

PROTECTION CONTRE les SURINTENSITES des MOTEURS ASYNCHRONES TRIPHASES

1 But de la protection des moteurs

Les protections des moteurs électriques contre les surintensités (surcharges et courts-circuits) ont pour but d'éviter un échauffement excessif du moteur, du à l'absorption d'un courant trop élevé et pouvant entraîner sa destruction.

2 Causes possibles de surintensités

Les causes de surintensités sont multiples parmi celles-ci on peut citer :

- surcharge mécanique de la machine entraînée (augmentation du couple résistant),
- surcharge mécanique du moteur lui-même (roulements à billes défectueux par exemple)
- démarrage trop long (inertie importante de l'ensemble entraîné),
- démarrage trop fréquent (pianotage) avec des moteurs non prévus à cet effet. Les constantes du temps relais thermique et du moteur sont différentes : le moteur se refroidit moins vite que le relais thermique, la destruction du moteur en est principalement la conséquence. Voir le cours rédigé par mes soins sur les moteurs asynchrones triphasés.
- marche en monophasée (coupure d'une phase suite à la fusion d'un fusible par exemple),
- baisse de tension,
- blocage au démarrage,
- court-circuit.

3 Quel est le réglage correct du relais thermique ?

C'est le courant assigné du moteur, ni plus, ni moins. S'il est réglé trop bas, le relais empêche l'utilisation à pleine capacité du moteur, s'il est réglé trop haut, la protection contre les surcharges n'est plus assurée à 100%. Si le relais déclenche trop souvent bien qu'il soit réglé correctement, il faut soit réduire la charge du moteur, soit utiliser un moteur plus puissant.

En général les relais thermiques sont compensés, en effet, une bilame de compensation se déforme en fonction de la température ambiante et apporte la correction nécessaire afin que le relais déclenche à l'intensité affichée. Attention pour une protection efficace, il faudrait que le moteur et le relais thermique soit situé dans le même environnement. Les moteurs vitaux pour notre site seront protégés contre les surcharges par des sondes (stoptherme ou Ipsotherme) et par fusibles HPC en ce qui concerne les courts-circuits.

4 Quel est le moment opportun de déclenchement du relais thermique ?

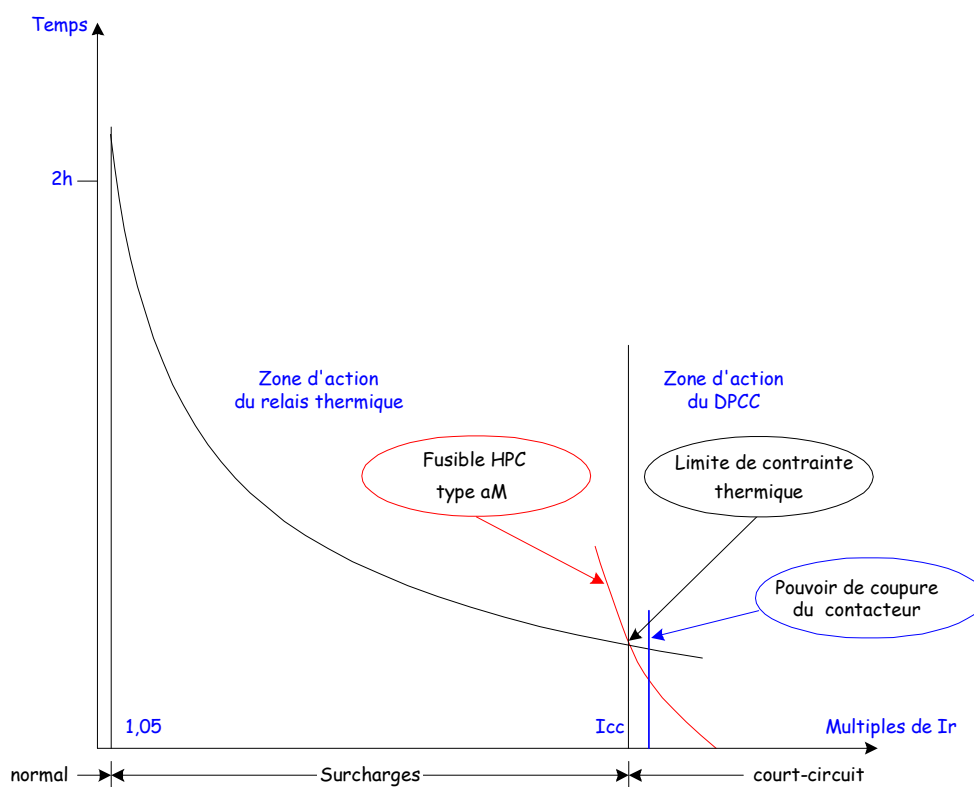
Uniquement en cas d'augmentation de la consommation du moteur consécutive à une surcharge mécanique du moteur, une chute de tension ou un défaut de phase en fonctionnement à pleine charge ou de non-redémarrage dû à un blocage.

5 Quel est le rôle du relais thermique simple ?

Le relais thermique doit laisser passer les surcharges de démarrage ou en service normal, mais doit donner l'ordre de coupure dès que l'intensité atteint une valeur susceptible de mettre en danger le moteur. Le relais thermique est caractérisé par son intensité nominale I_n et il est réglable de 0,65 à $1I_n$.

Voir page suivante

**PROTECTION CONTRE les SURINTENSITES
des MOTEURS ASYNCHRONES TRIPHASES**



Dessiné JMB

La norme précise la tolérance sur le déclenchement :

$$1,05 \leq I_d < 1,25 I_r$$

En pratique, pour un relais thermique à simple bilame, le courant de non-déclenchement vaut environ $1,1 I_r t_{th}$. Le déclenchement se produit pour $1,2 I_r$ en 15 ou 20 minutes.

Le relais thermique doit permettre le passage de pointes. Pour un moteur qui démarre en direct le relais thermique de la classe 10 ou 10A, le couple temps/courant est :

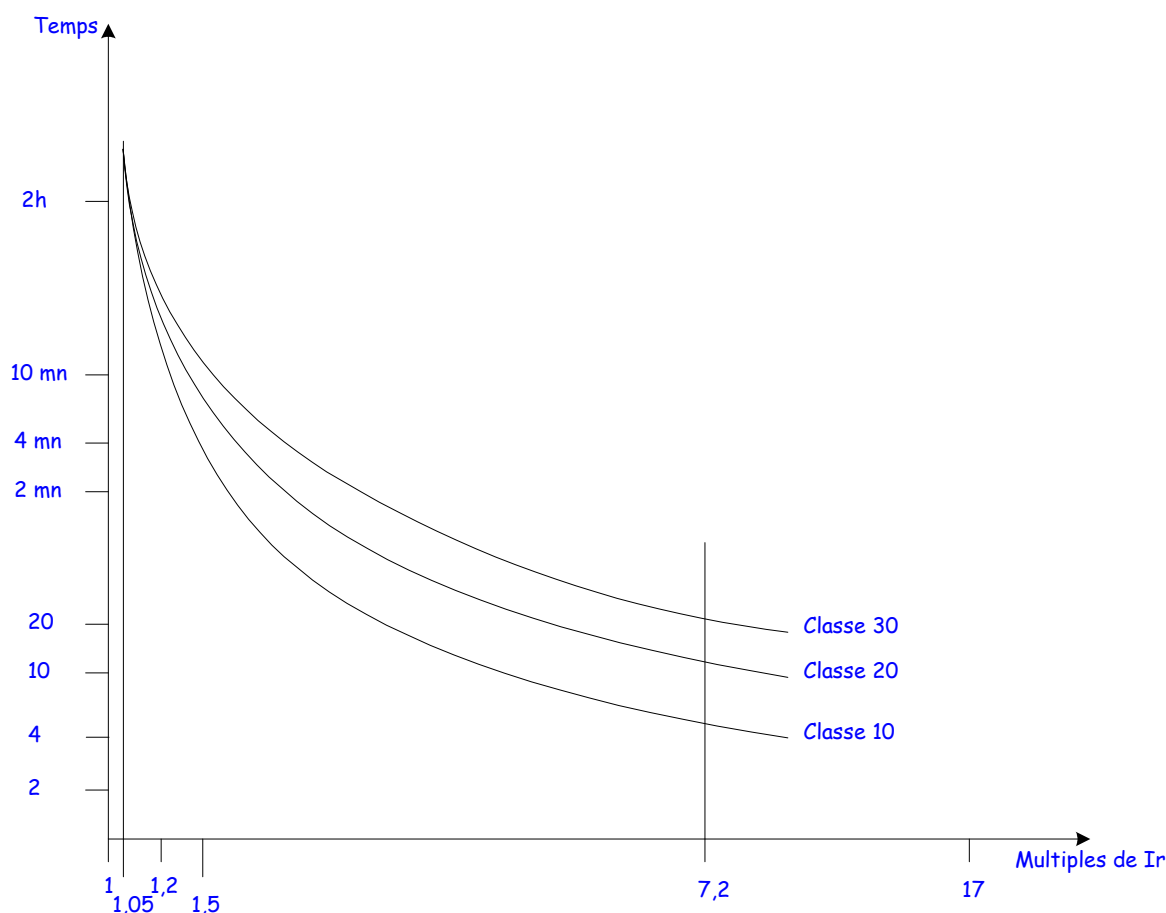
$4 I_r$	A froid pendant 6 à 10 s
	A chaud pendant 2s

La classe des relais thermiques sera fonction de la durée de démarrage des moteurs électriques. Le tableau ci-dessous indique le temps de déclenchement à partir de l'état froid en fonction de la classe du relais et du courant qui le traverse :

Classe du relais thermique	1,05 I_r	1,2 I_r	1,5 I_r	7,2 I_r
	Temps de déclenchement à partir de l'état froid			
10A	> 2 h	< 2 h	< 2 mn	$2 \leq t \leq 10$ s
10	> 2 h	< 2 h	< 4 mn	$4 \leq t \leq 10$ s
20	> 2 h	< 2 h	< 8 mn	$6 \leq t \leq 20$ s
30	> 2 h	< 2 h	< 12 mn	$9 \leq t \leq 30$ s

PROTECTION CONTRE les SURINTENSITES des MOTEURS ASYNCHRONES TRIPHASES

6 Courbes normalisées des déclencheurs



7 Conception et fonctionnement d'un relais thermique

L'élément thermique est composé de deux métaux (nickel et fer, chrome et fer.) intimement assemblés par laminage à froid et ayant des coefficients de dilatation linéaire différents. L'échauffement dû au passage du courant de surcharge provoque la déformation du bilame. Cette déformation se produit du côté du métal ayant le plus faible coefficient de température. Le bilame entraîne une barrette de déclenchement qui ouvre le contact situé dans le circuit de commande du contacteur. Les bilames réalisent une protection dite à temps inverse : plus le courant de surcharge est important, plus est réduite la durée du déclenchement et vice-versa. Il existe plusieurs modes de chauffage du bilame :

- Le chauffage direct correspond au cas où le bilame est chauffé directement par le passage du courant.
- Le chauffage indirect correspond au cas où le bilame est chauffé par un enroulement résistant lui-même parcouru par le courant. Généralement, il s'agit d'un fil ou d'un ruban étroit enroulé en hélice sur une gaine isolante qui entoure le bilame pour éviter de court-circuiter le fil.

La compensation des variations de la température ambiante est obtenue en ajoutant un autre bilame qui neutralise l'influence des variations du bilame principal traversée par le courant de surcharge.

En outre certains relais thermiques comportent un dispositif spécial ayant pour but de sensibiliser les relais lors de la marche accidentelle en monophasé. Ces relais thermiques sont dits "relais différentiels".

PROTECTION CONTRE les SURINTENSITES des MOTEURS ASYNCHRONES TRIPHASES

Le relais thermique (organe de détection de la surcharge) est toujours associé à un contacteur (commande). Cette configuration se nomme un discontacteur. **Le pouvoir de coupure d'un discontacteur est de l'ordre de 8In**. Cette valeur est trop faible pour couper les courants de court-circuit dont la valeur peut atteindre plusieurs milliers d'ampères. Il est donc nécessaire d'associer à cet ensemble un dispositif complémentaire (Généralement des fusibles HPC de type aM) qui sera capable de maîtriser de tels courants. Ce dispositif devra avoir deux fonctions principales :

- Laisser passer la pointe d'intensité pendant la durée du démarrage du moteur.
- Protéger contre les courts-circuits le discontacteur Le constructeur indique sur ces courbes la limite de destruction du relais.

Conformément à l'article 42.III du décret n°88-1056 du 14 novembre 1988, ces dispositifs doivent être parfaitement coordonnés.

Notes :

Dans une certaine mesure, les fusibles HPC associés assurent également une protection contre les contacts indirects, d'où l'importance de ne pas remplacer les fusibles existants lors de l'étude par des fusibles d'un calibre plus élevé.

Attention au « **sous calibrage** » qui peut conduire à la fatigue rapide des fusibles et des non-démarrage pendant la phase subtransitoire relative au démarrage du moteur.

8 Choix de la bonne coordination

Pour répondre à ces objectifs, les constructeurs proposent des associations soit avec des disjoncteurs, soit avec des fusibles à Haut Pouvoir de Coupure (HPC). Le dispositif de protection contre les courts-circuits (DPCC) doit être parfaitement coordonné avec le dispositif de protection contre les surcharges. Les normes CEI 947-4-1 et 947-6-2, définissent 3 types de coordination qui précisent les degrés de destruction acceptables pour les appareillages concernés après court-circuit et les niveaux de service attendus. Cette règle de coordination est sous l'entière responsabilité du constructeur du relais. Le constructeur donne dans ces catalogues des tableaux d'association permettant de faire le bon choix :

8.1 Définition des coordinations

Coordination de type 1 s'applique aux départs moteurs des machines simples, pouvant supporter des arrêts plus ou moins importants. Après un court-circuit :

- le contacteur et le relais peuvent être endommagés,
- avant de redémarrer, la remise en état du départ moteur peut s'avérer nécessaire.

Coordination de type 2 s'adresse plus particulièrement aux applications industrielles de processus continus supportant des arrêts limités. Après un court-circuit :

- aucun dommage, ni dérèglement ne sont autorisés,
- le « collage » des contacts du contacteur est admis s'ils sont facilement séparables,
- l'isolement doit être conservé après incident,
- la remise en service est assujettie à l'inspection du départ moteur.

Coordination totale (ou continuité de service) est réservée aux processus continus nécessitant un redémarrage immédiat des moyens de production, sans précautions particulières. Après court-circuit :

- aucun dommage, ni dérèglement ne sont acceptés,,
- l'isolement doit être conservé après incident,
- la remise en service est immédiate sans précaution particulière.

PROTECTION CONTRE les SURINTENSITES des MOTEURS ASYNCHRONES TRIPHASES

8.2 Règle adoptée

Pour garantir la sécurité des personnes, la protection des biens, réduire les pertes de production, limiter les temps d'arrêt des moteurs ainsi que les coûts des réparations, au plus juste niveau toléré par les exploitants, il faut coordonner les protections en associant, de façon sélective, les appareils entre eux. En ce qui concerne notre site industriel, nous avons opté pour la coordination de type 2. Celle-ci est réalisée comme suit :

- Sectionneur fusible équipé de fusibles HPC de type « aM »,
- Contacteur (en règle générale 25A en catégorie AC3 pour les faibles calibres),
- Relais thermique compensé et différentiel.

Grâce à ses qualités exceptionnelles de limitation, le fusible HPC est le meilleur limiteur de courant de court-circuit. Il est tout à fait indiqué pour être ce Dispositif de Protection contre les Courts-Circuits.

Le choix du fusible doit être effectué en fonction de la coordination recherchée. La coordination « fusible relais » est réalisée en règle générale avec des fusibles HPC du type aM (accompagnement moteur). Je ne reviens pas sur la technologie des fusibles HPC (gG et aM) qui ont fait l'objet d'un autre document, vous vous y reporterez si nécessaire.

Vous trouverez à la page suivante un tableau extrait du catalogue SCHNEIDER ELECTRIC qui illustre les propos précédents.

9 Remarques :

① Le tableau donné par le constructeur (page A45 du catalogue constructeur) a été établi pour des moteurs asynchrones triphasés 1500tr/mn, pour une fréquence de démarrage et pour une durée de démarrage courante, c'est-à-dire : 1 ou 2 démarrages par jour à 6 à 8 In dont la durée ne dépasse pas 6s. Pour des fréquences de démarrages plus élevées de l'ordre de 5 par jour, il est conseillé de choisir un calibre immédiatement supérieur à celui préconisé dans le tableau.

② Lorsque le moteur a une vitesse de 3000tr/mn, le calibre à retenir est celui du tableau multiplié par un coefficient compris entre 0,8 et 0,95. Pour un moteur fonctionnant à 750tr/mn, le coefficient multiplicateur sera compris entre 1,1 et 1,4. Ce document est mis uniquement à la disposition du personnel électricien. **Pour les besoins de la cause, je joins aujourd'hui (29-12-2010) ces documents.**

③ Lorsque certains moteurs sont appelés à démarrer ou à être freinés fréquemment, il peut être difficile de réaliser une protection contre les surcharges dont la constante de temps s'accorde avec celle du moteur à protéger (les moteurs utilisés pour les déplacements rapides, le blocage, le renversement rapide, le perçage sensitif, engins de levage, etc. entrent dans cette catégorie). On peut alors se contenter d'une protection contre les courts-circuits. Cependant si la puissance est supérieure à 2kW, il est recommandé d'utiliser une protection par éléments thermosensibles incorporés dans le moteur.

④ Quand une situation dangereuse peut résulter de la remise en marche automatique du moteur après le fonctionnement d'un dispositif de déclenchement (par exemple après refroidissement d'un élément de déclencheur thermique) des mesures appropriées doivent être prises pour éviter un tel danger.

Ces quatre dernières remarques sont essentiellement du domaine de compétence du service électrique dans le cadre de la maintenance et du bureau d'étude lors de la conception des installations électriques.

**PROTECTION CONTRE les SURINTENSITES
des MOTEURS ASYNCHRONES TRIPHASES**

10 Choix à partir du catalogue constructeur

EXTRAIT DU CATALOGUE TELEMECANIQUE

(Tableau dressé pour des moteurs asynchrones triphasés 1500tr/mn)

Relais de protection thermique différentiels
classe 10 A

Coordination de type 2

Relais de protection thermique :

- compensés à réarmement manuel ou automatique
- avec visualisation du déclenchement
- pour courant continu ou alternatif

400/415V		Fusibles aM		Référence Contacteur	Relais thermique	
P(kW)	Ie(A)	Taille	Calibre		Référence	Domaine de réglage
0,06	0,22	14x51	2	LC1-D09	LRD-02	0,16...0,25
0,09	0,36	14x51	2	LC1-D09	LRD-04	0,4...0,63
0,12	0,42					
0,18	0,6					
0,25	0,88					
37	69	22x58	100		LRD-3363	63...80
315	555	T3	630	LC1-F630	LR9-F7381	380...630

Choix des fusibles HPC

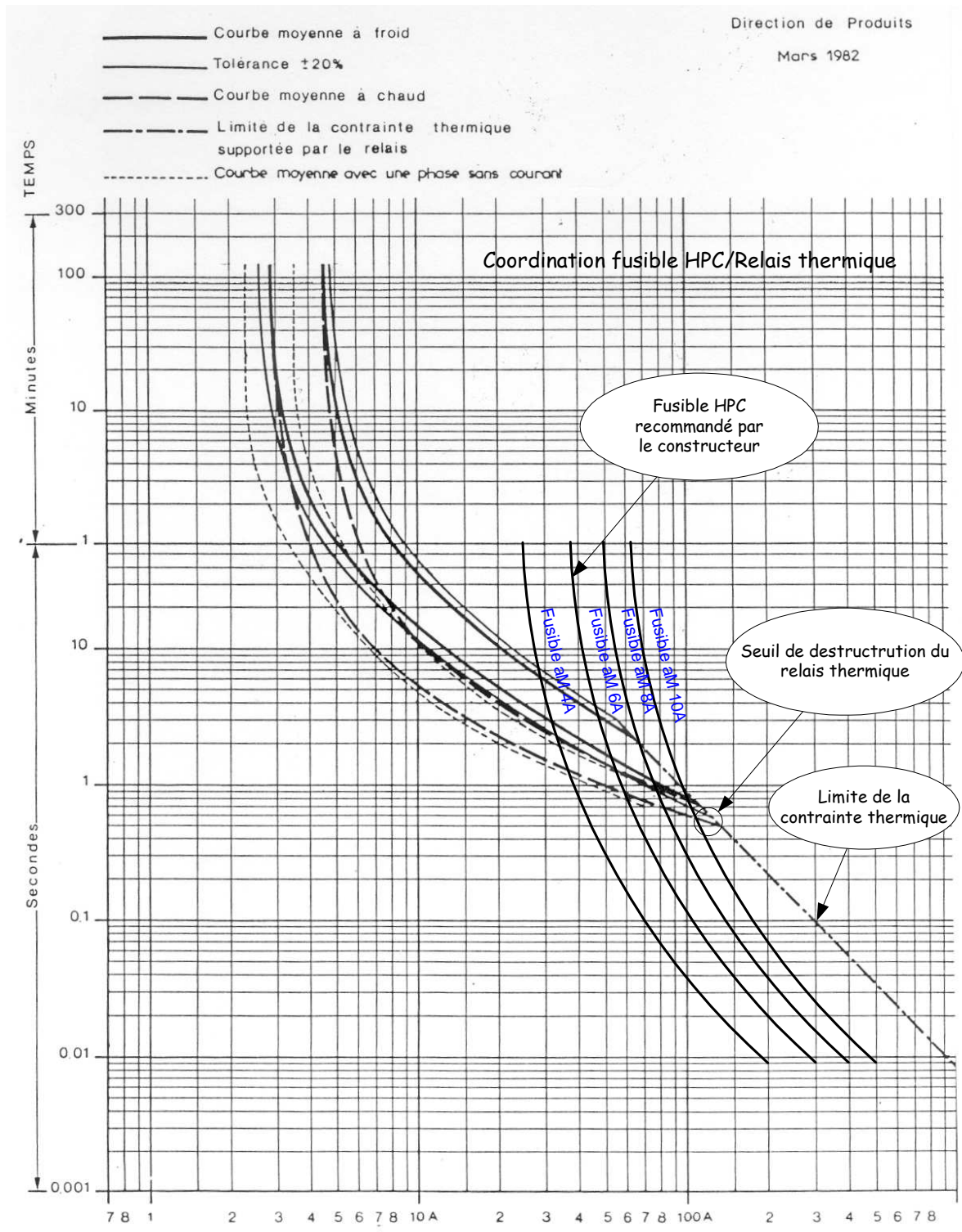
Ce tableau est à deux entrées

- ① A partir de la référence du relais
LRD-3363 → FUSIBLE aM 100A
- ② A partir de la puissance du moteur et connaissant la tension du réseau
P = 37 kW, 1500tr/mn U = 410V → FUSIBLE aM 100A
- ③ Pour un moteur 750tr/mn le catalogue FERRAZ donne → FUSIBLE aM 125A

11 Mise en évidence du non-respect du calibre des HPC

A la page suivante, vous trouverez le résultat de l'une de mes constructions qui met en évidence la nécessité de respecter le calibre des fusibles HPC qu'il faut associer au contacteur et au relais thermique

**PROTECTION CONTRE les SURINTENSITES
des MOTEURS ASYNCHRONES TRIPHASES**



Direction de Produits
Mars 1982

**CARACTERISTIQUES DU RELAIS THERMIQUE
LR1 - D 09308 - 2,5 à 4A**



Construction JM BEAUSSY