



école polytechnique de thiès

G.M. Ouly

**PROJET  
DE  
FIN D'ETUDES**

titre Performance du matériel  
électrique au Sénégal

auteur : Mamadou M. Lô  
génie : Mécanique  
date : 15 Mai 1979



ecole polytechnique  
de thiès

PERFORMANCE  
DU  
MATERIELELEC-  
TRIQUE  
AU SENEGAL

(Matériel électrique adapté au milieu)

Auteur: Mamadou Moustapha Lô  
élève en quatrième année, génie mécanique

Ce projet a été sous la direction de:

Harvey Gagné  
professeur au département de mécanique.

# Table des matières :

	Page
. Introduction	1
. Suivi du matériel électrique dans l'industrie...	3
. Environnement du matériel électrique	6
. Matériel adapté selon l'ambiance :	
. Moteur asynchrone	9
. Câbles industriels	19
. Appareillage électrique basse tension	27
. Transformateurs	32
. Conclusion	35
. Annexe :	
. Relevé auprès des industries du matériel électrique qu'elles utilisent : fiches techniques	37
. Références	49

# INTRODUCTION

Le sujet de ce projet de fin d'étude a été proposé et décrit comme suit :

1. Faire un relevé auprès de plusieurs industries du matériel électrique qu'elles utilisent. Ce relevé devra inclure une description complète de l'appareillage et de sa performance depuis son installation.
2. Obtenir des manufacturiers une description du matériel électrique disponible aujourd'hui sur le marché.
3. A partir des ces résultats (1) et (2), écrire un cahier de normes pour du matériel électrique qui serait adapté au Sénégal.

Il s'agit de déterminer à partir des enquêtes quel type de matériel a le mieux résisté aux rigueurs du milieu, ensuite choisir dans les catalogues des fabricants un matériel équivalent et le proposer comme étant le mieux adapté.

Mais à la manière dont ce matériel a été suivi dans l'industrie, il s'avère très difficile sinon impossible d'évaluer sa performance.

Par conséquent le sujet a été modifié.

Il s'agit maintenant d'estimer, à partir des enquêtes et du milieu, les causes les plus probables des faiblesses du matériel électrique et choisir dans les catalogues des fabricants le matériel le mieux adapté.

Le matériel électrique qui sera considéré ici est le suivant :

- moteur
- cable
- appareillage industriel à basse tension.
- transformateur.

Pour la présentation de ce rapport on procédera comme suit :

- suivi du matériel électrique dans l'industrie
- Environnement du matériel électrique.
- Matériel adapté selon l'ambiance.
- Discussions et conclusion

# Suivi du matériel électrique dans l'industrie

Le suivi est déterminé par le programme d'entretien du matériel électrique qui est généralement le même dans toutes les industries du pays.

Le programme consiste à :

- suivre les prescriptions du fabricant sur un matériel donné pour un fonctionnement régulier (graissage, dépoussiérage ...).
- une révision périodique (en moyenne, une fois par an) de tout le matériel électrique.
- intervenir sur un appareil après panne de ce dernier.
- établissement de fiches techniques presque uniquement sur les moteurs et les transformateurs.

Dans certaines industries, on en trouve même pas, on se borne à intervenir en cas de panne et on pose comme axiome que tant que le matériel fonctionne, il est parfait, et toute intervention serait superflue.

Ces fiches techniques constituent évidemment un suivi du matériel, dans la

mesure où les incidents compromettant le fonctionnement et les interventions y sont relevés, de même que les révisions périodiques. Mais, elles ne fournissent pas d'informations sur la performance du matériel (voir Fiches techniques) par rapport aux rigueurs du milieu. Les fiches et les discussions avec les responsables du matériel révèlent que les transformateurs et disjoncteurs se portent généralement bien, et les seules interventions se limitent aux travaux d'entretien.

Pour les moteurs, il y a beaucoup d'incidents de toutes sortes, mais les fiches ne donnent pas l'influence de l'environnement sur le matériel. Il n'y a pas, non plus, d'essais pour suivre le vieillissement du matériel.

Souvent, les causes des incidents ne sont pas spécifiées. On constate seulement qu'un environnement est difficile, ou agressif et un moteur est censé pouvoir résister s'il est conçu pour un tel milieu. Pour le reste du matériel, il n'y a pas de fiches. Les contacts des contacteurs sont entretenus; les incidents



sur les cables sont souvent dus, aux véhicules  
qui passent dessus, aux rats qui les rongent.

# Environnement

Le Sénégal se trouve dans une zone tropicale caractérisée par deux saisons principales :

1. De mi-novembre à mi-juin, c'est la saison sèche
2. De mi-juin à mi-octobre, c'est la saison humide.

On distingue aussi :

- un climat côtier frais et humide.
- un climat intérieur plus chaud et plus sec.

Plus de 80% des pluies ont lieu du 1<sup>er</sup> juillet au 30 octobre. La moyenne annuelle s'accroît progressivement du Nord au Sud. Les écarts de température augmentent sensiblement lorsqu'on s'enfonce vers l'intérieur du pays. Le maximum à Dakar est 32°C en septembre suivi de 17°C en février. A Ntalam, 42°C en Mai et 14°C en janvier. Aux environs de la côte dakaroise, on note un maximum de 28°3 en septembre et 18°5 en mars. De juillet à octobre, la température est presque stationnaire entre 27°C et 28°3. La montée est rapide

entre, avril et juin. Le nombre d'heures moyen d'ensoleillement est 8 heures par jour.

Le Sénégal a environ 500 km de côte sur l'océan atlantique. C'est un pays plat, l'altitude ne dépasse pas 100 m jusqu'au Sud-Est.

A cet environnement naturel, s'ajoute celui du caractère particulier des industries locales (industries chimiques, cimenterie, raffinerie ---)

Les influences externes sur le matériel dues à l'environnement peuvent se classifiées ainsi:

- La température ambiante qui peut affecter le refroidissement de l'appareil, les caractéristiques des isolants.

- l'humidité de l'air. A une certaine valeur elle est nuisible.

- L'altitude. l'efficacité de refroidissement par l'air décroît avec la pression. La variation de la pression est due à l'altitude. Mais au Sénégal le cas ne se pose pas (pays plat)

- La présence d'eau.

- Présence de poussières. Elles peuvent être inflammables, conductrices, corrosives ou

abrasives.

- L'atmosphère saline des côtes qui est un facteur de corrosion connu.
- Pollution atmosphérique
- Atmosphères explosives.
- Foudre et vent.
- Rayonnement solaire dont les effets peuvent entraîner une augmentation de la température et des modifications de structure de certains éléments constituant les matériels.

# Matériels adaptés selon l'ambiance

## Moteurs asynchrones

Le choix d'un moteur dépend principalement :

- de la nature, de l'organe entraîné et de son fonctionnement.
- du réseau électrique dont dispose l'utilisateur
- de l'ambiance de travail du moteur

C'est ce dernier critère qui va déterminer le choix qu'on va proposer.

Ambiance inférieure ou égale à  $40^{\circ}\text{C}$

Dans la zone industrielle de Dakar, on trouve une température maximum de  $32^{\circ}\text{C}$ .

- La compagnie Leroy Somer propose des moteurs asynchrones triphasés, bobinés en classe E, pour fonctionner dans une telle ambiance. Ces moteurs sont soit fermés, soit protégés. Ils sont livrés revêtus d'une couche de peinture cellulosique. Pour les industries se trouvant sur les côtes dakaroises (Il y'en a beaucoup) où l'atmosphère saline est humide et corrosive, des protections spéciales

sont prévues (avec majoration). Toujours contre l'humidité, les bobinages sont protégés contre la condensation: des résistances de réchauffage (résistances en ruban tissées avec de la fibre de verre) sont fixées sur les têtes de bobines et permettent de réchauffer les machines à l'arrêt, donc d'éliminer la condensation à l'intérieur des machines.

Les interventions n'ayant généralement lieu après panne (le plus souvent, c'est la bobine qui est grillée) une protection thermique est nécessaire: Les moteurs Leroy Somer peuvent être protégés contre tout échauffement nuisible par l'insertion en certains points du bobinage de détecteurs thermiques destinés à signaler un échauffement anormal ou à provoquer la coupure de l'alimentation du moteur en cas d'échauffement. Ces détecteurs peuvent être soit:

- des isothermes.
- des sondes à thermistances.
- des thermocouples

Sur les moteurs Novacem Compax, de la C.E.M. sont prévus des détecteurs thermiques qui

fonctionnement, dès que la température limite de sécurité est dépassée pour quelque cause que ce soit :

- surcharges plus ou moins prolongées ou répétées
- blocage de la machine entraînée.

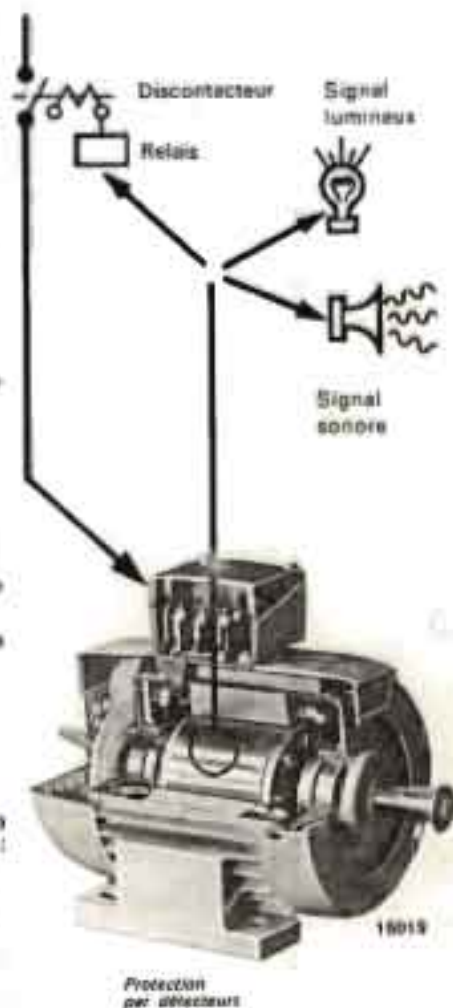
- obturation du circuit de ventilation, etc...

Placés sur chacune des phases distinctes du moteur, les détecteurs ont leurs connexions ramenées dans

la boîte, à bornes d'où, suivant les conditions d'exploitation, elles pourront être raccordées à un système :

- d'action directe sur le contacteur de commande du moteur ;
- de signalisation optique ;
- de signalisation sonore ;

Pour ce genre d'incidents cités précédemment,



la C.E.M. propose aussi des moteurs avec disjoncteur incorporé: protection par 3 relais thermique et coupure de l'alimentation du moteur en cas de surcharge.

Pour un environnement pareil, à celui de la SOTIBA où la peluche de coton bouche la grille de ventilation des moteurs, ou à celui des ateliers de décorticage de LESIEUR-AFRIQUE, les moteurs Novacem Compax anti-bourrage sont adaptés; ces moteurs sont conçus de façon à éviter les accumulations de fibres sur les différentes organes. Ils se différencient du moteur normal par les particularités suivantes:

- enveloppe en tôle, sans grillage de protection, côté ventilateur
- disque de protection en tôle à l'avant de l'enveloppe.

Pour l'industrie chimique telle que la S.I.E.S. où l'atmosphère est polluée et corrosive, les moteurs Novacem Compax sont appropriés;





ils sont normalement livrés sans peinture extérieure afin de pouvoir recevoir directement une peinture spéciale adaptée à l'ambiance. La mise en peinture ne doit être effectuée qu'après l'installation définitive du moteur afin d'éviter tout risque d'éraflure en cours de manutention ou de fixation.

Pour les milieux où le ruissellement d'eau est permanent, une exécution spéciale est réalisable sur le moteur Novacem

compax :

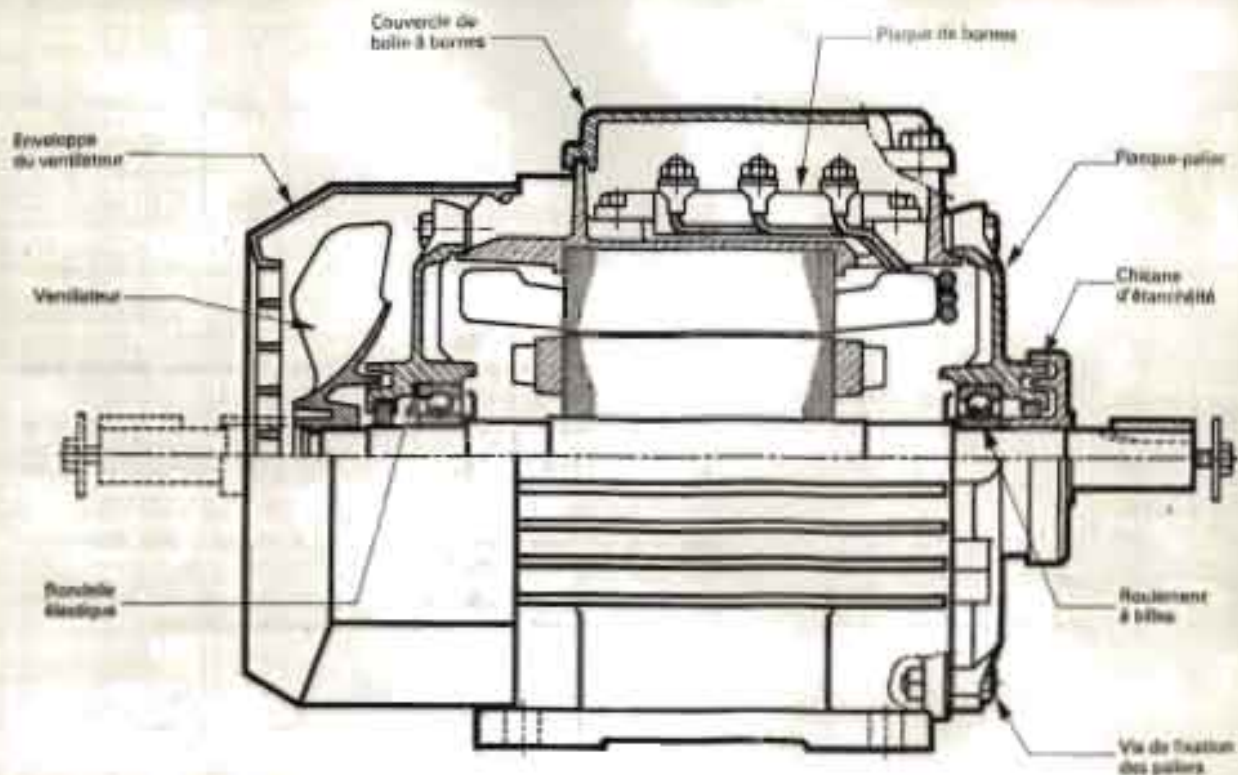
- une encapsulage en masse du bobinage stator dans une résine de protection ;
- une protection de toute les parties du moteur contre la corrosion ;
- le branchement par câbles sortis ;
- des orifices de purge et de respiration.

La plupart des moteurs Novacem compax ont le bobinage normalement tropicalisé, ce qui évite l'imprégnation spéciale pour installation



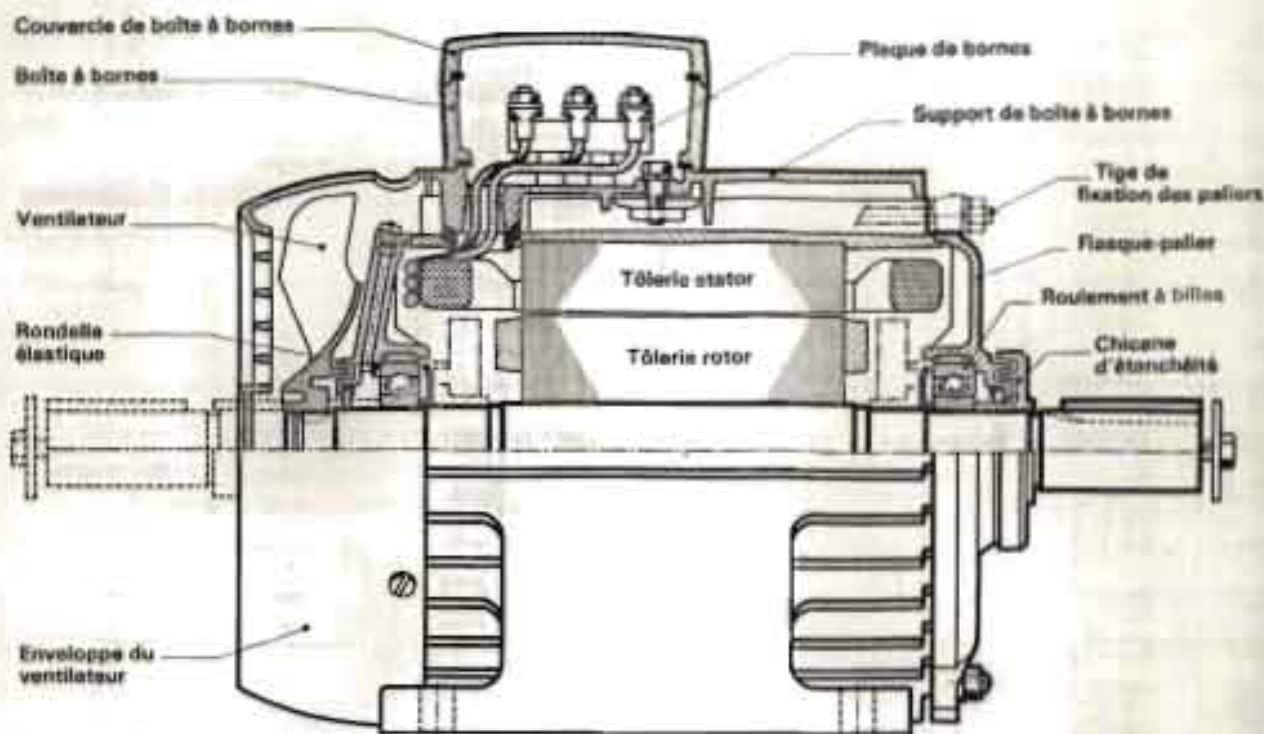
Stator de moteur pour ruissellement permanent

17079



Moteurs 63 L & 80

2672



Moteurs 90 à 132

2567

Nota. — Jusqu'au type 132, les moteurs sont normalement prévus sans graissage. Lorsque, sur demande, de son avis écrit, les graissures et conduits de graissage sont ajoutés sur le côté de chacun des deux flasques-paliers et disposés horizontalement.

Coupe d'un moteur Novacem

en climats tropicaux comme le nôtre.

Tous ces moteurs sont normalement bobinés en classe E. Sur demande ou pour des applications particulières, d'autres classes d'isolation peuvent être employées; ce qui est valable aussi dans le cas où la température ambiante dépasse  $40^{\circ}\text{C}$

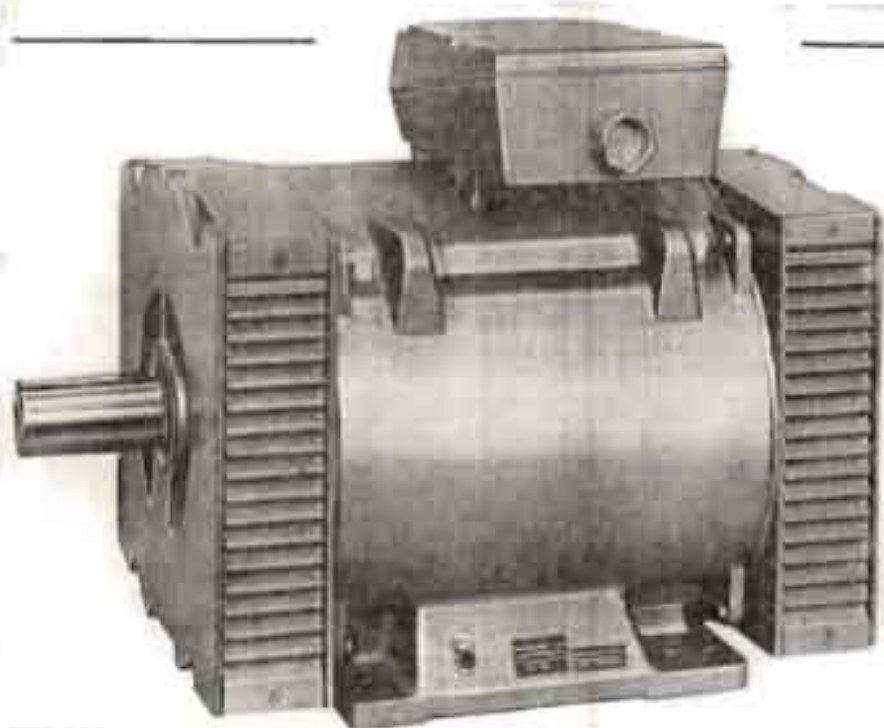
classe d'isolation	E	B	F
Echauffement	$75^{\circ}$	$80^{\circ}$	$100^{\circ}$
température limite (Echauffement + ambiance)	$115^{\circ}$	$120^{\circ}$	$140^{\circ}$

Ambiance	classe d'isolation
$45^{\circ}$	B
$50$ à $65^{\circ}$	F

Pour des applications autres que celles nécessitant une étanchéité particulière, On trouve des moteurs asynchrones protégés Teumont-Schneider (Protégé: moteur dont les organes vitaux sont à l'abri de la pluie et dont les orifices ne permettent pas l'introduction d'une bille de 12,5 mm.) L'impregnation et la protection de ces moteurs assurent un fonctionnement en atmosphères humides. L'isolation est faite pour un échauffement de  $75^{\circ}\text{C}$  et pour une ambiance maximale de  $40^{\circ}\text{C}$ ; le bobinage a reçu une impregnation conférant à une bonne tenue à l'humidité. L'air de refroidissement est pulsé à l'intérieur du moteur par un ventilateur à ailettes radiales, permettant les 2 sens de rotation.

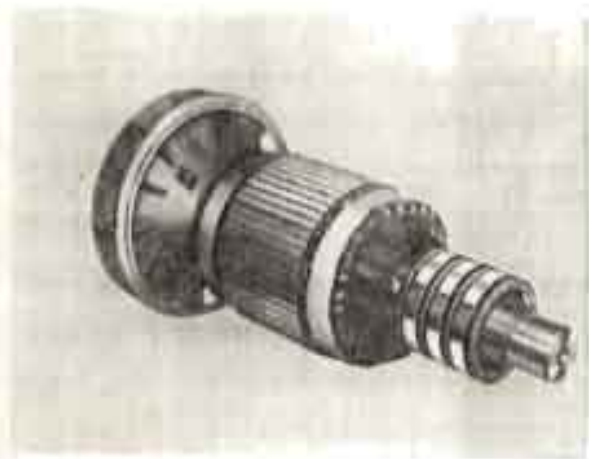
- On peut avoir une exécution particulière:
- Traitement de protection pour tropicalisation
  - Echauffement  $100^{\circ}\text{C}$  et ambiance maximale  $40^{\circ}$
  - Impregnation spéciale pour très forte humidité, atmosphères acides ou corrosives.
  - Protection thermique des enroulements par thermistances ou capsules thermostatiques.

# Moteurs protégés Teumont-Schneider

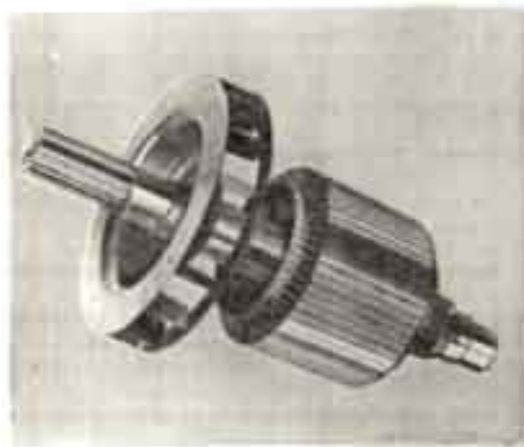


PNC 280

Rotor à bagues  
à contact permanent



Rotor en court-circuit  
(cage)



## Inertie entraînée par les moteurs à cage.

Les moteurs sont conçus pour entraîner de inerties importantes, fonction, du couple résistant de la machine pendant la période de démarrage. Les valeurs indiquées ci après permettent, sous pleine tension et sans échauffement excessif du stator et du rotor, 3 démarrages consécutifs à partir de l'état froid, ou 2 démarrages consécutifs à partir de l'état chaud (après fonctionnement à pleine charge) ou 6 démarrages répartis dans la première heure

Formes de couple résistant $C_r$	Couple		Couple		Couple							
Exemples d'applications	Compresseurs à pistons Pompes à pistons Engins de levage et manutention Bandes transporteuses Élévateurs	Compresseurs centrifuges Pompes centrifuges Pompes à vis, à hélice Vérificateurs Turbines	Machines de groupe convertisseur (alternateur ou génératrice à courant continu)									
Démarrage	direct	oui		oui		oui						
	à angle triangle	non		possible		oui						
	autotransformateur	possible		possible		oui						
	résistances	écorce		possible		oui						
	<b><math>C_r</math> CONSTANT</b>				<b><math>C_r</math> PARABOLIQUE</b>				<b><math>C_r</math> NÉGLIGEABLE</b>			
Type de moteur	<b><math>MD^2</math> maximal entraîné / <math>MD^2</math> du rotor</b>											
	2 pôles	4 pôles	6 pôles	> 8 pôles	2 pôles	4 pôles	6 pôles	> 8 pôles	2 pôles	4 pôles	6 pôles	> 8 pôles
160 à 200	8	20	45	80	12	60	70	150	14	68	78	170
225 - 260	3	8	15	35	6,5	20	40	70	7,5	25	45	60
280 - 315	1,4	8	12	14	2,5	13	22	35	3	14	24	40
355 à 460	-	-	-	-	1	9	16	25	1,5	10	18	28

Nota:  $MD^2$  = partie des masses en mouvement - 4 fois le moment d'inertie.

# Cables industriels

Les conditions d'emploi des cables sont déterminées par les risques que présentent soit la nature des locaux ou les emplacements prévus (humidité, risque de corrosion), soit les opérations qui s'y effectuent (risques mécaniques, incendie..)

Ambiances comprises entre 5 à 60°C

Pour des environnements :

- pouvant être partiellement ou totalement recouverts d'eau
- où la poussière est en quantité appréciable
- où des actions intermittentes ou accidentelles de certains produits chimiques corrosifs ou polluants d'usage courant (comme à la S.I.E.S) peuvent se produire.
- ou bien si la présence d'agents corrosifs ou polluants d'origine atmosphérique est appréciable (zones côtières)

La société Teumont-Schneider propose des cables qui sont essentiellement caractérisés par leur :

- gaine isolante en polyéthylène réticulé
- gaine de protection en polychlorure de vinyle.

Les caractéristiques essentielles, du polyéthylène réticulé sont :

- rigidité diélectrique et résistance d'isolement élevés
- résistance aux agents de vieillissement.
- résistance aux surcharges thermiques. La qualité des matériaux employés leur permet de supporter une température de 85°C en régime permanent et une température maximale de fin de court-circuit, de 250°C.
- résistance mécanique (chocs, abrasion)

Le polychlorure de vinyle possède, des caractéristiques modifiables suivant la formulation.

On peut retenir :

- bonne résistance à la flamme.
- résistance aux agents chimiques courants
- bonne tenue aux intempéries pour une gaine noire

La combinaison, des propriétés individuelles de ces matériaux permet de conférer à ces câbles les principales caractéristiques suivantes :

- légèreté
- insensibilité à l'humidité.



- Bonne résistance mécanique
- Bonne résistance, aux agents, de vieillissement
- Bonne résistance, aux produits chimiques courants
- excellente tenue aux températures élevées

Ce type de câble est présenté à la page 22

Pour des zones telles que les huileries et les savonneries, Teumont-Schneider propose, des câbles pour des applications industrielles courantes. La cablerie utilise, des produits spécifiques permettant d'améliorer certaines propriétés telles que :

- résistance aux attaques des termites (mélanges antitermites pour pays tropicaux)
- résistance aux intempéries (câbles exposés à l'air et au rayonnement solaire).

Ces deux propriétés sont indispensables dans un pays comme le nôtre.

Constitution du câble : voir figure page 23

- (A) âme en cuivre rouge pour des sections jusqu'à 10 mm<sup>2</sup> inclus, en cuivre ou aluminium pour les sections supérieures
- (B) l'enveloppe isolante est constituée d'une couche extrudée de polychlorure de vinyle (PVC)
- (D) gaine d'étanchéité en PVC.

**CABLES INDUSTRIELS**  
**TYPE R2V (NF.C.32.321)**  
 Tension nominale 1000 volts.



Câbles à TROIS CONDUCTEURS rond en CUIVRE isolés au polyéthylène réticulé, assemblés sous une gaine de protection en polychlorure de vinyle.

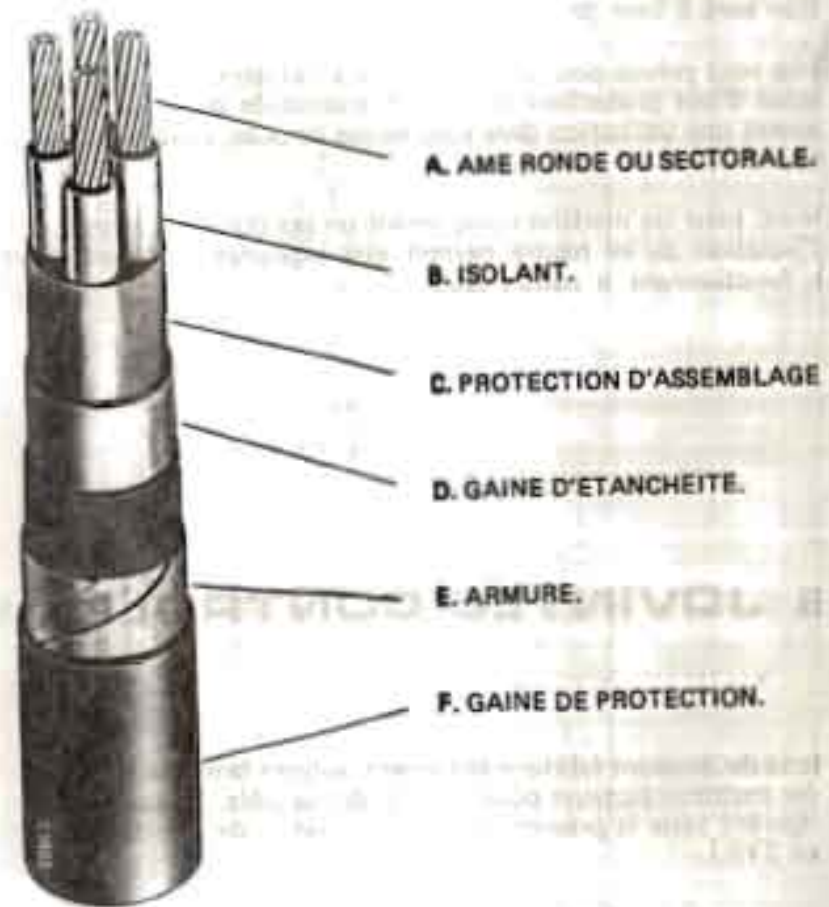
Sect. nom.	Diam. mini du conduc.	Diam. sur isol.	Diamètre extérieur		Masse totale kg/km	Rayon de courb. mini. cm	Livraison			Intensités admissibles en courant alternatif			Chutes de tension par A pour 1000 m de câble en courant alternatif 50 Hz pour $\cos \phi = 0,8$
			mini mm	maxi mm			Long. normale m	Type de touret	Masse de touret plein kg	1 câble enterré		Câble à l'air libre A	
										Régime perm. A	Régime indus. A		
mm <sup>2</sup>	mm	mm	mm	mm	kg/km	cm	m		kg	A	A	A	V
1,5	1,4	2,9	9,2	11,0	165	7	500	ABN	125	29	35	22	21,3
2,5	1,8	3,3	10,0	12,0	205	8	500	ABN	145	40	45	30	12,0
4	2,2	3,8	11,0	13,0	270	8	500	ABN	175	51	56	40	8,07
6	2,9	4,4	12,0	15,0	355	9	500	BBN	255	64	69	52	5,47
10	3,8	5,3	14,0	17,0	510	11	500	BBN	330	88	99	71	3,29
16	4,8	6,3	16,0	19,5	725	12	500	CBN	455	111	126	96	2,09
25	6,1	8,1	19,5	23,5	1110	15	500	DBN	685	141	167	127	1,35
35	7,2	9,2	21,5	26,0	1440	16	500	DBN	850	170	200	157	0,894
50	8,45	10,7	24,5	29,0	1895	18	500	EBN	1150	204	245	190	0,753
70	10,2	12,6	28,5	34,0	2685	21	500	FBN	1640	252	291	242	0,545
95	12	14,4	32,5	38,5	3590	24	500	GBN	2275	302	356	293	0,413
120	13,7	16,3	36,0	42,5	4495	26	500	GBN	2730	345	403	339	0,345
150	14,8	17,8	40,0	47,5	5495	29	250	FBN	1675	386	443	390	0,284
185	16,6	20,0	44,5	53,0	6830	32	250	GBN	2190	435	501	444	0,250
240	19	22,6	50,5	59,5	8815	36	250	GBN	2690	504	580	522	0,208
300	21,3	25,1	56,0	65,0	10955	40	150	GBN	2130	570	639	600	0,184

Longueurs : Les longueurs normales de fabrication peuvent être modifiées sur demande.

Intensités admissibles : Les valeurs indiquées sont fonction d'une température ambiante égale à 20° C et d'un échauffement au conducteur de 65° C pour les câbles enterrés et d'une température ambiante égale à 30° C et d'un échauffement au conducteur de 55° C pour les câbles dans l'air.

Le régime industriel considéré est celui qui a été défini dans la norme NFC 33.100.

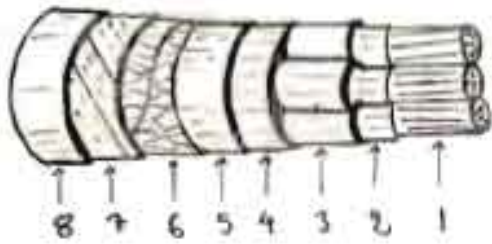
Les intensités admissibles indiquées sont celles de la norme UTE C 15.100.



- (E) L'armure est formée de deux feuillets d'acier enduits et non galvanisés, enroulés en hélice, le deuxième feuillet recouvrant l'intervalle entre spires du premier feuillet
- (F) L'armure est protégée par une gaine en PVC de teinte noire. La couleur noire permet une meilleure résistance au rayonnement.

Lorsque les conditions de pose et d'exploitation nécessitent des câbles à haut isolement et parfaitement étanches comme dans les industries pétrochimiques (la S.A.R.), TREFIMETAUX propose des câbles constitués de conducteurs isolés au P.R.C. assemblés sous une gaine d'étanchéité en plomb, protégée par une armure de feuillards épais et une gaine extérieure en P.V.C.

La présence d'une gaine d'étanchéité en plomb permet l'emploi du câble dans les industries mettant en œuvre des produits agressifs vis à vis des matériaux synthétiques (P.V.C., polychloropène, etc.) habituellement utilisés pour la protection extérieure des câbles. L'armure de deux feuillards d'acier épais, protégeant la gaine de plomb permet d'enterrer le câble sans protection mécanique complémentaire et la gaine extérieure en P.V.C. assure parfaitement la protection anticorrosive de la gaine de plomb et de l'armure.



1. âme rigide : cuivre nu
2. ruban séparateur
3. isolation P.B.C
4. gaine de bourrage pour section  $\leq 50 \text{ mm}^2$   
- Ruban pour section  $> 50 \text{ mm}^2$
5. gaine d'étanchéité : plomb
6. matelas : papier crépé
7. armure : 2 feuillets d'acier crépé
8. gaine extérieure : P.V.C.

1	conducteur en montage apparent		1	Simple		C	Plancher	
2	conducteur en montage encastré		1.1	Conducteur dans câbles en caoutchouc ou PVC		R	Encastré dans le mur	
3	conducteurs apparents et encastrés		1.2	Conducteur dans câbles en PVC		B1	Entièrement encastré	
4	canon direct ou biaisé (40, 60, 80, 90, 120°)		1.3	Pose directe dans câbles en caoutchouc ou PVC		B2	Entièrement protégé encastré	
5	canon direct ou biaisé		1.4	Pose directe dans câbles en PVC		B3	Entièrement dans le conduit	
6	canon sur chemise de câble ou câbles		1.5	Pose directe dans câbles en caoutchouc ou PVC		T	Canalisations protectrices	
7	canon sur support		16	type de construction		U	Pose sur supports	
8	conducteurs		17	Autre		V	Loges séparées	
9	conducteurs		18	en U ou en I - avec 180° dans les angles		W	Intégration dans l'axe	

# Appareillage industriel B.T.

Pour faire un choix judicieux, il faut tenir compte du fait que:

- seule l'atmosphère au voisinage immédiat du matériel est à considérer.
- le climat du pays n'est jamais le seul critère déterminant

La Télémécanique propose un matériel pour pays tropicaux. On applique un traitement adapté aux ambiances chaudes et humides avec condensations systématiques, ruissellement d'eau et risques d'apparition de moisissures. De plus les matériaux utilisés résistent à l'agression des insectes telles que les termites. C'est le "traitement tropical".

Les caractéristiques du "traitement tropical" sont:

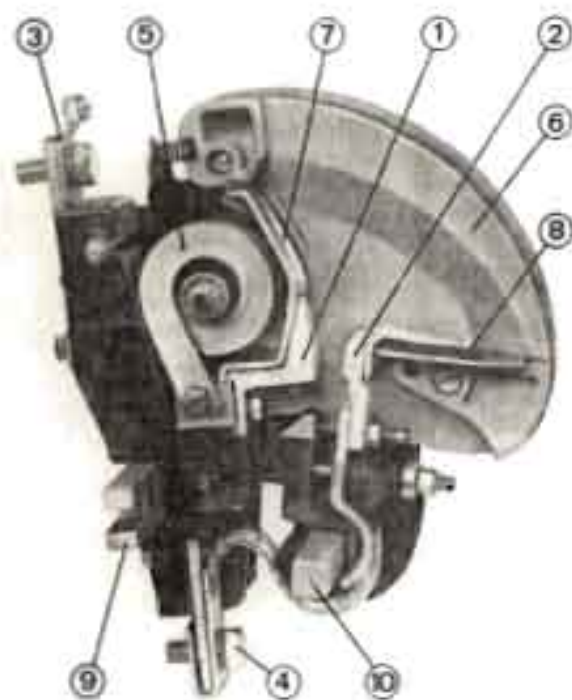
- toutes les pièces en acier sont cadmiées et passivées
- les pièces isolantes sont réalisées à partir de produits anticheminants et fongicides.
- tous les coffrets reçoivent une peinture de classe glycérophthalique fongicide, cuite au four et appliquée sur une couche de primaire au

au zinc métal, suivie d'une couche primaire d'isolement. Couleur des coffrets: gris clair.

Appareillage télémechanique "tropicalisé"  
( voir figures, page 30-31 )

La BBC ( Brown Boveri ) propose elle aussi un appareillage pour milieux chauds et humides. Toutes les parties métalliques sont protégées contre l'oxydation par un traitement de surface adapté à la nature du matériau.

Appareillage BBC



Coupe d'un pôle principal de contacteur série R.



Relais de protection magnétique unipolaire RM 1

- 1 - contact fixe
- 2 - contact mobile
- 3 - plage de raccordement supérieure
- 4 - plage de raccordement inférieure
- 5 - bobine de soufflage
- 6 - cage de soufflage
- 7 - anneau de soufflage du contact fixe
- 8 - corne de soufflage inférieure de la cage
- 9 - barreau fixe
- 10 - arbre mobile



. Relais pour la protection différentielle et longitudinale des lignes aériennes et souterraines pour lesquelles, il existe diverses sortes de couplage:

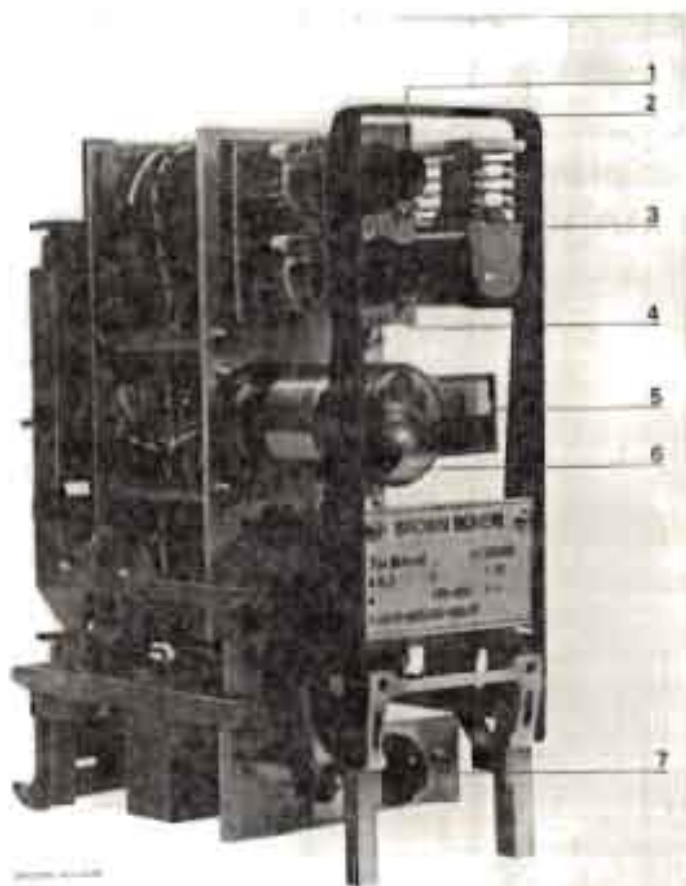
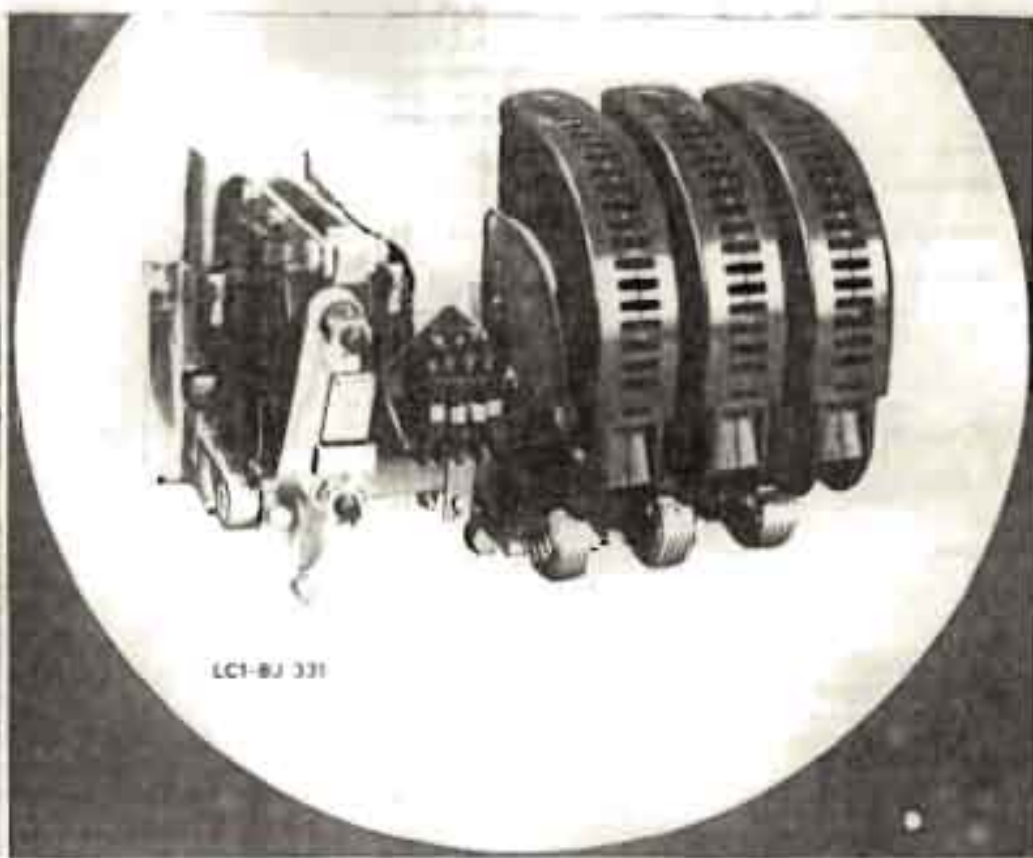


Fig. 3 - Relais différentiel longitudinal DL4, ouvert

- 1 - sélecteur  $v\%$
- 2 - étrier
- 3 - contacteur de déclenchement
- 4 - sélecteur  $g\%$
- 5 - affichage optique V2
- 6 - organe de mesure magnéto-électrique
- 7 - bouton de rappel de la signalisation

Contacteurs  
pour:  
- circuits généraux de distribution et circuits résistifs  
- groupe électrogène  
- commande de moteur  
- intersection de résistances rotoriques



LC1-BJ 331

**Généralités**

Les appareils LC1-B forment une gamme de contacteurs de puissance pour utilisation encastrée :

- 5 calibres : 200 A (LC1-BG), 300 A (LC1-BH), 470 A (LC1-BJ), 630 A (LC1-BK), 1 000 A (LC1-BL).
- 3 versions dans chaque calibre bipolaire, tripolaire, tétrapolaire.
- Circuit de commande en courant alternatif.

**Fixations**

- pour contacteurs LC1-BG, BH, BJ :  
— par 2 pattes de fixation comportant chacune 2 trous pour vis Ø M6.  
— l'utilisation d'écrous coulissants permet le montage des contacteurs sur 2 profils DIN ;
- pour contacteur LC1-BK :  
— par 2 pattes de fixation comportant chacune 3 trous pour vis Ø M6.  
— l'utilisation d'écrous coulissants permet le montage du contacteur sur 3 profils DIN ;
- pour contacteur LC1-BL :  
— par vis Ø M12 sur 1 encoche à chaque extrémité du banneau.

Les profils DIN peuvent être employés jusqu'à une longueur de 500 mm. Au-delà de cette dimension, utilisez des profils renforcés.

**Raccordement**

- étalés d'origine sur l'arrière de l'appareil.
- possibilité de raccordement à l'avant par adjonction de sorties adaptables par vos soins.

**Encombrement**

Appareils compacts, leur encombrement est, pour chacun d'eux invariable, quelle que soient le nombre de contacts additionnels incorporés.

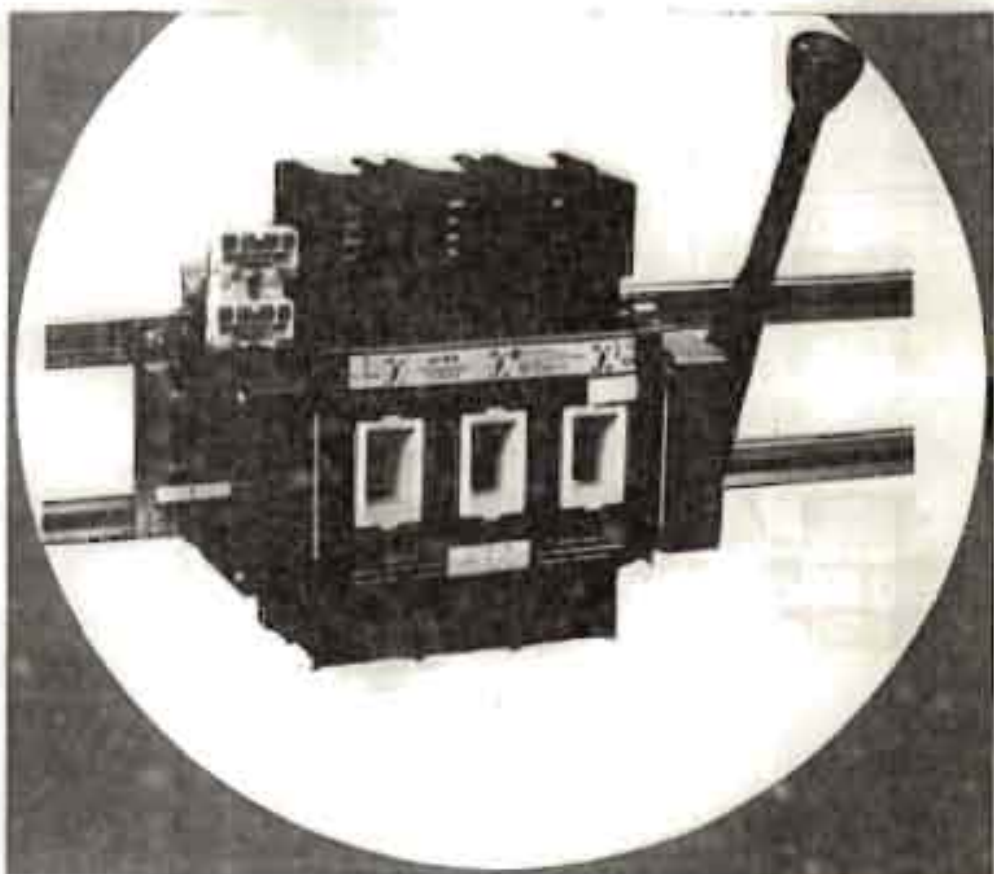
**Caractéristiques**

- Tension bobine d'électro-aimant :  
— gamme de 24 à 660 V alternatif 50-60 Hz, pour contacteurs LC1-BG, BH, BJ, BK bipolaires, tripolaires, tétrapolaires LC1-BL tripolaire
- gamme de 110 à 660 V alternatif 50-60 Hz, pour contacteurs LC1-BL tripolaires et tétrapolaires.
- Tension d'emploi du circuit puissance : 220 V, 380 V, 415/440 V, 500 V, 600 V, 660 V, 50-60 Hz.
- Puissances maximales d'emploi en catégories AC2 et AC3 :

Puissance maximale en kW					Contacteur
220 V	380 V	415/440 V	500 V	660 V	
55	80	100	75	55	LC1-BG
75	132	190	110	110	LC1-BH
132	220	290	220	250	LC1-BJ
185	315	330	375	315	LC1-BK
250	440	440	440	440	LC1-BL

- Contacts auxiliaires instantanés 3 "F" + 1 "O" montés d'origine sur le contacteur, avec possibilité d'addition d'auxiliaires instantanés ou temporisés de la série B.
- Nombre de manœuvres horaires pour une utilisation des contacteurs à 100% de la puissance d'emploi en catégorie AC2 et AC3 : < 120.
- Conformité aux normes ces appareils sont conformes aux normes :  
— IEC 158-1  
— UTE NF C63110  
— VDE 0660

## Interrupteur de sécurité



### Généralités

Les interrupteurs de sécurité sont à la fois interrupteurs et sectionneurs porte-fusibles.

#### ● Interrupteurs

- Avec ou sans fusibles, leur pouvoir de coupure de B In est conforme aux exigences de la Publication internationale IEC408, y compris pour la catégorie d'emploi la plus sévère AC23.
- Lorsqu'ils sont équipés de fusibles classe aM ou gF, leur pouvoir de coupure de B In est relayé par le pouvoir de coupure de ceux-ci > 50 kA.

Ces performances résultent :

- de la rapidité de fonctionnement de l'appareil,
- des chambres de coupure munies de dispositifs de soufflage,
- de la vitesse de manœuvre indépendante de l'action de l'opérateur.

#### ● Sectionneurs porte-fusibles

- Parce qu'ils garantissent la sécurité du personnel travaillant en aval, du fait de la grande distance de séparation des contacts principaux (conformément au décret du 14 novembre 1962).
- Ils assurent également la protection des lignes et des moteurs contre les courts-circuits. (Fusibles de taille 0, 1 ou 2 selon le calibre de l'interrupteur).

### Les points forts

#### ● La sécurité

- Distance de sectionnement visible par l'opérateur.
- Aucune partie sous tension du circuit principal n'est accessible au toucher.
- Utilisation en conformité à la norme VDE 0113.

#### ● Les performances

- Pouvoir de fermeture et de coupure > 50 kA (appareils équipés de fusibles).
- Tension d'emploi :  
 < 800 V en courant alternatif  
 < 250 V en courant continu.

#### ● La présentation

- 3 calibres d'interrupteurs de sécurité :
- 1th = 200 A avec barrettes : LK1-CH
  - 1th = 315 A avec barrettes : LK1-CJ
  - 1th = 500 A avec barrettes : LK1-CK

2 compositions pour chaque calibre

- tripolaire + 2 F
- tétrapolaire + 2 F

Ces 2 contacts "F" montés d'origine sont des contacts de préoccupation.

#### ● Les adaptations possibles par l'utilisateur

- 2 éléments de contacts "O-F" de signalisation d'état de circuit principal « OUVERT » ou « FERMÉ ».
- 1 dispositif de protection contre la marche en monophasé.

# Transformateurs

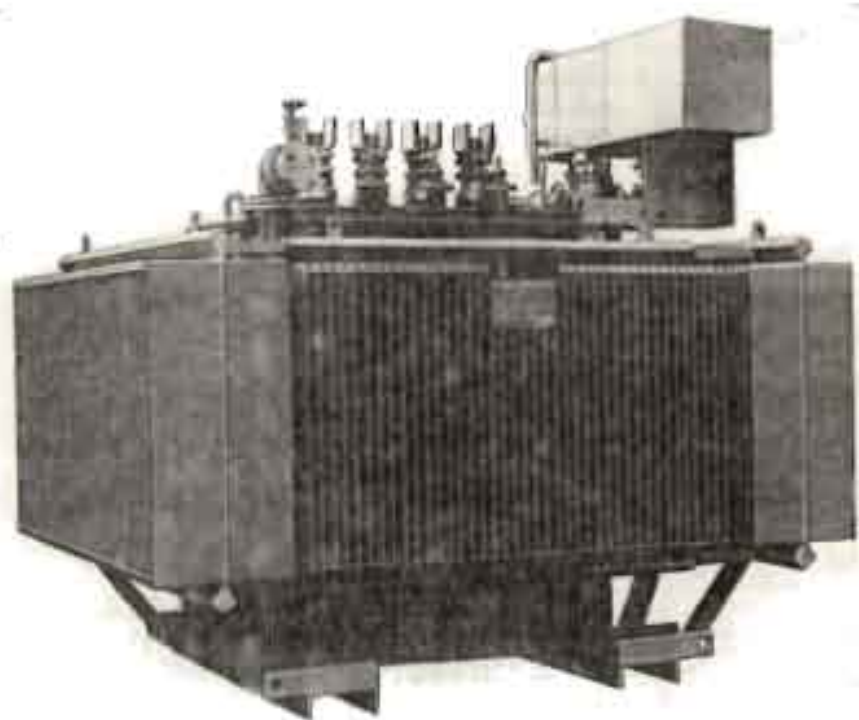
Le climat, l'altitude, la proximité de la mer, la propreté de l'atmosphère sont, autant d'éléments déterminants dans le choix d'un transformateur.

L'humidité, qui est une caractéristique fondamentale du climat tropical diminue considérablement le pouvoir isolant de l'huile ou de l'askarel et des autres isolants des transformateurs. Par conséquent les transformateurs installés dans un pays tropical doivent être munis d'un assécheur d'air (pour transformateurs à refroidissement naturel). Si l'appareil est à refroidissement naturel, il doit être soigneusement imprégné et verni, sinon, il peut absorber de l'humidité.

On trouve dans le marché des transformateurs de puissance "France-transfo", immergés dans l'huile ou les askarels, à refroidissement naturel, de 2500 à 5000 KVA, avec les accessoires suivants :

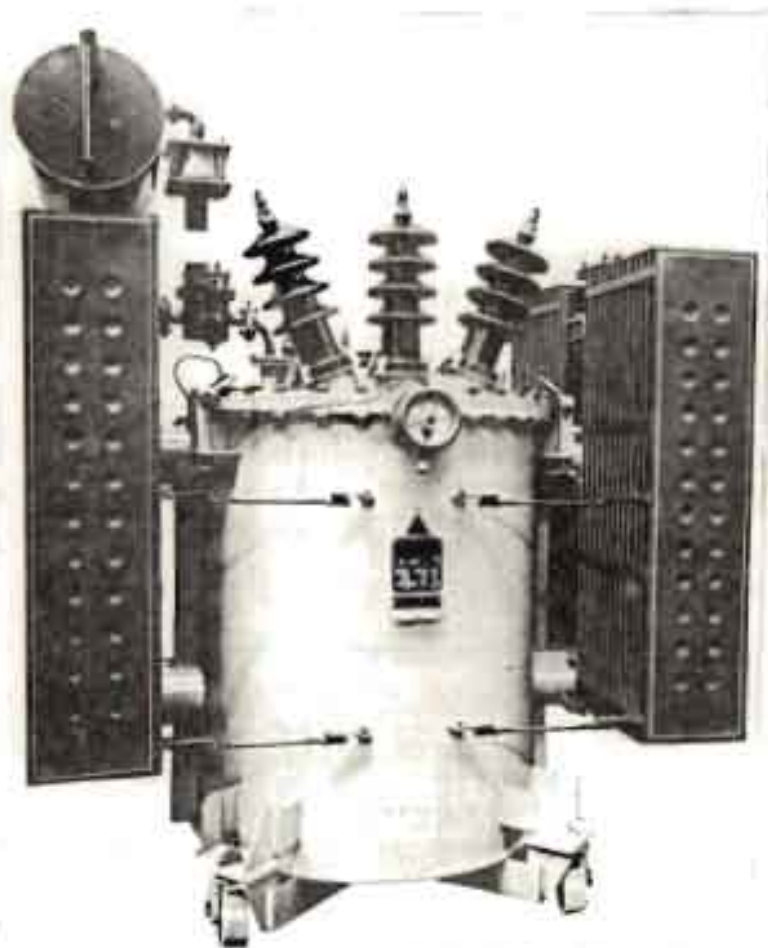
- conservateur (réservoir d'expansion de l'huile)

- vanne de traitement du dielectrique, avec prise d'échantillon
- assécheur, d'air
- relais Buchholz
- traversies embrochables
- thermomètre à cadran
- Thermostat



Transformateur du type respirant  
Usage à l'intérieur ou à l'extérieur

Il existe aussi des transformateurs Isocem du type extérieur parfaitement étanche avec conservateur de diélectrique et assécheur d'air



Le système de refroidissement est constitué de deux ou trois batteries de radiateurs plats qui sont raccordés au corps cylindrique par des collecteurs soudés pour des puissances inférieures ou égales à 1600 KVA. Pour des puissances de 2000 à 4000 KVA, les batteries de radiateurs démontables sont raccordées à la cuve par l'intermédiaire de brides

## Conclusion

Les caractéristiques du climat tropical ont été essentiellement les facteurs déterminants du choix de matériel électrique que nous venons de faire. Mais, s'il est vrai que le climat du pays est un critère important, l'atmosphère au voisinage immédiat du matériel, demeure le seul facteur à considérer; c'est pour cela que sur certains points, on a tenu compte d'éléments non climatologiques (ambiances saturées de peluches de coton, des industries textiles...)

Le matériel décrit ici, représente ce qu'on trouve, chez les représentants à Dakar, des fabricants, répondant aux caractéristiques du milieu. Il existe, aussi, chez les représentants, un matériel considérable dont, seules, les caractéristiques électriques ont été spécifiées. Généralement, le facteur électrique est le seul à être considéré (à tort) lors de la commande de matériel électrique, dans les industries locales. Il faut noter que le matériel représenté à Dakar n'est pas le seul à être utilisé

dans nos industries, car certaines de ces dernières font directement leurs commandes chez des constructeurs étrangers.

Cet exposé, évidemment, ne prétend pas tout rapporter sur chaque sorte de matériel (transp, moteur, - - -); on a plutôt essayé, de dégager dans chaque sorte, un type bien défini. (Pour les moteurs, on a choisi le moteur asynchrone).



## Annexe

Relevé auprès de quelques industries  
du matériel électrique :  
Fiches techniques sur les moteurs et les  
transformateurs.

## Moteurs electriques

Utilisateur: SISCOMA

Moteur asynchrone: Marque SAF type 0320 0002

tension: 220/380 volt

courant: 2,6-15/60-35 Amp.

charge: poste de soudure electrique.

Régime continu: 24 heures/jour pendant 6j

Moteur fermé.

### Observations

Avril 1968: mise en service

13/1/1969: grille: cause ventilateur bloqué.

10/4/1969: Retour de rebovinage vers stock.

28/3/1972: vérification et remise en service

Moteur asynchrone marque C.E.M. : moteur fermé

Puissance 2,3 Cv

tension 220/380 V

courant 2,7 / 1,9 Amp

charge: poinçonneuse SEG

régime intermittent: 16 heures/j.

ambiance pas très poussiéreuse ni très humide.

mise en service: 1963. comportement régulier.

Moteur asynchrone. marque SAF

Puissance 8,2 Kw

charge: Poste de soudure électrique

régime continu

mise en service : 23-3-1967

Observations:

23-11-1968 : entretien et changement de roulement

29-8-1969 : Retour de réparation et mise en service

21-6-1971 : Roulement cassé - rebobinage.

25-11-1971 : Retour et mise en service

18-5-1972 : 2 roulements en court-circuit

Réparation

2-6-1972 : Retour de réparation et mise en service

Moteur asynchrone: marque Drouard

Puissance 1cv 1405 bpm

charge: aspirateur Régime intermittent

Observations:

21-1-1970 : Moteur grillé à rebobiner

5-2-1970 : Retour de rebobinage → Stock

24-3-1971 : grille

7-4-71 : Retour de rebobinage et mise en service

Utilisateur : LESIEUR-AFRIQUE

Moteur asynchrone C.E.M. Fermé

type Meut 125 B6

N° de fabrication 1361477

Puissance 4,5 cv 960 t/min

travaille sur le chauffeoir

Observations:

- 10-5-1961 : Moteur grille
- 17-7-1962 : Démontage, nettoyage  
Rebobinage stator, étuvage.  
vernissage, étuvage.  
Essais d'isolement
- 6-2-63 : mis par erreur sur autre chauffeoir.  
960 t/min au lieu de 1500 t/min  
4,5 cv au lieu de 8 cv
- 26-2-63 : Révision
- 14-11-64 : Démontage vérification  
changement de 2 roulements 630+
- Remontage - essais
- 20-7-69 : Démontage - révision.  
changement de roulement
- 24-3-75 : remise en service.

Moteur asynchrone C.E.M.

type Mjus 125b-4

N° de fabrication 993357

Puissance 4cv      1425t/min

Observations

- 30-5-1962 : vérification des roulements à billes
- 28-9-1969 : changement des roulements 6307
- 13-7-1971 : mise à la chaufferie
- 13-9-1971 : grille
- 17-9-1971 : Retour de bobinage

Utilisateur: Taïba

Moteur asynchrone 3 $\phi$

Constructeur: Jeumont-Schneider type F.N.B400M4B33

Puissance: 265 Kw ; vitesse: 1490 t/min 50 Hz

tension 380V ; intensité: 49,2<sup>A</sup> cos $\phi$ : 0,89

isolement classe F 65°C Poids 2850 daN

Roulement 6326C3 - régime continu.

Observations

10-3-1975 : Reçu stocké atelier mécanique

28-3-1975 : Posé sur pompe 42 laverie

25-9-1975 : Déposé de pompe 42

Rentré en atelier. Roulement  
irrécupérable

Echauffement - Stator et Rotor.

Confection bague et usinage

Remontage.

28-11-1975 : Posé sur convoyeur

11-2-1977 : Déposé du convoyeur. Révision en  
atelier - isolement stator 1000 M $\Omega$

Echange roulement - essai stocké

23-3-1977 : posé sur convoyeur

9-12-1977 : Déposé du convoyeur

Expertise en atelier - Réparation.

Usinage  
bague. remontage

8-8-1978 : contrôle  
Expertise en atelier.

Moteur asynchrone C.E.M type Mjus 225b6  
N° 954196. Puissance 25 cv 970 t/min

Observations:

- 2-1968 : installé
- 18-2-1971 : Déposé pour révision. Soudure de  
2 calottes de protection et patte sup-  
port. Démontage - Nettoyage.  
Vérification roulements.  
Nettoyage - séchage.  
Imprégnation Stator
- 11-04-1974 : Posé sur conditionnement 94.1
- 2-1979 : Posé sur conditionnement 94D
- 22-2-1979 : Déposé du conditionnement 94D  
Expertise en atelier  
arbre cassé.

Moteur asynchrone 3 $\phi$ 

Constructeur Meumont-Schneider

type FNC 315 M6B3

Puissance 90 kW                      vitesse : 980t/min

isolement classe F - échauffement 75°C

cos  $\phi$  : 0,90                      Poids 900 kgObservations:

- 7-2-1978 : Reçu, stocké au magasin  
 11-3-1978 : Posé sur pompe  
 9-6-1976 : Contrôle  
 7-3-1979 : Expertise en atelier.  
 Plein de phosphate et d'eau.



# Transformateurs

Utilisateur: Taïba



Ecole Polytechnique  
de l'Etat

Constructeur: ISOCEM. type C.52.100.1953

Puissance 800 KVA. Couplage DYN11

tension: 1: 4,16 Kv 111A

2: 0,4 Kv 1154A

installé dans une cabine fermée avec ventilateur.

## Observations:

12-8-1962: Réserve. Stocké en cellule 4 Poste n°1

6-9-1967: Sortie de stock. Monté en cellule 1  
Poste N°2 et mis en service

15-9-1967: Déposé, décuivé et démonté entièrement en Atelier. (A morçage Noyau/  
cubasse circuit magnétique, échauffement  $\pm 15\%$  position II

2-11-1967: Remonté par agent C.E.M. Echangé  
circuit magnétique. Commutateur  $\pm 5\%$   
Refection: plein d'huile

Traitement Maxci

15-11-1967: Remise en service. Cellule n° 3  
Poste I R.A.S.

5-3-1971: Nettoyage. Echange. Dessiccateur.

## Appoint d'huile

12-6-1971 : Analyse d'huile  $SO_4 H_2$  en %

0,007

TC 30KV

3-8-1973 : Déposé de la cellule 3 du poste n° 1

20-8-1973 : Révision en atelier: Vidange huile  
Déculassage. Echange joints de culasse  
Nettoyage. Echange papiers et cartons  
isolants. Court-circuit en position 2.

Remontage. Remplissage (820 l)

Traitement à la maxci: Echange  
Silicagel et joint de niveau.

Contrôle rapport de transformation

Essai de tenue à pleine tension.

20-10-1973 : Posé en cellule III poste 2. On constate

qu'il manque une phase côté HT

Déposé: expertise en atelier:

Fil de sortie borne HT torsadé au

serrage → rupture. Impuretés dans

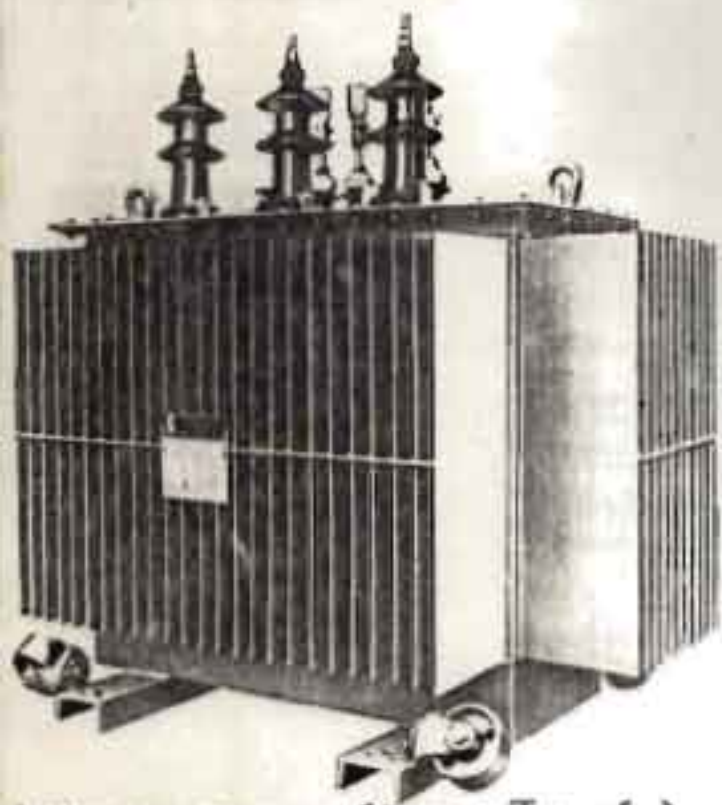
l'huile: vidange complète.

Nettoyage conservateur.

Traitement à la maxci.

2-11-1973 Posé en cellule III poste 2

Transformateur multiphasé à Lésion-A-Proque  
 Pas d'incidents particuliers depuis l'installation



Transformateur de distribution  
 400 kVA, 20 000 V/400 V, 50 Hz  
 pour installation en cabine

(France Transfo)

Transformateurs hermétiques,  
 à remplissage total.

Usage à l'intérieur ou à l'extérieur.

caractéristiques électriques

Tension nominale secondaire V	Puissance nominale kVA	Pertes à vide W	Pertes dues à la charge à 75° C W	Courant à vide %	Chute de tension en % à pleine charge		Tension de court-circuit %	Rendement en %			
					à pleine charge			à charge 3/4			
					cos φ = 1	cos φ = 0,8		cos φ = 1	cos φ = 0,8		
400 ou 231	25	115	700	3,3	2,84	3,96	4	95,94	95,08	97,36	96,72
	50	190	1 100	2,9	2,26	3,77	4	97,48	96,68	97,89	97,37
	100	320	1 750	2,5	1,81	3,57	4	97,97	97,46	98,29	97,87
	150	460	2 350	2,3	1,54	3,43	4	98,27	97,85	98,54	98,18
	200	550	2 850	2,2	1,49	3,41	4	98,33	97,92	98,56	98,24
	250	650	3 250	2,1	1,37	3,33	4	98,46	98,09	98,70	98,37
	315	770	3 900	2	1,31	3,30	4	98,54	98,18	98,76	98,46
400	400	930	4 600	1,9	1,27	3,25	4	98,64	98,30	98,84	98,56
231			4 810	1,8	1,28	3,28	4	98,59	98,24	98,80	98,51
400			5 500	1,8	1,17	3,27	4	98,70	98,38	98,89	98,62
231	500	1 100	5 950	1,8	1,28	3,27	4	98,67	98,27	98,85	98,54
400			6 500	1,8	1,11	3,17	4	98,78	98,48	98,96	98,71
231	630	1 300	6 950	1,8	1,18	3,22	4	98,71	98,39	98,91	98,64

Les courants, puissances préférentielles correspondantes

Transformateurs triphasés 50 Hz, conformes aux Recommandations de la CEI, aux normes françaises NF C 52-100, NF C 52-112, NF C 52-113, et à la spécification HN 52-S-20 de l'Électricité de France.

Autres normes sur demande

Tension nominale primaire : 20 kV  
 Prises de réglage hors tension normalement prévues pour une variation de  $\pm 2,5\%$  du rapport de transformation par manœuvre d'un commutateur.

Sur demande double tension primaire 10/20 kV ou 15/20 kV avec l'équipement du brochet par simple manœuvre d'un commutateur

Tension nominale secondaire :  
 400 V ou 231 V à vide entre phases.

Possibilité sur demande

pour les appareils 25 et 50 kVA, de débiter leur puissance nominale soit en 400 V, soit en 231 V, par changement du couplage secondaire à l'aide de bornes placées sous le couvercle

pour les appareils 100 et 160 kVA, de débiter leur puissance nominale soit en 400 V, soit en 231 V, par changement du couplage secondaire à l'aide de bornes placées sur le couvercle (9 bornes BT sorties) pour les appareils 200 à 500 kVA, de débiter en 400 V ou en 231 V (7 bornes BT sorties)

Possibilité en 231 V : 0,75 x puissance nominale

Les courants, puissances préférentielles correspondantes à l'usage

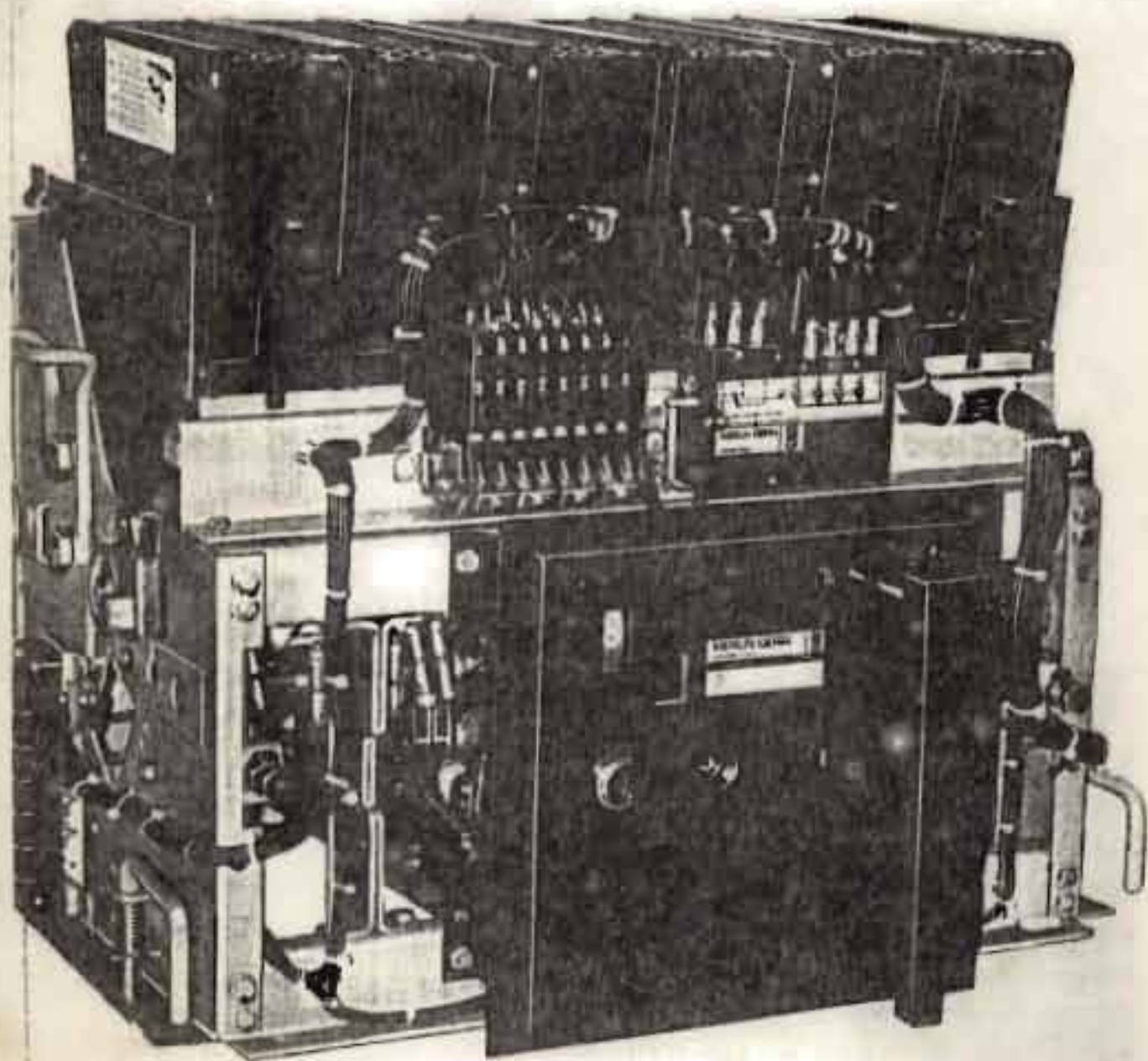
Couplage des appareils :  
 25 à 160 kVA : Étoile - zigzag neutre sorti (symbole  $Yz_n 11$ )

Appareils 25 à 160 kVA à 2 tensions secondaires, débitant en 231 V : couplage Étoile - étoile neutre sorti

200 à 630 kVA : Triangle - étoile neutre sorti (symbole  $Dy_n 11$ )

Disjoncteur utilisé à Lesieur-Afrique.  
sans incident depuis l'installation

Disjoncteur Merlin-Gérin



# Références

## Catalogues

- Moteurs asynchrones triphasés de 0,09 à 450 KW  
LEROY-SOMER
- Moteurs asynchrones protégés de 4 à 1000 KW BT  
Série européenne. Jeumont-Schneider
- Moteurs asynchrones triphasés Fermés IP44  
ou ETanches IP55 Novacem Compax
- Câbles domestiques et industriels  
Jeumont-Schneider (Division Tréfilerie-  
Cablerie)
- Fil et câbles isolés Tréfilmetaux
- appareillage pour automatismes industriels  
Telemecanique.
- Appareillage automatique industriel  
Contacteurs sur barreaux Série R63 à R2000  
BBC (Brown, Boveri)
- Transformateurs ISOCEM de puissances normalisées de 800 à 4000 KVA. CEM c<sup>ie</sup> Electro-mécanique.
- Transformateurs de puissance France-Transfo.