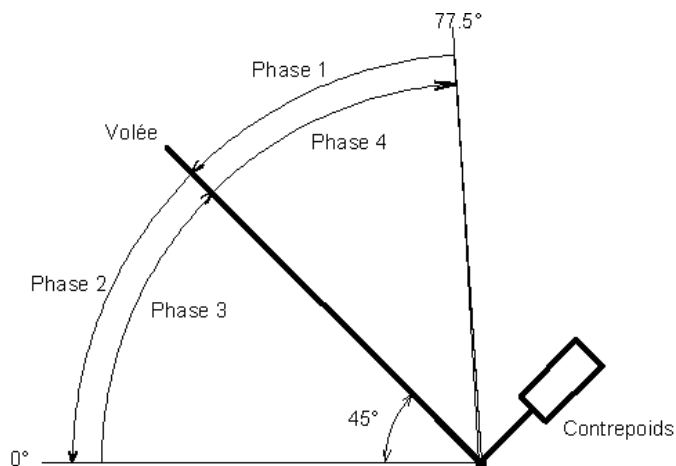
Deux variateurs de fréquence de la marque Télémécanique ATV 452D75 permettent de moduler la vitesse des moteurs afin de positionner correctement les volées à l'ouverture à la fermeture et particulièrement lors du pré-brochage et du brochage des deux volées.

Chaque variateur est équipé d'une option carte freinage VW3 A45201D90, d'une carte de communication Bus Multipoint et d'une série de 3 selfs VZ1L 1500170T.

Pour une ouverture de 45° la volée est en équilibre sur le tablier grâce à son contrepoids. Voir sur le croquis ci-dessous.

En l'absence de mistral, le pont est constitue une charge entraînante ou entraînée lors des différents régimes de fonctionnement (établi, accélérations ou décélérations).

**4.1 On demande de compléter le croquis ci-dessous en indiquant, pour les divers sens de déplacement de la charge en régime établi, les moments où la charge est entraînante ou entraînée. Repérez ces périodes et reportez-les sur la représentation graphique des quatre quadrants de fonctionnement de la question 4.3.**



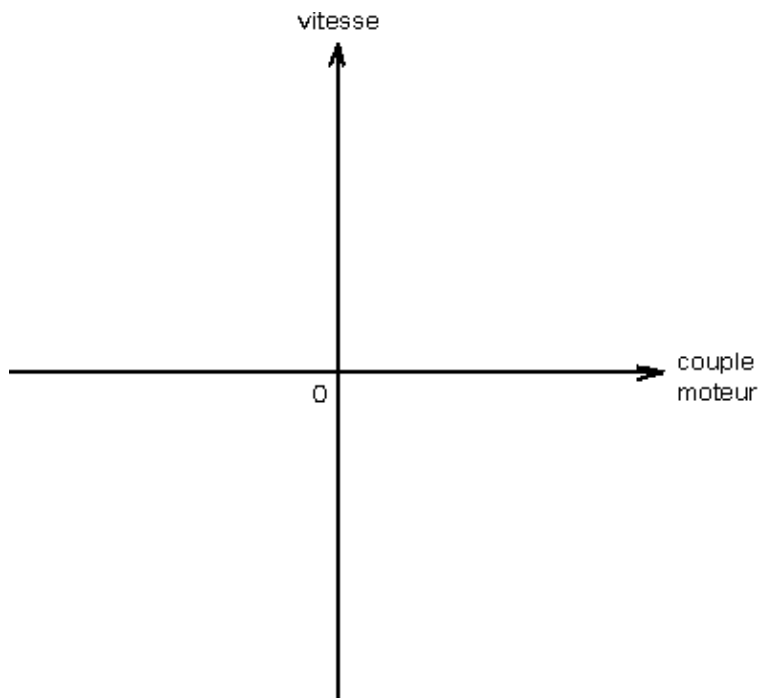
**4.2** On demande de compléter sur la représentation des quatre quadrants ci-après en y inscrivant les divers cycles de montée et de descente des volées. Indiquer également pour chaque quadrant le sens des couples, des rotations et le sens de transfert d'énergie.

Commenter :

.....  
 .....

### Document Réponse N° 15

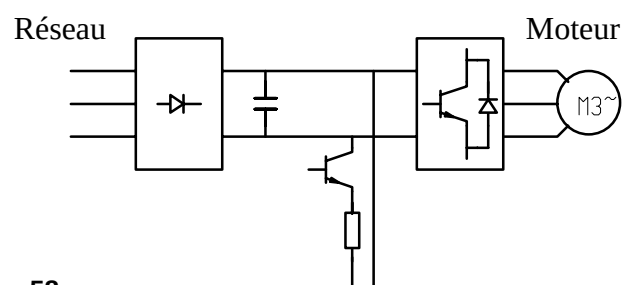
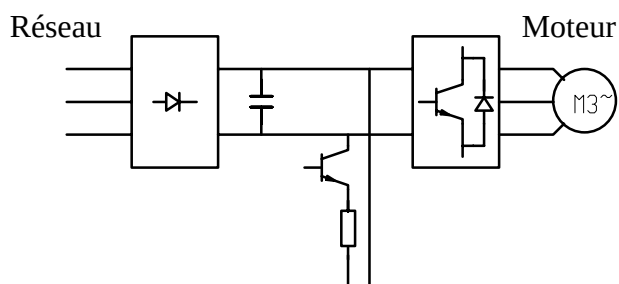
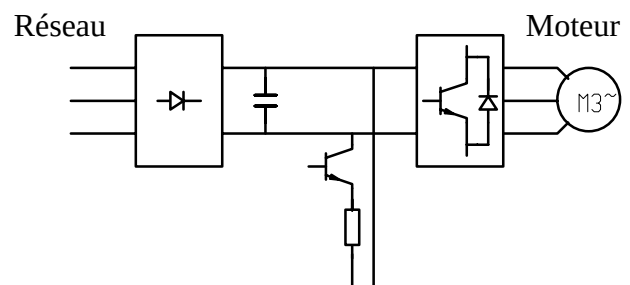
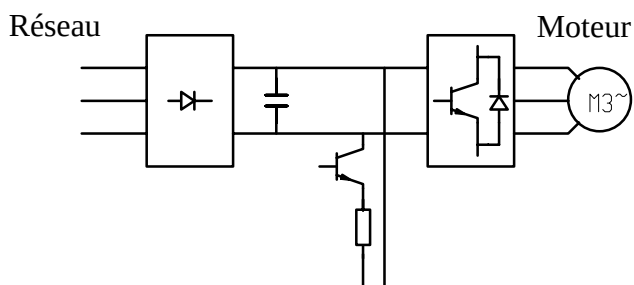
Représentation des quatre quadrants :



Chaque variateur est équipé d'une option carte de freinage de ralentissement avec une résistance extérieure. (voir les documents ressources pages 40 et 41)

**4.3** On demande de décrire sommairement le fonctionnement du variateur avec cette carte et de justifier la mise en place d'un tel dispositif.

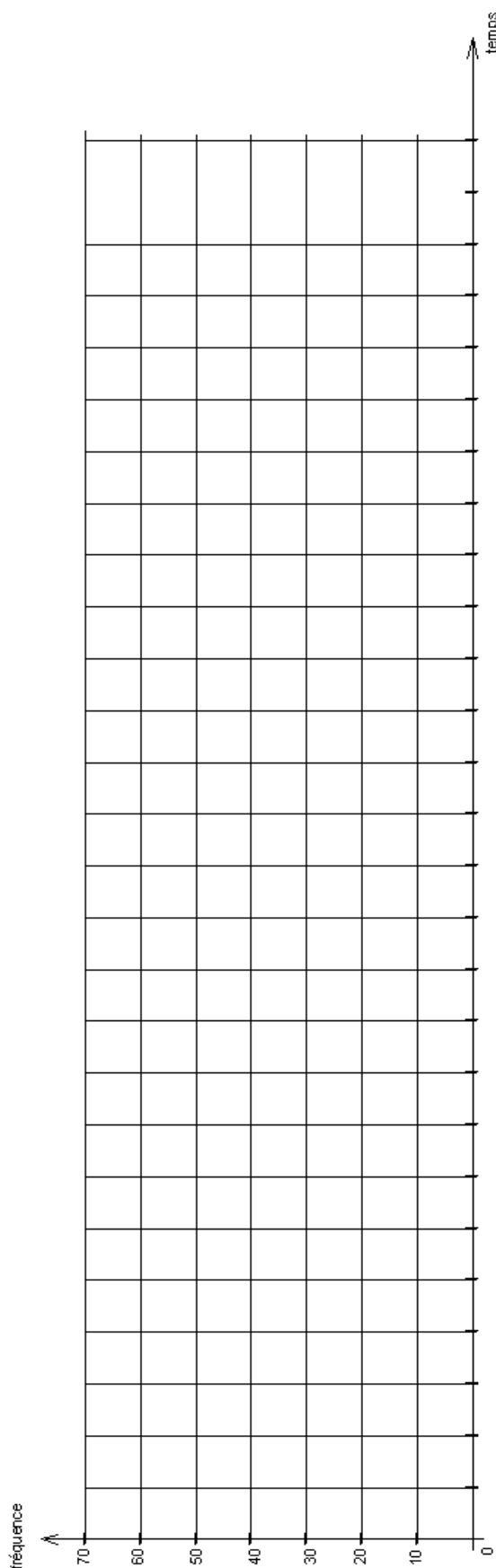
Sur les schémas ci-dessous on demande de représenter les transferts d'énergie pour les différents cycles de fonctionnement.





Commenter :

## Document Réponse N° 16



### 4.4

Pour une opération complète de fermeture de la volée ouest, tracer le graphe de la vitesse en fonction du temps.

Le paramétrage des rampes se fait sur la face avant du variateur de vitesse :

- L'accélération de 0 à 50 Hz se fera en 3 secondes.
- La décélération de 50 Hz à 0 se fera en 4 secondes.

*Rappel : La fréquence délivrée par le variateur est une image de la vitesse.*

Indiquer sur le chronogramme :

- les différents régimes établis (en précisant les vitesses),
- les diverses périodes transitoires. (en précisant les durées),
- les positions angulaires en degré de la volée à chaque changement de régime.

## Document réponse N° 17

Les autres valeurs à paramétrer LSP (low speed) et HSP (high speed) sur le variateur sont à prévoir ainsi : LSP 4 Hz et HSP 67 Hz.

**4.5 Calculer les valeurs de tensions comprises entre 0 et 10 V à appliquer sur l'entrée analogique du variateur (OE1) pour les différentes fréquences désirées lors d'un cycle complet de fermeture de la volée ouest. On connaît les points extrêmes 0V, LSP et 10V, HSP.**

**Indiquer également les vitesses du rotor du moteur d'entraînement en supposant que le glissement est constant à 4%.**

**Noter vos calculs ci-dessous et indiquer les résultats dans le tableau ci-après :**

.....  
.....

Consulter les documents constructeur (page 38) du module de sorties analogiques de l'automate programmable.

**4.6 On demande de déterminer les chiffres numériques à programmer dans l'automate pour les différentes fréquences désirées lors d'un cycle complet de fermeture de la volée ouest.**

**Noter vos calculs ci-dessous et indiquer les résultats dans le tableau ci-après :**

.....  
.....

|                                                        |  |  |  |  |  |
|--------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|
| Fréquence                                              |  |  |  |  |  |
| Consigne de vitesse                                    |  |  |  |  |  |
| Fréquence de rotation du rotor en tr.min <sup>-1</sup> |  |  |  |  |  |
| Chiffre numérique à programmer                         |  |  |  |  |  |

## FERMETURE DU PONT

### Document réponse N° 18

**4.7 Avec l'aide des extraits 35, 54 et 55 / 68 du document de spécification et de conception du système, on demande de représenter le Grafcet du point de vue du système pour une séquence de fermeture.**

# Partie 5

## ETUDE des PERTURBATIONS

### PRELIMINAIRE :

Pour des raisons de sécurité, les marins pompiers de Marseille exigent une garantie totale du fonctionnement du pont Pinède :

- A l'ouverture, en cas de grosse tempête les bateaux doivent pouvoir entrer au port afin de se mettre à l'abri derrière la digue du large.
- A la fermeture, pour intervenir rapidement sur la digue du large.

### DECLENCHEMENTS INTEMPESTIFS

Des déclenchements intempestifs du disjoncteur 4Q16J de protection du moteur sud de la volée ouest ont été constatés.

Ce disjoncteur est un disjoncteur NS 250 équipé d'un déclencheur de calibre 200 A dont le réglage long retard est fixé à 110 A.

Pour des raisons de sécurité ces déclenchements sont inacceptables.

Une équipe de maintenance a été dépêchée sur les lieux pour effectuer des relevés à l'aide d'un analyseur de réseau.

Voici les informations recueillies :

#### Summary Information

|           |      |           |         |         |
|-----------|------|-----------|---------|---------|
| Frequency | 50.0 | RMS       | Voltage | Current |
| Power     |      | Peak      | 575     | 259     |
| KW        | 60,5 | DC Offset | 0       | -0.02   |
| KVA       | 93   | Crest     |         |         |
| KVAR      | 38   | THD Rms   |         |         |
| Peak KW   | 213  | THD Fund  |         |         |
| Phase     |      |           |         |         |
| Total PF  |      | KFactor   |         | 3,6     |
| DPF       |      |           |         |         |

#### Harmonic Information

|    | Freq. | V Mag | % V RMS | I Mag | %I RMS | Power (KW) |
|----|-------|-------|---------|-------|--------|------------|
| DC | 0.0   | 0     | 0,1     | 0,0   | 0,6    | 0,00       |
| 1  | 50,0  | 400   | 99,9    | 104   | 80,0   | 60,5       |
| 2  | 100,0 | 1     | 0,3     | 0,01  | 0,0    | 0,00       |
| 3  | 150,0 | 4     | 1,0     | 2,01  | 1,6    | 0,00       |
| 4  | 200,0 | 0     | 0,2     | 0,0   | 0,1    | 1,1        |
| 5  | 250,0 | 22    | 5,5     | 64,0  | 49,3   | 0,00       |
| 6  | 299,9 | 0     | 0,0     | 0,00  | 0,1    | 0,00       |
| 7  | 349,9 | 16    | 4       | 40,0  | 30,9   | 1,01       |
| 8  | 399,9 | 0     | 0,0     | 0,00  | 0,1    | 0,00       |
| 9  | 449,9 | 1     | 0,2     | 0,5   | 0,3    | 0,00       |
| 10 | 499,9 | 0     | 0,0     | 0,00  | 0,1    | 0,00       |
| 11 | 549,9 | 4     | 1,0     | 16,0  | 12,3   | 1,01       |
| 12 | 599,9 | 0     | 0,0     | 0,00  | 0,1    | 0,00       |
| 13 | 649,9 | 2     | 0,5     | 7,00  | 5,4    | 1,00       |

#### Document réponse n°19

En vous appuyant sur les relevés effectués :

#### 5.1) Calculer le facteur de puissance (PF)

.....

.....

**5.2) Calculer le cos (DPF)**

.....  
.....

**5.3) Calculer la tension efficace (Voltage RMS)**

.....  
.....

**5.4) Calculer l'intensité efficace (Current RMS)**

.....  
.....

**5.5) Calculer le facteur de crête de tension (crest)**

.....  
.....

**5.6) Calculer le facteur de crête de courant (crest)**

.....  
.....

**Document réponse n°20**

**5.7) Calculer les taux de distorsion par rapport à la valeur efficace (THD RMS)**

Tension :

.....  
.....

Courant :

.....  
.....

**5.8) Calculer les taux de distorsion par rapport au fondamental (THD Fund)**

Tension :

.....  
.....

Courant :

.....  
.....

**5.9) Compléter les valeurs sur l'écran de l'analyseur.**

| Summary information |         |           | Voltage | Current |
|---------------------|---------|-----------|---------|---------|
| Frequency           | 50      | RMS       | .....   | .....   |
| Power               |         | Peak      | 575     | 259     |
| KW                  | 60,5    | DC offset | 0       | -0,02   |
| KVA                 | 93      | Crest     | .....   | .....   |
| KVAR                | 38      | THD RMS   | .....   | .....   |
| Peak KW             | 213     | THD Fund  | .....   | .....   |
| Phase               | 32° lag |           |         |         |
| Total PF            | .....   | K Factor  |         | 3,6     |
| DPF                 | .....   |           |         |         |

**Document réponse n°21**

**5.10) En fonction des éléments à votre disposition, construire le triangle des puissances de l'installation en faisant apparaître la puissance déformante D.**

**On prend comme hypothèse que la tension est sinusoïdale. (THD inférieur à 8%, pas de distorsion de tension)**

Echelle : 1cm =

**5.11) Déduire la valeur de la puissance déformante D (graphique et calcul)**

.....  
.....

**Document réponse n°22**

**5.12) Tracer le spectre des courants circulant dans le moteur sud de la volée ouest.**

**ANALYSE ET REMEDIATION :**

**5.13) A l'aide de l'ensemble des résultats analyser le problème rencontré dans le fonctionnement du pont.**

.....

.....

**5.14) Citer les inconvénients sur les différents éléments d'un tel fonctionnement de l'installation.**

.....

.....

**5.15) Citer les remèdes à mettre en oeuvre pour éviter ce problème.**

.....

.....

**5.16) Avec l'aide de votre diagnostic indiquer le remède utilisé dans le cas du pont Pinède.**

.....

.....

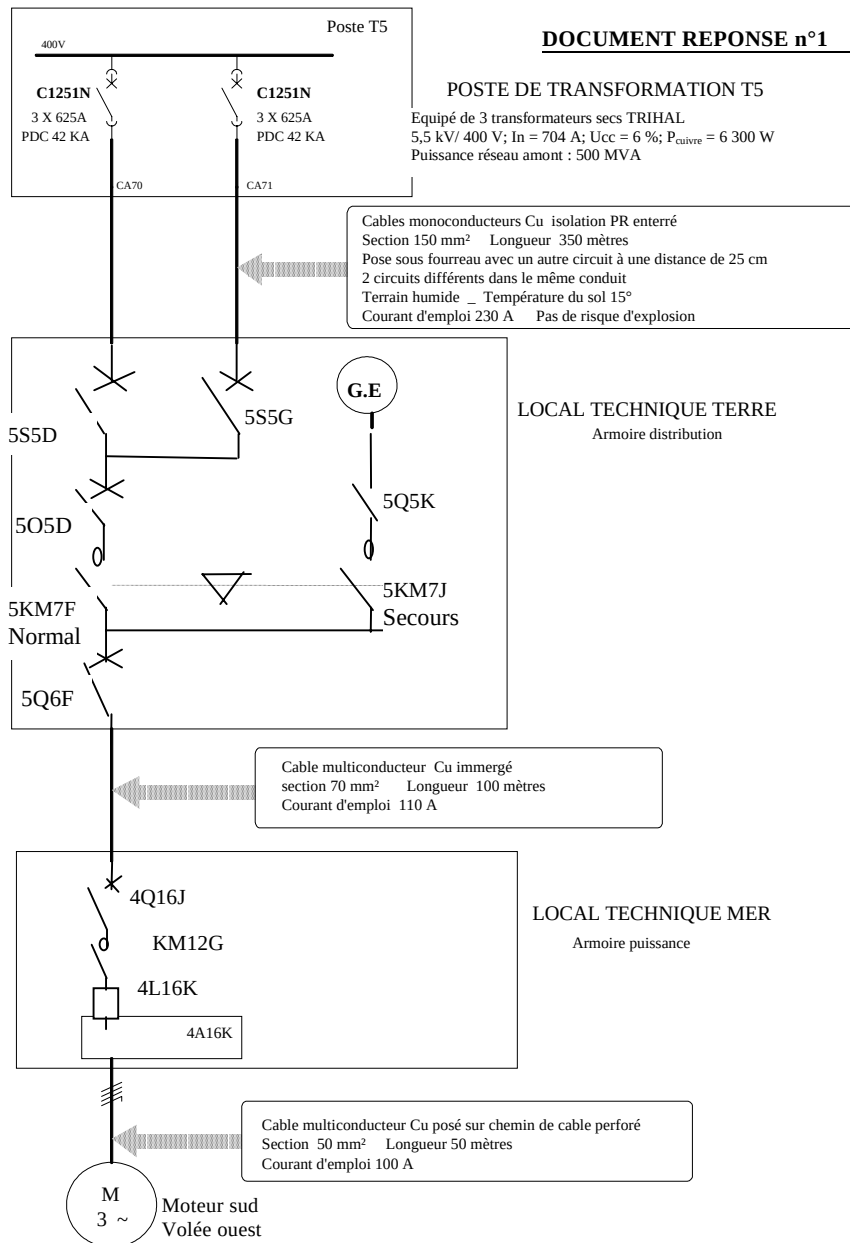
# CORRIGE EPREUVE D'ADMISSIBILITE

## PARTIE 1 - DISTRIBUTION ELECTRIQUE

### PRELIMINAIRE:

Afin de mieux cerner les frontières de l'étude :

**On demande de compléter le document réponse n°1** (schéma unifilaire) en prenant en compte uniquement l'alimentation du moteur sud de la volée ouest (alimentation normale et secours). Indiquer sur le document les repères des appareils utilisés dans les différents schémas. Repérer le circuit normal et secours.





## PARTIE 1 - DISTRIBUTION ELECTRIQUE - DOCUMENT REPONSE N°2

### DISTRIBUTION BASSE TENSION :

1.1) La motorisation à courant continu du pont a été remplacé par des moteurs asynchrones triphasés. L'ancienne ligne était constituée de 6 câbles unipolaires de 150 mm<sup>2</sup> et de deux conducteurs de protection de section 70 mm<sup>2</sup>. Actuellement 3 câbles servent à alimenter les deux moteurs. Les 3 autres peuvent être utilisés en secours. Le courant d'emploi est de 230 A. (commande + puissance).

**On demande de vérifier si un circuit 3 x 150 mm<sup>2</sup> + 1 x 70 mm<sup>2</sup> permet l'alimentation simultanée des deux volées.**

Facteurs de correction :  $f_4 = 0,8$        $f_8 = 1,04$        $f_9 = 1,13$        $f_{11} = 0,93$        $f_{13} = 0,71$

Facteur de correction F :  $F = f_4 \times f_8 \times f_9 \times f_{11} \times f_{13}$

$$F = 0,62$$

Courant admissible :  $I_z = 230 / 0,62 = 370 \text{ A}$

Dans le tableau 52G on lit : PR3      370A

$$S = 150 \text{ mm}^2$$

1.2) Les transformateurs d'origine du poste T5 ont été remplacés par des transformateurs secs. Des câbles jointifs en cuivre de longueur 4 mètres et de section 1 x 240 mm<sup>2</sup> par phase assurent la liaison du transformateur TR3 au disjoncteur de départ, en amont du jeu de barres.  
(On négligera les résistances et les réactances du jeu de barres).

**On demande de déterminer le pouvoir de coupure minimum des disjoncteurs C1251N.**

Réseau amont :  $R = 0,035 \text{ m}$  et  $X = 0,351 \text{ m}$

Transformateur :  $R = ((6300 \times 420^2) / 500^2) \times 10^{-3} = 4,44 \text{ m}$

$$Z = (6/100) \times (420^2/500) = 21,17 \text{ m}$$

$$X = (Z^2 - R^2) = (21,17^2 - 4,44^2) = 20,7 \text{ m}$$

Câble :  $R = (18,51 \times 4) / 40 = 0,3 \text{ m}$

$$X = 0,09 \times 4 = 0,36 \text{ m}$$

Total :  $R_t = 0,035 + 4,44 + 0,3 = 4,77 \text{ m}$

$$Z_t = (R_t^2 + X_t^2) = 21,93 \text{ m}$$

$$X_t = 0,351 + 20,7 + 0,36 = 21,41 \text{ m}$$

**Courant de court-circuit :**

$$I_{cc3} = (1,05 \times 1,05 \times 400) / (3 \times 21,41) = 11,61 \text{ kA}$$

**Pouvoir de coupure minimal :**

3 transformateurs en parallèle

$$3 \times 11,61 = 34,8 \text{ kA}$$

**OUI, le pouvoir de coupure du disjoncteur est suffisant**

## PARTIE 1 - DISTRIBUTION ELECTRIQUE - DOCUMENT REPONSE N°3

1.3) Après détermination du courant admissible et la lecture du tableau des sections minimales les calculs ont déterminé une section de 25 mm<sup>2</sup> pour alimenter le moteur sud de la volée ouest depuis le local technique mer, or le câble utilisé a une section de 50 mm<sup>2</sup>.

**On demande de justifier le choix d'une section de 50 mm<sup>2</sup>.**

**Chute de tension totale avec un câble de 25 mm<sup>2</sup> :**

1° câble  $S = 150 \text{ mm}^2$   $I = 230 \text{ A}$   $L = 350 \text{ m}$   $U = 1,6\%$   $U = 3,5 \times 1,6 = 5,6 \%$

2° câble  $S = 70 \text{ mm}^2$   $I = 110 \text{ A}$   $L = 100 \text{ m}$   $U = 1,4\%$   $U = 1 \times 1,4 = 1,4 \%$

3° câble  $S = 25 \text{ mm}^2$   $I = 100 \text{ A}$   $L = 50 \text{ m}$   $U = 3,3\%$   $U = 0,5 \times 3,3 = 1,65 \%$

$$U_{\text{total}} = 8,65 \%$$

**La chute de tension est supérieure à 8%**

**Chute de tension totale avec un câble de 50 mm<sup>2</sup> :**

1° câble  $S = 150 \text{ mm}^2$   $I = 230 \text{ A}$   $L = 350 \text{ m}$   $U = 1,6\%$   $U = 3,5 \times 1,6 = 5,6 \%$

2° câble  $S = 70 \text{ mm}^2$   $I = 110 \text{ A}$   $L = 100 \text{ m}$   $U = 1,4\%$   $U = 1 \times 1,4 = 1,4 \%$

3° câble  $S = 25 \text{ mm}^2$   $I = 100 \text{ A}$   $L = 50 \text{ m}$   $U = 1,7\%$   $U = 0,5 \times 1,7 = 0,85 \%$

$$U_{\text{total}} = 7,85 \%$$

**La chute de tension est inférieure à 8%**

1.4) L'alimentation du local technique terre nécessite une grande longueur de câble (350 m).

Le câble est protégé par un disjoncteur C1251N dont les réglages du déclencheur sont les suivants :

Thermique : 625 A

Magnétique : 937 A

Courant d'emploi : 230 A.

Section d'un conducteur de phase : 150 mm<sup>2</sup>

Section du conducteur de protection : 70 mm<sup>2</sup>.

**On demande de vérifier si la protection des personnes est assurée :**

-par un calcul dans le cas le plus défavorable (fonctionnement à I magnétique + 15%),

-par la lecture du tableau des longueurs maximales des canalisations.

**Comparer et analyser vos résultats.**

**Calcul :  $I_{mag} = 937 \text{ A} + 15\% = 1\,078 \text{ A}$**

**$L_{max} = (0,8 \times 400 \times 150) / ((2 \times 22,5 \times 10^{-3}) \times (1 + 2,14) \times 1\,078) = \underline{315 \text{ mètres}}$**

**Dans le tableau donné pour  $I_{mag} + 15\%$**

$L_{max} = 426 \text{ m}$

Coefficient correcteur = 0,67

**$L_{max} = 426 \times 0,67 = \underline{285 \text{ mètres}}$**

Les deux méthodes donnent deux longueurs très similaires (10% d'écart)

Et permettent de conclure

**La protection des personnes n'est pas assurée**

## **PARTIE 1 - DISTRIBUTION ELECTRIQUE - DOCUMENT REPONSE N°4**

**1.5 Dans le cas où la protection ne serait pas assurée.**

**On demande de mettre l'installation en sécurité par un réglage différent, indiquer celui-ci.**

Le courant d'emploi étant de 230 A

**modification du calibre de Ir  $I_r = 0,4(500 \text{ A} - 700 \text{ A})$**

Le tableau donne une longueur de 534 mètres ;  $534 \times 0,67 = \underline{357 \text{ mètres}}$

Un disjoncteur NS400 équipé d'un déclencheur électronique STR53UE de calibre 250 A protège le départ volée ouest.

**1.6 Lire sur la courbe de déclenchement du disjoncteur 5Q6F, les valeurs moyennes des seuils suivants :**

\* Seuil de déclenchement long retard : **200 A**

\* Seuil de déclenchement court retard : **800 A**

\* Seuil de déclenchement instantané : **2 000 A**

\* temps de déclenchement court retard : **0,3 seconde**

**1.7 Indiquer en vous aidant de la vue de la face avant du déclencheur électronique, les réglages suivants du déclencheur :**

\*  $I_o$  : **0,8**

\*  $I_r$  : **1**

\*  $I_m$  : **4**

\*  $I_i$  : **10**

\*  $t_m$  : **0,3**

**1.8 Le courant d'emploi dans le câble est de 110 A et on désire un déclenchement magnétique pour 550 A.**

**Les réglages de ces paramètres sont-ils corrects ? Si non, indiquer les nouveaux réglages à effectuer.**

Non les réglages ne sont pas corrects

Il faut modifier les réglages suivants :

$I_o = (110 / 250) = 0,44$        **$I_o = 0,5$**

$I_r = (0,44 / 0,5) = 0,88$        **$I_r = 0,88$**

$I_m = (550 / 110) = 5$        **$I_m = 5$**

## PARTIE 1 – ALIMENTATION GENERALE DU POSTE DE TRANSFORMATION T5 - DOCUMENT REPONSE N°4

Schémas des liaisons à la terre

**1.9.** - On demande d'identifier le type de schéma des liaisons à la terre de l'alimentation 3 x 400 V.

***C'est un schéma IT : à neutre isolé et masses métalliques reliées à la terre.***

**1.10.** - Quels sont les appareils de protection des personnes et des biens qui vous permettent de justifier cette affirmation ? Représentez ci-dessous leur symbole, indiquer leur rôle dans l'installation et leur principe de fonctionnement.

| Symbole                                                                                                               | Rôle                                                                                                                                    | Principe de fonctionnement                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Au niveau du transformateur le neutre est relié à un limiteur de surtension qui est lui-même relié à la terre.</i> | <i>C'est un appareil de protection contre les surtensions d'origine atmosphériques (foudre)</i>                                         | <i>En temps normal le neutre est isolé de la terre. Lors d'une surtension sur les lignes du réseau, l'éclateur ou (limiteur de surtension) se court-circuite et évacue cette surtension vers la terre et surtout protège le contrôleur d'isolement qui est branché en parallèle.</i>                                                                                                                                     |
| <i>Ohmmètre placé complètement à gauche en bas du schéma</i>                                                          | <i>Comme son nom l'indique c'est un contrôleur d'isolement (CPI) qui contrôle l'isolement de l'installation par rapport à la terre.</i> | <i>C'est un ohmmètre qui envoie un courant continu en permanence entre les fils du réseau et la terre. Lorsque l'isolement est incorrect (inférieur à un seuil défini par l'utilisateur) un signal sonore retenti avertissant l'équipe d'entretien. Il n'y a pas de danger pour l'utilisateur mais il faut rechercher et réparer de suite, avant l'apparition d'un deuxième défaut qui peut être dangereux celui-ci.</i> |

**111.** - Quels sont les avantages et les inconvénients de ce type de liaisons ?

**Avantages :** *Surveillance permanente du réseau. Détection du premier défaut et réparation sans danger et ni arrêt de l'installation. Donc pas d'arrêt de la production.*

**Inconvénients :** *Systèmes mettant en œuvre du matériel plus performant et donc plus sophistiqué qui nécessite une équipe d'entretien capable d'éliminer ce défaut au plus vite.*

### Poste de transformation - Remplacement du transformateur TR3

Le service auquel vous appartenez a reçu l'ordre de remplacer le transformateur TR3. L'organisation dans votre service vous a désigné comme chargé de consignation tandis que monsieur Martin est chargé de travaux.

**112.** - Pour mener à bien ces travaux quelles sont les habilitations électriques requises par vous et par monsieur Martin ?

***Je dois moi-même posséder les habilitations BR et HC, me permettant de consigner les installations HT. M. Martin étant chargé des travaux doit avoir les habilitations B2 et H2.***

## DOCUMENT REPONSE N°6

**113** - Compléter le tableau ci-dessous qui établit les opérations à réaliser dans l'ordre par vous-même et par monsieur Martin.

| N° | Emplacement de la manœuvre | DESIGNATION DE L'OPERATION                                                                                                            | Auteur vous ou M. Martin |
|----|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 1  | TR1 ou TR2                 | S'assurer que la continuité de l'alimentation est assurée par TR1 ou TR2.                                                             | Moi-même                 |
| 2  | Côté BT DB 1250 A          | Couper ce disjoncteur et récupérer la clé A4.                                                                                         | Moi-même                 |
| 3  | Côté HT disjoncteur        | Couper le disjoncteur HTA RFN.5 et récupérer la clé B4.                                                                               | Moi-même                 |
| 4  | Côté HT sectionneur        | Avec la clé B4 ouvrir le sectionneur pour isoler l'installation et récupérer la clé C4. (la clé B4 restera prisonnière).              | Moi-même                 |
| 5  | Transformateur             | Vérifier l'absence de tension côté HT et côté BT.                                                                                     | Moi-même                 |
| 6  |                            | Etablir un document de consignation que je transmets à M. Martin<br>Confier les clés (A4 et C4) d'accès au transformateur à M. Martin | Moi-même                 |
| 7  | Transformateur             | Vérifier l'absence de tension côté HT et côté BT.                                                                                     | M. Martin                |
| 8  | Transformateur             | Avec les clés A4 et C4 ouvrir pour permettre l'accès au transformateur.                                                               | M. Martin                |
| 9  | Transformateur             | Avec son équipe, changer le transformateur.                                                                                           | M. Martin                |
| 10 | Transformateur             | Fermeture de l'accès au transformateur et verrouillage avec les clés libérées (A4 et C4). Récupérer ces clés.                         | M. Martin                |
| 11 |                            | Signer sur le document de consignation attestant la fin des travaux et le présenter à moi-même.                                       | M. Martin                |
| 12 |                            | Récupérer les clés (A4 et C4) ainsi que le document de consignation signé par M. Martin.                                              | Moi-même                 |
| 13 | Côté HT sectionneur        | Avec la clé C4, fermer le sectionneur HT et récupérer la clé B4 qui se libère.                                                        | Moi-même                 |
| 14 | Côté HT disjoncteur        | Avec la clé B4 fermer le disjoncteur RFN.5                                                                                            | Moi-même                 |
| 15 | Transformateur             | Vérifier les tensions et l'ordre des phases.                                                                                          | Moi-même                 |
| 16 | Coté BT DB 1250 A          | Avec la clé A4, enclencher ce disjoncteur et récupérer la clé A4.                                                                     | Moi-même                 |

## Partie 2 : DIMENSIONNEMENT DU MOTEUR D'ENTRAINEMENT DE LA VOLEE OUEST - DOCUMENT REPONSE N°7

Les documents (page 10) de mise en situation et de présentation renseignent sur le déplacement rectiligne horizontal de l'axe du pignon à 13 dents.

On prendra comme hypothèse simplificatrice, que le déplacement de la masse de la volée nécessite l'application d'une force de 140 000 N sur une seule dent au point de contact du diamètre primitif de **chaque crémaillère** (nord et sud).

On ne s'intéressera pas aux inerties.

**2.1 On demande de calculer les caractéristiques minimales du moteur d'entraînement de la volée (puissance et fréquence de rotation) :**

### **I Calcul de la vitesse de rotation du moteur**

**Vitesse linéaire du pignon 13 dents :**

$$v = d / t = 9,91 / 120 = 0,08258 \text{ m/s} = 4,955 \text{ m/min}$$

**Vitesse de rotation du pignon 13 dents :**

$$N = v / 2 \pi r = 0,08258 / (2 \times 3,14 \times 0,325)$$

$$N = 0,04046 \text{ tr/s soit } 2,4276 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$$

**Rapport de réduction total des 3 réducteurs :**

$$(1 / 20) \times (14 / 60) \times (15 / 69) = 21 / 8\,280$$

**Vitesse de rotation de l'arbre du moteur :**

$$n1 / n2 = 21 / 8\,280$$

$$n1 = (8\,280 \times 2,4276) / 21 = 957 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$$

## II Calcul de la puissance du moteur :

**Couple disponible sur le pignon 13 dents :**

$$T = F \times d = 140\,000 \times 0,325 = 45\,500 \text{ Nm}$$

**Puissance disponible au niveau du pignon 13 dents :**

$$P = T \times 2 \times 3,14 \times n = 45\,500 \times 2 \times 3,14 \times 0,40406 = 11\,561 \text{ W}$$

**Rendement global des 3 réducteurs :**

$$\eta = \eta_1 \times \eta_2 \times \eta_3 = 0,64 \times 0,64 \times 0,86 = 0,606$$

**Puissance nécessaire à la sortie de l'arbre du moteur pour un coté (le nord par exemple)**

$$P_m = P / \eta = 11\,561 / 0,606 = 19\,077 \text{ W}$$

**Attention,  $P_m$  nécessaire pour le seul pignon nord.**

**Il faudra tenir compte du 2<sup>ème</sup> pignon sud qui agit sur l'autre crémaillère.**

**La puissance à fournir par le moteur (un seul car l'autre est en secours) sur le réducteur 1/20 à deux sorties est donc à doubler.**

$$P_m = 19\,077 \times 2 = 38\,154 \text{ m soit } 38,154 \text{ kW}$$

## **Document réponses N° 8**

**2.2 Quel est le couple développé au niveau de l'arbre du moteur ?**

$$T_m = P / (2 \times \pi \times n) = (38\,154 \times 60) / (2 \times 3,14 \times 957) = 380,9 \text{ Nm}$$

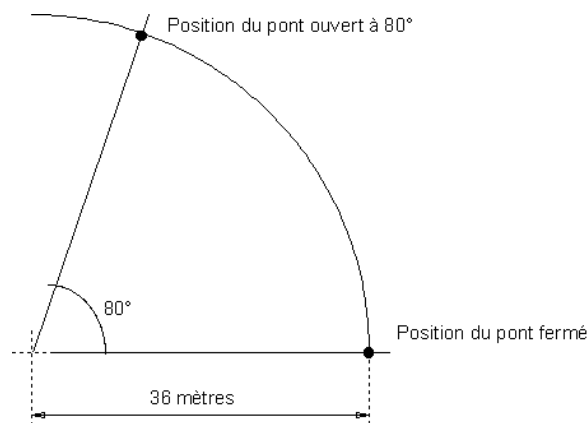
**2.3 En appliquant un coefficient de sécurité de 40 % pour tenir compte des perturbations dues au mistral sur l'extrémité de la volée, choisir la référence d'un moteur.**

**Nouvelle puissance majorée :  $38\,154 \times 1,4 = 53\,415 \text{ W}$ .**

**D'après le document constructeur, le choix se porte un moteur de 55 kW de référence : FLS 280 M**

## **PARTIE 3 - CODEUR DE POSITION - DOCUMENT REPONSE N° 9**

Afin de permettre un brochage correct des deux volées, en particulier lors de la fermeture du pont, on demande de détecter leurs positions angulaires avec une précision de  $2/100^{\text{ème}}$  de degré, ce qui correspond à environ 1 cm en bout de volée.



**3.1 Calculer le nombre d'impulsions minimum à générer par un codeur absolu pour détecter les positions angulaires avec une précision de 2/100 de degrés.**

$$80 / 0,02 = 4\,000 \text{ donc } 4\,000 \text{ impulsions}$$

3.2 Indiquer ci-dessous les poids binaires de chaque bit et inscrire dans les cases le chiffre binaire correspondant au nombre d'impulsions minimum calculé précédemment, noter également les différents calculs.

$$4\ 000 - 2\ 048 = 1\ 952 ; 1\ 952 - 1\ 024 = 928 ; 928 - 512 = 416 ; 416 - 256 = 160 ; 160 - 128 = 32.$$

|       |       |      |      |      |      |     |     |     |    |    |    |   |   |   |   |
|-------|-------|------|------|------|------|-----|-----|-----|----|----|----|---|---|---|---|
| 32768 | 16384 | 8192 | 4096 | 2048 | 1024 | 512 | 256 | 128 | 64 | 32 | 16 | 8 | 4 | 2 | 1 |
| 0     | 0     | 0    | 0    | 1    | 1    | 1   | 1   | 1   | 0  | 1  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 |

Quel est le nombre de fils nécessaires pour envoyer cette information binaire à l'automate programmable ?

*Il suffit de compter : 12 fils + un fil commun.*

#### DOCUMENT REPONSE N° 10

3.4 Quel nombre binaire maximal peut-on décoder avec ce nombre de fils ?

*(2 puissance 12) - 1 = 4 096 - 1 = 4 095 est le chiffre décimal maximum.*

*1111 1111 1111 est le chiffre binaire maximum.*

3.5 Le document de présentation (page 10) représente la chaîne cinématique du système d'entraînement.

Pour permettre une rotation correspondante à une ouverture maximale du pont (77,5°), les pignons nord et sud (13 dents) se déplacent de 9,915 mètres sur les crémaillères fixes. Sachant que le codeur est monté en bout d'arbre du moteur d'entraînement, on demande de calculer le nombre de tours que doit effectuer celui-ci pour la course maximale du pont ?

**Développement du pignon à 13 dents :  $\phi D = \phi 0,650$**

**Nombre de tours du pignon à 13 dents :  $9,915 / \phi 0,650 = 4,85545$  tours.**

**Nombre de tours du moteur et donc du codeur :  $4,85545 \times 69 / 15 \times 60 / 14 \times 20 / 1 = 1914,43$  tours donc 1 914 tours.**

3.6 En déduire le nombre de points ou d'impulsions par tour du codeur :

**Nombre de points par tour** = Nombre d'impulsions au total / Nombre de tours  
 =  $4\ 000 / 1\ 914 = 2,0898$   
 = **2,09 points minimums par tour.**

3.7 Caractéristiques minimales du codeur.

**Nombre de points par tour : 2,09 points par tour**  
**Nombre de tours : 1 914 tours minimum**

3.8 Le codeur choisi par le constructeur est un codeur 4 points par tours et 4 096 tours de marque Hohner. Ce codeur est de type absolu à sorties NPN.

On demande de justifier le nombre de fils utilisés pour le codage des différentes positions.

**Le codeur permet  $4 \times 4096 = 16384$  positions, donc de la position 0 à la position 16383. Ce qui peut être réalisé avec 14 fils. Voir questions 3.2 et 3.3.**

## DOCUMENT REPONSE N° 11

**3.9 Citer les deux types de codeurs de positions qui existent et indiquer pour chacun d'eux les principaux avantages et inconvénients. Mettre en évidence les critères discriminants pour le problème étudié.**

| Codeur incrémental                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Codeur absolu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Avantages</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Le codeur incrémental est de conception simple (son disque ne comporte que deux pistes) donc plus fiable et moins onéreux qu'un codeur absolu.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Il est insensible aux coupures du réseau : la position du mobile est détenue dans une onde qui est envoyé en parallèle au système de traitement. L'information de position est donc disponible dès la mise sous tension.<br>Si le système de traitement «saute» une information de position délivrée par le codeur, la position réelle du mobile ne sera pas perdue car elle restera valide à la lecture suivante. |
| <b>Inconvénients</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Il est sensible aux coupures du réseau : chaque coupure du courant peut faire perdre la position réelle du mobile à l'unité de traitement. Il faudra alors procéder à la réinitialisation du système automatisé.<br>Il est sensible aux parasites en ligne, un parasite peut être comptabilisé par le système de traitement comme une impulsion délivrée par le codeur.<br>Les fréquences des signaux A et B étant généralement élevées, il faudra vérifier que le système de traitement est assez rapide pour prendre en compte tous les incréments (impulsions) délivrés par le codeur. Le non-comptage d'une impulsion induit une erreur de position qui ne peut être corrigée que par la lecture du «top zéro». | Il est de conception électrique et mécanique plus complexe aussi son coût sera plus élevé qu'un codeur incrémental.<br>Les informations de position sont délivrées «en parallèle» ; son utilisation mobilisera donc un nombre important d'entrées du système de traitement (A.P.I. par exemple).                                                                                                                   |

Mettre en évidence les critères discriminants qui justifient le choix de ce type de codeur:

***C'est le système qui permet de connaître à tout moment la position absolue du pont : il suffit de lire les différents états de sorties. Ce système est également moins sensible aux parasites, c'est important dans le cadre du port : pas de brouillage par les radars assez puissants des bateaux.***

## DOCUMENT REPONSE N° 11

3.10 Le codeur utilisé délivre un code Gray qui correspond aux différentes étapes de fermeture du pont. Ce code est transformé en code binaire pour être exploité par l'automate programmable.

Avec l'aide du document ressource (page 36) on demande de renseigner le tableau ci-dessous.

| Angle en degrés | Code décimal | Code binaire               | Code Gray                  |
|-----------------|--------------|----------------------------|----------------------------|
| 13              | <b>1244</b>  | <b>0000 0100 1101 1100</b> | <b>0000 0110 1011 0010</b> |
| 11              | <b>1052</b>  | <b>0000 0100 0001 1100</b> | <b>0000 0110 0001 0010</b> |
| 9               | <b>861</b>   | <b>0000 0011 0101 1101</b> | <b>0000 0010 1111 0011</b> |
| 2               | <b>191</b>   | <b>0000 0000 1011 1111</b> | <b>0000 0000 1110 0000</b> |

**Calcul du code décimal :**

**1) Pour 80°, le codeur effectue 1 914 tours (voir réponse à la question 35)**

A raison de 4 points par tour le codeur délivre pour 80° :  $1\,914 \times 4 = 7\,656$  positions.

80° → 7 656 positions

77,5° → x positions → donc  $x = (7\,656 / 80) \times 77,5 = 7\,416$

2) Pour le code binaire voir réponse à la question 3.3

3) Pour le code Gray se reporter au document ressource N° 13 en haut de page pour transcoder le binaire en code Gray.

### PARTIE 3 - CODEUR DE POSITION - DOCUMENT REPONSE N° 13

#### Aspect modélisation au lycée

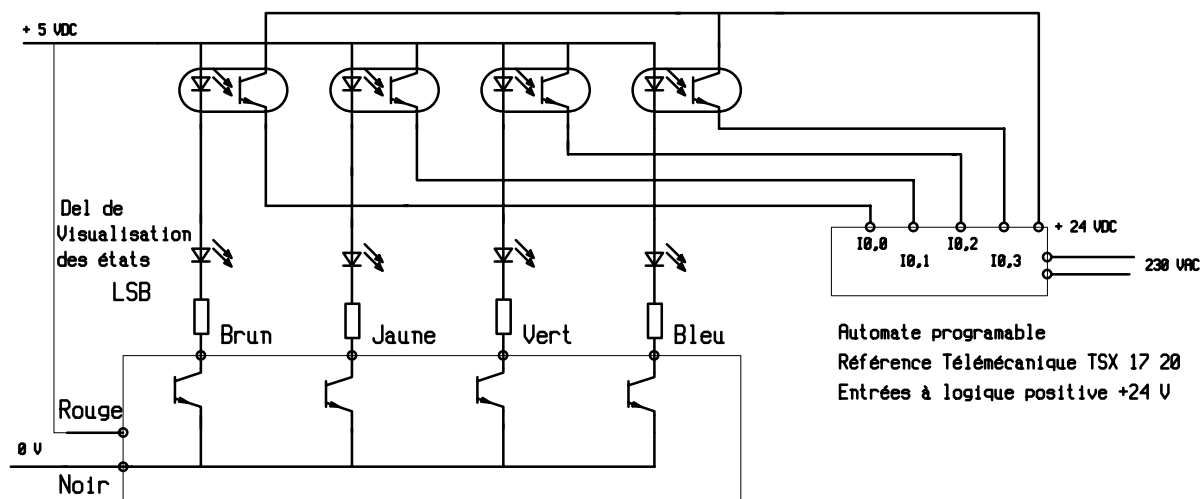
Le système du pont est modélisé dans votre lycée et permet aux élèves de réaliser l'étude d'un codeur absolu.

D'après les documents ressource (pages 37 et 38) concernant le codeur absolu monté sur le moteur d'entraînement de la volée, la documentation de l'automate programmable, on demande :

#### 3.11 De réaliser ci-dessous le schéma structurel repéré destiné au câblage :

- permettant la visualisation des états du codeur par diodes électroluminescentes.
- permettant le branchement et l'isolement galvanique du codeur 5 V aux entrées de l'automate programmable.

(Limiter le schéma aux quatre sorties de poids faibles du codeur connectées aux entrées 10,0 ; 10,1 ; 10,2 ; 10,3 de l'automate programmable industriel).



Codeur multitoures 4 tours, 4096 positions par tours  
Alim 5 V type NPN à Collecteur Ouvert

### PARTIE 4 – VARIATEUR DE VITESSE - DOCUMENT REPONSE N° 14

Deux moteurs asynchrones triphasés équipent chaque volée est et ouest.

Deux variateurs de fréquence de la marque Télémécanique ATV 452D75 permettent de moduler la vitesse des moteurs afin de positionner correctement les volées à l'ouverture à la fermeture et particulièrement lors du pré-brochage et du brochage des deux volées.

Chaque variateur est équipé d'une option carte freinage VW3 A45201D90, d'une carte de communication Bus Multipoint et d'une série de 3 selfs VZ1L 1500170T.

Pour une ouverture de 45° la volée est en équilibre sur le tablier grâce à son contrepoids. Voir sur le croquis ci-dessous.

En l'absence de mistral, le pont est constitué une charge entraînante ou entraînée lors des différents régimes de fonctionnement. (établi, accélérations ou décélérations).

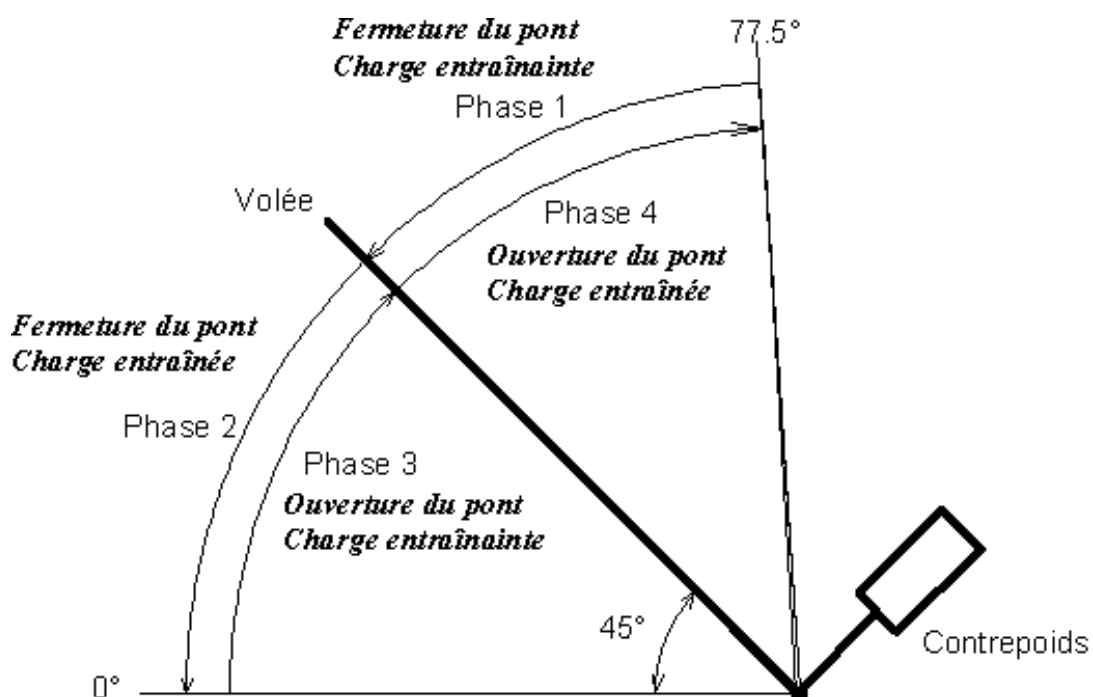


4.1 On demande de compléter le croquis ci-dessous en indiquant, pour les divers sens de déplacement de la charge en régime établi, les moments où la charge est entraînée ou entraînée. Repérez ces périodes et reportez-les sur la représentation graphique des quatre quadrants de fonctionnement de la question 4.3

**Attention : pour les réponses ci-dessous, il a été tenu compte du raisonnement suivant:**

**La répartition du contrepoids est telle que le pont, en l'absence du frein reprend sa position d'équilibre depuis n'importe quelle position (s'il est fermé il s'ouvre à 45°, s'il est ouvert il se ferme à 45°).**

**D'autres réponses sont également possibles avec une autre hypothèse.**



4.2 On demande de compléter sur la représentation des quatre quadrants ci-après en y inscrivant les divers cycles de montée et de descente des volées. Indiquer également pour chaque quadrant le sens des couples, des rotations et le sens de transfert d'énergie.  
Commenter :

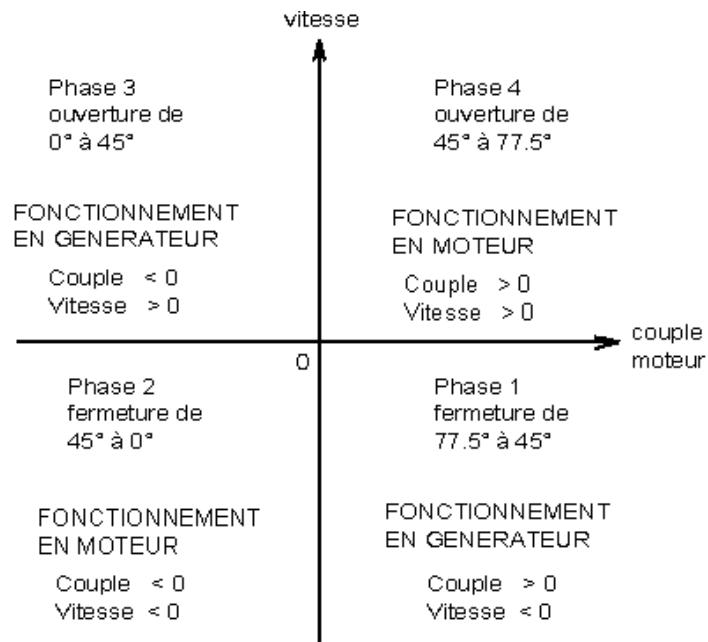
***La position d'équilibre est obtenue à 45°.***

***En phase 1 et phase 3 : la volée tend à retrouver la position d'équilibre, elle entraîne donc le moteur dans le même sens : le moteur doit produire un couple résistant de freinage.***

***En phase 2 et phase 4 : le moteur doit rompre cet équilibre et entraîner la volée : il produit donc un couple moteur.***

## - DOCUMENT REPONSE N° 15

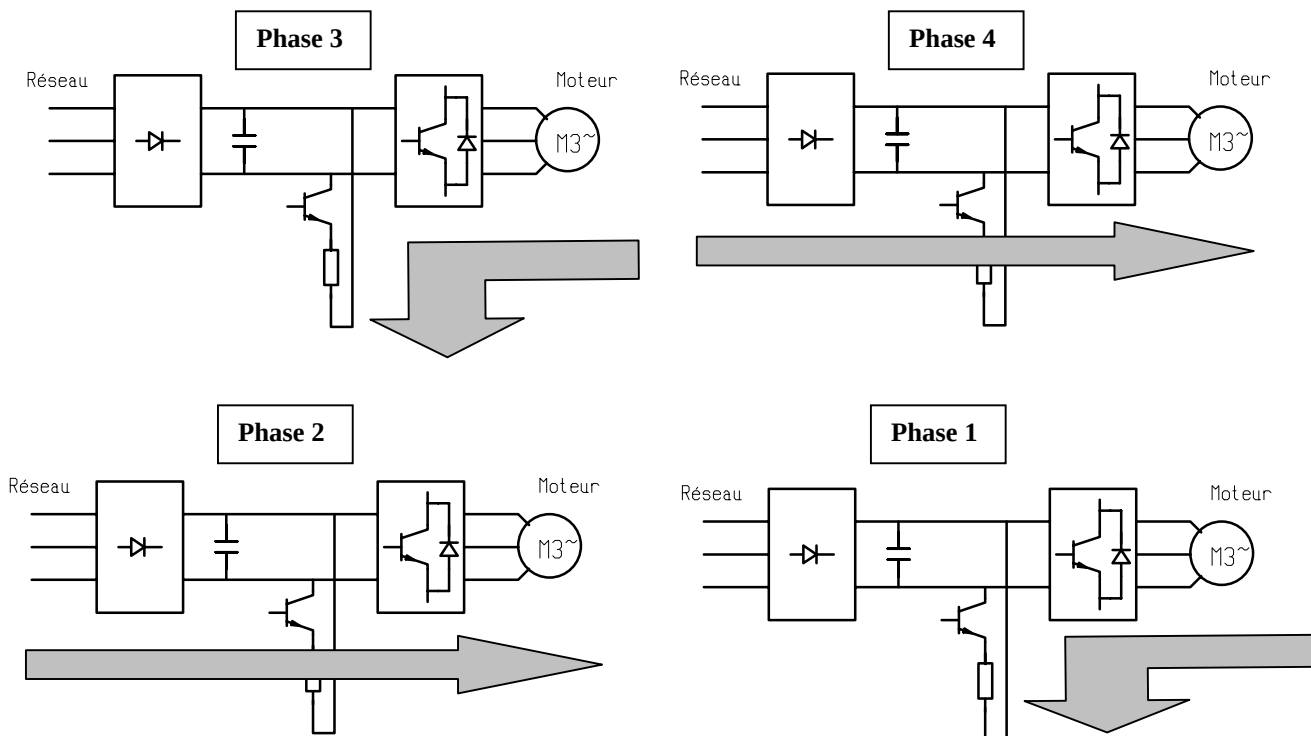
Représentation des quatre quadrants



**4.3** Chaque variateur est équipé d'une option carte de freinage de ralentissement avec une résistance extérieure. (voir les documents ressources 17 et 18).

**On demande de décrire sommairement le fonctionnement du variateur avec cette carte et de justifier la mise en place d'un tel système.**

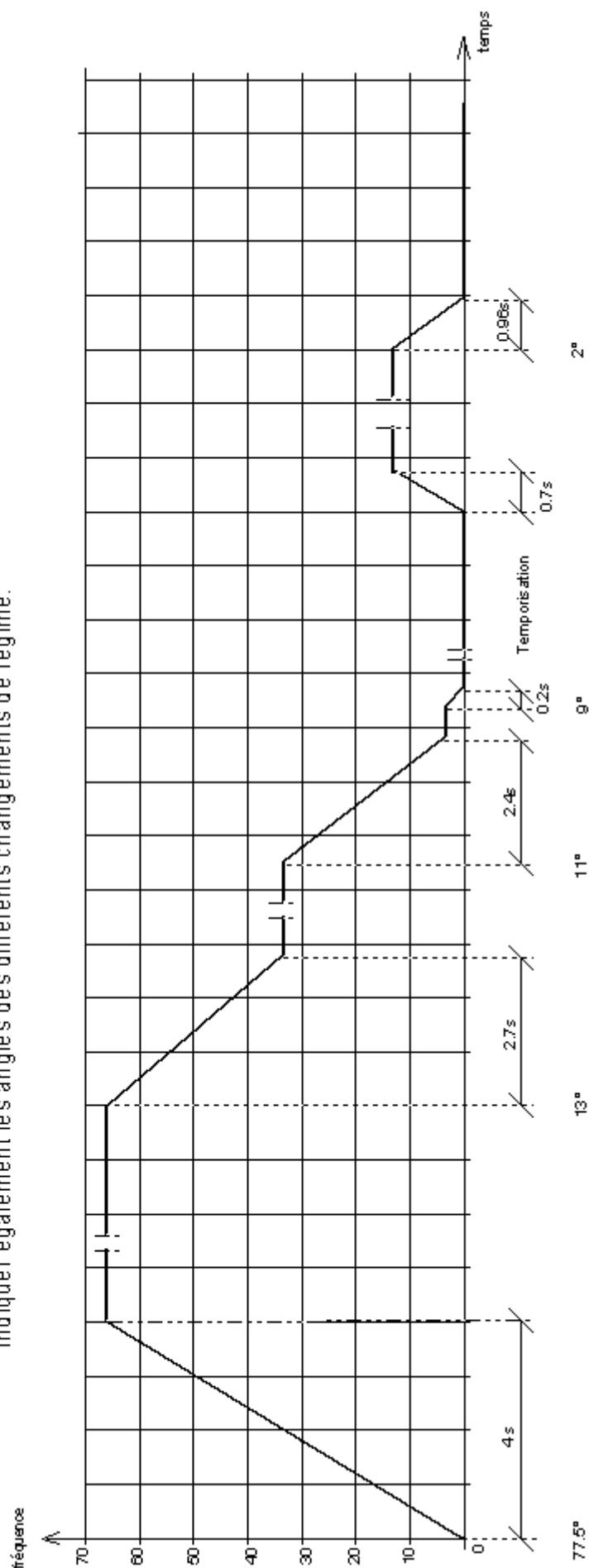
**Sur les schémas ci-dessous on demande de représenter les transferts d'énergie pour les différents cycles de fonctionnement.**



Commenter :

**Lorsque la vitesse décroît rapidement ou en cas de charge entraînant, le moteur se comporte en générateur asynchrone et fournit un couple de freinage. Il restitue de l'énergie au variateur. Le variateur ne peut restituer cette énergie au réseau (le pont de diodes n'étant pas réversible), l'utilisation de la carte de freinage permet d'envoyer l'énergie à dissiper dans une résistance extérieure et permet de ce fait un couple de freinage important.**

- 4.4** Tracer le graphe de la fréquence délivrée par le variateur en fonction du temps pour une opération complète de fermeture de la volée Ouest.
- En sachant que la rampe d'accélération et la rampe de décélération sont définies par paramétrage sur la face avant du variateur et réglées respectivement à 3 secondes et 4 secondes pour une plage de 0 à 50 Hz et de 50 à 0 Hz (pour la vitesse nominale du moteur à 50 Hz).
- Indiquer sur le chronogramme les différents régimes établis (en précisant les vitesses) ainsi que les diverses périodes transitoires (en précisant les durées). Indiquer également les angles des différents changements de régime.



## - DOCUMENT REPONSE N°17

Les autres valeurs à paramétrer LSP (low speed) et HSP (high speed) sur le variateur sont à prévoir ainsi : LSP 4 Hz et HSP 67 Hz.

**4.5 Calculer les valeurs de tensions comprises entre 0 et 10 V à appliquer sur l'entrée analogique du variateur (OE1) pour les différentes fréquences désirées lors d'un cycle complet de fermeture de la volée ouest. On connaît les points extrêmes 0V, LSP et 10V, HSP.**

Indiquer également les vitesses du rotor du moteur d'entraînement en supposant que le glissement est constant à 4%.

Noter vos calculs ci-dessous et indiquer les résultats dans le tableau ci-après :

*Calcul de la consigne pour  $f = 12$  Hz :*

*D'après les données de l'énoncé  $4 \text{ Hz} = 0\text{V}$  et  $67 \text{ Hz} = 10 \text{ V}$  donc  $f = 6,3 u + 4$*

*Valeur de  $u$  à 12 Hz*

$$u = (f - 4) / 6,3 = (12 - 4) / 6,3 = 1.269 \text{ V}$$

*Calcul de la fréquence de rotation du rotor :*

$$n = 1\,000 (1 - g) = 1\,000 (1 - 0,04) = 960 \text{ tr.min}^{-1}$$

*Pour 50 Hz le rotor tourne à  $960 \text{ tr.min}^{-1}$ , à 4 H il tourne à  $(960 \times 4) / 50 = 76,8 \text{ tr.min}^{-1}$  soit  $77 \text{ tr. min}^{-1}$*

Consulter les documents constructeur (page 38) du module de sorties analogiques de l'automate programmable.

**4.6 On demande de déterminer les chiffres numériques à programmer dans l'automate pour les différentes fréquences désirées lors d'un cycle complet de fermeture de la volée ouest.**

Noter vos calculs ci-dessous et indiquer les résultats dans le tableau ci-après :

*La conversion par le module analogique se fait sur 10 bits (11 bits – 1 réservé au signe) donc il peut accepter 1 024 chiffres à programmer.*

*Pour 1,29 V en sortie, il faut programmer  $(1\,024 \times 1,29) / 10 = 132$*

*Il faut alors choisir le chiffre numérique 132.*

*Le graphique indique environ 1 000 pour 10 V : en utilisant ces valeurs les résultats sont différents.*

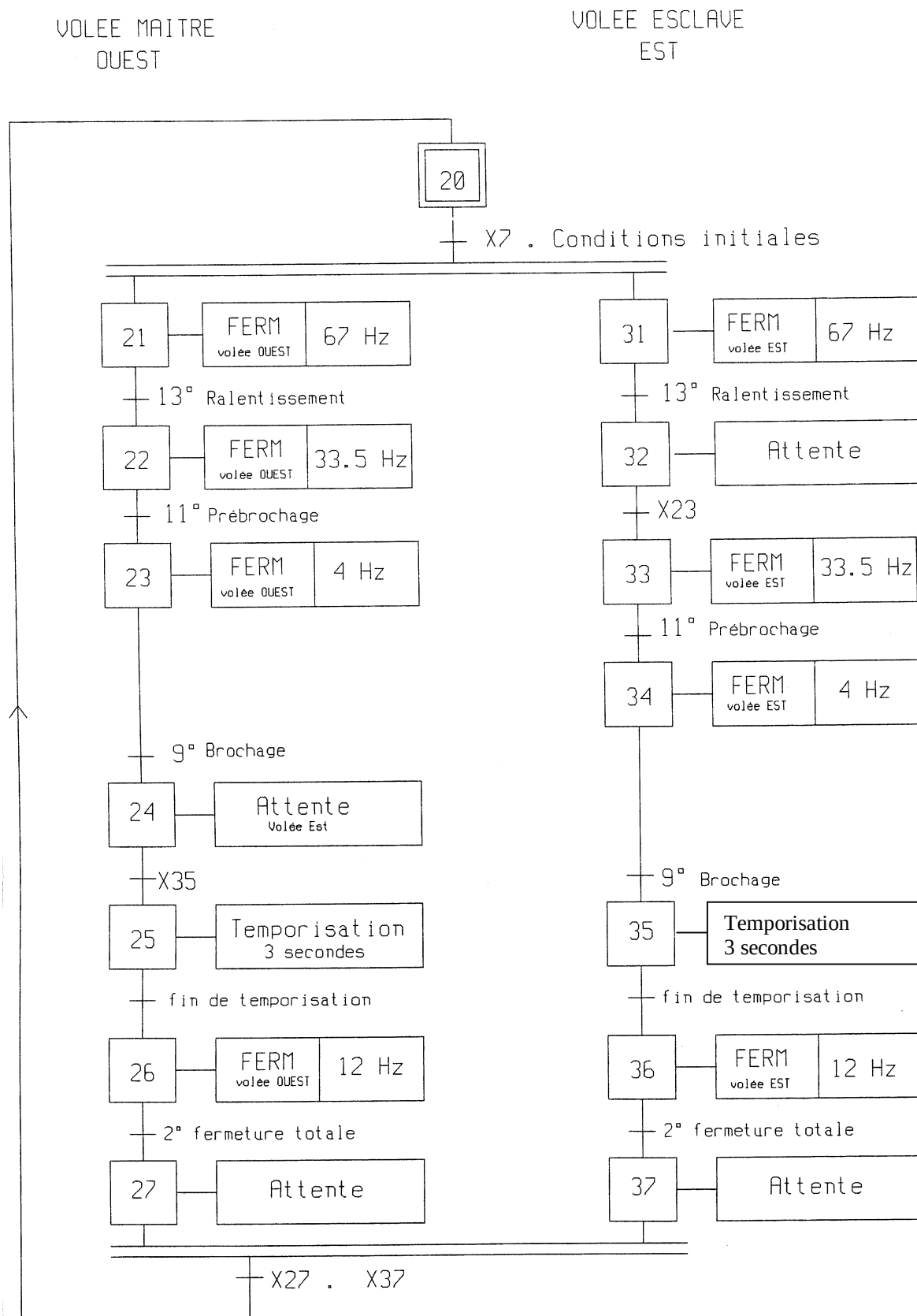
*Pour 2 V en sortie il faut programmer  $(1\,000 \times 1,29) / 10 = 129$*

*On peut éventuellement discuter de l'erreur de 2,2 %.*

| Fréquences en Hz                                       | 4  | 12         | 33,5       | 67           |
|--------------------------------------------------------|----|------------|------------|--------------|
| Consigne de vitesse en V                               | 0  | 1,29       | 4,68       | 10           |
| Fréquence de rotation du rotor en tr.min <sup>-1</sup> | 77 | 230        | 634        | 1286         |
| Chiffres numériques à programmer                       | 0  | 129 ou 132 | 468 ou 479 | 1000 ou 1024 |

## PARTIE 4 - FERMETURE DU PONT - DOCUMENT REPONSE N° 18

4.7 Avec l'aide des extraits 35, 54 et 55 / 68 du document de spécification et de conception du système, on demande de représenter le grafcet du point de vue du système pour une séquence de fermeture.



## PARTIE 5 – DOCUMENT REPONSE n°19

En vous appuyant sur les relevés effectués :

### 5.1) Calculer le facteur de puissance (PF)

$$FP = P / S = 60,5 / 93 = 0,65$$
$$\boxed{FP = 0,65}$$

### 5.2) Calculer le cos (DPF)

$$\cos = ?$$
$$\text{tg} = Q / P = 38 / 60,5 = 0,628$$
$$\boxed{\cos = 0,84}$$

### 5.3) Calculer la tension efficace (Voltage RMS)

$$U_{\text{eff}} = \sqrt{400^2 + 22^2 + 11^2 + 4^2 + 2^2} = 401 \text{ V}$$
$$\boxed{U_{\text{eff}} = 401 \text{ V}}$$

### 5.4) Calculer l'intensité efficace (Current RMS)

$$I_{\text{eff}} = \sqrt{104^2 + 64^2 + 40^2 + 16^2 + 7^2} = 129,7 \text{ A}$$
$$\boxed{I_{\text{eff}} = 129,7 \text{ A}}$$

### 5.5) Calculer le facteur de crête de tension (crest)

$$F_c = U_{\text{peak}} / U_{\text{eff}} = 575 / 401 = 1,4$$
$$\boxed{FC = 1,4}$$

### 5.6) Calculer le facteur de crête de courant (crest)

$$FC = I_{\text{peak}} / I_{\text{eff}} = 259 / 129,7 = 2$$
$$\boxed{FC = 2}$$

## PARTIE 5 - DOCUMENT REPONSE n°20

### 5.7) Calculer les taux de distorsion par rapport à la valeur efficace (THD RMS)

**Tension :**

$$\text{THD RMS} = \sqrt{22^2 + 16^2 + 4^2 + 2^2} / 401 = 0,068$$
$$\boxed{\text{THD RMS} = 6,8 \%}$$

**Courant :**

$$\text{HD RMS} = \sqrt{64^2 + 40^2 + 16^2 + 7^2} / 129,7 = 0,597$$
$$\boxed{\text{THD RMS} = 59,7 \%}$$

### 5.8) Calculer les taux de distorsion par rapport au fondamental (THD Fund)

**Tension :**

$$\text{THD Fund} = \sqrt{22^2 + 16^2 + 4^2 + 2^2} / 400 = 0,07$$
$$\boxed{\text{THD Fund} = 7 \%}$$

**Courant :**

$$\text{THD Fund} = \sqrt{64^2 + 40^2 + 16^2 + 7^2} / 104 = 0,744$$
$$\boxed{\text{THD Fund} = 74,4 \%}$$

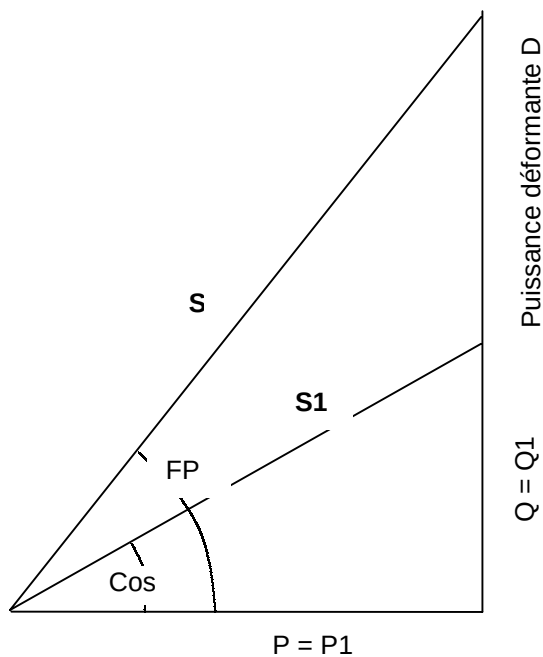
### 5.9) Compléter les valeurs sur l'écran de l'analyseur.

| Summary information |             | Current   |            | Voltage      |
|---------------------|-------------|-----------|------------|--------------|
| Frequency           | 50          | RMS       | <b>401</b> | <b>129,7</b> |
| Power               |             | Peak      | 575        | 259          |
| KW                  | 60,5        | DC offset | 0          | -0,02        |
| KVA                 | 93          | Crest     | <b>1,4</b> |              |
| KVAR                | 38          | THD RMS   | <b>6,8</b> | <b>59,7</b>  |
| Peak KW             | 213         | THD Fund  | <b>7</b>   | <b>74,4</b>  |
| Phase               | 32° lag     |           |            |              |
| Total PF            | <b>0,65</b> | K Factor  |            | 3,6          |
| DPF                 | <b>0,84</b> |           |            |              |

## PARTIE 5 - DOCUMENT RÉPONSE n°21

5.10 En fonction des éléments à votre disposition, construire le triangle des puissances de l'installation en faisant apparaître la puissance déformante D.

On prend comme hypothèse que la tension est sinusoïdale (THD inférieur à 8%, pas de distorsion de tension).



Echelle : 1 cm = 10 K

**Cos = 0,84**

**FP = 0,65**

D = 33 kVAR

Tension propre  $U_2 = U_3 = U_n = 0$  et  $U_1 = U_{eff}$

$FP = (U_1 \cdot I_1 \cdot \cos \phi_1 + U_2 \cdot I_2 \cdot \cos \phi_2 + U_n \cdot I_n \cdot \cos \phi_n) / (U_{eff} \cdot I_{eff})$

$FP = (I_1 \times \cos \phi_1) / I_{eff}$

$FP = \cos \phi_1 \times (I_1 / I_{eff})$

Le fait d'avoir uniquement des puissances fondamentales actives et réactives permet de tracer le triangle des puissances fondamental.

$FP = P / S$

### 5.11) Déduire la valeur de la puissance déformante D (graphique et calcul)

graphique :

**D = 33 kVAR**

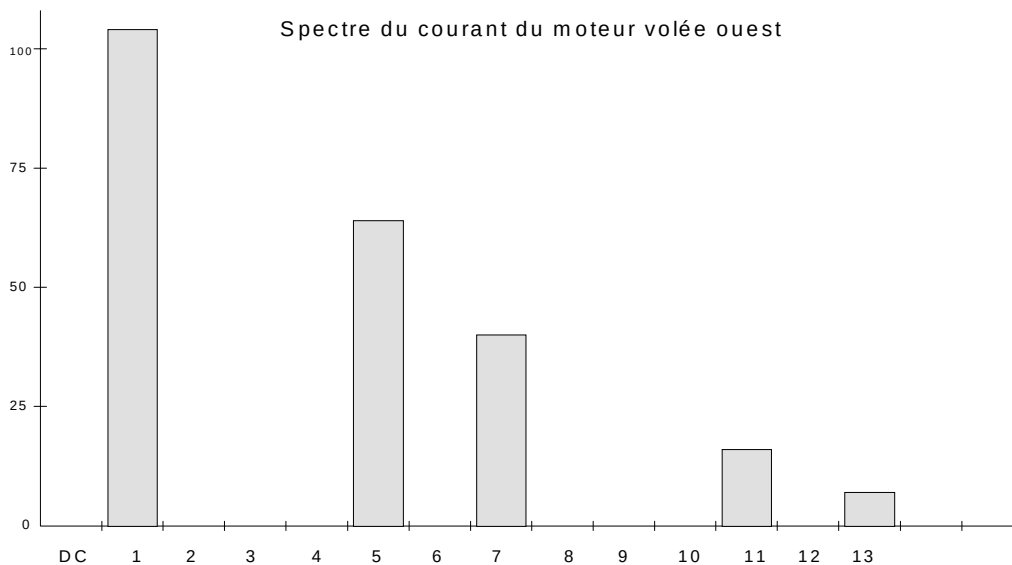
Calcul :

$D = (P \times \tan \phi) - Q_1$

$D = (60,5 \times 1,17) - 38 = \mathbf{32,8 \text{ kVAR}}$

## PARTIE 5 - DOCUMENT REPONSE N°22

### 5.12) Tracer le spectre des courants circulant dans le moteur sud de la volée ouest.



#### ANALYSE ET REMEDIATION :

### 5.13) À l'aide de l'ensemble des résultats analyser le problème rencontré dans le fonctionnement du pont.

Le courant circulant dans l'équipement est supérieur au 104 A initialement prévu (129,7 A).

Le courant est très déformé, il est non sinusoïdal (taux de distorsion 59 ou 64% en fonction du fondamental ou de la valeur efficace).

De plus on a un facteur de crête assez important de valeur 2

Le facteur de puissance s'écroule.

### 5.14) Citer les inconvénients sur les différents éléments d'un tel fonctionnement de l'installation.

Courant plus important d'où :

- Surdimensionnement des matériels
- Pertes énergétiques supplémentaires pouvant entraîner le changement du niveau de puissance souscrite.
- Réduction de la durée de vie (18% en moins avec THD tension voisin de 10%)
- Déclenchements intempestifs

Inconvénients :

- Perturbation dans le fonctionnement des appareils de protection et de commutation
- Echauffement des matériels électriques, vieillissement prématuré.

Dans l'installation du pont :

- \* moteur asynchrone triphasé : échauffement supplémentaire (effet Joule)
- \* câble : augmentation des pertes
- \* variateur de vitesse : troubles fonctionnels liés à la forme d'onde (commutation, synchronisation.)

## PARTIE 5 - DOCUMENT REPONSE N°23

### 5.15) Citer les remèdes à mettre en oeuvre pour éviter ce problème.

Puissance de court-circuit la plus élevée possible.

Connecter les charges polluantes le plus en amont possible.

Alimenter les sources polluantes par des alimentations séparées.

Placer des inductances en amont des charges.

Utiliser des filtres passifs.

Utiliser un compensateur actif.

### 5.16) Avec l'aide de votre diagnostic indiquer le remède utilisé dans le cas du pont Pinède.

Dans le cas du pont, une self a été placée en série avec le variateur (4L16K Ref : VZ1L1500170T).



# CONCOURS INTERNE D'ACCES AU DEUXIEME GRADE DU CORPS DES PROFESSEURS DE LYCEE PROFESSIONNEL ET CONCOURS D'ACCES A L'ECHELLE DE REMUNERATION (CAER)

## Section génie électrique

### Épreuve pratique et orale d'admission

Durée de l'épreuve : 8 heures. Coefficient : 2

#### **I - Rappel du texte réglementaire de l'épreuve** (*Bulletin Officiel N° 30 du 31 août 2000*)

Exploitation pédagogique de travaux pratiques : épreuve spécifique à chacune des deux options.

Cette épreuve permet d'évaluer les savoirs et savoir-faire caractéristiques des champs technologiques et des métiers correspondant à l'option concernée et de les exploiter à des fins d'enseignement.

**Le sujet proposé nécessite la mise en œuvre de tout ou partie d'un système technique au travers d'une activité de travaux pratiques.**

#### **Le candidat est conduit à :**

- analyser et mettre en œuvre le travail pratique demandé ;
- évaluer la qualité des résultats obtenus ;
- à partir du travail pratique réalisé, proposer une exploitation pédagogique, spécifique de l'option concernée, et se référant au programme de sciences et techniques industrielles d'une classe de certificat d'aptitude professionnelle, de brevet d'études professionnelles ou de baccalauréat professionnel **précisée par le jury** ; cette exploitation pédagogique peut comprendre une ou plusieurs séquences d'enseignement ; elle doit permettre au candidat de :
  - ♦ Définir les objectifs de l'exploitation pédagogique qu'il propose ;
  - ♦ Situer sa ou ses séquences d'enseignement dans la progression de l'année ;
  - ♦ Justifier les choix pédagogiques retenus (*cours, travaux pratiques, travaux dirigés, modes d'organisation et stratégies*) pour atteindre les objectifs fixés ;
  - ♦ Préciser les documents utilisés par le professeur, ceux qui sont remis aux élèves ainsi que le matériel et les équipements utilisés ;
  - ♦ Indiquer les modalités d'évaluation prévues.

#### **L'épreuve permet d'évaluer :**

- La pertinence de l'organisation proposée ;
- La maîtrise des savoirs et savoir-faire caractéristiques du champ technologique et professionnel concerné ;
- Le niveau de la réflexion pédagogique conduite par le candidat ;
- La connaissance des contenus d'enseignement et des finalités de la discipline et de la spécialité ;
- La qualité des documents techniques produits ;
- Les qualités d'expression et de communication.

#### **II – Organisation de l'épreuve pour la session 2002 :**

Cette épreuve, d'une durée totale de 8 heures, est décomposée en trois parties :

4 heures pour l'activité sur système,

3 heures pour l'élaboration de l'exploitation pédagogique,

1 heure pour la présentation de l'exploitation pédagogique aux membres du jury. (pour cette partie orale : 20 mn d'exposé par le candidat suivi de 40 mn d'entretien avec le jury).

### **III – Supports techniques de l'épreuve utilisés pour la session 2002 :**

Pour cette seconde session, seize systèmes ont été utilisés. La liste en est la suivante :

Système d'étude de la traction ferroviaire.

Scooter électrique.

Sous-système d'un bain régulé en température.

Système de distribution permettant une activité en relation avec la formation à l'habilitation (type I : domaine tertiaire).

Axe z d'un transjerceur avec motorisation en courant continu.

Système d'irrigation.

Système « enrouleur dérouleur » de matériaux en bande tendue et en régulation de traction.

Système de distribution d'eau asservi en pression (2 exemplaires).

Banc de traitement de surface.

Éclairage d'une salle de spectacle.

Système de compensation d'énergie réactive.

Lave linge.

Système de distribution permettant l'étude et la mise en œuvre d'un régime IT.

Système de levage.

Système de distribution permettant une activité en relation avec la formation à l'habilitation (type II : domaine industriel).

### **III – Exemple de sujet de la session 2002 :**

Vous trouverez à titre d'illustration de cette nouvelle forme du concours interne, un sujet de l'épreuve d'admission.

# Épreuve pratique

Cette épreuve se décompose en trois parties :

- Une activité de travaux pratiques d'une durée de 4 heures,
- Une activité d'exploitation pédagogique d'une durée de 3 heures,
- Un compte rendu oral d'une durée de 1 heure.

## Titre de l'étude



## Activité de travaux pratiques

### Sommaire

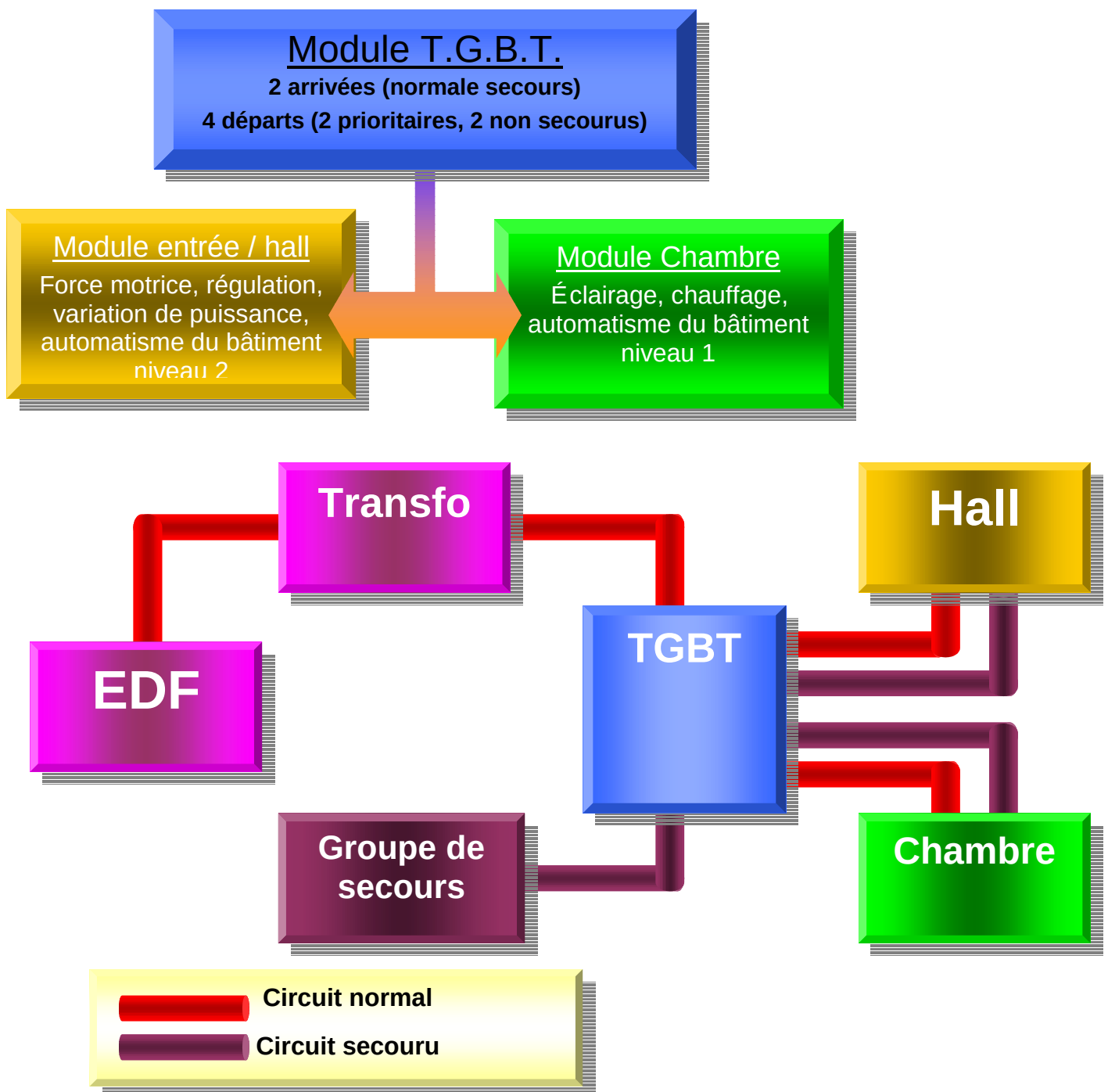
- Mise en situation
- Fonction d'usage
- Travail demandé
  - Partie A : Mise en service du module « T.G.B.T. »
  - Partie B : Raccordement du module « hall d'entrée »
  - Partie C : Mise en service du module « hall d'entrée »
  - Partie D : Étude du télé-variateur / variateur

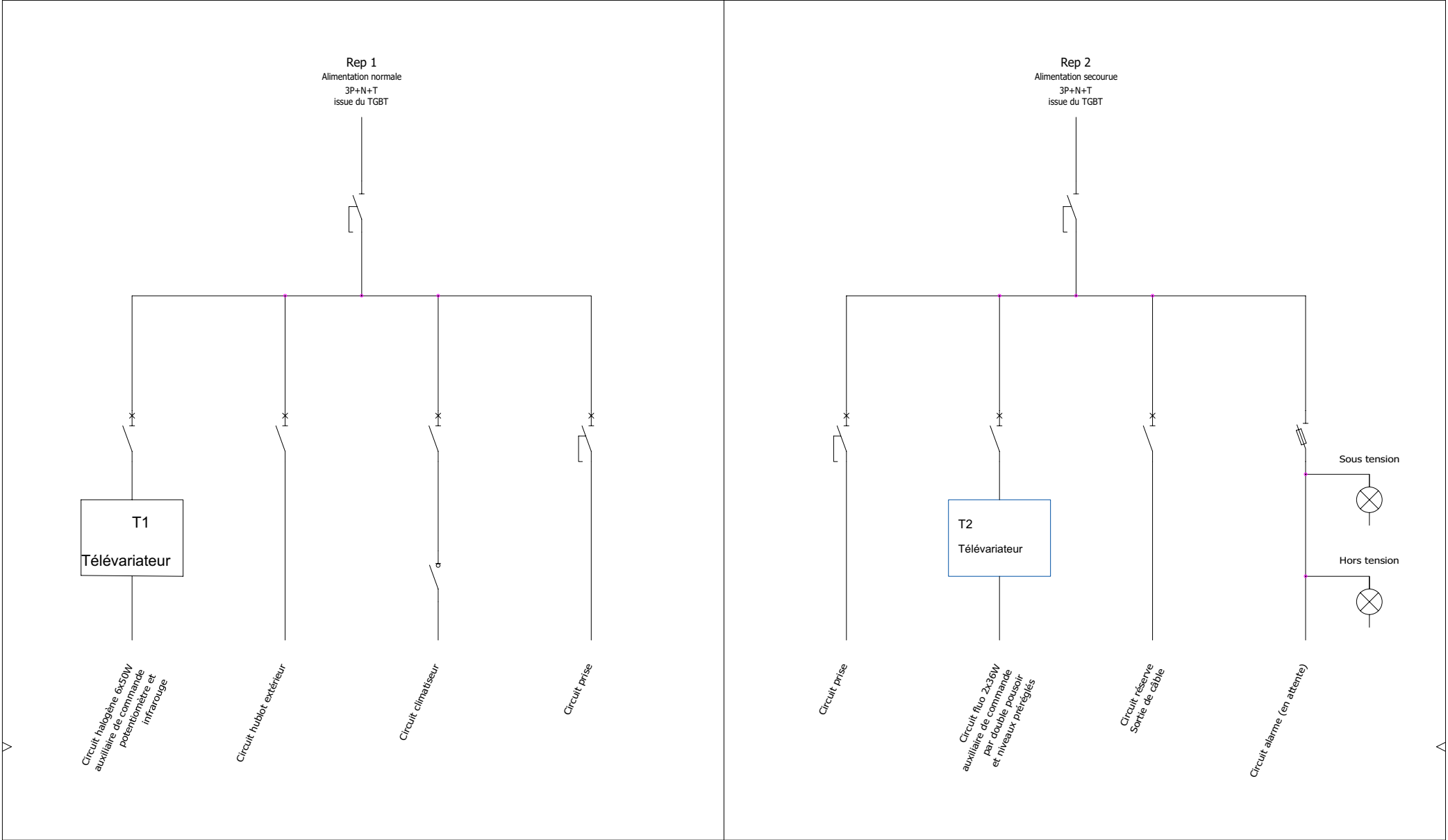
# 1 SYSTÈME SUPPORT : SYSTÈME DISTRIBUTION

## Mise en situation :

Le **système de distribution tertiaire** est la modélisation de l'équipement partiel d'un hôtel, comprenant trois sous-ensembles modulaires et complémentaires :

- une armoire centrale de distribution **T.G.B.T.**,
- deux armoires dédiées indépendantes l'une de l'autre :
  - o **entrée / hall de l'hôtel**,
  - o **chambre avec salle de bain**.





Circuits non prioritaires

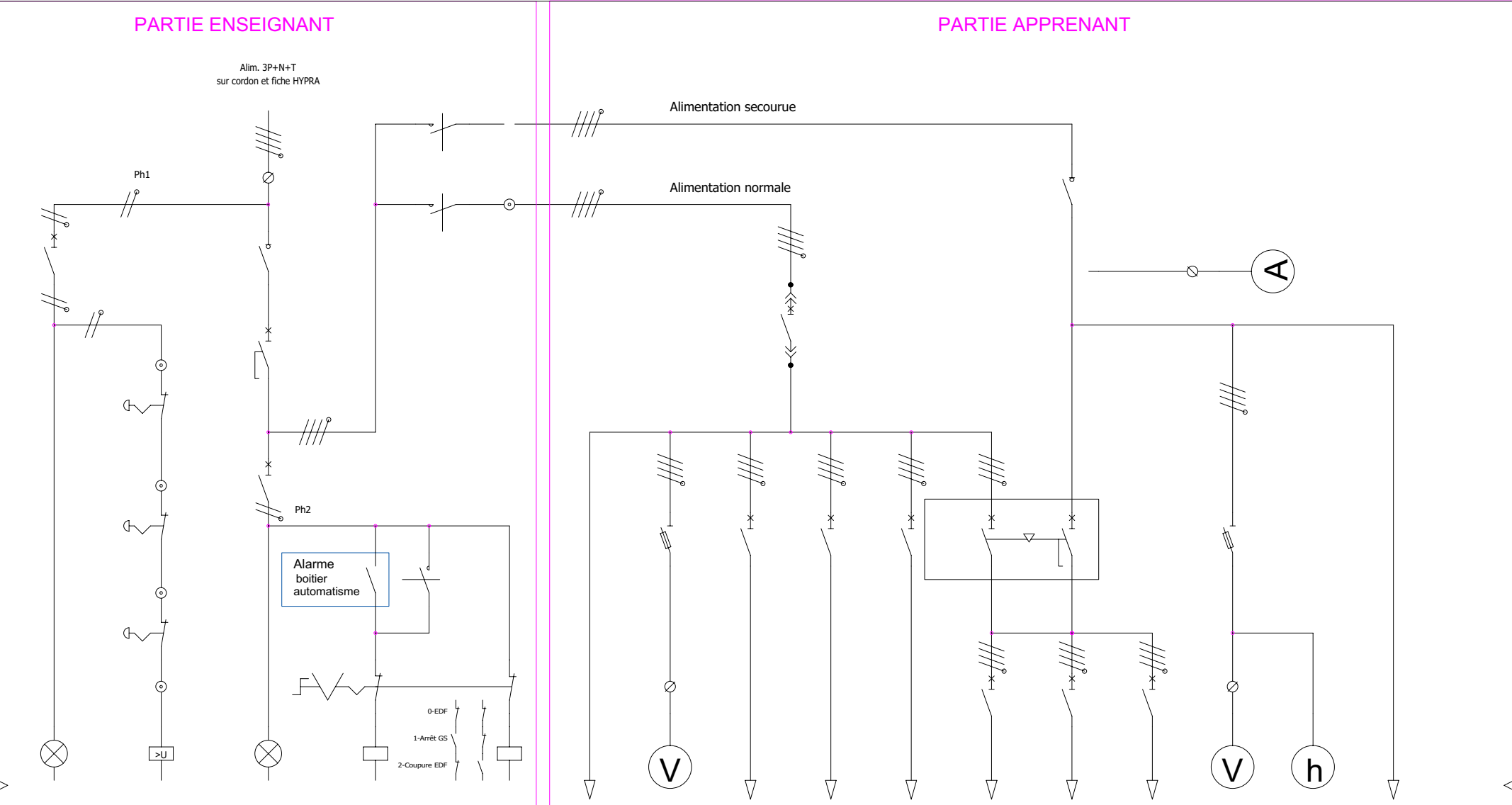
Circuits prioritaires

Folio suivant:

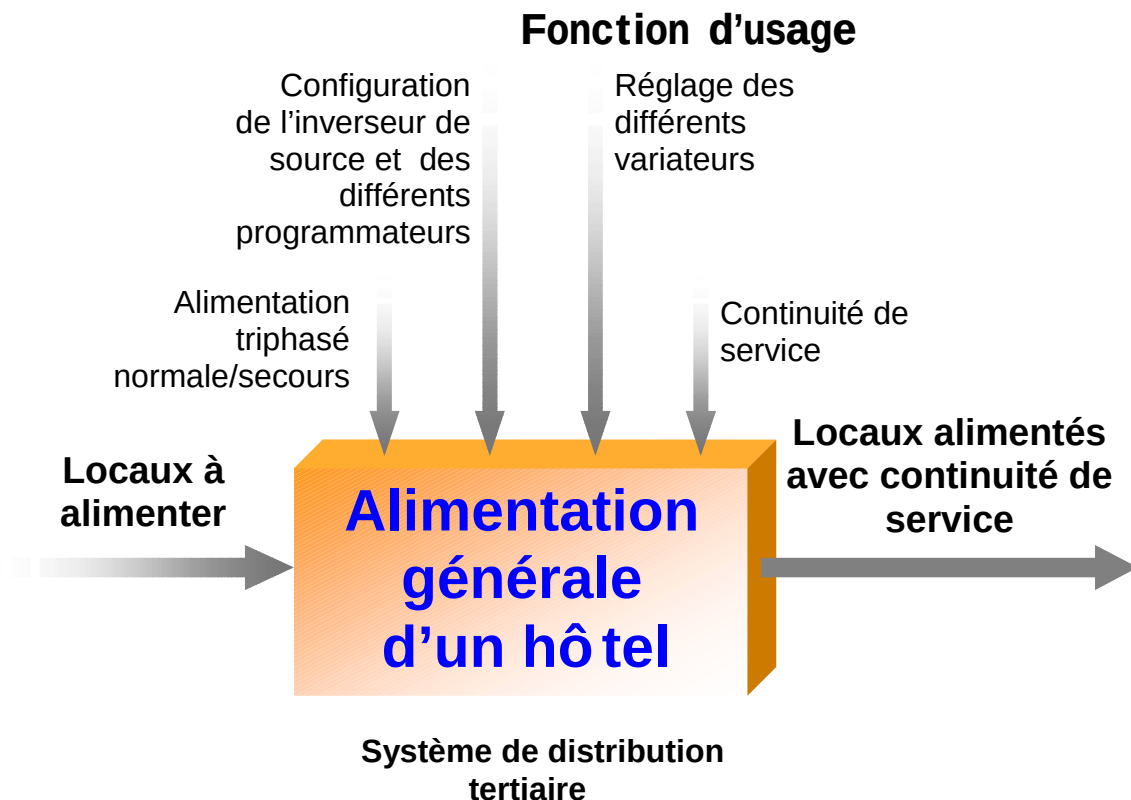
|               |  |        |               |              |     |              |               |        |  |
|---------------|--|--------|---------------|--------------|-----|--------------|---------------|--------|--|
|               |  |        |               |              |     |              |               | INDICE |  |
|               |  |        |               |              |     |              |               |        |  |
| N° D'AFFAIRE: |  | ZONE:  | LOCALISATION: | IND          | NOM | DATE         | MODIFICATIONS | FOLIO  |  |
|               |  | POSTE: | SECTION:      | Dessiné par: |     | Vérifié par: |               |        |  |

PARTIE ENSEIGNANT

PARTIE APPRENANT



|                               |                                                                      |                           |                |               |                            |           |         |                                                          |                                                                                       |                                                            |                                                                                  |         |           |                  |                            |                |        |       |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------|---------------|----------------------------|-----------|---------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------|------------------|----------------------------|----------------|--------|-------|
| Présence tension<br>toit TGBT | Coupure urgence<br>des trois modules<br>bobine manque<br>tension Q01 | marche<br>face avant TGBT | relais secours | relais normal | Commande<br>motorisation A | voltmètre | Réserve | Prise de courant 10/16A<br>chauffage 500W<br>chauffe-eau | Rep1<br>Eclairage 6x50W<br>Climatisation<br>1 Prise de courant<br>Eclairage extérieur | Eclairage 2x100W<br>VMC<br>Chauffage 500W<br>Volet roulant | Rep2<br>Eclairage 2x36W<br>Porte attente<br>Alarme attente<br>1 Prise de courant | Réserve | voltmètre | Compteur horaire | Commande<br>motorisation B | Folio suivant: |        |       |
|                               |                                                                      |                           |                |               |                            |           |         |                                                          |                                                                                       |                                                            |                                                                                  |         |           |                  |                            |                | INDICE |       |
|                               |                                                                      |                           |                |               |                            |           |         |                                                          |                                                                                       |                                                            |                                                                                  |         |           |                  |                            |                |        |       |
|                               |                                                                      |                           |                |               | ZONE:                      |           |         |                                                          |                                                                                       | LOCALISATION:                                              |                                                                                  |         |           |                  |                            |                |        |       |
|                               |                                                                      |                           |                |               | POSTE:                     |           |         |                                                          |                                                                                       | SECTION:                                                   |                                                                                  |         |           |                  | IND NOM DATE MODIFICATIONS |                |        | FOLIO |
| N° D'AFFAIRE:                 |                                                                      |                           |                |               |                            |           |         |                                                          | Dessiné par:                                                                          |                                                            |                                                                                  |         |           | Vérifié par:     |                            |                |        |       |



Problème posé : l'hôtel didactisé comporte 3 modules :

- ❖ le T.G.B.T.
- ❖ le module hall d'entrée
- ❖ le module chambre et salle d'eau

Il est nécessaire d'assurer une continuité de service, à partir du T.G.B.T., dans une partie de chaque module.

### **Travail demandé**

**ATTENTION :**  
**ne jamais mettre le système sous tension sans avertir  
 préalablement l'examineur**

On donne :

- Le dossier technique.
- Les différents appareils de mesure.
- La méthode d'essai.
- Les Equipements de Protection Individuelle (EPI).

On demande :

D'essayer et de vérifier que les matériels, constituants, et sous-ensembles de l'armoire T.G.B.T., du module hall d'entrée et du module chambre fonctionnent après réglage et conformément aux spécifications du dossier technique.

De régler l'inverseur de source afin que ce dernier fonctionne conformément aux spécifications du dossier technique.

On exige :

- Les grandeurs électriques relevées lors des essais sont conformes.
- Les mesures des grandeurs électriques sont réalisées en toute sécurité.
- Les fiches d'essais sont renseignées correctement.

## **Partie A**

### **Décodage des schémas**

A1 - Donner le nombre d'alimentations de l'armoire T.G.B.T. et les citer : \_\_\_\_\_

Donner le nom et la fonction de Q1 et Q2.

|    | Nom | Fonction |
|----|-----|----------|
| Q1 |     |          |
| Q2 |     |          |

A2 - Indiquer dans le tableau ci-dessous s'il est possible ou impossible d'avoir simultanément les états suivants.

|            | Q10 ouvert | Q10 fermé |
|------------|------------|-----------|
| Q20 ouvert |            |           |
| Q20 fermé  |            |           |

A3 – Indiquer dans le tableau ci-dessous quels sont les circuits sous tension ou hors tension en fonction du mode d'alimentation de l'armoire.

|                     | Alimentation par réseau EDF | Alimentation par groupe de secours |
|---------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| Circuit « Normal »  |                             |                                    |
| Circuit « Secours » |                             |                                    |



A4 – Indiquer dans le tableau ci-dessous quels sont les circuits du module hall d'entrée sous tension ou hors tension en fonction du mode d'alimentation de l'armoire.

|                       | Alimentation par réseau EDF | Alimentation par groupe de secours |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| Éclairage extérieur   |                             |                                    |
| Éclairage halogène    |                             |                                    |
| Éclairage fluorescent |                             |                                    |
| Climatiseur           |                             |                                    |

A5 – Indiquer dans le tableau ci-dessous quels sont les circuits du module chambre sous tension ou hors tension en fonction du mode d'alimentation de l'armoire.

|                   | Alimentation par réseau EDF | Alimentation par le groupe de secours |
|-------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| Circuit chauffage |                             |                                       |
| Circuit chauffage |                             |                                       |
| Circuit VMC       |                             |                                       |
| Circuit store     |                             |                                       |

### Mise en service.

**Conditions :**

- ⇒ Alimentation EDF et alimentation du groupe de secours consignées (T.G.B.T. consigné).
- ⇒ Tous les disjoncteurs sectionneurs de l'armoire T.G.B.T. consignés.

A6 – Contrôler l'isolement en amont des disjoncteurs et interrupteurs de tête.

Donner leur repère dans le tableau ci-dessous.

Donner le nom de l'appareil utilisé pour ce contrôle : \_\_\_\_\_

Résultats des différents contrôles :

| Repère des appareils : | Mesure entre phases |         |         | Mesure entre phase et PE |         |         |
|------------------------|---------------------|---------|---------|--------------------------|---------|---------|
|                        | L1 - L2             | L2 - L3 | L1 - L3 | L1 - PE                  | L2 - PE | L3 - PE |
|                        |                     |         |         |                          |         |         |
|                        |                     |         |         |                          |         |         |

**Conditions :**

- ⇒ Alimentation EDF et alimentation du groupe de secours déconsignées (T.G.B.T. déconsigné).
- ⇒ Q1 et Q2 consignés.

A7 – Sélectionner l'alimentation de l'armoire par le réseau EDF ou le groupe de secours et mesurer la tension de ces alimentations en amont des disjoncteurs et interrupteurs de tête.



Résultats des différents contrôles :

|                       | Tension entre phases |         |         | Tension entre phase et neutre |        |        | Ordre des phases<br>Direct/inverse |
|-----------------------|----------------------|---------|---------|-------------------------------|--------|--------|------------------------------------|
|                       | L1 - L2              | L2 - L3 | L1 - L3 | L1 - N                        | L2 - N | L3 - N |                                    |
| <b>Alim. EDF</b>      |                      |         |         |                               |        |        |                                    |
| <b>Alim. Secourue</b> |                      |         |         |                               |        |        |                                    |

Conditions :

⇒ Q1 et Q2 consignés.

⇒ Tous les disjoncteurs sectionneurs et les sectionneurs fusibles sont consignés

A8 – Contrôler l'isolement en aval des disjoncteurs et interrupteurs de tête en enclenchant manuellement Q10 ou Q20.



Résultats des différents contrôles :

| Repère des appareils : | Mesure entre phases |         |         | Mesure entre phase et PE |         |         |
|------------------------|---------------------|---------|---------|--------------------------|---------|---------|
|                        | L1 - L2             | L2 - L3 | L1 - L3 | L1 - PE                  | L2 - PE | L3 - PE |
|                        |                     |         |         |                          |         |         |
|                        |                     |         |         |                          |         |         |

Conditions :

⇒ Les départs du T.G.B.T. (Q11, Q12, Q13, Q21, Q22, Q23) sont consignés, tous les sectionneurs fusibles sont ouverts.

⇒ Déconsignation de Q1 et de Q2.

A9 - Fermer Q10 manuellement, Q20 est ouvert.

Sélectionner l'alimentation EDF et mesurer, en toute sécurité, la tension et l'ordre des phases du circuit normal et du circuit secouru en aval des disjoncteurs et interrupteurs de tête.

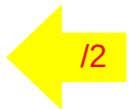


Résultats des différents contrôles :

|                       | Tension entre phases |         |         | Tension entre phase et neutre |        |        | Ordre des phases<br>Direct/inverse |
|-----------------------|----------------------|---------|---------|-------------------------------|--------|--------|------------------------------------|
|                       | L1 - L2              | L2 - L3 | L1 - L3 | L1 - N                        | L2 - N | L3 - N |                                    |
| <b>Alim. EDF</b>      |                      |         |         |                               |        |        |                                    |
| <b>Alim. Secourue</b> |                      |         |         |                               |        |        |                                    |

A10 - Fermer Q20 manuellement, Q10 est ouvert.

Sélectionner l'alimentation par le groupe de secours et mesurer, en toute sécurité, la tension et l'ordre des phases du circuit normal et du circuit secouru en aval des disjoncteurs et interrupteurs de tête.



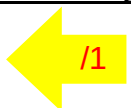
Résultats des différents contrôles :

|                       | Tension entre phases |         |         | Tension entre phase et neutre |        |        | Ordre des phases |
|-----------------------|----------------------|---------|---------|-------------------------------|--------|--------|------------------|
|                       | L1 - L2              | L2 - L3 | L1 - L3 | L1 - N                        | L2 - N | L3 - N | Direct/inverse   |
| <b>Alim. EDF</b>      |                      |         |         |                               |        |        |                  |
| <b>Alim. Secourue</b> |                      |         |         |                               |        |        |                  |

Conditions :

⇒ Les départs du T.G.B.T. (Q11, Q12, Q13, Q21, Q22, Q23) sont consignés, les sectionneurs fusibles sont fermés.

A11 – Sur la porte de contrôle, positionner le commutateur sur la position auto. Ouvrir Q1 et observer le basculement sur la source de secours.



Remettre dans l'ordre les différentes étapes de ce basculement.

| Etape n° |                                                       | Circuit secouru hors tension ?<br>Oui/Non |
|----------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
|          | Détection de tension en amont de Q20.                 |                                           |
|          | Absence de tension sur le circuit normal.             |                                           |
|          | Démarrage du groupe de secours.                       |                                           |
|          | Coupure secteur.                                      |                                           |
|          | Présence de tension sur le circuit secouru.           |                                           |
|          | Détection d'absence de tension sur le circuit normal. |                                           |
|          | Ouverture de Q10 et fermeture de Q20.                 |                                           |
|          | Absence de tension sur le circuit secouru.            |                                           |

A12 - Encadrer en rouge sur le schéma développé de l'armoire T.G.B.T. l'élément commandant l'inverseur de source.



A13 - Indiquer quelle est la valeur de la tension et la nature d'alimentation du boîtier de commande et de la commande à distance.

Tension du boîtier de commande : \_\_\_\_\_

Tension de la commande à distance : \_\_\_\_\_



A14 - Réglage des paramètres de fonctionnement.



Pour pouvoir effectuer le réglage des paramètres de fonctionnement du boîtier de commande, dans quel mode d'alimentation doit-on être ? \_\_\_\_\_

Comment passe-t-on dans ce mode ? \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Après avoir sélectionné le mode désiré, compléter le tableau ci dessous.

|           |                                                                                                  |                    |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Étape n°1 | <b>Réglage du seuil de tension sur la ligne principale</b>                                       |                    |
|           | Appui sur :                                                                                      | Durée de l'appui : |
|           | Message affiché :                                                                                | Réglé à :          |
| Étape n°2 | <b>Réglage du seuil de tension sur la ligne secondaire</b>                                       |                    |
|           | Appui sur :                                                                                      | Durée de l'appui : |
|           | Message affiché :                                                                                | Réglé à :          |
| Étape n°3 | <b>Réglage du temps de commutation</b>                                                           |                    |
|           | Appui sur :                                                                                      | Durée de l'appui : |
|           | Message affiché :                                                                                | Réglé à :          |
| Étape n°4 | <b>Réglage du temps de défaut de la tension sur la ligne principale pour la commutation</b>      |                    |
|           | Appui sur :                                                                                      | Durée de l'appui : |
|           | Message affiché :                                                                                | Réglé à :          |
| Étape n°5 | <b>Réglage du temps de présence de la tension sur la ligne principale pour la re-commutation</b> |                    |
|           | Appui sur :                                                                                      | Durée de l'appui : |
|           | Message affiché :                                                                                | Réglé à :          |

|                 |                       |
|-----------------|-----------------------|
| <b>Partie A</b> | <b>Total sur 20 :</b> |
|-----------------|-----------------------|

### **Partie B**

#### **Raccordement du module « hall d'entrée » :**

##### **Conditions :**

⇒ Les départs du T.G.B.T. (Q11, Q12, Q13, Q21, Q22, Q23) sont consignés, les sectionneurs fusibles (F1, F2) sont ouverts.

Les deux modules étant déconnectés, on vous demande de raccorder uniquement le module « hall d'entrée » au T.G.B.T.

B1 – donner le repère des disjoncteurs qui protègent les alimentations du module « hall d'entrée » :

|                              |  |
|------------------------------|--|
| Pour l'alimentation normale  |  |
| Pour l'alimentation secourue |  |

B2 – raccorder en toute sécurité, les câbles d'alimentation du module « hall d'entrée ».

| Tâches demandées         | Critères d'évaluation                                                      | Nbr de points →    | 2 | 1 | 0 |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------|---|---|---|
| Sécurité                 | Les travaux doivent être réalisés en toute sécurité.                       |                    |   |   |   |
| Dénudage des câbles      | La longueur de dénudage doit être suffisante.                              |                    |   |   |   |
|                          | L'isolant des conducteurs ne doit pas apparaître.                          |                    |   |   |   |
|                          | Les embouts de raccordements doivent être sertis correctement.             |                    |   |   |   |
| Raccordements des câbles | Chaque câble est raccordé au bon disjoncteur.                              |                    |   |   |   |
|                          | L'ordre des conducteurs par câble est respecté.                            |                    |   |   |   |
|                          | En l'absence d'embout de raccordements il ne doit pas apparaître de barbe. |                    |   |   |   |
|                          | Le serrage des conducteurs est correct.                                    |                    |   |   |   |
|                          | Les câbles ne doivent pas pouvoir être arrachés.                           |                    |   |   |   |
|                          |                                                                            | Total des points → |   |   |   |

**Partie B Total sur 12 :**

### Partie C

#### Mise en service du module « hall d'entrée » :

Conditions de départ :

- ⇒ Les disjoncteurs du T.G.B.T. protégeant les départs du coffret « hall » sont consignés.
- ⇒ Les dispositifs de protection du coffret « hall » sont ouverts.

C1 – Contrôle et identification des matériels et dispositifs de protection du coffret « hall ».

|                                                                                                 |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Indiquer le nombre de circuits terminaux présents dans le coffret chambre et leur désignation : |  |
| Lors d'une coupure secteur, quels sont les circuits terminaux secourus ?                        |  |

## C2 – Mise en service du module « hall d'entrée ».

Vous devez effectuer la mise en service du module « hall d'entrée » dans les conditions d'une première mise en service.

| Tâches demandées                        | Critères d'évaluation                                                                                             | Nbr de points →    | 2 | 1 | .5 | 0 |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---|---|----|---|
| Contrôler les liaisons équipotentielles | Les contrôles doivent être effectués en toute sécurité.                                                           |                    |   |   |    |   |
|                                         | Le choix de l'appareil de contrôle doit être pertinent.                                                           |                    |   |   |    |   |
|                                         | La méthode employée est correcte.                                                                                 |                    |   |   |    |   |
| Contrôler l'isolement de l'installation | Les contrôles doivent être effectués en toute sécurité.                                                           |                    |   |   |    |   |
|                                         | Le choix de l'appareil de contrôle doit être pertinent.                                                           |                    |   |   |    |   |
|                                         | La méthode employée est logique.                                                                                  |                    |   |   |    |   |
|                                         | Les contrôles doivent être effectués de façon logique et non désordonnée.                                         |                    |   |   |    |   |
| Contrôler les tensions                  | Les contrôles doivent être effectués en toute sécurité.                                                           |                    |   |   |    |   |
|                                         | Le choix de l'appareil de contrôle doit être pertinent.                                                           |                    |   |   |    |   |
|                                         | La méthode employée est logique.                                                                                  |                    |   |   |    |   |
|                                         | Les contrôles doivent être effectués de façon logique et non désordonnée.                                         |                    |   |   |    |   |
|                                         | Le basculement des différents appareils de protection doit être effectué de façon logique et non désordonnée.     |                    |   |   |    |   |
| Contrôler les récepteurs                | Les contrôles doivent être effectués en toute sécurité, à l'aide d'appareil de mesure adéquat ou/et visuellement. |                    |   |   |    |   |
|                                         | La manipulation des appareils de commande est acquise.                                                            |                    |   |   |    |   |
|                                         | Une explication orale, brève du fonctionnement de chaque récepteur doit être faite à l'examineur.                 |                    |   |   |    |   |
| /18                                     |                                                                                                                   | Total des points → |   |   |    |   |

**Partie C Total sur 20 :**

## Partie D

### Étude du télé-variateur / variateur :

**Objectifs :** étudier et mesurer les grandeurs mises en jeux lors du fonctionnement d'un télé-variateur.

#### D1 – Identification du télé-variateur à étudier :

On propose :

D'étudier le télé-variateur piloté par un auxiliaire de commande à 3 niveaux pré-réglés.

De relever les caractéristiques électriques de ce télé-variateur :

/1

D2 – Quels types de récepteurs commande-t-il ?

/0.5

D3 – Titre d'habilitation :

Vous devez effectuer des mesures sous tension sur le télé-variateur, quel titre d'habilitation devez-vous posséder ?

/0.5

D4 – Numéroté, dans les cases jaunes et par ordre chronologique, les opérations à effectuer afin d'élaborer la procédure d'intervention dans le respect total des règles de sécurité.

|  |                                                                        |    |
|--|------------------------------------------------------------------------|----|
|  | Aviser le chargé de travaux de l'exécution de la tâche.                |    |
|  | Baliser si nécessaire la zone de travail.                              |    |
|  | Commander le variateur par l'auxiliaire à 3 niveaux pré-réglés.        |    |
|  | Enlever le balisage et ranger les équipements et appareils de mesures. |    |
|  | Faire vérifier le montage.                                             |    |
|  | Mettre le variateur à l'arrêt.                                         |    |
|  | Mettre le variateur au repos.                                          | /2 |
|  | Ouvrir le coffret.                                                     |    |
|  | Raccorder les appareils de mesure.                                     |    |
|  | Réaliser les mesures nécessaires.                                      |    |
|  | Réceptionner l'ordre écrit ou verbal du chargé de travaux.             |    |
|  | Remettre en place le plastron et refermer la porte du coffret          |    |
|  | Repérer le variateur et ôter le plastron pour avoir accès aux bornes.  |    |
|  | Vérifier le matériel de sécurité et s'équiper.                         |    |

D5 – Les bornes de sortie du télé-variateur n'étant pas adaptées aux pointes de touche des appareils de mesure, il est nécessaire de déporter ces bornes de sortie sur des connecteurs adéquats.

Pour cela, on vous demande de consigner uniquement la partie télé-variateur de l'installation, de raccorder les connecteurs en sortie et de déconsigner l'installation.

| Tâches demandées              | Critères d'évaluation                                                                         | Nbr de points → |   |    |   |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---|----|---|
|                               |                                                                                               | 2               | 1 | .5 | 0 |
| Nom de l'appareil à consigner | Donner son nom et son repère : _____                                                          |                 |   |    |   |
| Consigner                     | La consignation et ses contrôles doivent être faits dans le respect des règles de sécurité.   |                 |   |    |   |
| Raccorder                     | Le raccordement des bornes adéquates doit être fait dans les règles de l'art.                 |                 |   |    |   |
| Déconsigner                   | La déconsignation et ses contrôles doivent être faits dans le respect des règles de sécurité. |                 |   |    |   |
| Total des points →            |                                                                                               |                 |   |    |   |

/5

D6 - Mesurer et tracer sur la représentation de l'écran d'oscilloscope ci-contre, le signal de sortie du télé-variateur pour un éclairement minimum.

Respect des règles de sécurité. /2

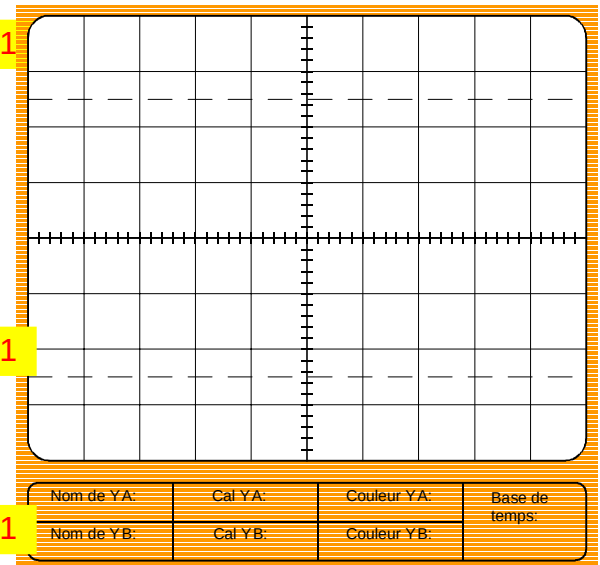
D7 - Mesurer sa tension efficace :

U<sub>min</sub> : \_\_\_\_\_

D8 - Mesurer le rapport cyclique du signal :

$\mathfrak{X}_{\min}$  : \_\_\_\_\_

D9 - Vérifier ces 2 valeurs par le



calcul :

D10 - Mesurer et tracer sur la représentation de l'écran d'oscilloscope ci-contre, le signal de sortie du télé-variateur pour un éclairement maximum. /1

Respect des règles de sécurité. /2

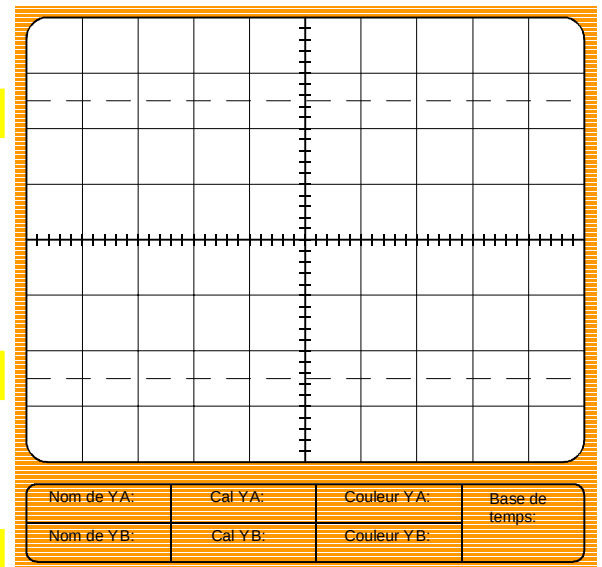
D11 - Mesurer sa tension efficace :

U<sub>max</sub> : \_\_\_\_\_

D12 - Mesurer le rapport cyclique du signal :

$\mathfrak{X}_{\max}$  : \_\_\_\_\_

D13 - Vérifier ces 2 valeurs par le calcul :

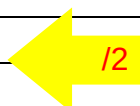


D14 - Sur l'auxiliaire de commande à 3 niveaux pré-réglés, on peut modifier les niveaux d'éclairement pré-réglés. A partir de sa procédure de réglage, régler le niveau d'éclairement moyen afin que le rapport cyclique du signal de sortie du télé-variateur soit de ½. /3

D15 - Sur ce système, il existe 4 auxiliaires de commande pour piloter les télé-variateurs, donner leur référence et leur désignation :



|             |               |
|-------------|---------------|
| Référence : | Désignation : |
|             |               |
|             |               |
|             |               |
|             |               |



|                 |                       |
|-----------------|-----------------------|
| <b>Partie D</b> | <b>Total sur 28 :</b> |
|-----------------|-----------------------|

### **Activité d'exploitation pédagogique**

En ayant comme ressources disponibles :

- Le système technique didactisé,
- Le dossier technique du système comprenant photographies, plans, schémas, dessins, extraits des documents constructeurs,
- Les catalogues des principaux constructeurs,
- Les appareils de mesurage et leurs notices,
- Les équipements de protection individuelle et collectifs,
- Les référentiels des formations dispensées dans la filière électrotechnique de lycée professionnel.

**On demande :**

De définir une ou plusieurs séquences pédagogiques, autres que celles déjà développées dans le dossier technique et/ou étudiées lors des travaux pratiques réalisés, de niveau :

- ☐ Certificat d'aptitude professionnelle,
- ☐ Brevet d'études professionnelles,
- ☐ Baccalauréat professionnel,

Pour cela il faut :

- Indiquer le domaine d'activité concerné,
- Indiquer les compétences visées,
- Définir les objectifs proposés,
- Situer la ou les séquences d'enseignement dans la progression de l'année,
- Justifier les choix pédagogiques retenus (cours, travaux pratiques et dirigés, modes d'organisation, stratégie...) pour atteindre les objectifs fixés,
- Préciser les documents utilisés par le professeur, ceux qui sont remis aux élèves ainsi que les matériels et les équipements utilisés,
- Indiquer les modalités d'évaluation prévues.

**Critères d'évaluation :**

- La pertinence de l'organisation proposée,
- La maîtrise des savoirs et savoirs faire caractéristiques au génie électrotechnique et énergie,
- Le niveau de la réflexion pédagogique et des finalités de la discipline et de sa spécialité,
- La qualité des documents techniques produits,
- La qualité d'expression et de communication.