10.2. Définitions

La norme IEC 947 fascicule 1 donne les définitions concernant les caractéristiques électriques et mécaniques des contacteurs.
Les définitions énoncées ci-après correspondent aux caractéristiques généralement indiquées dans les tableaux des contacteurs Schneider Electric.

10.2.1. Les tensions assignées

10.2.1.1. Tension assignée d'emploi (Ue)

Une tension assignée d'emploi d'un matériel est une valeur de tension qui, combinée avec un courant assigné d'emploi, détermine l'emploi du matériel, et à laquelle se rapportent les essais correspondants et la catégorie d'emploi.
Pour un matériel unipolaire, la tension assignée d'emploi s'exprime généralement par la tension à travers le pôle. Pour un matériel multipolaire, elle s'exprime généralement par la tension entre phases.

10.2.1.2. Tension assignée d'isolement (Ui)

La tension assignée d'isolement d'un matériel est la valeur de tension à laquelle on se réfère pour les essais diélectriques et pour les lignes de fuite. En aucun cas, la valeur la plus élevée de la tension assignée d'emploi ne doit dépasser celle de la tension assignée d'isolement.

10.2.1.3. Tension assignée de tenue aux chocs (Uimp)

Valeur de crête d'une tension de choc, de forme et de polarité prescrites, que le matériel est susceptible de supporter sans claquage, dans des conditions d'essai spécifiées, et à laquelle on se réfère pour les valeurs des distances d'isolement.
La tension assignée de tenue aux chocs d'un matériel doit être égale ou supérieure aux valeurs fixées pour les surtensions transitoires apparaissant dans le circuit où est placé ce matériel.

10.2.2. Les courants conventionnels et d'emploi

10.2.2.1. Courant thermique conventionnel à l'air libre (Ith)

Le courant thermique conventionnel à l'air libre est la valeur maximale du courant d'essai à utiliser pour les essais d'échauffement du matériel sans enveloppe à l'air libre (voir compléments paragraphe 10.6.6.1.).
La valeur du courant thermique conventionnel à l'air libre doit être au moins égale à la valeur maximale du courant assigné d'emploi du matériel sans enveloppe, en service de 8 heures.
On entend par air libre celui qui existe dans les conditions normales à l'intérieur, raisonnablement exempt de poussières et de radiations externes.

10.2.2.2. Courant thermique conventionnel sous enveloppe (Ithe)

Le courant thermique conventionnel sous enveloppe d'un matériel est la valeur du courant, fixée par le constructeur, à utiliser pour les essais d'échauffement du matériel lorsqu'il est monté dans une enveloppe spécifiée. Ces essais sont obligatoires si le matériel est décrit comme matériel sous enveloppe dans les catalogues du constructeur et normalement destiné à être utilisé avec une ou plusieurs enveloppes de type et de taille spécifiées.
La valeur du courant thermique conventionnel sous enveloppe doit être au moins égale à la valeur maximale du courant assigné d'emploi du matériel sous enveloppe en service de 8 heures.

10.2.2.3. Courants assignés d'emploi (Ie) ou puissances assignées d'emploi

Un courant assigné d'emploi d'un matériel est défini par le constructeur et tient compte de la tension assignée d'emploi, de la fréquence assignée, du service assigné, de la catégorie d'emploi et du type

d'enveloppe de protection le cas échéant (voir compléments paragraphe 10.6.6.2.).
Dans le cas de matériels pour la commande directe d'un seul moteur. l'indication d'un courant assigné d'emploi peut être remplacée ou complétée par celle de la puissance maximale disponible assignée, sous la tension assignée d'emploi considérée, du moteur pour lequel le matériel est prévu. Le constructeur doit être en mesure de préciser la relation qui est admise entre le courant d'emploi et la puissance d'emploi, le cas échéant.

10.2.3. Les services normalisés

10.2.3.1. Introduction aux services normalisés

L'équipement électrique d'un engin de levage doit être capable de développer le couple maximal nécessaire en régime transitoire.
De plus, il doit supporter sans dégradation ni usure prématurée le service intermittent correspondant à l'utilisation de l'appareil.
Ces considérations réagissent sur le dimensionnement des principaux organes tels que moteurs, contacteurs, variateurs de vitesse, résistances, etc.
L'échauffement constitue une contrainte susceptible de limiter la durée de vie du matériel ; aussi les normes définissent-elles des températures maximales à ne pas dépasser à partir d'une température ambiante qui, sauf indication contraire, est fixée à 40°C.
L'échauffement est provoqué par les pertes qui varient dans le temps en fonction des couples développés. On est ainsi amené à considérer pour chaque organe du dispositif de commande puissance, une valeur maximale de la puissance d'emploi ou du courant d'emploi correspondant à une utilisation parfaitement caractérisée pendant une période donnée.
Au point de vue thermique, cette valeur maximale d'emploi est définie de façon à ne pas provoquer, en cours d'utilisation, un échauffement qui dépasse à un moment quelconque la valeur prévue par les normes.
La détermination tient compte, bien entendu, de la durée de travail effectif et de la loi d'échauffement et de refroidissement relative au matériel considéré.
Les organes subissant une usure doivent, en outre, assurer une durée de vie minimale (par exemple, les pièces de contacts des contacteurs doivent effectuer plusieurs millions de manœuvres avant de nécessiter un échange).

Ce critère définit une deuxième limite d'emploi qui est prise en compte si elle est inférieure à celle établie à partir des considérations d'échauffement. L'utilisation généralisée aujourd'hui de la variation de vitesse pour la commande des moteurs d'entraînement a quasiment supprimé cette limite.
L'utilisation des engins de levage nécessite une succession de manœuvres élémentaires diversifiées et inégalement espacées.
Cependant, en général, on peut l'assimiler à un service intermittent régulier comportant une série pratiquement illimitée de cycles identiques.
Divers services de cette nature ont été normalisés pour les équipements électriques à moteurs asynchrones.

10.2.3.2. Terminologie utilisée

Les termes que nous utiliserons dans la suite de l'ouvrage correspondent aux définitions 60034-1 de la CEI, relative aux machines tournantes électriques.
Le fonctionnement des moteurs est spécifié selon des services types conventionnels, comportant un ou plusieurs régimes constants, pendant des durées spécifiées, se succédant dans un ordre donné.
On entend par ***régime*** l'ensemble des grandeurs électriques et mécaniques caractérisant le fonctionnement d'une machine à un instant donné.
On dit également, que ***l'état thermique est à l'équilibre*** lorsque les températures observées sur les diverses parties du moteur ne varient pas plus de 2°C par heure.

Les services normalisés sont définis par :

- une classe de démarrage
- un facteur de marche

Chaque cycle comprend :

- une période de démarrage,
- une période de marche à vitesse établie ; et éventuellement :
- une période de freinage électrique et
- un certain nombre d'impulsions.

10.2.3.3. Classe de démarrage

La ***classe de démarrage*** est le nombre de démarrages équivalents d'un moteur pendant une heure, en faisant intervenir les démarrages complets normalisés et l'équivalence thermique entre démarrages normalisés et impulsions normalisées ou freinages électriques normalisés. Par convention, une impulsion équivaut à 0,25 démarrage normalisé, un freinage équivaut à 0,80 démarrage normalisé.
D'où : classe de démarrage = nombre de démarrages + 0,25 x nombre d'impulsions + 0,80 x nombre de freinages.
Il existe 3 classes de démarrages normalisés, qui comportent des nombres définis de démarrages, impulsions et freinages (voir tableau ci-dessous) :

Classe de démarrage normalisé	Démarrages	Impulsions	Freinages à contre-courant
150	150	0	0
	100	200	0
	65	130	65
300	300	0	0
	200	400	0
	130	260	130
600	600	0	0
	400	800	0
	260	520	260

10.2.3.4. Facteur de marche

C'est le rapport entre la durée de passage t du courant i et la durée du cycle T.

Il s'exprime par la relation :

$$m = \frac{t}{T}$$

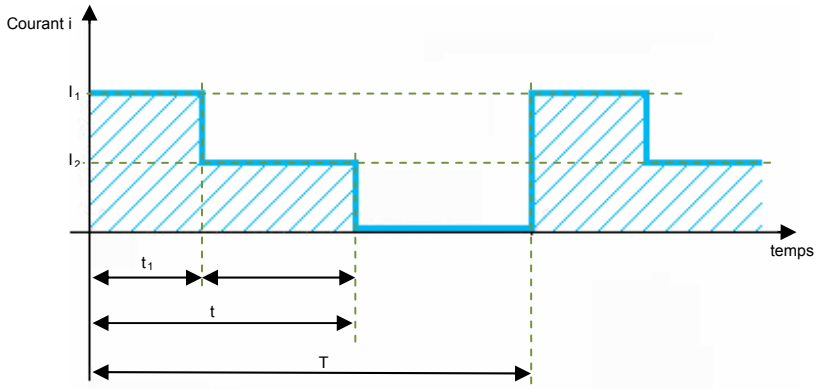


Fig. 10.2-1

On appelle durée de cycle T la somme des durées de passage du courant et de période de repos.

Les valeurs normales du facteur de marche définies par les normes IEC et NF sont de 15, 25, 40 et 60%.

10.2.3.5 Catégories d'emploi

Les catégories d'emploi résument les principaux domaines d'application des contacteurs en courant altenatif (catégories AC-..) et en courant continu (DC-..). Elles définissent les conditions d'établissement et de coupure du courant assigné d'emploi Ie et de la tension assignée d'emploi Ue (voir paragraphe 10.6.5.2.).

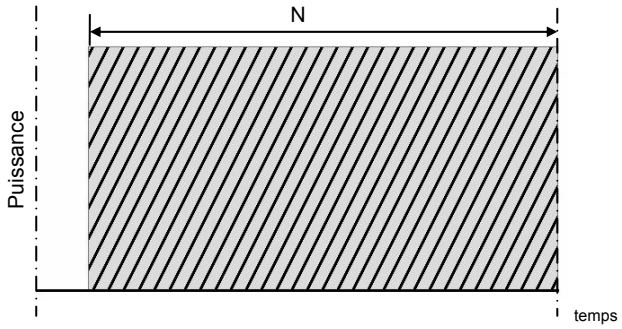
10.2.3.6. Définition des principaux services normalisés

Les services retenus en levage correspondent aux cinq premières catégories de la classification (**S1 à S5**):

a) Le service continu **S1**

Ce service consiste en un fonctionnement à régime constant, d'une durée suffisante N pour que l'équilibre thermique du moteur soit atteint.
A ce service, correspond la puissance nominale $\mathbf{P_n}$ du moteur. Les valeurs différentes, indiquées par le constructeur pour les autres services, représentent les puissances d'emploi $\mathbf{P_e}$ relatives au service considéré. Ce service ne s'applique pas aux mouvements principaux des engins de levage.

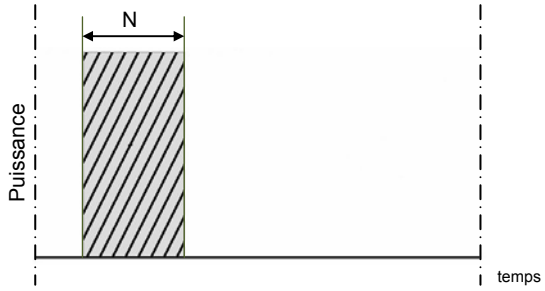
Fig. 10.2-2



b) Le service temporaire **S2**

Il est caractérisé par un fonctionnement à régime constant (puissance d'emploi), pendant un temps déterminé N, moindre que celui qui est requis pour atteindre l'équilibre thermique, suivi d'un repos d'une durée suffisante pour rétablir à 2°C près l'égalité de température avec celle du milieu ambiant.
Un service S2 est défini par un temps dont les valeurs recommandées sont 10 - 30 - 60 - 90 et 120 minutes.

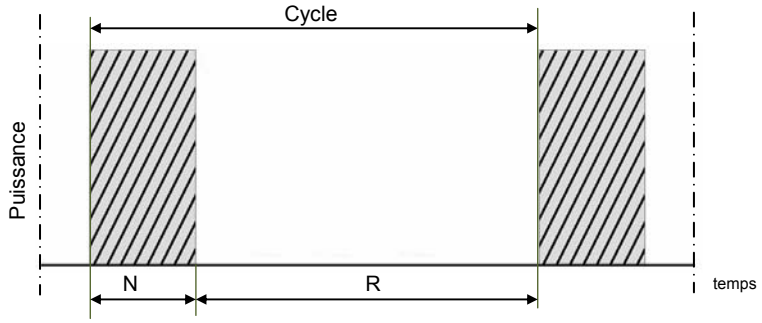
Fig. 10.2-3



c) Le service intermittent périodique **S3**

Il se compose d'une suite de cycles identiques comprenant chacun un temps de fonctionnement à régime constant et un temps de repos.
On considère souvent six démarrages au plus dans l'heure. Si ces derniers sont courts par rapport à la constante de temps d'échauffement, l'élévation de température correspondante est négligeable.

Fig. 10.2-4



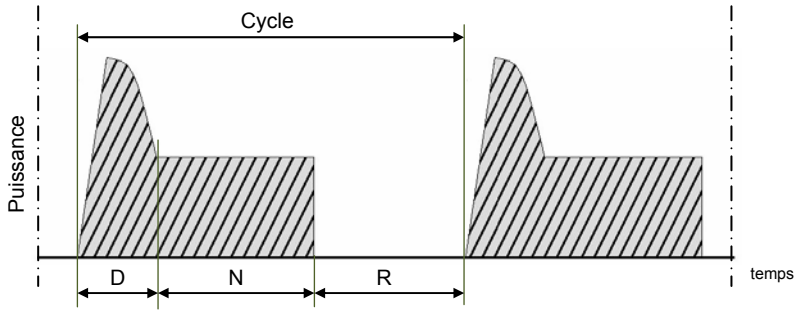
d) Le service intermittent périodique à démarrage **S4**

Ce service se compose d'une suite de cycles identiques comprenant chacun :

- un temps appréciable de démarrage D,
- un temps de fonctionnement à régime constant N et,
- un temps de repos R.

Dans ce cas, l'arrêt du moteur est obtenu soit par ralentissement naturel après la coupure du courant d'alimentation, soit par un moyen de freinage tel qu'un frein mécanique ne provoquant pas d'échauffement supplémentaire des enroulements.
Un service S4 est défini par le facteur de marche de chaque cycle et par le nombre de démarrages rapportés à un temps déterminé (de préférence 1 heure).

Fig. 10.2-5



e) Le service intermittent périodique à démarrage et freinage électrique **S5**

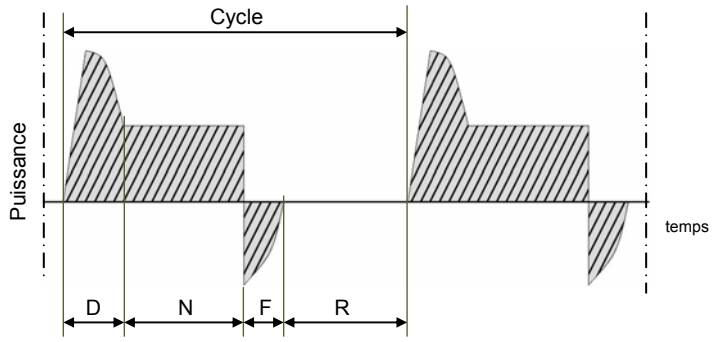
Il se compose d'une suite de cycles identiques comprenant chacun :

- un temps appréciable de démarrage D,
- un temps de fonctionnement à régime constant N
- un temps de freinage électrique rapide F et,
- un temps de repos R.

Un service S5 est défini comme un service S4 en précisant en plus le régime de freinage ainsi que sa durée. Les cycles peuvent également comporter des impulsions, c'est à dire des démarrages incomplets.

Les services intermittents S4 et S5, applicables aux cadences élevées sont ceux les plus fréquemment rencontrés en levage. Par hypothèse, la puissance développée en régime établi est égale à la puissance d'emploi.

Fig. 10.2-6



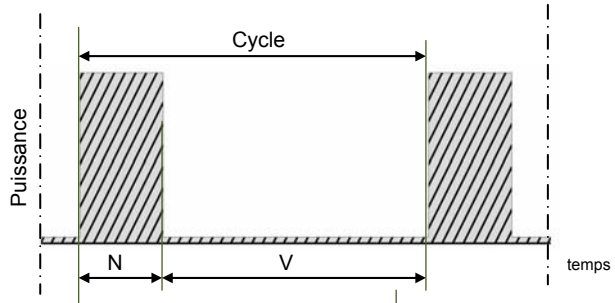
Remarque :

Pour les moteurs à courant continu, aucun service intermittent n'est normalisé. Toutefois les services S3 - S4 et S5 sont parfois utilisés par analogie.

f) Le service ininterrompu à, charge intermittente **S 6**

Formes de services composés d'une suite de cycles identiques comprenant chacun un temps N de fonctionnement à régime constant et un temps V de fonctionnement à vide, ces temps étant insuffisants pour que l'équilibre thermique soit atteint, aussi bien pendant les périodes d'échauffement que pendant les périodes de refroidissement.

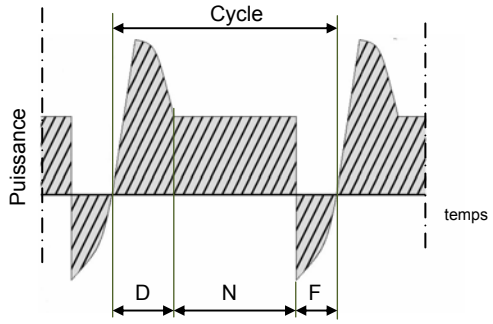
Fig. 10.2-7



g) Le service ininterrompus à démarrage et freinage- **S 7**

Formes de services composes d'une suite de cycles identiques comprenant chacun un temps de démarrage, un temps de fonctionnement à régime constant et un temps de freinage électrique. Les temps de fonctionnement sont suffisamment courts pour que réquilibre thermique ne soit pas atteint au cours d'un cycle. Il n'existe pas de temps de repos, le moteur restant pratiquement toujours sous tension.

Fig. 10.2-8

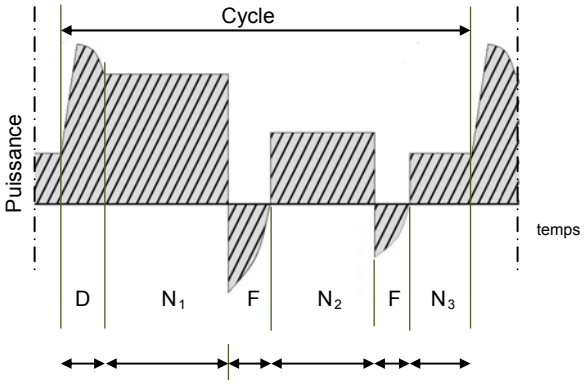


h) Services ininterrompus à changement de vitesse périodique **S 8**

Formes de services composés d'une suite de cycles identiques comprenant chacun un temps de fonctionnement à régime constant correspondant à une vitesse de rotation déterminée suivi de temps de fonctionnement à d'autres régimes correspondant à des vitesses de rotation différentes réalisées par exemple par changement du nombre de pôles dans le cas de moteur à induction.

- *Les temps de. fonctionnement sont suffisamment courts pour que l'équilibre thermique ne* soit pas atteint au cours du cycle. Il n'existe pas de temps de repos, le moteur restant pratiquement toujours sous tension.

Fig. 10.2-9



i) Service à variations non périodique de charge et de- vitesse **S9**

Service dans-lequel la charge et la vitesse ont une variation non :périodique dans la plage de fonctionnement admissible. Ce service inclut. fréquemment des surcharges appliquées qui peuvent être largement supérieures à la pleine charge. Pour ce service type, des valeurs appropriées à pleine charge devront être considérées comme bases du concept de surcharge.

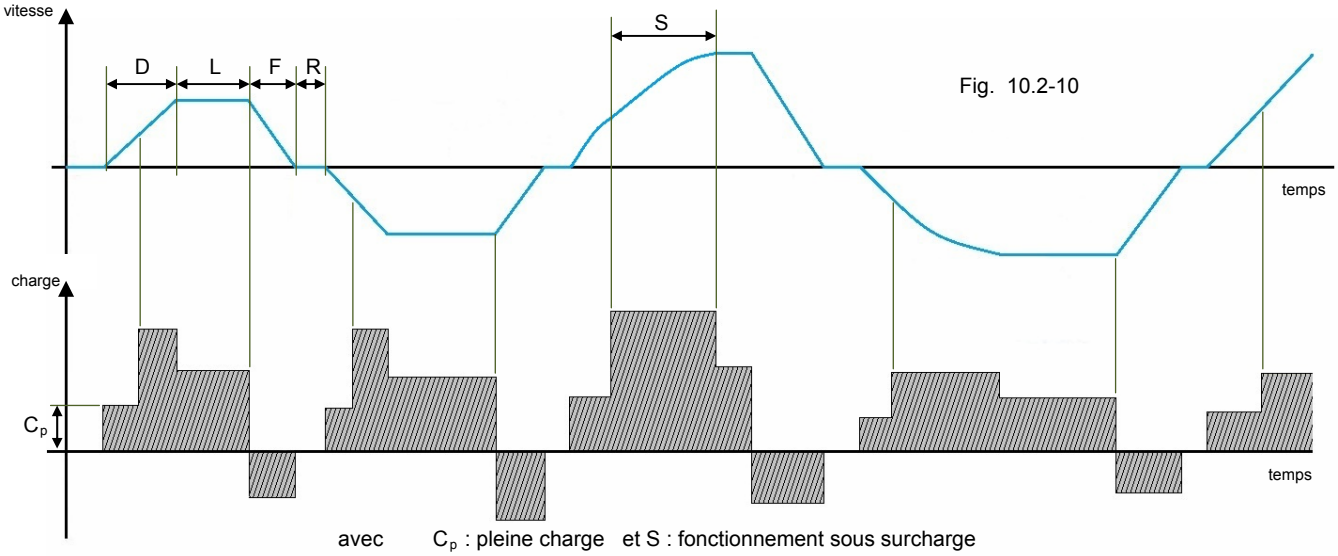


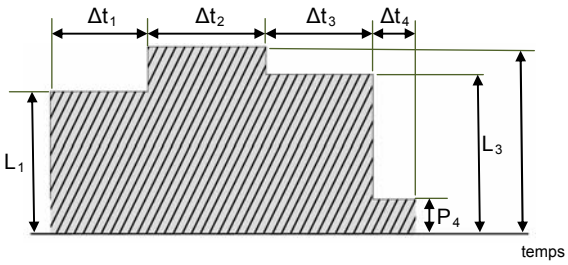
Fig. 10.2-10

avec C_p : pleine charge et S : fonctionnement sous surcharge

j) Service avec charges constantes distinctes **S10**

Service comprenant au plus quatre valeurs distinctes de charges (ou charges équivalentes), chaque valeur étant appliquée pendant une durée suffisante pour que la machine atteigne réquilibre thermique. La charge minimale pendant un cycle de charge peut avoir la valeur zéro (fonctionnement à vide ou temps de repos).

Fig. 10.2-11



10.2.4. Pouvoirs assignés de fermeture et de coupure

10.2.4.1. Pouvoir assigné de fermeture

Le pouvoir assigné de fermeture d'un matériel est une valeur de courant. fixée par le constructeur, que le matériel peut établir de manière satisfaisante dans des conditions de fermeture spécifiées.
Les conditions de fermeture qui doivent être spécifiées sont :

- la tension appliquée,
- les caractéristiques du circuit d'essai.

Le pouvoir assigné de fermeture est exprimé en fonction de la tension assignée d'emploi et du courant assigné d'emploi (voir compléments paragraphe 10.6.7.1.).

10.2.4.2. Pouvoir assigné de coupure

Le pouvoir assigné de coupure d'un matériel est une valeur de courant, fixée par le constructeur, que le matériel peut couper de manière satisfaisante dans des conditions de coupure spécifiées.
Les conditions de coupure qui doivent être spécifiées sont :

- les caractéristiques du circuit d'essai,
- la tension de rétablissement à fréquence industrielle.

Le pouvoir assigné de coupure est exprimé en fonction de la tension assignée d'emploi et du courant assigné d'emploi (voir compléments paragraphe 10.6.7.2.).

10.2.5. Durabilité

10.2.5.1. Durabilité mécanique

En ce qui concerne sa résistance à l'usure mécanique, un matériel est caractérisé par le nombre, indiqué dans la norme de matériel correspondante, de cycles de manœuvres à vide (c'est-à-dire sans courant aux contacts principaux) qu'il est susceptible d'effectuer avant qu'il ne devienne nécessaire de procéder à la révision ou au remplacement de pièces mécaniques ; cependant, un entretien normal selon les instructions du constructeur peut être admis pour les matériels conçus pour être entretenus.
Chaque cycle de manœuvres consiste en une manœuvre de fermeture suivie d'une manœuvre d'ouverture.

10.2.5.2. Durabilité électrique

En ce qui concerne sa résistance à l'usure électrique, un matériel est caractérisé par le nombre de cycles de manœuvres en charge, dans les conditions de service indiquées dans la norme correspondante, qu'il est capable d'effectuer sans réparation ni remplacement de pièces (voir compléments paragraphe 10.6.5.1.).