

# DOSSIERS ANNEXES

## PARTIE A

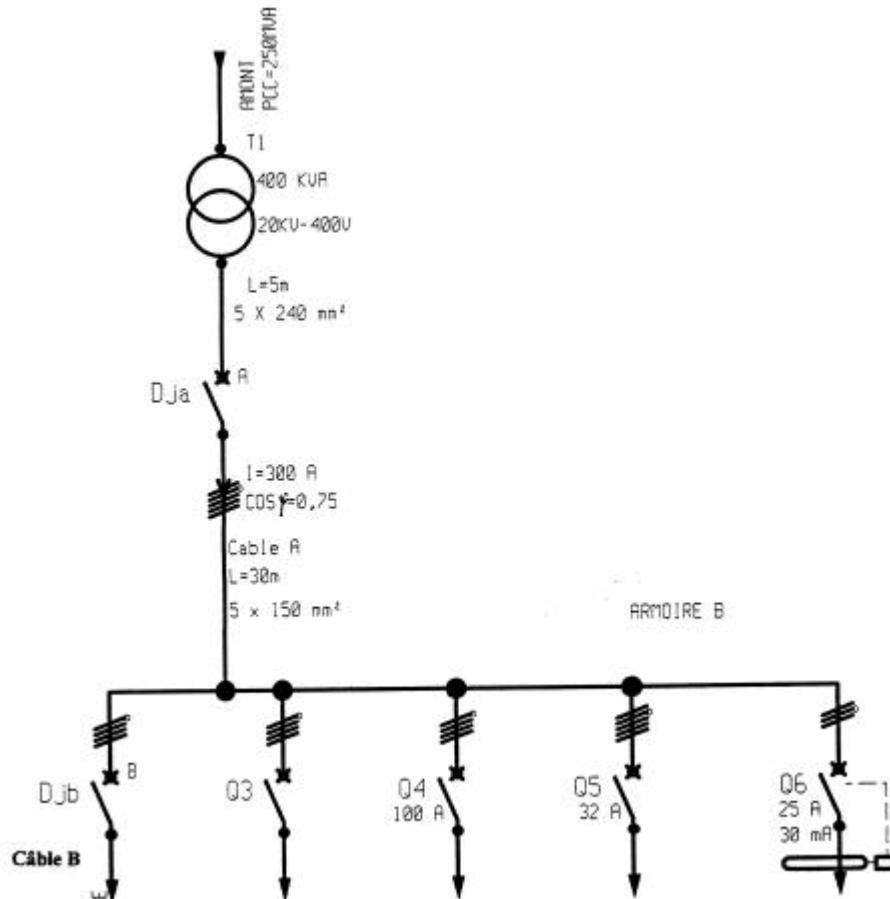
A1	<b>Schéma d'alimentation</b>
A2	<b>Circuit puissance moteur de la presse à granulés</b>
A3	<i>Présentation des disjoncteurs Compact (document Merlin Gérin)</i>
A4	<i>Caractéristiques des disjoncteurs Compact (document Merlin Gérin)</i>
A5 et A6	<i>Caractéristiques des déclencheurs pour disjoncteurs Compact (document Merlin Gérin)</i>
A7	<i>Section des conducteurs de phase (document Merlin Gérin)</i>
A8	<i>Détermination de la section minimale (document Merlin Gérin)</i>
A9	<i>Courbes de déclenchement des déclencheurs électroniques (document Merlin Gérin)</i>
A10 et A11	<i>Caractéristiques des contacteurs LC1 (document Télémécanique Schneider)</i>
A12	<b>Constitution interne du broyeur</b>
A13	<i>Généralités sur les démarreurs progressifs Altistart (document Télémécanique Schneider)</i>
A14	<i>Caractéristiques des moteurs asynchrones LS56L à LS315MT (document Leroy Somer)</i>
A15 à A20	<i>Caractéristiques des démarreurs progressifs Altistart 46 (document Télémécanique Schneider)</i>
A21	<b>Schéma synoptique de l'alimentation du broyeur</b>
A22	<b>Réponse à l'échelon en boucle ouverte</b>

## PARTIE B

B1	<b>Schéma mécanique d'ensemble du palettiseur</b>
B2.1	<i>Caractéristique des moteurs asynchrone LS 53L à LS 160M (document Leroy Somer)</i>
B2.2.	<i>Choix des résistances de freinages (document Leroy Somer)</i>
B3 à B6	<b>Extraits de normes EN 415-4</b>
B7 à B23	<b>Dispositif électrosensible (document Leuze)</b>
B24	<b>Photographie du palettiseur</b>
B.25	<b>Plan d'ensemble du palettiseur</b>

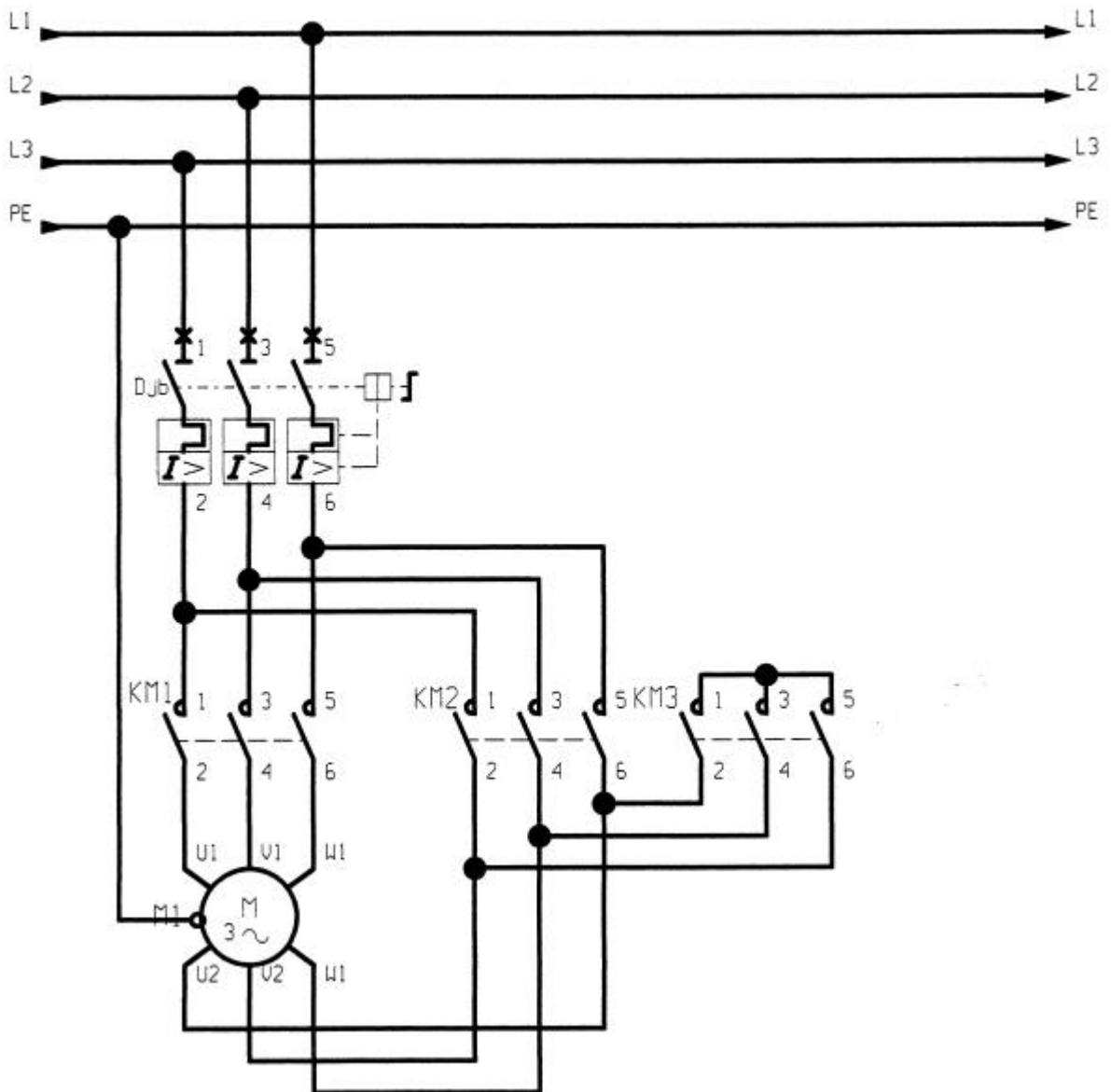
**Les documents inscrits en italique ne figurent pas dans ce compte rendu de jury.**

## Annexe A.1

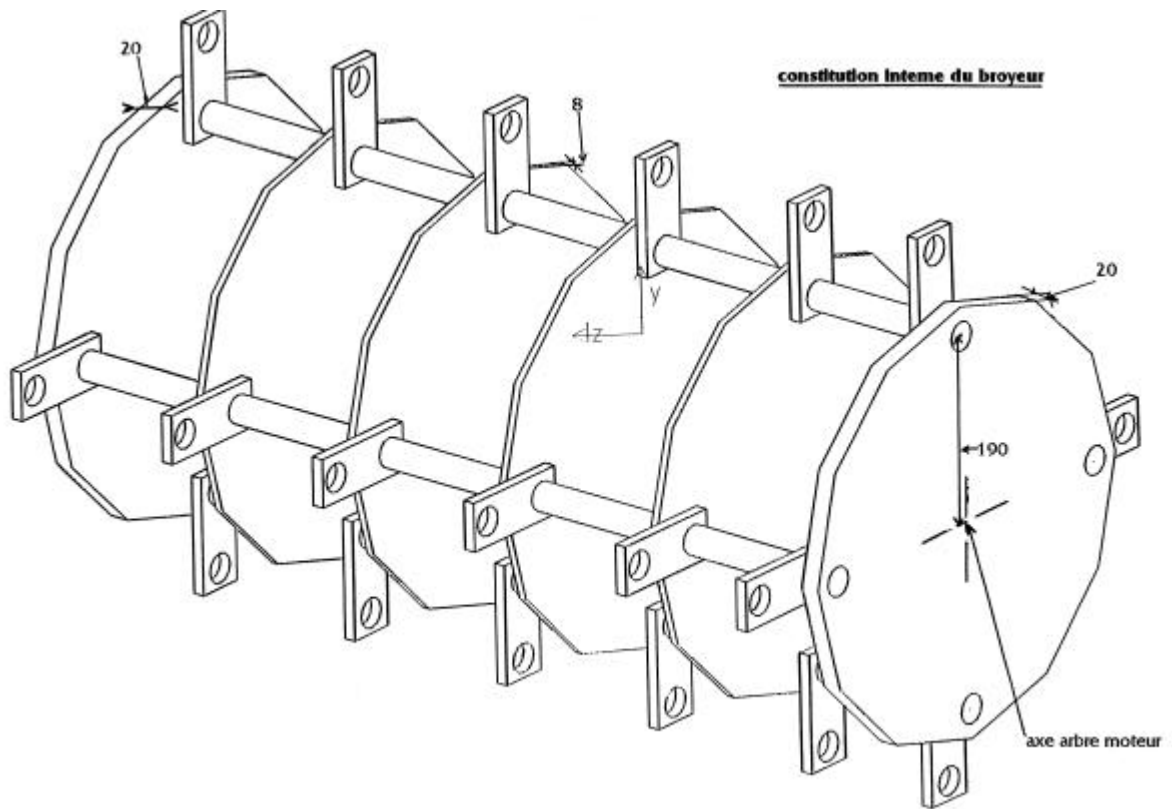


DESIGNATION	PRESSE 1	PRESSE 2	MOTEUR BROYEUR	ARMOIRE 3	ECLAIRAGE PC
PUISSANCE	75 kW	75 kW	55 kW	20 kW	7 KVA
LONGUEUR	50 m	40 m	25 m	15 m	15 m
SECTION			4 x 35 mm <sup>2</sup>	5 x 4 mm <sup>2</sup>	3 G 2,5
NATURE	R2V-Cu	R2V-Cu	R2V-Cu	R2V-Cu	R2V-Cu

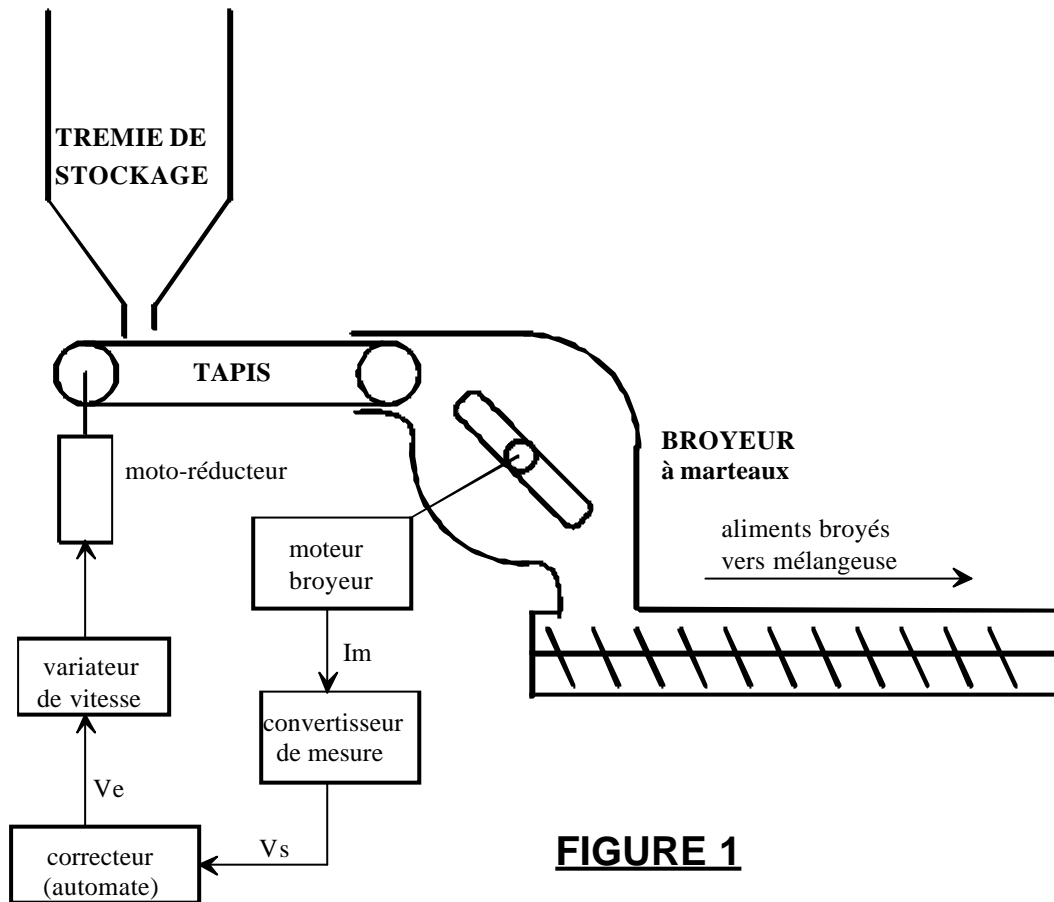
## Annexe A.2



## Annexe A.12

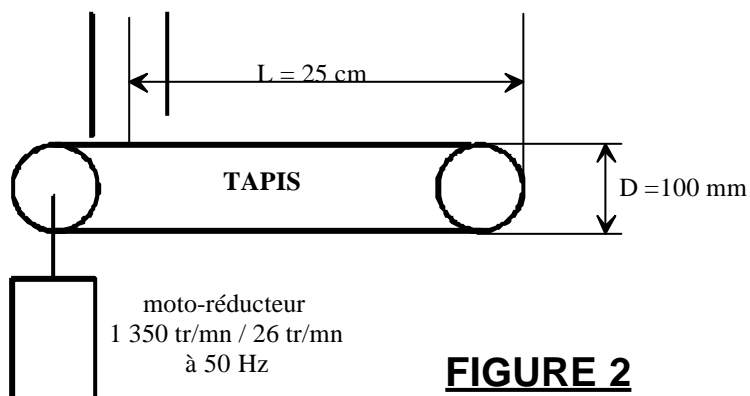


# ANNEXE A 21



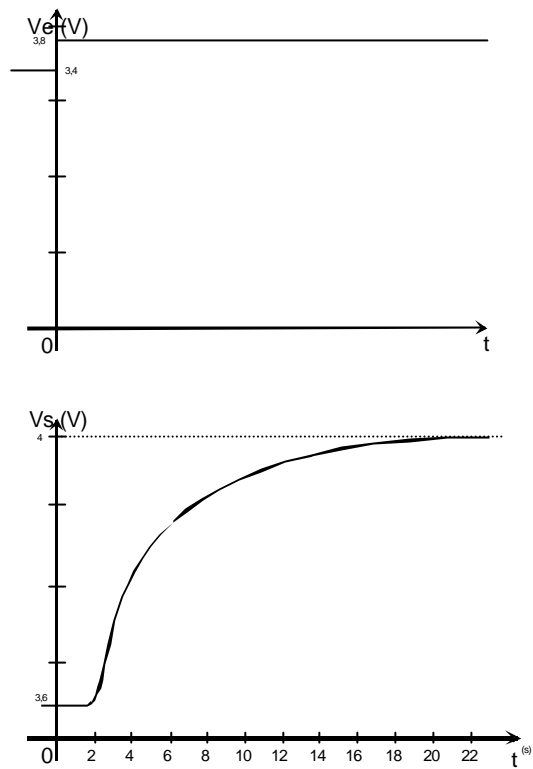
**FIGURE 1**

**SCHEMA SYNOPTIQUE DE L'ALIMENTATION DU BROYEUR**



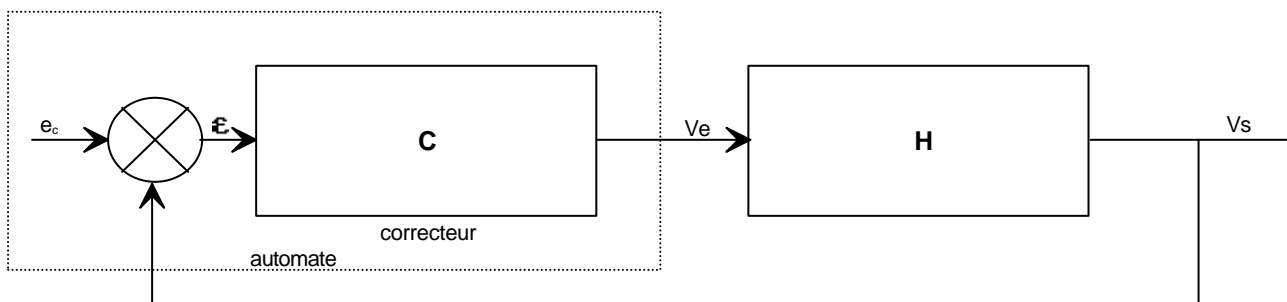
**FIGURE 2**

## Annexe A.22



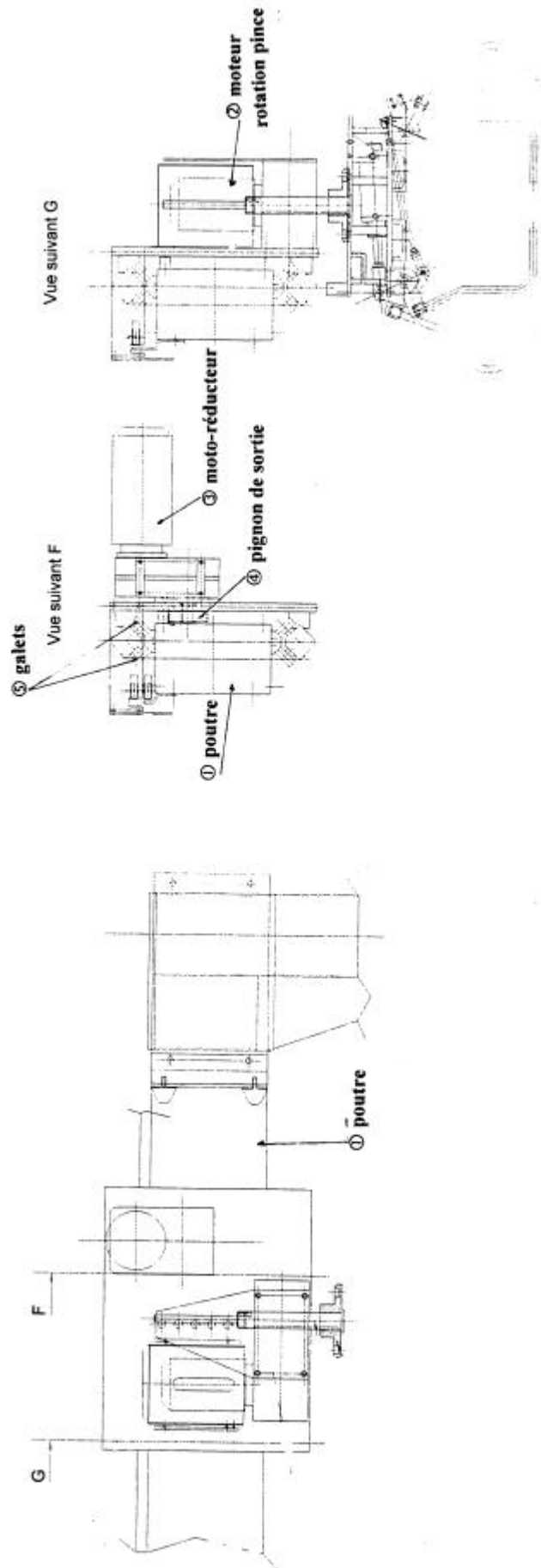
REPONSE A L'ECHELON EN BOUCLE OUVERTE

**FIGURE 3**



**FIGURE 4**

# Annexe B.1



## Annexe B.3

Nota : Dans cet extrait de norme , seules les figures et tableaux relatifs à la norme des palettiseurs ont été conservé d'où l'absence des figures 7,... 18,19 ...21 ; des tableaux 2, 3, 5.

EN 415-4:1997

4.2.4 Les risques mécaniques existent pour chaque type de palettiseur, dépalettiseur et empileur/dépilleur de palettes nues. La localisation de chaque type de phénomène dangereux est indiquée aux figures 19 à 21 et dans les tableaux suivants :

- tableau 1 pour les palettiseurs

- tableau 2 pour les dépalettiseurs

- tableau 3 pour les empileurs/dépilleurs de palettes nues.

Les tableaux 1 à 3 donnent la liste des éléments constitutifs de la machine où des risques mécaniques spécifiques sont présents et renvoient au tableau 4 dans lequel les phénomènes dangereux sont décrits. Le tableau 5 donne tes références croisées qui permettent d'établir le lien entre les phénomènes dangereux listés au tableau 4 et le paragraphe de la présente norme dans lequel les mesures de sécurité correspondantes sont données.

**Tableau 1 : Risques mécaniques pour les palettiseurs**

Palettiseur	Éléments constitutifs de la machine	Figures	Description des risques : voir N° au tableau 4
Mécanismes pour la préparation	Transporteurs d'entrée et d'espacement des charges unitaires	18 A, 18 B	1 2
	Opérations des charges unitaires	18 C	3
	Assemblage en rangées	18 D	3
	Assemblages en couches	18 E	4
	Préparation des piles	7	4
	Préparation des multipiles	9	
	Mécanismes pour les palettiseurs monoposition	Transfert de charges unitaires	4
Empilage de couches par le dessus		14, 19	5
Empilage de couches par le dessous		16, 20,	6
Assemblage des piles ou multipiles		21 9, 20,21	6
Mécanismes pour les palettiseurs multiposition	Empilage des couches par le dessus	17	5
Mécanisme pour la sortie des palettes	Transporteur de sortie/déchargement des paletées		1, 8, 9

## Annexe B.4

**Tableau 4: Description des risques mécaniques**

N°	Description des risques associés aux tableaux 1 à 3
1	Les phénomènes dangereux dus au transporteur lui-même sont listés dans le prEN 619:1991. Les phénomènes dangereux spécifiques liés aux charges unitaires et aux paletées pouvant entraîner des risques de cisaillement, d'écrasement et de choc contre une partie fixe.
2	Risques de choc, de cisaillement et d'écrasement correspondant à la charge unitaire et ses mécanismes associés
3	Risque de choc et d'écrasement
4	Risques de choc, de cisaillement et d'écrasement correspondant aux piles et multiplies et leurs mécanismes associés
5	Des risques spécifiques existent au cours de conditions normales d'exploitation voir figure 19: a) cisaillement ou sectionnement (en A) lors de l'ouverture ou de la fermeture d'un rideau (C), b) écrasement (en B) par les organes de levage (D), c) choc suite à la chute d'une charge
6	Des risques spécifiques existent au cours de conditions normales d'exploitation voir figures 20 et 21 a) écrasement en (B) par les organes de levage (D), b) choc suite à la chute d'une charge, c1) perforation ou choc par les fourches (en A) par le dessous (C) figure 20, c2) écrasement par des pinces (en A) à serrage latéral (C) figure 21.
7	Choc avec les charges qui sont éjectées ou qui tombent
8	Risques spécifiques liés à la manutention de la charge par un chariot de manutention
9	Risque, s'il existe un fonctionnement manuel, par exemple chute de la charge, chute de hauteur
10	Risque spécifique : choc dû à la chute d'une palette nue, et choc, cisaillement et écrasement dus au mécanisme.
11	Risque de choc, cisaillement et écrasement dû à la perte de stabilité des charges ou d'une partie de la machine pendant le montage ou le changement d'outils. Il peut se trouver sur toutes les machines

# Annexe B.5

EN 415-4 : 1997

## 5.2.2 Risques hydrauliques/pneumatiques

Les prescriptions des EN 982:1996 et EN 983:1996 doivent être prises en compte pour la conception des systèmes hydrauliques et pneumatiques.

## 5.2.3 Transporteurs

Pour les transporteurs, les prescriptions de sécurité du prEN 619 : 1991 doivent s'appliquer.

## 5.2.4 Protection de la (des) zones(s) dangereuses(s)

La (Les) zone(s) dangereuse(s) doit (doivent) être protégée(s) par conception ou en la (les) confinant dans l'enceinte délimitent une zone appelée zone intérieure.

Une zone intérieure est une zone de la machine qui entoure la (les) zones(s) dangereuse(s) au moyen d'une des techniques de protection suivantes ou une combinaison de celle-ci :

- protecteurs fixes (voir prEN 953 : 1992),
- protecteurs mobiles verrouillés conçus avec un système de commande de catégorie au moins égale à 1 suivant 7.2.2 du prEN 954-1 : 1992;
- dispositifs de protection électrosensibles de conception correspondant au minimum de type 2 défini au 4.1.3 du prEN 50100-1 : 1994.

La zone doit être entourée d'un dispositif de protection dont les hauteurs sont données dans le tableau 2 de l'EN 294 : 1992. Si des protecteurs sont utilisés, ils doivent permettre la visibilité (voir 7.10 du prEN 953 : 1992) à partir de la zone de travail.

Une zone intérieure peut être divisée en plusieurs sous-zones de sorte que l'accès en sécurité d'un opérateur à une sous-zone est possible pendant que la machine continue à fonctionner dans les autres sous-zones. Afin d'assurer l'accès en sécurité à une sous-zone, des dispositifs de protection doivent être fournis pour empêcher l'accès aux autres sous-zones ou pour entraîner l'arrêt des parties dangereuses de ces sous-zones.

Les paragraphes suivants illustrent l'application de ces techniques.

## 5.2.5 Apprentissage des systèmes programmables

L'apprentissage ne doit être effectué que de l'extérieur de la zone intérieure.

## 5.3 Accès du personnel

Les risques les plus importants; existent quand un opérateur pénètre dans une zone intérieure pour régler, vider, entretenir, nettoyer ou toute autre tâche manuelle faisant partie du fonctionnement. Les prescriptions suivantes sont nécessaires pour s'assurer que les risques pour l'opérateur sont minimisés.

5.3.1 L'accès des opérateurs par l'entrée ou la sortie des paletées chargées unitaires aux palettes nues, doit être protégé en utilisant une des méthodes suivantes ou une combinaison de celle-ci

- a) par conception (exemple figure A.1)
- b) par un protecteur fixe (exemple figure A.1)
- c) par un protecteur mobile avec verrouillage ou par un dispositif de protection électrosensibles (exemples figures A.2 à A.4) capable d'arrêter les mouvements de la machine en cas de passage d'une personne mais laissant passer les produits. Selon le 4.2.3 de l'EN 292-2 : 1991, de telles protections ne doivent pas facilement être outrepassées, et en particulier, doivent :
  - avoir un niveau de protection en accord avec l'appréciation du niveau de risque de la machine mais ne pas être inférieur à la catégorie 2 du prEN 954-1 : 1992
  - être installées et montées de façon à ce que leur performance ne soit pas altérée par les vibrations.

## ANNEXE B.6

Pour assurer leurs fonctions, les dispositifs de protection électrosensibles pour le passage des paletées doivent :

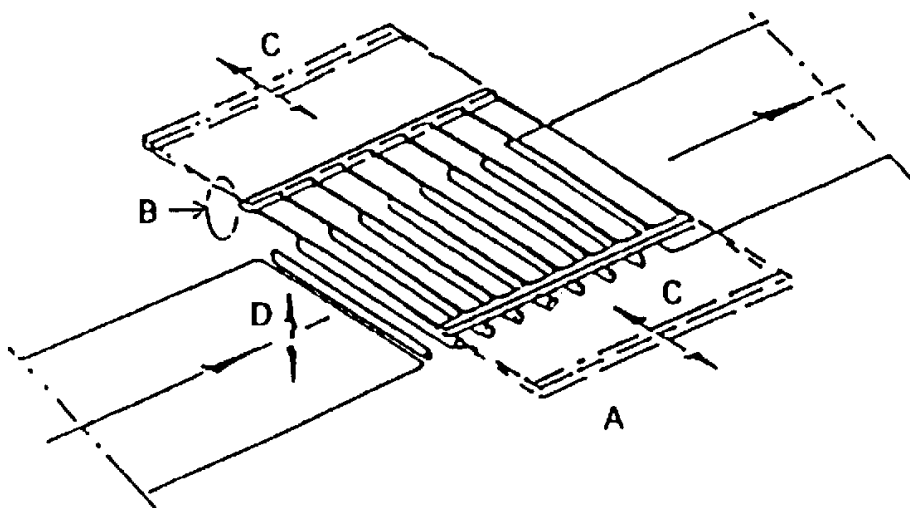
- soit directement faire la différence entre une personne et les paletées (par exemple par le volume, ou le sens de passage (voir figure A.4 pour un fonctionnement à cellule dynamique multiple) ;
- soit être inhibés lors du passage de la paletée. Le système d'inhibition doit avoir un niveau de protection minimal de catégorie 2 du prEN 954- : 1992 (voir article A.3 et figure A.51).

5.3.2 L'accès du personnel à la (les) zone(s) Intérieure(s) doit être, autant que possible, différent de l'entrée des palettes, des paletées, et des charges unitaires. Cet accès doit être équipé d'une protection verrouillée à deux états (voir 4.2.2 de l'EN 1088 : 1995) ou d'un dispositif de protection électrosensible.

5.3.3 Après un arrêt qui suit l'entrée d'une personne dans la (les) zone(s) intérieure(s), le réarmement des fonctions de sécurité pour la remise en route ne doit se faire que par une action volontaire sur un organe de commande (voir EN 1037), localisé à l'extérieur de la (des) zone(s) intérieure(s) et en un point permettant la visibilité sur la (les) zone(s) intérieure(s) mais qui ne soit pas accessible depuis la (les) zone(s) intérieure(s).

5.3.4 S'il existe une possibilité pour un opérateur de se trouver dans une zone intérieure sans que les autres opérateurs le sachent, par exemple sur des machines de grande dimension, un dispositif de verrouillage à transfert de clé (voir annexe E de l'EN 1088:1995), ou un détecteur de présence doit être prévu. À partir de la position de commande principale d'un (dé)palettiseur, l'opérateur doit être capable de s'assurer qu'aucune personne n'est exposée dans la (les) zone(s) intérieure(s).

5.3.5 Dans la (les) zone(s) intérieure(s), tous les points dangereux des dispositifs d'entraînement (engrenages, courroies, pignons, ...) qui peuvent être en mouvement et sont accessibles lors de l'entrée pour l'intervention d'un opérateur doivent être protégés par des protecteurs fixes.



- A Risque de perforation ou de choc
- B Risque d'écrasement
- C Ouverture et fermeture des fourches
- D Mouvement montée et descente de la paletée

**Figure 20 : Risques mécaniques typiques sur un palettiseur monoposition à empilage par le dessous, utilisant des fourches, la couche étant préparée au sol.**

# ANNEXE B.7

## A.2. Utilisation de dispositifs de protection électrosensibles

### A.2.1 Types et emplacement

NOTE : Fonctionnement statique : le passage devant la barrière de cellules envoie un ordre d'arrêt d'urgence, sauf lors du passage d'une paletée pendant que le système de protection est inhibé (voir A.2.2).

#### Type d'accès

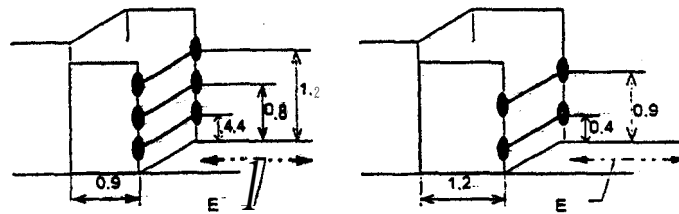
Au niveau du sol

Dispositif avec 3 cellules minimum

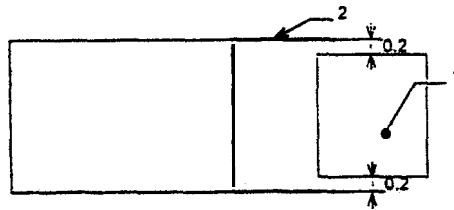
Au-dessus du transporteur

Dispositif avec 2 cellules minimum

Dimensions en mètres



E Entrée et sortie



1 Paletée

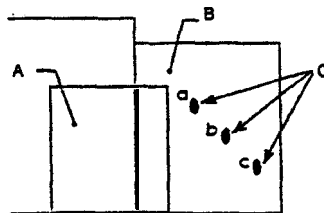
2 Dépalettiseur

Figure A.3 : Dispositif à plusieurs cellules photoélectriques

NOTE : Fonctionnement dynamique : la palette non chargée, lors de son mouvement, provoque une séquence d'interruption comme suit :

$abc; \bar{a}bc; \bar{a}\bar{b}c; \bar{a}\bar{b}\bar{c}; a\bar{b}\bar{c}; ab\bar{c}; abc$

Si la séquence n'est pas correcte, un ordre d'arrêt d'urgence est donné. Une constante de temps peut aussi être utilisée pour vérifier le temps mis par la charge pour sortir.



A Palette non chargée

B Couloir grillagé

C Cellules décalées

figure A.4 : Positionnement à cellules dynamiques

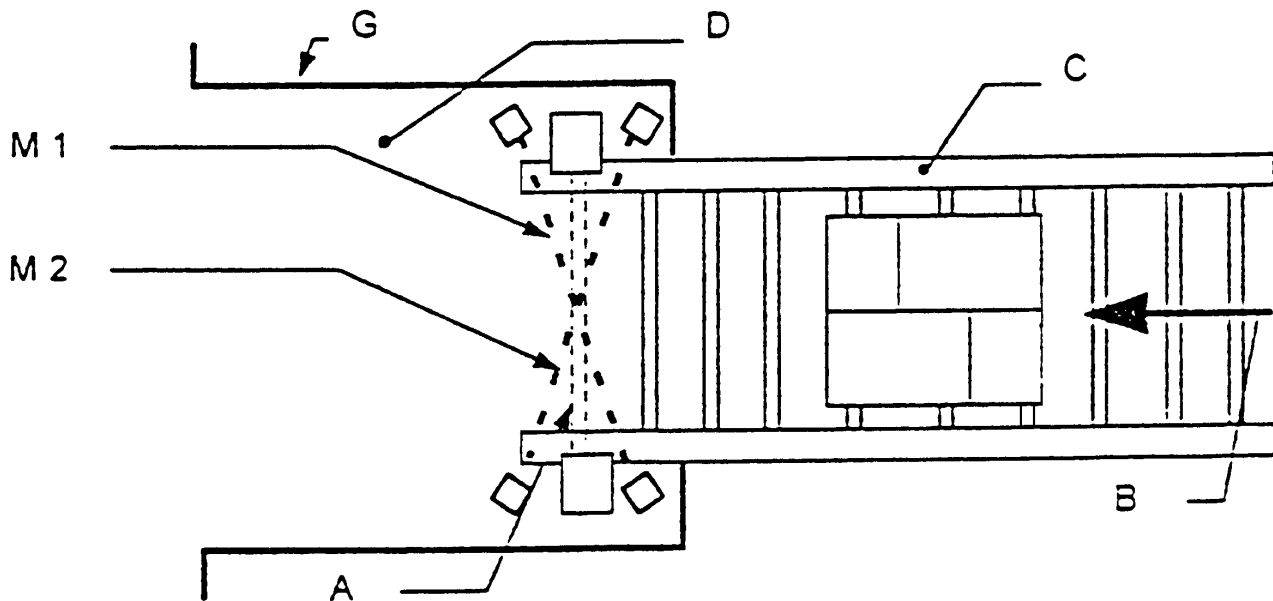
## ANNEXE B.8

EN 415-4:1997

### A.2.2 Inhibition

Certaines configurations de dispositifs de protection électrosensibles qui se situent à l'entrée et la sortie des paletées, charges unitaires et palettes nues, peuvent être inhibées lorsque les charges entrent et sortent de la machine. Un exemple de configuration d'inhibition est illustré à la figure A.5. Les fonctions d'inhibition doivent être en accord avec le prEN 954 - 1 : 1992. Le système de commande et le dispositif employé pour inhiber doivent avoir la même catégorie et le même type respectivement que ceux spécifiés pour le dispositif de protection électrosensible associé. L'inhibition manuelle ou court-circuitage des fonctions de sécurité pour ce cas n'est pas permis. En plus des prescriptions données dans le prEN 954 - 1 : 1992, les conditions suivantes pour l'inhibition des dispositifs de protection électrosensibles doivent être respectées :

- l'inhibition ne doit se produire qu'à un moment du cycle de fonctionnement où la sécurité est obtenue par d'autres moyens, par exemple lorsque la palette chargée bloque l'accès à la zone dangereuse ;
- l'inhibition devrait être totalement automatique, par exemple indépendante de l'intervention des opérateurs ;
- le lancement de l'inhibition ne doit pas dépendre d'un seul signal électrique ;
- le lancement de l'inhibition ne doit pas dépendre entièrement de signaux venant d'un logiciel ;
- les signaux d'inhibition, qui apparaissent dans une séquence incorrecte, doivent soit ne pas permettre une condition inhibée, soit entraîner l'arrêt de la machine ;
- la fonction de sécurité des dispositifs de protection électrosensibles doit être réinstallée immédiatement après le passage d'un composant reconnu dans le champ de détection ;
- dans le cas de blocage d'un transporteur d'entrée ou de sortie, par exemple une palette immobile dans le champ de détection du dispositif de protection électrosensible, l'inhibition sera annulée et la machine doit s'arrêter. Une commande manuelle, ne fournissant de l'énergie qu'au transporteur nécessaire, doit permettre de supprimer le blocage. Le redémarrage de la machine ne doit être possible que par une action volontaire une fois que la condition de sécurité est atteinte.



- A dispositif de protection électrosensible principal
- B Sens du mouvement de la palette.
- C transporteur de palette
- D zone dangereuse
- G protecteurs
- M1 et M2 barrières d'inhibition

Figure A.5 : Positionnement des barrières d'inhibition sur un (dé)palettiseur

## ANNEXE B.9

### Catégories de systèmes de commande selon prEN 954-1

Sécurité des machines. Parties des systèmes de commande relatives à la sécurité.  
Principes généraux de conception

1

#### Catégories des parties de système de commande relatives à la sécurité

L'objectif clé du concepteur est de garantir que les défauts des parties d'un système de commande relatives à la sécurité, ou les perturbations extérieures, ne peuvent pas conduire à une situation dangereuse sur la machine.

Le tableau synthétique ci-dessous permet de déterminer la catégorie de systèmes de commande de (d'une protection choisie en fonction du niveau de risque estimé.

Catégories de systèmes de commande relatives à la sécurité	Exigences du système de commande	Comportement du système de commande en cas de défaut
B	Contrôle correspondant aux règles de l'art en la matière	Perte possible de la fonction de sécurité
1	Utilisation de constituants et principes éprouvés	Plus de fiabilité, mais perte possible la fonction de sécurité
2	Test par intervalle (périodicité à définir selon application)	Défaut détecté à chaque test
3	Un défaut unique ne doit pas mener à la perte de la fonction de sécurité. Ce défaut doit être détecté, si cela est raisonnablement faisable	Fonction de sécurité garantie sauf en cas d'accumulation de défauts
4	Un défaut unique ne doit pas mener à la perte de la fonction de sécurité. Ce défaut doit être détecté au, ou avant le, prochain appel à la fonction de sécurité. Une accumulation de défauts ne doit pas mener à la perte de la fonction de sécurité	

Plus la réduction du risque à fournir par les parties d'un système de commande relatives à la sécurité est grande, plus le niveau de sécurité de ces parties devra être élevé.

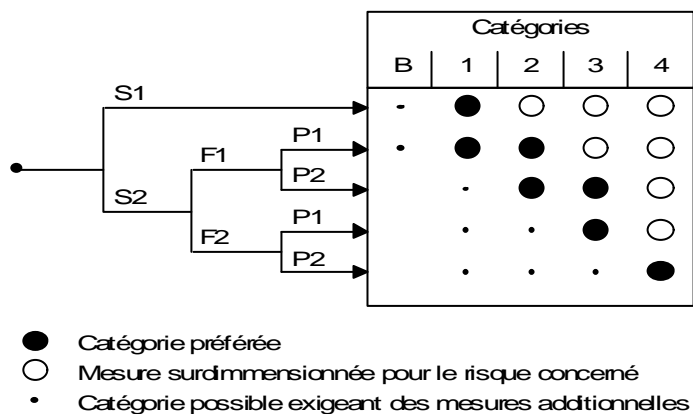
Remarques :

- L'autocontrôle est un des moyens permettant de réaliser un système de commande de catégorie 2.
- La redondance est un des moyens permettant de réaliser un système de commande de catégorie 3.
- L'association de la redondance et de l'autocontrôle est un des moyens permettant de réaliser un système de commande de catégorie 4
- La redondance et l'autocontrôle sont explicités en détail page 1/16.

#### Tableau des risques avec l'exigence de la classe de sécurité (Tableau figurant en annexe de la norme prEN 954-1)

Démarche pratique permettant de définir les niveaux de risque d'une machine en fonction des facteurs préalablement estimés : S, F, P.

S	Résultat de l'accident
S1	Lésion légère
S2	Lésion sérieuse et irréversible ou mort d'une personne
F	Présence dans la zone-dangereuse
F1	Rare à assez fréquente
F2	Souvent à permanente
P	Possibilité de prévention de l'accident
P1	Possibilité dans certaines circonstances
P2	Presque impossible



## ANNEXE B.10

### 1 Généralités

#### 1.1 Mission du boîtier d'inhibition de sécurité

Lors de la mise en sécurité de zones dangereuses à l'aide de cellules photoélectriques de sécurité, toute pénétration dans la zone dangereuse doit conduire à une interruption du processus. Si le processus nécessite l'entrée ou la sortie d'une charge, un dispositif adapté devra inhiber la cellule photoélectrique pendant le passage de cette charge.

L'inhibition ou "Muting" (de l'anglais mute : muet) - doit répondre aux mêmes exigences en matière de sécurité que la cellule photoélectrique elle-même. Le boîtier d'inhibition de sécurité SMC 33 répond à ces exigences et possède les caractéristiques suivantes:

- ♦ Liaison sans problème à la commande de la machine permettant un déroulement automatique et simple du processus
- ♦ Protection optimale contre des manipulations indésirables par des moyens simples
- ♦ Répond aux exigences de sécurité des règlements nationaux et internationaux avec vérification du modèle type CE
- ♦ Achèvement fiable d'une phase d'inhibition du dispositif de sécurité grâce à un test cyclique du fonctionnement
- ♦ Très haute sécurité de fonctionnement grâce aux techniques de microcontrôleur les plus modernes

#### 1.2 Explication des symboles

Vous trouverez ci-dessous les explications concernant les symboles utilisés dans cette description technique.



Attention

*Ce symbole est placé devant les paragraphes qui doivent absolument être respectés. En cas de non respect, vous risquez de blesser des personnes ou de détériorer le matériel.*



Remarque

*Ce symbole caractérise les parties du texte contenant des informations importantes.*

*Italique*

Pour permettre de repérer les informations rapidement, les termes et mots-clés importants sont inscrits en italique dans la colonne gauche du texte

#### 1.3 Déclaration de conformité

Le boîtier d'inhibition de sécurité SMC 33 associé à l'unité de contrôle avec test TNT 33, a été testé selon le modèle de type CE par un organisme de contrôle accrédité et enregistré. Une déclaration de conformité CE selon la directive CE concernant les machines, annexe 2 C, est disponible.

Le fabricant du produit est titulaire d'un système de contrôle de la qualité certifié conforme à la norme ISO 9001.



## ANNEXE B.11¶

### 2.3 Conditions d'emploi

La commande de la machine ou de l'installation doit pouvoir être commandée électriquement. Une instruction de commutation émise par le SMC 33 provoque l'inhibition du dispositif de sécurité comprenant le TNT 33 et les cellules photoélectriques de sécurité qui y sont raccordées - ou les réseaux optiques. En ce qui concerne l'emploi du SMC 33, les règles de sécurité applicables sont celles qui sont données par les caisses professionnelles de prévoyance contre les accidents et/ou les directives CE pour les exigences de sécurité sur les machines et installations.



Attention

*Aucune intervention ou modification sur les appareils n'est autorisée en dehors de celles qui sont décrites explicitement dans ce manuel.*

## 3 Description de l'appareil et du système

### 3.1 Configuration du système

*Système de sécurité* Une sécurité de niveau 2 avec inhibition est composée de l'unité de contrôle avec test TNT 33, des cellules photoélectriques de sécurité qui y sont raccordées et du boîtier d'inhibition de sécurité SMC 33.

*Test cyclique* Une liaison directe avec câbles de test et de commande est établie depuis le TNT 33 vers le SMC 33. Le test cyclique du dispositif de protection est étendu ensuite au boîtier d'inhibition.

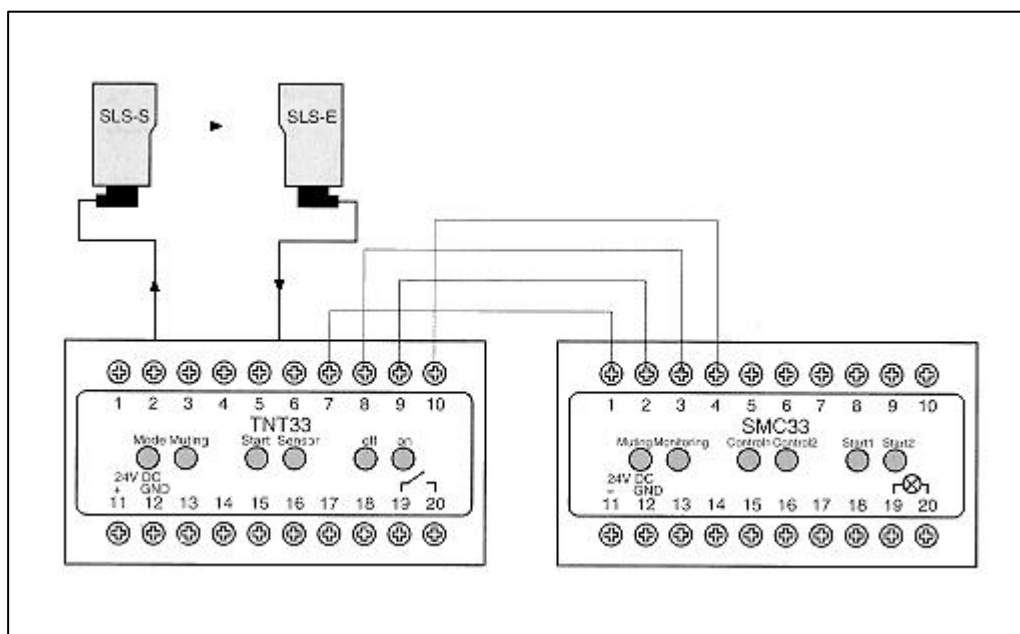


Fig. 3.1: SMC 33, constitution du système

*Connexion au TNT 33* Le câblage doit comprendre les liaisons +  $U_N$  et  $U_N$ -GND (terre), comme indiqué sur la figure 3.1.

## ANNEXE B.12

### 4 Description du fonctionnement

#### 4.1 Mode de protection avec le TNT 33

En mode de protection normal avec le TNT 33, la sécurité niveau 2 est active sans inhibition. L'allumage du témoin Monitoring indique que la lampe témoin d'inhibition est prête à fonctionner.



Fig. 4.1: . Mode de protection avec le TNT 33 - sécurité niveau 2 active sans inhibition

#### 4.2 Préparation à l'inhibition

Avant tout enclenchement de l'inhibition, un signal de préparation actif High doit être appliqué sur les entrées Control 1 (borne 14) et Control 2 (borne 16). Le signal de préparation est appliqué par exemple lors de la mise sous tension du convoyeur (sortie automate programmable ou contacteur). Control 1 et Control 2 doivent être affectés d'un signal actif High.

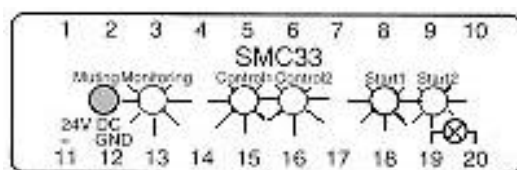


Fig. 4.2 : Préparation à l'inhibition

- ♦ Signal High sur Control 1 et Control 2 (préparation à l'inhibition)

#### 4.3 Reconnaissance de la direction

Pour des raisons de sécurité pendant les manipulations, le SMC 33 est équipé d'un système de reconnaissance de la direction. Les entrées Start 1 - Start 2 doivent être commandées dans le bon ordre. Les deux signaux doivent être appliqués en permanence pendant l'inhibition. Une interruption provoque l'arrêt du processus d'inhibition (= arrêt d'urgence). Le signal Start 1 est toujours activé en premier et désactivé en premier pendant le processus d'inhibition.

## ANNEXE B.13

### 4.4 Inhibition

*Lancement/Arrêt de l'inhibition* Après application du signal de préparation à l'inhibition, le SMC 33 envoie un signal de test vers les deux sorties Start 1 et Start 2. Par ce signal de test, le SMC 33 vérifie le bon fonctionnement des capteurs, contacts ou commandes programmables connectés avant de commencer l'inhibition.

L'inhibition est ensuite activée ou désactivée par l'intermédiaire des entrées Start 1 et Start 2 après la fin du test.

*Bottier d'inhibition de sécurité sortie/entrée de test* En mode inhibition-active, un signal actif High est envoyé au TNT 33 par la liaison "sortie boîtier d'inhibition" (borne 2), la sécurité niveau 2 est alors shuntée. Le SMC 33 est ensuite inclus dans le test cyclique de fonctionnement du TNT 33 par la liaison de test et l'entrée de test (borne 3) ; il est surveillé par le TNT 33.

### 4.5 Lampe témoin d'inhibition surveillée

Selon CEI 1496 partie 1, une ou plusieurs lampes témoin d'une intensité minimale de 200 cdlm<sup>2</sup> et sur une surface d'au moins 1 cm<sup>2</sup> doivent être employées pour indiquer Si la sécurité de niveau 2 se trouve en mode inhibition. La lampe témoin peut être raccordée directement aux bornes 19 et 20 du SMC 33.



Remarque

*La lampe témoin doit impérativement être raccordée, sinon le SMC 33 ne fonctionne pas.*

## ANNEXE B.14

### 5 Applications

Vous trouverez dans la suite différents exemples d'applications illustrant la variété des applications du SMC 33.

Remarque

*Dans tous les exemples, le sens de transport est déterminé par la position du capteur d'inhibition. La charge à transporter doit toujours passer d'abord par le capteur d'inhibition relié à Start 1. L'inversion de Start 1 et Start 2 fait d'un chargeur un déchargeur et vice-versa.*



Attention

*Les capteurs d'inhibition doivent être disposés dans la proximité immédiate de la barrière de protection. Après déclenchement des cellules photoélectriques par la matière transportée, il doit être impossible pour toute personne d'accéder au domaine dangereux.*

#### 5.1 Déclenchement de l'inhibition par cellules reflex sur réflecteur

Disposition des cellules reflex sur réflecteur comme capteurs d'inhibition. Les cellules photoélectriques doivent être équipées d'une entrée d'activation ou de test (commutation à + 24 V CC).

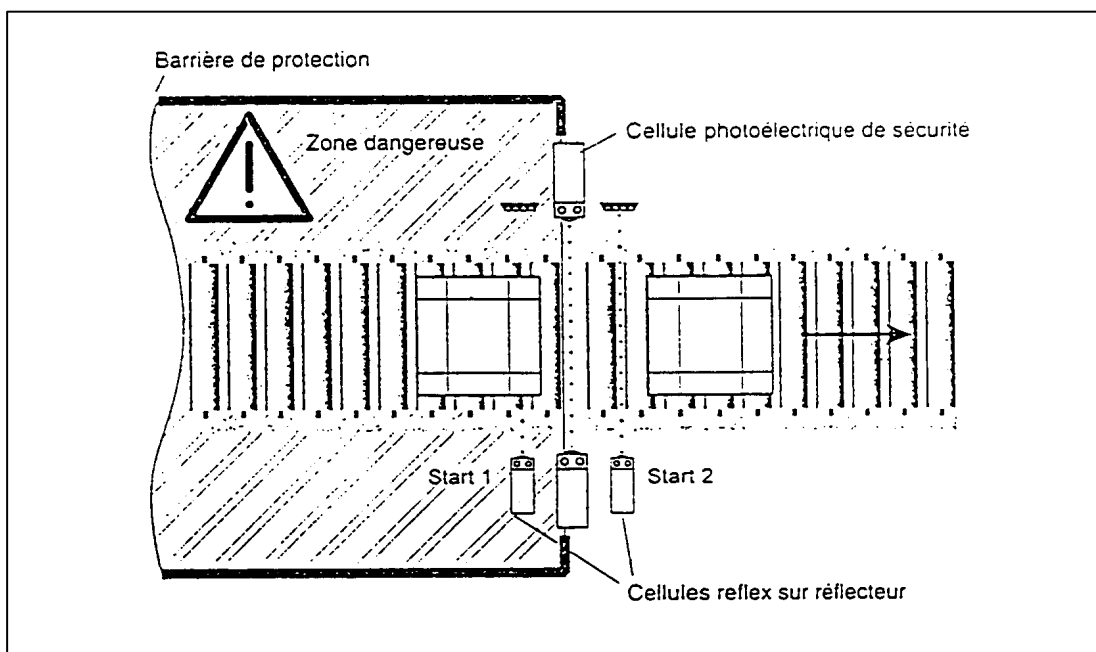


Fig. 5.1 : Dispositif de protection sur un palettiseur (chargeur) avec déclenchement de l'inhibition par l'intermédiaire de cellules reflex sur réflecteurs

## ANNEXE B.15

### 5.2 Déclenchement de l'inhibition par contacteurs

Disposition et branchement des contacteurs avec contact de fermeture et d'ouverture (ouverture forcée) conformément à EN 60 947, servant de capteur d'inhibition.

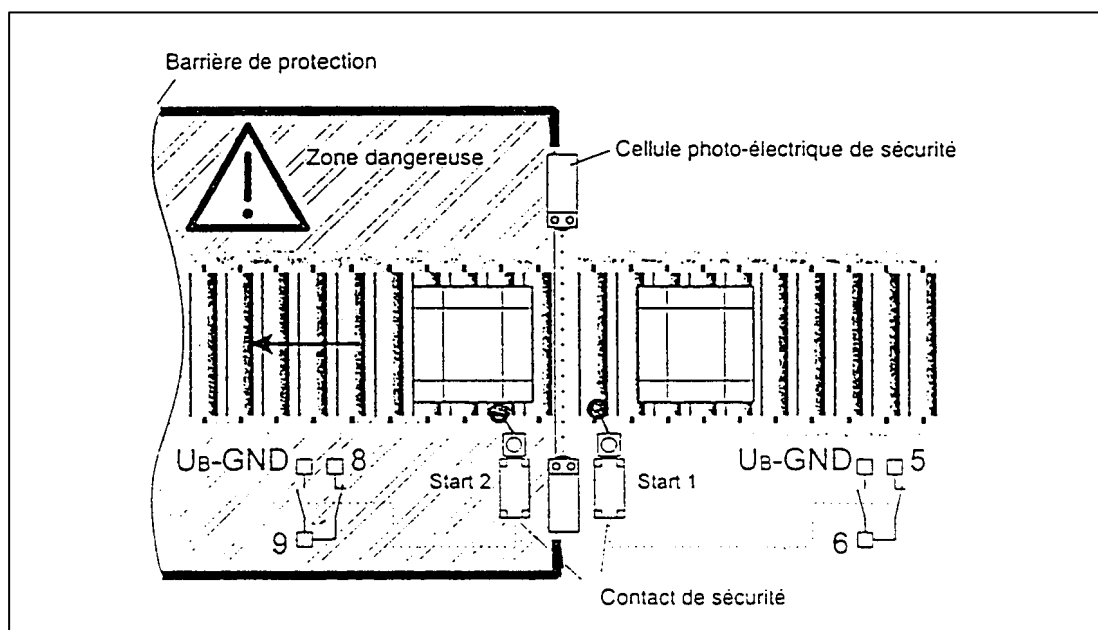


Fig. 5.2 : Dispositif de sécurité sur un palettiseur (déchargeur) avec déclenchement de l'inhibition par des disjoncteurs à ouverture forcée selon EN 60 947

### 5.3 Déclenchement de l'inhibition par signaux de PLC

Les seuls signaux pouvant être utilisés pour la préparation et le lancement de l'inhibition sont ceux d'un automate programmable (PLC). Dans l'exemple d'application représenté sur la fig. 5.3, l'activation du convoyeur 1 sert à la préparation à l'inhibition, l'inhibition est mise en marche quand le convoyeur 2 s'active, et l'activation du convoyeur 3 provoque l'arrêt de l'inhibition.

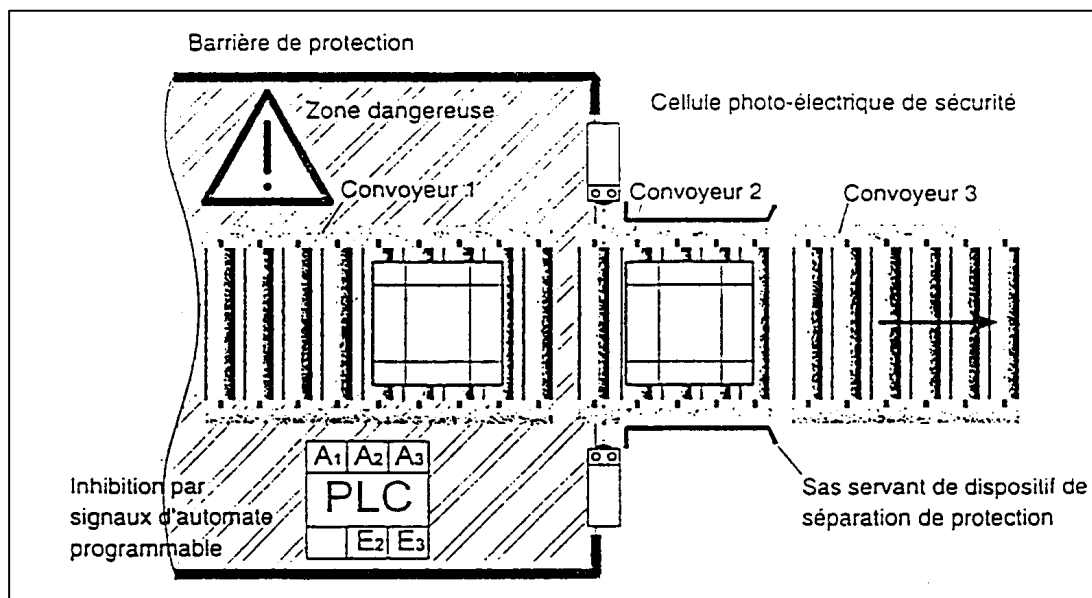


Fig. : 5.3 : Dispositif de protection sur un palettiseur (chargeur), déclenchement de l'inhibition par des signaux d'un PLC.

## ANNEXE B.16

### 5.4 L'inhibition sur des installations de transport permanent

Sur des installations de transport permanent, les signaux Control 1 et Control 2 ne peuvent pas être prélevés sur la commande du convoyeur. Par contre, ils peuvent être mis à disposition grâce à une cellule reflex sur réflecteur disposée comme indiqué sur la figure 5.5.

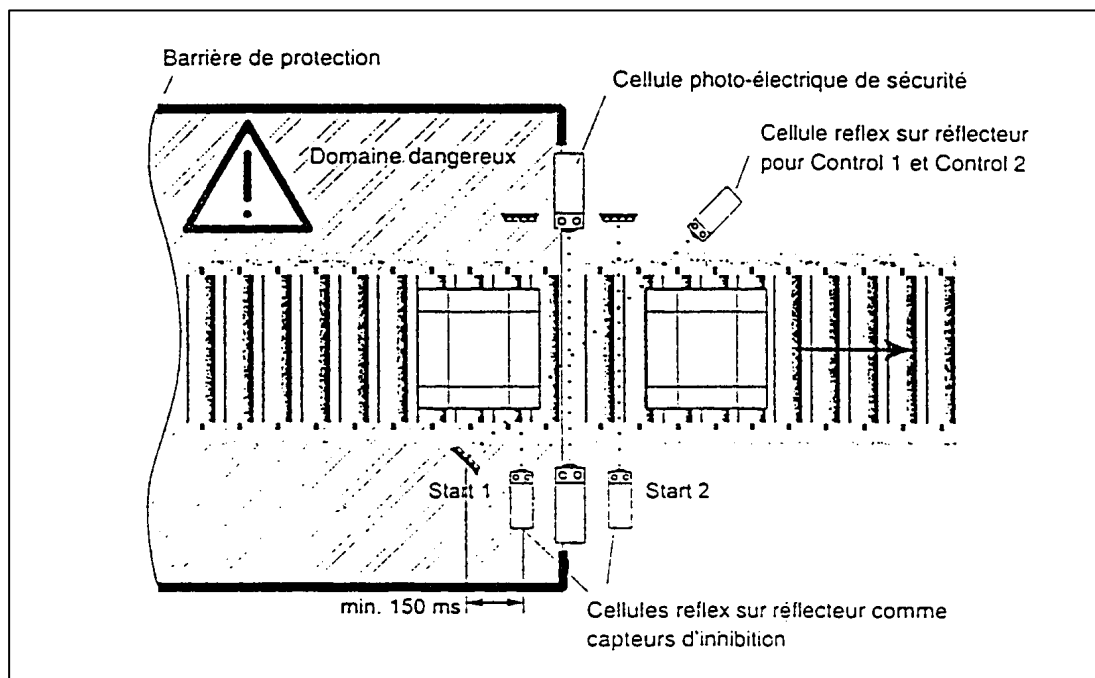


Fig. 5.5 : Dispositif de protection sur un palettiseur (chargeur) avec déclenchement de l'inhibition et mise à disposition des signaux Control à l'aide des cellules reflex sur réflecteurs sur une installation de manutention permanente



#### Remarque

*La cellule reflex sur réflecteur générant les signaux Control 1 et Control 2 doit être disposée de telle façon que, lors du passage de la palette, le signal soit présent sur le SMC 33 au moins 150 ms avant le signal d'inhibition Start 1. Les entrées Control 1 et Control 2 sont alors branchées en parallèle.*

*Entre les palettes sur le convoyeur, la cellule reflex sur réflecteur générant les signaux Control 1 et Control 2 doit déconnecter un court instant. Exception les palettes arrivent les unes après les autres, sans laisser d'espace entre elles.*

## ANNEXE B.17

### Branchement électrique

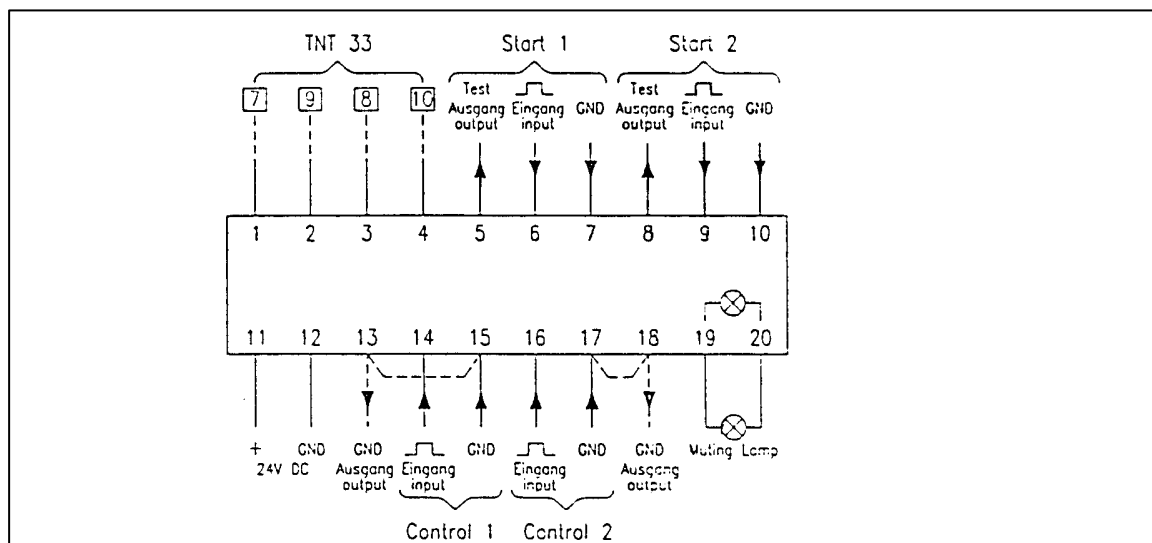


Fig. 6.1: Branchement électrique du SMC 33

## 7 Caractéristiques techniques

Tension d'alimentation UN	24V CC (+15% / -10%)
Ondulation résiduelle	$\leq 15\%$ d' $U_N$
Consommation	env. 100 mA (sans lampe témoin d'inhibition)
<b>Entrées</b>	
Entrée de test TNT 33	PNP (actif HIGH)
Préparation à l'inhibition Control 1	PNP (actif HIGH) <sup>1)</sup>
Préparation à l'inhibition Control 2	PNP (actif HIGH) <sup>1)</sup>
Entrée Start 1 (capteur d'inhibition 1)	PNP (actif HIGH) <sup>1)</sup>
Entrée Start 2 (capteur d'inhibition 2)	PNP (actif HIGH) <sup>1)</sup>
<b>Sorties</b>	
Retour du TNT 33	PNP (actif HIGH)
Sortie test Start 1	PNP (actif HIGH) <60 ms
Sortie test Stan 2	PNP (actif HIGH) 60 ms
Lampe témoin d'inhibition <sup>2)</sup>	contact à fermeture. 24 V CC, 2A max. peut être branché directement sur le SMC 33, surveillance du filament intégrée
<b>Caractéristiques mécaniques</b>	
Boîtier	polycarbonate, capot ABS / v-o gris
Connexion	borne à vis, section de branchement max. 2 x 2,5 mm <sup>2</sup> selon DIN 46 288
Fixation	fixation encliquetable sur profilé omega
Poids	200 g
<b>Caractéristiques ambiantes</b>	
Température ambiante	-20°C à +60°C
Température de stockage	-30°C à +70°C
Humidité de l'air	classe d'humidité G selon CE 68 parties 2-3
Indice de protection	IP 40 (adapté uniquement à l'emploi dans des boîtiers de distribution d'indice de protection IP 54 minimum)

<sup>1)</sup> Entrée optocoupleur libre de potentiel, courant d'entrée env. 5 mA sous 24 V CC

<sup>2)</sup> conf. à pr EN 50 100 partie I, intensité lumineuse min. 200 cd / m<sup>2</sup>, surface d'éclairage min. 1 cm<sup>2</sup>

## ANNEXE B.18

### Documentation TNT 33

## 2 Consignes de sécurité

### 2.1 Standard de sécurité

L'unité de contrôle TNT 33 a été développée dans le respect des normes de sécurité en vigueur et vérifiée selon le modèle type 0E. Le TNT 33 répond aux exigences en matière de sécurité de la catégorie 2 (test) selon prEN 954 et IEC 1496 1/2 (prEN 50100, 1ère partie).

### 2.2 Utilisation normale

Le TNT 33 est conçu comme un appareil de commutation de sécurité en combinaison avec des cellules photoélectriques de sécurité ou des réseaux optiques de la catégorie 2. Combiné à une ou plusieurs cellules photoélectriques ou réseaux optiques, il sert à la protection de secteurs et lieux dangereux.

## 3 Description de l'appareil et du système

### 3.1 Constitution du système

<i>Système de sécurité</i>	Un système de sécurité complet est composé d'un TNT 33 raccordé à des cellules photoélectriques / réseaux optiques.
<i>Arrêt d'urgence</i>	La liaison électrique avec la sortie de sécurité peut être faite directement dans le circuit de câblage d'arrêt d'urgence.
<i>Lancement</i>	Le TNT 33 peut être mis en route par un contact de travail libre de potentiel ou par la commande programmable (en cas d'égalité des potentiels).

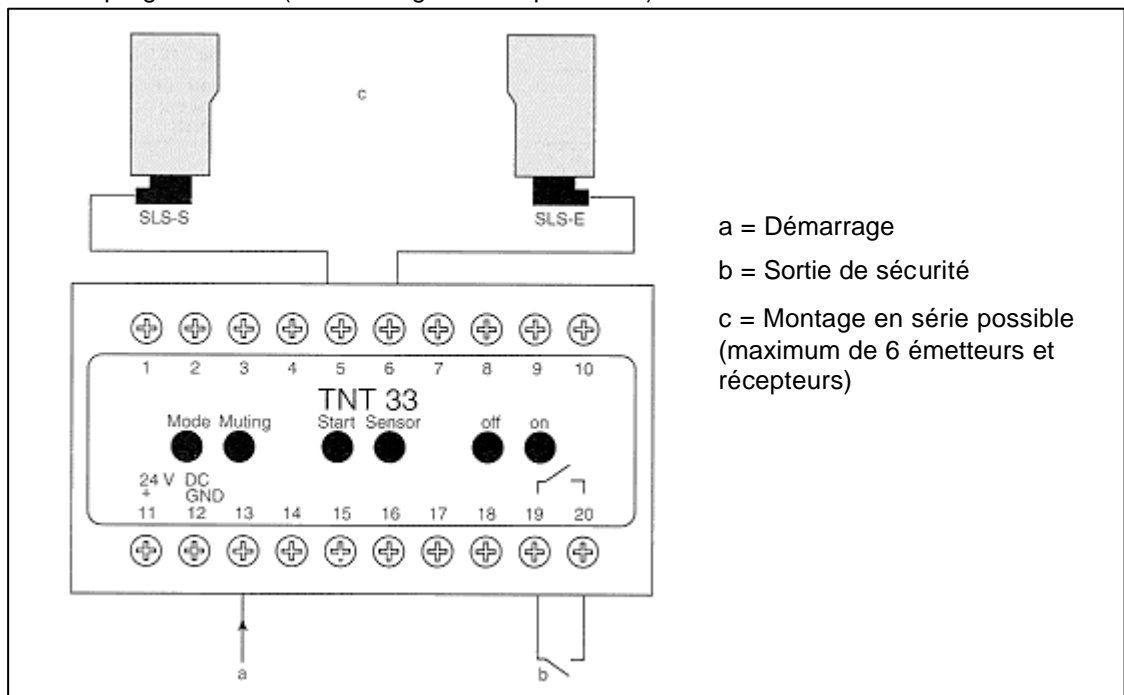


Fig. 3.1 : TNT 33, constitution du système

## ANNEXE B.19

### 3.2 Description du fonctionnement

#### 3.2.1 Mise en marche / blocage au démarrage

Lors de l'application de la tension d'alimentation, les capteurs de sécurité raccordés sont activés. Le blocage au démarrage empêche que le TNT 33 passe directement en mode de protection.

Le contact de démarrage n'est pas actionné. La sortie de sécurité (arrêt d'urgence) est ouverte.

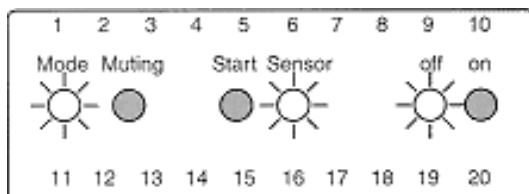


Fig. 3.2 : LED d'affichage indiquant le blocage au démarrage

#### 3.2.2 Lancement / test / mode de protection

Pour la mise en route du TNT 33, le trajet lumineux du capteur de sécurité doit être libre. Le TNT 33 est mis en marche par la fermeture du contact de démarrage (borne 13), ou par un front de montée de 0 à 1 (ex. en cas de contrôle par commande programmable) sur ce contact. Il passe alors d'abord en 'mode test'. Après écoulement du temps de test (max. 100 ms), le contact de la sortie de sécurité se ferme. Le système se trouve alors en mode de protection. Dans ce mode de fonctionnement, un test périodique vérifie le système complet toutes les deux secondes.

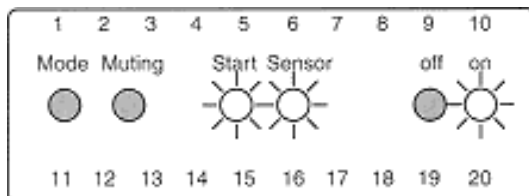


Fig. 3.3 : LED d'affichage en mode de protection

Le test de fonctionnement cyclique est aussi reconnaissable par le clignotement bref des LED sur l'émetteur et le récepteur.

## ANNEXE B.20

### 3.2.4 Muting

Si un signal de muting est envoyé en mode de protection, le test cyclique de fonctionnement des capteurs de sécurité est suspendu. L'unité de muting est quand même testée. Le rayon lumineux peut être interrompu sans que le contact de sécurité ne soit ouvert. Après remise à zéro du signal, le test cyclique de fonctionnement des capteurs de sécurité est réactivé.

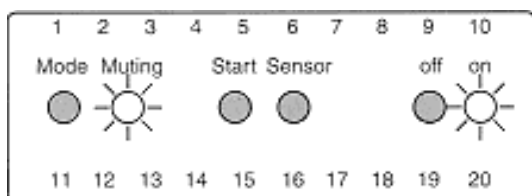


Fig. 3.5 : LED d'affichage en mode muting

### 3.2.5 Message d'erreur du système

L'apparition d'une erreur dans le TNT 33 ou le système de capteurs de sécurité provoque l'ouverture de la sortie de sécurité. Le message d'erreur peut être effacé après élimination de l'incident en coupant brièvement la tension d'alimentation.

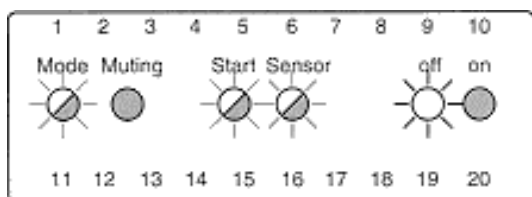


Fig. 3.6: LED d'affichage clignotantes en cas d'erreur du système

### 3.2.6 Sortie du test de muting et entrée du signal de muting

En mode de protection, un signal de test permanent (actif high, cyclique de période 2 sec.) est généré par le TNT 33. Le signal est traité par le système de muting raccordé, par exemple par un SMC 33. Le signal de test doit être suivi dans les 5 - 60 ms par un signal de réponse (actif high, voir diagramme temporel).

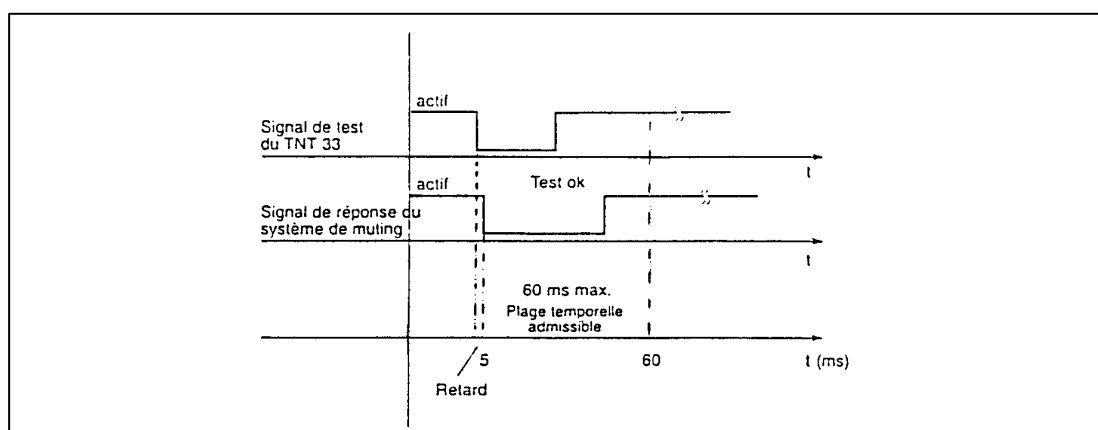


Fig. 3.7 : Diagramme temporel du muting

## ANNEXE B.21

### 4 Caractéristiques techniques

Tension d'alimentation UB	24 VDC $\pm$ 15%
Ondulation résiduelle	$\leq$ 15%
Consommation de courant	env. 200 mA
Temps de réaction	$\leq$ 20 ms
Capteurs	
Activation de l'émetteur	1 PNP (actif HIGH) 2 NPN (actif LOW) 3 NPN (actif HIGH)
Entrée du récepteur	entrée d'optocoupleur libre de potentiel courant d'entrée env. 5 mA sous 24 VDC
Muting	
Sortie de muting	PNP (actif HIGH)
Entrée de muting	entrée d'optocoupleur libre de potentiel courant d'entrée env. 5 mA sous 24 VDC
Entrée / sorties	
Entrée de démarrage "START"	entrée d'optocoupleur libre de potentiel courant d'entrée env. 5 mA sous 24 VDC
Sorties d'avis	
Sortie de l'avis "OFF"	sortie de transistor PNP, 100 mA protection contre les courts-circuits et le branchement à polarité inversée
Sortie de l'avis "ON"	relais de sortie actif OFF, inactif ON
Fonction (disjonction)	relais de sortie inactif ON. actif OFF en cas de raccordement de lampes à incandescence, la résistance à froid du filament doit valoir au moins 240 $\Omega$ .
Sortie de sécurité	contact de travail libre de potentiel courant max. 4 A
Protection	externe avec 4 AmT max.
Catégorie de surtension selon VDE 0110 1ère partie	2 pour une tension de dimensionn <sup>t</sup> de 300 VAC 4 pour une tension de dimensionn <sup>t</sup> de 50 VAC
Caractéristiques ambiantes	
Température ambiante	-20°C à +60°C
Humidité de l'air	classe d'humidité G selon IEC 68 parties 2-3
Température de stockage	-30°C à +70°C
Indice de protection	IP 40 (adapté uniquement à l'emploi dans des boîtiers de distribution d'indice de protection IP 54 au moins)
Résistance aux chocs, résistance à l'oscillation, compatibilité électroma- gnétique	conf. à prEN 51160 1ère partie
Protection ct. les contacts accidentels	conf. à VBG 4 et VDE 0106 partie 100
Caractéristiques mécaniques	
Boîtier	polycarbonate, capot ABS / v-o gris
Connexion	borne à vis, section de branchement max. 2 x 2,5 mm selon DIN 46 268
Fixation	fixation encliquetable sur profilé chapeau
Poids	200 g
Encombrement	voir fiche technique

## ANNEXE B.22

### 5.2 Distance de sécurité

*Délai* Il s'écoule un délai entre le moment de l'interruption au niveau de la cellule photoélectrique et celui de l'immobilisation de la machine. La cellule photoélectrique doit être montée de telle façon que le secteur dangereux ne puisse pas être atteint pendant ce délai. L'écart minimal pour la protection de secteurs dangereux est de 850 mm.

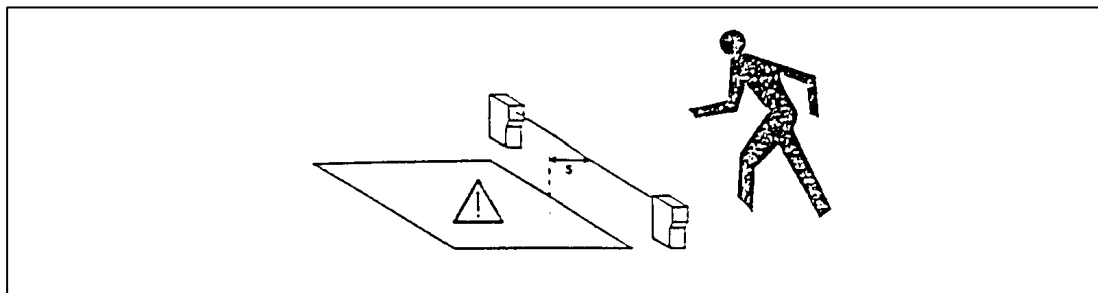
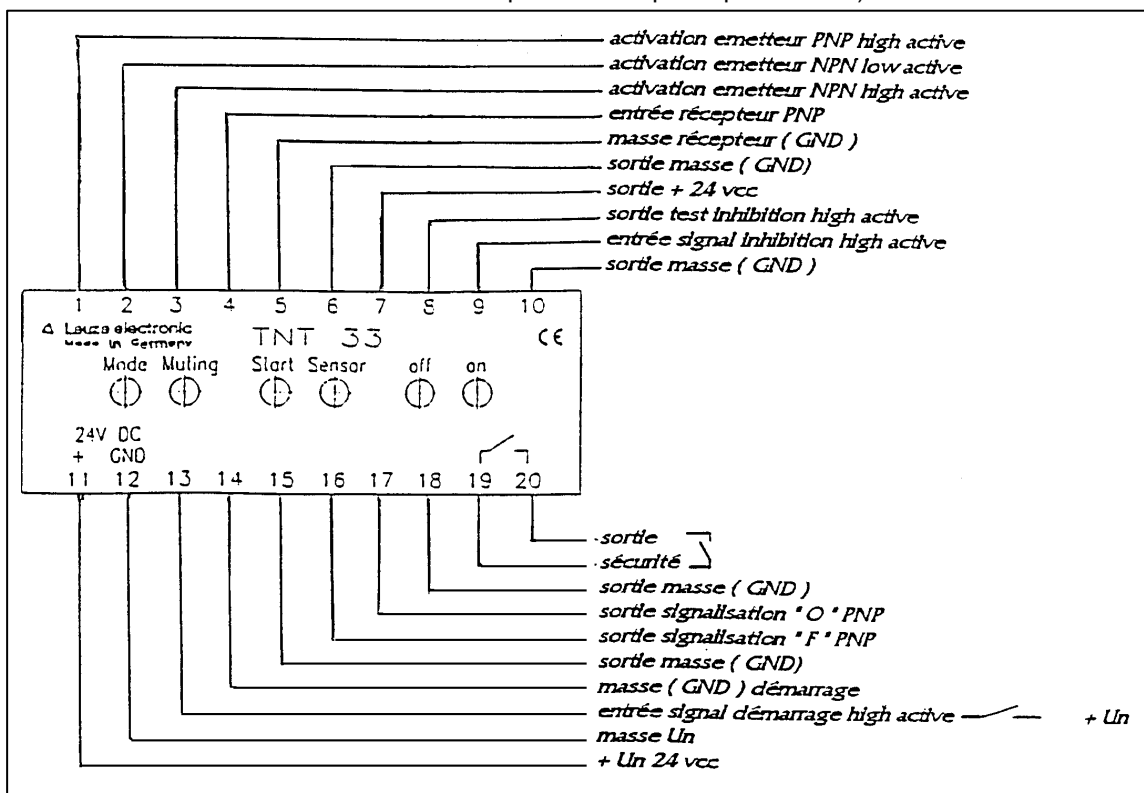


Fig. 5.3 : Distance de Sécurité

*Calcul* La distance de sécurité  $s$  entre cellule photoélectrique et secteur dangereux se calcule grâce à la formule suivante:

$$S = k.T + C$$

- S Distance de sécurité entre cellule photoélectrique et secteur dangereux
- K Vitesse de prise ou d'approche
- T Délai entre interruption du rayon lumineux et immobilisation de la machine
- C Constante de sécurité  
(1200 mm ; en configuration à plusieurs rayons, cette valeur est diminuée de 40 % de la hauteur de la cellule photoélectrique la plus élevée).



Branchement du TNT 33

## ANNEXE B.23

### 6 Branchement électrique

#### 6.1 Description des entrées et sorties

##### 6.1.1 Démarrage

La touche de lancement (start) doit être reliée de façon externe à un potentiel de 24 V (entrée optocoupleur). Elle a une fonction de fermeture. Le lancement est validé par un changement de signal (relâchement de la touche de START). Si le lancement est fait par la commande programmable, sa validation a lieu au moment du front de descente.

##### 6.1.2 Sorties PNP des avis "ON"/"OFF"

Deux sorties de transistor de type PNP représentent l'état ON/OFF de la sortie de sécurité. Les sorties peuvent supporter une charge de 100 mA max. et résistent aux courts-circuits.

##### 6.1.3 Sortie de sécurité

Grâce au test périodique de fonctionnement, le relais aux contacts forcés est surveillé.

##### 6.1.4 Activation de l'émetteur

Trois sorties indépendantes les unes des autres activent les émetteurs des cellules photo-électriques:

- La sortie 1 (borne 1) est par exemple une entrée d'activation pour tous les types de LS et SLS d'extension .8
- La sortie 2 (borne 2) pour toutes les variantes de type TLS
- La sortie 3 (borne 3) est prévue par exemple pour les émetteurs NPN de SLS ce commutation active High.

##### 6.1.5 Entrée émetteur

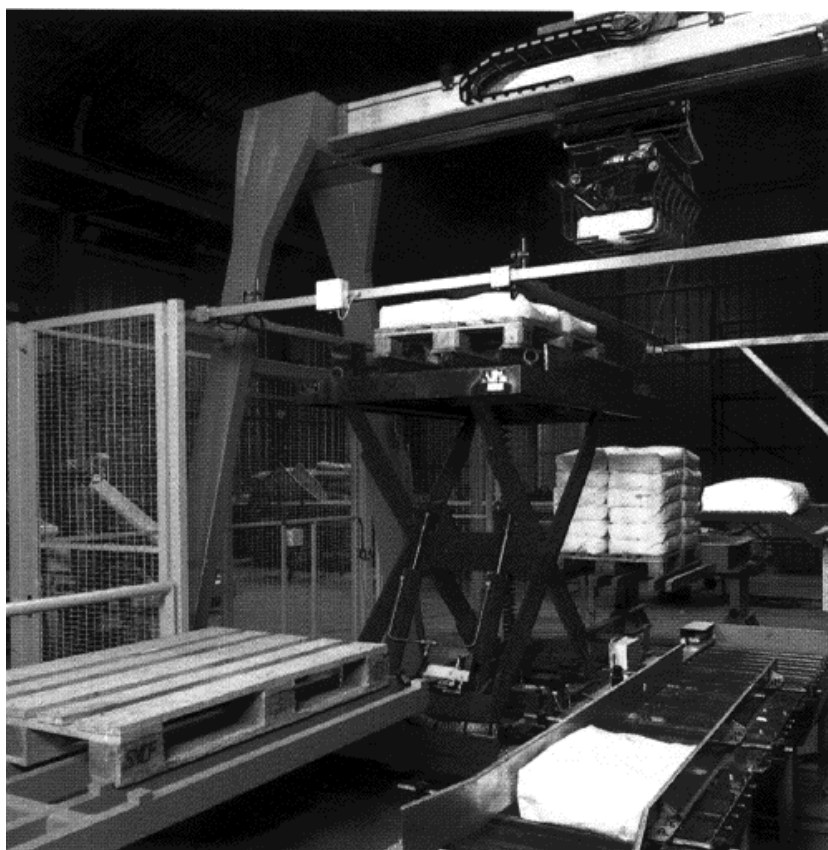
Ne peuvent être raccordés à l'entrée que des émetteurs de LS et SLS à commutation PNP. Pour assurer un fonctionnement sans incident, le branchement GND (entrée d'optocoupleur) doit absolument être affecté.

ANNEXE B.24



## Palettisation de sacs pour toutes industries

Gamme SPS 100



ZA Vermeil - BP 5 - 19600 St. Pantaléon de Larche (près Brive) - France - Tél. 05.55.85.35.38 - Fax 05.55.85.40.94



## CORRIGE

### A.1) Alimentation du moteur de la presse à granulés:

Calcul des courants de court-circuit :

A.1.1) Calcul des résistances et réactances des différentes parties du réseau :

Partie de l'installation	Résistances	Réactances
Réseau amont	$R_1 = \frac{410^2}{250} \times 0,15 \times 10^{-3} = 0,1 \text{ m}\Omega$	$Z_1 = \frac{410^2}{250} \times 10^{-3} = 0,67 \text{ m}\Omega ;$ $X_1 = \frac{Z}{\sqrt{\frac{R^2}{X^2} + 1}} = 0,66 \text{ m}\Omega$
Transformateur	$R_2 = \frac{4600 \times 410^2 \times 10^{-3}}{400^2} = 4,83 \text{ m}\Omega$	$Z_2 = \frac{4}{100} \times \frac{410^2}{400} = 16,81 \text{ m}\Omega$ $X_2 = 16,1 \text{ m}\Omega$
Câble longueur 5 m	$R_3 = 22,5 \times \frac{5}{240} = 0,47 \text{ m}\Omega$	$X_3 = 0,08 \times 5 \times 10^{-3} = 0,4 \text{ m}\Omega$
Câble A	$R_4 = 22,5 \times \frac{30}{150} = 4,5 \text{ m}\Omega$	$X_4 = 0,08 \times 30 \times 10^{-3} = 2,4 \text{ m}\Omega$

Au point A :

La résistance vaut :  $R_A = R_1 + R_2 + R_3 = 5,4 \text{ m}\Omega$  ;

La réactance vaut :  $X_A = X_1 + X_2 + X_3 = 17,16 \text{ m}\Omega$  ;

$$D'où I_{ccA} = \frac{410}{\sqrt{3} \times \sqrt{5,4^2 + 17,16^2}} = 13,16 \text{ KA}$$

Au point B :

La résistance vaut :  $R_B = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = 9,9 \text{ m}\Omega$  ;

La réactance vaut :  $X_B = X_1 + X_2 + X_3 + X_4 = 19,56 \text{ m}\Omega$  ;

$$D'où I_{ccA} = \frac{410}{\sqrt{3} \times \sqrt{9,9^2 + 19,56^2}} = 10,8 \text{ KA}$$

### A.1.2 Choix des disjoncteurs Dja et Djb :

Le choix du disjoncteur Dja doit tenir compte :

- du courant nominal du transformateur : 563 A
- du courant à fournir à l'installation : 300 A
- de l'intensité de court-circuit au point A
- de l'organe à protéger : départ général avec câble long

Pour tenir compte du premier critère et du pouvoir de coupure, on choisit un disjoncteur type NS 630 N.

Le choix du déclencheur doit tenir compte du circuit à protéger :

Déclencheur type STR 23 SE

Réglage des calibres :

$I_o = 0,5$  et  $I_r = 0,95$  correspond à un courant de déclenchement de 300 A

Le choix du disjoncteur Djb doit tenir compte :

- du courant nominal dans le moteur : 137 A
- du courant de court-circuit en B : 10,8 KA
- de la nature de la charge : moteur asynchrone

Choix : disjoncteur NS 160 N avec déclencheur STR 22 ME calibre 150 A réglé sur 142 A

### A.13 Choix de la section du câble B

Choix de la lettre de sélection : E

Facteur K1 = 1 ; facteur K2 = 0,73 ; facteur K3 = 0,91

D'où  $K = K1 \times K2 \times K3 = 0,66$

$$I_z = \frac{I_z}{K} = \frac{142}{0,66} = 215 \text{ A} ; S = 70 \text{ mm}^2$$

### Calcul de la chute de tension

A.1.4 Il faut calculer la résistance et la réactance du câble B :

$$R_5 = 22,5 \times \frac{50}{70} = 16,07 \text{ m}\Omega .$$

$$X_5 = 0,08 \times 50 \times 10^{-3} = 4 \text{ m}\Omega .$$

Chute de tension :

$$\Delta V = (R_B I \cos\phi + X_B I \sin\phi) + (R_5 I_m \cos\phi_m + X_5 I_m \sin\phi_m)$$

$$\Delta V = 8,22 \text{ V} ; \text{Donc } \Delta U = 8,22 \times \sqrt{3} = 14,2 \text{ V}$$

$$\frac{\Delta U}{U} = 3,5 \% \text{ ce qui est tout à fait acceptable.}$$

A.1.5 Le couple du moteur asynchrone est proportionnel au carré de la tension

Au démarrage, une baisse de tension engendre une baisse du couple moteur donc du couple d'accélération. La mise en vitesse se fait donc plus lentement.

En fonctionnement normal, une baisse du couple engendrera un glissement plus important, donc une perte de vitesse.

Dans le cas présent, la baisse du couple au démarrage sera de 10,3 % et en fonctionnement normale de 6,8 %.

### A.1.6 Sélectivité des protections

A.1.6.1 Le cas le plus défavorable est un court-circuit juste en aval de Djb pour lequel on a :

$$I_{cc} = 10,8 \text{ KA.}$$

Les courbes concernant les déclenchements réflexes montrent que le temps de déclenchement de Dja est de 20 ms, alors que celui de Djb est de 9 ms.

La sélectivité est donc ampèremétrique et sera totale, lorsque Ima sera réglé convenablement.

A.1.6.2 Pour que la sélectivité soit vraie quelle que soit l'intensité, il faudra ajuster le seuil du déclencheur magnétique de Dja pour que  $I_{ma} > 15 \times 142$  qui est le seuil de déclenchement réflexe de Djb.

$$\text{D'où le réglage mini de } I_{ma} = \frac{15 \times 142}{300} = 7,1$$

On prendra plutôt  $I_{ma} = 8 \text{ à } 10 I_r$  (après analyse des autres départs et vérification de la contrainte thermique sur le câble).

## Démarrage du moteur asynchrone

A.1.7 voir document réponse

A.1.8 D'après le tracé  $N/N_s = 0,9$

Donc  $N_1 = 1\,350$  tr/mn

A.1.9 On a :  $C_m - C_r = J \frac{d\omega}{dt}$

D'après les courbes, on constate que le couple d'accélération  $C_a = C_m - C_r$  est sensiblement constant pendant le démarrage en étoile.  $C_a = 0,65 C_n$

D'où  $t = \frac{J \times \omega_1}{C_a}$  avec  $J = J_m + J_p = 11,45 \text{ Kg.m}^2$  et  $\omega_1 = \pi \times \frac{N_1}{30} = 141,3 \text{ rd/s}$

A.N.  $t = 5,15 \text{ s}$

A.1.10  $U_\Delta = 400 \text{ V}$  et  $U_Y = 690 \text{ V}$

A.1.11 KM1 et KM2 sont parcourus par  $137 / \sqrt{3} = 79 \text{ A}$

Choix LC1 D80

KM3 est parcouru par un courant de  $333,3 \text{ A}$  à la mise sous tension, sa valeur moyenne est d'environ  $2 \times I_n = 274 \text{ A}$ .

Compte tenu de la durée du démarrage : choix LC1 D32

### A1.12 La coordination de type 1 :

On accepte une détérioration du contacteur et du relais à condition qu'il n'y ait aucun risque pour l'utilisateur. L'isolement est conservé après court-circuit.

*Critères de choix:*

- ◆ Pas d'exigence de continuité de service,
- ◆ Le coût réduit,
- ◆ Nécessité d'un service maintenance qualifié,

### La coordination de type 2 :

Il est seulement admis une soudure des contacts du contacteur si ceux-ci peuvent être facilement séparés. L'isolement est conservé après court-circuit.

*Critères de choix:*

- ◆ Remise en service rapide,
- ◆ Maintenance réduite.

### La coordination totale :

Aucun dommage, ni risque de soudure ne sont acceptés.

*Critères de choix:*

- ◆ Remise en service immédiate (continuité de service impérative),
- ◆ Maintenance réduite,
- ◆ Coût important.

## A.2.1 Etude du moteur du broyeur

- volume d'un disque extérieur =  $\pi \times r^2 \times h = \pi \times (0,22)^2 \times (0,02) = 3,04 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

- volume d'un disque intérieur =  $\pi \times r^2 \times h = \pi \times (0,22)^2 \times (0,008) = 1,2 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

- moment d'inertie de tous les disques :

calcul de la masse d'un disque extérieur :  $m = 7,85 \times 3,04 = 23,87 \text{ Kg}$

calcul de la masse d'un disque intérieur :  $m = 7,85 \times 1,2 = 9,42 \text{ Kg}$

- moment d'inertie des disques  $1/2*(mr^2) = 1/2 (23,87 * 2 + 9,42 * 4) * [0,22]^2$

$J_{\text{disques}} = 2,06 \text{ Kg} * \text{m}^2$

- moment d'inertie des marteaux  $j = m * d^2 = 0,770 * 24 * 0,19^2 = 0,66 \text{ Kg} * \text{m}^2$

**→ Inertie totale du broyeur = 2 734 Kg \* m<sup>2</sup>**

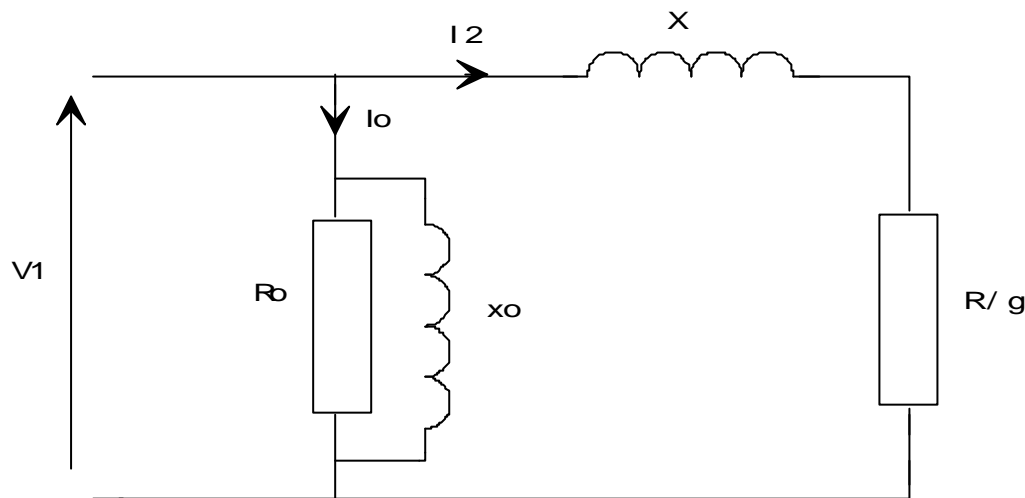
- d'après l'annexe A 14 , le moteur 75 ch →  $75 * 0,736 = 55 \text{ kW}$

$j_{\text{moteur}} = 0,4 \text{ Kg} * \text{m}^2$

$w = 2 * \pi * n / 60 = 2 * \pi * 2965 / 60 = 310,33 \text{ rd/s}$

$Ca = j d w / dt = (3,13 * 310,33) / 12 = 81 \text{ mN}$

A.2.2 on peut partir sur le schéma équivalent d'une phase :



avec :  $X = l_2^2 * w^2 / m^2$

$R / g = r_2^2 / g * m^2$

$Tem = Ptr / ws$  avec  $Ptr = 3 * r_2^2 * (I_2)^2$  avec  $ws =$  pulsation de synchronisme  
 $g * m^2$  vitesse

$Tem = 3 V1^2 * r_2^2 * g * m^2 * 1$

$ws r_2^2 + g^2 * (l_2 w)^2$

A.2.3

l'ALTISTART remplace souvent un démarrage étoile triangle , sa première fonction c'est le contrôle de la phase de démarrage d'où l'intérêt de regarder l'expression du couple lorsque  $g \rightarrow 1$

lorsque  $g \rightarrow 1$   $g^2 * (l_2 w)^2 > r_2^2$

soit alors :  $Tem = 3 r_2^2 * m^2 * V1^2$

$ws g (l_2 w)^2$

avec l'ALTISTART la tension augmente à fréquence fixe d'où on peut dire que :

$$T_{em} = K V_1^2$$

#### A.2.4

$$C_d / C_{d1} = (I_d / I_{d1})^2$$

$C_d / C_n = 2,4$  pour notre moteur voir annexe 14 avec  $I_d / I_n = 8,5$

si l'ALTISTART limite à 3 fois  $I_n$  alors  $C_d / C_{d1} = (3 / 8,5)^2 = 0,1245$

soit un  $C_d$  avec l'ALTISTART =  $2,4 * 0,1245 * C_n = 0,3 C_n$

avec un  $C_n = 177 \text{ Mn}$  voir Annexe 14

$C_d$  avec l'ALTISTART =  $177 * 0,3 = 53 \text{ mN}$

→ Le moteur démarre , mais le temps de démarrage sera plus long.

#### A2.5

D'après l'annexe 15 on tombe dans un type de service sévère d'où d'après l'Annexe 17

$P = 55 \text{ kW} \rightarrow \text{ATS} - 46 \text{ C} 14\text{N}$

Annexe 19 : coordination de type 2 d'où:

- ◆ Contacteur LC1 F150
- ◆ Disjoncteur magnétique NS 250 H
- ◆ Fusibles DF3 - QF 63002 (630 A)

- On peut accepter le choix de l'appareillage par rapport à la puissance du moteur et non en prenant la référence de l'ALTISTART ATS 46 C 14 N d'où :

- ◆ Contacteur LC1 F 115
- ◆ Disjoncteur magnétique NS 160 H
- ◆ Fusibles DF3 NF 50002 (500 A)

#### A.2.6

Inconvénients de la commande par gradateur :

- Ce système est utilisé pour des charges dont le couple croit très vite en fonction de la vitesse. Car le démarrage se fait dans la zone dite « instable » du moteur.
- Les pertes joules au rotor vont augmenter quand  $g$  est important par rapport à un démarrage sous  $U_n$  : éviter d'avoir un démarrage trop long.
- Le gradateur est un puissant générateur d'harmoniques d'où :
  - diminution des performances moteur.
  - perturbation du réseau.

En utilisant l'Annexe 20 on peut mettre des inductances de ligne dont la référence est :

**VZ1-L 150 U 170 T**

### A.3 Régulation du courant absorbé par le broyeur

#### A.3.1) Modélisation du système constitué par l'ensemble variateur de vitesse, moto-réducteur, bande transporteuse, broyeur et son moteur d'entraînement, mesure du courant.

A.3.1.1 D'après les courbes figure 3, on a :

$$A = \Delta V_s / \Delta V_e = 1$$

A.3.1.2 Le retard  $t$  est dû au temps de transfert du produit sur le tapis :

Vitesse de déplacement du produit sur le tapis :

$V = R \cdot \omega_T$  avec  $\omega_T$  vitesse angulaire du tapis.

$$\text{On a } \omega_T = \frac{26 \times 2\pi \times 70}{60 \times 50} = 3,81 \text{ rd/s compte tenu de la fréquence de 70 Hz.}$$

$$\text{D'où } V = 50 \cdot 10^{-3} \times 3,81 = 0,19 \text{ m/s}$$

Le temps pour parcourir les 25 cm sera de :  $t = \frac{0,25}{0,19} = 1,3 \text{ s}$  (à majorer du temps de descente du produit dans le broyeur).

A.3.1.3 Tracé du diagramme de Black : voir feuilles réponses

A.3.1.4 Par translation verticale de la courbe, on voit qu'il faut relever le gain de 9 db environ

Soit  $K_1 = 2,8$

Le facteur de résonance est de 6 db.

Le système sera très instable avec un dépassement important.

#### A.3.2 Correction proportionnelle :

Le tracé de  $H(p)$  devient tangent au cercle 2,3 db pour un gain de 7db soit  $K_2 = 2,2$ .

Pour ce réglage, on a:

- La pulsation de résonance = 0,85 rd/s
- Le dépassement =  $20 \text{ LOG}(Gr - Go) = 30 \%$
- Le temps de réponse à 5% en régime indice:  $t_r = 4,4/\omega_r + Tr = (4,4/0,85) + 1,5 = 7,8 \text{ s}$
- L'erreur statique.  $E = \frac{1}{1+2,2} = 31,25 \%$

Cette erreur, ramenée au réglage du courant du moteur broyeur, représente un courant de : 14 A.

#### A.3.3 Etude d'un correcteur par la méthode de Zigler et Nichols :

A.3.3.1 Le tracé de la fonction  $H(p)$  montre que pour une pulsation voisine de 1 rd/s , le déphasage vaut  $180^\circ$  et le gain est de -12,7 db. En relevant le gain de cette valeur, le système devient oscillant.

A.3.3.2 On prendra donc  $\omega_{RC} = 1 \text{ rd/s}$  et  $K_{RC} = 4,3$

$$\text{A.3.3.3 } C(p) = GR \cdot \left(1 + T_d \cdot p + \frac{1}{T_i \cdot p}\right) = \frac{K_{RC}}{1,7} \cdot \left(1 + 0,125 T_c \cdot p + \frac{1}{0,5 \cdot T_c \cdot p}\right)$$

$$C(p) = \frac{K_{RC}}{0,85 \cdot T_c} \cdot \frac{0,5 T_c \cdot p + 0,0625 \cdot T_c^2 p^2 + 1}{p}$$

$$C(p) = \frac{K_{RC}}{0,85 \cdot T_c} \cdot \frac{(1 + 0,25 T_c \cdot p)^2}{p}$$

$$\text{d'où : } K_c = \frac{K_{RC}}{0,85 \cdot T_c} \text{ et } Tr = 0,25 \cdot T_c$$

A.N On a :  $T_c = 6,28 \text{ s}$

$$C(p) = 0,8 \times \frac{(1 + 1,57 \cdot p)^2}{p}$$

A.3.3.4 Voir tableau et tracé sur feuilles réponses

A.3.3.5 Pour ce réglage,

- L'erreur statique est nulle puisque l'expression comporte un terme intégral
- Le facteur de résonance est voisin de 2,3 db
- La pulsation de résonance se situe autour de 1,2 rd/s
- Le dépassement sera donc de 30 %
- Le temps de réponse sera approximativement de  $4,4/1,2 + 1,5 = 5,1$  s

Le dépassement reste important, il faudra affiner par le réglage du gain dans la pratique.

A.3.3.6 Dans le modèle choisi, le temps de cycle automate est modélisé par un retard pur égal au temps d'échantillonnage. Il ne faut donc pas que ce retard perturbe les réglages effectués.

On choisit donc le temps d'échantillonnage pour introduire une erreur inférieure à 2° pour les pulsations voisines de 1 rd/s.

$$t_e < \frac{2 \times \pi}{1 \times 180} = 35 \text{ ms}$$

A.3.4 Lorsque la trémie est vide, le moteur fonctionne à vide. Le courant absorbé ne peut donc plus atteindre la valeur de consigne, le système est en boucle ouverte. L'automate va donc demander au tapis de tourner à pleine vitesse.

Plusieurs solutions peuvent être envisagées pour remédier à ce défaut :

- L'automate peut surveiller le courant moteur et arrêter le tapis si le courant absorbé est égal au courant à vide du moteur depuis un temps donné
- Un capteur capacitif peut être rajouté sur le tapis pour surveiller l'absence de produit. Quel que soit la détection, l'automate arrêtera le tapis lorsqu'il n'y aura plus de produit.

## B.1 Etude de la fonction : Translation pince

**Définition des caractéristiques du moto-réducteur :**

B.1.1 On a :  $V(t) = a \cdot t$  ;  $t_1 = 1,15/2,4 = 0,48$  s

B.1.2 La distance parcourue sera de :  $d_1 = at_1^2/2 = 0,275$  m.

B.1.3.1 On a :  $C_{rg} = R_g \wedge F = M \cdot g \cdot \delta = 1,1$  mN.

B.1.3.2  $C_r = C_{rg} \times D_p / D_g = 1,1 \times 90 / 52 = 1,9$  mN

B.1.4 On a :  $V = R_p \cdot \omega_s$  ; d'où :  $\omega_s = 1,15 / 45 \cdot 10^{-3} = 25,55$  rd/s

$$N_s = 25,55 \times 30/\pi = 244 \text{ tr/mn}$$

$$K = 244 / 1400 = 0,174$$

B.1.5  $C_{rm} = \frac{C_r \cdot K}{\eta} = 0,39$  N

B.1.6 La force d'inertie à vaincre s'écrit :  $F_j = M \cdot a$

On a le couple d'inertie sur l'arbre de sortie du réducteur :  $C_j = R_p \cdot M \cdot a$

Ramené sur l'arbre moteur en tenant compte du rendement du réducteur :

$$C_{jm} = \frac{R_p \cdot M \cdot a \cdot K}{\eta} = 4,97 \text{ mN}$$

B.1.7.1  $C_{m1} = 4,99 + 0,39 = 5,37$  mN

B.1.7.2  $C_{m2} = -(R_p \cdot M \cdot a - C_r) \cdot \eta \cdot K = -3,5$  mN (la charge devient entraînée).

B.1.8.1 Durant la phase de décélération :

La distance parcourue est la même qu'en phase d'accélération :  $d_3 = 0,275 \text{ m}$

La durée  $t_3$  est la même que la durée de la phase d'accélération  $t_1 = 0,48 \text{ s}$

B.1.8.2 En régime établi:  $V = 1,15 \text{ m/s}$

La distance  $d_2$  à parcourir est de  $d_3 = 1\,250 - (275 \times 2) = 700 \text{ mm}$

d'où  $t_2 = 0,7/1,15 = 0,6 \text{ s}$

B.1.8.3 Voir feuille réponse.

B1.9. Le couple nominal doit être voisin de  $5 \text{ mN}$ .

B.1.10 Un moteur sous dimensionné engendre plusieurs conséquences :

- démarrage plus long ;
- risque fonctionnement en limitation d'intensité du variateur ;
- échauffement anormal du moteur ;
- le freinage ne peut être assuré correctement.

B.1.11  $P_m = C_m \cdot \omega_m = 5 \times 146,6 = 733 \text{ W}$

On pourra choisir un moteur d'une puissance de  $750 \text{ W}$  en IP 55

B.1.12 Voir feuille réponse

Commentaires : Le couple moteur dans la phase de retour est plus faible car le sac n'est plus dans la pince. La masse  $M$  est de  $175 \text{ Kg}$ . Le couple permanent et le couple d'inertie sont proportionnel à la masse.

Durant la phase de retour :

$$C_{rm} = 0,39 \times 175 / 225 = 0,3 \text{ mN}$$
$$C_{m} = 5,4 \times 175 / 225 = 4,2 \text{ mN}$$
$$C_{mi} = -3,5 \times 175 / 225 = -2,7 \text{ mN}$$

La puissance maximale de freinage dans la phase aller est de  $P_{1max} = 3,5 \times 146,6 = 513 \text{ W}$

La puissance maximale de freinage dans la phase retour est de  $P_{2max} = 2,7 \times 146,6 = 396 \text{ W}$

La puissance moyenne pendant la phase de freinage est de  $513/2 = 256,5 \text{ W}$

La puissance moyenne de freinage est de :  $P_{moy} = \frac{(513/2)0,48 + (396/2)0,48}{4,62} = 47,2 \text{ W}$

Le rapport cyclique est de :  $(2 \times 0,48)/4,62 = 20,7 \%$

B.1.12.6 Choix de la résistance de freinage :

Pour un SI de  $25 \%$  la résistance BW047-004 peut supporter  $1\,200 \text{ W}$  ce qui est très supérieur au  $252 \text{ W}$  à dissiper.

B.1.13 La force d'inertie qui s'exerce sur le sac est de  $F = M \cdot a = 120 \text{ N}$

B.1.14 La force d'inertie déporte le sac plus loin que la position prévue.

B.1.15. En choisissant une rampe en S, l'accélération est nulle au moment de l'arrêt, la force d'inertie disparaît lors de l'accostage. Le positionnement est plus précis.

### Choix du codeur :

B.1.16 le nombre minimum de points sera de :

Pour  $p = 2 \text{ mm}$

$N = (\pi \times D.K)/p = 24,6$  points donc 25 points par tour codeur

## Analyse de la phase prise d'origine

Voir feuille réponse.

On pourra choisir un moteur d'une puissance de 750 W en IP 55

B.1.12 Voir feuille réponse

Commentaires : Le couple moteur dans la phase de retour est plus faible car le sac n'est plus dans la pince. La masse  $M$  est de 175 Kg. Le couple permanent et le couple d'inertie sont proportionnel à la masse.

Durant la phase de retour

$$C_{rm} = 0,39 \times 175 / 225 = 0,3 \text{ mN}$$
$$C_{ma} = 5,4 \times 175 / 225 = 4,2 \text{ mN}$$
$$C_{md} = -3,5 \times 175 / 225 = -2,7 \text{ mN}$$

La puissance maximale de freinage dans la phase aller est de  $P1_{max} = 3,5 \times 146,6 = 513 \text{ W}$

La puissance maximale de freinage dans la phase retour est de  $P2_{max} = 2,7 \times 146,6 = 396 \text{ W}$

La puissance moyenne pendant la phase de freinage est de  $513/2=256,5 \text{ W}$

La puissance moyenne de freinage est de :  $P_{moy} = \frac{(513/2) \cdot 0,48 + (396/2) \cdot 0,48}{4,62} = 47,2 \text{ W}$

Le rapport cyclique est de :  $(2 \times 0,48)/4,62 = 20,7 \%$

B.1.12.6 Choix de la résistance de freinage :

Pour un SI de 25% la résistance BW047-004 peut supporter 1200 W ce qui est très supérieur au 252 W à dissiper.

B.1.13 La force d'inertie qui s'exerce sur le sac est de  $F = M.a = 120 \text{ N}$

B.1.14 La force d'inertie déporte le sac plus loin que la position prévue.

B.1.15. En choisissant une rampe en S, l'accélération est nulle au moment de l'arrêt, la force d'inertie disparaît lors de l'accostage. Le positionnement est plus précis.

## Choix du codeur :

B.1.16 le nombre minimum de points sera de :

Pour  $p = 2 \text{ mm}$

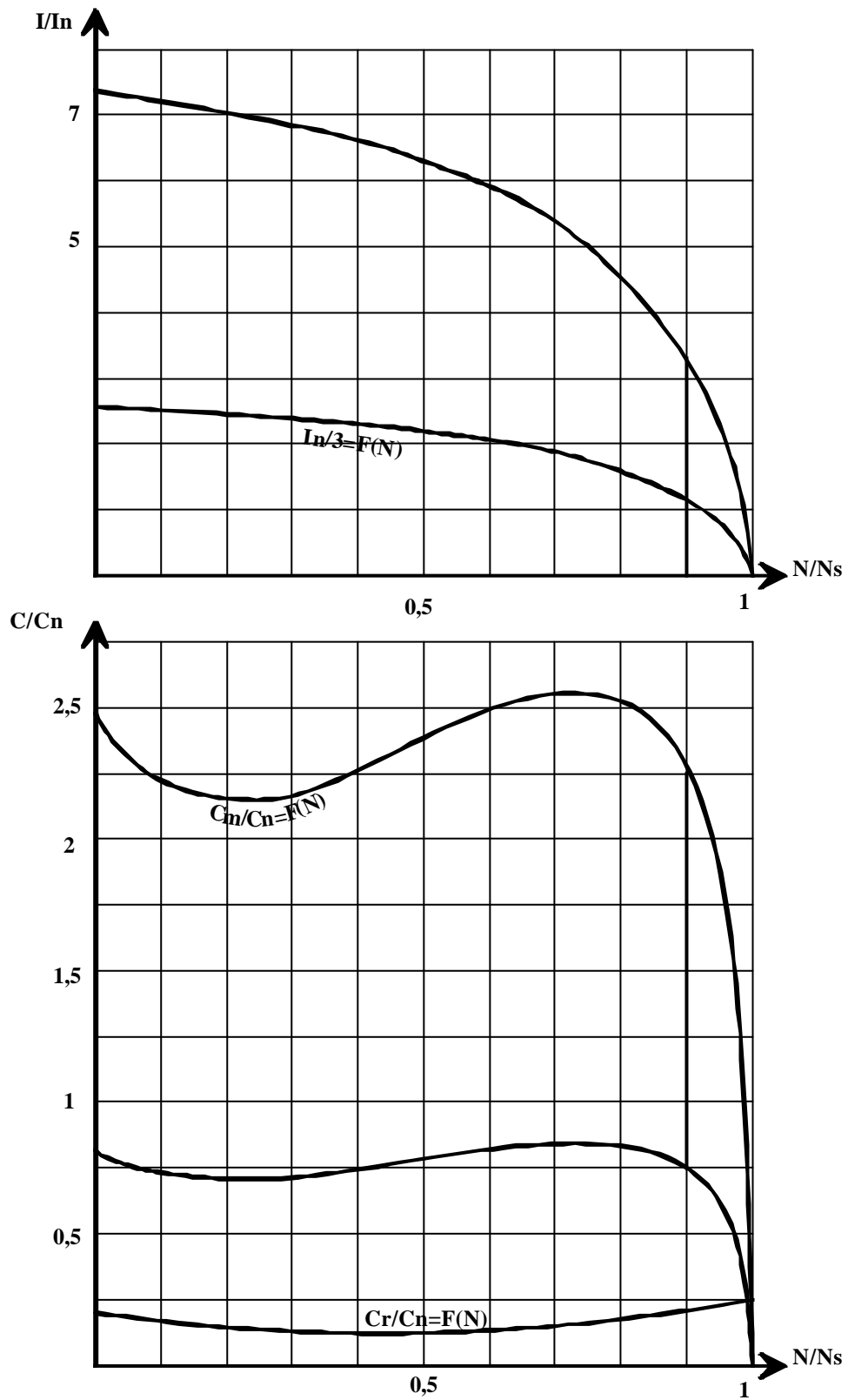
$N = (\pi \times D.K)/p = 24,6$  points donc 25 points par tour codeur

## Analyse de la phase prise d'origine

Voir feuille réponse.

# Document réponse 2 - Question A1-7

## CORRIGE



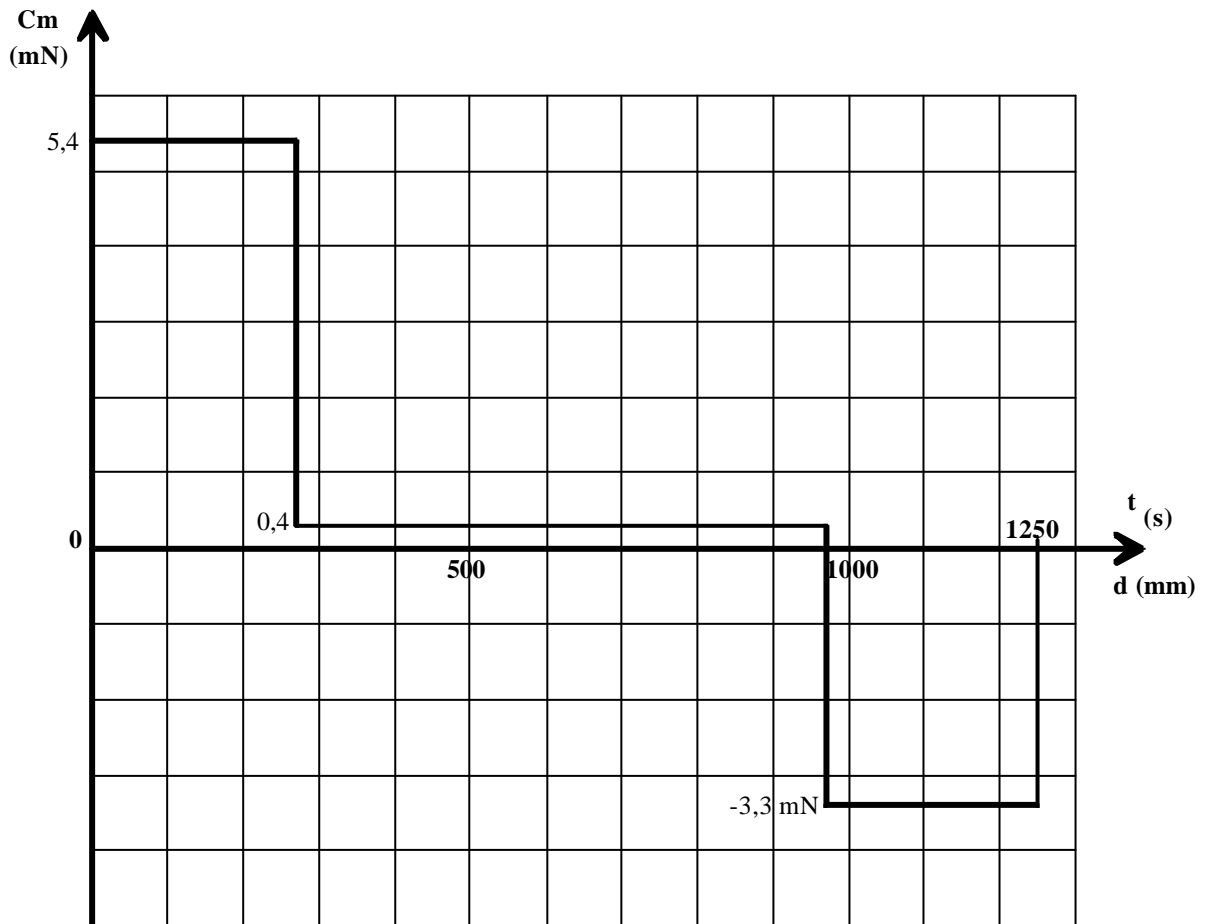
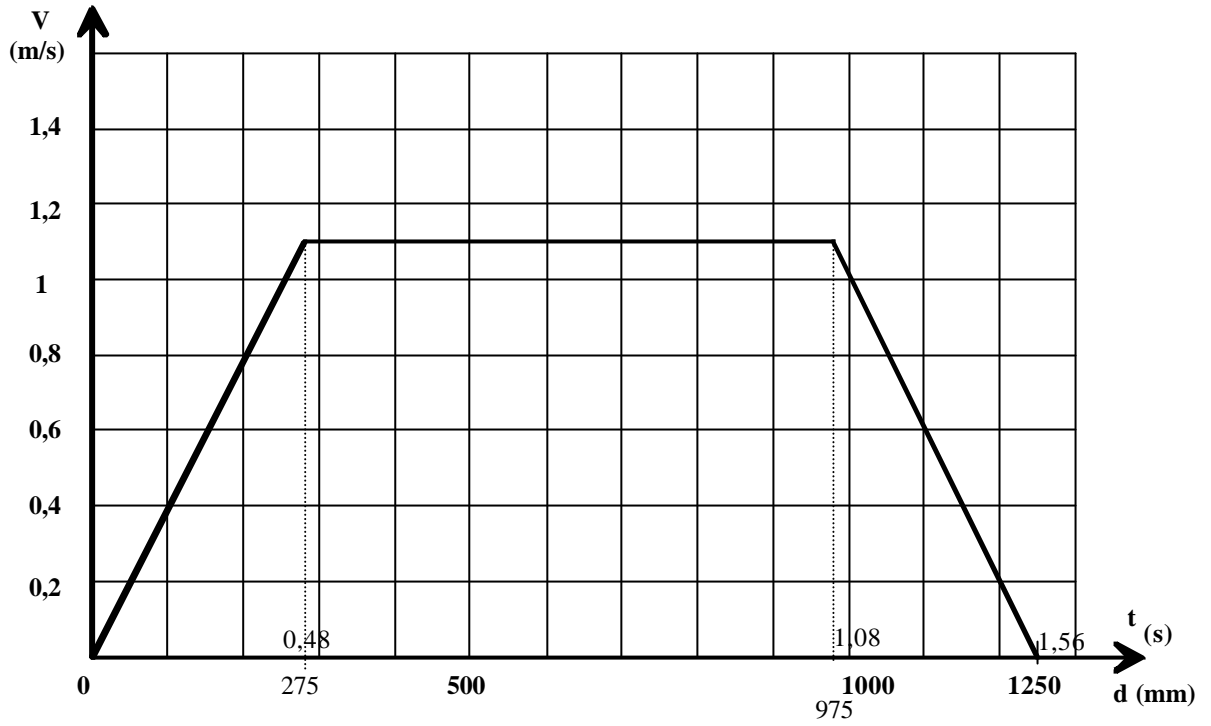
### Document réponse 3 Question A.3.1.3

$\omega$ (rd/s)		0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,4
$\frac{1}{1+0,3p}$	G db	-0,016	-0,035	-0,062	-0,097	-0,14	-0,18	-0,24	-0,3	-0,375	-0,45	-0,52	-0,7
	$\varphi^\circ$	-3,4	-5,1	-6,8	-8,5	-10,2	-11,8	-13,5	-15,1	-16,7	-18,2	-19,8	-22,7
$\frac{1}{1+4p}$	G	-2,1	-3,9	-5,5	-7	-8,3	-9,4	-10,5	-11,4	-12,3	-13	-13,8	-15
	$\varphi$	-38,6	-50,4	-58	-63,4	-67,3	-70,3	-72,6	-74,4	-76	-77	-78,2	-79,8
<b>A.e-1,5p</b>	G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	$\varphi$	-17,1	-25,7	-34,4	-43	-51,5	-60,1	-68,7	-77,3	-86	-94,5	-103,1	-120,3
<b>H(p)</b>	G	-2,1	-3,94	-5,56	-7,1	-8,4	-9,6	-10,7	-11,7	-12,68	-13,45	-14,32	-15,7
	$\varphi$	-59,1	-81,2	-99,2	-114,9	-129	-142,2	-154,8	-166,8	-178,7	-189,7	-215,4	-222,8

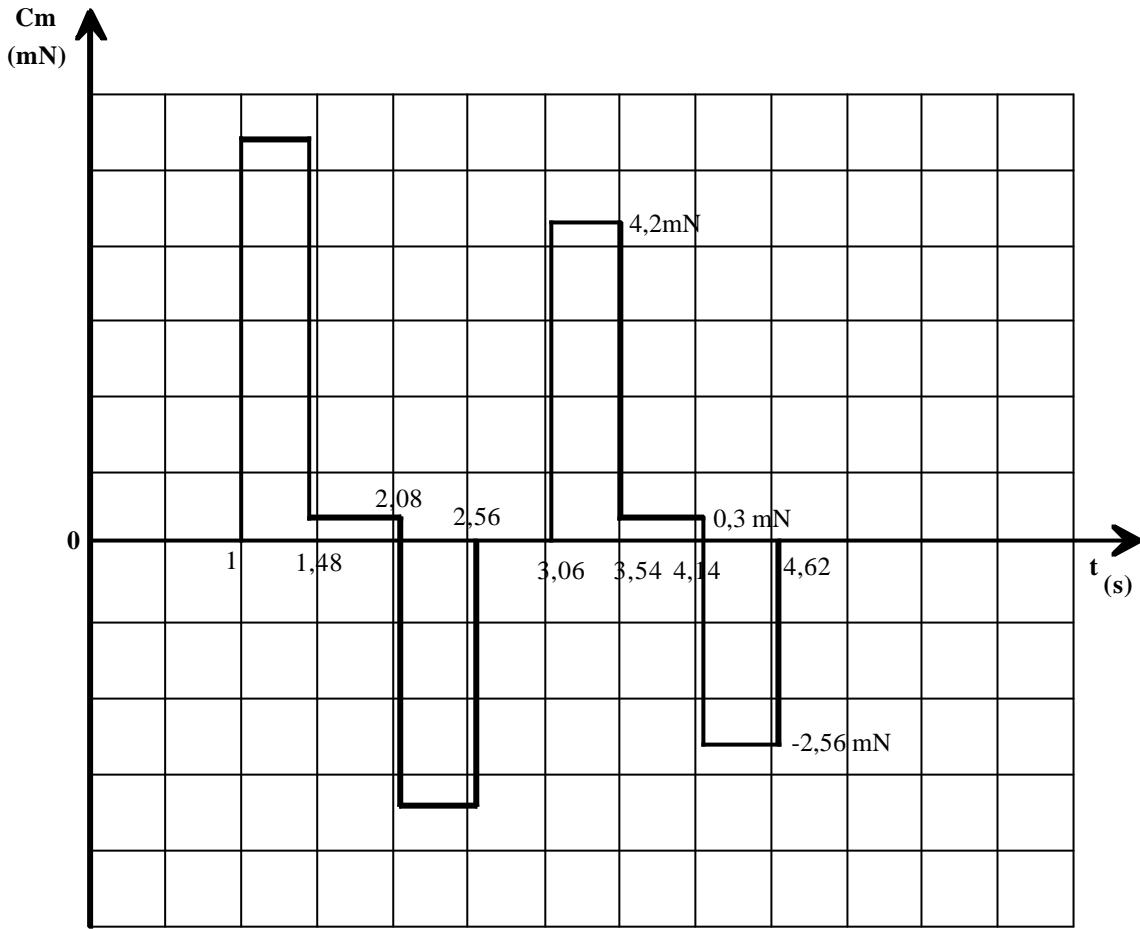
### Document réponse 3 Question A.3.3.4

$\omega$ (rd/s)		0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,4
$(1 + Tr.p)^2$	G	0,82	1,7	2,88	4,15	5,5	6,86	8,2	9,5	10,8	12	13,15	15,3
	$\varphi$	35	50,2	64,2	76,2	86,7	95,3	102,8	109,5	115,2	119,7	124	131
$\frac{Kc}{P}$	G	12	8,5	6	4,1	2,5	1,17	0,02	-1	-1,9	-2,7	-3,5	-4,8
	$\varphi$	-90	-90	-90	-90	-90	-90	-90	-90	-90	-90	-90	-90
<b>H(p)</b>	G	-2,1	-3,94	-5,56	-7,1	-8,4	-9,6	-10,7	-11,7	-12,68	-13,45	-14,32	-15,7
	$\varphi$	-59,1	-81,2	-99,2	-114,9	-129	-142,2	-154,8	-166,8	-178,7	-189,7	-215,4	-222,8
<b>C(p).H(p)</b>	G	10,72	6,26	3,32	1,15	-0,4	-1,57	-2,48	-3,2	-3,78	-4,15	-4,67	-5,2
	$\varphi$	-114	-121	-125	-128,7	-132,3	-136,9	-142	-147,3	-153,5	-160	-181,4	-181,8

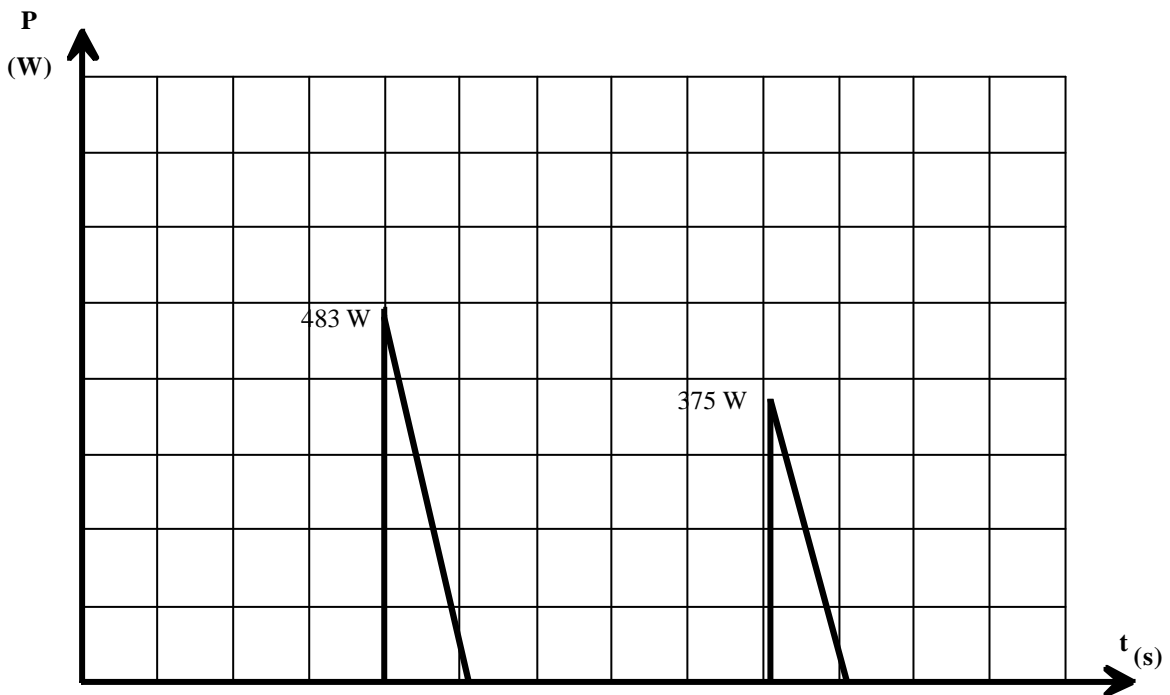
# Document réponse 6 Question B1-8 Corrigé



# Document réponse 7 - Question B1-12 Corrigé

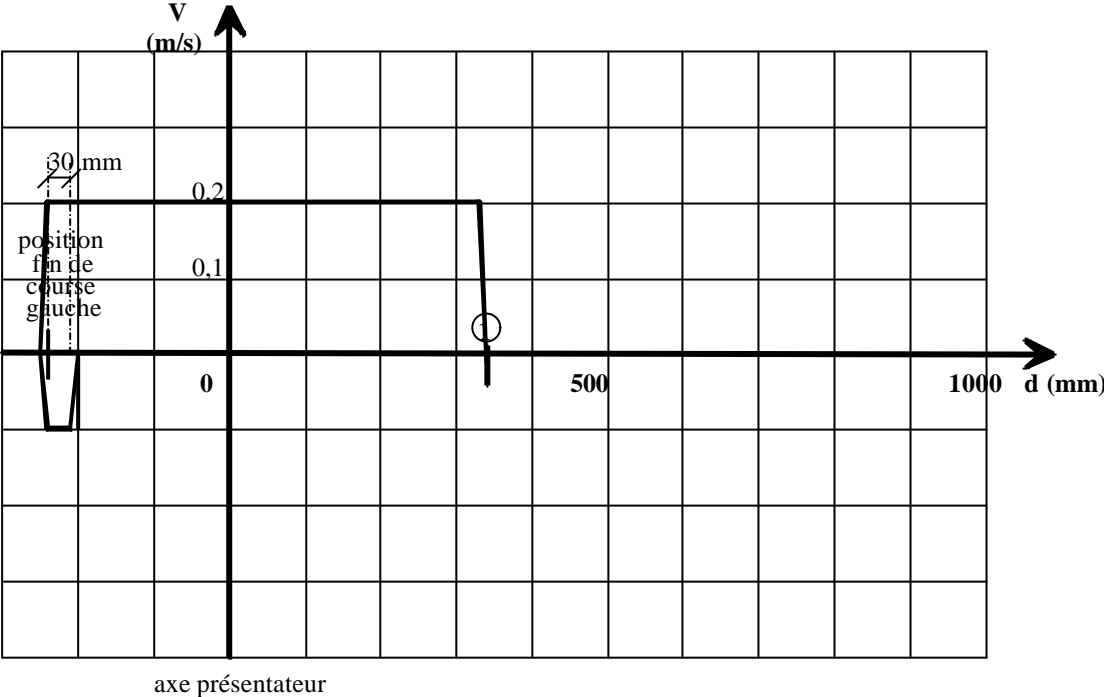


COUPLE MOTEUR DURANT UN CYCLE

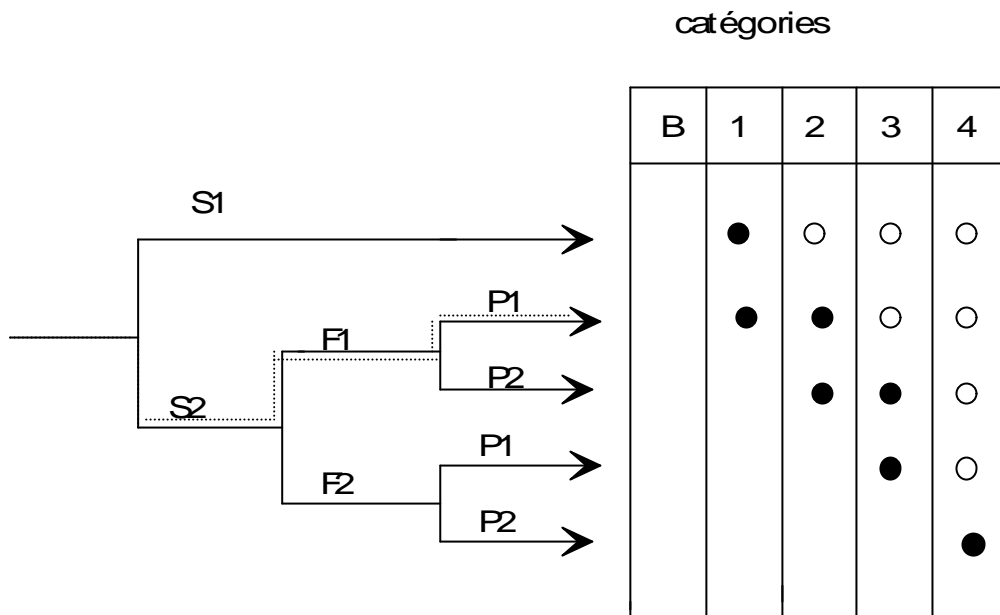


PUISSANCE DISSIPÉE AU FREINAGE DURANT UN CYCLE

# Document réponse 8 - Question B1-17 Corrigé



## Document réponse 9 Corrigé



S2 : mort de personne

F1 : présence dans la zone dangereuse de personne ( limitée )

**Catégories retenues 1 ou 2 mais on peut aussi partir sur :**

**S2 → F1 → P2 catégorie retenue 2**

Ensuite dans la documentation technique du TNT 33 ou du SMC 33 il apparaît la notion de sécurité de niveau 2 → catégorie 2

De plus la réponse est évidente d'après les annexes B.5 et B.6 où il est précisé catégorie 2 .

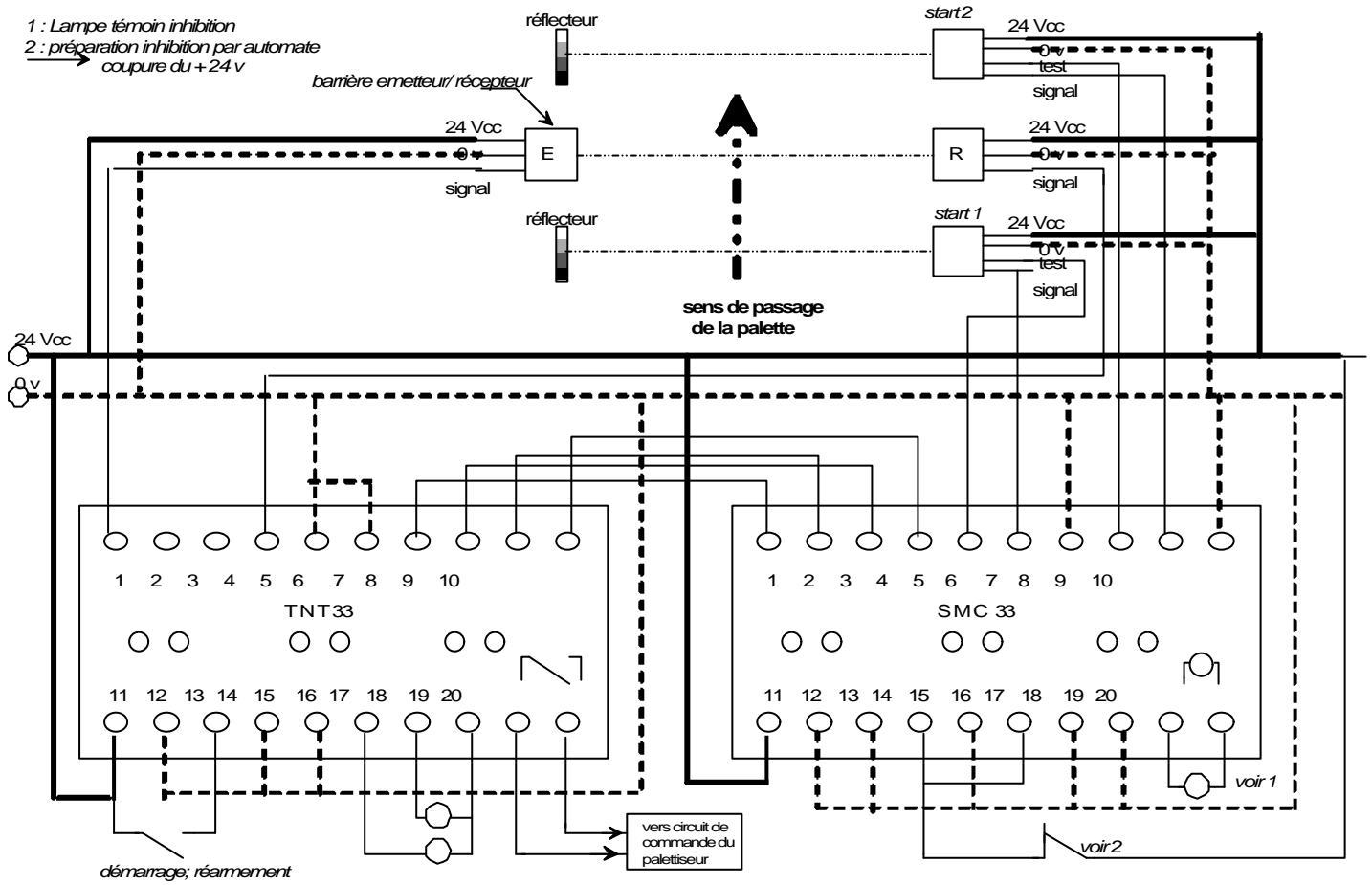
B.2.2 et B .2.3 voir schéma

B.2.4

L'intrusion n'est pas possible car la personne coupera d'abord la cellule Start 2 avant la cellule Start 1 d'où le système se mettra en sécurité .

En fonctionnement normale ( constitution de la palette ) le système déclenchera aussi.

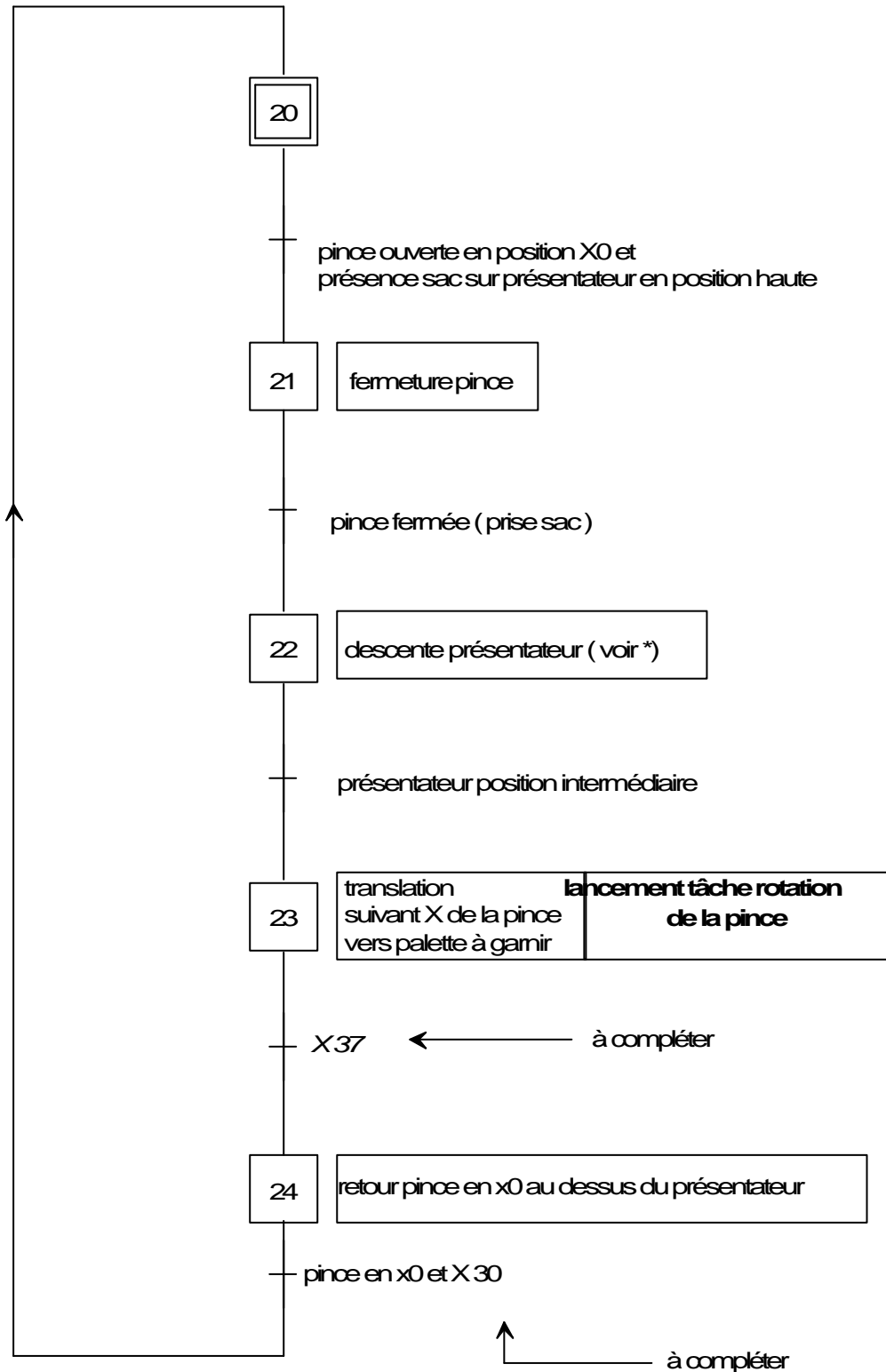
# DOCUMENT REPONSE 10 CORRIGE



# Document réponse 11

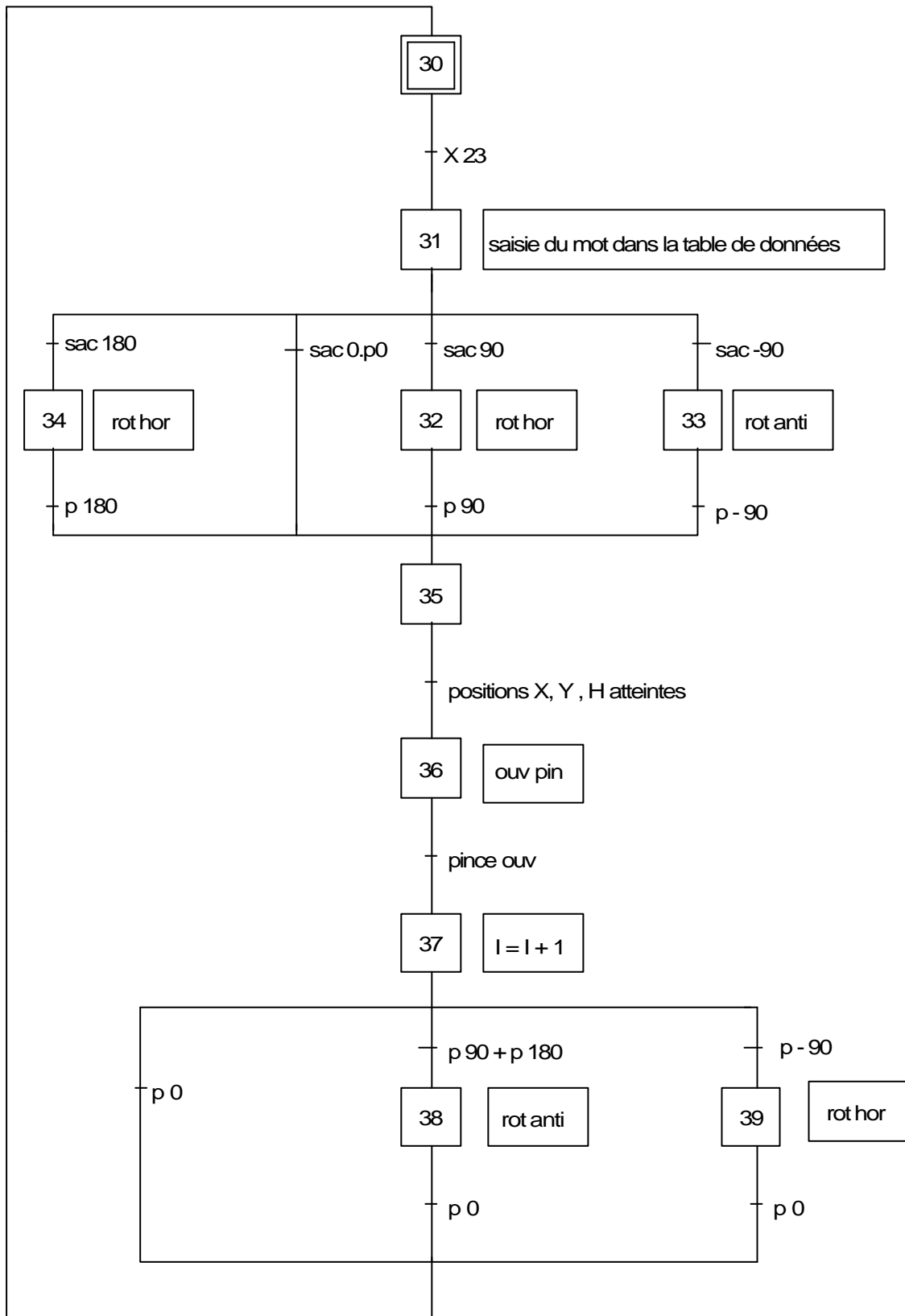
## CORRIGE

Grafoet d'un point de vue système du déplacement suivant l'axe x de la pince .



\* géré par un grafoet ; ne pas étudier .

# DOCUMENT REPONSE 11 SUITE CORRIGE



L'étape 35 permet d'attendre le positionnement de la pince suivant X, le positionnement de la table élévatrice suivant Y et selon le cas le changement de couche suivant H.

Les étapes 34 et 32 peuvent se ramener à une seule étape ( sac 180 + sac 90 ) → rot hor