

FUSIBLES SURS ET FIABLES

Fusibles contre disjoncteurs

- Fusibles / Disjoncteurs.
- Marchés.
- Essais de coordination selon CEI 947-4.
- Comparaisons des démarreurs moteurs.
- Courants crête limités.
- Sélectivité.
- Isolation visible.
- Différence de coûts.
- Evolution des performances dans le temps.
- Plus de puissance est nécessaire.
- Protection des câbles.
- Conclusion.

FUSIBLES SURS ET FIABLES

Fusibles / Disjoncteurs

➤ **Avantages relatifs**

Disjoncteurs ("pièces mécaniques en mouvement")		Fusibles "Rien ne peut l'empêcher de fonctionner" (effet joule)
Bien que les dimensions soient standardisées et normalisées pour les petits modèles (modulaires) on trouve différentes caractéristiques de fonctionnement et des formes et zones de protection extérieure qui compliquent la sélection et leur remplacement. Les disjoncteurs modulaires (MCB) non pas de caractéristiques réglables, mais jusqu'à quatre différents modèles sont disponibles.	Les normalisations internationales sont signes de simplicité.	Les normes CEI / EN 60 269 préconisent des caractéristiques électriques et dimensionnelles qui rendent les produits complètement interchangeables (forme, raccordement et fonction).
<ul style="list-style-type: none"> - Faibles performances - Des gaz chauds ionisés peuvent être émis extérieurement (zone de sécurité) 	Courant nominal I_N Courant de Défaut Tension nominale Fiabilité Sélectivité	<ul style="list-style-type: none"> - Hautes performances - Fonctionnement (à fusion enfermée) fiable Arc confiné Sécurité avec des fusibles fermés.

FUSIBLES SURS ET FIABLES

Marchés

➤ **Marché général**

Facilité d'utilisation ==> Tertiaire – Domestique

= *Disjoncteurs*

- Faible pouvoir de coupure.
- Normalement testés avec des longueurs de câbles significatives.

➤ **Demande de marché**

Fiabilité ==> Industriel

= *Fusibles*

- Ils n'ont pas de rival capable de limiter et d'éliminer parfaitement de grands courants de défauts.

Leur pouvoir de coupure atteint 50, 100 voire 200kA testé dans des conditions sévères.

- Ceci sous entend que les calculs de courant présumé de court circuit ne sont pas nécessaire. Le fusible peut fonctionner sûrement.

FUSIBLES SURS ET FIABLES

Comparaison des démarreurs moteurs

Fusible	Fonction	Disjoncteur
<p>Isolation des 2 polarités des fusibles</p> <p>Fusibles</p> <p>Contacts de l'interrupteur fusible</p> <p>Contacteur</p> <p>Relais de surcharge</p> <p>Sectionneur ou interrupteur de sécurité</p> <p>Moteur</p>	<p>Protection contre les courts-circuits</p> <p>Contrôle de puissance</p> <p>Protection du moteur</p> <p>Isolation de sécurité locale (à proximité du moteur)</p> <p>Moteur</p>	<p>Disjoncteur</p> <p>Contacteur</p> <p>Relais de surcharge</p> <p>Sectionneur ou interrupteur de sécurité</p> <p>Moteur</p>
Type 2	Coordination selon norme (IEC 60 947-4)	Type 1

FUSIBLES SURS ET FIABLES

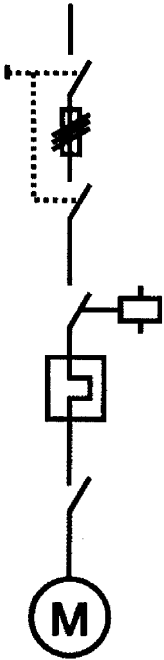
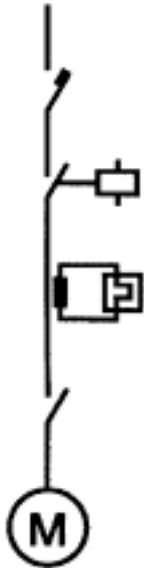
Comparaison des démarreurs moteurs

- ↪ La coordination de type 2 doit être assurée en accord avec la sécurité des personnes et des équipements. Le fusible limite le courant crête et le I2t à des niveaux inférieurs aux valeurs supportées par les contacteurs et les relais thermiques.

- ↪ Dans le cas de démarreurs moteurs protégés par disjoncteur, le contacteur doit être surdimensionné pour supporter le courant crête de court-circuit limité par le disjoncteur.

FUSIBLES SURS ET FIABLES

Essais de coordination selon CEI 60-947-4

Essais de démarreurs protégés par fusibles	Conséquences possibles	Essais de démarreurs protégés par disjoncteurs
<p>r Test 1-30 kA q Test 50 kA p Test < 10 le</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Le courant crête dans le contacteur : <ul style="list-style-type: none"> - Soude les contacts du contacteur - Endommage les chambres d'extinction d'arc. 2. Le courant de court-circuit dans le relais : <ul style="list-style-type: none"> - Dépasse la valeur maxi acceptable par le moteur, - Brûle le bimétal du relais. 3. Le courant crête ou I2t dans le circuit crée des contraintes électrodynamiques élevées, des échauffements par effet de joules élevés. 	<p>r Test 1-30 kA q Test 50 kA</p> 

Pour les deux systèmes de protection fusibles et disjoncteurs

FUSIBLES SURS ET FIABLES

Essais de coordination selon CEI 60- 947-4

Coordination type 1 :

- ↪ Le moteur et le contacteur peuvent être endommagés.

Coordination type 2 :

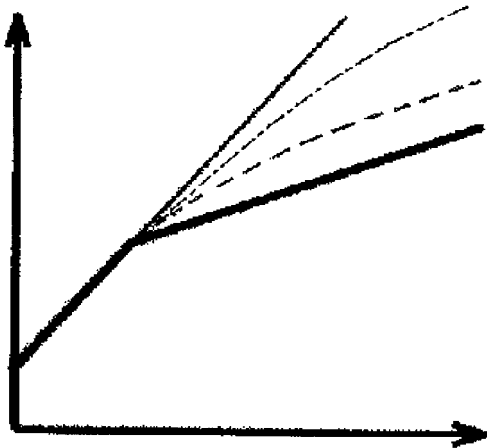
- ↪ Le démarreur doit être opérationnel après essais quelle que soit la valeur de courant de court-circuit.
- ↪ Seulement une faible soudure des contacts du contacteur est autorisée.
- ↪ Réalisable par fusibles quelle que soit la marque du contacteur.
- ↪ Avec disjoncteur, il est nécessaire de réaliser des tests et réglages selon les marques des fabricants.

Coordination type 3 :

- ↪ Le démarreur doit fonctionner sans défaillance après les essais.

FUSIBLES SURS ET FIABLES

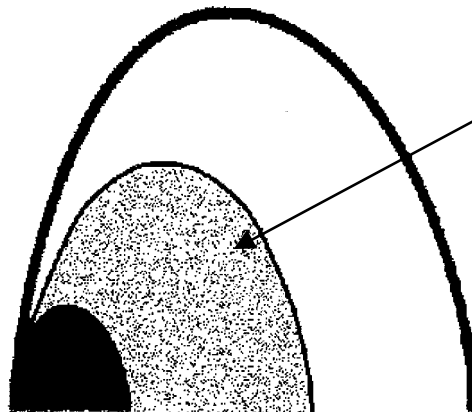
Courants crête limités



Limitation de courant dans un disjoncteur standard.

Limitation de courant dans un disjoncteur "limiteur".

Limitation de courant naturelle dans les fusibles.



I crête et I_2t élevés dans un disjoncteur limiteur.

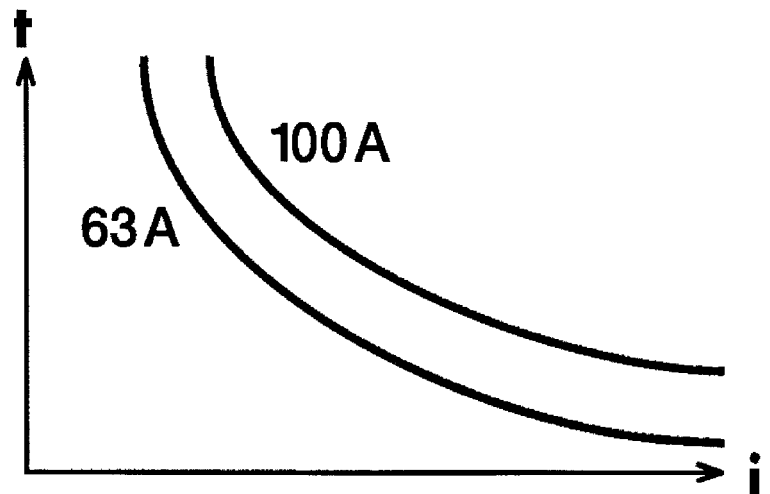
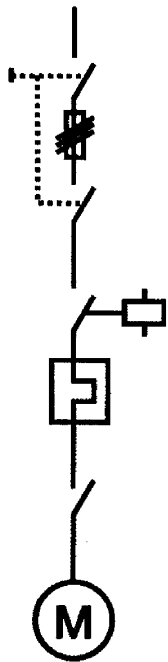
Le contacteur et le relais de protection moteur doivent être sélectionnés en fonction de ces paramètres (les valeurs I_2t atteignent souvent 10 à 20 fois celles d'un fusible). Quelquefois ils subissent des contraintes élevées.

Faible I crête et I_2t dans un fusible. Les performances des relais et contacteurs standards sont adaptés.

FUSIBLES SURS ET FIABLES

Sélectivité

Fusibles = Parfaite sélectivité pour tous les courants

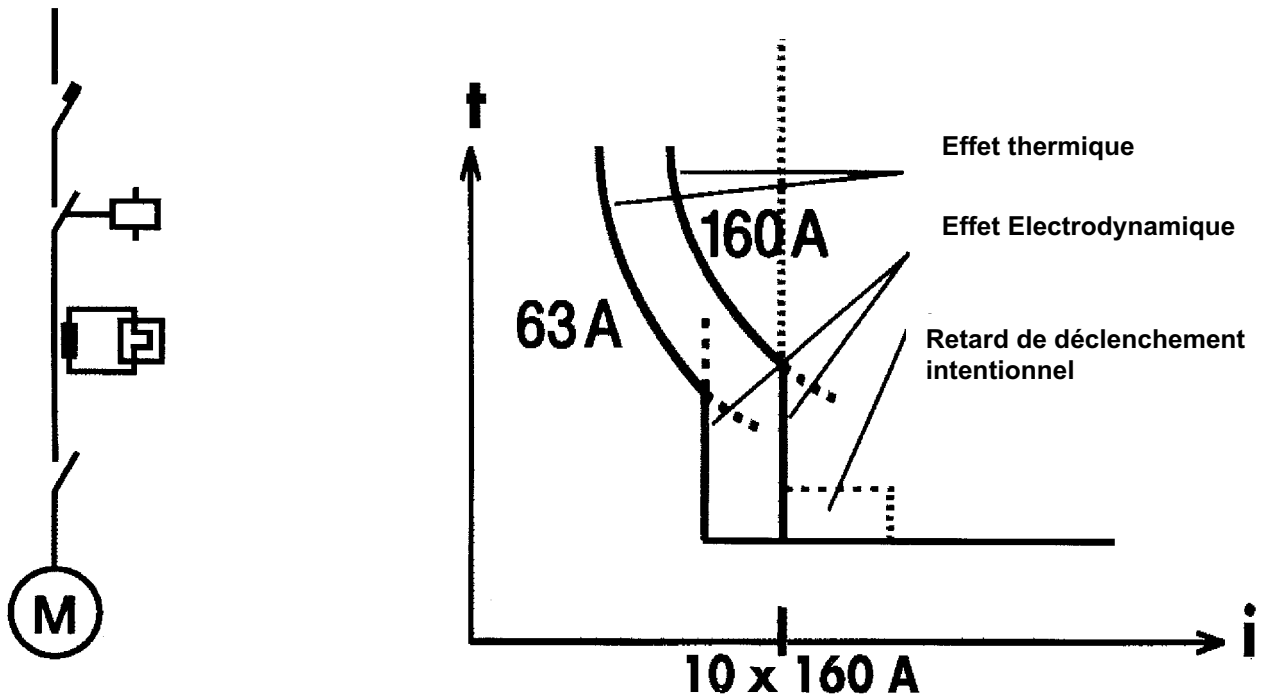


- ↑ Caractéristique de fusion normalisées : Norme EN / CEI 60 269-1 et 2.
- ↑ Rapport de sélectivité = 1,6 avec les fusibles gG.
- ↑ Sélectivité respectée quelles que soient les tailles de fusibles utilisées.
- ↑ Limitation du courant crête à des valeurs faibles (le contacteur et relais ne sont pas contraints).

FUSIBLES SURS ET FIABLES

Sélectivité

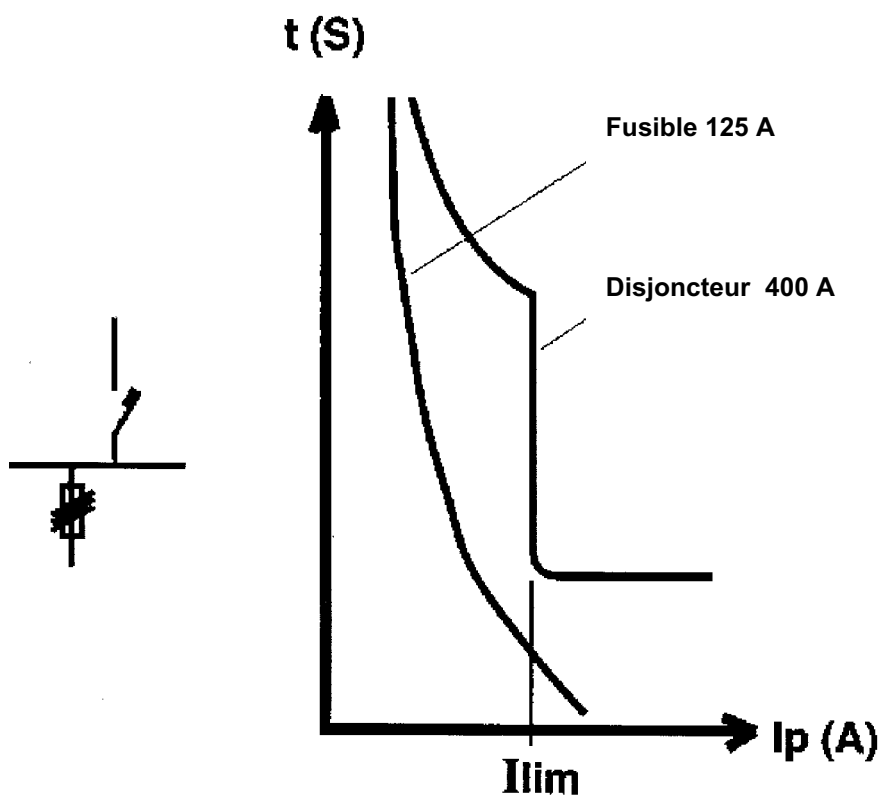
Disjoncteurs = Sélectivité sûre pour les petits courants.



- ↑ Toujours des retards mécaniques .+ courbes ajustables.
- ↑ La sélectivité pour les grands courants nécessite des calculs spécifiques (souvent impossibles à obtenir).
- ↑ Des retardateurs de déclenchement améliorent la sélectivité jusqu'à $15 \times I_N$ disjoncteur (rapport de sélectivité mini = 2,5 et habituellement = 4 en accord avec les caractéristiques).

FUSIBLES SURS ET FIABLES

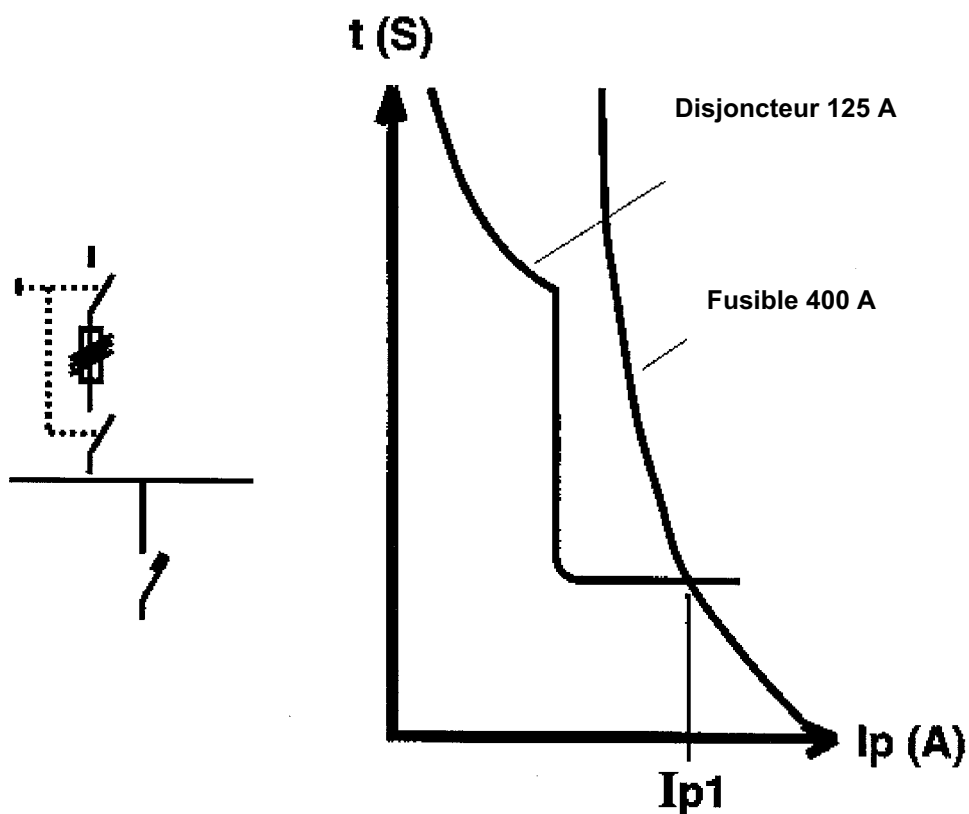
Sélectivité Fusibles / Disjoncteurs



Nécessite une différence de calibre élevée entre fusible et disjoncteur (en général plus de 3 fois, à vérifier au niveau déclenchement instantané).

FUSIBLES SURS ET FIABLES

Sélectivité Disjoncteurs / Fusibles



Dans ce cas, la sélectivité n'est pas possible sur toute la plage de courants et le fusible fondra sur les courants de défauts élevés.

Dans certains cas, il permettra d'utiliser un disjoncteur avec un pouvoir de coupure limité (les courants supérieurs à I_{p1} seront éliminés par le fusible qui possède un pouvoir de coupure élevé).

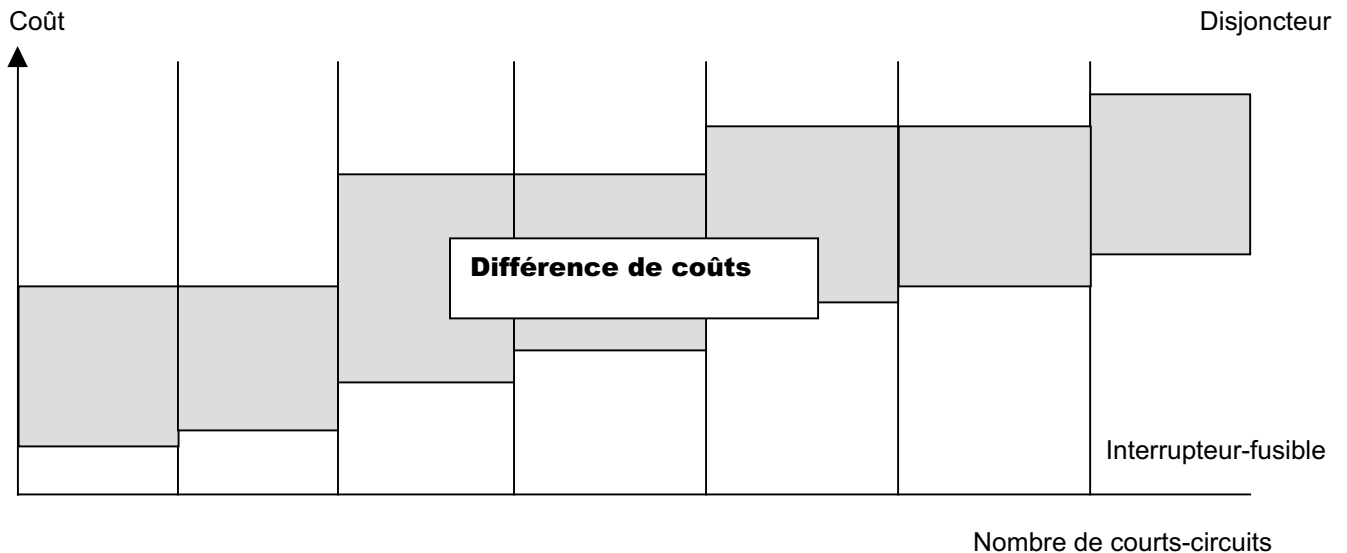
FUSIBLES SURS ET FIABLES

Isolation visible

- Lorsqu'un fusible est enlevé de son support ou lorsqu'un interrupteur fusible est ouvert l'isolation est visible dans le sens de la norme NFC 15-100 ou CEI 364 (Normes d'installation électrique) Dans tous les cas, lorsque les fusibles sont enlevés, le circuit est ouvert et la distance d'isolement grande. Ceci permet d'intervenir en toute sécurité sur le circuit aval.
- De plus, sur les fusibles à double coupure (ouverture des 2 polarités du fusible), l'ouverture des contacts est visible lorsque les fusibles sont enlevés.
- Ceci contribue à améliorer la sécurité du personnel pour les opérations de maintenance.
- Le fait d'installer un interrupteur à coupure visible classe AC22 ou AC23 ou un sectionneur classe AC20 avec un système de verrouillage à proximité du moteur ou de la machine, apporte une sécurité parfaite lors de toute intervention sur celle-ci.
- La nouvelle réglementation machine impose un sectionneur avec contact de précoupure ou un interrupteur sectionneur pour séparer les énergies (article R233.29), les risques électriques (article 233.25), l'action volontaire de mise en service (article R233.18).
- Seulement certains disjoncteurs ayant une distance d'ouverture suffisante assure le sectionnement du circuit en conformité avec les normes. Le cas de refermeture accidentelle d'un disjoncteur n'interdit pas le risque de régénération du circuit électrique.

FUSIBLES SURS ET FIABLES

Différence de coûts



Fusible

- ↪ Remplacement rapide (des 3 fusibles d'un même circuit même si fusion monophasée).
- ↪ Faible prix de rechange.
- ↪ Prêt à l'emploi après remplacement.

Disjoncteur

- ↪ Ouverture systématique des 3 phases.
- ↪ Système embrochable nécessaire pour remplacement rapide.
- ↪ Coût élevé des pièces de rechange en stock
- ↪ Nécessite examen visuel, voire remplacement de certaines pièces après ouverture sur court-circuit.

FUSIBLES SURS ET FIABLES

Evolution des performances dans le temps

	Interrupteur Fusible		Disjoncteur	
	Coût	Performance en %	Coût	Performance en %
Investissement	1.0	100 %	1.2	100 %
Défaut n° 1	0.1	100 %	0	80 %
Défaut n° 2	0.1	100 %	0	60 %
Défaut n° 3	0.1	100 %	1.2	100 %
<ul style="list-style-type: none"> * Remplacement sûr après fonctionnement <ul style="list-style-type: none"> – Le système de protection est remis à son état initial. * Fusion totalement enfermée : <ul style="list-style-type: none"> – Sure dans un volume minimum d'installation (pas d'espace de sécurité nécessaire) – Parfaite protection assurée dans le temps dans toutes les conditions environnementales. * Après un défaut, la cause de celui-ci doit d'abord être identifiée et corrigée. Les fusibles peuvent être alors changés. 		<ul style="list-style-type: none"> * Niveau de performance (pouvoir de coupure décroît avec l'utilisation). * Coupure non totalement enfermée : <ul style="list-style-type: none"> - espace de sécurité nécessaire. - Dégagement de gaz et fumées de plus en plus important en fonctionnement. * Le disjoncteur peut être réarmé en automatique, mais une inspection est nécessaire après chaque ouverture et il doit être remplacé après 2 ou 3 coupures de courant de court-circuit élevés. La norme CEI 60-947 distingue le "pouvoir de coupure de service" (sans influence importante sur son fonctionnement) et le "pouvoir de coupure ultime" (le disjoncteur peut être remplacé après ouverture). 		

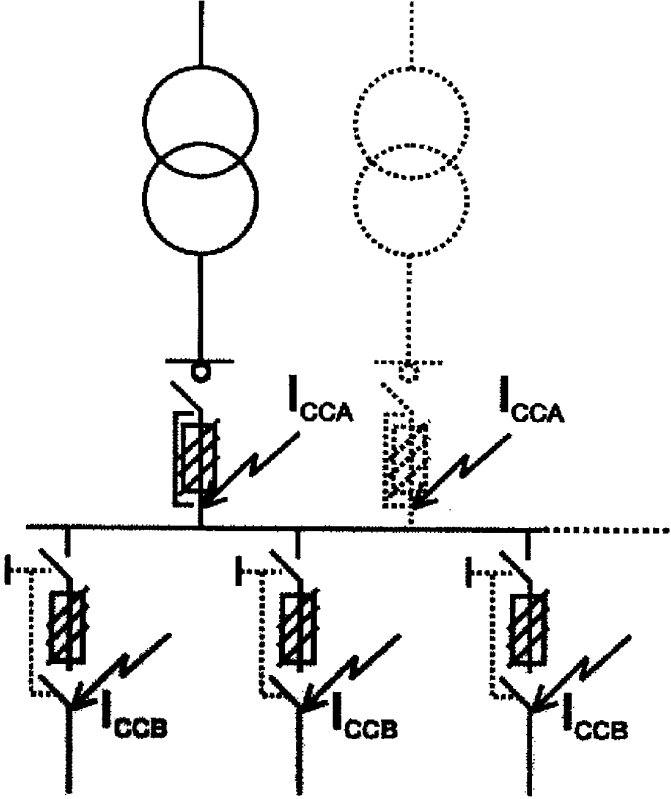
FUSIBLES SURS ET FIABLES

Sécurité lorsque la puissance du circuit augmente

Les circuits de distribution électrique augmentent en puissance avec l'ajout de nouveaux tableaux dans les installations par exemple : un deuxième transformateur est connecté en parallèle ==> nécessite des appareils de coupure avec pouvoir de coupure plus élevé.

Pas de problèmes avec les fusibles (pouvoir de coupure entre 100 et 200 kA).

Le pouvoir de coupure des disjoncteurs installés peut être dépassé. Dans ce cas ils doivent être remplacés par des modèles plus performants ou bien un fusible peut leur être associé pour assurer leur protection (voir page 12)

<u>Installation actuelle</u>		<u>Installation future</u>
$P_N = 1250 \text{ kVA}$ $U_{CC} = 4 \%$ $I_{CCA} = 36,1 \text{ kA}$ $I_{CCB} = 36,1 \text{ kA}$		$P_N = 1250 \text{ kVA}$ $U_{CC} = 4 \%$ $I_{CCA} = 72,2 \text{ kA}$ $I_{CCB} = 72,2 \text{ kA}$

FUSIBLES SURS ET FIABLES

Conclusion

Les avantages du fusible compensent les inconvénients du disjoncteur et réciproquement.

De nombreux industriels et distributeurs d'électricité en Europe préfèrent les fusibles, mais d'autres industriels choisissent les disjoncteurs et les installations sans fusible.

L'expérience prouve que les tableaux de distribution, les plus fiables et surs, sont obtenus avec chaque protection ou la combinaison des deux.

Le plus important est qu'au moment de l'étude de l'installation, on prenne bien en compte les valeurs de courant de court-circuit, la sélectivité pour la protection des moteurs ou des câbles. Ceci s'applique également aux extensions futures.