
■ Merlin Gerin ■ Square D ■ Telemecanique

Départs moteur Electromécaniques

SOMMAIRE

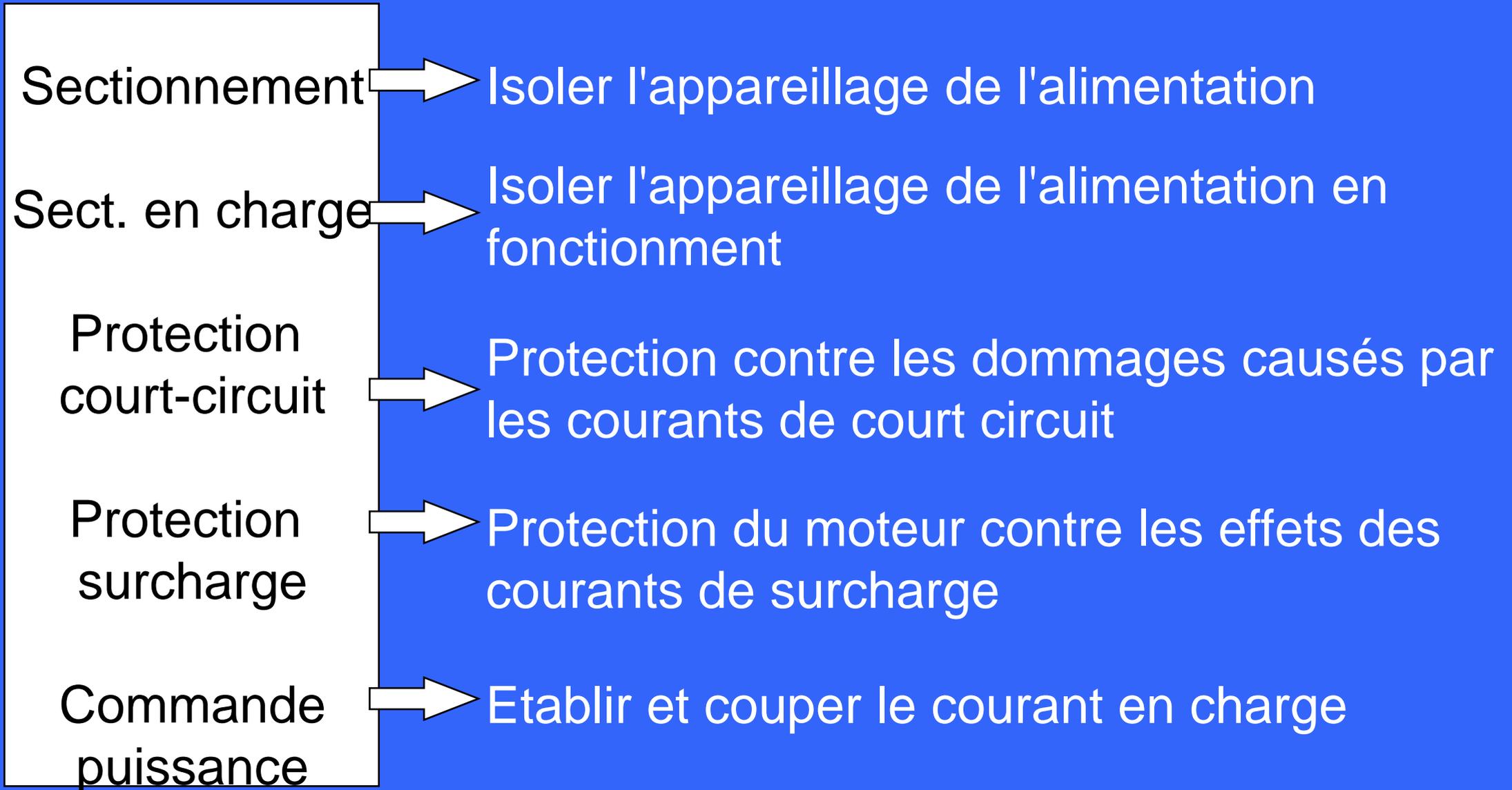
- 1 Structure d'un départ moteur**
- 2 Norme IEC 947**
- 3 Coordination des protections**
- 4 Les composants du départ moteur**
- 5 Les solutions départ moteur**

1 - Structure générale d'un départ moteur

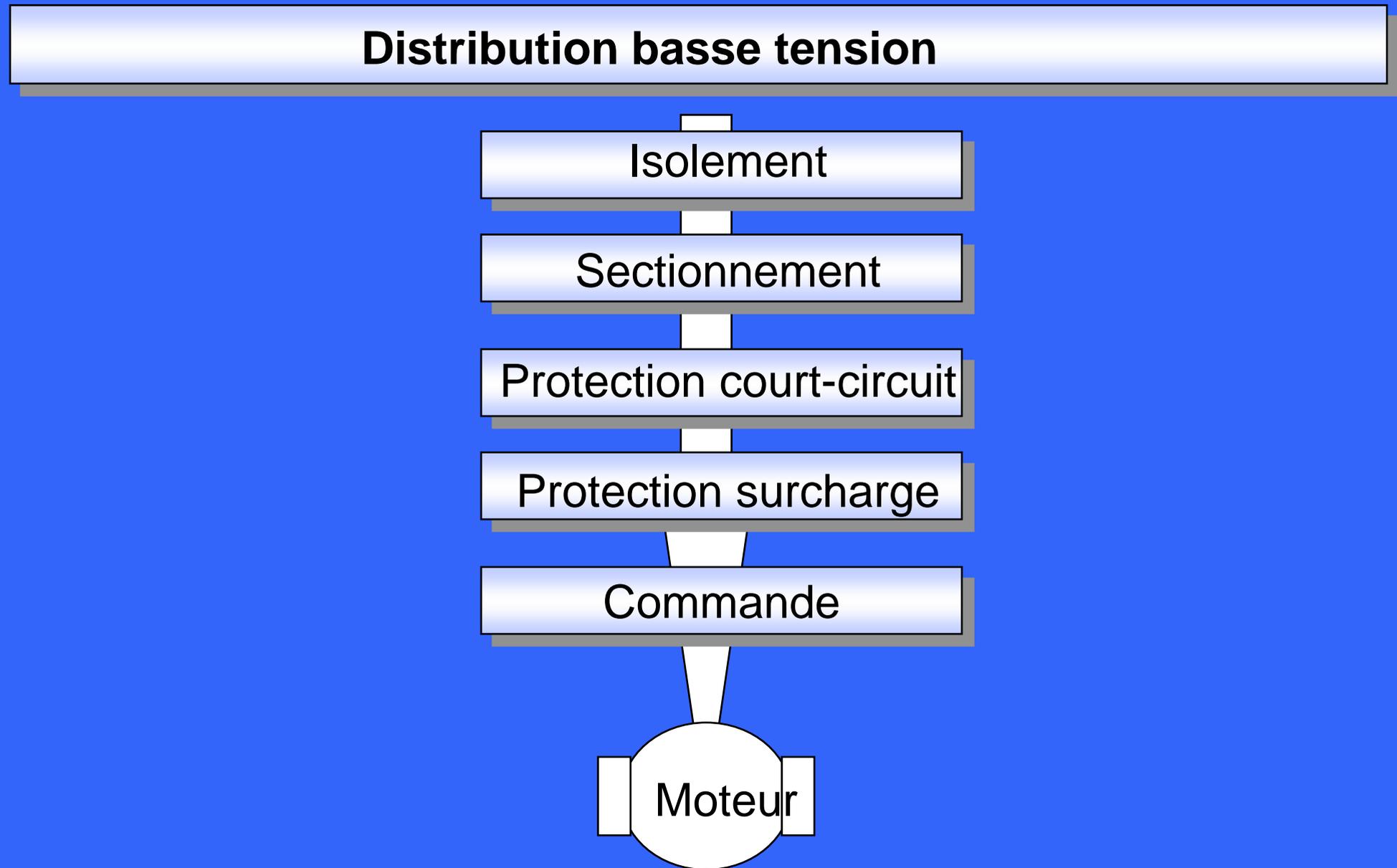
Objectif d'un départ moteur

-  Démarrer et arrêter un moteur
-  Protection de l'appareillage contre les défauts électriques
-  Assurer la sécurité du personnel
-  Optimiser la continuité de service

Départ moteur : 5 fonctions élémentaires



Structure d'un départ moteur



Composants d'un départ moteur

Inter
rupteur

Interrupt
en charge

Contacteur

Relais
thermique

Disj
magnet.

Disj.
magneto
therm

Integral



Isolement



Inter en charge



Protection
court-circuit



Protection
surcharge



Commande



Interrupteur sectionneur



- ❏ Cet appareil est apte au sectionnement et peut effectuer des manoeuvres en charge. (Il a un pouvoir de fermeture et de coupure)
- ❏ Il n'incorpore aucune fonction de protection
- ❏ Il est en général doté d'une commande rotative et peut être utilisé en temps qu'arrêt d'urgence (couleur rouge et jaune).
- ❏ Il ne peut être comparé à un sectionneur simple qui incorpore généralement des fusibles, mais qui ne peut surtout pas être manoeuvré en charge sous peine d'exploser ! (pas de pouvoir de coupure)
- ❏ Des interrupteurs sectionneur fusible peuvent être manoeuvrés en charge. De plus ils incorporent des fusibles garantissant la protection contre les court-circuits. Leur commande est effectuée généralement par une poignée latérale.

Disjoncteur magnétique

- ❏ C'est un appareil de protection contre les court-circuits avec coupure omnipolaire
- ❏ Il peut être déclaré apte au sectionnement (selon IEC 947)
- ❏ Sur certains produits , le seuil de déclenchement magnétique est réglable.
- ❏ Après défaut , le réarmement peut être manuel ou automatique par association d'additif.
- ❏ Ce matériel est généralement utilisé en association avec un contacteur et un relais thermique pour constituer un départ-moteur.



Disjoncteur magnéto-thermique



- ☞ Ce disjoncteur reprend les caractéristiques du disjoncteur magnétique, auxquelles on incorpore la protection thermique.
- ☞ Les caractéristiques de protection thermique sont identiques à celles d'un relais thermique.
- ☞ Cet appareil regroupant toutes les fonctions de protection et étant apte au sectionnement, il peut être utilisé dans le cadre de machines simples comme départ moteur manuel.
- ☞ Des additifs permettant la commande à distance peuvent y être associés. (applications de sécurité)

Commutation tout ou rien: Contacteur



- ❏ La fonction commutation tout ou rien a pour rôle d'établir et d'interrompre l'alimentation des récepteurs(moteurs, résistances,etc.).
- ❏ La commande du contacteur peut être manuelle ou automatique à distance à l'aide de fils de faible section.
- ❏ Le contacteur électromagnétique est un appareil mécanique de connexion commandé par un électroaimant.
- ❏ Lorsque la bobine de l'électroaimant est alimentée, le contacteur se ferme, établissant, par l'intermédiaire de pôles (contacts puissance) le circuit entre le réseau d'alimentation et le récepteur.
- ❏ La partie mobile de l'électroaimant entraîne les parties mobiles des pôles et des contacts auxiliaires.
- ❏ Dans le circuit de commande (bobine) on retrouve généralement les « arrêts d'urgence » et les contacts de déclenchement thermique de protection.

Commutation tout ou rien: Contacteur



Alimentation en courant alternatif

:

- En courant alternatif, la valeur du courant dans la bobine est fixée par son impédance $Z = \sqrt{R^2 + L\omega^2}$
- A l'appel, du fait de la présence d'un grand entrefer, l'impédance de la bobine est peu élevée. Le courant d'appel "I_a" est important.
- En position travail, le circuit magnétique fermé détermine une forte augmentation de l'impédance de la bobine. Cette impédance élevée limite le courant à une valeur "I_f" nettement inférieure à "I_a" (6 à 10 fois plus faible).
- Nota : En cas de sous tension dans le circuit de contrôle (chute de tension), la bobine est soumise à un courant d'appel permanent car le contacteur ne se ferme pas. Si le signal de contrôle est maintenu, il y a risque de destruction de la bobine.

Commutation tout ou rien: Contacteur



Alimentation en courant continu

:

- La valeur du courant n'est fixée que par la résistance de la bobine. A l'appel sa résistance détermine un courant « la » suffisant pour enclencher le contacteur.
- Lorsque l'électroaimant est fermé, la valeur de la résistance reste toujours la même, le courant de maintien reste égale au courant d'appel « la ».
- Nota : En cas de sous-tension dans le circuit de contrôle (chute de tension notamment en 24 VDC), l'électro-aimant n'entraîne pas les contacts mais la bobine n'est pas détruite.

Protection contre les surcharges

Relais thermique



- La surcharge est le défaut le plus fréquent sur les machines.
Elle se manifeste par une augmentation du courant absorbé par le moteur et par des effets thermiques (réduction de la durée de vie du moteur par vieillissement des isolants).
- Un relais thermique tripolaire compte trois bilames constituées chacune de deux métaux assemblés par laminage et dont les coefficients de dilatation sont très différents.
- Un enroulement chauffant est bobiné autour de chaque bilame et raccordé en série.
L'échauffement des enroulements entraîne la déflexion du bilame et provoque :
 - l'ouverture brusque du contact du relais inséré dans le circuit de la bobine du contacteur,
 - la fermeture du contact de signalisation.

Le contacteur disjoncteur

- Ce produit est né de l'idée de réunir toutes les fonctions du départ-moteur dans un même produit.
- En 1983, Télémécanique a présenté le premier appareil intégrant les fonctions de sectionnement, commutation (il est doté d'un électro-aimant identique à un contacteur), protection contre les surcharges et les court-circuits. C'est l'INTEGRAL.
- La particularité essentielle de l'intégral est sa technique de coupure à pôle unique. C'est un seul jeu de contacts qui assure la coupure en fonctionnement "contacteur" et "disjoncteur".
- Cet appareil garantit l'impossibilité de soudure des pôles sur court-circuit : C'est la coordination totale.



Principaux types de départs moteur

- ☰ Démarrage direct
- ☰ Etoile-triangle
- ☰ Auto-transformateur
- ☰ Soft starter
- ☰ Variateur de vitesse

Le choix du type de démarrage dépend de l'application
(temps de démarrage, type de moteur, couple, vitesse variable...)

2 - Norme IEC 947

Grandes lignes de l' IEC 947

- Norme internationale de l'appareillage basse tension
- Fortement influencée par UL / NEMA
- Participation de la norme JIS à son élaboration
- Première édition en 1992

IEC 947 - Champs d'application

947-1 Règles
générales

947-2 Disjoncteurs

947-3 Interrupteurs / Sectionneurs/ Interrupteurs à
fusibles

947-4-1 Démarreurs /
Contacteurs

947-5-1 Appareillage de circuits de
contrôle

947-5-2 Détecteurs de
proximité

947-6-2 Appareillage multi-fonctions

IEC 947-4-1 : Démarreurs et contacteurs

Principaux points de cette norme:

☰ Tests plus stricts sur les composants

- Test de tension d'isolement (U_{imp})
- Accroissement des pouvoirs de fermeture et de coupure (performance et durabilité électrique)

☰ Creation de nouvelles catégories d'utilisation

- Différentes classes de déclenchement des relais
- Nouvelles catégories d'utilisation pour contacteurs (Condensateurs , transformateurs,)

☰ Coordination des protections

3 - Coordination des protections

Objectif de la coordination

-  **Protéger le personnel et l'installation quels que soient les niveaux de courant rencontrés (surcharge ou court-circuit)**
-  **Réduire les coûts de maintenance en cas de panne en minimisant le temps de remplacement et le coût de l'appareillage.**

Coordination des protections

Esprit de la coordination dans la norme IEC 947

Priorité à la protection des personnes et des biens

- Aucune manifestation n'est tolérée en dehors des armoires
- Aucun risque d'incendie

Prendre en compte la maintenance de l'équipement:

- Limiter le risque de dommages au départ concerné

Reduction du temps d'indisponibilité

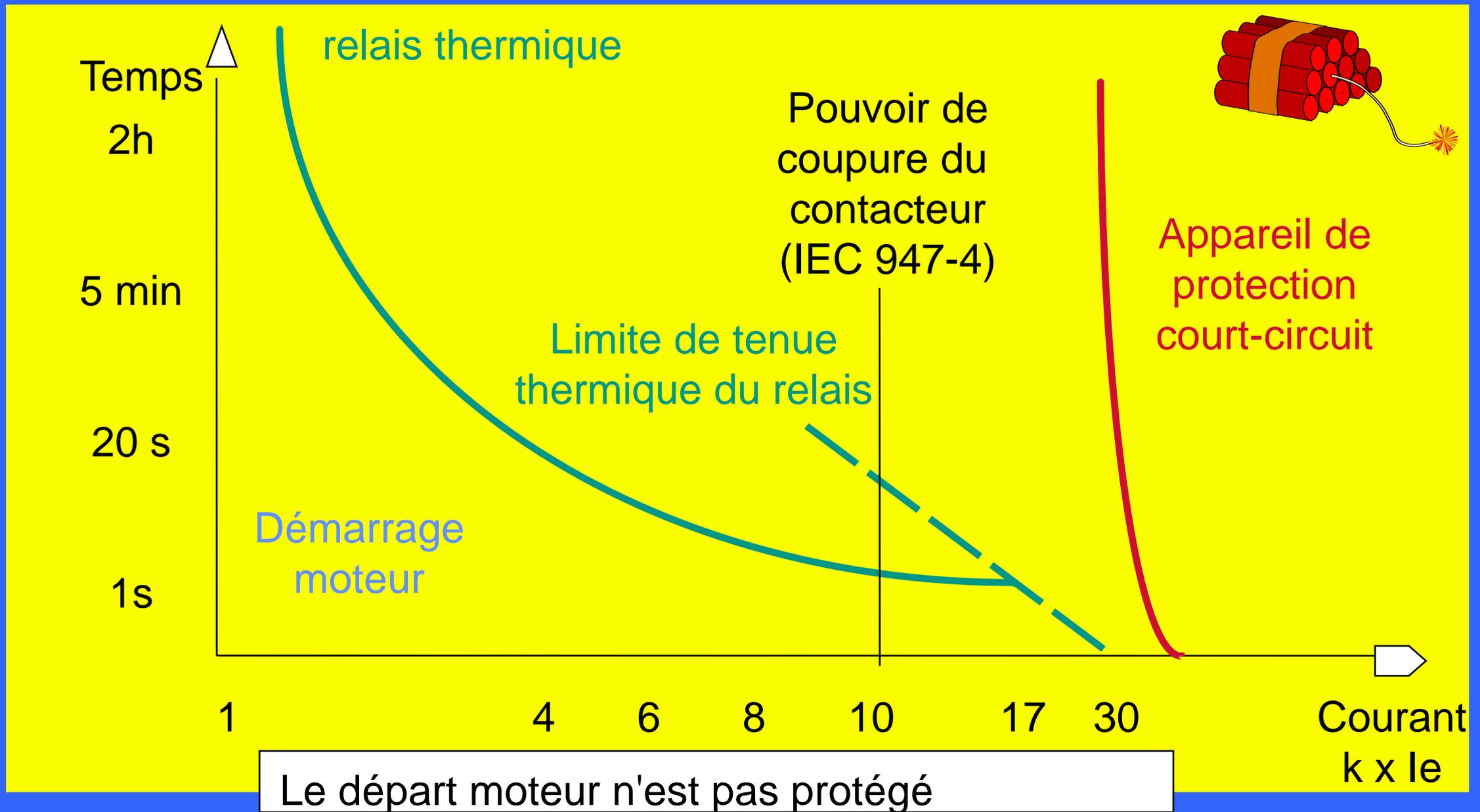
- Continuité de service pour améliorer la productivité

Qu'est - ce qu'un départ moteur coordonné ?

C'est la combinaison optimum entre une protection court-circuits, une protection surcharge et un contacteur

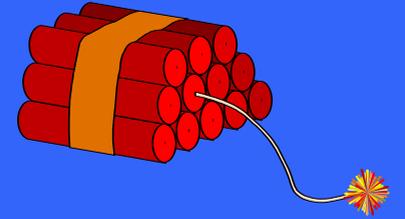
Nota : Le niveau de la coordination dépend principalement de l'application et de la volonté de continuité de service

Coordination des protections

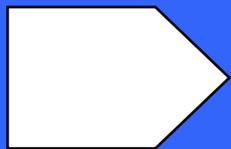


Pas de coordination = DANGER

En cas de court-circuit...

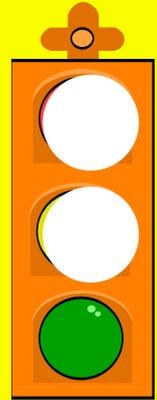
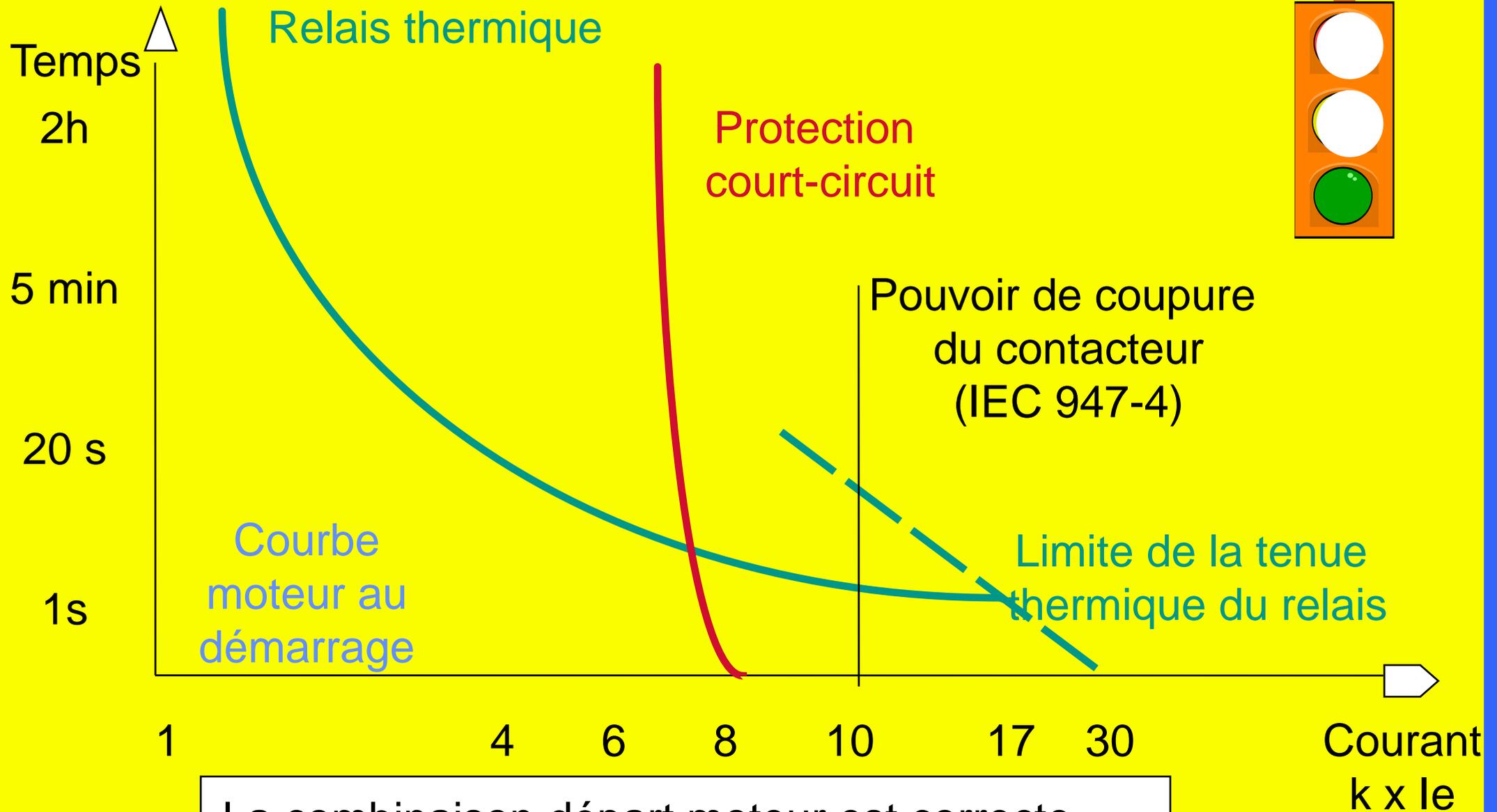


-  Gros risques pour l'opérateur et le personnel
-  Gros risques pour les installations (feu , explosion...)



Tous les composants du départ moteur devront être remplacés avant de redémarrer l'installation

Coordination des protections



IEC 947: 3 niveaux de coordination

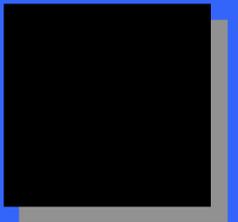
Coordination type 1 (IEC 947-4-1)

Coordination type 2 (IEC 947-4-1)

Coordination totale (IEC 947- 6-2)

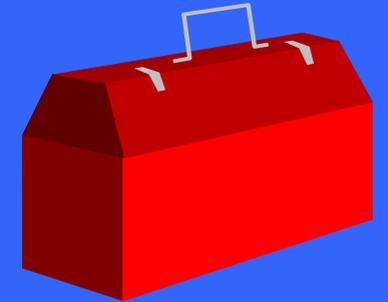
La coordination d'un départ moteur dépend essentiellement de :

- l' environnement électrique
- la sélection des composants du départ moteur



Coordination type 1 (IEC 947-4-1)

En cas de court circuit...



- ❏ **Aucun danger pour les personnes ou l'installation**
- ❏ **Le contacteur et / ou le relais peuvent être détruits**
- ❏ **Avant de redémarrer ,le départ moteur doit être changé**

Coordination type 2

IEC 947-4-1

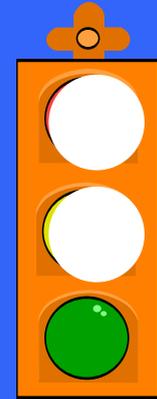
En cas de court-circuit ...



- ❏ **Aucun danger pour les personnes ou l'installation**
- ❏ **Aucun dommage au départ moteur n'est permis.**
Le risque des contacts soudés est accepté, ceux-ci doivent pouvoir être séparés facilement à l'aide d'un outil.
- ❏ **Les réglages du démarreur ne doivent pas être repris**
- ❏ **L'isolation électrique doit être maintenue après l'incident et le départ moteur doit redémarrer après le court-circuit**
- ❏ **Avant de redémarrer, un simple bilan doit être opéré**

Coordination totale (IEC 947-6-2)

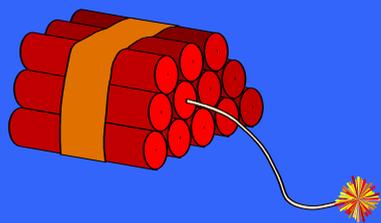
En cas de court-circuit ...



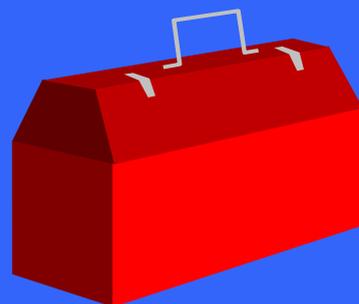
-  **Aucun danger pour les personnes ou l'installation.**
-  **Aucun dommage causé au démarreur, aucune soudure de contact n'est admise, l'isolation électrique doit être maintenue**
-  **Redémarrage immédiat sans inspection du départ moteur**

Coordination: Résumé

Pas de coordination



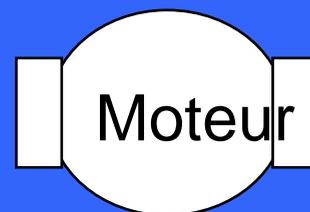
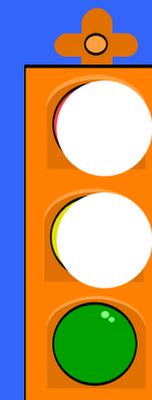
Type 1



Type 2



Coordination totale



Exemple: Applications dans le tertiaire

Air conditionné	Type 1	Démarreur standard
Ascenseurs	Type 2	Démarreur haute performance
Ventilateur pour extraction fumées	Total	Démarreur haute performance (integral)

Exemple: Applications dans l'industrie

Machine
d'emballage

Type 1

Démarreur
standard

Ligne
d'embouteillage

Type 2

Démarreur
Haute performance

Pétrochimie
process continu

Coordination
Totale

Démarreur
Haute performance

Solutions départ moteur Schneider

2 types de performances

- Démarreurs standard (coordination type 1)
- Démarreurs haute performance (coordination type 2 et totale)

Choix facile selon l'application

- Tables de choix proposées dans le catalogue protection

Toutes les associations d'appareils ont été testées selon la norme IEC 947

- 3 années de test en laboratoire LOVAG (ASEFA, ASTA, ...)

4 - Composants du départ moteur

Isolement

Sectionnement

Protection court-circuit

Protection surcharges

Commande

4.1 Appareils de sectionnement

Isolement

Sectionnement

Sectionnement

Qualité du sectionnement

-  **Conformément à la norme IEC 947 - 3**
-  **Sectionnement simultané des pôles**
-  **Conformité aux distances d'isolement**
-  **Cadenassage possible**



SECTIONNEMENT

Disjoncteur moteur 690 V :

- ▲ GV2 0.1 à 25 A (M & RS 32 A)
- ▲ GV3 25 à 80 A
- ▲ GV7 30 à 220 A (et Compact NS pour autres calibres)

Aptitude au sectionnement



X



GV3



GV7

Integral 690 V :

- ▲ I18, I32, I63
- ▲ 0.1 a 63 A

Aptitude au sectionnement



Integral

Sectionnement

Interrupteur 690 V :

▲ V 12 à 175 A

▲ Sectionnement



■ Disjoncteur 690 V :

- GV2LE 0.1 à 32A , L 0.1 à 25 A
- Compact NS/C/CM 80 à 3200 A
- Masterpact 800 à 6300 A
- Aptitude au sectionnement



4.2 - Protection court - circuit

[Redacted]

[Redacted]

Protection court-circuit

[Redacted]

[Redacted]

Protection court - circuit

Avec disjoncteur

 Conformément à la norme IEC 947-2

 Limitation I^2t

 Limitation de l'effort electrodynamique (courant de pointe)

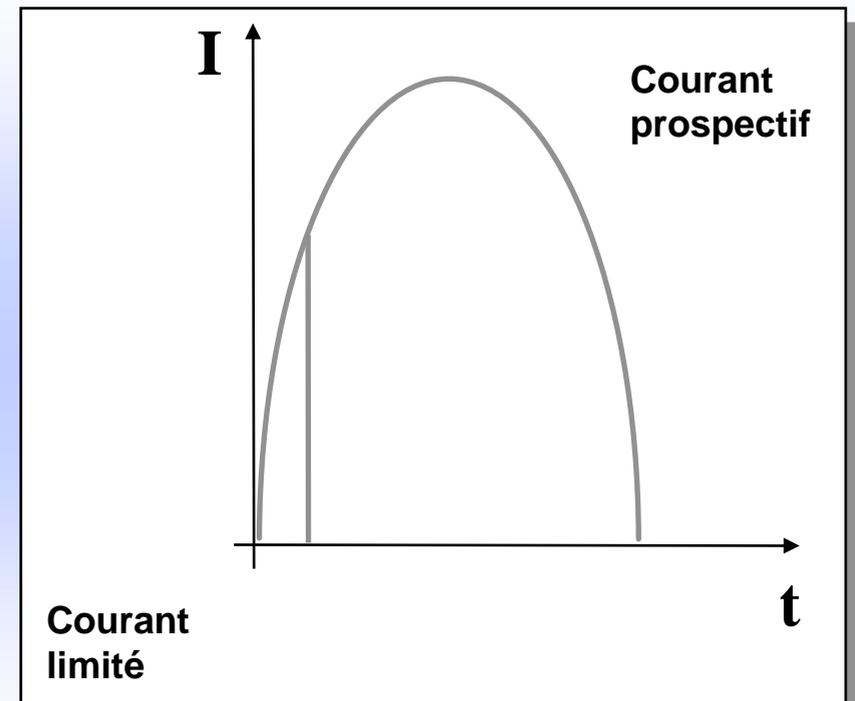


Protection court - circuit

Avec disjoncteur

3 impératifs pour limiter le courant de court-circuit:

- ▶ Détecter le défaut très tôt
- ▶ Séparer très vite les contacts
- ▶ Limiter le courant de court-circuit



Protection court - circuit

Protection court-circuit incluse dans les appareils multifonctions

✦ *Disjoncteur moteur magnéto-thermique*

- GV2-M/RS/RP(25A) 0.1 à 32 A 690 V
- GV3-M 25 à 80 A 690 V
- GV7-RE/RS 30 à 220 A 690 V

✦ *Disjoncteur moteur magnétique*

- GV2-LS 0.1 à 32 A 690 V
- NC 100 (Multi 9)
- Compact NS et Masterpact pour autres calibres

✦ *Integral*

- I18, I32, I63 0.1 à 63 A 690 V



Protection court circuit

Disjoncteurs moteur magnéto-thermiques : La gamme GV2 est déclinée en diverses versions pour s'adapter aux marchés locaux



GV2-M
0.1...32A



GV2-RS



GV2-P
0.16...25A



GV2-RP



GV2-LE
0.4...32A



GV2-L
0.4...25A



GV3-M
1...80A



GV7
22...220A



GV2-RT
0.25...23A

Magnétiques seulement

Protection court - circuit

- 📄 Selon les différents marchés , la gamme GV2 est déclivée selon les habitudes locales

4.3 - Protection surcharges

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

Protection surcharges

[Redacted]

Protection surcharges

Relais thermiques

LR2K, LR2D, LR9F conformes à IEC 947 - 4



LR2-K

0.11 à 16 A



LR2-D

0.1 à 150 A



LR9-D/F

D(90 à 150A) F(30 à 630 A)

- Protection absence de phase pourvue
- Compensé jusqu'à 55°C
- Limites de fonctionnement - 40°C...+70°C
- Classes de démarrage 10 / 20 (excepté série K)

Le relais
doit être protégé
contre les courants
multiples excessifs
($\leq 13 I_n$) !

Protection surcharges

Disjoncteurs moteur magnéto - thermiques

GV2, GV3, GV7 conformes à IEC 947-2 et 947-4



- Protection thermique
- Protection magnétique adaptée aux caractéristiques moteur
- Protection absence de phase
- Compensé jusqu'à 60°C

Protection surcharges

Relais de protection multi-fonctions

"Simple & intelligent"

Relais de protection (avec pré-alarme) 0...25 A direct (au-delà TI)



- ↳ Déséquilibre de phase
- ↳ Absence de phase
- ↳ protection du moteur par sonde PTC
- ↳ Défaut terre
- ↳ Démarrage long

Protection surcharges

Relais de protection multi-fonctions

- 📄 Sous charge
- 📄 Rotor bloqué / limitation de couple
- 📄 Contrôle du démarrage (étoile/triangle)
- 📄 Contrôle de rotation des phases
- 📄 2 sorties (alarme ,défaut)
- 📄 Réglage de la protection moteur
- 📄 Entrées (mesure de tension ,et états)
- 📄 Intégration du facteur de puissance
- 📄 Communication (modbus, unitelway,



Protection surcharges

relais de protection pour sonde PTC

 Précision du niveau de température atteinte



Mesure précise de la température au sein des enroulements moteur dans le cas de faibles surcharges répétées ou de mauvais refroidissement.

4.4 - Power control

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

Commande puissance

Commande puissance

- ☞ Conforme à la norme IEC 947 - 4
- ☞ Contrôle du moteur avec une certaine durabilité
(1 to 2 million de cycles de manoeuvres en catégorie AC3)

**! Limite absolue : Pouvoir de coupure
Le contacteur ne doit pas subir
de dépassement de son pouvoir de coupure !**

Composants de commande de puissance

▶ **Q** contacteurs



- 6 à 16 A en AC3

▶ **P** contacteurs



- 9 à 150 A en AC3

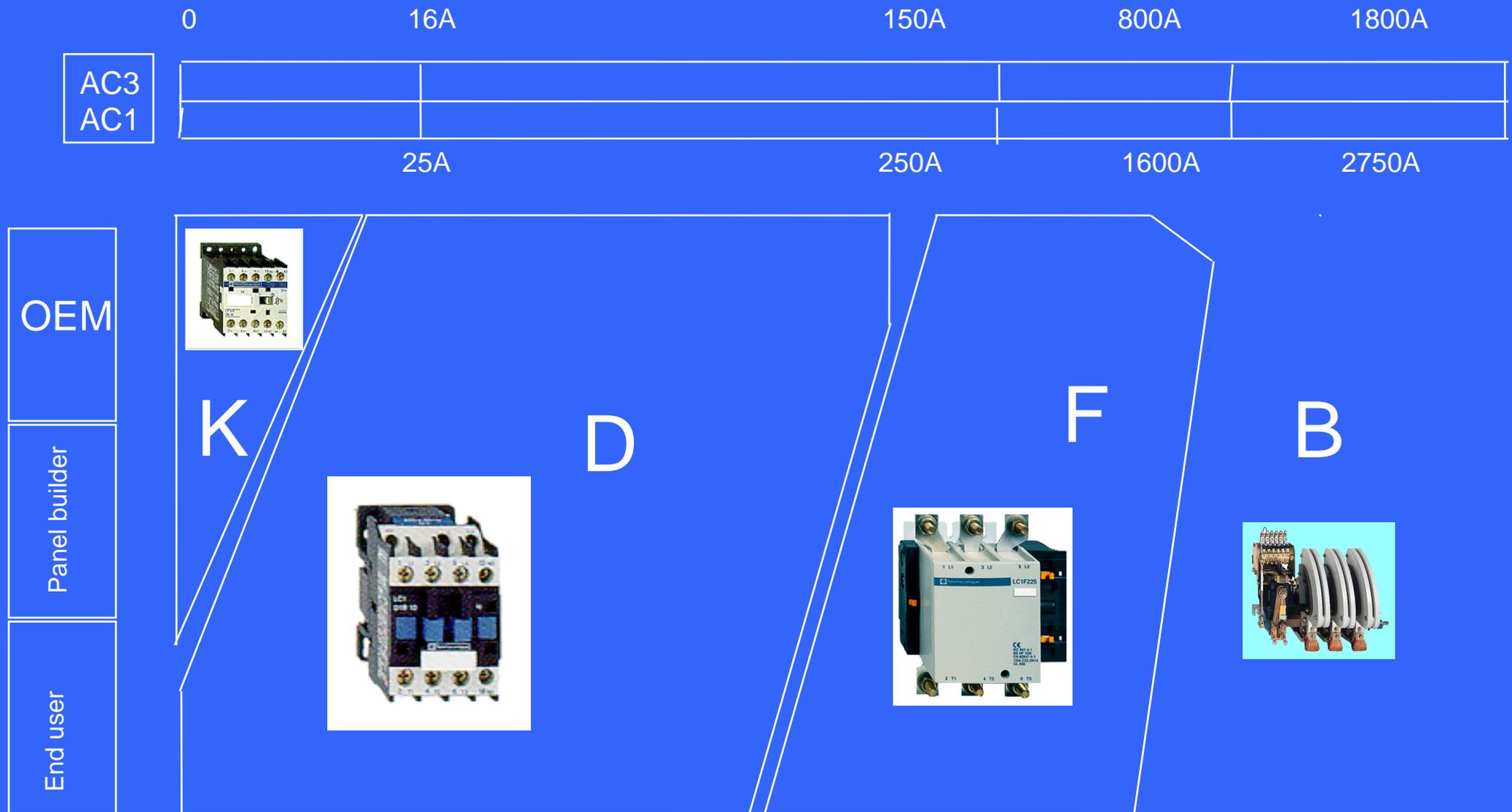
▶ **S** contacteurs



- 115 à 800 A en AC3

Les gammes de contacteurs les plus vendus au Monde !

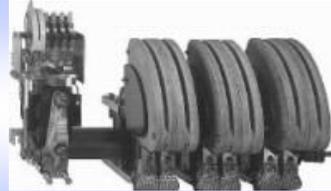
Segmentation Contacteurs Q P S



Composants de commande puissance

Appareillage spécifique :

▶ LC1B contacteurs



- 750 à 1800 A en AC3
- 800 à 2750 A en AC1

▶ CV1/CV3 contacteurs
composition variable



- 80 to 2750 A en AC1
- 80 to 1800 A en AC3

La commande puissance est incluse à l'appareil multi-fonctions:

▶ integral I18, I32, I63
A



- 0.1 à 63

5 - Solutions départ moteur

Offre départ moteur

1 produit

📄 Offre catalogue jusqu'à 30 KW

📄 Avantages

- Une seule référence par taille moteur
- Compacité
- Facilité d'installation
- Coordination totale (integral)

📄 Applications typiques

- integral
- GV2 / GV7

Process continu

Commande manuelle



Offre départ moteur

2 produits

📄 Offre catalogue jusqu'à 110 KW

📄 Avantages

- Taille compact
- Facilité de choix
- Gain de temps d'installation

📄 Inconvénient

- 1 seule classe de démarrage (classe 10)

📄 Applications typiques

- Tous types de machines
- Process manufacturier



Offre départ moteur

3 produits

📄 Offre catalogue jusqu'à 900 kW (415 V)

📄 Avantages

- ⤴ Séparation des fonctions
- ⤴ Réarmement manuel ou auto sur défaut thermique
- ⤴ 2 classes de démarrage (10 et 20)
- ⤴ Adaptation facile aux démarreurs compliqués (part-winding, étoile-triangle)

📄 Inconvénients

- ⤴ Taille importante du démarreur
- ⤴ Temps d'installation

📄 Applications typiques

- ⤴ process
- ⤴ Spécifications (nombre d'opérations)

