

SESSION 2009

**CONCOURS EXTERNE DE RECRUTEMENT
DE PROFESSEURS DE L'ENSEIGNEMENT PROFESSIONNEL
ET CONCOURS D'ACCÈS À LA LISTE D'APTITUDE**

**Section : GÉNIE ÉLECTRIQUE
Option : ÉLECTROTECHNIQUE ET ÉNERGIE**

**ÉTUDE D'UN SYSTÈME TECHNIQUE
ET/OU D'UN PROCESSUS TECHNIQUE**

Durée : 8 heures

Calculatrice électronique de poche - y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique – à fonctionnement autonome, non imprimante, autorisée conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout autre matériel électronique est rigoureusement interdit.

Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.

De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.

NB : Hormis l'en-tête détachable, la copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.

Tournez la page S.V.P.

A

PARKING AUTOMATISE « ELS POUETS » A ANDORRE LA VELLA

Composition du sujet :

- **Cahier N° 1**

PRESENTATION GENERALE ET EXTRAIT DU CAHIER DES CHARGES : **pages 2 à 6**

QUESTIONNEMENT

- **Partie A** : Alimentation HT/BT (durée conseillée 2 h 45 min) **pages 7 à 9**
- **Partie B** : Motorisation : Elévatrice principale gauche (durée conseillée 3 h) : **pages 10 à 14**
- **Partie C** : Automatisme : Entrée véhicule dans le sas gauche (durée conseillée 1 h) : **pages 15 à 16**
- **Partie D** : Eclairage de sécurité centralisé (durée conseillée 1 h) : **page 17**
- **Partie E** : Mise en réseau des variateurs de vitesse (durée conseillée 15 min) : **page 18**

- **Cahier N° 2**

DOCUMENT REPONSES

- **Cahier N° 3**

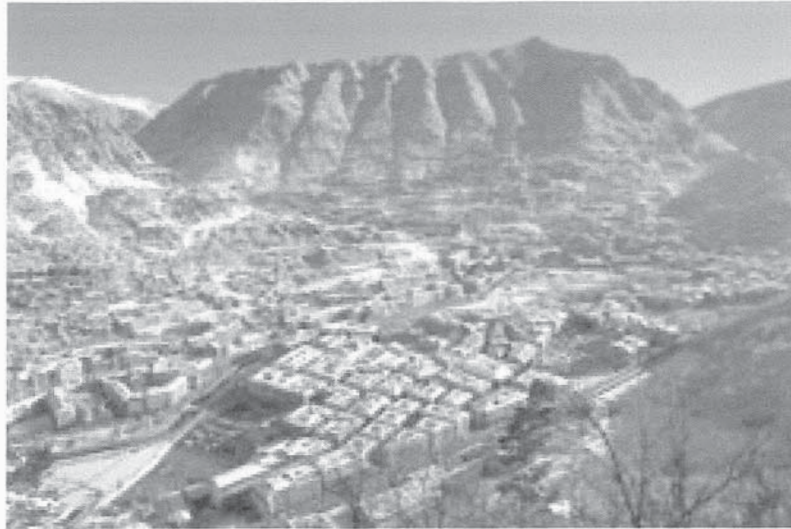
DOSSIER TECHNIQUE

Conseils aux candidats :

Les différentes parties du sujet sont indépendantes. Au sein de chaque partie, de nombreuses questions sont elles mêmes indépendantes. Une lecture attentive de l'ensemble est recommandée avant de composer.

Les candidats sont priés de rédiger sur les documents fournis (documents réponse) et sur des copies d'examen. Il est demandé de présenter clairement les calculs, de dégager et d'encadrer les résultats relatifs à chaque question.

La qualité des réponses (expression, forme de présentation du résultat, justification, etc.) sera prise en compte dans l'évaluation.



La Principauté d'Andorre est un petit état au relief montagneux situé au cœur des Pyrénées. Nichée entre la France au nord (Pyrénées Orientales et Ariège), et l'Espagne au sud (Catalogne), elle partage respectivement 57 km et 64 km de frontières avec ces deux pays.

La superficie de la principauté est de 467 km². Son point culminant est le Pic de *COMA PEDROSA*, à 2946 mètres et le point le plus bas se situe au confluent des rivières *RUNER* et *VALIRA*, à 840 mètres d'altitude.

Compte tenu du développement important du tourisme dans la principauté, de l'augmentation du trafic automobile et de la nécessité d'offrir un nombre sans cesse croissant de places de stationnement, ANDORRE LA VELLA s'est dotée d'un parking entièrement robotisé et intégré à la montagne.

C'est cet équipement qui fait l'objet de l'étude technologique.



PRESENTATION GENERALE

Le parking comprend :

- Trois sas polyvalents (entrée ou sortie des véhicules) ;
- Trois dispositifs de transfert entre le sas et les silos ;
- Deux silos parallélépipédiques de stockage des véhicules ;
- Un équipement robotisé et informatisé.

1 – Sas polyvalents

Les trois sas polyvalents permettent l'entrée ou la sortie des véhicules (voir photo page précédente). Implantés au niveau -1 (voir coupe A-A, pages 5 et 6), ils sont équipés pour l'accueil de l'automobiliste et le contrôle du gabarit des véhicules à stocker.

Chaque sas comprend les équipements suivants :

- Un portail d'accès vitré motorisé, avec barrage de sécurité et contrôle de position ;
- A l'extérieur du sas, une signalisation lumineuse informe l'utilisateur sur :
 - la disponibilité du sas (feu de signalisation vert),
 - l'autorisation d'accès,
 - la disponibilité de stationnement au regard des caractéristiques dimensionnelles propres à chaque catégorie de véhicule.
- A l'intérieur du sas, un panneau de signalisation informe l'utilisateur de la position de sa voiture et lui donne les consignes à suivre :
 - Avancer lentement
 - Reculer
 - Stop
 - Trop à gauche
 - Trop à droite
 - Arrêt du véhicule
 - Voiture refusée
- Un ensemble de dispositifs de contrôle de la position du véhicule :
 - Largeur,
 - Position « trop à gauche » ou « trop à droite ».
- Une détection de présence humaine (détecteur de mouvement).

2 – Dispositifs de transfert

Il existe trois dispositifs de transfert entre le sas et l'élévatrice sur plan incliné.

Deux dispositifs desservent les parties droite et gauche du parking. Ils comportent :

- Une élévatrice de liaison et transfert de chariot : niveau 0 / coupe F-F ;
- Une plaque tournante : niveau 1 / coupe E-E.

Le troisième dispositif est situé entre les deux premiers. Il est constitué d'une élévatrice et de son système de retournement embarqué. Il dessert, grâce à un système de transfert, la partie gauche ou la partie droite du parking. Ces mouvements s'effectuent au niveau 2.

3 – Silos parallélépipédiques

Le stockage des véhicules est réalisé dans deux silos parallélépipédiques (12 niveaux, 14 colonnes), sur une rangée pour le silo de gauche et deux rangées pour le silo de droite. Deux élévateurs principales assurent le transfert des voitures à l'intérieur du parking.

Les élévatrices principales se déplacent sur un rail incliné. Pour réduire les contraintes mécaniques lors phases d'accélération et de freinage, elles sont équipées d'un contrepoids à inertie équivalente.

Chaque élévatrice comporte :

- Une nacelle mobile à 2 niveaux de rangement de plateaux porte-véhicules et 4 rampes mobiles ;
- La motorisation de levage ;
- La motorisation de translation.

4 – Equipement informatisé et robotisé

Cette unité assure :

- Le fonctionnement automatique ;
- Le fonctionnement semi-automatique ;
- Le fonctionnement manuel ;
- La gestion des défauts ;
- La visualisation des défauts ;
- La visualisation de l'état des capteurs (synoptique) ;
- La gestion des abonnés ;
- La gestion des tickets horaires.

Le parking fonctionne avec des systèmes automatiques indépendants pour chaque ligne. La défaillance d'un des systèmes n'entraîne donc pas l'arrêt des autres.

En cas de défaillance (sas ou élévatrice de liaison droite ou gauche), l'entrée et la sortie des véhicules est assurée par l'élévatrice de transfert centrale et l'une des élévatrices principales, évitant ainsi tout risque de blocage.

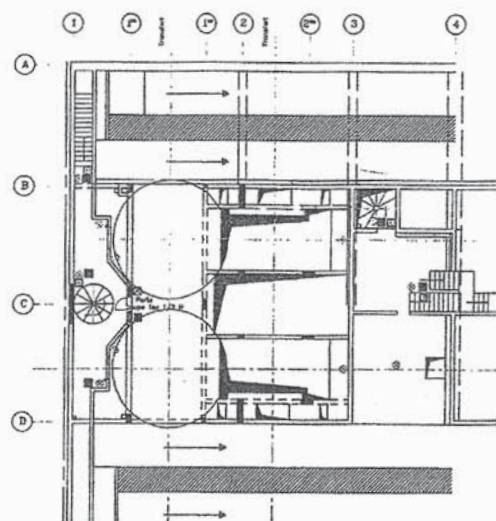
Un dispositif de supervision permet de contrôler le fonctionnement général :

- les vues de navigation permettent d'accéder :
 - o directement aux différentes élévatrices pour surveiller les états
 - o à l'état des conditions initiales de départ de chacune des machines.
- La vue d'occupation permet de connaître l'état du parking (nombre de places disponibles et nombre de places occupées).

Box

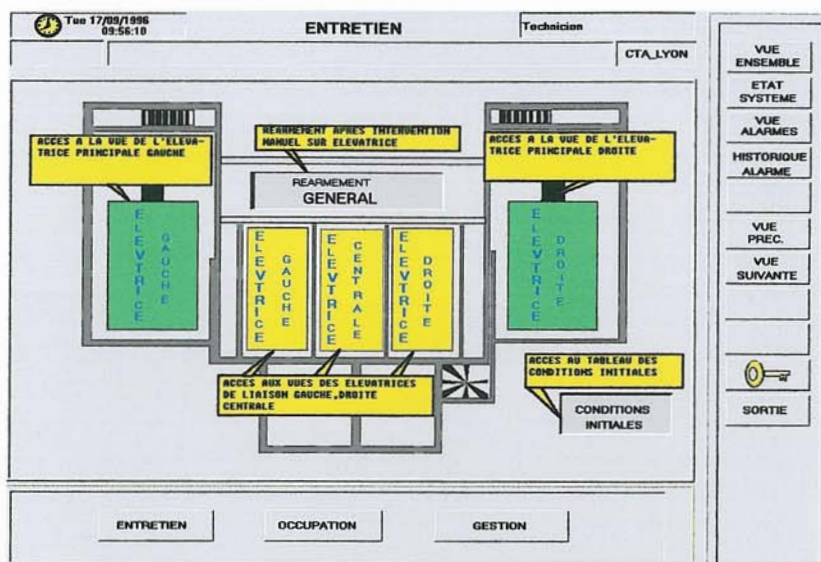


Vue en coupe niveau 1

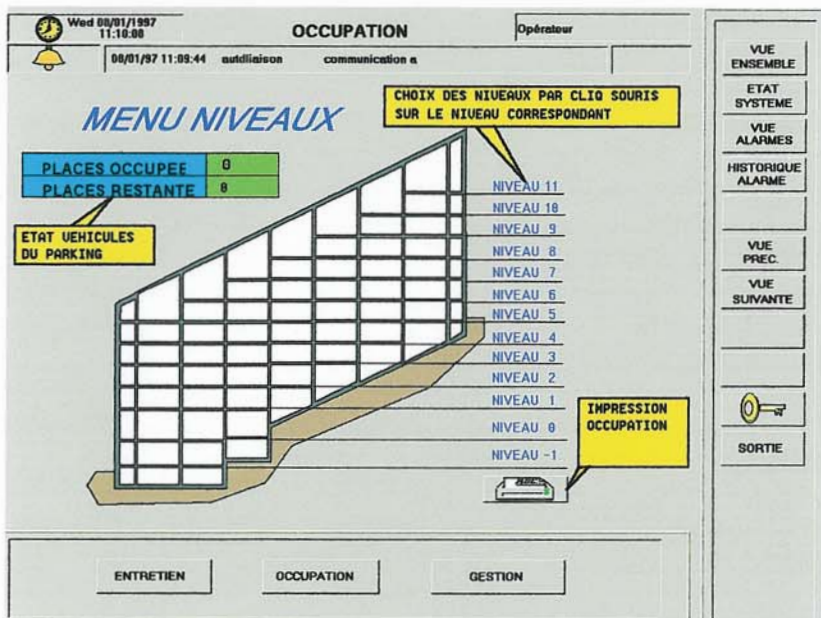


Coupe
E - E

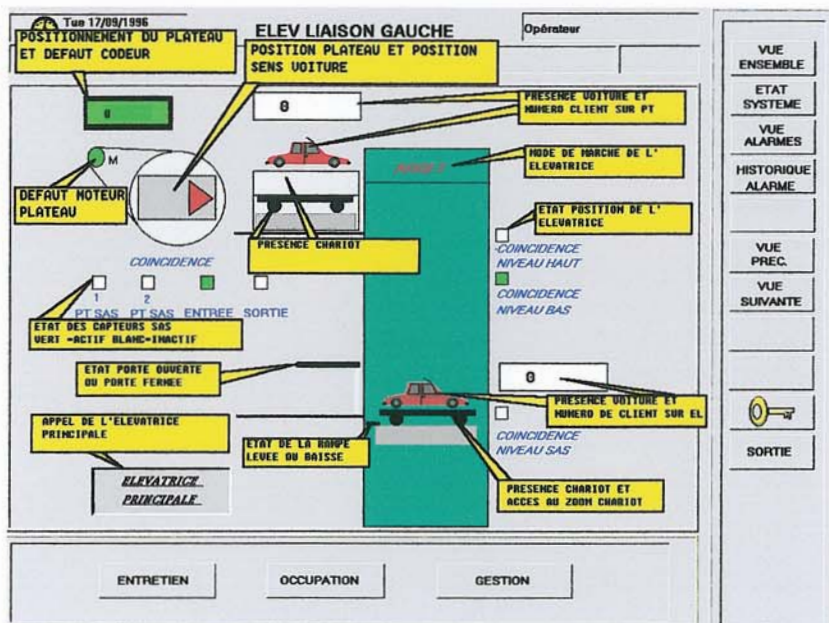
Vue de navigation pour la partie entretien présentant les différentes élévatrices



Vue de navigation de la partie occupation du parking



Vue de navigation de l'état fonctionnel de l'élévatrice



Partie A : ALIMENTATION HT/BT

Alimentation en énergie :

Le site est alimenté en 20 kV par une ligne de la FEDA (Forces Electriques d'Andorre), à partir du poste source « *ENCAMP* ».

1^{er} Cas : Le poste *d'ANDORRA LA VELLA* est alimenté par le poste source via le poste *d'ORDINO* :

- Un départ aérien (54 mm² Almélec) 20 kV de 17 km alimente l'entrée de la ville,
- Une ligne souterraine (95 mm² aluminium) de 10 km alimente le poste *d'ANDORRA LA VELLA*.

2^{ème} Cas : Le poste *d'ANDORRA LA VELLA* est alimenté par le poste source via le poste de *MASSANA* :

- Un départ aérien (54 mm² Almélec) 20 kV de 21 km alimente l'entrée de la ville,
- Une ligne souterraine (95 mm² aluminium) de 3 km alimente le poste *d'ANDORRA LA VELLA*.

Le poste source *d'ENCAMP* est alimenté par deux lignes de 63 kV.

En cas de coupure secteur, l'installation est secourue par un groupe électrogène de 400 kVA.

Il n'est pas prévu d'opération de maintenance sur le transformateur (fonctionnement 365 jours par an), les cycles de consommation caractéristique sont les suivants :

- 350 kVA / 150 h chaque mois / 12 mois ;
- 160 kVA / 400 h chaque mois / 12 mois.

A1 - ETUDE DE LA DISTRIBUTION HT : (DT2 à DT4)

La géographie très particulière d'Andorre (ville à population très dense et au relief escarpé) a conduit la FEDA au choix d'un type d'alimentation particulier. Dans cette partie, nous étudierons la distribution HT du poste *d'ANDORRA LA VELLA*.

A1.1 Définir les différents domaines de tensions concernés par l'étude (depuis le poste source), en précisant les limites imposées par la norme NF C 18-510.

A1.2 Indiquer et justifier le type d'alimentation HT utilisé dans le poste principal *d'ANDORRA LA VELLA*.

A1.3 La cellule interrupteur IM3 reste ouverte en fonctionnement normal. Un défaut (sectionnement du câble souterrain dû à un engin mécanique de travaux publics) se produit entre les postes *d'ANDORRA LA VELLA* et *d'ORDINO*.

Indiquer l'état des contacts des cellules IM1 à IM6 permettant d'isoler le tronçon défectueux et d'assurer l'apport en énergie pour l'ensemble des clients.

Les disjoncteurs 1, 3 et 6 sont fermés, le disjoncteur 2 est ouvert.

A1.4 A l'aide des caractéristiques des câbles utilisés par FEDA (tableau suivant) et du dossier technique, déterminer la puissance de court-circuit du réseau haute tension 20 kV au niveau du primaire du transformateur HTA/BTA dans les deux cas d'alimentation puis conclure. La puissance de court-circuit au niveau du poste source sera considérée comme infinie.

Nature	Métal	Section (mm ²)	Imax (A)	X (ohm/km)	R (ohm/km)	Capacité (nF)
Aérien	Almélec	54	190	0,35	0,60	5
Souterrain	Aluminium	95	290	0,10	0,32	190

A2 - ETUDE DU TRANSFORMATEUR : (DT5 à DT7)

Suite à des déclenchements intempestifs des protections du transformateur, on se propose de vérifier la sélectivité entre les protections au primaire et au secondaire.

Il est demandé d'effectuer un bilan des pertes du transformateur et de vérifier les dimensions des orifices de ventilation du local où se situe le transformateur.

A2.1 A partir de la documentation technique du transformateur TRIHAL, calculer :

A2.1.1 Le rapport de transformation à vide m_v .

A2.1.2 Le courant secondaire nominal I_{2n} (tension secondaire = 400V).

A2.1.3 Le courant primaire nominal I_{1n} .

A2.2 A l'aide de la documentation du transformateur, préciser l'influence du facteur de puissance sur le rendement (η).

A2.3 Le poste de livraison d'ANDORRA LA VELLA est constitué de cellules modulaires SM6 :

Cellules IM3 et IM4	:	IM-400-24-12,5
Cellule QM2	:	QM-200-24-12,5

Préciser le calibre des fusibles HTA SOLEFUSE destinés à assurer la protection du transformateur.

A2.4 Vérification de la sélectivité entre les protections aval et amont du transformateur

Comparer les courants de déclenchement du disjoncteur BT et les courants de fusion des fusibles HT. Répondre sur le document réponse **DR1** : Compléter le tableau. Tracer la courbe. Conclure.

A2.5 A l'aide de la documentation technique du transformateur et des courbes de déclenchement précédentes, déterminer le courant de court-circuit maximal en aval du transformateur. Identifier le dispositif de protection qui va agir. Préciser le temps de réponse.

A2.6 Lors du fonctionnement du groupe électrogène, préciser le type de sélectivité entre QGR1 et Q23.

A2.7 Calculer les pertes annuelles du transformateur (400 kVA à 120°C) : à vide et en charge à 350 kVA puis à 160 kVA.

A2.8 Déterminer, à l'aide de la documentation technique, la section des orifices de ventilation du local transformateur. La hauteur entre les deux orifices est de 2 mètres.

A2.9 Le grillage choisi obstrue le passage de l'air de 25 %. Donner les dimensions exactes des ventilations hautes et basses.

A3 - ETUDE DU DIMENSIONNEMENT DES CABLES : (DT8 à DT11)

A3.1 Coordination entre les conducteurs et les dispositifs de protection assurant l'alimentation de l'armoire 7 (levage élévatrice principale gauche).

A3.1.1 Calculer le courant d'emploi de la ligne d'alimentation de l'armoire 7 (DGA7).

A3.1.2 Estimer le courant d'emploi (I_b) du circuit en aval de Q23 (prendre les moteurs concernés armoires 5, 6 et 7). Justifier la méthode utilisée.

A3.2 Calculer le courant admissible I'_Z des conducteurs en aval de Q23 et de DGA7 :

Aval de Q23 : le câble multiconducteur utilisé, de type U1000 R2V, est posé sur une tablette perforée avec trois autres circuits, à une température ambiante de 40°C.

Aval de DGA7 : le câble multiconducteur utilisé, de type U1000 R2V, est posé sur tablettes non perforées avec six autres circuits sur deux couches, à une température ambiante de 40°C.

A3.3 Indiquer la section des câbles en cuivre situés en aval de Q23 et en aval de DGA7.

A3.4 La distance qui sépare Q23 de IGA6 est de 72 m.

Calculer la chute de tension en ligne. Préciser si elle respecte la NFC15-100.

En cas de non conformité, que peut-on faire pour diminuer ΔU ?

A4 - ETUDE DES COURANTS DE COURT-CIRCUIT : (DT12 à DT14)

Afin de vérifier le pouvoir de coupure des différents appareillages de protection il est proposé de calculer le courant de court-circuit en alimentation « mode normal » et en « mode secours ».

A4.1 Calculer le courant de court-circuit I_{CC3} triphasé en aval du groupe électrogène lors d'un fonctionnement en mode secours ($X'_d = 20\%$ et $U_0 = 237$ V).

A4.2 Comparer le courant de court-circuit I_{CC3} en aval du groupe électrogène avec celui en aval du transformateur. Préciser l'influence du résultat sur le choix des disjoncteurs.

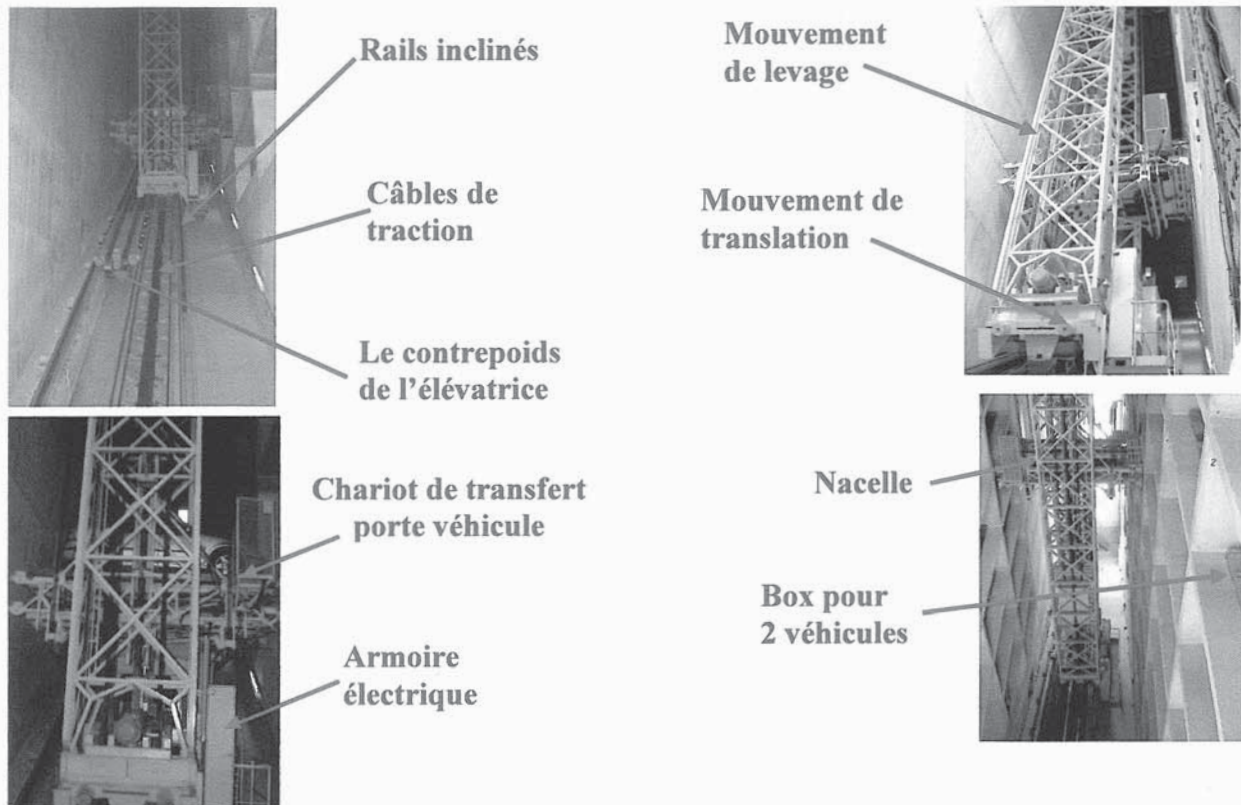
A4.3 Calculer les courants de court-circuit en triphasé et entre deux phases, directement en amont du moteur de levage de l'élévatrice principale gauche. Compléter le tableau du document réponse **DR2**.

Partie B – DIMENSIONNEMENT DU MOTOVARIATEUR DE L'ELEVATRICE

L'étude porte sur l'élévatrice principale qui assure tous les mouvements à l'intérieur du silo :

- Un mouvement de translation sur rails inclinés (angle α),
- Un mouvement de levage par l'intermédiaire d'une nacelle qui se déplace verticalement sur rails de guidage,
- Deux mouvements de transferts horizontaux des chariots. Le chariot porte-véhicule se trouve au niveau supérieur et le chariot vide au niveau inférieur.

Pour limiter les problèmes d'accélération et de freinage, l'élévatrice est équipée d'un contrepoids qui permet de compenser son inertie.



Chaque équipement est motorisé. Les moteurs sont alimentés par des variateurs de vitesse commandés par automate.

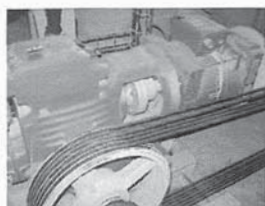
Pour réduire les temps de cycle, les mouvements de translation et de levage sont simultanés en « marche normale »

La structure de l'élévatrice est véhiculée sur rails afin d'assurer un bon coefficient de roulement.

Cette structure supporte tous les organes électromécaniques que constituent les colonnes, la plate-forme nacelle, le treuil de levage. L'ensemble constitue une charge de masse M égale à 40 tonnes.

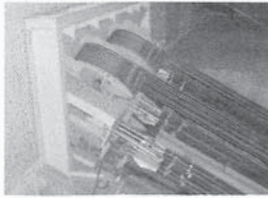
La motorisation est similaire à celle d'un ascenseur :

- Equilibrage des masses en mouvement par le contrepoids,
- Motorisation fixe, des poulies motrices et des câbles de traction,
- Un treuil.

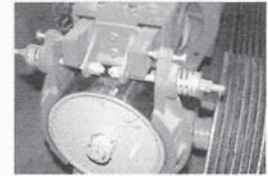


Motoréducteur de l'élévatrice équipé d'une poulie motrice et une nappe de câbles de traction.

Au total il y a 8 câbles par poulie, constitués en 2 nappes de 4 câbles de diamètre 13 mm.



En partie haute, il y a 4 poulies de renvoi et sur le contrepoids 2 poulies de renvoi.



Le maintien en position d'équilibre est assuré par un frein à manque de courant et un frein mécanique supplémentaire de blocage.

La motorisation est assurée par un moteur asynchrone triphasé.

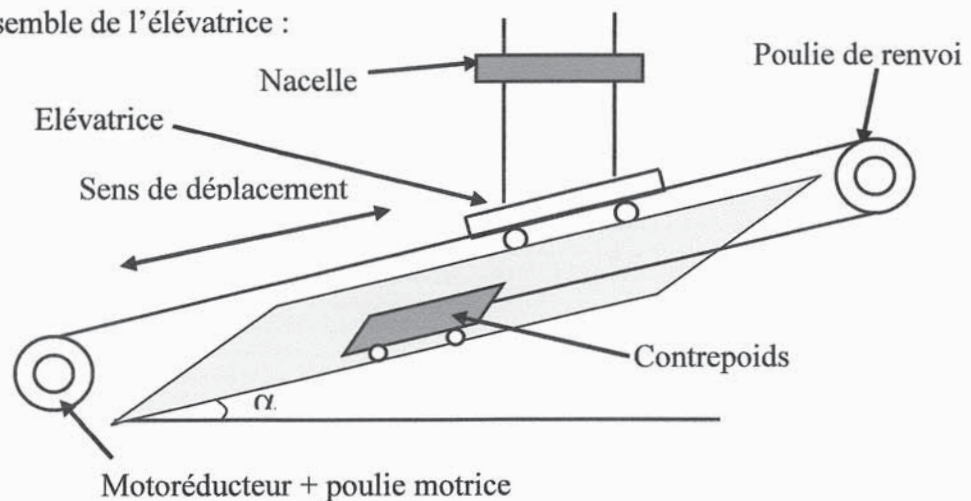
Le réducteur possède un coefficient de réduction R et un rendement η_R .

Pour notre étude nous prendrons un coefficient de traction k (coefficient de proportionnalité entre la force de traction et le poids de l'élévatrice).

A chaque mouvement l'élévatrice est soumise à trois phases :

- Accélération,
- Régime permanent,
- Décélération.

Soit le synoptique de l'ensemble de l'élévatrice :



Données :

- Alimentation triphasée : 400 V, 50 Hz.
- Masse de l'ensemble de l'élévatrice : $M_E = 40 \text{ t}$.
- Masse du contrepoids : $M_{CP} = 1,122 \times M_E$.
- Réducteur : rapport de réduction $R = 27,5$ et son rendement $\eta_R = 0,9$.
- Vitesse de translation de l'ensemble de l'élévatrice : $V = 1,4 \text{ m/s}$.
- Angle d'inclinaison de la pente : $\alpha = 30^\circ$.
- Coefficient de traction : $k = 0,122$.
- La constante de la pesanteur : $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.
- Diamètre de la poulie : $d = 50 \text{ cm}$.

B1 - ETUDE DE LA MOTORISATION DE L'ELEVATRICE (DT15)

B1.1 Décrire l'ensemble des forces mises en jeu sur l'axe du mouvement de l'élévatrice en régime établi. Représenter sur le synoptique du document réponse **DR3** l'ensemble de ces forces.

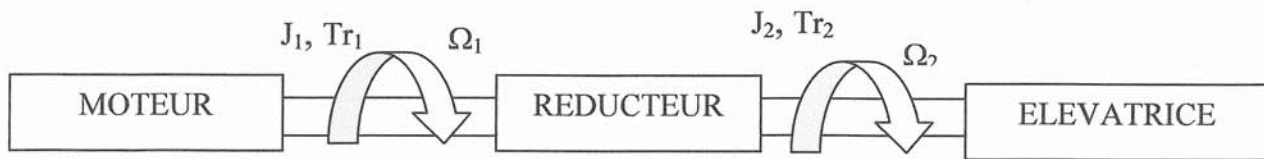
B1.2 Lors de son mouvement en régime établi l'élévatrice se déplace sur le plan incliné d'un angle α grâce à une force de traction F_T .

B1.2.1 Exprimer cette force F_T en fonction de : α , M_E , g , k .

B1.2.2 Calculer sa valeur.

Pour la suite de l'étude, nous considérerons que la force de traction F_T est égale à 24 kN.

B1.3 Soit la représentation schématique suivante



Donner la relation du couple résistant Tr_2 appliqué à la sortie du réducteur et calculer sa valeur.

B1.4 Déterminer la vitesse de rotation Ω_2 à la sortie du réducteur.

B1.5 Déterminer la vitesse de rotation Ω_1 du moteur. Calculer sa valeur.

B1.6 Donner l'expression permettant de déterminer le couple résistant Tr_1 appliqué à l'arbre du moteur.

B1.7 Déterminer la puissance utile P_u du moteur de l'élévatrice.

B1.8 Calculer le nombre de paires de pôles p .

B1.9 À partir du document technique, choisir le type de moteur et compléter le tableau dans le document réponse **DR3**.

B2- DETERMINATION DES MOMENTS D'INERTIE APPLIQUES A L'ELEVATRICE DE TRANSLATION

B2.1 Rappeler l'expression de l'énergie cinétique E_{ct} d'un mouvement en translation.

B2.2 Rappeler l'expression de l'énergie cinétique E_{cr} d'un mouvement en rotation.

B2.3 En considérant que l'équilibre des énergies cinétiques entre le mouvement de translation de l'élévatrice et le mouvement de rotation de la poulie est établi, donner la relation du moment d'inertie de l'élévatrice J_2 . Calculer sa valeur. (On négligera l'inertie du réducteur, des poulies et des câbles).

B2.4 Donner l'expression permettant de déterminer le moment d'inertie de la charge J_1 au niveau de l'arbre du moteur. Calculer sa valeur.

B2.5 En déduire le moment d'inertie J_{total} de l'ensemble des inerties ramenées côté moteur. Le moment d'inertie du moteur J_m choisi est de 0,365 kg.m². Calculer la valeur de J_{total} .

B3- DETERMINATION DES COUPLES AUX DIFFERENTES PHASES DU MOUVEMENT ACCOMPLI PAR

L'ELEVATRICE

Pour cette partie de l'étude, nous considérons que la vitesse croît ou décroît linéairement.

B3.1 Etude préliminaire des mouvements (montée et descente) en régime dynamique

En régime dynamique le moteur ne peut qu'exercer une force de traction par l'intermédiaire des câbles.

B3.1.1 On demande d'analyser les phases de fonctionnement qui permettent au moteur d'imposer la dynamique de fonctionnement du système. Cette analyse se fera en complétant le tableau récapitulatif du document réponse **DR3**.

B3.1.2 A partir des réponses fournies dans ce tableau, préciser les phases pour lesquelles le moteur peut imposer la dynamique de fonctionnement du système.

B3.2 Phase accélératrice

Au cours de cette phase l'élévatrice passe de l'arrêt à la vitesse Ω_1 en 2s.

B3.2.1 En appliquant la loi fondamentale de la dynamique en sortie de l'arbre moteur, donner l'expression du couple T_d fourni au démarrage. Calculer sa valeur.

B3.2.2 Le couple moyen T_{moy} durant la phase de démarrage pour un moteur asynchrone est donné par la relation : $T_{moy} = \frac{T_d + 2 T_m + 2 T_M + T_n}{6}$

A partir de la courbe du rapport des couples en fonction de la vitesse obtenue lors des essais du moteur de l'élévatrice (figure 1).

B3.2.2.1 Déterminer le couple d'accrochage T_m

B3.2.2.2 Déterminer le couple de décrochage T_M

B3.2.2.3 En déduire le couple moyen de démarrage T_{moy}

B3.2.3 Conclure en comparant les valeurs de T_d et de T_{moy}

B3.2.4 Donner l'expression du temps de démarrage t_d .

Calculer sa valeur. Conclure.

Quelle(s) solution(s) technologique(s) suggérez-vous pour résoudre ce problème de démarrage ?

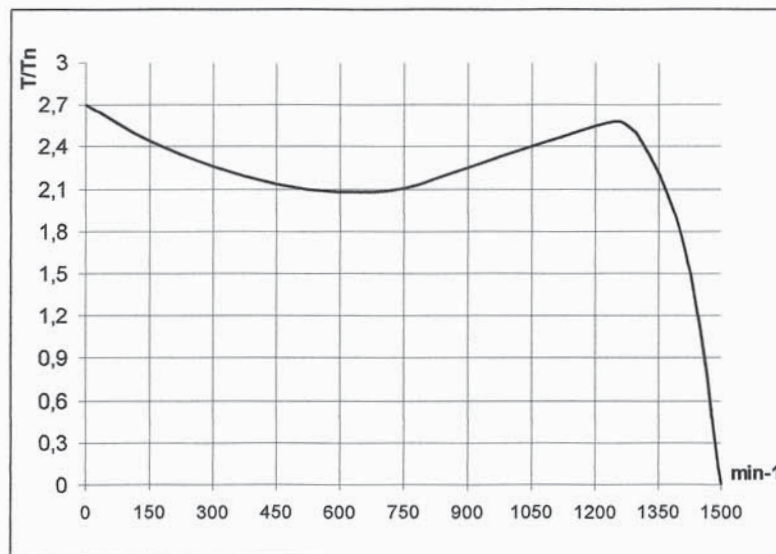


figure 1

B3.3 Phase décélératrice

Au cours de cette phase le moteur passe de la vitesse Ω_1 à l'arrêt en 3s.

B3.3.1 Donner l'expression du couple de freinage T_f . Calculer sa valeur.

B3.3.2 Calculer la puissance crête de freinage \hat{P}_f .

B3.3.3 En déduire la puissance moyenne de freinage $P_{f moy}$. Préciser les solutions technologiques pouvant être mises en œuvre pour dissiper cette puissance.

B4 - CHOIX DU VARIATEUR DE VITESSE ET OPTIONS ASSOCIEES (DT16 à DT19)

B4.1 En fonction de toutes les grandeurs calculées, donner la référence du variateur de vitesse équipé d'un terminal graphique déportable, adapté au pilotage du moteur de l'élévatrice.

B4.2 Calculer le rapport de la puissance moyenne de freinage à la puissance nominale. Indiquer les différents moyens permettant de gérer cette énergie.

B4.3 A partir de la documentation technique, indiquer les caractéristiques (référence, valeur ohmique et puissance moyenne dissipée à 50°C) d'une résistance de freinage supplémentaire, adaptée au variateur de vitesse choisi.

B5 - L'environnement matériel du parking est constitué de 24 moteurs asynchrones de différentes puissances pilotés par des variateurs de vitesses. L'importance de ce matériel a nécessité d'effectuer des mesures de la qualité du courant. Le relevé du spectre d'harmoniques de courant de l'installation est représenté dans le graphique (figure 2).

L'échelle de représentation du niveau des intensités est de 10 pour 1.

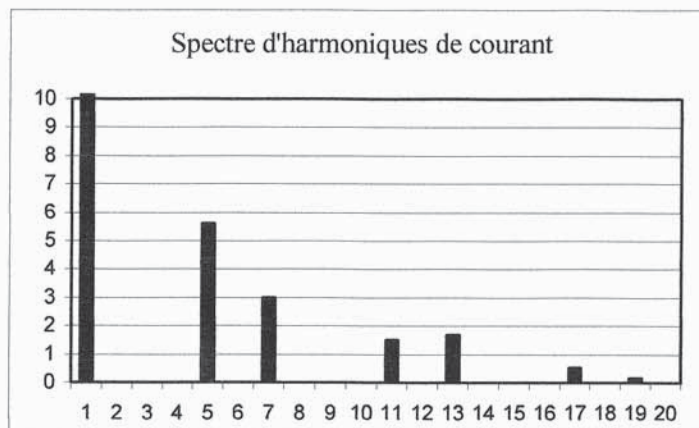


figure 2

B5.1 Les harmoniques influent sur la qualité énergétique du réseau. Préciser les effets à moyen et long terme sur : les transformateurs, les câbles, les condensateurs, les dispositifs de protection et les machines tournantes.

B5.2 Les niveaux d'harmoniques des installations industrielles basse et moyenne tension sont fixés par la norme CEI 61000-2-4.

Afin d'éviter d'atteindre des niveaux d'émission importants, il faut fixer des limites aux perturbations émises par les appareils pris isolément, ou pour un ensemble de matériels, vis à vis de leur point de raccordement au réseau électrique. Pour garantir un bon fonctionnement des appareils il est admis de limiter le taux de distorsion en courant à une valeur inférieure à 20% avec une limite de 5% pour chaque rang d'harmoniques.

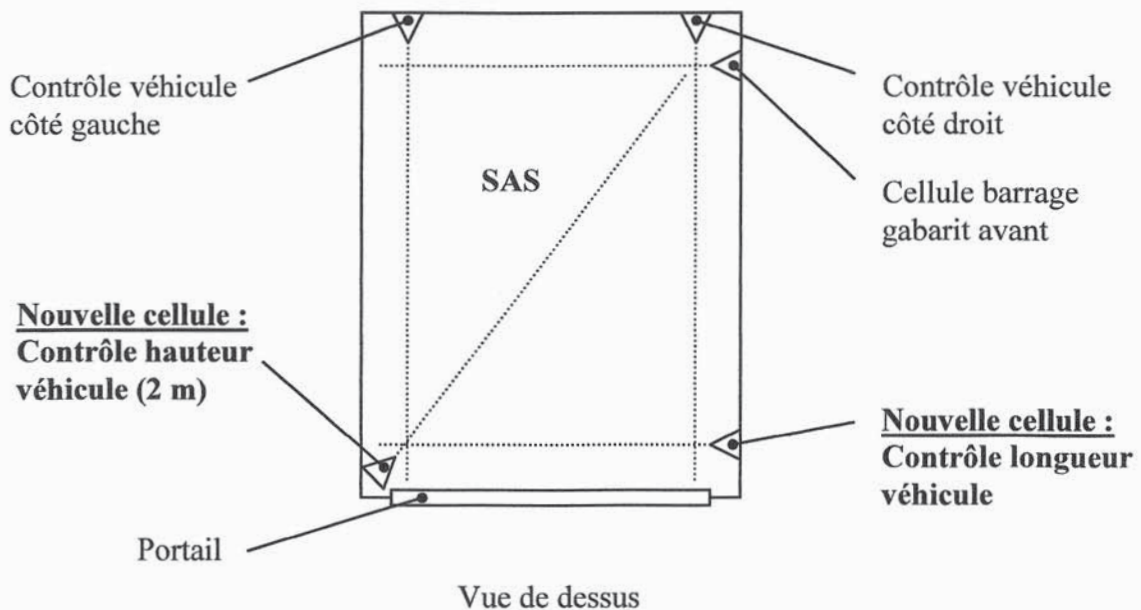
B5.2.1 A partir du spectre d'harmoniques de courant de la figure 2, calculer le THD (THD-F : par rapport au fondamental) de cette installation jusqu'au rang 13. Courant fondamental = $I_1 = 83A$.

B5.2.2 En déduire l'intensité du courant efficace I_{eff} .

B5.2.3 Justifier la présence d'un filtre de réduction de ces harmoniques en les ramenant à un taux d'environ 10% et indiquer ses caractéristiques (tension alimentation, intensité nominale du moteur, référence du variateur, intensité nominale et référence du filtre).

Partie C : AUTOMATISME

Etude de l'entrée des véhicules dans le sas gauche :



Problèmes rencontrés dans le sas

Les nouvelles voitures étant de plus en plus longues et de plus en plus hautes (les 4x4 par exemple), certaines d'entre-elles ne peuvent pas pénétrer dans le sas. Plusieurs modifications sont donc nécessaires pour vérifier le gabarit du véhicule.

- Ajout de deux barrières immatérielles afin de vérifier la longueur et la hauteur du véhicule (choix et câblage). La barrière immatérielle contrôlant la longueur du véhicule (hors gabarit arrière) sera câblée sur l'entrée automate I12,1 et celle contrôlant la hauteur, sur l'entrée I12,5.
- Ajout d'un panneau lumineux : « Hors Gabarit, reculez », qui s'allumera lorsque la hauteur et/ou la longueur du véhicule sera (seront) supérieure(s) au maximum autorisé. Le câblage du panneau lumineux n'est pas à traiter dans le sujet.
- Modification du *grafcet* du sous programme de « Contrôle Gabarit » afin d'insérer le contrôle de la hauteur et de la longueur du véhicule.
- Modification du *grafcet* d'entrée dans le sas afin de gérer les véhicules Hors Gabarit : recul et départ de l'automobiliste. Il faut prévoir de refermer le portail et de reboucler le *grafcet*.

NB : Avant d'effectuer les modifications, il est recommandé d'étudier les « *grafcet de fonctionnement* » dans le dossier technique.

C1 – AJOUT DES BARRIERES IMMATERIELLES (DT20, DT21)

C1.1 Choix des barrières immatérielles

Donner la référence des barrières en fonction des contraintes suivantes :

- Hauteur mini détection : 1,4 m
- Pas de démarrage manuel

C1.2 Câblage des barrières immatérielles

Réaliser, sur le document réponse **DR4**, les modifications du schéma électrique afin de rajouter la barrière immatérielle sur l'entrée I12,1. Le schéma sur l'entrée I12,5 étant identique.

Indications pour le câblage :

- une seule sortie du récepteur (OSSD1) sera utilisée
- le module Preventa XPS AFL ne sera pas utilisé

C2 – MODIFICATION DU SOUS-PROGRAMME « CONTROLE GABARIT » (DT23)

Réaliser, sur le document réponse **DR5**, les modifications de sous programme permettant :

- De contrôler la hauteur et la longueur du véhicule,
- De gérer l'allumage du panneau « Hors Gabarit, Reculez » en cas de contrôle négatif,
- De contrôler la sortie effective du véhicule.

C3 – MODIFICATION DU GRAFCET « ENTREE D'UN VEHICULE DANS LE SAS GAUCHE » (DT22)

Réaliser, sur le document réponse **DR6**, les modifications de ce *grafcet* permettant de gérer les véhicules Hors Gabarit : fermeture du portail et synchronisation avec le sous-programme de « contrôle gabarit ».

Cette modification doit être réalisée à partir de l'étape 5.

Partie D : ECLAIRAGE DE SECURITE

Dans chacun des trois sas, il est obligatoire d'avoir un éclairage de sécurité comportant un éclairage d'ambiance ou d'anti-panique (2 départs) et un éclairage d'évacuation (1 départ)

L'étude d'installation consistera à : - choisir la source centrale d'éclairage ;
- effectuer le schéma de câblage ;
- Préciser les conditions d'installation.

D1 – PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE LA SOURCE CENTRALE (DT 28)

Expliquer le principe de fonctionnement de la source centrale d'éclairage (d'après le synoptique) dans les deux cas suivants : Présence secteur, absence secteur.

D2 - CHOIX D'UNE SOURCE CENTRALE D'ECLAIRAGE DE SECURITE (DT 24)

En fonction des caractéristiques suivantes :

- source : 48 Vcc
- Lampe : Gamme *FLUOBAT PC* de luminaires NF «polycarbonate» / culot E27 / ampoules classiques 40 W pour chaque point lumineux.

D2.1 Calculer la puissance totale nécessaire pour alimenter les éclairages de sécurité des 3 sas.

D2.2 Indiquer la référence de la source adéquate.

D3 – CALCUL DE L'AUTONOMIE DE LA SOURCE CENTRALE D'ECLAIRAGE DE SECURITE (DT 29)

Calculer l'autonomie de cette centrale. Indiquer le temps en heures, minutes, secondes.

D4 – ETUDE DES CARTES COMPOSANT LA SOURCE (DT27, DT28)

D4.1 Préciser la fonction de la carte 946. Expliquer brièvement les modes de fonctionnement et indiquer l'état des contacts K3, K4, K5 (n° bornes).

D4.2 Préciser la fonction de la carte 947.

D4.3 Préciser la fonction de la carte 868. Indiquer l'état des contacts K3, K4, K5 (n° bornes).

D5 – ETUDE DES COFFRETS ANTI-PANIQUE (DT24 à DT26)

D5.1 Définir l'action des coffrets anti-panique.

D5.2, Précisez les interventions à prévoir au niveau des fusibles du départ de la source centrale lors du raccordement d'un coffret anti-panique

D6 – RACCORDEMENT ECLAIRAGE (DT26)

Indiquer le type de câble, conforme au règlement de sécurité, à utilisé pour les raccordements des départs divisionnaires (FU) et des départs anti-paniques. Préciser les caractéristiques principales.

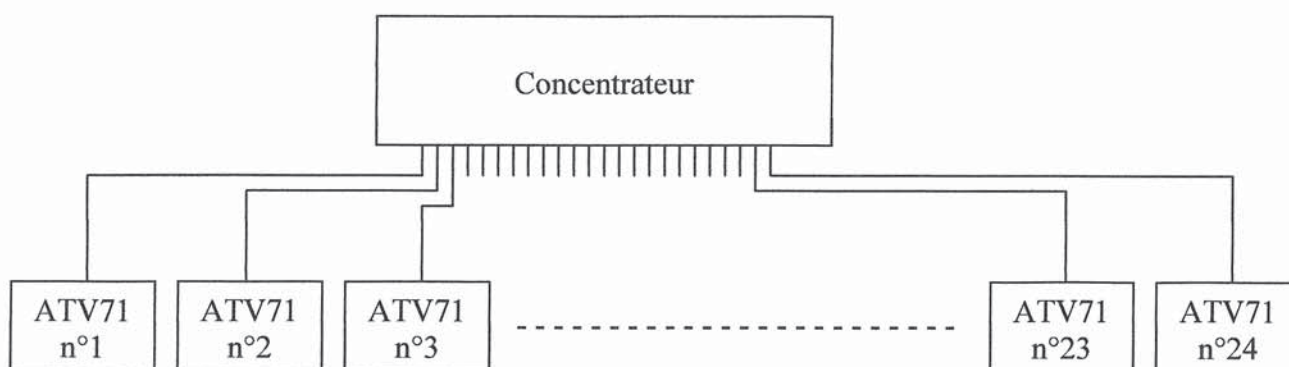
D7 – COMPLETER, SUR LE DOCUMENT REPONSE DR7 LE SCHEMA DE L'INSTALLATION DE L'ECLAIRAGE DE SECURITE (DT26)

Partie E : MISE EN RESEAU DES VARIATEURS

But de l'étude :

Afin de pouvoir gérer, dépanner et paramétrer à distance les différentes motorisations du système, tous les variateurs ATV71 vont être mis en réseau LAN.

Schéma de principe :



E1. Réseau

Donner la définition d'un réseau LAN. Préciser la signification des lettres L, A et N.

E2 - Choix du concentrateur (SWITCH ou HUB)

E2.1. Rappeler le principe de fonctionnement de ces deux concentrateurs. Préciser les avantages et les inconvénients de chacun.

E2.2. Préciser le type de transfert de données (simplex, half-duplex, full-duplex) utilisé par ces concentrateurs. Expliquer le principe des deux types de transfert utilisés.

E2.3. Sachant que dans cette installation, le flux d'informations est important et la vitesse de transmission élevée. Préciser le type de concentrateur à utiliser.

E3. Identification

Dans un réseau, chaque appareil doit être identifié. Indiquer le principe d'identification retenu.

SESSION 2009
CA-PLP

CONCOURS EXTERNE

Section : **GÉNIE ÉLECTRIQUE**

Option : **ÉLECTROTECHNIQUE ET ÉNERGIE**

DOCUMENTS

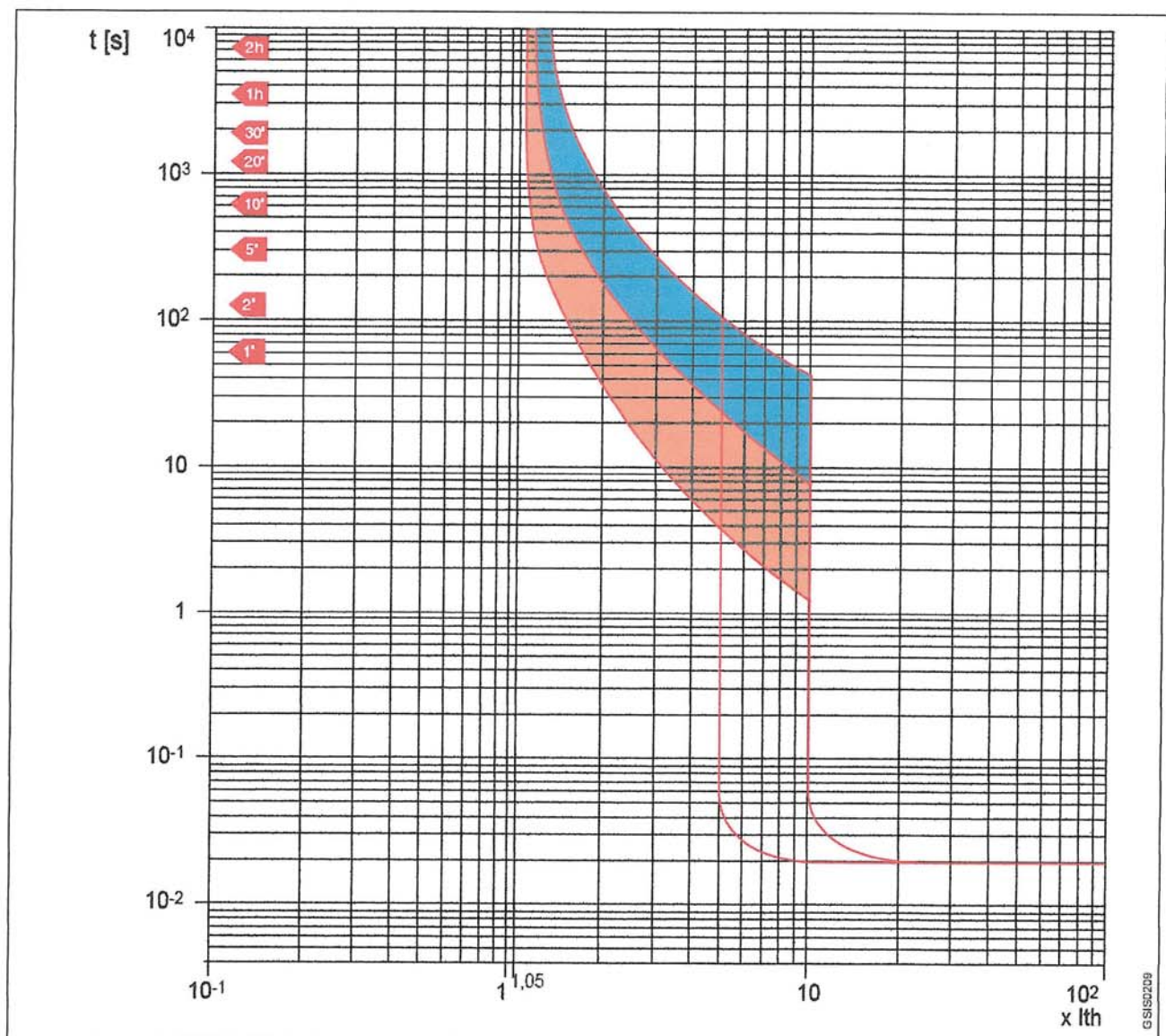
REPONSES

Question A2.4

- Compléter le tableau suivant :

Temps de fusion du fusible HTA en s	0,02	0,04	1	10	100	500
Courant au primaire en A						
Courant vu côté secondaire en A						

- Tracer la courbe de fusion du fusible HT sur la courbe de déclenchement du disjoncteur S6 630 de ABB ($I_{th} = 630$ A) (page 9/23),



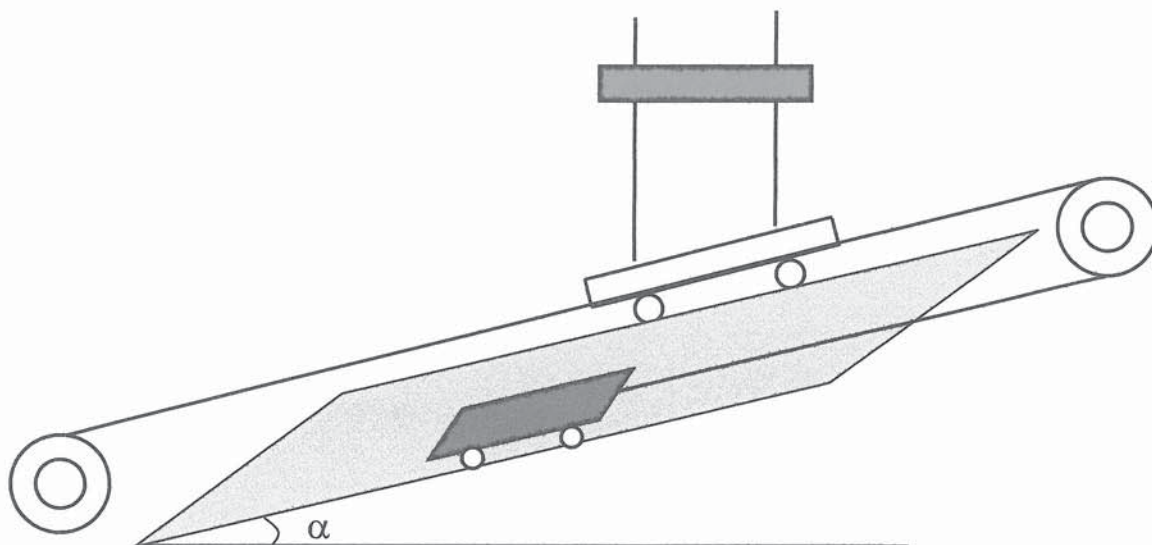
- Conclure sur le type de sélectivité.

Question A4.3

		Calcul de R (mΩ)	Calcul de X (mΩ)
Réseau amont	$P_{cc} = 125 \text{ MVA}$	$R_{amont} =$	$X_{amont} =$
Transformateur TRIHAL	400 KVA	$R_2 =$	$Z_2 =$ $X_2 =$
Liaison 1	3×(2×150 mm ²) 20 m Cuivre Câbles unipolaires	$R_{L1} =$	$X_{L1} =$
Q23	R négligeable $X = 0,15 \text{ m}\Omega$	$R_{23} =$	$X_{23} =$
Liaison 2	72 m 3×70 mm ² Cuivre Câble multipolaire	$R_{L2} =$	$X_{L2} =$
DGA7	R négligeable $X = 0,15 \text{ m}\Omega$	$R_7 =$	$X_7 =$
Liaison 3	5 m 3×16 mm ² Cuivre Câble multipolaire	$R_{L3} =$	$X_{L3} =$
	Total		
Courant de court-circuit triphasé			
Courant de court-circuit entre 2 phases			

Question B1.1

Synoptique de l'élévatrice



Question B1.9

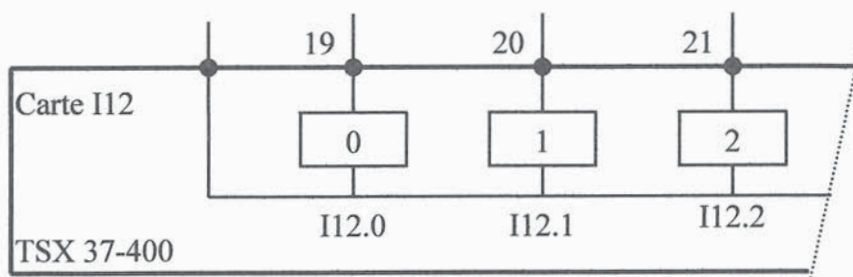
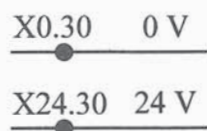
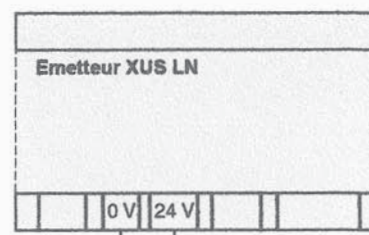
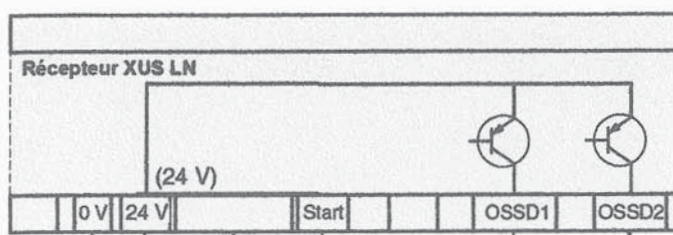
Référence	Nombre de pôles	P_n (kW)	N_n (tr/min)	η	T_n (N.m)	I_n (A)	$\cos \varphi$
.....

Question B3.1.1

Signe de la vitesse : Ω	MONTEE		DESCENTE	
	+		-	
	accélération	décélération	accélération	décélération
Le moteur peut-il imposer la dynamique en exerçant une force de traction ?	OUI NON	OUI NON	OUI NON	OUI NON
Lorsque la réponse est OUI :				
Préciser le signe du couple				
Préciser le signe de la puissance				

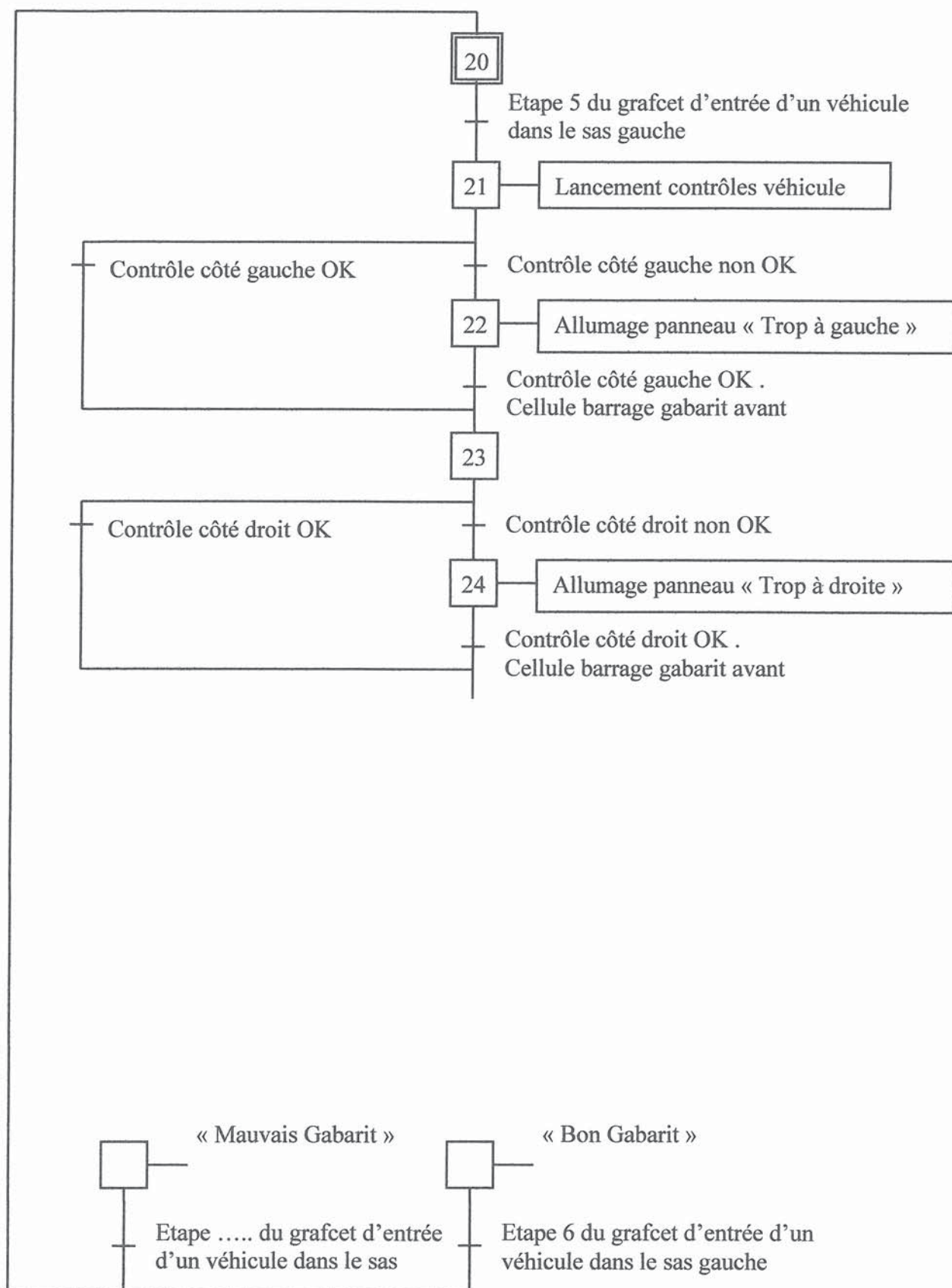
Question C1.2

Modification du schéma électrique



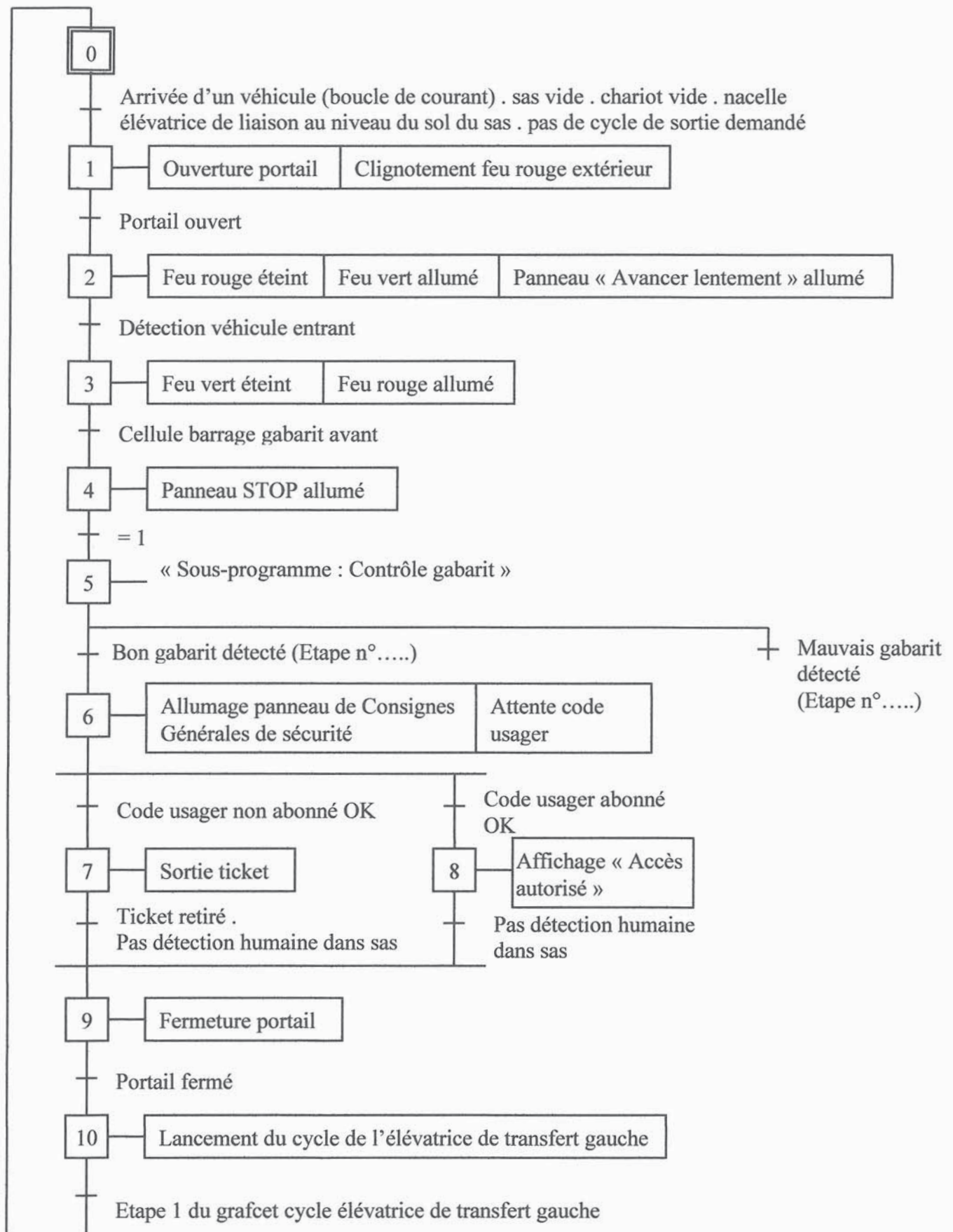
Question C2

Modification du sous-programme « Contrôle gabarit »

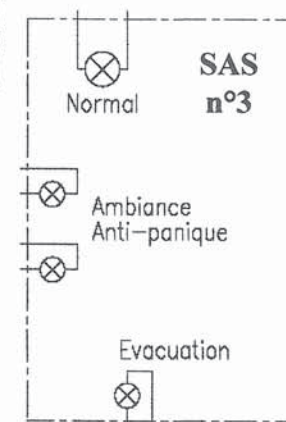
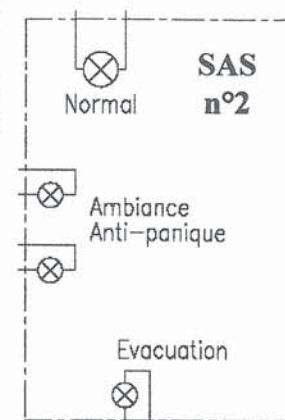
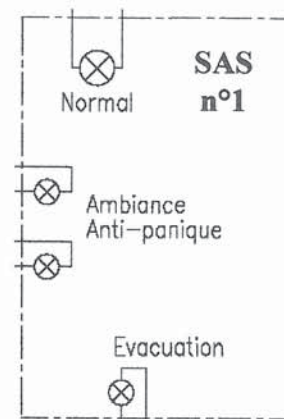
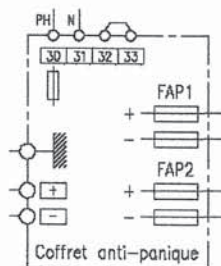
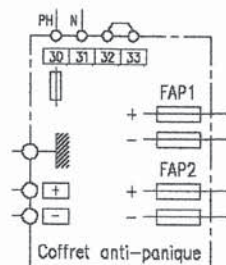
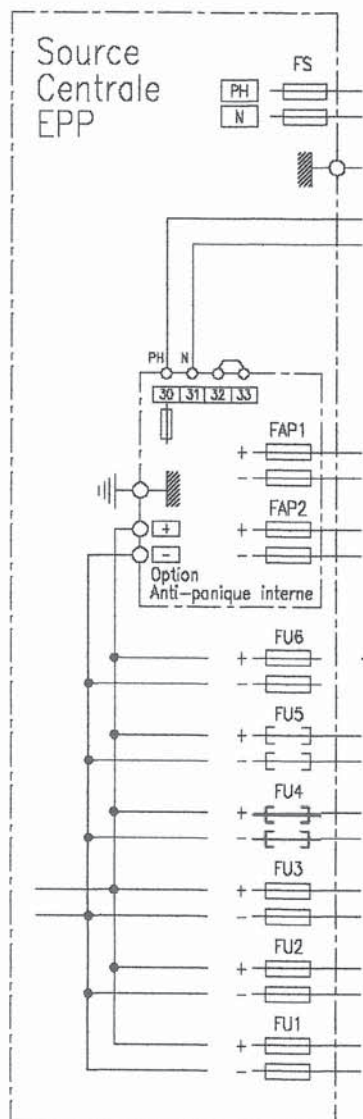
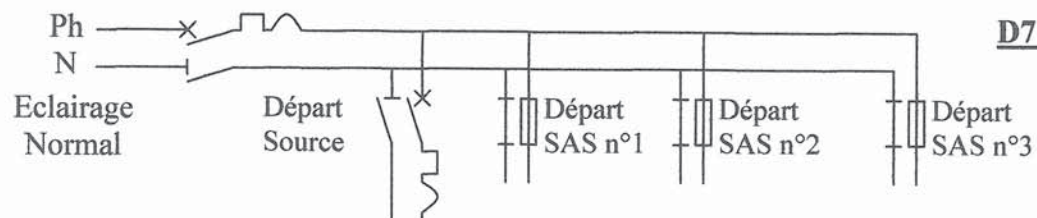


Question C3

Modification du grafcet « Entrée d'un véhicule dans le sas gauche »



D7 - Compléter le schéma de l'installation de l'éclairage de sécurité (DR7/7)



SESSION 2009
CA-PLP

CONCOURS EXTERNE

Section : **GÉNIE ÉLECTRIQUE**

Option : **ÉLECTROTECHNIQUE ET ÉNERGIE**

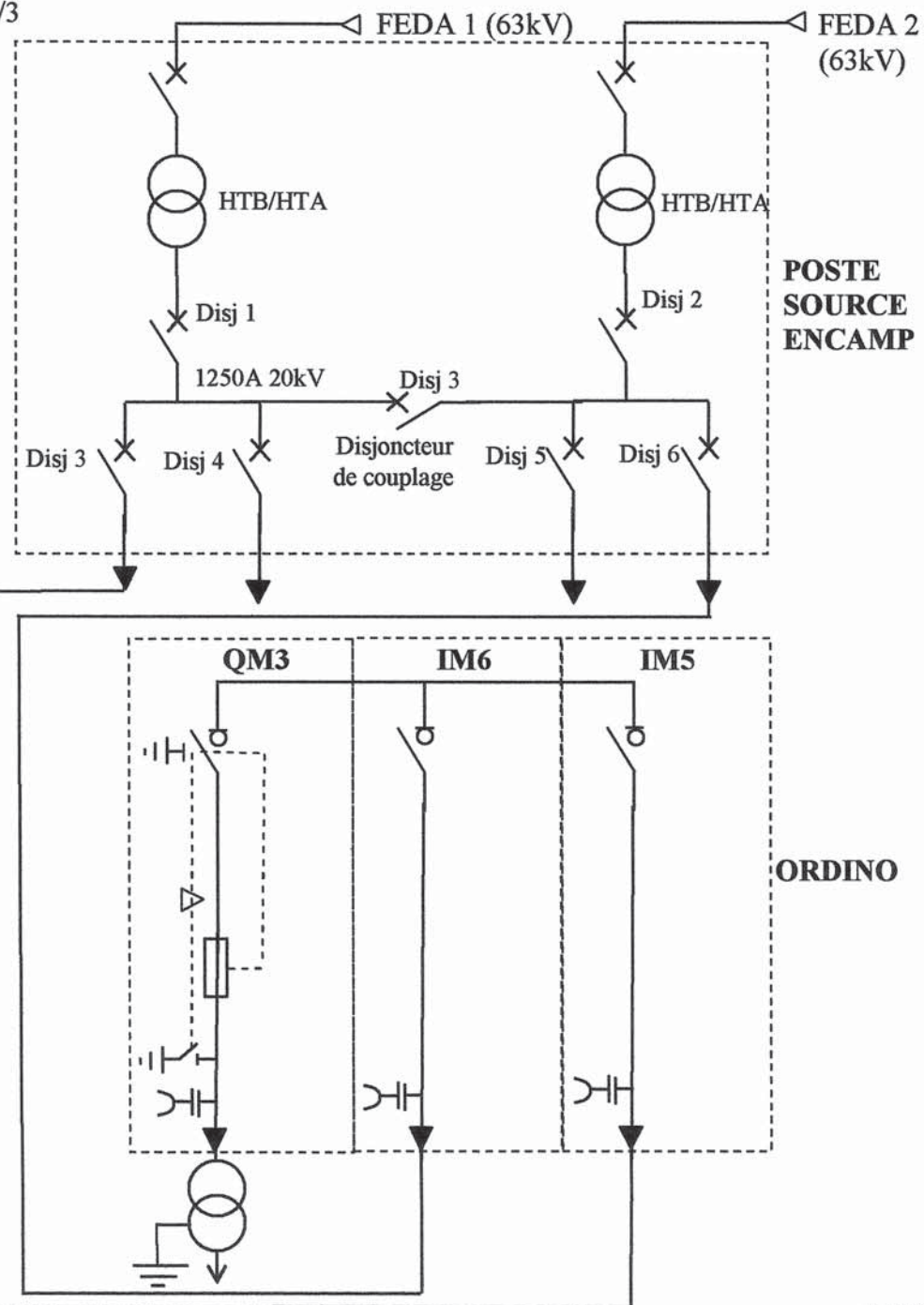
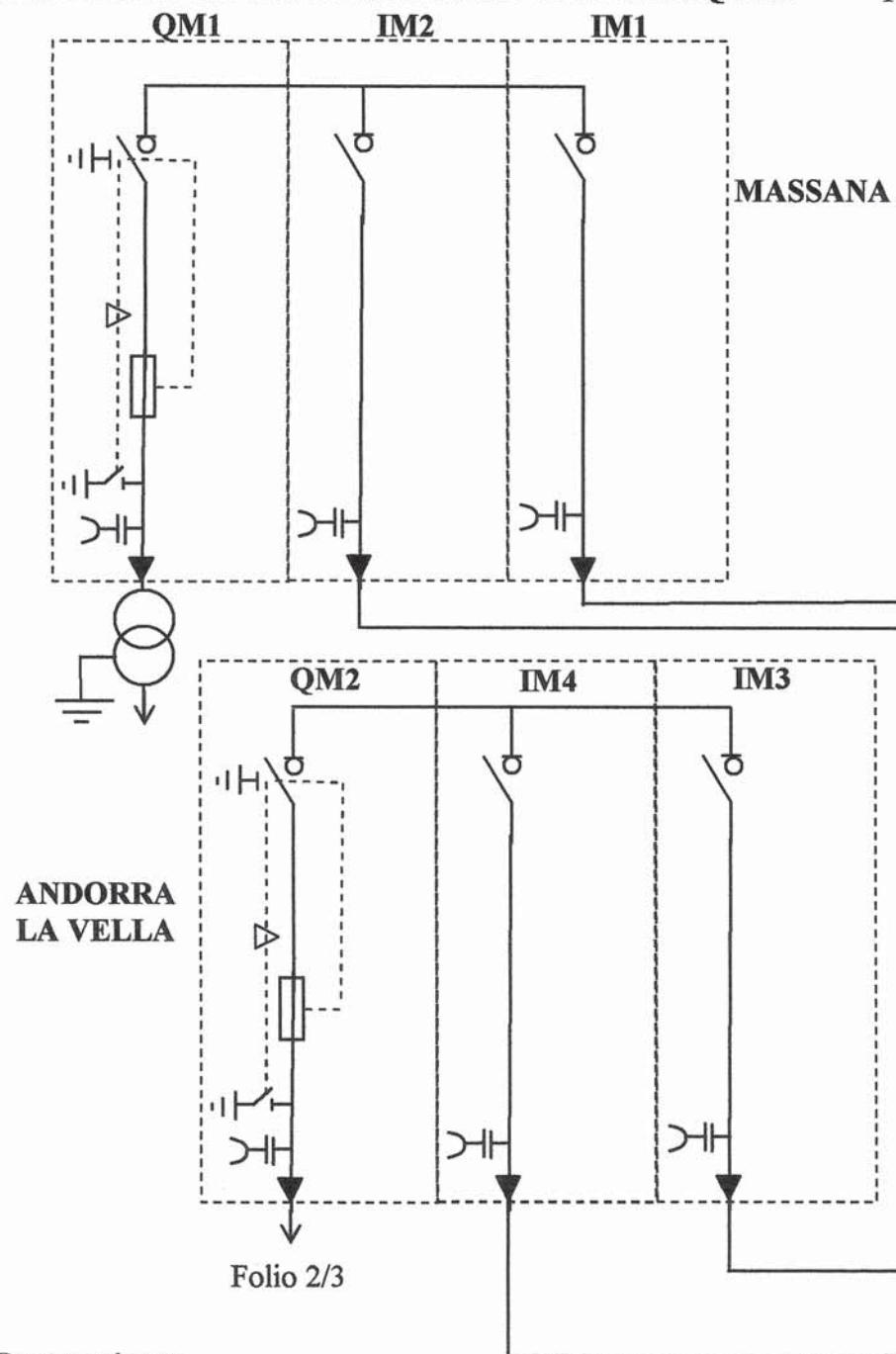
DOSSIER

TECHNIQUE

DT 1/29

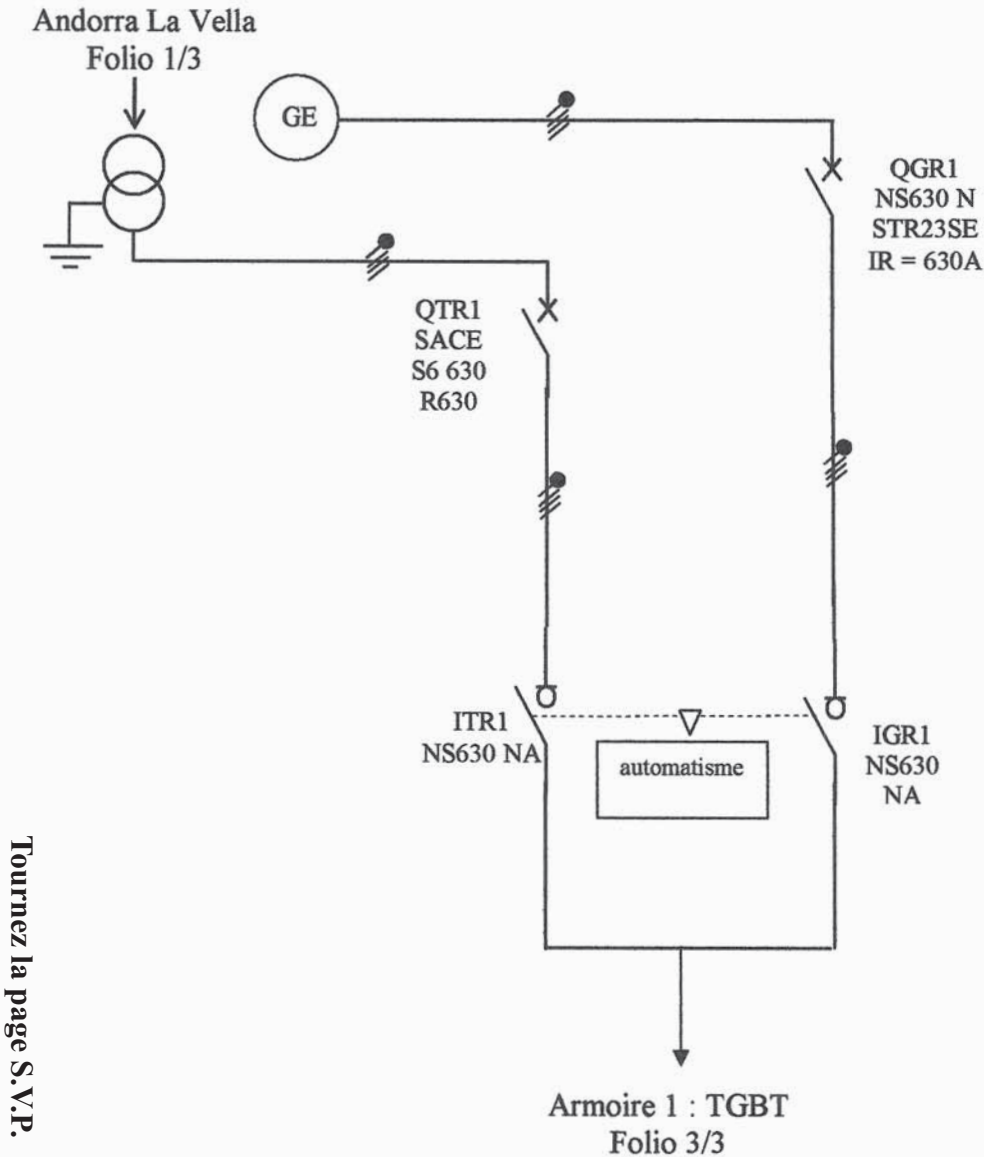
SCHEMAS DE DISTRIBUTION ELECTRIQUES

Folio 1/3



Folio 2/3

Liste des armoires électriques et moteurs



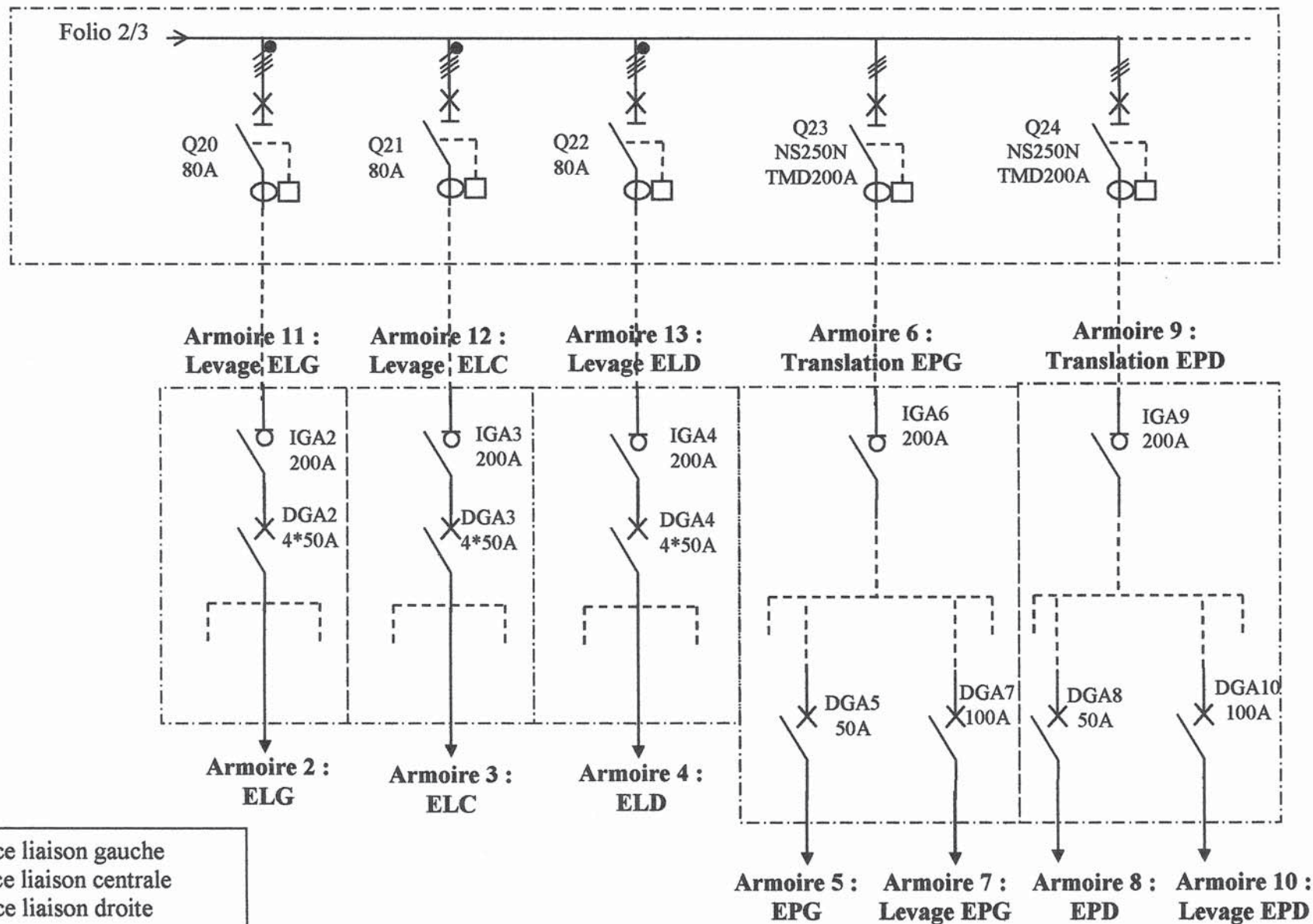
Armoires	Dénomination variateurs	P (kW) motorisation	Référence motorisation
Armoire 2	Variateur transfert berceau	2,2	K21R 100 L4
	Variateur transfert chariot	4	K21R 112 M4
	Variateur plaque tournante	4	K21R 112 M4
Armoire 3 et 4	Idem armoire 2	Idem	Idem
Armoire 11	Variateur levage	22	K21R 180 L4
Armoire 12 et 13	Idem armoire 11	Idem	Idem
Armoire 6	Variateur translation	45kW	-
Armoire 9	Idem	Idem	Idem
Armoire 7	Variateur levage	22	K21R 180 L4
Armoire 10	Idem	Idem	Idem
Armoire 5	Variateur transfert berceau haut	1,5	K21R 90 L4
	Variateur transfert berceau bas	3	K21R 100 LX4
	Variateur transfert chariot haut	3	K21R 100 LX4
	Variateur transfert chariot bas	3	K21R 100 LX4
Armoire 8	Idem armoire 5	Idem	Idem

Tournez la page S.V.P.

SCHEMAS DE DISTRIBUTION ELECTRIQUES

Armoire 1 : TGBT

Folio 3/3



ELG : élévatrice liaison gauche
ELC : élévatrice liaison centrale
ELD : élévatrice liaison droite

EPG : élévatrice principale gauche
EPD : élévatrice principale droite

transformateurs de distribution HTA/BT

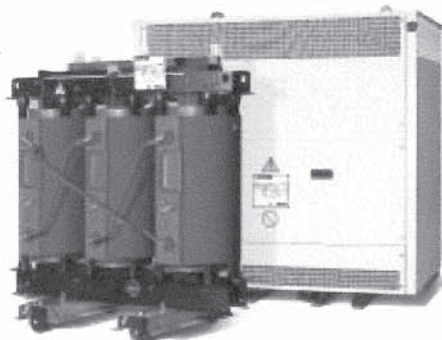
transformateurs secs enrobés TRIHAL de 160 à 2500 kVA
isolement ≤ 24 kV - tension secondaire 410 V - 50 Hz
classe thermique F - ambiante $\leq 40^\circ$ C, altitude ≤ 1000 m



normes

Ces transformateurs sont conformes aux normes :

- NFC 52 100 (1990), harmonisée avec les documents d'harmonisation CENELEC HD 398-1 à 398-5 ;
- norme NF C 52115 (1994) harmonisée avec le document HD 538 S1 du CENELEC ;
- norme NF C 52726 (1993) harmonisée avec le document EN 60726 (2003) du CENELEC ;
- IEC 60076-1 à 60076-5 ;
- IEC 60076-11 (2004) ;
- IEC 60905.



caractéristiques électriques

isolement 17,5 kV et 24 kV - tension secondaire 410 V

puissance assignée (kVA) ⁽¹⁾	160	250	400	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
tension primaire assignée ⁽¹⁾	15 kV, 20 kV et doubles tensions 15/20 kV (puissance conservée)									
niveau d'isolement assigné ⁽²⁾	17,5 kV pour 15 kV - 24 kV pour 20 kV									
tension secondaire à vide ⁽¹⁾	410 V entre phases, 237 V entre phase et neutre									
réglage (hors tension) ⁽¹⁾	$\pm 2,5$ % ⁽¹⁾									
couplage	Dyn 11 (triangle, étoile neutre sorti)									
pertes (W)										
à vide	650	880	1200	1650	2000	2300	2800	3100	4000	5000
à 75°C	2350	3300	4800	6800	8200	9600	11400	14000	17400	20000
dues à la charge	à 120°C	2700	3800	5500	7800	9400	11000	13100	16000	20000
tension de court-circuit (%)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
courant à vide (%)	2,3	2	1,5	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1
courant d'enclenchement	le/In valeur crête	10,5	10,5	10	10	10	10	10	9,5	9,5
constante de temps	0,13	0,18	0,25	0,26	0,30	0,30	0,35	0,40	0,40	0,5
chute de tension à pleine charge (%)	cos $\varphi = 1$ à 120°C	1,85	1,69	1,55	1,41	1,35	1,27	1,22	1,18	1,10
cos $\varphi = 0,8$ à 120°C	4,87	4,77	4,68	4,59	4,55	4,50	4,47	4,44	4,44	4,38
rendement (%)										
charge 100 %	cos $\varphi = 1$ à 120°C	97,95	98,16	98,35	98,52	98,60	98,69	98,74	98,82	98,89
cos $\varphi = 0,8$ à 120°C	97,45	97,71	97,95	98,16	98,25	98,36	98,43	98,53	98,52	98,62
charge 75 %	cos $\varphi = 1$ à 120°C	98,22	98,42	98,59	98,74	98,80	98,88	98,93	99,00	99,05
cos $\varphi = 0,8$ à 120°C	97,79	98,03	98,24	98,43	98,50	98,61	98,66	98,76	98,75	98,82
bruit ⁽³⁾	puissance acoustique LWA	62	65	68	70	72	73	75	76	81
dB(A)	pression acoustique LPA à 1 m	50	53	56	57	59	60	61	62	66
décharges partielles ⁽⁴⁾	≤ 10 pC à 1,3 Un									

Courant de court-circuit maximal en aval d'un transformateur HTA/BT

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

Transformateur triphasé immergé dans l'huile (NF C 52-112-1 édition de juin 1994)

	puissance en kVA											
	50	100	160	250	400	630	800	1 000	1 250	1 600	2 000	2 500
237 V												
In (A)	122	244	390	609	974	1 535	1 949	2 436				
Icc (kA)	3,04	6,06	9,67	15,04	23,88	37,20	31,64	39,29				
Ucc (%)	4	4	4	4	4	4	6	6				
pertes cuivre (kW)	1,35	2,15	2,35	3,25	4,6	6,5	10,7	13				
410 V												
In (A)	70	141	225	352	563	887	1 127	1 408	1 760	2 253	2 816	3 520
Icc (kA)	1,76	3,50	5,59	8,69	13,81	21,50	18,29	22,71	28,16	35,65	44,01	54,16
Ucc (%)	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6
pertes cuivre (kW)	1,35	2,15	2,35	3,25	4,6	6,5	10,7	13	16	20	25,5	32

Nota : La norme NF C 52-112 est l'application française du document d'harmonisation européen HD 428.

Transformateur triphasé sec enrobé TRIHAL (NF C 52-115 édition de février 1994)

	puissance en kVA										
	100	160	250	400	630	800	1 000	1 250	1 600	2 000	2 500
237 V											
In (A)	244	390	609	974	1 535	1 949	2 436				
Icc (kA)	4,05	6,46	10,07	16,03	25,05	31,64	39,29				
Ucc (%)	6	6	6	6	6	6	6				
pertes cuivre (kW)	2	2,7	3,8	5,5	7,8	9,4	11				
410 V											
In (A)	141	225	352	563	887	1 127	1 408	1 760	2 253	2 816	3 520
Icc (kA)	2,34	3,74	5,82	9,26	14,48	18,29	22,71	28,16	35,65	44,01	54,16
Ucc (%)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
pertes cuivre (kW)	2	2,7	3,8	5,5	7,8	9,4	11	13,1	16	20	23

Nota : La norme NF C 52-115 est l'application française du document d'harmonisation européen HD 538.

TRANSFORMATEURS HTA/BT : VENTILATION DU LOCAL

ventilation du local

- détermination de la hauteur et des sections des orifices de ventilation.

Dans le cas général du refroidissement naturel (AN), la ventilation du local ou de l'enveloppe a pour but de dissiper par convection naturelle les calories produites par les pertes totales du transformateur en fonctionnement.

Une bonne ventilation sera constituée par un orifice d'entrée d'air frais de section S dans le bas du local et un orifice de sortie d'air S' situé en haut, sur la paroi opposée du local à une hauteur H de l'orifice d'entrée (figures 1 et 2).

Pour assurer un refroidissement efficace du transformateur par une circulation d'air suffisante, il est impératif de maintenir une hauteur minimum de 150 mm sous la partie active, en mettant en place les galets de roulement ou un rehausseur équivalent.

Il faut noter qu'une circulation d'air restreinte engendre une réduction de la puissance nominale du transformateur.

- formule de calcul de ventilation naturelle (figure 1) :

$$S = \frac{0,18P}{\sqrt{H}} \text{ et } S' = 1,10 \times S$$

P = somme des pertes à vide et des pertes dues à la charge du transformateur exprimée en kW à 120°C.

S = surface de l'orifice d'arrivée d'air frais (grillage éventuel déduit) exprimée en m².

S' = surface de l'orifice de sortie d'air (grillage éventuel déduit) exprimée en m².

H = hauteur entre les deux orifices exprimée en mètre.

Cette formule est valable pour une température ambiante moyenne de 20°C et une altitude de 1000 m.

Exemple :

- un seul transformateur Trihal 1000 kVA,

- Po = 2300 W, Pcc à 120°C = 11000 W,

soit P = 13,3 kW.

Si l'entraxe des grilles = 2 mètres, alors S = 1,7 m² de surface nette nécessaire.

Imaginons un grillage obstruant à 30% l'entrée d'air ; la surface grillagée d'entrée d'air devra alors être de 1,5 m x 1,5 m, celle de sortie d'air devra être de 1,5 m x 1,6 m.

- ventilation forcée du local (figure 2) :

Une ventilation forcée du local est nécessaire en cas de température ambiante supérieure à 20°C, de local exigu ou mal ventilé, de surcharges fréquentes.

Le ventilateur peut être commandé par thermostat et fonctionnera en extracteur, en partie haute du local.

Débit conseillé (m³/seconde) à 20°C = 0,1 x P.

P = somme des pertes à vide et des pertes dues à la charge du transformateur exprimée en kW à 120°C.

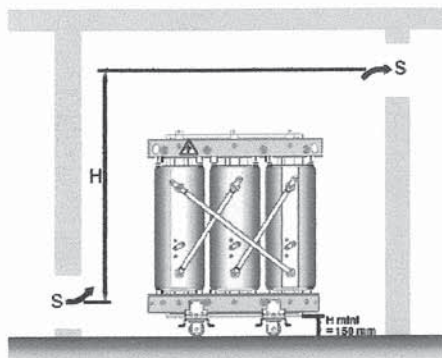


figure 1 - ventilation naturelle du local

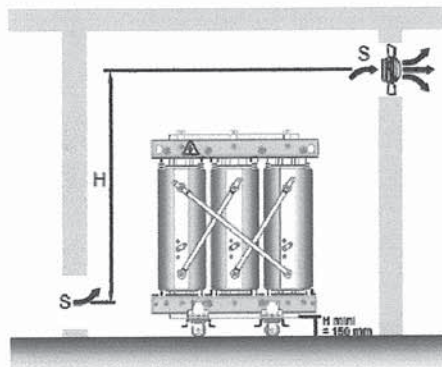


figure 2 - ventilation forcée du local

TRANSFORMATEURS HTA/BT : FUSIBLES SOLEFUSE

Caractéristiques des unités fonctionnelles

Protection des transformateurs

Tableau de choix

Le code couleur est lié à la tension assignée du fusible.

Calibre en A - utilisation sans surcharge à - 5 °C < t < 40 °C.

En cas de surcharge ou au-delà de 40 °C, nous consulter.

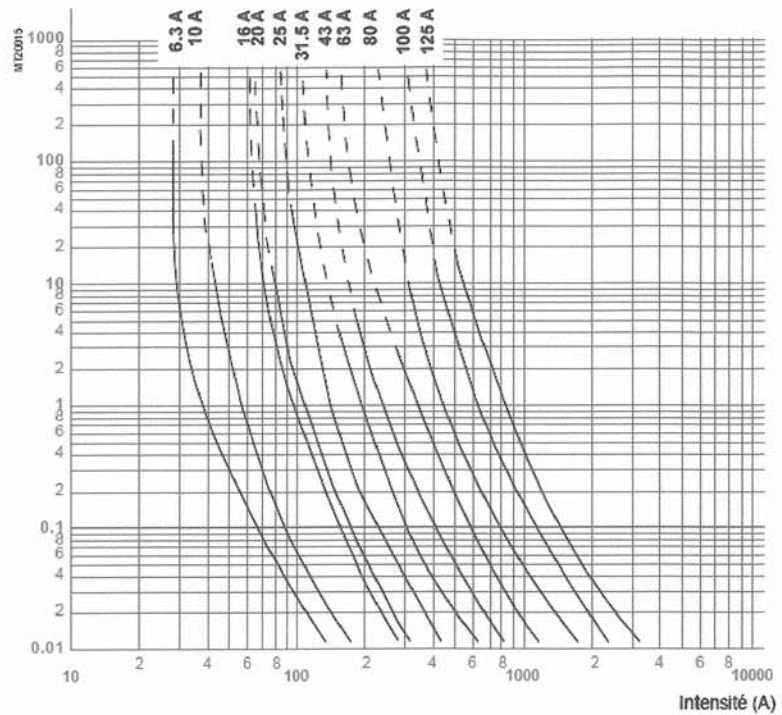
En cas de surcharge ou de court-circuit, nous conseillons :																			
Type de fusible	Tension de service (kV)	Puissance du transformateur (kVA)														Tension assignée (kV)			
		25	50	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	
Soléfuse (normes UTE NFC 13.100, 64.210)																			
	5,5	6,3	16	31,5	31,5	63	63	63	63										7,2
	10	6,3	6,3	16	16	31,5	31,5	63	63	63	63								
	15	6,3	6,3	16	16	16	16	43	43	43	43	43	63						
	20	6,3	6,3	6,3	6,3	16	16	16	16	43	43	43	43	63					24

Fusibles Soléfuse

Courbes de fusion et de limitation

Courbes de fusion 7,2 - 12 - 17,5 - 24 kV

Temps (s)



TRANSFORMATEURS HTA/BT : TABLEAUX DE SELECTIVITE

Aval	Amont Calibre(A) Réglage Ir	NS160N/H/L Décl.STR22SE				NS250N/H/L Décl.STR22SE				NS400N/H/L Décl.STR23SE/53UE					NS630N/H/L Décl.STR23/53UE				
		160 80	100	125	160	250 125	160	200	250	400 160	200	250	320	400	630 250	320	400	500	630
NS160N Décl.STR22SE	40	2	2	2	2	3	3	3	3	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	100				2		3	3	3	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	160								3		T	T	T	T	T	T	T	T	T
NS160H/L Décl.STR22SE	40	2	2	2	2	3	3	3	3	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	100				2		3	3	3	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
	160								3		T	T	T	T	T	T	T	T	T
NS250N/H/L Décl.STR22SE	100						3	3	3	5	5	5	5	5	T	T	T	T	T
	160							3	3			5	5	5	T	T	T	T	T
	250												5	5		T	T	T	T
NS400N/H/L	160														8	8	8	8	8
	200															8	8	8	8
	250																8	8	8
	320																	8	8
	400																		8
NS630N	250																		
	320																		
	400																		
	500																		
	630																		

CARACTERISTIQUES DES MOTEURS

Caractéristiques techniques

400 V, 50 Hz



Moteurs triphasés à cage

Ventilation extérieure, service S1,
classe d'isolation F, degré de protection IP 55

4 pôles
1500 min⁻¹



				Charge										
				100 %	75 %	100 %								
Type		P kW	n min ⁻¹	EFF- -	η %	η %	cos φ -	I A	I _D /I _N -	C _D /C _N -	C _{max} /C _N -	C _{max} /C _N -	J kgm ²	m kg
K21R 56 K4		0,06	1410		60,5	56,8	0,60	0,24	3,1	2,3	2,3	2,7	0,00019	4,3
K21R 56 G4		0,09	1375		62,0	61,0	0,68	0,31	3,2	1,9	1,9	2,2	0,00019	4,4
K21R 63 K4		0,12	1370		57,5	56,7	0,68	0,44	3,2	1,9	1,8	2,2	0,00019	4,8
K21R 63 G4		0,18	1360		61,0	56,5	0,66	0,65	3,3	2,0	2,0	2,3	0,00024	5,2
K21R 71 K4		0,25	1365		64,6	62,3	0,72	0,78	3,6	1,8	1,8	2,1	0,00040	6,8
K21R 71 G4		0,37	1370		67,8	66,9	0,74	1,06	3,8	2,0	2,0	2,2	0,00050	7,8
K21R 80 K4		0,55	1400		71,5	69,3	0,69	1,60	4,1	2,1	2,0	2,3	0,00087	10,6
K21R 80 G4		0,75	1400		73,5	70,8	0,70	2,10	4,6	2,2	2,1	2,3	0,00107	11,7
K21R 80 Gx4		0,9	1390		75,1	74,6	0,73	2,36	4,7	2,6	2,2	2,4	0,00129	12,5
K21R 90 S4		1,10	1410	2	76,6	75,3	0,79	2,62	5,5	2,3	2,2	2,5	0,00207	15,5
K21R 90 L4		1,50	1400	2	78,8	77,9	0,81	3,40	5,5	2,5	2,4	2,6	0,00260	18
K21R 90 Lv4		1,8	1400		77,5	78,4	0,81	4,1	5,8	2,6	2,5	2,7	0,00195	19,5
K21R 100 L4		2,20	1420	2	81,0	80,0	0,79	5,15	6,0	3,0	2,7	2,9	0,00400	23,5
K21R 100 LX4		3,00	1430	2	82,6	82,3	0,79	6,70	6,4	2,3	2,1	2,8	0,00725	30
K21R 112 M4		4,00	1435	2	84,2	83,6	0,78	8,80	6,9	2,6	2,5	3,0	0,00900	37
K21R 112 Mx4		5,5	1425		84,3	85,4	0,81	11,6	6,6	2,6	2,3	3	0,01500	45
K21R 132 S4T		5,5	1425	2	85,7	85,3	0,78	11,8	6,3	2,5	2,4	2,9	0,01500	50
K21R 132 M4		7,5	1450	2	87,0	86,0	0,84	15	6,0	2,0	1,7	2,9	0,028	70
K21R 160 M4		11	1450	2	88,4	88,0	0,85	21	6,8	2,2	1,9	3,3	0,035	92
K21R 160 L4		15	1465	2	89,4	89,0	0,86	28	7,3	2,5	2,0	3,0	0,078	120
K21R 180 M4		18,5	1460	2	90,0	89,5	0,86	34,5	6,8	2,5	2,0	2,9	0,090	136
K21R 180 L4		22	1465	2	90,5	90,5	0,84	42	6,5	2,0	1,8	2,6	0,138	170
K21R 200 L4		30	1465	2	91,5	91,0	0,85	55,5	7,0	2,0	1,7	2,4	0,168	200
K21R 225 S4		37	1470	2	92,5	91,5	0,86	67	7,0	2,0	1,7	2,5	0,275	270
K21R 225 M4		45	1470	2	93,0	92,5	0,86	81	7,0	2,0	1,7	2,5	0,313	300

DETERMINATION DU COURANT ADMISSIBLE I_z

Courants admissibles dans les câbles

Le tableau ci-après donne la valeur du courant maximal I_z admissible pour chaque section des câbles cuivre et aluminium. Elles sont à corriger en fonction des coefficients suivants :

- K_m : coefficient de mode de pose (page D.16)
- K_n : coefficient prenant en compte le nombre de câbles posés ensemble (voir page D.76)
- K_t : coefficient tenant compte de la température ambiante et du type de câble (voir page D.77).

Les coefficients K_m , K_n et K_t sont déterminés en fonction des catégories d'installation des câbles : B, C, E ou F (voir pages D.16 et D.17).

La section retenue doit être telle que :

$$I_z \geq I'_z = \frac{I_b}{K_m \times K_n \times K_t}$$

Les câbles sont classés en deux familles : PVC et PR (voir tableau page D.24). Le chiffre suivant donne le nombre de câbles chargés. Les câbles isolés par élastomère (caoutchouc, butyle,...) sont classés dans la famille PR.

Exemple : PVC 3 indique un câble de la famille PVC avec 3 conducteurs chargés (3 phases ou 3 phases + neutre).

Tableau A

Catégorie	I _z courant maximal admissible dans les conducteurs (A)								
	B	PVC3	PVC2	PR3	PR3	PR2	PR2	PR2	PR2
	C		PVC3	PVC2	PVC2	PR3	PR3	PR3	
	E								
	F			PVC3		PVC2	PVC2	PR3	PR2
S mm ² cuivre									
1,5		15,5	17,5	18,5	19,5	22	23	24	26
2,5		21	24	25	27	30	31	33	36
4		28	32	34	36	40	42	45	49
6		36	41	43	48	51	54	58	63
10		50	57	60	63	70	75	80	86
16		68	76	80	85	94	100	107	115
25		89	96	101	112	119	127	138	149
35		110	119	126	138	147	158	169	185
50		134	144	153	168	179	192	207	225
70		171	184	196	213	229	246	268	289
95		207	223	238	258	278	298	328	352
120		239	259	276	299	322	346	382	410
150			299	319	344	371	395	441	473
185			341	364	392	424	450	506	542
240			403	430	461	500	538	599	641
300			464	497	530	576	621	693	741
400						656	754	825	940
500						749	868	946	1083
630						855	1005	1088	1254

Coefficient K_m

Suivant norme NF C 15-100 et CEI 60364

CATEGORIE	MODE DE POSE	K_m			
		(a)	(b)	(c)	(d)
B	1 Sous parois thermiquement isolantes	0,77	-	0,70	0,77
	2 Montage apparent, encastré sous paroi ou sous profilé	1	-	0,9	-
	3 Sous vide de construction ou faux plafonds	0,95	-	0,865	0,95
	4 Sous caniveaux	0,95	0,95	-	0,95
	5 Sous goulottes, moulures, plinthes	-	1	-	0,9
C	1 Câbles mono ou multiconducteurs encastrés directement dans une paroi sans protection mécanique	-	-	-	1
	2 Câbles fixés	-	-	-	1
	• sur un mur	-	-	-	0,95
	• au plafond	-	-	-	0,95
E	3 Conducteurs nus ou isolés sur isolateur	-	1,21	-	-
	4 Câbles sur chemins de câbles non perforés	-	-	-	1
F	Câbles multiconducteurs ou Câbles monoconducteurs	sur	1 - Chemins de câbles perforés 2 - Corbeaux, échelles 3 - Colliers éloignés de la paroi 4 - Câbles suspendus à un câble porteur	-	-

(a) Conducteur isolé placé dans un conduit

(b) Conducteur isolé non placé dans un conduit

(c) Câble placé dans un conduit

(d) Câble non placé dans un conduit

DETERMINATION DU COURANT ADMISSIBLE I_z (suite)

Coefficient K_n

Suivant norme NF C 15-100 et CEI 60364

Tableau A

CATEGORIE	DISPOSITION DES CABLES JOINTIFS	FACTEURS DE CORRECTION K_n											
		NOMBRE DE CIRCUITS OU DE CABLES MULTICONDUCTEURS											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
B, C	Encastrés ou noyés dans les parois	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,55	0,55	0,50	0,50	0,45	0,40	0,40
C	Simple couche sur les murs ou les planchers ou tablettes non perforées	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70			
	Simple couche au plafond	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61			
E, F	Simple couche sur des tablettes horizontales perforées ou tablettes verticales	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72			
	Simple couche sur des échelles à câbles, corbeaux, etc.	1,00	0,88	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78			

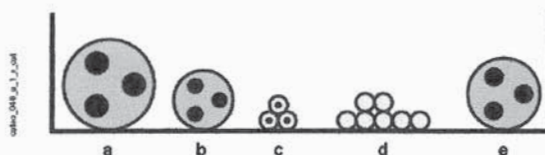
Pas de facteur de réduction supplémentaire pour plus de 9 câbles

Quand les câbles sont disposés en plusieurs couches, il faut multiplier K_n par :

Tableau B

Nbre de couches	2	3	4 et 5	6 à 8	9 et plus
Coefficient	0,80	0,73	0,70	0,68	0,66

Exemple



Sur une tablette perforée sont disposés :

- 2 câbles tripolaires (2 circuits a et b)
- 1 ensemble de 3 câbles unipolaires (1 circuit c)
- 1 ensemble formé de 2 conducteurs par phase (2 circuits d)
- 1 câble tripolaire pour lequel on cherche K_n (1 circuit e)

Le nombre total de circuits est de 6. La méthode de référence est la méthode E (tablette perforée). $K_n = 0,55$.

NFC 15-100 § 523.6

D'une manière générale, il est recommandé de mettre en oeuvre le moins possible de câbles en parallèle. Dans tous les cas, leur nombre ne doit pas dépasser quatre. Au-delà, il y a lieu de préférer la mise en oeuvre de canalisations préfabriquées.

PS : Des méthodes particulièrement intéressantes de protection de conducteurs en parallèle contre les surcharges par fusibles sont données dans la publication CEI 60364-4-47.

Modes de pose

• Catégorie B - 1

Conducteurs isolés dans des conduits encastrés dans des parois thermiquement isolantes.

Câbles multiconducteurs dans des conduits encastrés dans des parois thermiquement isolantes.

Conducteurs isolés dans des conduits en montage apparent.

Câbles mono- ou multiconducteurs dans des conduits en montage apparent.

Conducteurs isolés dans des conduits profilés en montage apparent.

Câbles mono- ou multiconducteurs dans des conduits profilés en montage apparent.

Conducteurs isolés dans des conduits encastrés dans une paroi.

Câbles mono- ou multiconducteurs dans des conduits encastrés dans une paroi.

• Catégorie B - 2

Conducteurs isolés ou câbles mono- ou multiconducteurs dans des goulottes fixées aux parois :
- en parcours horizontal

- en parcours vertical

Conducteurs isolés dans des goulottes encastrées dans des planchers.

Câbles mono- ou multiconducteurs dans des goulottes encastrées dans des planchers.

Conducteurs isolés dans des goulottes suspendues.

Câbles mono- ou multiconducteurs dans des goulottes suspendues.

• Catégorie B - 3

Câbles mono- ou multiconducteurs dans des vides de construction.

Conducteurs isolés dans des vides de construction.

Câbles mono- ou multiconducteurs dans des vides de construction.

Conducteurs isolés dans des conduits profilés dans des vides de construction.

Câbles mono- ou multiconducteurs dans des conduits profilés dans des vides de construction.

Câbles mono- ou multiconducteurs dans des conduits profilés noyés dans la construction.

Câbles mono- ou multiconducteurs dans des conduits profilés noyés dans la construction.

Câbles mono- ou multiconducteurs :
- dans les faux-plafonds
- dans des plafonds suspendus.

• Catégorie B - 4

Câbles multiconducteurs encastrés directement dans des parois thermiquement isolantes.

Conducteurs isolés dans des conduits ou câbles multiconducteurs dans des caniveaux fermés, en parcours horizontal ou vertical.

Conducteurs isolés dans des conduits dans des caniveaux ventilés.

Câbles mono- ou multiconducteurs dans des caniveaux ouverts ou ventilés.

• Catégorie B - 5

Conducteurs isolés dans des moulures.

Conducteurs isolés ou câbles mono- ou multiconducteurs dans des plinthes rainurées.

Conducteurs isolés dans des conduits ou câbles mono- ou multiconducteurs dans les chambranles.

Conducteurs isolés dans des conduits ou câbles mono- ou multiconducteurs dans les huisseries de fenêtres.

• Catégorie C - 1

Câbles mono- ou multiconducteurs encastrés directement dans des parois sans protection mécanique complémentaire.

• Catégorie C - 2

Câbles mono- ou multiconducteurs, avec ou sans armure :
- fixés sur un mur
- fixés à un plafond.

• Catégorie C - 3

Conducteurs nus ou isolés sur isolateurs.

• Catégorie C - 4

Câbles mono- ou multiconducteurs sur des chemins de câbles ou tablettes non perforées.

• Catégories E - 1⁽¹⁾ et F - 1⁽²⁾

- sur des chemins de câbles ou tablettes perforées, en parcours horizontal ou vertical.

• Catégories E - 2⁽¹⁾ et F - 2⁽²⁾

- sur des corbeaux, - sur échelles à câbles.

• Catégories E - 3⁽¹⁾ et F - 3⁽²⁾

- fixés par des colliers et espacés de la paroi.

• Catégories E - 4⁽¹⁾ et F - 4⁽²⁾

Câbles mono- ou multiconducteurs suspendus à un câble porteur ou autoporteur.

DETERMINATION DU COURANT ADMISSIBLE I_z (suite)

► Coefficient K_t

Suivant norme NF C 15-100 et CEI 60364

Tableau C

TEMPERATURE AMBIANTE (°C)	ISOLANTS			TEMPERATURE AMBIANTE (°C)	ISOLANTS		
	ELASTOMERE (CAOUTCHOUC)	PVC	PR/EPR		ELASTOMERE (CAOUTCHOUC)	PVC	PR/EPR
10	1,29	1,22	1,15	50	0,58	0,71	0,82
15	1,22	1,17	1,12	55	-	0,61	0,76
20	1,15	1,12	1,08	60	-	0,50	0,71
25	1,07	1,06	1,04	65	-	-	0,65
35	0,93	0,94	0,96	70	-	-	0,58
40	0,82	0,87	0,91				
45	0,71	0,79	0,87				

Exemple : Pour un câble isolé au PVC qui se trouve dans un local où la température ambiante atteint 40 °C. $K_t = 0,87$.

► Identification des câbles

Tableau A :

équivalences entre l'ancienne et la nouvelle appellation (câbles)

ANCIENNE APPELLATION (NORME NATIONALE)	NOUVELLE APPELLATION (NORME HARMONISEE)
U 500 VGV	A 05VV - U (ou R)
U 1000 SC 12 N	H 07 RN - F
U 500 SV 0V	A 05 VV - F
U 500 SV 1V	

Tableau B : classification des câbles

CABLES PR		CABLES PVC	
U 1000	R 12 N	FR-N 05	W-U,R
U 1000	R2V	FR-N 05	W-AR
U 1000	RVFV	FR-N 05	VL2V-U, R
U 1000	RGPFV	FR-N 05	VL2V-AR
H 07	RN-F	H 07	VVH2-F
FR-N 07	RN-F	H 07	VVD3H2-F
A 07	RN-F	H 05	VV-F
FR-N 1	X1X2	H 05	VVH2-F
FR-N 1	X1G1	FR-N 05	VV5-F
FR-N 1	X1X2Z4X2	FR-N 05	VVC4V5-F
FR-N 1	X1G1Z4G1	A 05	VV-F
FR-N 07	X4X5-F	A 05	VVH2-F
0,6/1	Torsadés		
FR-N 1	XDV-AR, AS, AU		
H 05	RN-F		
A 05	RN-F		
H 05	RR-F		
A 05	RR-F		

CHUTES DE TENSION

► Définition

La chute de tension est la différence de tension observée entre le point d'origine de l'installation et le point de branchement d'un récepteur. Pour assurer le bon fonctionnement des récepteurs, les normes NF C 15-100 et CEI 364 définissent une chute de tension maximale (voir tableau A).

Tableau A : NF C 15-100 chute de tension maximale

	ECLAIRAGE	AUTRES USAGES
Alim. directe par réseau public BT		
• circuits monophasés	6 %	10 %
• circuits triphasés	3 %	5 %
Alimentation par poste HT/BT		
• circuits monophasés	12 %	16 %
• circuits triphasés	6 %	8 %

► Calcul de la chute de tension dans un câble de longueur L

$$\Delta u = K_u \times I \text{ (Ampères)} \times L \text{ (km)}$$

Tableau B : valeurs de K_u

SECTION CÂBLE mm²	COURANT CONTINU	Câbles multiconducteurs ou monoducteurs en trié			Câbles monoducteurs jointés en nappe			Câbles monoducteurs séparés		
		cos 0,3	cos 0,5	cos 0,8	cos 0,3	cos 0,5	cos 0,8	cos 0,3	cos 0,5	cos 0,8
1,5	30,67	4,68	7,74	12,31	4,69	7,74	12,32	4,72	7,78	12,34
2,5	18,40	2,84	4,67	7,41	2,85	4,68	7,41	2,88	4,71	7,44
4	11,50	1,80	2,94	4,65	1,81	2,95	4,66	1,85	2,99	4,68
6	7,67	1,23	1,99	3,11	1,24	1,99	3,12	1,27	2,03	3,14
10	4,60	0,77	1,22	1,89	0,78	1,23	1,89	0,81	1,26	1,92
16	2,88	0,51	0,79	1,20	0,52	0,80	1,20	0,55	0,83	1,23
25	1,84	0,35	0,53	0,76	0,36	0,54	0,76	0,40	0,57	0,81
35	1,31	0,27	0,40	0,57	0,28	0,41	0,58	0,32	0,44	0,60
50	0,92	0,21	0,30	0,42	0,22	0,31	0,42	0,26	0,34	0,45
70	0,66	0,17	0,23	0,31	0,18	0,24	0,32	0,22	0,29	0,34
95	0,48	0,15	0,19	0,24	0,16	0,20	0,25	0,20	0,23	0,27
120	0,38	0,13	0,17	0,20	0,14	0,17	0,21	0,16	0,21	0,23
150	0,31	0,12	0,15	0,17	0,13	0,15	0,18	0,17	0,19	0,20
185	0,25	0,11	0,13	0,15	0,12	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18
240	0,19	0,10	0,12	0,12	0,11	0,13	0,13	0,15	0,16	0,15
300	0,15	0,10	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,15	0,15	0,14
400	0,12	0,09	0,10	0,09	0,10	0,11	0,10	0,14	0,14	0,12

Circuits monophasés : multiplier les valeurs par 2.

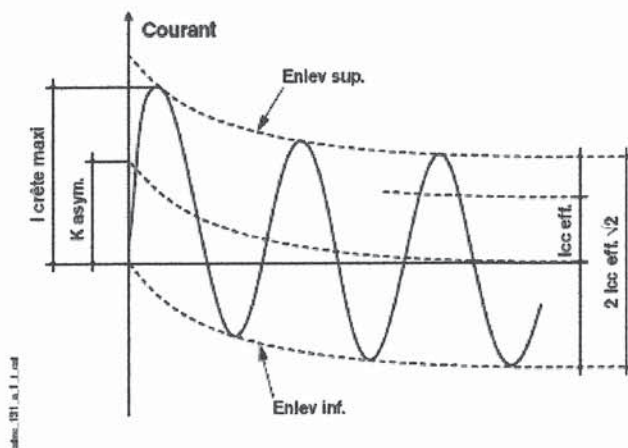
COURANTS DE COURTS-CIRCUITS

Définition

Un courant de court-circuit est un courant provoqué par un défaut d'impédance négligeable entre des points d'installation présentant normalement une différence de potentiel.

On distingue 3 niveaux de courant de court-circuit :

- le courant de court-circuit crête (I_{cc} crête) correspondant à la valeur extrême de l'onde, générant des forces électrodynamiques élevées notamment au niveau des jeux de barres et des contacts ou connexions d'appareillage.
- le courant de court-circuit efficace (I_{cc} eff) : valeur efficace du courant de défaut qui provoque des échauffements dans les appareils et les conducteurs et peut porter les masses des matériels électriques à un potentiel dangereux.
- le courant de court-circuit minimum (I_{cc} min) : valeur efficace du courant de défaut s'établissant dans des circuits d'impédance élevée (conducteur à section réduite et canalisation de grande longueur...) et dont cette impédance a été en plus augmentée par l'échauffement de la canalisation en défaut. Il est nécessaire d'éliminer rapidement ce type de défaut dit impédant par des moyens appropriés.



Calcul du I_{cc} d'une source

Avec 1 transformateur

- Evaluation rapide en fonction de la puissance du transformateur :

Secteurs	I_n	I_{cc} eff
127 / 220 V	S (kVA) x 2,5	I_n x 20
220 / 380 V	S (kVA) x 1,5	I_n x 20

- Evaluation rapide en fonction de la tension de court-circuit du transformateur (u) :

$$I_{cc} (A \text{ eff}) = \frac{S}{U \sqrt{3}} \times \frac{100}{u} \times k$$

S : puissance (VA)

U : tension composée (V)

u : tension de court-circuit (%)

k : coefficient pour tenir compte des impédances amont (0,8 par exemple).

Avec « n » transformateurs en parallèle

"n" étant le nombre de transformateurs.

- T1 ; T2 ; T3 identiques.
- Court-circuit en A, B ou C, les appareils 1, 2 ou 3 doivent supporter : $I_{ccA} = (n-1) \times I_{cc}$ d'un transformateur.
- Court-circuit en D, l'appareil 4 doit supporter : $I_{ccB} = n \times I_{cc}$ d'un transformateur.

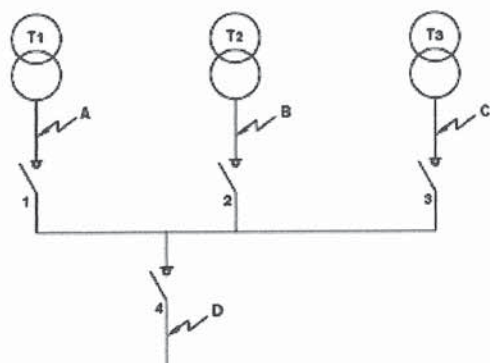


Fig. 1 : court-circuit avec plusieurs transformateurs en parallèle

I_{cc} batteries

Les valeurs de I_{cc} en aval d'une batterie d'accumulateurs sont approximativement :

$I_{cc} = 15 \times Q$ (plomb ouverte)

$I_{cc} = 40 \times Q$ (plomb étanche)

$I_{cc} = 20 \times Q$ (Ca-Ni)

Q (Ah) : capacité en Ampère - heure.

I_{cc} des groupes générateurs

L'impédance interne d'un alternateur dépend de sa construction. Celle-ci peut être caractérisée par deux valeurs exprimées en % :

- la réactance transitoire $X'd$:
 - 15 à 20 % d'un turboalternateur
 - 25 à 35 % pour un alternateur à pôles saillants (la réactance subtransitoire est négligée)
- la réactance homopolaire $X'0$: on peut l'estimer à 6 % en l'absence d'indications plus précises.

On peut calculer :

$$I_{cc3} = \frac{k_3 \times P}{U_0 \times X'd}$$

P : Puissance de l'alternateur en kVA

U_0 : Tension simple

$X'd$: Réactance transitoire

$k_3 = 0,37$ pour I_{cc3} max

$k_3 = 0,33$ pour I_{cc3} min

$$I_{cc1} = \frac{k_1 P}{U_0 (2X'd + X'0)}$$

$X'0$: Réactance homopolaire

$k_1 = 1,1$ pour I_{cc1} max

$k_1 = 1,1$ pour I_{cc1} min

Exemple : P = 400 kVA $X'd = 30\%$ $X'0 = 6\%$ $U_0 = 230$ V

$$I_{cc3} \text{ max} = \frac{0,37 \times 400}{230 \times \frac{30}{100}} = 2,14 \text{ kA} \quad I_{cc1} \text{ max} = \frac{1,1 \times 400}{230 \times \left[2 \times \frac{30}{100} + \frac{6}{100} \right]} = 2,944 \text{ kA}$$

$$I_{cc2} \text{ max} = 1,844 \text{ kA}$$

Les faibles courants de court-circuit générés par les groupes électrogènes rendent difficile la protection des circuits par les moyens habituels. SOCOMEC propose à travers le système DIRIS une solution appropriée.

COURANTS DE COURTS-CIRCUITS (suite)

► Méthode des impédances (suite)

Détermination des valeurs de "R" et de "X" (réseau) *R = résistance X = réactance*

- Le tableau ci-dessous donne les valeurs de R et X pour les différentes parties du circuit jusqu'au point de court-circuit. Pour calculer l'impédance de la boucle de défaut, il faudra additionner séparément les R et les X (voir exemple page D.24).

Schéma	Valeurs de R et X																																																				
	<p>Réseau amont</p> <p>Valeurs de "R" et "X" en amont des tranformateurs HT/BT (400 V) en fonction de la puissance de court-circuit (Pcc en MVA) de ce réseau.</p> <table><tr><th>MVA</th><th>RESEAU</th><th>R (mΩ)</th><th>X (mΩ)</th></tr><tr><td>500</td><td>> 63 kV</td><td>0,04</td><td>0,35</td></tr><tr><td>250</td><td>> 24 kV près des centrales</td><td>0,07</td><td>0,7</td></tr><tr><td>125</td><td>> 24 kV loin des centrales</td><td>0,14</td><td>1,4</td></tr></table> <p>Si la puissance de court-circuit (Pcc) est connue Uo tension à vide (400 V ou 230 V en AC 50 Hz).</p> <div>$R_{(m\Omega)} = 0,1 \times X_{(m\Omega)}$</div> <div>$X_{(m\Omega)} = \frac{3,3 \times U_0^2}{P_{cc} \text{ kva}}$</div>	MVA	RESEAU	R (mΩ)	X (mΩ)	500	> 63 kV	0,04	0,35	250	> 24 kV près des centrales	0,07	0,7	125	> 24 kV loin des centrales	0,14	1,4																																				
MVA	RESEAU	R (mΩ)	X (mΩ)																																																		
500	> 63 kV	0,04	0,35																																																		
250	> 24 kV près des centrales	0,07	0,7																																																		
125	> 24 kV loin des centrales	0,14	1,4																																																		
	<p>Transformateurs immergés à secondaires 400 V</p> <p>Valeurs de "R" et "X" en fonction de la puissance du transformateur.</p> <table><tr><th>P (kVA)</th><th>50</th><th>100</th><th>160</th><th>200</th><th>250</th><th>400</th><th>630</th><th>1000</th><th>1250</th><th>1600</th><th>2000</th><th>2500</th></tr><tr><td>Iccs (kA)</td><td>1,80</td><td>3,60</td><td>5,76</td><td>7,20</td><td>9,00</td><td>14,43</td><td>22,68</td><td>24,01</td><td>30,03</td><td>38,44</td><td>48,04</td><td>60,07</td></tr><tr><td>R (mΩ)</td><td>43,7</td><td>21,9</td><td>13,7</td><td>10,9</td><td>8,7</td><td>5,5</td><td>3,5</td><td>3,3</td><td>2,6</td><td>2,0</td><td>1,6</td><td>1,31</td></tr><tr><td>X (mΩ)</td><td>134</td><td>67</td><td>41,9</td><td>33,5</td><td>26,8</td><td>16,8</td><td>10,6</td><td>10,0</td><td>8,0</td><td>6,3</td><td>5,0</td><td>4,01</td></tr></table>	P (kVA)	50	100	160	200	250	400	630	1000	1250	1600	2000	2500	Iccs (kA)	1,80	3,60	5,76	7,20	9,00	14,43	22,68	24,01	30,03	38,44	48,04	60,07	R (mΩ)	43,7	21,9	13,7	10,9	8,7	5,5	3,5	3,3	2,6	2,0	1,6	1,31	X (mΩ)	134	67	41,9	33,5	26,8	16,8	10,6	10,0	8,0	6,3	5,0	4,01
P (kVA)	50	100	160	200	250	400	630	1000	1250	1600	2000	2500																																									
Iccs (kA)	1,80	3,60	5,76	7,20	9,00	14,43	22,68	24,01	30,03	38,44	48,04	60,07																																									
R (mΩ)	43,7	21,9	13,7	10,9	8,7	5,5	3,5	3,3	2,6	2,0	1,6	1,31																																									
X (mΩ)	134	67	41,9	33,5	26,8	16,8	10,6	10,0	8,0	6,3	5,0	4,01																																									
	<p>Conducteurs</p> <div>$R_{(m\Omega)} = \frac{\rho \times l_{(m)}}{S_{(mm^2)}}$avec$\rho = \frac{m\Omega \times mm^2}{m}$</div> <table><tr><th colspan="4">RESISTIVITE ρ EN 10⁻⁴ mΩ.m</th></tr><tr><th></th><th>Icc maxi</th><th colspan="2">Icc mini</th></tr><tr><th></th><th></th><th>Protection fusible</th><th>Protection disjoncteur</th></tr><tr><td>Cuivre</td><td>18,51</td><td>28</td><td>23</td></tr><tr><td>Aluminium</td><td>29,4</td><td>44</td><td>37</td></tr></table> <div>$X_{(m\Omega)} = 0,08 \times l_{(m)} \text{ (câbles multipolaires ou câbles monopolaires en trèfle) }^{(1)}$$X_{(m\Omega)} = 0,13 \times l_{(m)} \text{ (câbles monopolaires jointifs en nappe) }^{(1)}$$X_{(m\Omega)} = 0,09 \times l_{(m)} \text{ (câbles monoconducteurs séparés)}$</div> <div>$X_{(m\Omega)} = 0,15 \times l_{(m)} \text{ (jeux de barres) }^{(1)}$</div> <p>⁽¹⁾ Cuivre et aluminium</p>	RESISTIVITE ρ EN 10 ⁻⁴ mΩ.m					Icc maxi	Icc mini				Protection fusible	Protection disjoncteur	Cuivre	18,51	28	23	Aluminium	29,4	44	37																																
RESISTIVITE ρ EN 10 ⁻⁴ mΩ.m																																																					
	Icc maxi	Icc mini																																																			
		Protection fusible	Protection disjoncteur																																																		
Cuivre	18,51	28	23																																																		
Aluminium	29,4	44	37																																																		
	<p>Appareil en position fermée</p> <div>$R = 0 \text{ et } X = 0,15 \text{ m}\Omega$</div>																																																				

Calcul du I_{cc} d'une installation BT

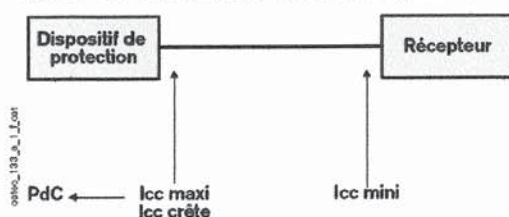
► Généralités

- Le calcul des courants de court-circuit a pour but de déterminer :
- le pouvoir de coupure du dispositif de protection (PdC)
 - la section des conducteurs permettant :
 - de supporter la contrainte thermique du courant de court-circuit
 - de garantir l'ouverture du dispositif de protection contre les contacts indirects dans le temps prescrit par les normes NF C 15-100 et CEI 60364.
 - la tenue mécanique des supports de conducteur (efforts électrodynamiques).

Le PdC du dispositif de protection est déterminé à partir de I_{cc} maxi calculé à ses bornes.

La section des conducteurs dépend de I_{cc} mini calculé aux bornes du récepteur.

La tenue mécanique des supports des conducteurs est déterminée à partir du calcul de I_{cc} crête déduit du I_{cc} maxi.



Le calcul des courants de court-circuit peut se faire suivant l'une des trois méthodes :

• Méthode conventionnelle

Elle permet de calculer I_{cc} mini. Voir ci-dessous.

• Méthode des impédances

La méthode des impédances consiste à calculer l'impédance Z de la boucle de défaut en tenant compte de l'impédance de la source d'alimentation (réseau, batteries, groupe...). Cette méthode est précise et permet de calculer I_{cc} maxi et I_{cc} mini, mais nécessite la connaissance des paramètres du circuit en défaut (voir page D.23).

• Méthode rapide

La méthode rapide s'applique dans le cas où les paramètres du circuit de défaut ne sont pas tous connus. Le courant de court-circuit I_{cc} est déterminé en un point du réseau, connaissant I_{cc} amont ainsi que la longueur et la section de raccordement au point amont (voir page D.25). Cette méthode donne uniquement la valeur de I_{cc} maxi.

► Méthode conventionnelle

Elle donne la valeur de I_{cc} mini, à l'extrémité d'une installation qui n'est pas alimentée par un alternateur.

$$I_{cc} = A \times \frac{0,8 U \times S}{2 \rho L}$$

U : tension entre phases en V

L : longueur en m de la canalisation

S : section des conducteurs en mm²

$\rho = 0,028 \text{ m}\Omega\cdot\text{m}$ pour le cuivre en protection fusible

$0,044 \text{ m}\Omega\cdot\text{m}$ pour l'aluminium en protection fusible

$0,023 \text{ m}\Omega\cdot\text{m}$ pour le cuivre en protection disjoncteur

$0,037 \text{ m}\Omega\cdot\text{m}$ pour l'aluminium en protection disjoncteur

$A = 1$ pour les circuits avec neutre (section neutre = section phase)

$1,73$ pour les circuits sans neutre

$0,67$ pour les circuits avec neutre (section neutre = $\frac{1}{2}$ section phase)

Pour des sections de câbles supérieures ou égales à 150 mm², il faut tenir compte de la réactance divisant la valeur de I_{cc} par : câble de 150 mm² : 1,15 ; câble de 185 mm² : 1,2 ; câble de 240 mm² : 1,25 ; câble de 300 mm² : 1,3

► Méthode des impédances

La méthode des impédances consiste à additionner toutes les résistances R et toutes les réactances X du circuit en amont du court-circuit (voir page suivante) puis, à calculer l'impédance Z .

$$Z_{(mL)} = \sqrt{R_{(mL)}^2 + X_{(mL)}^2}$$

Cette méthode permet de calculer :

- I_{cc3} : courant de court-circuit triphasé

$$I_{cc3} = 1,1 \times \frac{U_0}{Z_3}$$

U_0 : tension simple
(230 V dans un réseau 230/400)

Z_3 : impédance de la boucle triphasée (voir page D.24).

- I_{cc2} : courant de court-circuit entre 2 phases

$$I_{cc2} = 0,86 \times I_{cc3}$$

- I_{cc1} : courant de court-circuit monophasé

$$I_{cc1} = 1,1 \times \frac{U_0}{Z_1}$$

U_0 : tension simple
(230 V dans un réseau 230/400)

Z_1 : impédance de la boucle monophasée (voir page D.24).

- I_{cc} crête

Dans les cas où il est nécessaire de connaître les efforts électrodynamiques, sur un support de barres par exemple, il faut calculer I_{cc} crête :

$$I_{cc \text{ crête}}_{(kA)} = I_{cc \text{ eff}}_{(kA)} \times \sqrt{2} \times k$$

k : coefficient d'asymétrie donné ci-dessous.

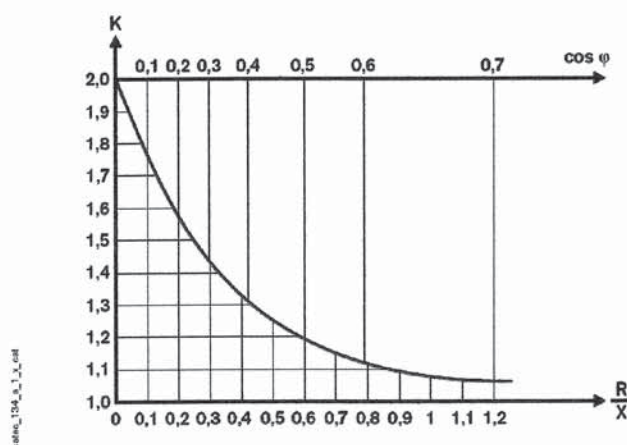


Fig. 1

Nota : on utilisera plus naturellement la valeur de R/X , celle-ci étant davantage exploitable dans ce diagramme.

$k = 1$ pour un régime symétrique ($\cos \varphi = 1$).

Moteurs asynchrones triphasés fermés LS

Sélection



4
pôles
1500 min⁻¹

IP 55 - 50 Hz - Classe F - ΔT 80 K - 230 V Δ / 400 V Y - S1

Type	Puissance nominale à 50 Hz	Vitesse nominale	Moment nominal	Intensité nominale	Facteur de puissance	Rendement	Courant démarrage / Courant nominal	Masse
	P_N kW	N_N min ⁻¹	M_N N.m	$I_N(400V)$ A	$\cos \varphi$ 100%	η 100%	I_D / I_N	IM B3 kg
LS 56 M	0,06	1360	0,42	0,3	0,6	55	3	4
LS 56 M	0,09	1400	0,6	0,39	0,6	55	3,2	4
LS 63 M	0,12	1380	0,8	0,44	0,7	56	3,2	4,8
LS 63 M ¹	0,12	1380	0,8	0,44	0,7	56	3,2	4,8
LS 63 M	0,18	1390	1,2	0,64	0,65	62	3,7	5
LS 63 M ¹	0,18	1390	1,2	0,64	0,65	62	3,7	5
LS 71 M	0,18	1425	1,2	0,8	0,65	69	4,6	6,4
LS 71 M	0,25	1425	1,7	0,8	0,65	69	4,6	6,4
LS 71 M	0,37	1420	2,5	1,06	0,7	72	4,9	7,3
LS 71 L	0,55	1400	3,8	1,62	0,7	70	4,8	8,3
LS 80 L	0,55	1410	3,8	1,42	0,76	73,4	4,5	8,2
LS 80 L	0,75	1400	5,1	2,01	0,77	70	4,5	9,3
LS 80 L	0,9	1425	6	2,44	0,73	73	5,8	10,9
LS 90 S	1,1	1429	7,4	2,5	0,84	76,8	4,8	11,5
LS 90 L	1,5	1428	10	3,4	0,82	78,5	5,3	13,5
LS 90 L	1,8	1438	12	4	0,82	80,1	6	15,2
LS 100 L	2,2	1436	14,7	4,8	0,81	81	5,9	20
LS 100 L	3	1437	20,1	6,5	0,81	82,6	6	22,5
LS 112 M	4	1438	26,8	8,3	0,83	84,2	7,1	24,9
LS 132 S	5,5	1447	36,7	11,1	0,83	85,7	6,3	36,5
LS 132 M	7,5	1451	49,4	15,2	0,82	87	7	54,7
LS 132 M	9	1455	59,3	18,1	0,82	87,7	6,9	59,9
LS 160 MP	11	1454	72,2	21	0,86	88,4	7,7	70
LS 160 LR	15	1453	98	28,8	0,84	89,4	7,5	86
LS 180 MT	18,5	1456	121	35,2	0,84	90,3	7,6	100
LS 180 LR	22	1456	144	41,7	0,84	90,7	7,9	112
LS 200 LT	30	1460	196	56,3	0,84	91,5	6,6	165
LS 225 ST	37	1468	241	68,7	0,84	92,5	6,3	205
LS 225 MR	45	1468	293	83,3	0,84	92,8	6,3	235
LS 250 ME	55	1478	355	101	0,84	93,6	7	320
LS 280 SC	75	1478	485	137	0,84	94,2	7,2	380
LS 280 MD	90	1478	581	164	0,84	94,4	7,6	450
LS 315 SP	110	1484	708	197	0,85	94,8	7	670
LS 315 MP	132	1484	849	236	0,85	95	7,6	750
LS 315 MR	160	1484	1030	286	0,85	95	7,7	845
LS 315 MR ²	200	1486	1285	359	0,84	95,8	8,1	860

1. Moteurs à pattes ou bride (ou pattes et bride) avec bout d'arbre différent de la norme (D : 14 J6 - E : 30 mm).

2. Echauffement classe F.

Variateurs de vitesse pour moteurs asynchrones Altivar 71 Tension d'alimentation 380...480 V 50/60 Hz

Variateurs UL Type 1/IP 20

Moteur		Réseau				Altivar 71				Référence	Masse
Puissance indiquée sur plaque (1)		Courant de ligne (2)		Puissance apparente	lcc ligne présumé maxi	Courant maximal permanent (1)		Courant transitoire maxi pendant			
		380 V	480 V	380 V		380 V	480 V	60 s	2 s		
kW	HP	A	A	kVA	kA	A	A	A	A		kg
Tension d'alimentation triphasée : 380...480 V 50/60 Hz											
0,75	1	3,7	3	2,4	5	2,3	2,1	3,5	3,8	ATV 71H075N4 (3) (4)	3,000
1,5	2	5,8	5,3	3,8	5	4,1	3,4	6,2	6,8	ATV 71HU15N4 (3) (4)	3,000
2,2	3	8,2	7,1	5,4	5	5,8	4,8	8,7	9,6	ATV 71HU22N4 (3) (4)	3,000
3	—	10,7	9	7	5	7,8	6,2	11,7	12,9	ATV 71HU30N4 (3) (4)	4,000
4	5	14,1	11,5	9,3	5	10,5	7,6	15,8	17,3	ATV 71HU40N4 (3) (4)	4,000
5,5	7,5	20,3	17	13,4	22	14,3	11	21,5	23,6	ATV 71HU55N4 (3) (4)	5,500
7,5	10	27	22,2	17,8	22	17,6	14	26,4	29	ATV 71HU75N4 (3) (4)	5,500
11	15	36,6	30	24,1	22	27,7	21	41,6	45,7	ATV 71HD11N4 (3) (4)	7,000
15	20	48	39	31,6	22	33	27	49,5	54,5	ATV 71HD15N4 (3) (4)	16,000
18,5	25	45,5	37,5	29,9	22	41	34	61,5	67,7	ATV 71HD18N4 (3) (4)	16,000
22	30	50	42	32,9	22	48	40	72	79,2	ATV 71HD22N4 (3) (4)	19,000
30	40	66	56	43,4	22	66	52	99	109	ATV 71HD30N4 (3) (4)	26,000
37	50	84	69	55,3	22	79	65	118,5	130	ATV 71HD37N4 (3) (4)	26,000
45	60	104	85	68,5	22	94	77	141	155	ATV 71HD45N4 (3) (4)	44,000
55	75	120	101	79	22	116	96	174	191	ATV 71HD55N4 (3) (4)	44,000
75	100	167	137	109,9	22	160	124	240	264	ATV 71HD75N4 (3) (4)	44,000
90	125	166	134	109,3	35	179	179	269	295	ATV 71HD90N4 (5) (6)	60,000
110	150	202	163	133	35	215	215	323	355	ATV 71HC11N4 (5) (6)	74,000
132	200	239	192	157,3	35	259	259	388	427	ATV 71HC13N4 (5) (6)	80,000
160	250	289	233	190,2	50	314	314	471	518	ATV 71HC16N4 (5) (6)	110,000
200	300	357	288	235	50	387	387	580	638	ATV 71HC20N4 (5) (6)	140,000
220	350	396	320	260,6	50	427	427	640	704	ATV 71HC25N4 (5) (6)	140,000
250	400	444	357	292,2	50	481	481	721	793		
280	450	494	398	325,1	50	550	550	825	907	ATV 71HC28N4 (5) (6)	140,000
315	500	555	444	365,3	50	616	616	924	1016	ATV 71HC31N4 (5) (6)	215,000
355	—	637	512	419,3	50	671	671	1006	1107	ATV 71HC40N4 (5) (6)	225,000
400	600	709	568	466,6	50	759	759	1138	1252		
500	700	876	699	576,6	50	941	941	1411	1552	ATV 71HC50N4 (5) (6)	300,000

(1) Ces valeurs sont données pour une fréquence de découpage nominale de 4 kHz jusqu'à ATV 71HD30N4 ou de 2,5 kHz pour ATV 71HD37N4...HC50N4, en utilisation en régime permanent.

La fréquence de découpage est réglable de 1...16 kHz jusqu'à ATV 71HD75N4 et de 2,5...8 kHz pour les variateurs ATV 71HD90N4...ATV 71HC50N4.

Au-delà de 2,5 ou 4 kHz selon le calibre, le variateur diminuera de lui-même la fréquence de découpage en cas d'échauffement excessif. Pour un fonctionnement en régime permanent au-delà de la fréquence de découpage nominale, un déclassement doit être appliqué au courant nominal du variateur, voir courbes de déclassement pages 157 et 159 à 161.

(2) Valeur typique pour la puissance moteur indiquée et pour lcc ligne présumé maxi.

(3) Les variateurs ATV 71HD90N4...HC50N4 sont livrés en standard en version renforcée afin de pouvoir fonctionner dans des conditions d'environnement particulières ; voir conditions d'environnement page 11.

Les variateurs ATV 71H075N4...HD75N4 peuvent être commandés en version renforcée en ajoutant S337 en fin de référence. Exemple : ATV 71H075N4 devient ATV 71H075N4S337.

En version renforcée pour conditions d'environnement particulières, le variateur est obligatoirement livré avec un terminal graphique déportable.

(4) Tous les variateurs sont livrés avec un terminal graphique déportable. Les variateurs ATV 71H075N4...ATV 71HD75N4 peuvent être commandés sans terminal graphique. Pour cela, ajouter un Z en fin de référence. Ils seront alors équipés d'un terminal sept segments intégré. Exemple : ATV 71H075N4 sans terminal graphique devient ATV 71H075N4Z.

(5) Variateur livré en standard avec une inductance DC qui doit obligatoirement être utilisée pour les raccordements du variateur sur le réseau triphasé. Pour les raccordements sur bus continu, le variateur peut être commandé sans inductance DC en ajoutant D en fin de référence. Exemple : ATV 71HD90N4 devient ATV 71HD90N4D.

(6) Variateur livré sans platine pour montage CEM. Selon les calibres, elle est incluse dans un kit UL Type 1, IP 21 ou IP 31 à commander séparément :

- pour ATV 71H075N4...HD75N4, commander le kit pour conformité IP 21, voir page 30,
- pour ATV 71HD90N4...HC50N4, commander le kit pour conformité UL Type 1 ou IP 31, voir pages 29 et 30.

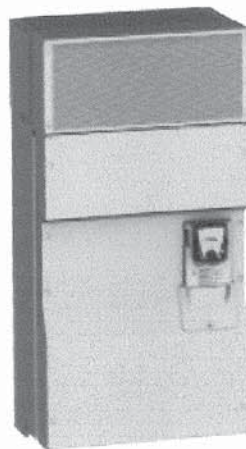
Nota : consulter les tableaux de synthèse des associations possibles : variateurs, options et accessoires, voir pages 102 et 103.



ATV 71HU22N4



ATV 71HU40N4



ATV 71HC28N4

Présentation

La résistance de levage est une résistance de freinage qui permet le fonctionnement du variateur Altivar 71 en freinage d'arrêt ou en marche freinée, en dissipant l'énergie de freinage.

Elle permet le couple maximal de freinage transitoire.

Les résistances sont prévues pour être montées à l'extérieur de l'enveloppe ; la ventilation naturelle ne doit pas être gênée ; les entrées et sorties d'air ne doivent pas être obstruées même partiellement.

L'air doit être exempt de poussière, de gaz corrosif et de condensation.

Applications

Machines à mouvements verticaux, machines à cycles rapides, machines à forte inertie.

Caractéristiques générales

Type de résistance de levage		VW3 A7 801	VW3 A7 802...A7 808	VW3 A7 809...A7 817
Température de l'air ambiant	Pour fonctionnement	°C	0...+50	
au voisinage de l'appareil	Pour stockage	°C	-25...+75	-25...+65
Degré de protection du boîtier		IP 23 si montage horizontal IP 20 dans les autres cas	IP 23	
Protection thermique		Par relais thermique		
Facteur de marche des transistors de freinage		Les circuits internes des variateurs Altivar 71 de calibre inférieur ou égal à 160 kW intègrent un transistor de freinage.		
	ATV 71H...M3, ATV 71H...M3X, ATV 71H075N4...HD75N4 ATV 71W...N4 ATV 71P...N4Z ATV 71HD90N4...HC50N4 (1)		Le transistor de freinage est dimensionné pour : ■ la puissance nominale moteur en permanence, ■ 150 % de la puissance nominale moteur pendant 60 s.	
			Le transistor de freinage est dimensionné sur un cycle de 240 s pour : ■ 88 % de la puissance nominale moteur pendant 50 % du temps de cycle, ■ 150 % de la puissance nominale moteur pendant 5 % du cycle.	

Caractéristiques de raccordement

Capacité maximale de raccordement	VW3 A7 801	Raccordement sur barre, M6
	VW3 A7 802...817	Raccordement sur barre, M10

Valeur ohmique minimale des résistances à associer au variateur Altivar 71, à 20 °C (2)

Variateurs ATV 71H...M3, ATV 71H...M3X et ATV 71H...N4

Type de variateur	ATV 71H	037M3, 075M3	U15M3	U22M3, U30M3	U40M3	U55M3	U75M3				
Valeur minimale	Ω	44	33	22	16	11	8				
Type de variateur	ATV 71H	D11M3X, D15M3X	D18M3X	D22M3X, D30M3X	D37M3X... D55M3X	D75M3X					
Valeur minimale	Ω	3	4	3,3	1,7	1,3					
Type de variateur	ATV 71H	075N4... U22N4	U30N4, U40N4	U55N4	U75N4	D11N4	D15N4, D18N4	D22N4, D30N4	D37N4	D45N4, D55N4	D75N4
Valeur minimale	Ω	56	34	23	19	12	7	13,3	6,7	5	3,3
Type de variateur	ATV 71H	D90N4	C11N4... C16N4	C20N4... C28N4	C31N4... C50N4						
Valeur minimale	Ω	2,5	1,9	1,05	0,7						

Variateurs ATV 71W...N4

Type de variateur	ATV 71W	075N4... U22N4	U30N4, U40N4	U55N4	U75N4	D11N4	D15N4, D18N4	D22N4, D30N4	D37N4	D45N4, D55N4	D75N4
Valeur minimale	Ω	56	34	23	19	12	7	13,3	6,7	5	3,3

Variateurs ATV 71P...N4Z

Type de variateur	ATV 71P	075N4Z... U22N4Z	U30N4Z... U40N4Z	U55N4Z	U75N4Z						
Valeur minimale	Ω	56	34	23	19						

(1) Pour ATV 71HC20N4...HC50N4, il faut utiliser une unité de freinage, voir page 60.

(2) La valeur ohmique minimale est déterminée à une température de 20 °C. Dans un environnement dont la température est inférieure à 20 °C, il faut s'assurer que la valeur ohmique minimale préconisée dans le tableau est respectée.

Variateurs de vitesse pour moteurs asynchrones

Altivar 71

Option : résistances de levage

Résistances de levage				
Pour variateurs	Valeur ohmique à 20 °C	Puissance moyenne disponible à 50 °C (1)	Référence	Masse
	Ω	kW		kg
Tension d'alimentation : 200...240 V 50/60 Hz				
ATV 71H037M3, H075M3	100	1,6	VW3 A7 801	6,000
ATV 71HU15M3	60	5,6	VW3 A7 802	21,000
ATV 71HU22M3...HU40M3	24,5	9,8	VW3 A7 803	28,000
ATV 71HU55M3, HU75M3	14	22,4	VW3 A7 804	54,000
ATV 71HD11M3X, HD15M3X	8,1	44	VW3 A7 805	92,000
ATV 71HD18M3X	4,2	62	VW3 A7 806	126,000
ATV 71HD22M3X, HD30M3X	3,5	19,5	VW3 A7 807	51,000
ATV 71HD37M3X, HD45M3X	1,85	27,4	VW3 A7 808	94,000
ATV 71HD55M3X	1,8	30,6	VW3 A7 809	103,000
ATV 71HD75M3X	1,4	44	VW3 A7 810	119,000
Tension d'alimentation : 380...480 V 50/60 Hz				
ATV 71H075N4...HU22N4	100	1,6	VW3 A7 801	6,000
ATV 71W075N4...WU22N4				
ATV 71P075N4Z...PU22N4Z				
ATV 71HU30N4...HU55N4	60	5,6	VW3 A7 802	21,000
ATV 71WU30N4...WU55N4				
ATV 71PU30N4Z...PU55N4Z				
ATV 71HU75N4, HD11N4	24,5	9,8	VW3 A7 803	28,000
ATV 71WU75N4, WD11N4				
ATV 71PU75N4Z				
ATV 71HD15N4...HD30N4	14	22,4	VW3 A7 804	54,000
ATV 71WD15N4...WD30N4				
ATV 71HD37N4...HD55N4	8,1	44	VW3 A7 805	92,000
ATV 71W37N4...WD55N4				
ATV 71HD75N4	4,2	62	VW3 A7 806	126,000
ATV 71WD75N4				
ATV 71HD90N4	2,75	56	VW3 A7 811	130,000
ATV 71HC11N4, HC13N4	2,1	75	VW3 A7 812	181,000
ATV 71HC16N4	2,1	112	VW3 A7 813	250,000
ATV 71HC20N4	1,05	112	VW3 A7 814	280,000
ATV 71HC25N4, HC28N4	1,05	150	VW3 A7 815	362,000
ATV 71HC31N4, HC40N4	0,7	225	VW3 A7 816	543,000
ATV 71HC50N4	0,7	330	VW3 A7 817	642,000

(1) Facteur de marche des résistances de levage : la valeur de la puissance moyenne dissipable à 50 °C de la résistance est déterminée par un facteur de marche en freinage.

Pour VW3 A7 801...808 :

- freinage de 100 s avec un couple de 1 Cn de freinage pour un cycle de 200 s,
- freinage de 20 s avec un couple de 1,6 Cn de freinage pour un cycle de 200 s.

Pour VW3 A7 809...817 :

- freinage de 110 s avec un couple de 1,25 Cn de freinage pour un cycle de 240 s,
- freinage de 10 s avec un couple de 2 Cn de freinage pour un cycle de 240 s.

Altivar 71 : réduction des harmoniques de courant

Option : filtres passifs

Filtres passifs : alimentation triphasée 400 V 50 Hz						
Calibre moteur		Pour	Réseau	Filtre	Quantité	Référence
		variateurs	Courant de	In (2)	à prévoir	Mass
			ligne		par variateur	kg
kW	HP		A	A		
THDI 10 % (1)						
0,75	1	ATV 71H075N4 ATV 71W075N4 ATV 71P075N4Z	2,50	6	1	VW3 A4 621 21,00
1,5	2	ATV 71HU15N4 ATV 71WU15N4 ATV 71PU15N4Z	3,60	6	1	VW3 A4 621 21,00
2,2	3	ATV 71HU22N4 ATV 71WU22N4 ATV 71PU22N4Z	5,00	6	1	VW3 A4 621 21,00
3	—	ATV 71HU30N4 ATV 71WU30N4 ATV 71PU30N4Z	6,00	6	1	VW3 A4 621 21,00
4	5	ATV 71HU40N4 ATV 71WU40N4 ATV 71PU40N4Z	7,80	10	1	VW3 A4 622 27,00
5,5	7,5	ATV 71HU55N4 ATV 71WU55N4 ATV 71PU55N4Z	10,00	10	1	VW3 A4 622 27,00
7,5	10	ATV 71HU75N4 ATV 71WU75N4 ATV 71PU75N4Z	14,00	19	1	VW3 A4 623 28,00
11	15	ATV 71HD11N4 ATV 71WD11N4	19,00	19	1	VW3 A4 623 28,00
15	20	ATV 71HD15N4 ATV 71WD15N4	26,00	26	1	VW3 A4 624 40,00
18,5	25	ATV 71HD18N4 ATV 71WD18N4	32,00	35	1	VW3 A4 625 49,00
22	30	ATV 71HD22N4 ATV 71WD22N4	38,00	43	1	VW3 A4 626 52,00
30	40	ATV 71HD30N4 ATV 71WD30N4	52,00	72	1	VW3 A4 627 88,00
37	50	ATV 71HD37N4 ATV 71WD37N4	63,00	72	1	VW3 A4 627 88,00
45	60	ATV 71HD45N4 ATV 71WD45N4	77,00	101	1	VW3 A4 628 150,00
55	75	ATV 71HD55N4 ATV 71WD55N4	91,00	101	1	VW3 A4 628 150,00
75	100	ATV 71HD75N4 ATV 71WD75N4	126,00	144	1	VW3 A4 629 167,00
THDI 5 %						
90	125	ATV 71HD90N4	149,00	144	1	VW3 A4 629 167,00
110	150	ATV 71HC11N4	182,00	180	1	VW3 A4 630 178,00
132	200	ATV 71HC13N4	218,00	216	1	VW3 A4 631 224,00
160	250	ATV 71HC16N4	287,00	289	1	VW3 A4 632 271,00
200	300	ATV 71HC20N4	353,50	370	1	VW3 A4 633 320,00
220	350	ATV 71HC25N4	364,00	370	1	VW3 A4 633 320,00
250	400	ATV 71HC25N4	415,00	216	2	VW3 A4 631 224,00
280	450	ATV 71HC28N4	485,00	289	2	VW3 A4 632 271,00
315	500	ATV 71HC31N4	543,00	289	2	VW3 A4 632 271,00
355	—	ATV 71HC40N4	588,00	289	2	VW3 A4 632 271,00
400	600	ATV 71HC40N4	664,00	325	2	VW3 A4 639 284,00
500	700	ATV 71HC50N4	840,00	289	3	VW3 A4 632 271,00

(1) En ajoutant une inductance DC (voir page 78) aux variateurs ATV 71H075N4...H075N4 et ATV 71P075N4Z, on obtient un THD ≤ 5 %.

Cette inductance DC est livrée de basse avec les variateurs ATV 71HD90N4...HC50N4.

Ces réductions d'harmoniques de courant sont atteintes à condition que le THDU soit < 2 % et le RSCE > 66 et uniquement pour le courant nominal du filtre.

(2) In : courant nominal du filtre.

BARRIERES IMMATERIELLES (suite)

Références

Solutions de détection de sécurité Preventa

Barrières immatérielles de sécurité, type 2

Barrières compactes micro XUS LN à sortie statique



Système émetteur-récepteur pour protection des mains (1)

Capacité de détection 30 mm. Portée 0,3 à 15 m.

■ 2 sorties de sécurité PNP - Démarrage automatique

Hauteur protégée	Temps de réponse	Nombre de faisceaux	Sortie alarme	Référence (2)	Masse
mm	ms				kg
150	14	7	PNP	XUS LNG5C0150	2,700
300	15	14	PNP	XUS LNG5C0300	2,900
450	16	21	PNP	XUS LNG5C0450	3,200
600	17	28	PNP	XUS LNG5C0600	3,400
750	18	35	PNP	XUS LNG5C0750	3,600
900	19	42	PNP	XUS LNG5C0900	3,900
1050	20	49	PNP	XUS LNG5C1050	4,100
1200	21	56	PNP	XUS LNG5C1200	4,300
1350	22	63	PNP	XUS LNG5C1350	4,500
1500	23	70	PNP	XUS LNG5C1500	4,800

■ 2 sorties de sécurité PNP - Démarrage manuel

Hauteur protégée	Temps de réponse	Nombre de faisceaux	Sortie alarme	Référence (2)	Masse
mm	ms				kg
150	14	7	PNP	XUS LNG5D0150	2,700
300	15	14	PNP	XUS LNG5D0300	2,900
450	16	21	PNP	XUS LNG5D0450	3,200
600	17	28	PNP	XUS LNG5D0600	3,400
750	18	35	PNP	XUS LNG5D0750	3,600
900	19	42	PNP	XUS LNG5D0900	3,900
1050	20	49	PNP	XUS LNG5D1050	4,100
1200	21	56	PNP	XUS LNG5D1200	4,300
1350	22	63	PNP	XUS LNG5D1350	4,500
1500	23	70	PNP	XUS LNG5D1500	4,800

(1) Fournis avec un bâton de test, 2 ensembles de 2 équerres avec visserie et un guide d'exploitation avec certificat de conformité et 1 jeu suppresseur d'arc.

Les prolongateurs sont à commander séparément, voir page 30312/5.

(2) Pour commander un émetteur seul, remplacer la lettre C ou D par E et ajouter un T à la fin de la référence de l'émetteur/récepteur correspondant.

Exemple : la référence XUS LNG5C0150 devient XUS LNG5E0150T pour l'émetteur seul.

Pour commander un récepteur seul, ajouter un R à la fin de la référence de l'ensemble émetteur/récepteur correspondant.

Exemple : la référence XUS LNG5C0150 devient XUS LNG5C0150R pour le récepteur seul.

Autres réalisations

Associations des barrières immatérielles de sécurité, type 2, avec module externe pour fonction muting et surveillance de 2 à 4 barrières. Voir pages 30311/2 à 30311/7.

Accessoires

Désignation	Utilisation pour	Longueur m	Référence	Masse kg	
Kit de fixations (2 équerres)	Barrières XUS LN	—	XUS LZ218	0,450	
Prolongateurs	Type émetteur	Barrières XUS LN	3	XSZ NCT03	0,680
			10	XSZ NCT10	0,910
			30	XSZ NCT30	1,360
	Type récepteur	Barrières XUS LN	3	XSZ NCR03	0,680
			10	XSZ NCR10	0,910
			30	XSZ NCR30	1,360
Suppresseur d'arc (couple)	Tous types de barrières	—	XUS LZ500	0,020	
Guide d'exploitation sur CD-Rom	Tous types de barrières et accessoires	—	XUS LZ450	0,020	

Éléments séparés

Alimentations, miroirs de renvoi d'angle, kit antivibrations et pied de fixation

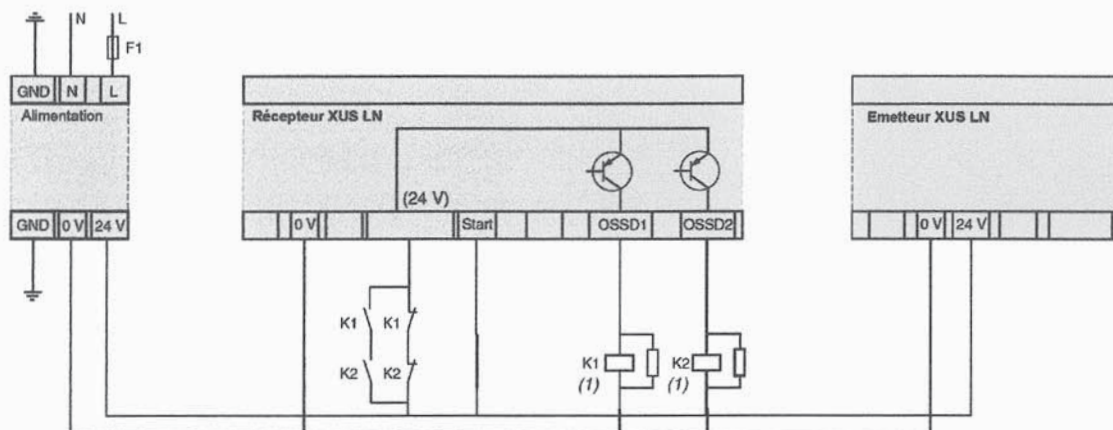
Voir pages 30308/2, 30308/4 et 30308/5.



Solutions de détection de sécurité Preventa

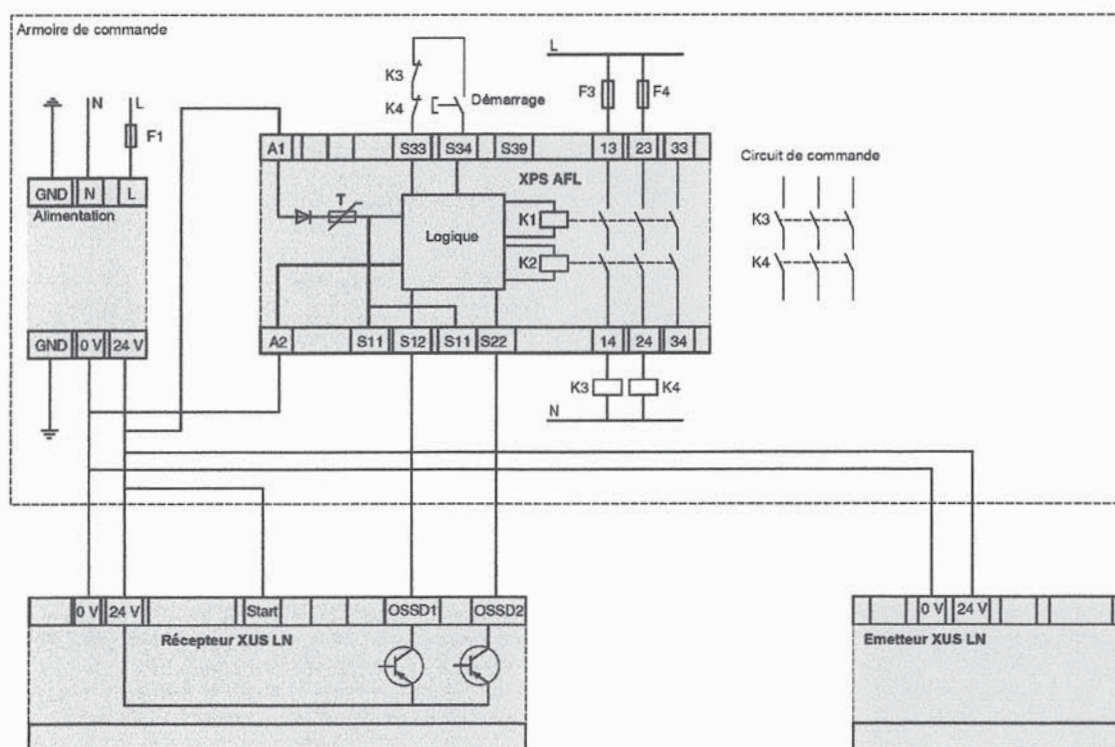
Barrières immatérielles de sécurité, type 2
Barrières compactes micro XUS LN à sortie statique

Connexion directe avec XUS LNG5C...



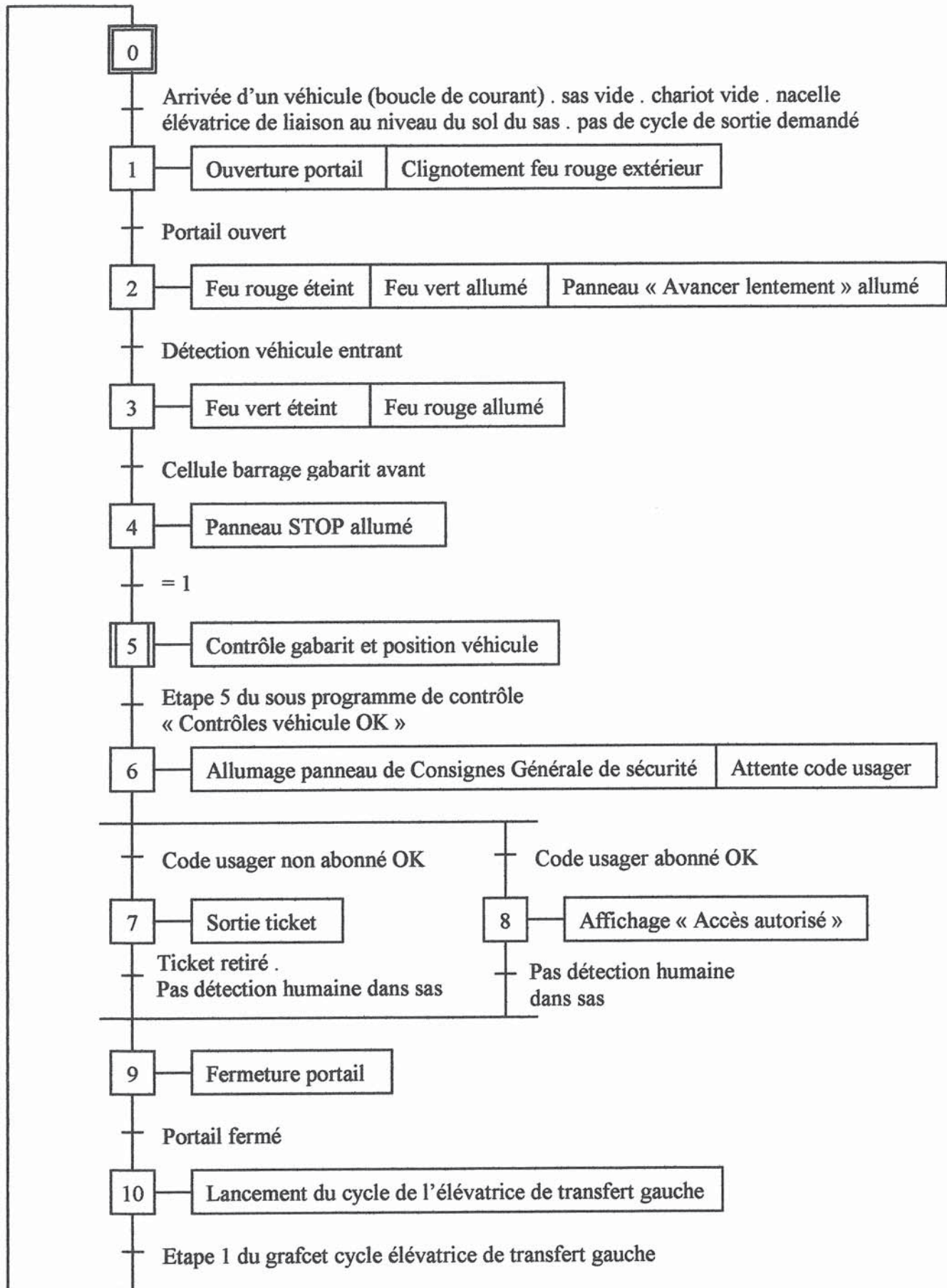
(1) Les bobines K1 et K2 doivent être protégées à l'aide des supprimeurs d'arc fournis dans le kit de documentation.

Connexion d'une barrière XUS LN5C... via un module Preventa XPS AFL



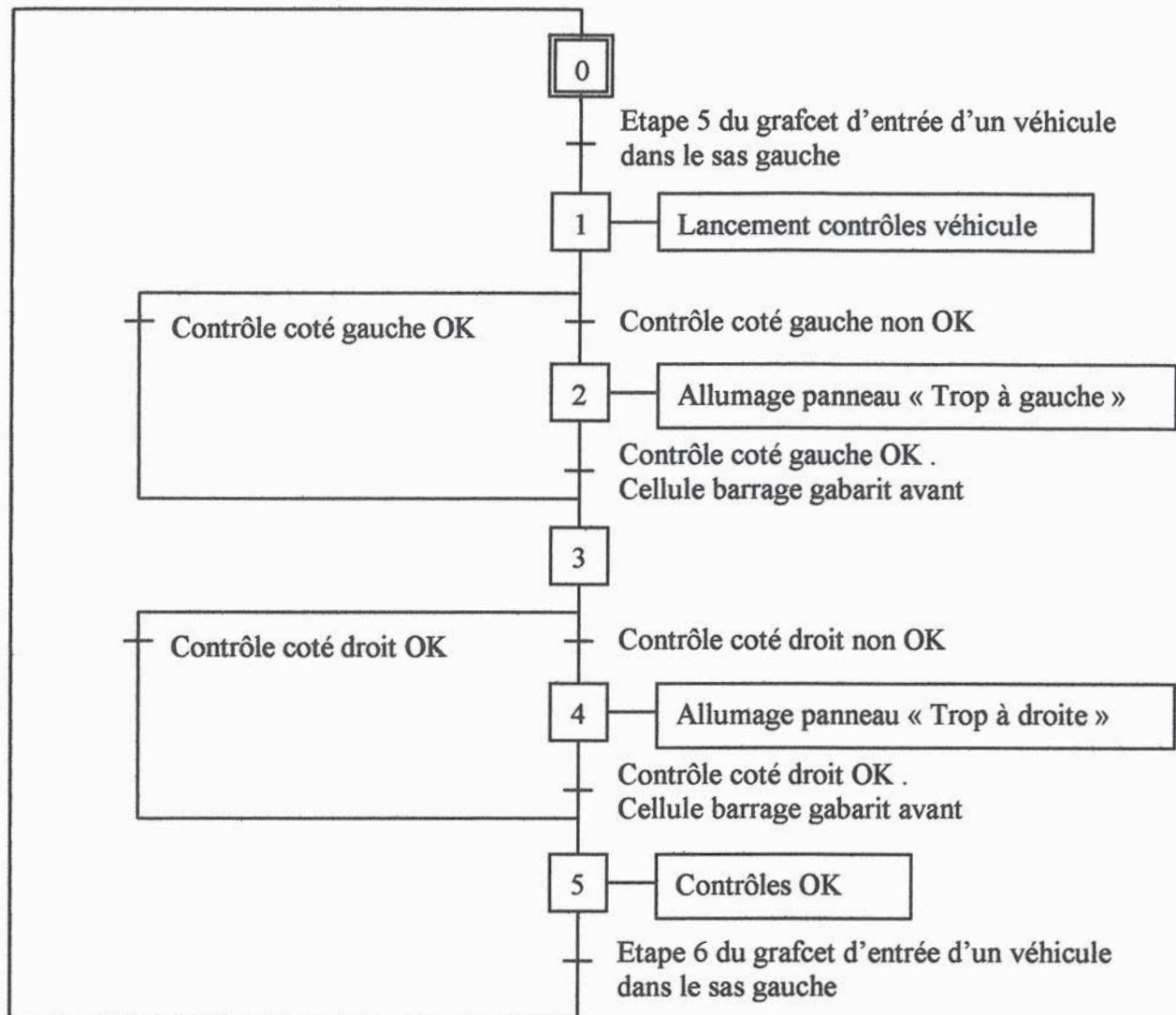
GRAFCET

Entrée d'un véhicule dans le sas gauche



GRAFCET

Sous programme « Contrôles gabarit »



SOURCE CENTRALE A COURANT CONTINU Série EPP

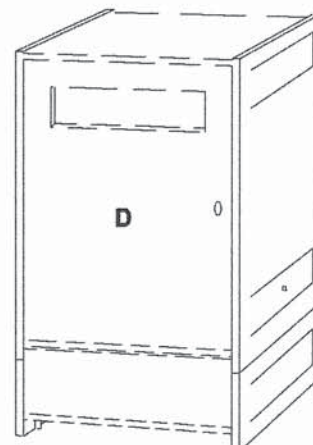
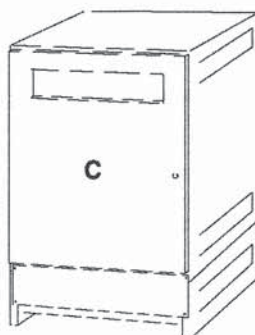
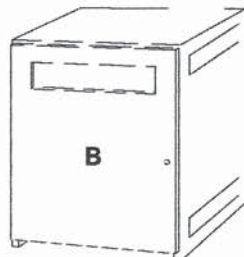
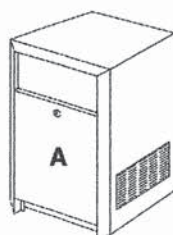
PRESENTATION

Les sources centrales **EPP** sont destinées à l'éclairage de sécurité des établissements recevant du public. Elles sont conformes aux normes **NF C 71 815 / EN 50 171 : 09 / 2001** et au **Règlement de Sécurité : 04 / 2002**. Elles sont constituées d'un chargeur électronique et d'une batterie au plomb à recombinaison de gaz. Elles intègrent la distribution avec **6 départs divisionnaires par fusible en standard**.

Gamme	Puissance	Référence	Code sans option	Code avec option	Présentation	Dim. HLP (mm)	Poids (kg)
48 Vcc	200 W	EPP 48 - 200 - A	1020826	1022593	A	600 x 500 x 320	42
	300 W	EPP 48 - 300 - A	1020827	1022594	A	600 x 500 x 320	50
	400 W	EPP 48 - 400 - A	1020828	1022596	A	600 x 500 x 320	56
	580 W	EPP 48 - 580 - A	1020829	1022597	A	600 x 500 x 320	74
	850 W	EPP 48 - 850 - A	1020830	1022598	B	750 x 680 x 460	129
	1160 W	EPP 48 - 1160 - A	1020831	1022599	B	750 x 680 x 460	155
	1700 W	EPP 48 - 1700 - A	1020832	1022600	C	1150 x 680 x 460	200
	2100 W	EPP 48 - 2100 - A	1020833	1022601	C	1150 x 680 x 460	231
	2500 W	EPP 48 - 2500 - A	1020834	1022602	C	1350 x 680 x 460	253
110 Vcc	700 W	EPP 110 - 700 - A	1020835	1022603	C	1150 x 680 x 460	141
	900 W	EPP 110 - 900 - A	1020836	1022604	C	1150 x 680 x 460	152
	1300 W	EPP 110 - 1300 - A	1020837	1022605	C	1350 x 680 x 460	211
	2300 W	EPP 110 - 2300 - A	1020838	1022606	C	1350 x 680 x 460	266
	3300 W	EPP 110 - 3300 - A	1020839	1022607	D	1705 x 840 x 560	385
	3700 W	EPP 110 - 3700 - A	1020840	1022608	D	1705 x 840 x 560	443
	4700 W	EPP 110 - 4700 - A	1020841	1022609	D	1705 x 840 x 560	498
	5700 W	EPP 110 - 5700 - A	1020842	1022610	D	1705 x 840 x 560	558
220 Vcc	700 W	EPP 220 - 700 - A	1020843	1022611	C	1150 x 680 x 460	150
	1400 W	EPP 220 - 1400 - A	1020844	1022612	C	1350 x 680 x 460	222
	2000 W	EPP 220 - 2000 - A	1020845	1022613	D	1705 x 840 x 560	370
	3000 W	EPP 220 - 3000 - A	1020846	1022614	D	1705 x 840 x 560	376
	4600 W	EPP 220 - 4600 - A	1020847	1022615	D	1705 x 840 x 560	483
	6600 W	EPP 220 - 6600 - A	1020848	1022616	D	1990 x 840 x 560	621
	7500 W	EPP 220 - 7500 - A	1021236	1022617	D	1990 x 840 x 560	717
	9500 W	EPP 220 - 9500 - A	1021237	1022618	D	1990 x 840 x 560	829
Coffret divisionnaire anti-panique pour éclairage d'ambiance non permanent (2 départs 4A)			1021980				
Kit 4 départs divisionnaires 4/10A (à intégrer)			1021988				

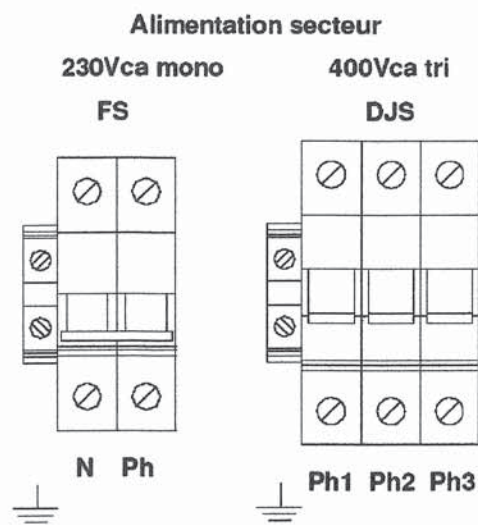
Options :

- 4 départs supplémentaires intégrés (non cumulable avec les 2 départs anti-panique intégrés pour les modèles en présentation A).
- Contrôleur d'isolement pour les modèles 48Vcc (en standard pour les modèles 110Vcc et 220Vcc).
- Protection des départs divisionnaires par disjoncteur en remplacement des fusibles.
- 2 départs anti-panique internes, pour éclairage d'ambiance non permanent.
- Autonomie > 1 heure, nous consulter.
- Télécommande marche / arrêt.
- Test automatique journalier.



Raccordement du secteur :

- L'alimentation secteur doit être protégée par un disjoncteur spécifique, rapidement accessible et clairement identifié. Le calibre est défini au chapitre caractéristiques page 11.
- La tension d'alimentation doit correspondre à celle de la Source Centrale (230 Vca mono ou 400 Vca tri selon modèle).
- Déterminer la section des câbles en tenant compte des longueurs et du courant.
- Les câbles utilisés doivent être conformes aux normes en vigueur (NF C 15-100).
- Isoler l'alimentation secteur en ouvrant le disjoncteur.
- Raccorder le câble secteur sur les fusibles d'entrée **FS** pour les modèles monophasés 230Vca, ou sur le disjoncteur **DJS** pour les modèles triphasés 400Vca.
- **Raccorder impérativement le circuit de terre sur la borne de terre.**
- Pour une alimentation triphasée, il est impératif de respecter l'ordre des phases.

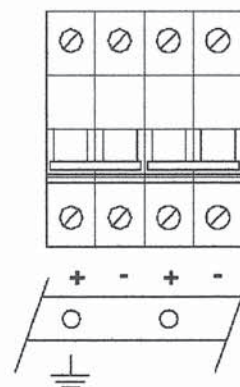


Raccordement des départs divisionnaires :

- Déterminer la section des câbles en tenant compte des longueurs et du courant.
- Les câbles utilisés doivent être conformes au Règlement de Sécurité (câble CR1).
- Raccorder les câbles sur les départs divisionnaires **FU1** à **FUn** en respectant les polarités +/-.
- **Raccorder impérativement les circuits de terre sur la barrette de terre.**

Départs divisionnaires

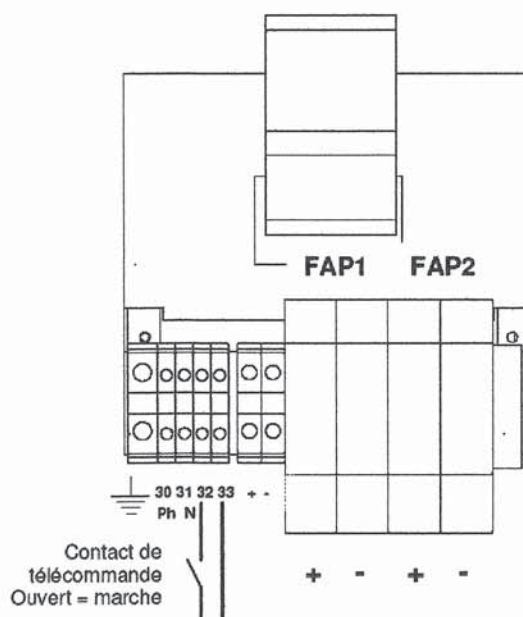
FU1 FU2 etc.



Raccordement de l'option anti-panique interne :

- Déterminer la section des câbles en tenant compte des longueurs et du courant.
- Les câbles utilisés doivent être conformes au Règlement de Sécurité (câble CR1).
- Raccorder les câbles sur les départs divisionnaires **FAP1** et **FAP2** en respectant les polarités +/-.
- **Raccorder impérativement les circuits de terre sur la barrette de terre.**
- Raccorder le secteur 230Vca de la zone sur les bornes 30 / 31 (détection).
- Raccorder éventuellement sur les bornes 32 / 33, à la place du strap, le contact de télécommande (contact 230Vca 5A – AC1).
- **Intensité maximale pour les 2 départs :**
 - 8A en 48 et 110Vcc
 - 4A en 220Vcc

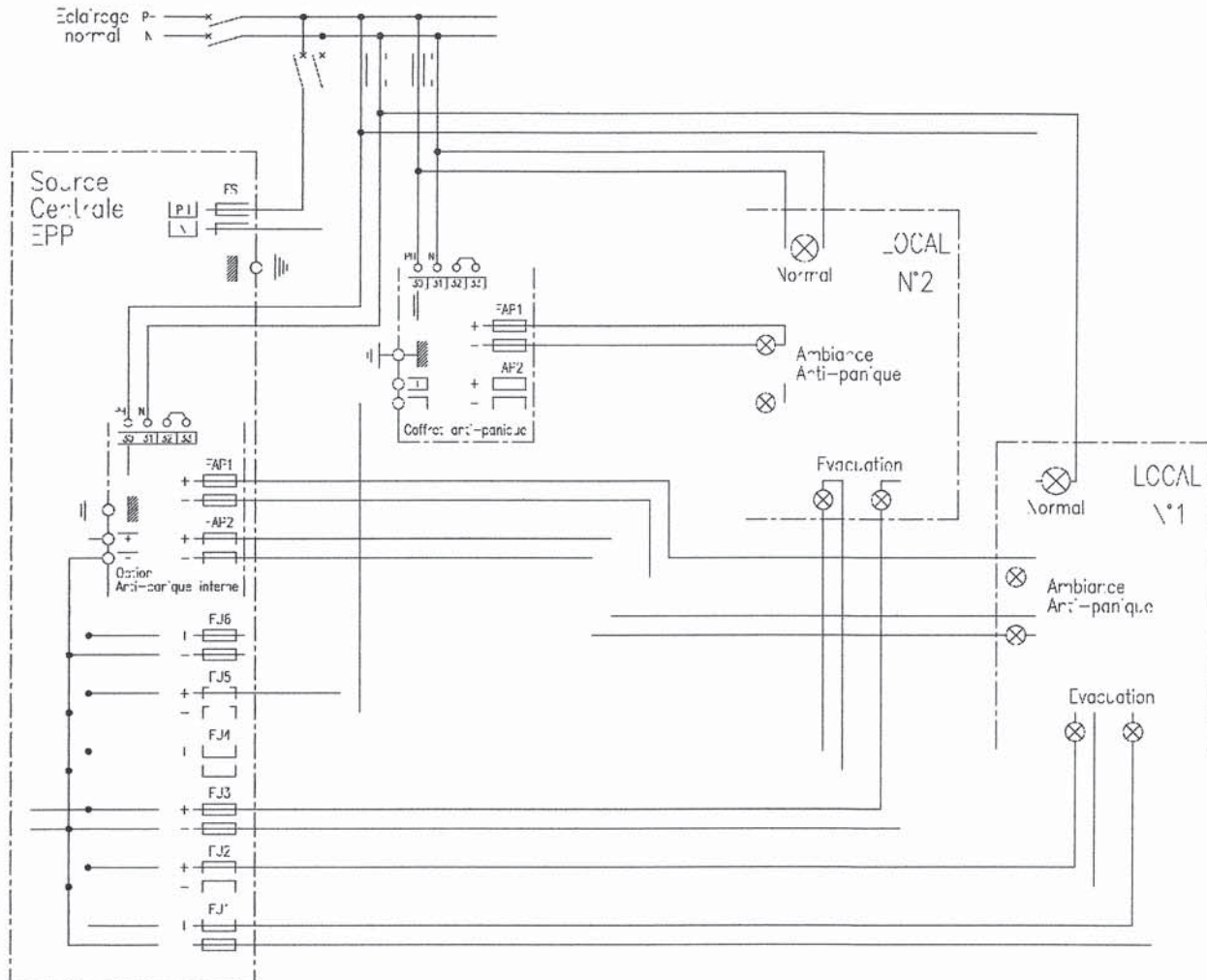
Option anti-panique interne



RACCORDEMENT

Exemple de configuration avec anti-panique :

- 2 salles avec :
 - 2 départs d'évacuation → départs permanents
 - 2 départs d'ambiance ou d'anti-panique → départs non permanents avec détection sélective pour chaque salle



Raccordement d'un Coffret divisionnaire anti-panique :

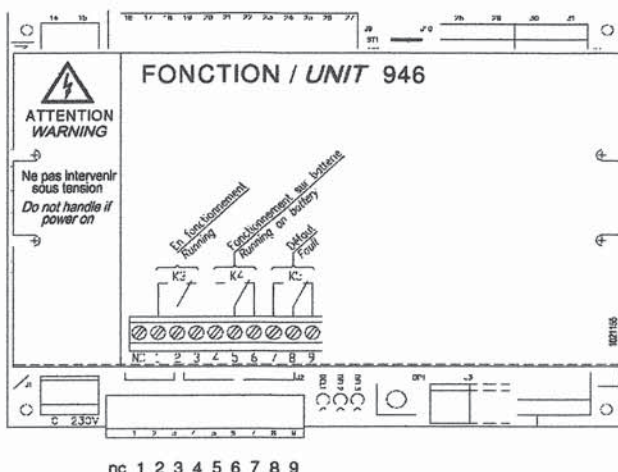
- Se reporter à la notice spécifique livrée avec le coffret.

ATTENTION :

- Le coffret anti-panique doit être installé à moins d'un mètre de la Source Centrale.
- Le câble utilisé doit être conforme au Règlement de Sécurité (câble CR1).
- Les fusibles du départ de la Source Centrale sur lequel est raccordé le coffret anti-panique doivent être remplacés par des cartouches de neutre.

Raccordement des reports d'alarme :

- Directement sur la carte 946 pour les modèles en présentation A.
- Sur le bornier d'alarmes pour les autres.
 - **En fonctionnement** : bornes 1/2/3 (1-2 fermé)
 - **Fonctionnement sur batterie** : bornes 4/5/6 (4-5 fermé)
 - **Défaut** : bornes 7/8/9 (8-9 fermé)



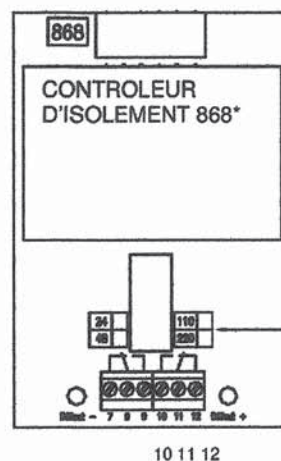
Raccordement du report d'alarme du contrôleur d'isolement* :

- Directement sur la carte 868 pour les modèles en présentation A.
- Sur le bornier d'alarmes pour les autres.
 - **Défaut d'isolement** : bornes 10/11/12 (10-11 fermé)

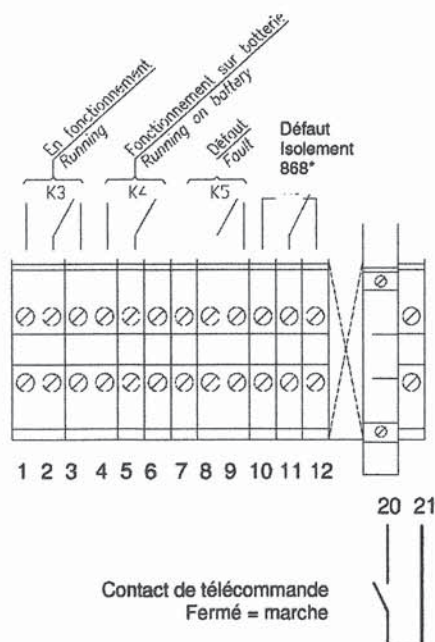
* en option sur les Sources Centrales 48Vcc, en standard sur les Sources Centrales 110Vcc et 220Vcc.

Remarques :

Ce contact permet un report spécifique du défaut d'isolement conformément au Règlement de Sécurité. Cette information est par ailleurs englobée dans le contact défaut de la carte 946 ci-dessus.



Bornier d'alarmes



Raccordement de l'option télécommande marche /arrêt :

- Enlever le strap entre les bornes 20 / 21.
- Raccorder le contact de télécommande sur les bornes 20 / 21 (contact 230Vca 5A – AC1).

Contact de télécommande
Fermé = marche

FONCTIONNEMENT

Les Sources Centrales **EPP** sont constituées des fonctions suivantes :

- Un transformateur abaisseur de tension et séparateur de circuit.
- Une fonction chargeur permettant :
 - La régulation de la tension en floating
 - La limitation du courant de charge
- Une fonction de surveillance **946** permettant :
 - La gestion du système
 - Les reports d'alarme
- Une fonction signalisation **947** comportant :
 - L'afficheur numérique pour l'indication de la tension continue U_{dc} , du courant débité I_{dc} et des codes d'événement E - -
 - Les voyants et les commandes
- Une batterie d'accumulateurs au plomb à recombinaison de gaz dite "sans entretien".
- Un Dispositif de Limitation de Décharge de la batterie (**CB**).
- Un dispositif de protection de la batterie contre les surtensions (**CS ou K1**).

Secteur présent, le chargeur fournit l'énergie et charge la batterie d'accumulateurs.

Secteur absent, la batterie d'accumulateurs fournit l'énergie.

En fonctionnement, trois voyants et trois contacts secs informent l'utilisateur de l'état de la Source Centrale :

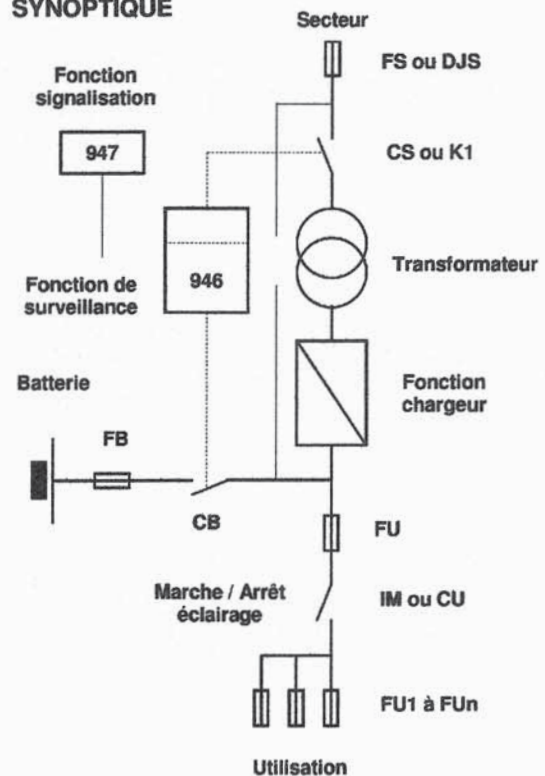
Voyants :

- **fonctionnement normal** → La tension de sortie provient de la source normale (secteur)
- **fonctionnement sur batterie** → La tension de sortie provient de la source de sécurité (batterie)
- **défaut** → Synthèse défaut

Contacts secs :

- K3 en fonctionnement** → Les systèmes de la Source Centrale EPP fonctionnent
- K4 fonctionnement sur batterie** → La tension de sortie provient de la source de sécurité (batterie)
- K5 défaut** → Synthèse défaut

SYNOPTIQUE



Voyants - ● éclairé - ○ éteint * clignotant	Reports K3	K4	K5	Fonctionnement	Etat
● fonctionnement normal ○ ○				<ul style="list-style-type: none"> ▪ Secteur présent ▪ Chargeur en fonctionnement 	▪ Normal
○ ● fonctionnement sur batterie ○				<ul style="list-style-type: none"> ▪ Secteur absent ▪ Fonctionnement sur batterie 	▪ Autonomie
○ * fonctionnement sur batterie ○				<ul style="list-style-type: none"> ▪ Secteur absent ▪ Fonctionnement sur batterie 	▪ Fin d'autonomie proche
○ ○ ○				<ul style="list-style-type: none"> ▪ Secteur absent ▪ Tension de sortie absente 	▪ Fin d'autonomie
● fonctionnement normal ○ * défaut				<ul style="list-style-type: none"> ▪ Secteur présent (retour) ▪ Chargeur en fonctionnement 	▪ Batterie ayant subi une décharge complète
* fonctionnement normal ● fonctionnement sur batterie ○				<ul style="list-style-type: none"> ▪ Secteur présent ▪ Fonctionnement sur batterie 	▪ Test batterie en cours

CARACTERISTIQUES

Référence	Secteur			Utilisation			Chargeur		Batterie Capacité C (Ah)
	Ualim (Vca)	Puissance (VA)	Disj. Amont (A courbe D)	Un (Vcc)	Puissance Pn (W)	In (A)	Uch (Vcc)	Ich (A)	
EPP 48 - 200 - A	230 monophasé	490	3	48	200	4,2	54	5	10
EPP 48 - 300 - A		800	6		300	6,3		8	14
EPP 48 - 400 - A		1000	6		400	8,3		10	17
EPP 48 - 580 - A		1350	16		580	12,1		15	24
EPP 48 - 850 - A		2200	20		850	17,7		25	38
EPP 48 - 1160 - A		2650	20		1160	24,2		30	48
EPP 48 - 1700 - A		3340	25		1700	35,4		40	60
EPP 48 - 2100 - A		4200	32		2100	43,8		50	76
EPP 48 - 2500 - A		5100	40		2500	52,1		60	90
EPP 110 - 700 - A	230 monophasé	1830	20	110	700	6,4	121,5	8	14
EPP 110 - 900 - A		2200	25		900	8,3		10	17
EPP 110 - 1300 - A		2700	25		1300	11,8		15	24
EPP 110 - 2300 - A		4600	40		2300	20,9		25	38
EPP 110 - 3300 - A		6400	50		3300	30,0		35	50
EPP 110 - 3700 - A		7800	63		3700	33,6		40	60
EPP 110 - 4700 - A		9300	80		4700	42,7		50	76
EPP 110 - 5700 - A		11100	80		5700	51,8		60	90
EPP 220 - 700 - A	230 monophasé	1900	20	220	700	3,2	243	4	7
EPP 220 - 1400 - A		2900	25		1400	6,4		8	14
EPP 220 - 2000 - A		4200	32		2000	9,1		12	24
EPP 220 - 3000 - A		6600	50		3000	13,6		18	24
EPP 220 - 4600 - A		9200	80		4600	20,9		25	38
EPP 220 - 6600 - A		11050	25		6600	30,0		35	50
EPP 220 - 7500 - A	400 triphasé sans neutre	13200	32		7500	34,1		40	60
EPP 220 - 9500 - A		16500	40		9500	43,2		50	76

Alimentation secteur :

- Plage de la tension : -10%, +6%
- Fréquence : 47 à 63Hz
- Rendement : > 85%

Utilisation :

- Plage de la tension : varie de Uch secteur présent à 80% Uch en fin de décharge batterie
- Régulation : ± 1% toutes variations cumulées (secteur présent et batterie chargée)
- Ondulation résiduelle : < 3% RMS (secteur présent)
- Service : Permanent

Batterie d'accumulateurs :

- Type : Plomb étanche à recombinaison de gaz dite "sans entretien"
- Courant de charge : C/10
- Autonomie : 1heure minimum en condition normale d'utilisation 20°C

Surveillance de la tension continue :

- Défaut chargeur tension haute : 105% Uch coupure du chargeur
- Défaut chargeur tension basse : 94% Uch effectif après 8 heures de présence secteur
- Autonomie restante 10 minutes env. : 84% Uch effectif secteur absent
- Limitation de la décharge batterie : 80% Uch coupure de la batterie

Protection :

- Classe de protection mécanique : IP20
- Résistance d'isolement : ≥ 1 MΩ (entrée/masse ; sortie/masse)
- Tenue diélectrique entrée/masse : ≥ 1500Vca / 1min pour modèles avec Ualim 230Vca monophasé
≥ 2000Vca / 1min pour modèles avec Ualim 400Vca triphasé
- Tenue diélectrique sortie/masse : ≥ 500Vcc / 1min pour modèles 48Vcc
≥ 1000Vcc / 1min pour modèles 110Vcc
≥ 1500Vcc / 1min pour modèles 220Vcc

Environnement :

- Température de stockage : -5°C à +45°C
- Température de fonctionnement : 0 à +40°C
- Température assignée : 20°C ±5°C avec des transitoires de ±15°C limités à une journée pour préserver les caractéristiques et la durée de vie de la batterie.
- Humidité relative : 85% à 20°C
- Altitude : 0 - 2000 m
- Dissipation calorifique : 15% Pn

Report d'alarme :

- Contact inverseur : 5A - 250Vca - AC1

Normes :

- NF C 71 815 / EN 50 171 : 09 / 2001

Directives :

- CEM 89/336/CEE
- DBT 93/68/CEE