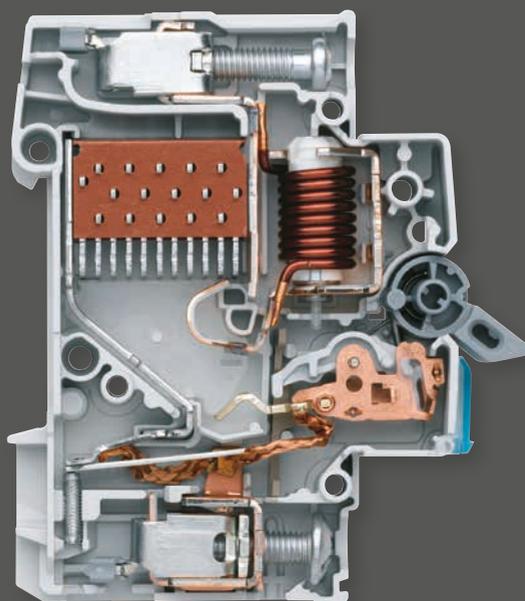


# Manuel technique

Principes de protection



:hager



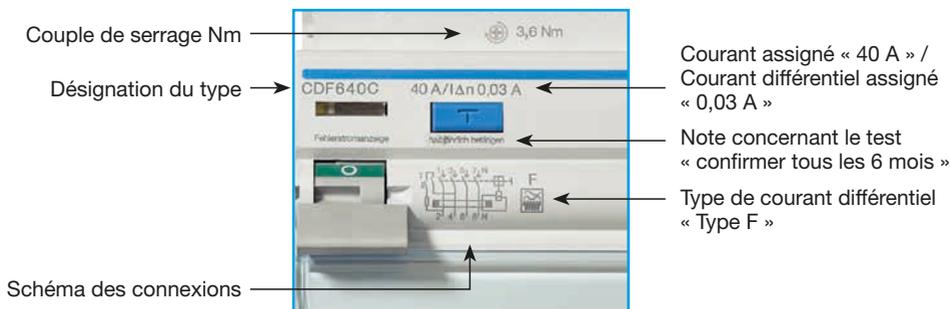
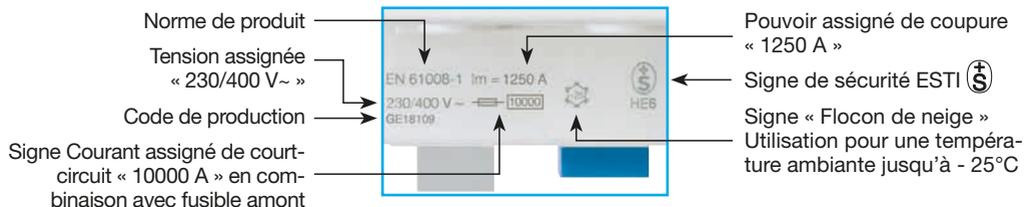
	<b>page</b>
<b>1 Interrupteurs différentiels</b>	<b>2</b>
1.1 Aperçu	4
1.2 Fonctionnement	6
1.3 Dimensionnement / Planification	8
1.4 Références normatives	19
1.5 Systèmes de montage	22
1.6 Déclenchement intempestif	23
<b>2 Disjoncteurs</b>	<b>24</b>
2.1 Aperçu	26
2.2 Fonctionnement	28
2.3 Caractéristique de déclenchement	30
2.4 Dimensionnement / Planification	33
2.5 Références normatives	39
2.6 Systèmes de montage	40
<b>3 Cartouches-fusibles HPC</b>	<b>42</b>
3.1 Aperçu	44
3.2 Fonctionnement	45
3.3 Caractéristique de déclenchement	45
3.4 Dimensionnement / Planification	48
3.5 Références normatives	48
3.6 Systèmes de montage	49
<b>4 Filiation (protection back-up) / Sélectivité</b>	<b>50</b>
4.1 Aperçu	52
4.2 Filiation (protection back-up)	53
4.3 Sélectivité	55
4.4 Concept de sélectivité	62

# Interrupteurs différentiels



	<b>page</b>
<b>1 Interrupteurs différentiels</b>	<b>2</b>
1.1 Aperçu	4
1.2 Fonctionnement	6
1.3 Dimensionnement / Planification	8
1.4 Références normatives	19
1.5 Systèmes de montage	22
1.6 Déclenchement intempestif	23

## 1.1 Aperçu



Les dispositifs de protection à courant différentiel résiduel (RCD) sont utilisés pour la protection des personnes et des animaux contre les contacts accidentels directs ou indirects. Les RCD offrent par ailleurs une protection contre la destruction de matériels ou contre les incendies pouvant être provoqués par des défauts d'isolement.

### Termes

RCD residual current operated device

RCCB residual current operated circuit-breaker

RCBO residual current operated circuit-breaker with overcurrent protection

CBR circuit-breaker residual current operated device

RCU residual current unit

SRCD socket outlet RCD

Dispositif de protection à courant différentiel résiduel

Interrupteur différentiel

Interrupteur différentiel avec protection de surintensité intégrée ou disjoncteur différentiel FI-LS

Disjoncteur de puissance avec protection différentielle

Bloc différentiel

Dispositif différentiel résiduel fixe sous forme de prise de courant

Type A 



Type A HI 



Description

Saisit les courants différentiels alternatifs sinusoïdaux et les courants différentiels continus pulsés.

Saisit les courants différentiels alternatifs sinusoïdaux et les courants différentiels continus pulsés, en plus déclenchement retardé + immunité renforcée « HI » (High immunity).

Courant assigné  $I_n$

16 A à 125 A

25 A à 125 A

Courant différentiel assigné  $I_{\Delta n}$

10 mA, 30 mA, 300 mA (plus versions sélectives)

30 mA, 300 mA (plus versions sélectives)

Courant assigné de court-circuit  $I_{nc}$

10 kA (16 A à 125 A)  
6 kA (25 A à 63 A)

10 kA (25 A à 125 A)  
6 kA (40 A, 63 A)

Type F 



Type B 



Description

Saisit les courants différentiels alternatifs sinusoïdaux et les courants différentiels continus pulsés ainsi que les courants différentiels de fréquences mixtes jusqu'à 1 kHz.

Saisit les courants différentiels alternatifs sinusoïdaux et les courants différentiels continus pulsés ainsi que les courants différentiels continus lisses (sensible tous courants).

Courant assigné  $I_n$

25 A à 63 A

40 A, 63 A

Courant différentiel assigné  $I_{\Delta n}$

30 mA

30 mA, 300 mA

Courant assigné de court-circuit  $I_{nc}$

10 kA

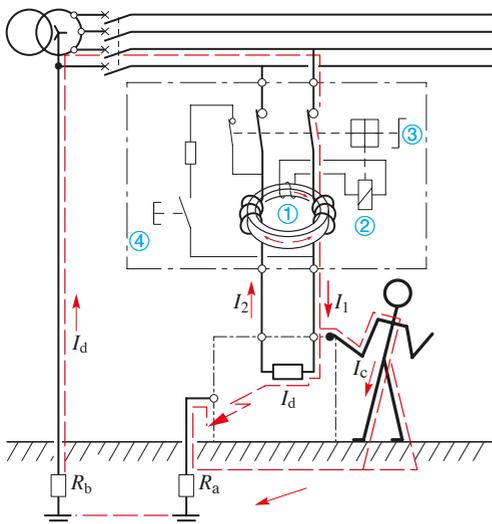
10 kA

## 1.2 Fonctionnement

### 1.2.1 Fonction de base Interrupteur différentiel

Les éléments essentiels d'un interrupteur différentiel RCCB sont les suivants :

- ① Transformateur d'intensité
- ② Bobine de déclenchement
- ③ Mécanisme de déclenchement
- ④ Dispositif d'essai



Pour le fonctionnement d'un interrupteur différentiel, les conditions suivantes doivent être remplies :

- Le point neutre du transformateur de réseau doit être mis à la terre (système TN ou TT)
- Aucune liaison entre le conducteur N et PE après l'interrupteur différentiel
- Les conducteurs PE et PEN ne doivent pas passer par le transformateur d'intensité
- Réseau AC

$I_1$  : Courant « d'arrivée » du consommateur

$I_2$  : Courant de « sortie » du consommateur

$I_d$  : Courant de défaut

$I_c$  : Courant corporel au contact du boîtier se trouvant sous tension

$R_b$  : Résistance de terre du neutre

$R_a$  : Résistance de terre du système TN

Lors d'un défaut d'isolement  $I_1 = I_2 + I_d$  :

Si  $I_1 > I_2$  un flux magnétique est induit dans le tore, ce qui génère une tension dans l'enroulement secondaire qui déclenche le relais de coupure.

#### Transformateur d'intensité

Les conducteurs de phase et le conducteur neutre sont bobinés autour du transformateur d'intensité. Les champs magnétiques des différents conducteurs génèrent un flux magnétique à l'intérieur du transformateur d'intensité. Si la somme des courants entrants est égale à la somme des courants sortants (1<sup>re</sup> loi de Kirchhoff), le flux magnétique s'annule.

#### Bobine de déclenchement

Si, en cas de défaut, un courant s'écoule par la terre, il y a alors un déséquilibre dans le transformateur d'intensité et un courant est induit dans la bobine de déclenchement. Le courant induit est proportionnel au courant de défaut et entraîne la coupure du circuit principal à l'aide du relais déclencheur.

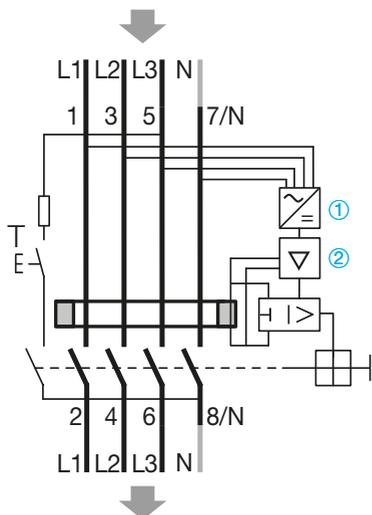
#### Mécanisme de déclenchement

Le mécanisme de déclenchement assure la coupure omnipolaire du circuit principal en cas de défaut. Le dispositif à déclenchement libre intégré agit dans le cas où la manette reste bloquée en position ON.

#### Dispositif d'essai

En appuyant sur le bouton test, un courant de défaut est généré à travers une résistance. Le circuit de courant du dispositif d'essai se trouve en dehors du transformateur d'intensité afin de pouvoir contrôler le fonctionnement de la bobine et du mécanisme de déclenchement. Le dispositif d'essai fonctionne seulement si la tension réseau est présente. L'essai est à réaliser tous les 6 mois. Dans des installations mobiles, il est recommandé d'effectuer un essai tous les jours ouvrables.

### 1.2.2 Fonction type B



Un interrupteur différentiel sensible tous courants type B comprend en général les mêmes composants qu'un type A. Autres composants importants :

- ① Bloc d'alimentation
- ② Partie électronique

#### Bloc d'alimentation

Le bloc d'alimentation alimente la partie électronique en courant. Pour son utilisation, il faut avoir au moins deux conducteurs quelconques qui véhiculent une tension alternative supérieure à 50 V. Il faut observer la direction du flux d'énergie lors du raccordement. Indépendamment de la tension de réseau, l'interrupteur différentiel sensible tous courants fonctionne comme un type A.

#### Partie électronique

L'interrupteur différentiel type B doit pouvoir détecter un courant de défaut continu lisse. Étant donné qu'il ne provoque aucun changement du flux magnétique à l'intérieur du transformateur d'intensité, la partie électronique est requise pour la détection.

## 1.3 Dimensionnement / Planification

Normes / Directives / Prescriptions	Consommateur / Câble	Disposition des dispositifs de protection contre les surintensités	Disposition des RCD
-------------------------------------	----------------------	--	---------------------



Courant différentiel assigné $I_{\Delta n}$	Type	Courant nominal	Sélectivité
<ul style="list-style-type: none"> <li>Protection des personnes (<math>\leq 30</math> mA)</li> <li>Protection incendie (<math>\leq 300</math> mA)</li> </ul>	Type A, A HI, F, B	16... 125 A	S



**Dimensionnement**



<b>Résistance aux courts-circuits</b>
Tableau de coordination



<b>Filiation</b>
Sélection du dispositif de protection contre les surintensités placé en amont

*Valeurs d'influence pour le dimensionnement d'un RCD*

Pour le dimensionnement, il faut définir le courant différentiel assigné, le type et le courant nominal. Il faut également définir l'utilisation ou non d'appareils sélectifs. Dès que le type RCD correct a été déterminé, il faut coordonner la résistance aux courts-circuits avec le dispositif de protection contre les surintensités placé en amont.

## 1.3.1 Courant différentiel assigné $I_{\Delta n}$

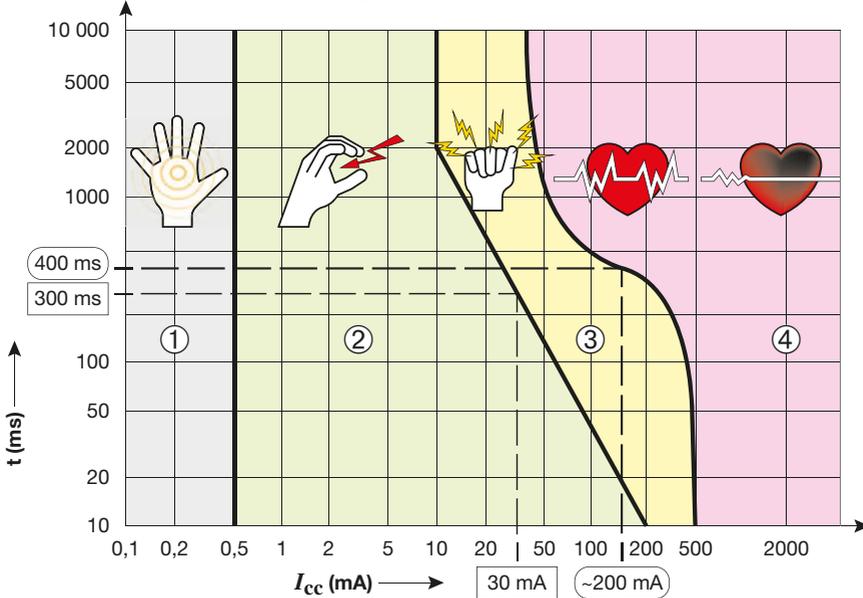
Le courant différentiel assigné est à sélectionner en fonction du domaine d'application et du concept de protection. Pour la protection des personnes, il faut choisir un courant différentiel assigné  $I_{\Delta n}$  de max. 30 mA, alors que max. 300 mA sont suffisants pour la protection incendie. Le RCD type B est à voir séparément.

		Protection des personnes	Protection incendie
Type A 	10 mA	Oui	Oui
	30 mA	Oui	Oui
	300 mA		Oui
	sélectif 300 mA		Oui
Type A HI 	30 mA	Oui	Oui
	sélectif 300 mA		Oui
Type F 	30 mA	Oui	Oui
Type B  	30 mA	Oui	partielle
	300 mA		partielle

## 1.3.1.1 Protection des personnes

L'effet physiologique d'un courant traversant notre corps dépend de l'intensité et de la durée. Dès l'apparition de contractions musculaires, on doit pouvoir compter sur la coupure du RCD avant que ne se présente une fibrillation ventriculaire.

### Effet des courants traversant le corps avec un courant alternatif



#### Légende

- ① En général pas d'effet.
- ② En général pas d'effets physiologiques nuisibles.
- ③ Effets physiologiques. En général augmentation de la pression artérielle, contraction musculaire et dyspnée. Danger minime de fibrillation ventriculaire.
- ④ Effets physiologiques renforcés avec risque élevé de fibrillation ventriculaire à partir d'env. 200 mA et une durée d'application de 400 ms.

#### Val. indicatives

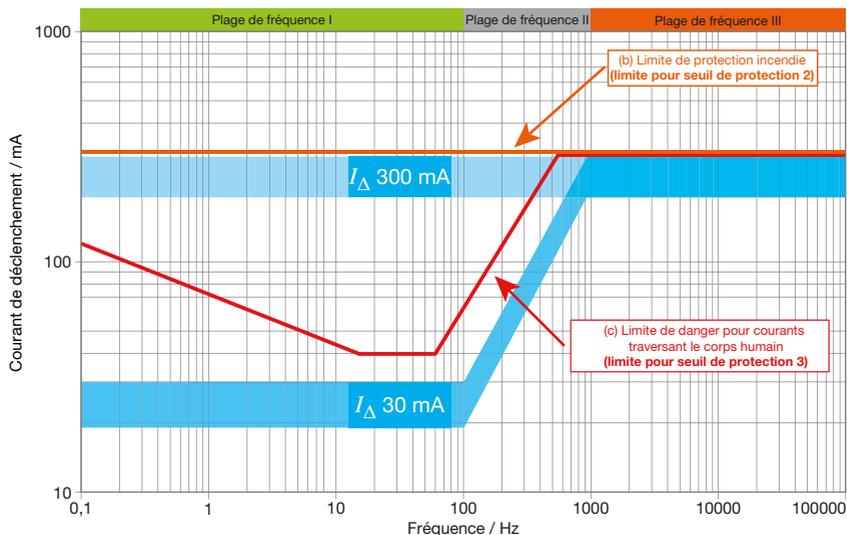
- jusqu'à 1 mA
- 5 mA
- 15 mA
- 50 mA
- à partir de 80 mA

#### Effet

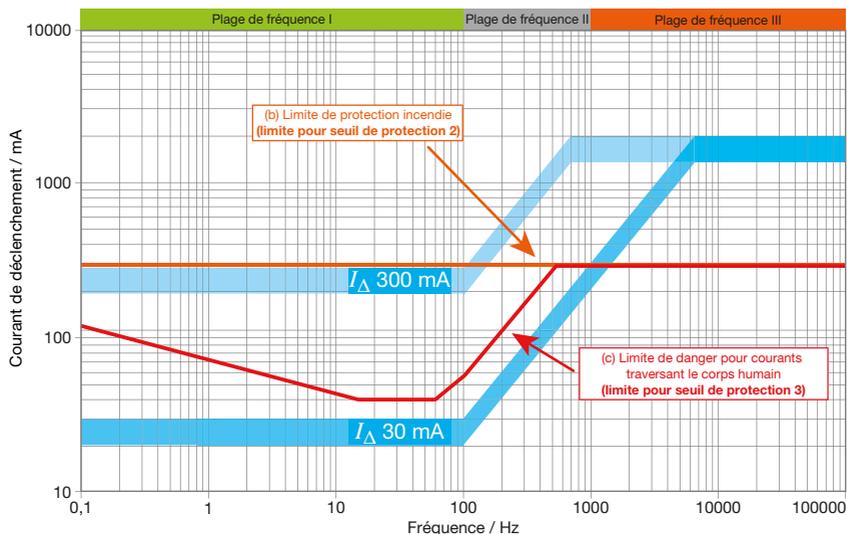
- Seuil de perception. Le courant n'est pratiquement pas perceptible.
- Fourmillement, picotement. Il est encore possible de relâcher la pièce sous tension par ses propres moyens.
- Seuil de contraction. Contractions musculaires et tétanisation des muscles respiratoires sont possibles. Le seuil de relâchement est éventuellement déjà dépassé. La tétanisation des muscles respiratoires peut, dans certains cas très rares, entraîner la mort par asphyxie.
- Seuil d'alarme. Difficultés respiratoires, évtl. arrêt cardiaque ou fibrillation ventriculaire après une courte durée. Sans aide immédiate, la mort s'ensuit après quelques minutes.
- Seuil mortel. Effet mortel (fibrillation ventriculaire) probable après 0,3 à 1 s.

La fréquence du courant traversant le corps a également une influence sur l'effet physiologique. Ce fait est important en rapport avec le RCD sensible tous courants de type B.

À fréquence croissante, le corps humain devient moins sensible au courant traversant le corps.



*Réponse en fréquences du courant de déclenchement des RCD type B CDB4xxD / CFB4xxD en rapport aux niveaux de risque pour la protection des personnes et la protection incendie*



*Réponse en fréquences du courant de déclenchement des RCD type B CDB4xxE / CFB4xxE en rapport aux niveaux de risque pour la protection des personnes et la protection incendie*

## 1.3.1.2 Protection incendie

Les défauts d'isolement peuvent provoquer des incendies, en particulier dans des locaux d'exploitation présentant un risque d'incendie. Pour protéger les installations, il faut utiliser un RCD avec maximum 300 mA.

### Type B

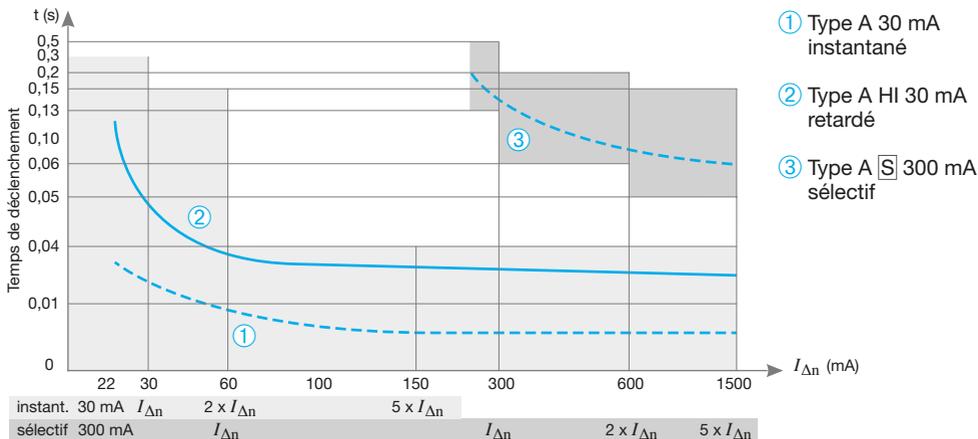
La protection incendie, comme protection contre des incendies d'origine électrique, avec l'utilisation d'un RCD de type B dans une plage de fréquence de 0 à minimum 100 kHz, doit permettre de couper en toute sécurité des courants de défaut  $\geq 300$  mA. Une protection incendie, telle qu'elle est assurée par des RCD conventionnels seulement à 50 Hz, est garantie par un type B avec un courant différentiel assigné de  $I_{\Delta n}$  300 mA CDB4xxD / CFB4xxD avec des courants de défaut jusqu'à 100 kHz. Les courbes de déclenchement se situent en dessous de la courbe de danger correspondante (« limite de protection incendie ») et offrent ainsi la protection incendie intégrale, aussi bien pour des fréquences élevées du courant de défaut que pour la fréquence assignée.

Protection des personnes assurée 30 mA :	<b>Oui</b>					
Protection des personnes assurée 300 mA :	<b>Non</b>					
Protection incendie assurée 300 mA :	<b>Oui</b>					<b>Versions CDB4xxD / CFB4xxD - Oui</b>
						<b>Versions CDB4xxE / CFB4xxE - Non</b>
	0,1	1	10	100	1000	10000 100000
	Fréquence / Hz					

Réalisation de la protection des personnes et protection incendie avec RCD type B en fonction de la fréquence

### 1.3.1.3 Comportement au déclenchement

Le comportement au déclenchement démontre que le RCD type A HI retardé est moins sensible aux courants de défaut que le RCD type A (instantané). Pour les deux versions, la protection des personnes est garantie. Le déclenchement de la version sélective 300 mA S est clairement retardé et est ainsi sélectif par rapport à un RCD de 30 mA.



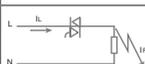
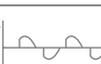
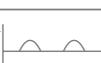
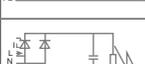
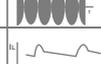
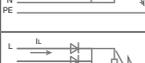
Comportement au déclenchement des RCD

## 1.3.2 Types de détection des courants de défaut

En raison des différentes charges, il existe divers types de courants de défaut et courants de fuite. Il faut donc déterminer exactement le RCD à l'aide des consommateurs.

**Attention :** Un RCD type A ou HI **ne peut pas** détecter un courant de défaut continu lisse. En présence d'un courant de défaut continu lisse, le RCD risque de devenir « aveugle » et de ne pas déconnecter.

**Info :** Si des équipements électroniques polyphasés (convertisseurs de fréquence, stations de chargement), placés de manière fixe sur le côté charge d'un RCD, peuvent générer des courants de défaut continus, il faut alors utiliser un RCD de type B.

RCD approprié	Commande	Courant de charge	Courant de défaut
   			
			
			
			
			
			
			
			
			
			
			

**Remarque :**  
Les dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel (RCD) du type AC sont interdits en Suisse.

*Aperçu des courants de défaut et des types RCD appropriés (NIBT 2015, extrait du tableau 5.3.1.3.1.1 E+C)*

## Type A

Le RCD type A convient pour des circuits électriques généraux avec des prises de courant et des consommateurs simples.

Comme le montre l'aperçu des courants de défaut, les redresseurs à simple alternance, avec un condensateur pour le lissage de la tension, sont les seuls consommateurs monophasés dont la protection par un RCD type A est interdite. À la seule exception du redresseur indiqué ci-dessus, le courant de défaut sur tous les consommateurs monophasés peut être coupé à l'aide d'un RCD type A. Des déclenchements intempestifs peuvent néanmoins se produire en exploitation normale. Dans ce cas, il est possible d'utiliser un type HI, type F ou type B.

## Type A HI

Le RCD type A HI a une immunité renforcée et un déclenchement retardé. Les appareils sont ainsi protégés contre un déclenchement par l'apparition de courants de défaut pulsés. Les courants de défaut pulsés peuvent survenir suite à des opérations de commutation, en présence d'une surtension brève causée par une décharge atmosphérique ou bien par des équipements avec une capacité par rapport à la terre.

Domaines d'application :

- Câbles longs ou blindés
- Bâtiments administratifs
- Éclairages fluorescents
- Bâtiments protégés, p. ex. hôpitaux
- Équipements de laboratoire
- Alimentations de secours

## Type F

Le RCD type F comporte la fonction HI du type A et détecte en plus les courants différentiels de fréquences mixtes qui suivent la fréquence du réseau de 50 Hz jusqu'à une limite de 1 kHz. Ces fréquences mixtes sont générées par des convertisseurs de fréquence monophasés, p. ex. lors du réglage de vitesse de moteurs à courant alternatif. Dans le cas d'un courant différentiel, c.-à-d. d'un courant de fuite à la terre, l'interrupteur différentiel type F coupe le circuit.

Domaines d'application possibles :

- Machines à laver
- Pompe de chauffage
- Pompe à chaleur
- Climatiseurs

## Type B

Le RCD type B peut détecter et couper des courants de défaut continus lisses et des courants de défaut alternatifs jusqu'à 100 kHz. Il convient pour des équipements électroniques.

Domaines d'application :

- Convertisseur de fréquence
- Installation ASI
- Bloc d'alimentation secteur
- Convertisseur de puissance à haute fréquence
- Appareils médicaux

**Aide de sélection du type de disjoncteur différentiel**

**Voulez-vous protéger un ou plusieurs des appareils suivants ?**

- Convertisseurs de fréquence triphasés
- Bornes de recharge pour électromobilité
- Grues, compresseurs ou projecteurs d'enduit
- Escaliers mécaniques ou ascenseurs
- Machines rotatives de soudage
- Machines et installations pour fêtes foraines et parcs d'attractions
- Filtres CEM
- Installations PV avec onduleur sans séparation de protection etc.

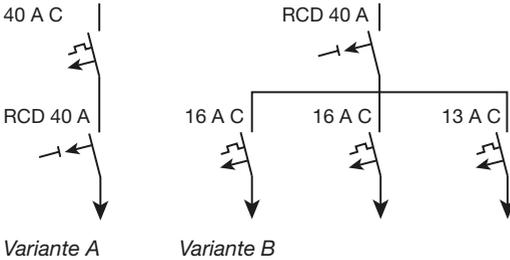
Veuillez observer les exigences / recommandations des fabricants d'appareils pour le type d'interrupteur différentiel.

Oui	Non
<p><b>S'agit-il d'un local d'exploitation présentant un risque d'incendie ?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grange</li> <li>• Atelier pour le travail du bois</li> <li>• Fabrique de papier</li> <li>• Magasin de papier</li> <li>• Atelier de peinture etc.</li> </ul>	<p><b>S'agit-il d'un des appareils suivants avec convertisseur de fréquence monophasé (p. ex. pour le réglage de vitesse de moteurs à courant alternatif) ?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Machines à laver</li> <li>• Pompes de chauffage ou pompes à chaleur</li> <li>• Climatiseurs etc.</li> </ul> <p><small>Veuillez observer les exigences / recommandations des fabricants d'appareils pour le type d'interrupteur différentiel.</small></p>

Oui	Non	Oui	Non
<p><b>Interrupteur différentiel type B NK</b></p> 	<p><b>Interrupteur différentiel type B SK</b></p> 	<p><b>Interrupteur différentiel type F</b></p> 	<p><b>Interrupteur différentiel type A</b></p> 

## 1.3.3 Courant nominal / Pouvoir de coupure

Le rôle d'un RCD n'est pas de couper un court-circuit ou une surintensité de courant. Pour cette tâche, il faut prévoir des dispositifs de protection contre les surintensités. Il existe deux variantes pour déterminer le courant nominal d'un RCD.



### Variante A

La valeur du courant nominal du dispositif de protection contre les surintensités placé en amont est égale ou inférieure à celle du RCD.

### Variante B

Pour la variante B, les prescriptions applicables selon la NIBT 2015 (5.3.6.2.3) sont les suivantes :

- RCD et dispositif de protection contre les surintensités doivent se trouver dans la même distribution ou bien un câble de raccordement de max. 3 m doit relier les deux composants
- Le courant nominal du plus grand dispositif de protection contre les surintensités ne doit pas dépasser le courant nominal du RCD
- La somme de tous les courants nominaux du dispositif de protection contre les surintensités placé en aval, multipliée par le facteur de simultanéité, donne le courant nominal minimum du RCD.

$$(16 \text{ A} + 16 \text{ A} + 13 \text{ A}) \times 0,8 = 36 \text{ A}$$

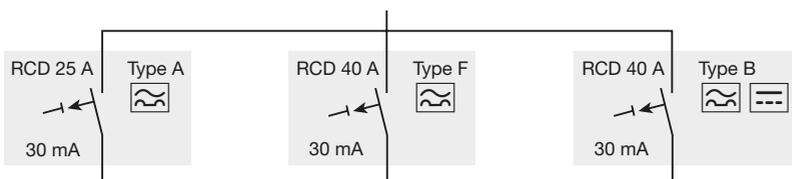
Nombre de circuits	Facteur de simultanéité
2 et 3	0,8
4 et 5	0,7
6 à 9	0,6
10 et plus	0,5

## 1.3.4 Sélectivité

Avec la sélectivité horizontale et verticale, on obtient que seul le dispositif de protection différentiel situé le plus proche du point de défaut déclenche.

### Sélectivité horizontale

Avec la sélectivité horizontale, aucun RCD n'est connecté en série. Il n'est donc pas nécessaire d'utiliser des RCD sélectifs.



Sélectivité horizontale

## Sélectivité verticale

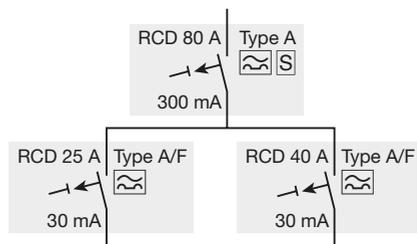
Avec la sélectivité verticale, deux RCD sont connectés en série. Cela peut s'avérer nécessaire au cas où une ligne doit être protégée séparément contre un défaut d'isolement (p. ex. locaux d'exploitation présentant un risque d'incendie).

### Attention :

Les RCD type B sensibles tous courants ne doivent pas être connectés en série avec un RCD type A/F. Les courants de fuite et de défaut des équipements électroniques pourraient entraver le bon fonctionnement du RCD type A/F.

Les conditions suivantes pour la sélectivité verticale doivent être remplies :

- Le RCD en amont doit être repéré par le symbole Sélectif 
- La sensibilité des RCD en aval doit comporter au maximum 30 ou 10 mA
- Le courant d'emploi des circuits électriques situés en aval ne doit pas dépasser le courant nominal des RCD situés en amont.

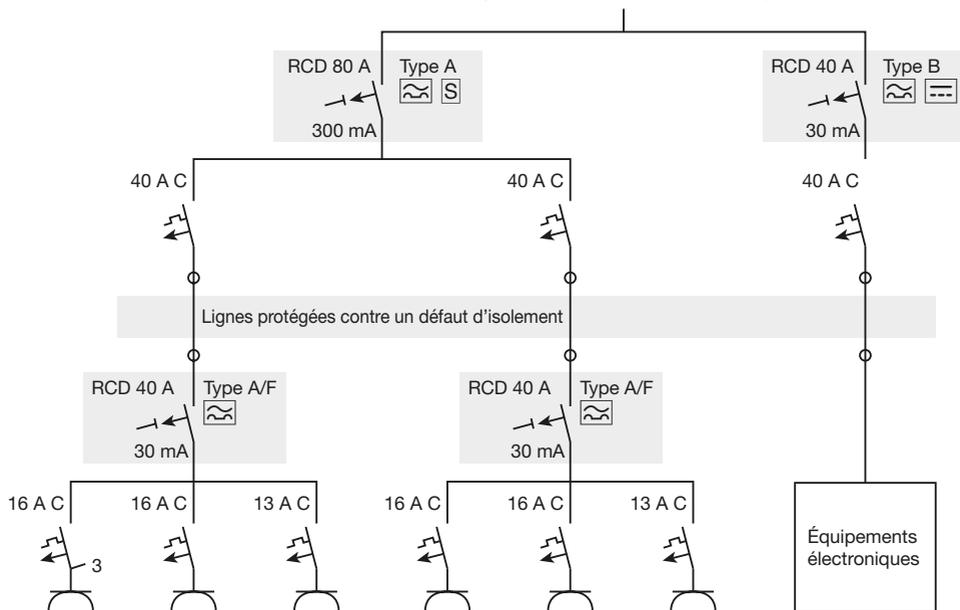


Sélectivité verticale

### Exemple

Un boîtier de prises dans une exploitation agricole est équipé directement à proximité des prises d'un RCD pour la protection des personnes. Pour que la ligne d'alimentation ne déclenche aucun incendie, le câble est protégé contre un défaut d'isolement par un RCD de 300 mA. Celui-ci doit être repéré comme étant sélectif .

Les équipements électroniques doivent être protégés séparément par un RCD type B.



Exemple de sélectivité verticale

## 1.3.5 Résistance aux courts-circuits

Avec des résistances de contact très faibles, un courant de défaut peut se situer dans la plage d'un courant de court-circuit. Il convient également d'observer que pendant l'ouverture du RCD le courant de défaut risque d'augmenter considérablement en raison de l'arc électrique. Dans les deux cas, il ne faut pas que le dispositif de protection soit endommagé et un dispositif de protection contre les surintensités placé en amont doit protéger le RCD (filiation). Pour la coordination, il faut observer les tableaux de coordination spécifiques à chaque produit.

### Exemple

Un interrupteur différentiel de 40 A est protégé en amont par un fusible HPC de 80 A contre un courant présumé de court-circuit jusqu'à 20 000 A.

### Résistance aux courts-circuits d'interrupteurs différentiels\* en combinaison avec un fusible HPC gG en amont

Valeurs en kA

Interrupteurs différentiels		Fusible amont HPC000/00 - gG					
FI 10 kA	In	25 A	40 A	63 A	80 A	100 A	125 A
<b>bipolaire</b>	25 A	120	68	37	20	10	10
	40 A	-	68	37	20	10	10
	63 A	-	-	37	20	10	10
	80 A	-	-	-	20	10	10
	100 A	-	-	-	-	10	10
	125 A	-	-	-	-	-	10
<b>tétrapolaire</b>	25 A	120	68	37	20	10	10
	40 A	-	68	37	20	10	10
	63 A	-	-	37	20	10	10
	80 A	-	-	-	20	10	10
	100 A	-	-	-	-	10	10
	125 A	-	-	-	-	-	10

(\*) Non valable pour interrupteurs différentiels type B

## 1.4 Références normatives

### 1.4.1 Essai

Pour l'essai de fonctionnement, il faut respecter la norme NIBT 2015, SN EN 61008-1 ainsi que les indications du fabricant. Le déroulement simplifié de l'essai est comme suit :

#### 1. Mesure d'isolement

L-PE > 1 M $\Omega$  (aucune liaison)

#### 2. Contrôle de la diode lumineuse

Sur le RCD type B, la diode lumineuse verte doit être allumée. La diode lumineuse verte indique que la tension de service interne pour la détection du courant de défaut sensible tous courants (courants de défaut du type A et B) est suffisante. Si la diode lumineuse n'est pas allumée, un seul déclenchement par des défauts de courant du type A est encore garanti.

#### 3. Presser le bouton test

Déclenchement du RCD

#### 4. Essai à 50 % $I_{\Delta n}$

Aucun déclenchement

#### 5. Essai à 100 % $I_{\Delta n}$

$I_{\Delta n}$  10-300 mA déclenchement  $\leq$  300 ms

$I_{\Delta n}$  300 mA « sélectif » déclenchement  $\leq$  500 ms

#### 6. Dimensionnement

Contrôler le dimensionnement et la protection

### Contrôle de fonctionnement

Le contrôle de fonctionnement s'effectue en appuyant sur le bouton test du RCD.

Ce contrôle est important pour le fonctionnement impeccable du RCD et doit être réalisé tous les six mois.



## 1.4.2 Domaines d'application de dispositifs de protection à courant différentiel résiduel (RCD) conformes à la norme NIBT 2015

### Généralités

Pour des prises électriques avec un courant assigné  $\leq 32$  A dans des systèmes à courant alternatif, destinées à une utilisation libre, il faut utiliser un RCD.

### Exceptions :

Prises électriques industrielles et professionnelles pour consommateurs fixes (pour faciliter les mesures de maintenance au lieu de connexions fixes), inaccessibles librement ou seulement par du personnel qualifié. Par exemple centres de données, installations ASI, réseaux de sécurité et de secours, etc.

Chapitres NIBT	Prescriptions	$I_{An}$
4.1.1.3.3	<b>Prises électriques</b> Toutes les prises électriques à libre emploi $\leq 32$ A	30 mA
4.2.2.3.9	<b>Locaux d'exploitation présentant un risque d'incendie</b> Tous les circuits terminaux du local ou qui traversent le local Chauffages de plafond, éléments chauffants de surface	300 mA 30 mA
5.5.1.4.4	<b>Installations d'alimentation de substitution</b> Installations conformes au système TN, TT ou IT	30 mA
5.5.9.9	<b>Stands d'exposition de luminaires</b> Circuits terminaux	30 mA

## Autres domaines d'application

Chapitres NIBT	Prescriptions	$I_{An}$
7.01.4.1.5.1 7.01.5.2	<b>Locaux avec baignoire ou douche</b> Tous les circuits électriques Toutes les lignes / canalisations non posées à une profondeur minimum de 6 cm de la surface du mur	30 mA 30 mA
7.01.5.53	<b>Chauffages de sol et de plancher en surface</b>	30 mA
07.02	<b>Piscines et fontaines</b> Source électrique pour TBTS	30 mA
7.03.4.1.5.1	<b>Locaux avec corps de chauffe électriques de sauna</b> Tous les circuits électriques	30 mA
7.04.4.1.0.10	<b>Chantiers</b> Prises $\leq 32$ A Consommateurs tenus en main et raccordés $\leq 32$ A	30 mA 30 mA
7.05.4.1.1.1	<b>Exploitations agricoles et horticoles</b> Installations complètes Prises électriques	300 mA 30 mA
7.06.4.1.0.10	<b>Zones conductrices avec liberté de manœuvre limitée</b> Équipements fixes de la classe de protection II ou équivalente	30 mA
7.08.5.3.0	<b>Terrains de camping et de caravaning</b> Chaque prise individuelle Liaison fixe pour l'alimentation d'un mobile home ou d'une caravane stationnaire (protection individuelle)	30 mA 30 mA
7.09.5.3.1.2	<b>Marinas et emplacements analogues</b> Chaque prise individuelle Liaison fixe pour l'alimentation de péniches (protection individuelle)	30 mA 30 mA
7.10.4.1.1.1	<b>Locaux à usage médical</b> Circuits terminaux jusqu'à 32 A pour locaux de catégorie 1 Dans les locaux de catégorie 2, circuits pour l'alimentation de tables d'opération	30 mA 30 mA
7.11.4.8.2	<b>Expositions, shows et stands</b> Tous les circuits terminaux $\leq 32$ A, à l'exception de l'éclairage de secours	30 mA
7.12.4.1.1.3.2	<b>Systèmes d'alimentation électrique photovoltaïques</b> Si un sectionnement simple entre les sources de tension alternative et continue n'est pas prévu	30 mA Type B
7.14.4.1.1.3.3	<b>Installations d'éclairage en plein air</b> Cabines téléphoniques, abris d'arrêt de bus, panneaux de signalisation, tableaux d'information et installations analogues avec éclairage intégré	30 mA
7.17.4.1.1.1 7.17.4.1.3.3	<b>Installations électriques sur des véhicules et unités de construction transportables</b> <b>Alimentation électrique</b> Équipements en dehors de l'unité de construction (protection individuelle)	30 mA 30 mA
7.21.4.1.5.1	<b>Caravanes et camping-cars</b> Alimentation électrique	30 mA
7.22.5.3.1.101	<b>Alimentation de véhicules électriques</b> Chaque point de connexion (en partie type B)	30 mA
7.40.4.1.5.1	<b>Stands de fêtes foraines, parcs d'attractions, cirques</b> Tous les circuits terminaux $\leq 32$ A	30 mA
7.53.4.1.1.3.2	<b>Chauffages de sol et de plancher en surface</b>	30 mA
7.61.4.2.2.1	<b>Zones à risque déflagrant</b> Câbles chauffants et dispositifs de chauffage	30, max. 100 mA

## 1.5 Systèmes de montage

Les systèmes de montage sont identiques à ceux du disjoncteur (chapitre 2.6). Les différences se situent au niveau des modèles d'appareils.



### Interrupteur différentiel (RCCB)

L'appareil intègre la protection différentielle individuelle et peut être utilisé pour la protection de plusieurs circuits électriques.



### Disjoncteurs différentiels FI-LS (RCBO)

Le FI-LS comprend le disjoncteur et l'interrupteur différentiel dans un seul appareil.



### Disjoncteurs différentiels FI-LS<sup>3</sup>

Un interrupteur différentiel 3P+N et trois disjoncteurs 1P+N combinés dans un seul appareil.



### Bloc différentiel (RCU) pour disjoncteur

Le bloc différentiel est utilisé en combinaison avec un disjoncteur de ligne. Un disjoncteur peut ainsi être équipé d'un RCD.



### Relais différentiel

Dispositif à courant résiduel (sans coupure en charge) pour la détection précoce et la signalisation (sirène, feu clignotant, klaxon) de courants de défaut.



### Bloc différentiel (RCU) pour disjoncteur de puissance

Le bloc différentiel est utilisé avec un disjoncteur de puissance. Un disjoncteur de puissance peut ainsi être équipé d'un RCD.

## 1.6 Déclenchement intempestif

Bien que la mesure d'isolement fût correcte et qu'aucun appareil défectueux ne soit connecté, il peut se produire des déclenchements intempestifs. Les causes sont multiples et pas toujours évidentes.

### 1.6.1 Généralités

#### Raccordement du conducteur N et PE

Lors d'un raccordement entre le conducteur N et PE, une partie du courant passe à travers le conducteur PE et le RCD déclenche.

#### Raccordement de divers conducteurs N

Si les conducteurs de neutre de différents groupes de protection sont raccordés ensemble, une partie du courant du conducteur neutre ne traverse pas le transformateur d'intensité et le RCD déclenche.

#### Permutation de divers conducteurs N

Dans le cas d'une permutation des conducteurs de neutre de différents groupes de protection, le courant du conducteur neutre ne retourne pas par le transformateur d'intensité et le RCD déclenche.

#### Raccordement incorrect du dispositif différentiel

La direction du flux d'énergie à travers le RCD ne joue aucun rôle (attention : cela n'est pas valable pour le RCD type B). Il faut cependant raccorder tous les conducteurs de phase et de neutre du consommateur en un point commun du RCD.

#### Câbles longs

Des câbles longs peuvent entraîner un déclenchement en raison de leurs éléments capacitifs.

Le déclenchement a lieu lors du branchement. L'utilisation d'un RCD type A HI/type F peut résoudre ce problème.

#### Chauffages

Les chauffages auxiliaires pour tubes ou chauffages de sol entraînent des courants de fuite capacitifs qui peuvent provoquer le déclenchement d'un RCD. Une solution possible est l'utilisation d'un RCD type A HI/type F, la répartition des circuits électriques sur trois phases ou la répartition sur plusieurs groupes différentiels.

### 1.6.2 Type B

Les mesures de protection CEM sur les appareillages électroniques peuvent entraîner des courants de fuite élevés. Même avec un RCD type B, il est possible que les courants de fuite provoquent des déclenchements intempestifs.

#### Plusieurs appareillages électroniques

Le nombre maximum d'équipements électroniques en aval de l'interrupteur différentiel est fonction de l'intensité des courants de fuite. Des courants de fuite trop élevés peuvent, malgré la fréquence de déclenchement spécifique de l'appareil, provoquer des déclenchements intempestifs (contacter les fabricants des équipements électroniques pour obtenir des informations correspondantes sur les courants de fuite générés).

#### Longs câbles moteur blindés

Lors de l'utilisation avec des convertisseurs de fréquence, des longs câbles moteur blindés peuvent générer des courants de fuite élevés au moment de la libération du régulateur du convertisseur de fréquence, et donc provoquer un déclenchement intempestif. Dans ce cas, il est possible d'utiliser un filtre de sortie sinusoïdal directement en aval du convertisseur de fréquence (en amont du câble moteur blindé).

#### Consommateurs monophasés en aval du filtre CEM

Selon la réglementation, un filtre CEM standard de 3 conducteurs ne doit être suivi que de son équipement électronique correspondant. Pour ne pas entraver l'efficacité du filtre, il faut absolument éviter de raccorder d'autres consommateurs monophasés, p. ex. des ampoules, à la sortie du filtre CEM !

#### Fréquence de découpage défavorable

Pour les équipements électroniques, on peut généralement choisir différentes fréquences de découpage (hacheur). Dans le cas le plus défavorable, la fréquence de découpage peut induire des oscillations (résonance) au niveau d'un filtre CEM amont, provoquant ainsi des courants de fuite excessifs susceptibles de déclencher le RCD. Dans ce cas, il convient de changer la fréquence de découpage !

#### Fréquences de machine supérieures à 100 kHz

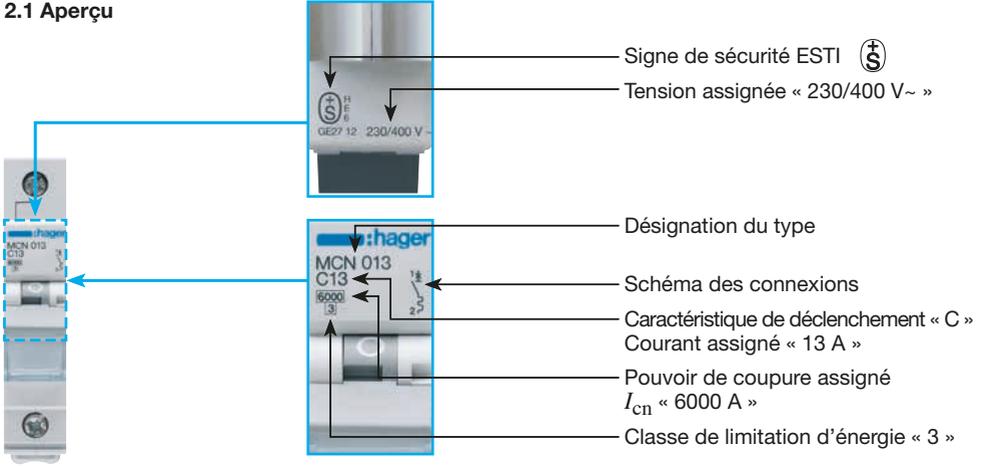
La plage de fréquence de déclenchement du RCD type B a été optimisée pour des installations électriques intégrant des convertisseurs de fréquence pour des fréquences de machine jusqu'à 100 kHz. En vue de garantir la protection exigée (protection des personnes ou protection incendie), il est interdit de régler des fréquences machine >100 kHz sur des convertisseurs de fréquence.

# Disjoncteurs



	<b>page</b>
<b>2 Disjoncteurs</b>	<b>24</b>
2.1 Aperçu	26
2.2 Fonctionnement	28
2.3 Caractéristique de déclenchement	30
2.4 Dimensionnement / Planification	33
2.5 Références normatives	39
2.6 Systèmes de montage	40

## 2.1 Aperçu



Norme de produit	Domaine d'application possible :	Pouvoir de coupure	Marquage sur le LS	Utilisation
EN 60898-1	Résidentiel / Tertiaire	Pouvoir assigné de coupure $I_{CN}$	Valeur en ampères dans un rectangle	Utilisation possible par des personnes ordinaires
EN 60947-2	Installations industrielles	Pouvoir assigné de coupure ultime en court-circuit $I_{CU}$	Valeur en kA avec norme de produit 60947-2	Utilisation par un électricien, personnel instruit

Disjoncteur LS



Courant assigné  
 Pouvoir de coupure assigné  
 Caractéristique de déclenchement  
 Nombre de pôles

0,5 – 63 A  
 6, 10, 15 – 25 kA  
 B, C, D  
 1, 2, 3, 4 pôles + 1P+N, 3P+N

Disjoncteur haute performance HLS



0,5 – 125 A  
 15, 30, 50 kA  
 C, D  
 1, 2, 3, 4 pôles

Disjoncteur sélectifs SLS



16 – 100 A  
 25 kA  
 C<sub>s</sub>, E  
 1, 3, 4 pôles

Les disjoncteurs (LS) sont utilisés pour la protection des lignes en cas de court-circuit et de surcharge. Ces appareils se trouvent en règle générale dans le circuit terminal d'installations électriques de bâtiments résidentiels, tertiaires et industriels. Exception à cette règle est le disjoncteur sélectif (SLS) qui peut être utilisé comme coupe-surintensité d'abonné ou comme fusible amont dans des distributions secondaires. L'utilisation en tant que coupe-surintensité général / d'abonné doit s'effectuer en accord avec le service électrique concerné (SI).

Avantages :

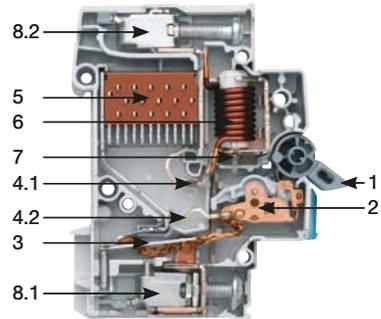
- Après déclenchement, le disjoncteur se laisse facilement réenclencher
- Utilisation par des personnes ordinaires (LS 6 kA + 10 kA selon EN 60898-1)
- Construction compacte
- Aucun changement de la courbe de déclenchement par vieillissement
- Compatible avec des équipements auxiliaires, p. ex. contact auxiliaire

### 2.2 Fonctionnement

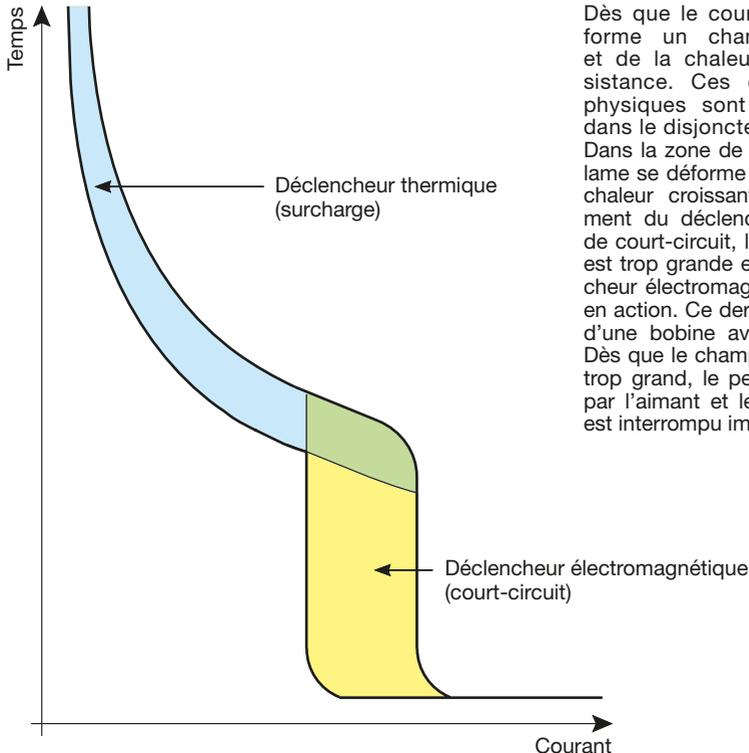
#### 2.2.1 Fonctionnement du disjoncteur

Éléments essentiels d'un disjoncteur :

- 1 Manette avec mécanisme de déclenchement
- 2 Dispositif à déclenchement libre – au cas où la manette reste bloquée en position ON
- 3 Bilame – Système de déclenchement thermique
- 4.1 Contact de commutation (fixe)
- 4.2 Contact de commutation (mobile)
- 5 Chambre de coupure, pare-étincelles
- 6 Électroaimant – Système de déclenchement électromagnétique
- 7 Percuteur
- 8.1 Borne de connexion (Bi-Connect)
- 8.2 Borne de connexion



#### Caractéristique de déclenchement temps / courant d'un disjoncteur



Dès que le courant passe, il se forme un champ magnétique et de la chaleur suite à la résistance. Ces deux propriétés physiques sont mises à profit dans le disjoncteur.

Dans la zone de surcharge, un bilame se déforme en fonction de la chaleur croissante jusqu'au moment du déclenchement. En cas de court-circuit, l'inertie du bilame est trop grande et c'est le déclencheur électromagnétique qui entre en action. Ce dernier est constitué d'une bobine avec un percuteur. Dès que le champ magnétique est trop grand, le percuteur est attiré par l'aimant et le flux de courant est interrompu immédiatement.

## 2.2.2 Fonctionnement du disjoncteur sélectif (SLS)

Contrairement à un disjoncteur standard, le SLS possède, en plus du circuit principal, un circuit auxiliaire et un circuit d'enclenchement.

### Enclenchement / déclenchement (commande manuelle)

#### Enclenchement

- Enclenchement du SLS – Position EN :
- Fermeture des contacts K2 et K3
  - Tension réseau appliquée à l'électroaimant E2

L'électroaimant E2 est excité :

- Fermeture du contact principal K1
- Ouverture du contact K3 (accouplé mécaniquement à K1)

Appareil enclenché :

- Circuit principal fermé
- Circuit auxiliaire fermé
- Circuit d'enclenchement ouvert

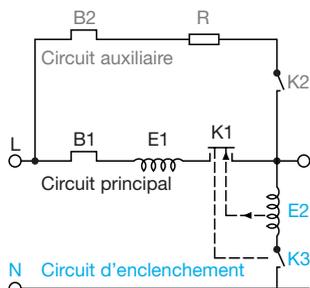
#### Déclenchement

Déclenchement du SLS – Position HORS :

- Ouverture du contact principal K1 et du contact K2

Appareil déclenché :

- tous les circuits sont ouverts, le SLS est déclenché



Circuit principal :  
 B1 Déclencheur thermique à surintensité  
 E1 Court-circuiteur instantané  
 K1 Point de contact principal

Circuit auxiliaire :  
 B2 Bilame  
 R Résistance de limitation de courant  
 K2 Point de contact

Circuit d'enclenchement :  
 E2 Electroaimant (bobine)  
 K3 Point de contact

Schéma de principe d'un disjoncteur sélectif (SLS)

### Fonctionnement en cas de surcharge :

En cas de surcharge, le bilame B1 interrompt l'alimentation de courant.

### Fonctionnement en cas de court-circuit :

#### Court-circuit directement en aval du SLS

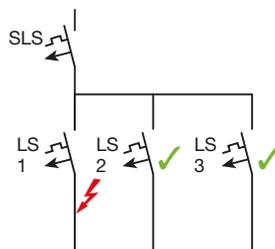
Le déclencheur non retardé E1 ouvre le contact K1 et ferme le contact K3 (accouplé mécaniquement). Le courant passe par le circuit auxiliaire et est limité par la résistance R. Après env. 50 ms, le bilame B2 ouvre les contacts K1, K2 et K3.



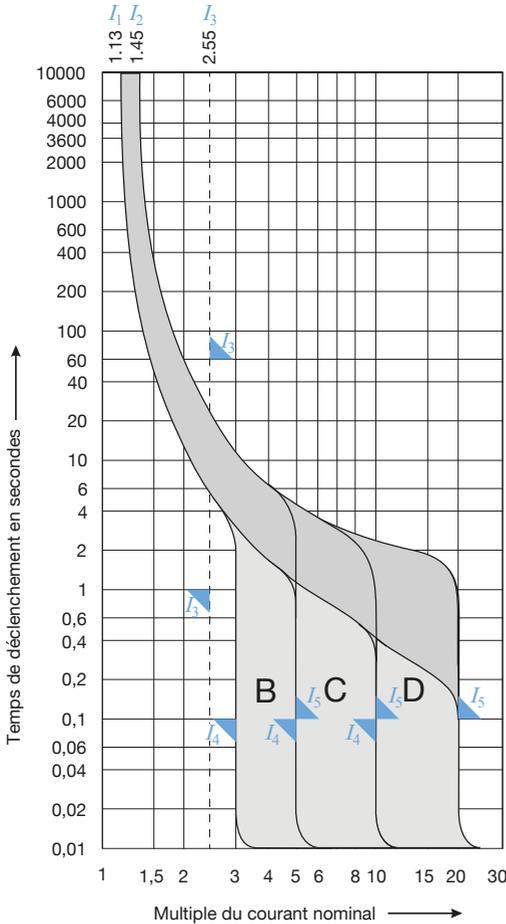
#### Court-circuit en aval du disjoncteur (SLS et LS en série)

Le déclencheur non retardé E1 ouvre le contact K1 et ferme le contact K3 (accouplé mécaniquement). Le LS 1 placé en aval déclenche simultanément et interrompt le court-circuit. Le courant limité passe par le circuit auxiliaire jusqu'à ce que l'électroaimant E2 referme le contact principal K1.

Avantage : LS 2 et LS 3 ne sont pas déconnectés. La sélectivité est ainsi garantie.



### 2.3 Caractéristique de déclenchement



La caractéristique de déclenchement définit la plage de courant dans laquelle le déclencheur électromagnétique interrompt le circuit électrique. Le déclenchement thermique est identique pour toutes les caractéristiques. En raison des variations de température et de la mécanique, il s'agit pour l'ensemble de la courbe de déclenchement d'une plage et non d'une valeur fixe.

Lors d'une surintensité élevée, le temps de déclenchement est d'environ 10 millisecondes. La courbe de déclenchement se modifie donc dans cette plage de temps. Il n'est pas possible d'obtenir des temps de déclenchement plus rapides en raison des limites physiques de la mécanique.

#### **$I_1$ Courant d'essai de non-déclenchement**

Le déclenchement jusqu'à une valeur de 1,13 fois le courant nominal ne doit pas se produire avant une heure.

#### **$I_2$ Courant d'essai de déclenchement**

Le déclenchement jusqu'à une valeur de 1,45 fois le courant nominal doit se produire au plus tard après une heure.

#### **$I_3$ Limite de tolérance du courant d'essai (dénommée aussi zone de déclenchement non définie)**

La courbe de déclenchement du déclencheur thermique doit se trouver dans la limite de tolérance définie. Ce courant d'essai n'a pas d'importance pour le dimensionnement et la planification.

#### **$I_4$ Courant de maintien**

Le déclencheur électromagnétique ne doit pas déclencher en dessous de cette valeur de courant. (p. ex. le courant d'enclenchement).

#### **$I_5$ Courant de déclenchement**

Le déclencheur électromagnétique doit couper ce courant après 0,1 s. (p. ex. un courant de court-circuit).

## 2.3.1 Déclencheur électromagnétique

Caractéristique de déclenchement	Maintien $I_4$	Déclenchement $I_5$	Temps de déclenchement
B	$3 \times I_n$		> 0,1 s
		$5 \times I_n$	< 0,1 s
C	$5 \times I_n$		> 0,1 s
		$10 \times I_n$	< 0,1 s
D	$10 \times I_n$		> 0,1 s
		$20 \times I_n$	< 0,1 s
C <sub>s</sub> (SLS)	$6,5 \times I_n$		> 0,1 s
		$10 \times I_n$	< 0,3 s
E (SLS)	$5 \times I_n$		> 0,1 s
		$6,25 \times I_n$	< 0,3 s

Exemple : le déclencheur électromagnétique LS char. B ne déclenche pas jusqu'à une valeur de 3 fois le courant nominal, mais déclenche de manière sûre en 0,1 seconde à partir d'une valeur de 5 fois le courant nominal.

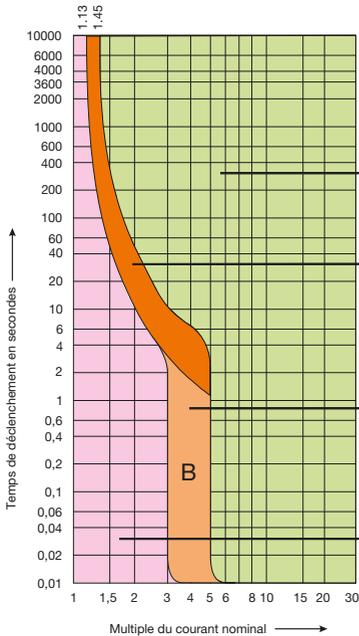
## 2.3.2 Déclencheur thermique

Caractéristique de déclenchement	Courant d'essai de non-déclenchement $I_1$	Courant d'essai de déclenchement $I_2$	Temps de déclenchement
B / C / D	$1,13 \times I_n$		> 1 h
		$1,45 \times I_n$	< 1 h
C <sub>s</sub> (SLS)	$1,13 \times I_n$		> 2 h
		$1,45 \times I_n$	< 2 h
E (SLS)	$1,05 \times I_n$		> 2 h
		$1,2 \times I_n$	< 2 h

Exemple : un disjoncteur char. B peut fonctionner avec une surcharge de 13 % pendant plus d'une heure. Aucun déclenchement ne doit se produire pendant ce temps. Lors d'une surcharge de 45 %, le déclenchement doit se produire en moins d'une heure.

Remarque : il faut tenir compte de ce fait pour la stabilité thermique des câbles.

## 2.3.3 Courbe de déclenchement



La courbe de déclenchement indique à quelle intensité de courant un disjoncteur déclenche ou non. Pour une meilleure compréhension, la courbe est expliquée à l'aide de quelques exemples.

Le LS déclenche

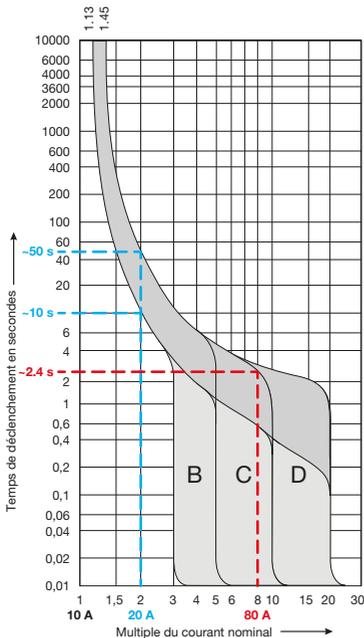
Zone non définie.

Le disjoncteur peut, mais n'est pas obligé de déclencher. Cela dépend des conditions environnantes

Zone non définie.

Le disjoncteur peut, mais n'est pas obligé de déclencher. Cela dépend des conditions environnantes

Le disjoncteur ne déclenche pas



### Exemple 1

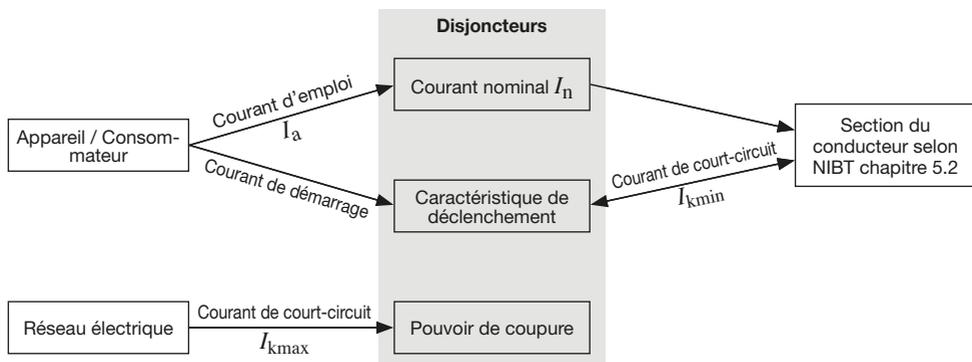
À travers un disjoncteur de caractéristique B ( $I_n = 10 \text{ A}$ ) circule un courant de  $20 \text{ A}$  ( $2 \times I_n$ ). Si, en raison du courant d'enclenchement, ce flux de courant est de très courte durée (seulement quelques secondes), le déclencheur thermique ne déclenche pas en raison de l'inertie du bilame. Si le courant circule durant une période prolongée, le déclenchement se produit dans les 10 à 50 secondes.

### Exemple 2

Sur un disjoncteur de caractéristique B ( $I_n = 10 \text{ A}$ ), il existe en fin de ligne un courant de défaut de  $80 \text{ A}$  ( $8 \times I_n$ ). Le disjoncteur déclenche en moins de 10 millisecondes, car le courant se situe au-dessus de la plage de déclenchement supérieure.

Avec un disjoncteur à caractéristique C, le déclenchement a lieu après env. 2,4 secondes. Le déclencheur magnétique peut cependant déclencher. Par conséquent, le déclenchement peut aussi se produire en 0,1 seconde.

## 2.4 Dimensionnement / Planification



Sans conditions particulières, il suffit de connaître le courant d'emploi et le courant de démarrage pour déterminer le disjoncteur. Le courant d'emploi doit être inférieur au courant nominal du disjoncteur et le courant de démarrage ne doit pas déclencher le déclencheur électromagnétique. La section du conducteur peut être dimensionnée en fonction du courant nominal.

Conditions particulières pour le dimensionnement qui exigent une planification plus détaillée :

- Consommateurs avec courants d'enclenchement élevés
- Lignes longues avec faibles courants de court-circuit
- Forts courants de court-circuit
- Fréquences ou tensions spéciales
- Températures ambiantes hautes ou basses
- Exigences élevées en matière de disponibilité / sélectivité
- Nombre de disjoncteurs juxtaposés
- Type de courant AC ou DC

### 2.4.1 Courant nominal

La protection contre un échauffement excessif en raison d'une surcharge est donnée si les conditions suivantes sont remplies :

$$\begin{aligned} &\text{R\`egle de courant nominal } I_B \\ &\leq I_n \leq I_Z \\ &\text{R\`egle de d\`eclenchement } I_2 \\ &\leq 1,45 I_Z \end{aligned}$$

Pour les disjoncteurs avec la caract\`eristique B, C et D, on applique  $I_2$  (courant d'essai de d\`eclenchement) =  $1,45 \times I_n$ . Il en r\`esulte la formule simplifi\`ee suivante :

$$I_n \leq I_Z$$

D'une mani\`ere simplifi\`ee, cela signifie que le courant d'emploi  $I_B$  doit \^etre inf\`erieur au courant nominal  $I_n$  du disjoncteur, et ce dernier doit lui \^etre inf\`erieur au courant admissible de la ligne  $I_Z$ .

#### Conseil $I_Z$ :

Si le dimensionnement de la section du conducteur s'effectue selon la NIBT 5.2, la d\`etermination de  $I_Z$  n'est pas n\`ecessaire, car l'intensit\`e nominale du coupe-surintensit\`e est indiqu\`ee dans la NIBT.

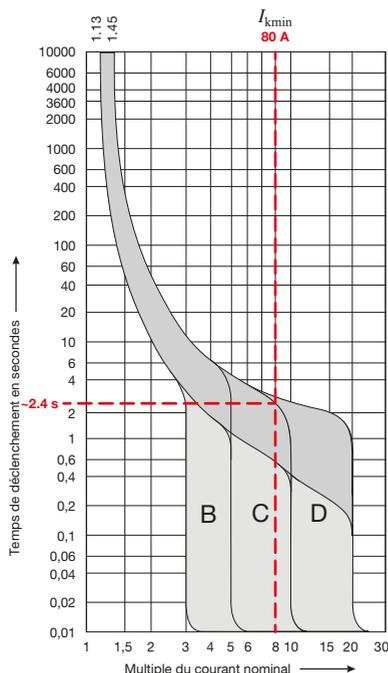
- $I_B$  Courant d'emploi
- $I_n$  Courant nominal
- $I_Z$  Courant admissible du conducteur
- $I_2$  Courant d'essai de d\`eclenchement

## 2.4.2 Caractéristique de déclenchement

Le courant de démarrage et le courant d'enclenchement des consommateurs ainsi que le courant de court-circuit sont importants pour le choix de la bonne caractéristique. À l'aide du lieu d'utilisation indiqué dans le tableau ci-après, il est possible de déterminer la bonne caractéristique.

Caractéristique	Lieu d'utilisation
B	Pour consommateurs thermiques sans pointes de courant élevées. Exemple : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuisinière</li> <li>• Chauffage électrique</li> <li>• Chauffe-eau</li> </ul>
C	Pour circuits d'éclairage / de prises électriques avec des consommateurs non définis et des consommateurs avec des pointes de courant d'enclenchement élevées. Exemple : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Circuit d'éclairage et de prises électriques</li> <li>• Petits moteurs</li> </ul>
D	Pour appareils avec pointes de courant d'enclenchement élevées. Exemple : <ul style="list-style-type: none"> <li>• comme coupe-surintensité d'abonné</li> <li>• Condensateurs</li> <li>• Transformateurs</li> </ul>

Pour la coupure automatique en cas de défaut (protection des personnes), il faut respecter les temps de coupure selon la norme NIBT 4.1.1.3.2. Pour des circuits  $\leq 32$  A, le temps de coupure est  $\leq 0,4$  seconde. Pour des circuits  $> 32$  A et pour tous les circuits de distribution, le temps de coupure exigé est de maximum 5 secondes.



### Exemple

Lors d'un départ avec une ligne très longue, on compte avec un courant de court-circuit minimum  $I_{kmin}$  de 80 A. Afin que le disjoncteur déclenche en 0,4 seconde, il faut utiliser la caractéristique type B. Pour le type C, le temps de déclenchement comporte env. 2,4 secondes.

Si un type C est toutefois requis, on dispose des possibilités suivantes :

- Augmenter la valeur  $I_{kmin}$  par une section de conducteur plus grande
- Répartir les consommateurs sur plusieurs groupes de protection afin de réduire le courant nominal

### Attention :

Un RCD comme mesure de protection supplémentaire ne couvre que la protection des personnes, mais pas la protection des lignes / des consommateurs. La protection des lignes / consommateurs est à voir séparément.

### 2.4.3 Pouvoir de coupure

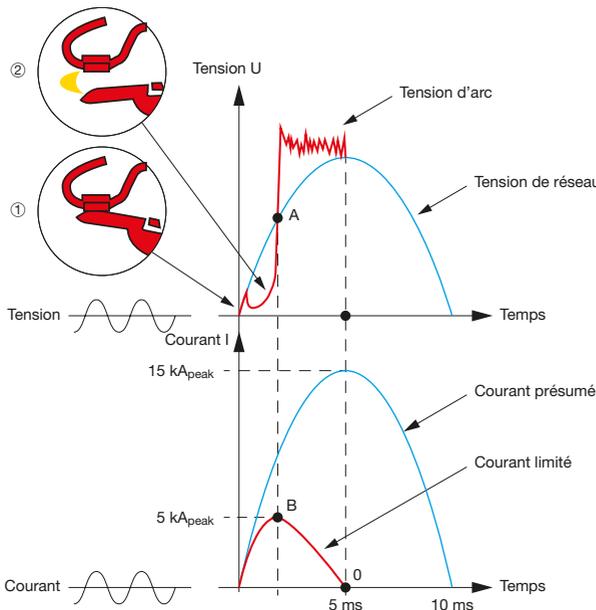
L'objectif est de permettre à un disjoncteur de couper sans risque le courant maximal de court-circuit. Pour cela, il faut connaître le courant de court-circuit sur le lieu de l'installation. Si le courant de court-circuit présumé dépasse le pouvoir de coupure du disjoncteur, il faut dans ce cas limiter le courant de court-circuit sur le lieu de l'installation (filiation).

Cela peut être réalisé par exemple à l'aide de fusibles (HPC ou DIAZED) ou de disjoncteurs sélectifs.

En présence de forts courants de court-circuit, il faut définir le pouvoir de coupure en fonction des tableaux de coordination. Pour cela, voir le chapitre Filiation (protection back-up) / Sélectivité (filiation à partir de la page 51).

### 2.4.4 Classe de limitation d'énergie

Le standard est la classe de limitation d'énergie 3 selon EN 60898-1 (classe 1 = aucune limitation), ce qui signifie une limitation élevée du courant de court-circuit en cas d'incident. La tension d'arc joue ici un rôle déterminant.



① Les contacts sont fermés, la tension d'arc est quasi nulle.

② À l'ouverture des contacts après constatation du court-circuit, il se forme une tension d'arc. Dès que celle-ci dépasse la tension de réseau (point A), l'intensité du courant de court-circuit (point B) diminue jusqu'à la valeur 0 (point 0). Il y a extinction de l'arc électrique et le courant est interrompu.

La procédure décrite présente les avantages suivants :

- Une limitation du courant de court-circuit (p. ex. de 15 kA<sub>peak</sub> à 5 kA<sub>peak</sub>)
- Réduction du temps de coupure du court-circuit (p. ex. de 10 ms à 5 ms)

## 2.4.5 Application de tension continue / Fréquence

En raison de la vitesse de commutation élevée et des propriétés d'extinction de l'arc électrique, les disjoncteurs de la société Hager peuvent être utilisés également avec un courant continu ou différentes fréquences. Il faut cependant observer que le déclencheur électromagnétique est dépendant de la fréquence. Il n'y a aucun changement en ce qui concerne le déclencheur thermique.

Déclencheur magnétique	Type d'application	$I_4$	$I_5$
Courbe B	16,7 – 50 Hz	$3 \times I_n$	$5 \times I_n$
	DC	$4 \times I_n$	$7 \times I_n$
	100 Hz	$3,3 \times I_n$	$5,5 \times I_n$
	200 Hz	$3,6 \times I_n$	$6 \times I_n$
	400 Hz	$4,5 \times I_n$	$7,5 \times I_n$
Courbe C	16,7 – 50 Hz	$5 \times I_n$	$10 \times I_n$
	DC	$7 \times I_n$	$15 \times I_n$
	100 Hz	$5,5 \times I_n$	$11 \times I_n$
	200 Hz	$6 \times I_n$	$12 \times I_n$
	400 Hz	$7,5 \times I_n$	$15 \times I_n$
Courbe D	16,7 – 50 Hz	$10 \times I_n$	$20 \times I_n$
	DC	$15 \times I_n$	$30 \times I_n$
	100 Hz	$11 \times I_n$	$22 \times I_n$
	200 Hz	$12 \times I_n$	$24 \times I_n$
	400 Hz	$15 \times I_n$	$30 \times I_n$

Les valeurs déterminantes pour le dimensionnement sont indiquées dans les fiches techniques.

Pour la tension de service, il faut observer les valeurs suivantes :

AC : max. 230/400 V min. 12 V

DC : max. 60 V, 125 V (avec deux ou plusieurs pôles raccordés en série)

### $I_4$ Courant de maintien

Le déclencheur électromagnétique ne doit pas déclencher jusqu'à ce courant (p. ex. le courant d'enclenchement).

### $I_5$ Courant de déclenchement

Le déclencheur électromagnétique doit déclencher avec ce courant dans 0,1 s (p. ex. un courant de court-circuit).

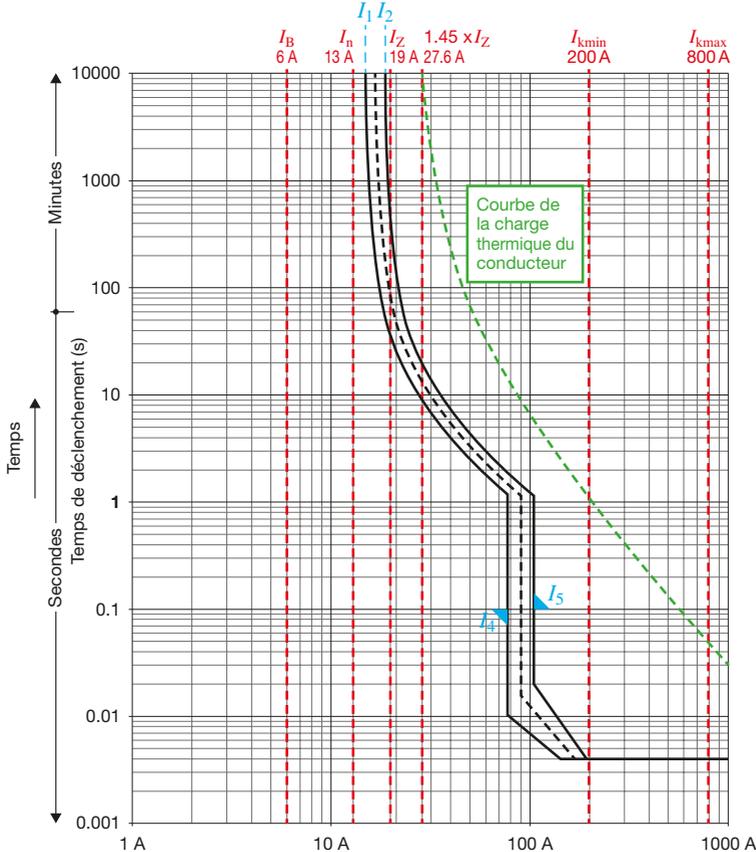
## 2.4.6 Température ambiante

Le comportement de déclenchement d'un disjoncteur change en fonction de la température ambiante. Le courant nominal indiqué se réfère à une température de 30°C. Sur des lieux d'installation avec des températures ambiantes supérieures ou inférieures, il faut calculer avec un facteur de correction. Les facteurs correspondants sont indiqués dans les fiches techniques.

Il faut appliquer un autre facteur de correction si plusieurs disjoncteurs sont juxtaposés. Le courant nominal baisse en raison de la charge thermique mutuelle.

### 2.4.7 Exemple

Une vérification graphique des différents courants permet de contrôler la planification. Le graphique ci-dessous indique les corrélations à l'aide d'un disjoncteur de 13 A, type C. La courbe de la charge thermique est purement informative, car la valeur  $I_Z$  ou la détermination de la section conforme à la NIBT 5.2 est déterminante pour le dimensionnement.



$I_B$	Courant d'emploi	Disjoncteur :	$I_n = 13 \text{ A}$
$I_n$	Courant nominal		Type C
$I_Z$	Courant admissible de la ligne ou du câble		Pouvoir de coupure 6 kA
			Classe de limitation d'énergie 3
$I_1$	Courant d'essai de non-déclenchement		50 Hz, 3 x 400/230 V
$I_2$	Courant d'essai de déclenchement		Température ambiante 30°C
$I_4$	Courant de maintien	Ligne :	5 x 1,5 mm <sup>2</sup>
$I_5$	Courant de déclenchement		Type de pose E
$I_{kmin}$	Courant de court-circuit minimum		$I_Z = 19 \text{ A}$
$I_{kmax}$	Courant de court-circuit maximum	Contrôle $I_n$ :	$I_B \leq I_n \leq I_Z$
			$6 \text{ A} \leq 13 \text{ A} \leq 19 \text{ A}$

Temps de déclenchement :  $I_5 < I_{kmin}$   
 Pouvoir de coupure :  $I_{kmax} < 6 \text{ kA}$

**2.5 Références normatives**

Normes pertinentes pour la planification et l'exécution concernant le disjoncteur :

NIBT 2015 / 5.2	Dimensionnement des lignes et câbles
NIBT 2015 / 4.1.1.3.2	Coupure automatique en cas de défaut
NIBT 2015 / 5.3.9.8.5.5	Accessibilité
EN 61439 1-5	Norme pour les ensembles d'appareillages à basse tension

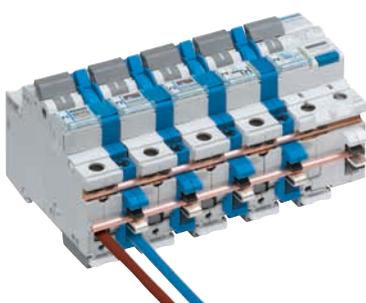
### 2.6 Systèmes de montage

#### Pontage avec peigne de raccordement

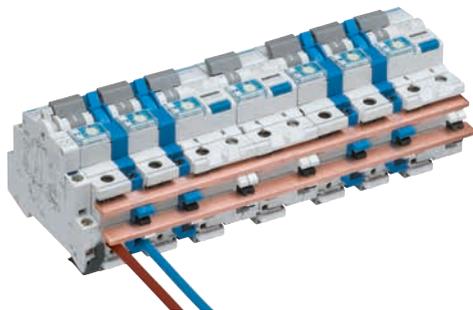


Avec la technique de connexion quickconnect, les câbles (côté sortie) ainsi que les peignes de raccordement (côté entrée) pour le câblage sont simplement insérés - insérer au lieu de visser.

#### Pontage avec barre en cuivre ronde / plate

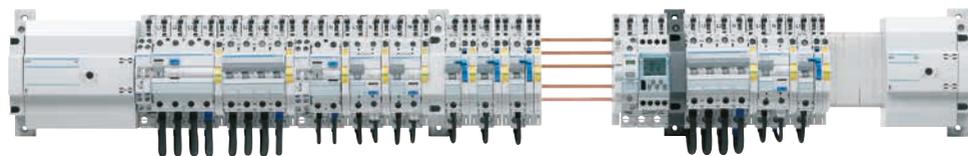


Barre en cuivre ronde

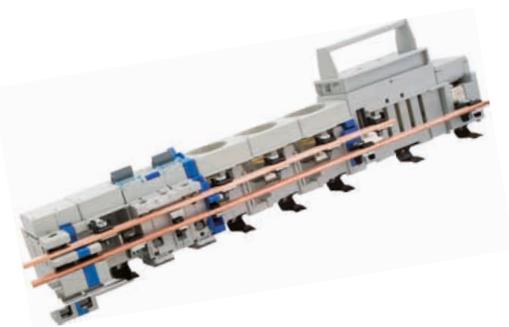
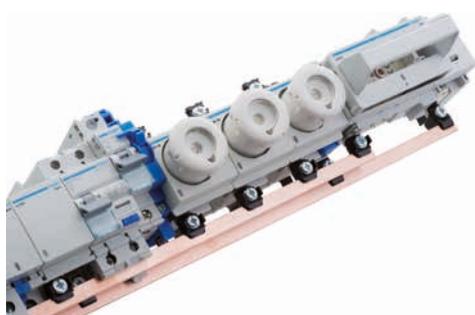


Barre en cuivre plate

**Système de distribution tertio**



**Système de profilés support weber.uniline**

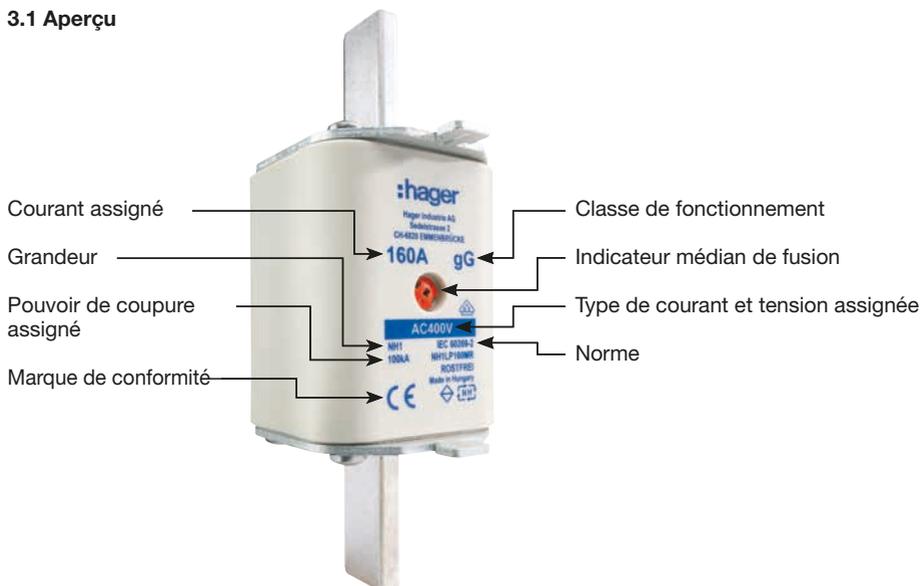


# Cartouches- fusibles HPC



	<b>page</b>
<b>3 Cartouches-fusibles HPC</b>	<b>42</b>
3.1 Aperçu	44
3.2 Fonctionnement	45
3.3 Caractéristique de déclenchement	45
3.4 Dimensionnement / Planification	48
3.5 Références normatives	48
3.6 Systèmes de montage	49

## 3.1 Aperçu



Classe de fonctionnement	gG	gTr	aM
Tension assignée	400 / 500 / 690 V	400 V	690 V

### Dimensions

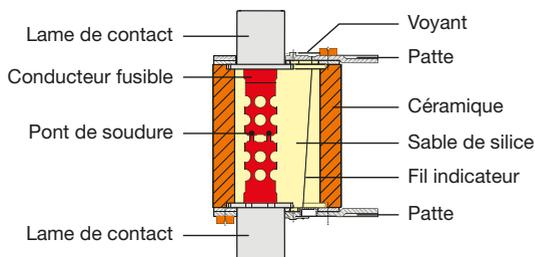
- HPC000 jusqu'à 100 A
- HPC00 jusqu'à 160 A
- HPC1 jusqu'à 250 A
- HPC2 jusqu'à 400 A
- HPC3 jusqu'à 630 A

La cartouche fusible basse tension HPC (NH / NHS) fait partie intégrante de la réglette sectionnable à coupure en charge HPC. Il s'agit dans ce cas d'un fusible avec un pouvoir de coupure assigné extrême (jusqu'à 120 kA). Le courant assigné des fusibles est échelonné et permet une simple analyse de sélectivité.

### Avantages produit

- Très haut pouvoir de coupure avec petites dimensions
- Limitation de courant élevée, faibles valeurs de passage I<sub>t</sub>
- Sélectivité finement échelonnée
- Faible puissance dissipée
- Excellente fiabilité et résistance au vieillissement
- Emploi aisé
- La pression de contact ne dépend pas de l'opérateur

### 3.2 Fonctionnement



La structure d'un HPC est simple, mais éprouvée. Elle n'a pratiquement pas changé durant les dernières décennies. Le conducteur fusible et le pont de soudure définissent la forme de la courbe caractéristique. Ces deux éléments fondent en présence d'une surintensité ou d'un courant de court-circuit et l'enveloppe de silice garantit une extinction sûre de l'arc électrique ainsi que la dissipation de chaleur. Le voyant indicateur de fusion permet d'identifier rapidement le fusible qui a déclenché.

### 3.3 Caractéristique de déclenchement

#### 3.3.1 Classes de fonctionnement

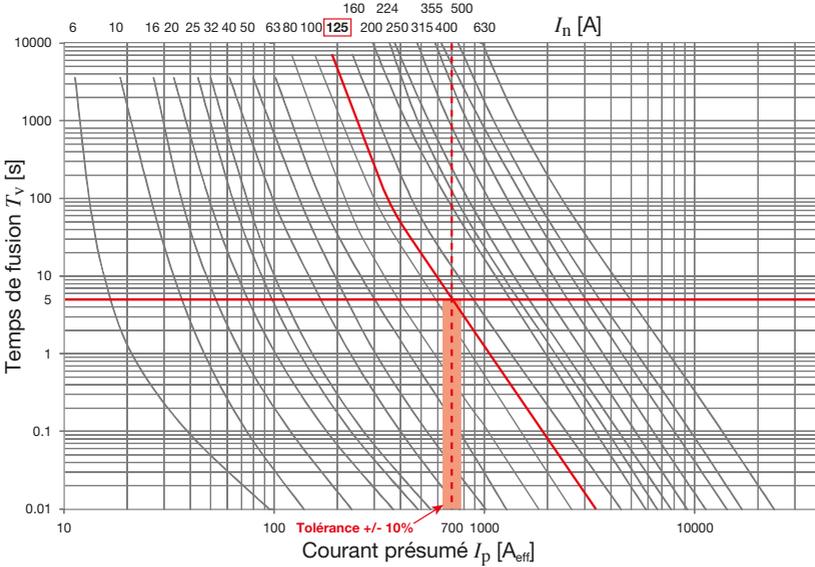
La classe de fonctionnement décrit la propriété de déclenchement d'un fusible et ainsi la forme de la courbe de déclenchement.

- gG Fusible à usage général pour des applications standards**  
Pour la protection des lignes et des installations contre des surintensités et courants de court-circuit
- gTr Fusible à usage général pour la protection des transformateurs**  
Pour la protection des transformateurs de réseau. La valeur assignée est indiquée dans la puissance apparente (kVA) du transformateur. La courbe de déclenchement est adaptée au mode de fonctionnement du transformateur et aux fusibles MT placés en amont.
- aM Fusible à zone de coupure partielle pour la protection de court-circuit des circuits de moteurs**  
Un fusible à zone de coupure partielle assure seulement la protection de court-circuit. Il est présumé que l'on utilise un élément supplémentaire pour la protection contre les surcharges. Le courant nominal assigné peut être identique au courant nominal du moteur.

## 3.3.2 Courbe caractéristique temps / courant

La courbe caractéristique temps / courant d'un HPC indique la dépendance entre le temps de fusion et le courant. Le graphique indique les courbes caractéristiques moyennes qui peuvent varier de +/- 10% de l'axe des courants.

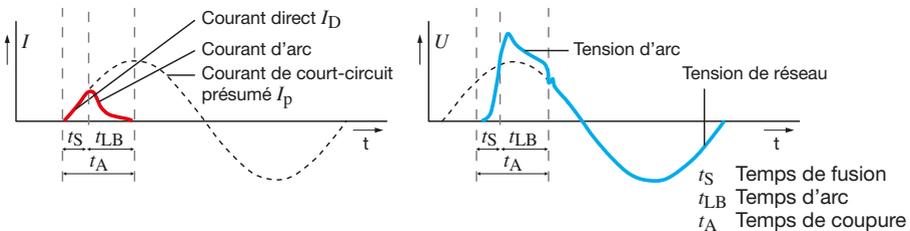
Un HPC de 125 A déclenche par exemple à 700 A après 5 secondes. En tenant compte de la tolérance, le courant doit être au moins 10 % supérieur pour assurer un déclenchement sûr du HPC dans les 5 secondes.



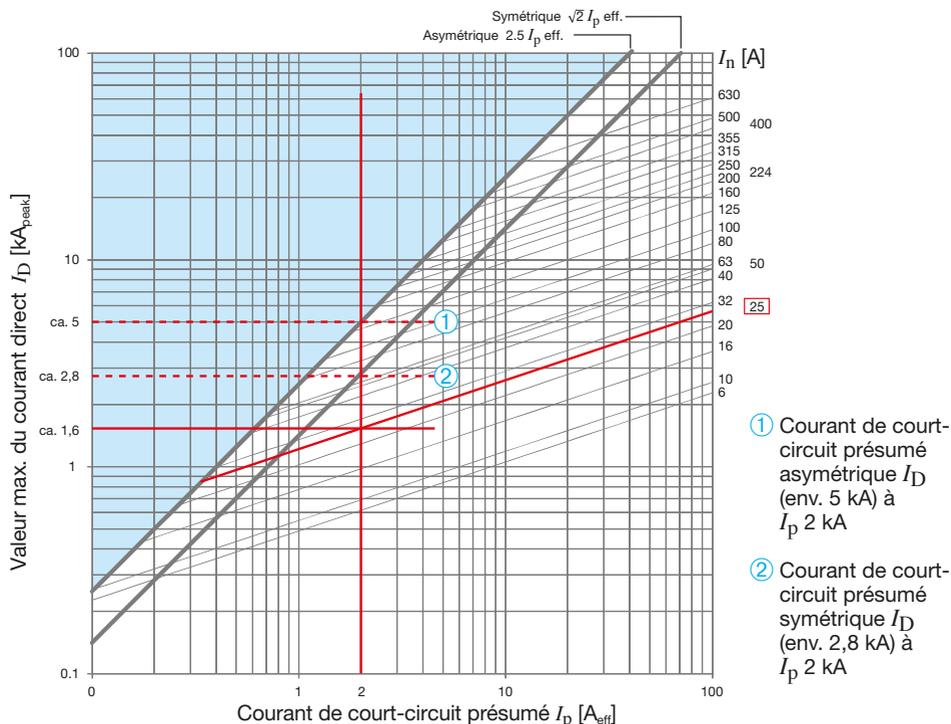
Le courant  $I_p$  est le courant présumé. Cela signifie qu'en présence d'un court-circuit le courant n'est réduit par aucun élément limiteur de courant.

## 3.3.3 Limitation du courant

Les HPC ont le grand avantage de pouvoir limiter efficacement un fort courant de court-circuit. En raison du temps de coupure rapide, le courant direct n'atteint pas la valeur de crête du courant de court-circuit présumé. Cela présente l'avantage que seul le courant direct agit sur les éléments en aval. La sollicitation mécanique et thermique est ainsi réduite.



Le diagramme de limitation du courant est utilisé pour déterminer la valeur maximum du courant direct.



- ① Courant de court-circuit présumé asymétrique  $I_D$  (env. 5 kA) à  $I_p$  2 kA
- ② Courant de court-circuit présumé symétrique  $I_D$  (env. 2,8 kA) à  $I_p$  2 kA

### Courant asymétrique / symétrique

Sans limitation du courant, la valeur maximum du courant direct  $I_D$  dépend également du rapport de résistance ohmique et inductive sur le lieu du court-circuit. D'une manière simplifiée, on peut aussi parler de courts-circuits proches (asymétriques) ou distants (symétriques) des transformateurs, car cela a des répercussions directes sur le rapport de résistance.

Proche du transformateur :  $I_D = 1,8 \times \sqrt{2} \times I_p = \sim 2,5 \times I_p$  (asymétrique)

Distant du transformateur :  $I_D = \sqrt{2} \times I_p = \sim 1,4 \times I_p$  (symétrique)

### Exemple 1

Avec un courant de court-circuit présumé  $I_p$  d'une valeur efficace de 2 kA, un HPC de 25 A limite la valeur maximum du courant direct à environ 1,6 kA<sub>peak</sub>

### Exemple 2

Avec un courant de court-circuit présumé  $I_p$  d'une valeur efficace de 2 kA, le courant est limité par les fusibles suivants :

Avec courant symétrique : 6 A, 10 A, 16 A, 20 A, 25 A, 32 A, 40 A, 50 A, 63 A

Avec courant asymétrique : 6 A, 10 A, 16 A, 20 A, 25 A, 32 A, 40 A, 50 A, 63 A, 80 A, 100 A, 125 A

Pour une protection supérieure, il n'y a pas de limitation du courant car il y a passage d'au moins une demi-onde.

## 3.4 Dimensionnement / Planification

La sélection et le dimensionnement d'un HPC s'effectuent comme suit :

1. Sélection de la classe de fonctionnement
2. Sélection du courant assigné
3. Dimensionnement de la ligne
4. Contrôle des temps de coupure en cas de défaut

En cas d'exigences en matière de sélectivité ou de filiation, voir le chapitre Filiation (protection back-up) / Sélectivité.

Étant donné que le pouvoir de coupure assigné d'un HPC est très haut ( $\geq 100$  kA), il n'est généralement pas nécessaire de tenir compte du pouvoir de coupure.

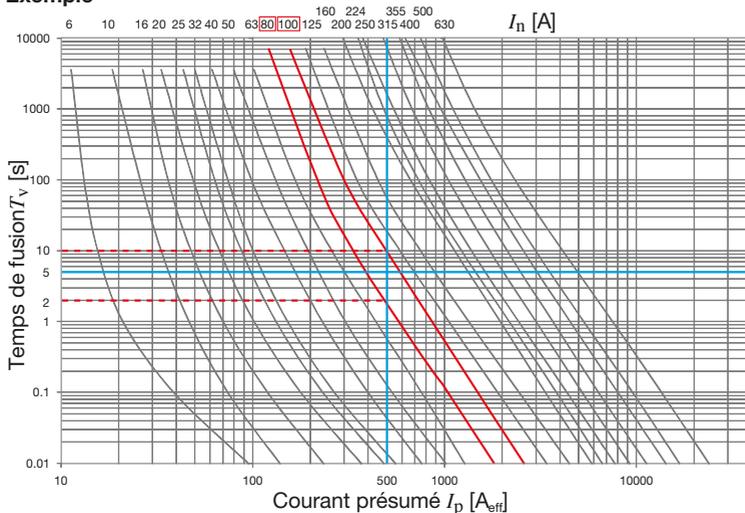
### 3.4.1 Temps de coupure

Les temps de coupure automatiques en cas de défaut sont définis dans la NIBT 4.1.1.3.2. En général, les temps applicables sont les suivants :

- 0,4 s pour circuits terminaux  $\leq 32$  A
- 5,0 s pour les autres circuits

Pour le contrôle, il est nécessaire de connaître le courant de court-circuit minimum en fin de ligne.

#### Exemple



En fin de ligne, on compte avec un courant de court-circuit de 500 A. Il était prévu d'utiliser un HPC avec un courant assigné de 100 A. Étant donné que le temps de déclenchement dépasse 5 secondes, il n'est pas possible d'utiliser un HPC de 100 A. Il serait possible d'utiliser un HPC de 80 A ou bien de prévoir une section plus grande de la ligne d'arrivée, ce qui augmente le courant de court-circuit minimum.

## 3.5 Références normatives

Normes pertinentes pour la planification et l'exécution :

NIBT 2015 / 5.2	Dimensionnement des lignes et câbles
NIBT 2015 / 4.1.1.3.2	Coupure automatique en cas de défaut
NIBT 2015 / 4.3.2.1 E+C	Utilisation d'un HPC seulement par des personnes formées en électrotechnique
NIBT 2015 / 5.3.9.8.5.5	Accessibilité
EN 61439 1-5	Norme pour les ensembles d'appareillages à basse tension

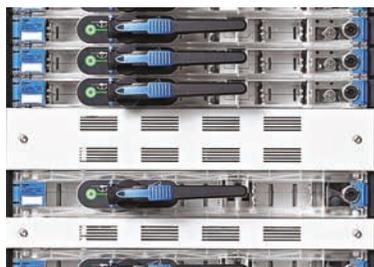
### 3.6 Systèmes de montage



#### weber.vertigroup

##### Réglettes sectionnables à coupure en charge HPC

- Commutation unipolaire et tripolaire
- Grandeur 00 pour 60, 100 et 185 mm  
Système de jeux de barres jusqu'à 160 A
- Grandeur 1-3 pour 185 mm  
Système de jeux de barres jusqu'à 630 A
- Réglette double jusqu'à 1260 A
- Réglettes transfo 910 A (630 kVA) et 1820 A (1250 kVA)



#### Série LL

##### Réglettes interrupteur-sectionneur à fusibles

- Grandeur 00 et 1-3 (jusqu'à 630 A)
- Utilisation simple avec manette de commande
- Avec mécanisme de commande à rupture brusque
- Montage possible des tiroirs sous tension
- Commutation tripolaire



#### weber.silas

##### Fusible-interrupteur-sectionneur HPC

- Grandeur 000, 00, 1, 2, 3 (6 A à 630 A)
- Construction compacte
- Commutation tripolaire

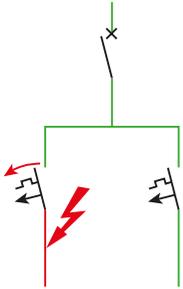
Indépendamment du système de montage, la plupart des systèmes peuvent être équipés d'une surveillance électronique de fusible et d'un transformateur d'intensité.

**Filiation (protection  
back-up) / Sélectivité**

	<b>page</b>
<b>4 Filiation (protection back-up) / Sélectivité</b>	<b>50</b>
4.1 Aperçu	52
4.2 Filiation (protection back-up)	53
4.3 Sélectivité	55
4.4 Concept de sélectivité	62

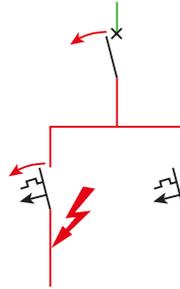
## 4.1 Aperçu

### Sélectivité totale



Sélectivité de surintensité de deux dispositifs de protection contre les surintensités en série, sachant que la protection est assurée par le dispositif de protection du côté charge, sans que l'autre dispositif de protection intervienne.

### Filiation

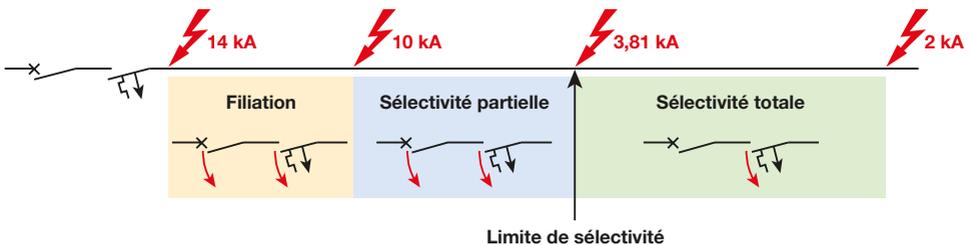


L'intensité du courant de court-circuit dépasse le pouvoir de coupure du dispositif de protection. Pour une coupure sûre, l'élément de protection amont assure la protection de court-circuit. Les deux éléments déclenchent généralement en présence d'un court-circuit.

### Sélectivité partielle

Sélectivité de surintensité de deux dispositifs de protection contre les surintensités en série, sachant que jusqu'à une valeur de surintensité donnée la protection est assurée par le dispositif de protection du côté charge, sans que l'autre dispositif de protection intervienne.

Deux éléments de protection dans un circuit sont placés l'un derrière l'autre. En présence de faibles courants de court-circuit, seul l'élément de protection le plus proche de l'emplacement du défaut déclenche. Si le court-circuit dépasse la limite de sélectivité, l'élément placé en amont déclenche également, étant donné que l'énergie de passage est trop grande. En présence de forts courants de court-circuit, le courant dépasse le pouvoir de coupure de l'élément de protection et l'élément placé en amont prend en charge la filiation.

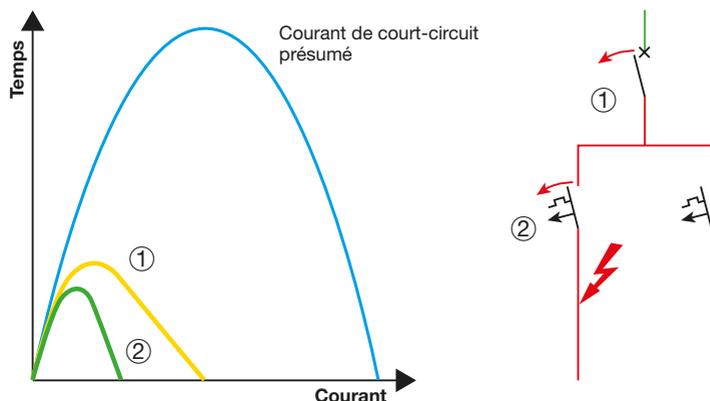


En cas de court-circuit au niveau du consommateur (cas le plus fréquent), la sélectivité est assurée en raison des courants de court-circuit généralement de faible intensité.

En cas de court-circuit au niveau de la distribution (cas rare), la filiation (attention, pas de sélectivité) est assurée et l'élément de protection est protégé malgré un fort courant présumé de court-circuit.

Les deux états peuvent être déterminés à l'aide de tableaux de coordination (sélectivité / filiation).

## 4.2 Filiation (protection back-up)



Si un courant de court-circuit dépasse le pouvoir de coupure d'un dispositif de protection (2), un organe de protection placé en amont (1) et l'élément de protection placé en aval (2) doivent alors limiter le court-circuit, de sorte que l'organe de protection placé en aval (2) ne dépasse pas le pouvoir de coupure correspondant. Dans ce cas, en règle générale, les deux éléments de protection (1+2) déclenchent.

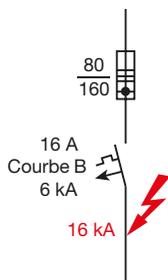
**Info :** Avec des forts courants de court-circuit (supérieurs au pouvoir de coupure), le disjoncteur a toujours besoin d'une filiation. Cette protection est généralement garantie par l'élément de protection en amont (exemple : fusible amont d'une distribution secondaire, fusible amont de départs fins, etc.).

Pour la planification et le dimensionnement, il est nécessaire de consulter les tableaux suivants :

**Tableau de filiation :** Le tableau permet de trouver le courant de court-circuit maximum au point d'installation. L'élément de protection en amont limite le courant jusqu'à cette valeur, de sorte à empêcher tout endommagement de l'élément de protection en aval.

**Tableau de sélectivité :** Le tableau sert à déterminer la limite de sélectivité. Jusqu'à la valeur de courant indiquée, seul l'élément de protection en aval déclenche.

## Exemple



Un disjoncteur courbe B (MBN016) de 16 A, 6 kA est protégé par un fusible HPC de 80 A. Le court-circuit maximum au point d'installation peut comporter 16 kA.

À l'aide du tableau de coordination de filiation, on voit que le disjoncteur est protégé jusqu'à un courant de court-circuit de 25 kA.

## Tableau de coordination - Filiation

Filiation pour disjoncteurs avec fusible HPC type gG

Série	Fusible HPC Type gG	Filiation* jusqu'à
MBN, MCN 6 à 40 A	50 A	50 kA
	63 A	40 kA
	80 A	25 kA
	100 A	25 kA
	125 A	25 kA
NBN, NCN, NDN, NRN, NSN 0,5 à 63 A	50 A	60 kA
	63 A	
	80 A	
	100 A	
	125 A	
NRN, NSN 20 à 63 A	160 A	60 kA

(\*) Cycle de test de filiation selon EN 60947-2 (O-CO)

**4.3 Sélectivité**

Avec une sélectivité totale, seul le dispositif de protection le plus proche de l'endroit du défaut déclenche. Les éléments de protection non concernés ne déclenchent pas. Il existe différentes procédures pour atteindre la sélectivité totale. On parle essentiellement de sélectivité énergétique, sélectivité chronométrique et sélectivité de zone.

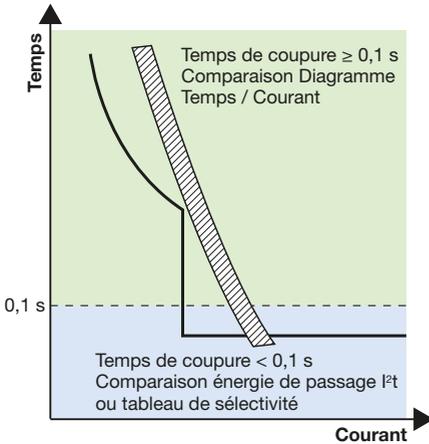
**4.3.1 Types de sélectivité**

	<b>Sélectivité énergétique</b>	<b>Sélectivité chronométrique</b>	<b>Sélectivité de zone</b>
	Échelonnement des courants d'excitation	Échelonnement des temps de déclenchement de court-circuit	Coupe sélective par localisation du court-circuit dans une zone
Disjoncteur (MCB)	✓		
Cartouche fusible basse tension HPC (NHS)	✓		
Disjoncteur de puissance compact (MCCB)	✓	✓	✓
Disjoncteur de puissance à construction ouverte (ACB)	✓	✓	✓

### 4.3.2 Sélectivité énergétique

Les valeurs de réponse des organes de protection en aval sont toutes échelonnées. En fonction de certaines conditions, on obtient une sélectivité totale ou partielle.

Pour la sélectivité totale, il faut observer séparément le comportement de coupure inférieur et supérieur à 0,1 seconde. Avec des forts courants de court-circuit, l'énergie de passage ( $I^2t$ ) est déterminante pour la sélectivité, en sachant qu'il est possible de comparer les courbes de déclenchement pour des courants de court-circuit plus faibles.



#### Temps de coupure $\geq 0,1$ seconde

L'analyse de sélectivité a lieu à l'aide de la comparaison des courbes dans le diagramme temps / courant. Il faut cependant observer que les courbes ne se chevauchent pas et que le décalage est suffisamment grand (pour la tolérance).

#### Temps de coupure $< 0,1$ seconde

L'énergie de passage, d'excitation ou de fusion est déterminante en présence de forts courants de court-circuit. Les valeurs sont déterminées par des essais complexes et, pour une représentation simplifiée, le planificateur dispose de différents tableaux de coordination.

#### Remarque :

Pour les appareils de protection avec systèmes de déclenchement électroniques, un échelonnement du déclenchement de courte durée permet d'obtenir une sélectivité également avec un haut niveau de court-circuit.

## Exemples de tableaux de coordination - Sélectivité

Grandeur	Disjoncteur de puissance à construction ouverte ACB								
	Type	800 A	1250 A	1600 A					
		AR208S	AR208H	AR212S	AR212H	AR216S	AR216H	AR220S	
Disjoncteur de puissance compact MCCB	Pouvoir de coupure	65 kA	65 kA	80 kA	65 kA	80 kA	100 kA	65 kA	
TB2	S125NJ	36 kA	T	T	T	T	T	T	T
S125	S125GJ	65 kA	T	T	T	T	T	T	T
TB2	S160NJ	36 kA	T	T	T	T	T	T	T
S125	S160GJ	36 kA	T	T	T	T	T	T	T
	S250NJ	36 kA	T	T	T	T	T	T	T
	S250GJ	65 kA	T	T	T	T	T	T	T

T = Sélectivité totale

### Disjoncteur de puissance compact MCCB / Disjoncteur de puissance à construction ouverte ACB

Si un disjoncteur de puissance compact MCCB est disposé en aval d'un disjoncteur de puissance à construction ouverte ACB, la constellation est alors à sélectivité totale.

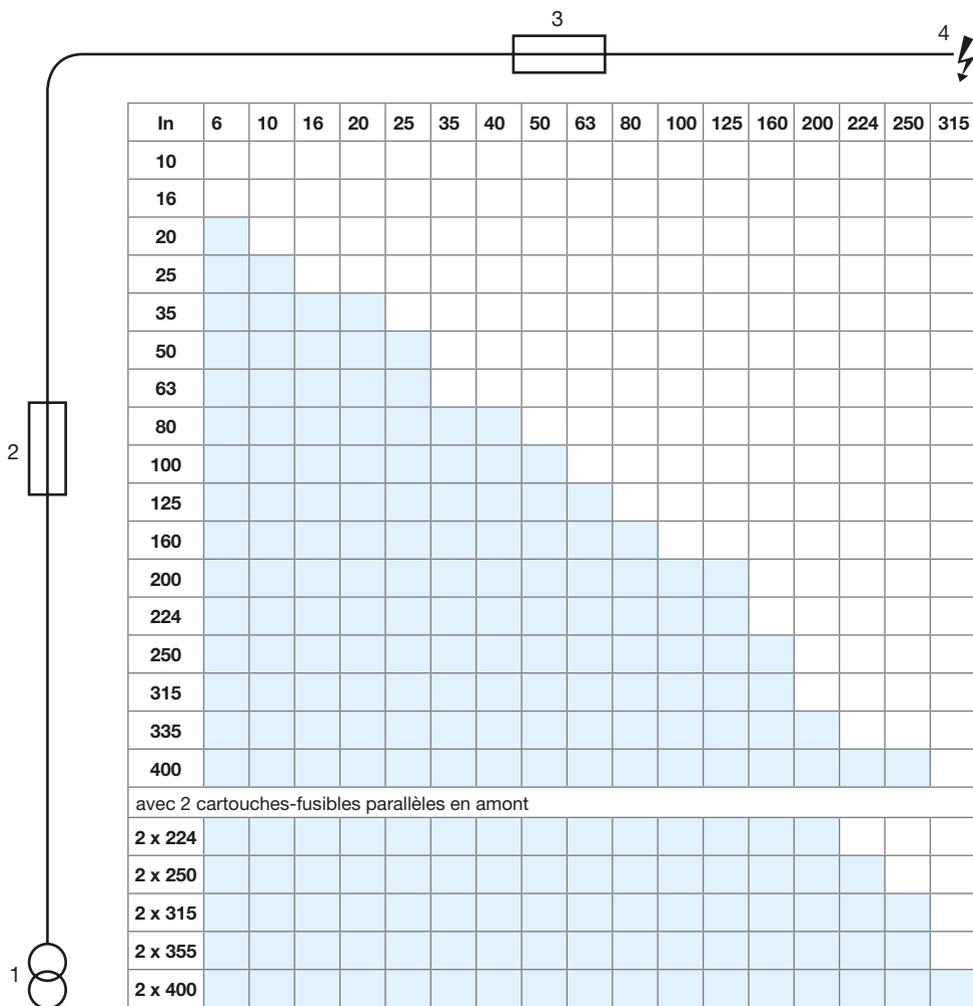
Valeurs max. (kA)	En amont (côté entrée)	Pouvoir de coupure IEC 61009-1	Disjoncteur de puissance compact série x160 TM											
			25/40 kA HHA, HNA											
En aval (côté charge)	In (A)		16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	
FI-LS tétrapolaire	Courbe B	6 kA	6	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	2,87	2,87	5,97	5,97	T
			10	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	2,36	2,36	4,94	4,94	5,55
			13	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	2,19	2,19	4,34	4,34	4,83
			16	-	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	2,05	2,05	4,02	4,02	4,46
			20	-	-	0,85	0,85	0,85	0,85	1,89	1,89	3,61	3,61	3,99
			25	-	-	-	0,80	0,80	0,80	1,78	1,78	3,40	3,40	3,76
			32	-	-	-	-	-	0,80	1,68	1,68	3,19	3,19	3,53
			40	-	-	-	-	-	-	1,66	1,66	3,07	3,07	3,38

Valeurs dans le tableau en kA

### Disjoncteur différentiel FI-LS / Disjoncteur de puissance compact MCCB

La constellation n'est pas dans tous les cas à sélectivité totale. Si le courant maximum de court-circuit en aval du FI-LS est inférieur à la valeur indiquée dans le tableau, la combinaison est alors à sélectivité totale.

## Exemple Tableau de sélectivité de fusibles HPC



- 1 Transfo
- 2 Fusible amont
- 3 Fusible aval
- 4 Surcharge ou court-circuit

■ sélectif

### Fusible HPC / Fusible HPC

Il existe un tableau pour la coordination entre les fusibles HPC. Il n'est pas nécessaire de distinguer entre un temps de déclenchement supérieur et inférieur à 0,1 seconde.

## Exemple de tableau de sélectivité de disjoncteurs

Limite (kA)	Placé en amont :													
	In	Courbe B												
	6 A	10 A	13 A	16 A	20 A	25 A	32 A	40 A	50 A	63 A	80 A	100 A	125 A	
Courbe B	6 A	-	0,04	0,05	0,06	0,08	0,1	0,13	0,46	0,2	0,25	0,32	0,4	0,5
	10 A	-	-	-	0,06	0,08	0,1	0,13	0,46	0,2	0,25	0,32	0,4	0,5
	13 A	-	-	-	-	0,08	0,1	0,13	0,46	0,2	0,25	0,32	0,4	0,5
	16 A	-	-	-	-	-	0,1	0,13	0,46	0,2	0,25	0,32	0,4	0,5
	20 A	-	-	-	-	-	-	0,13	0,46	0,2	0,25	0,32	0,4	0,5
	25 A	-	-	-	-	-	-	-	0,46	0,2	0,25	0,32	0,4	0,5
	32 A	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,25	0,32	0,4	0,5
	40 A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,25	0,32	0,4	0,5
	50 A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,32	0,4	0,5
	63 A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	0,5
	80 A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5
	100 A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	125 A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Valeurs dans le tableau en kA

### Disjoncteurs / Disjoncteurs

Il est difficile d'obtenir une sélectivité entre des disjoncteurs. La connaissance des courants de court-circuit est indispensable. L'utilisation d'un disjoncteur sélectif pourrait ici être la solution. Dans l'exemple ci-dessus, la combinaison est sélective jusqu'à 320 A.

### Tableau de coordination - Sélectivité

Disjoncteur 6 kA B MBN

In (A)	Fusible HPC000/00 gG												
	10 A	16 A	20 A	25 A	32 A	35 A	40 A	50 A	63 A	80 A	100 A	125 A	160 A
6	0,1	0,2	0,3	0,5	1	1,2	1,5	2,3	2,6	4,9	T	T	T
10	-	0,1	0,2	0,4	0,9	1	1,3	1,9	2,2	3,9	T	T	T
13	-	0,1	0,2	0,4	0,8	0,9	1,1	1,6	1,8	3,2	5,5	T	T
16	-	-	0,2	0,4	0,8	0,9	1,1	1,6	1,8	3,2	5,5	T	T
20	-	-	-	-	0,6	0,7	0,9	1,4	1,6	2,7	4,7	T	T
25	-	-	-	-	0,6	0,7	0,9	1,4	1,6	2,7	4,7	T	T
32	-	-	-	-	-	-	0,9	1,2	1,4	2,5	4,3	T	T
40	-	-	-	-	-	-	-	1,2	1,4	2,5	4,3	T	T

- = pas de sélectivité

Valeurs dans le tableau en kA

T = sélectivité totale jusqu'au pouvoir assigné de coupure de l'élément de protection en aval

La constellation HPC en tant que fusible amont pour le disjoncteur est fréquente. La vérification la plus fiable de la sélectivité s'effectue à l'aide d'un tableau de coordination.

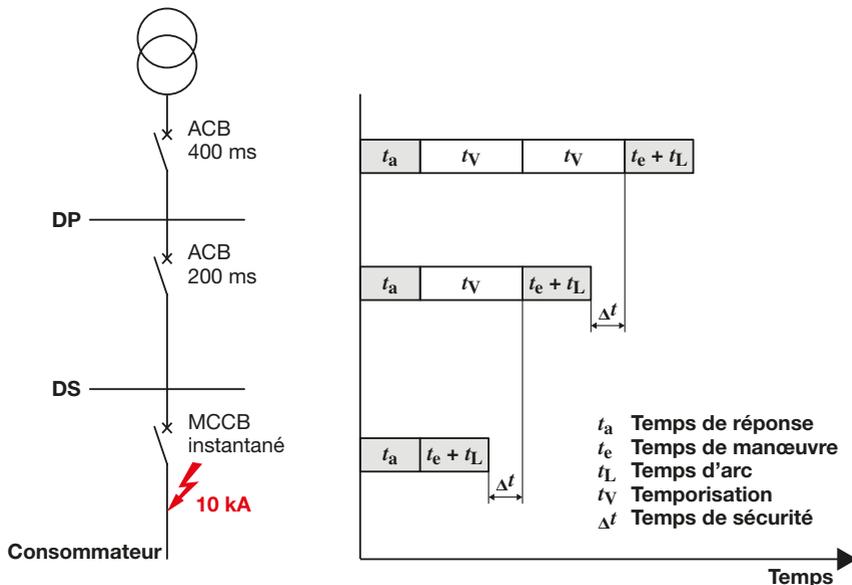
L'exemple ci-dessus montre, pour les produits sélectionnés, que l'association d'un fusible de 80 A à un disjoncteur B16 A est à sélectivité totale jusqu'à 3,2 kA.

Le pouvoir de coupure des éléments de protection est à vérifier séparément.

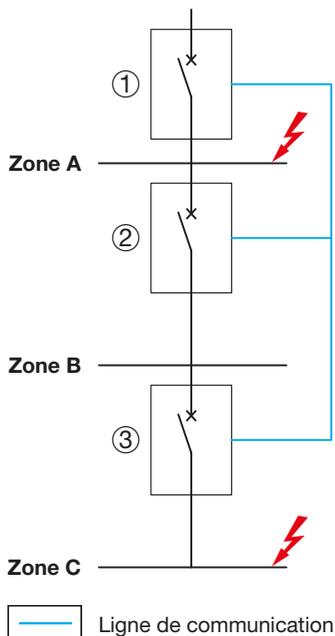
## 4.3.3 Sélectivité chronométrique

Avec plusieurs dispositifs de protection disposés en ligne, il se peut qu'il soit impossible d'atteindre la sélectivité totale avec la sélectivité énergétique. Lors de l'utilisation de disjoncteurs de puissance à construction ouverte, il est possible d'échelonner les temps de déclenchement (déclencheur S) en présence d'un court-circuit à intensité élevée. Les temporisations se situent entre 50 et 150 ms et dépendent du fabricant.

Il peut être nécessaire d'appliquer la sélectivité chronométrique pour des distributions principales avec des forts courants de court-circuit.



### 4.3.4 Sélectivité de zone



Si un court-circuit se produit dans la zone C, tous les éléments de protection détectent alors ce court-circuit et seul l'élément 3 déclenche. Si le court-circuit se produit dans la zone A, alors seul le dispositif 1 déclenche. Indépendamment de l'emplacement du court-circuit, le déclenchement s'effectue dans les 50 ms. Cela est possible, car les éléments de protection communiquent entre eux.

Les temps de coupure réduits par rapport à la sélectivité chronométrique entraînent une charge thermique et mécanique réduite au sein du système.

Les domaines d'application possibles sont des constellations avec plusieurs éléments de protection en série. Dans ce cas, il est possible de réduire la charge thermique et mécanique des installations et des appareillages.

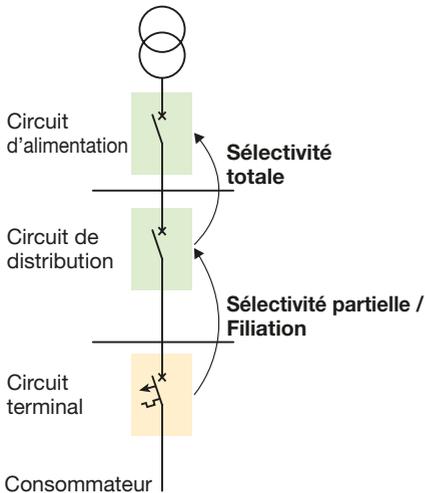
### 4.4 Concept de sélectivité

Le concept de sélectivité devrait être établi avant la planification / l'exécution. Il peut avoir des répercussions directes sur les alimentations. L'étendue et les coûts peuvent varier considérablement, en partant de simples installations avec une alimentation jusqu'aux grandes installations avec des génératrices de secours et des systèmes ASI. Pour des grandes installations, il faut utiliser des programmes de simulation et les concepts peuvent être extrêmement complexes. Ce chapitre traite des installations simples avec les points essentiels.

**Attention :**

Le concept de sélectivité est à établir avant la planification d'exécution. Si la sélectivité totale est requise, la simulation du réseau et les résultats en sont une base fondamentale. Les courants de court-circuit sont la base pour la vérification de la sélectivité.

#### 4.4.1 Exigences



Il faut en premier lieu décider quelles installations requièrent une chaîne de protection à sélectivité totale. Normalement, cette exigence est requise pour les installations suivantes :

- Consommateurs sur alimentation de secours
- Installations avec une exigence élevée en matière de disponibilité
- Éléments de protection qui, en cas de déclenchement, entravent considérablement l'exploitation
- Éléments de protection qui peuvent déclencher fréquemment
- Éléments de protection avec en amont des éléments de protection dont l'accès est difficile

En plus de l'analyse de sélectivité, les exigences suivantes peuvent également jouer un rôle :

- Intégration d'installations existantes
- Exigences du client
- Commande d'alimentation de secours

#### 4.4.2 Courants de court-circuit

Pour l'évaluation de la sélectivité et de la filiation, il faut déterminer les courants de court-circuit aux points d'installation des éléments de protection. Le courant de court-circuit maximum et minimum est requis pour les installations simples.

Pour des installations avec plusieurs alimentations et des systèmes d'alimentation de secours, il faut déterminer les courts-circuits dans tous les modes de fonctionnement. C'est la seule façon de garantir que le concept de protection convient pour tous les modes de fonctionnement. Les modes de fonctionnement suivants peuvent être nécessaires :

- Alimentation parallèle avec plusieurs transformateurs
- Alimentation avec un seul transformateur
- Exploitation isolée avec une génératrice de secours
- Exploitation en réseau parallèle ASI - Mode batterie

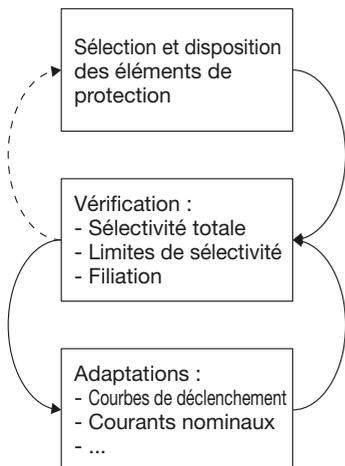
**Attention :**

Dans des installations opérant avec une génératrice de secours ou une ASI, il peut être nécessaire de devoir sélectionner une puissance nominale supérieure afin que les courants de court-circuit soient suffisamment élevés pour respecter une demande de protection à sélectivité totale.

Les courants de court-circuit se laissent déterminer comme suit :

- Tableaux de courts-circuits de transformateurs
- Fiches techniques d'installation ASI / de génératrices diesel
- Avec nomogramme conforme à la NIBT 2015 4.3.4
- Programme de simulation

## 4.4.3 Sélection et disposition des éléments de protection



La tâche la plus difficile est la sélection et la disposition des éléments de protection, laquelle se termine par la vérification de la sélectivité totale, des limites de sélectivité et de la filiation.

Si les conditions ne sont pas remplies, il faut effectuer des adaptations au niveau des courbes de déclenchement, courants nominaux, etc.

Dans des grandes installations, il est possible que les exigences ne soient pas remplies dans un premier temps. Dans ce cas, il faut alors réadapter la sélection et la disposition des éléments de protection.

Les tableaux suivants indiquent des dispositions usuelles avec les avantages et caractéristiques correspondants.

**Info :**

En connectant en série le moins possible d'éléments de protection, il sera plus facile de vérifier la sélectivité totale.

		Placé en amont			
		Disjoncteur MCB	Cartouche fusible basse tension HPC (NHS)	Disjoncteur de puissance compact MCCB	Disjoncteur de puissance à construction ouverte ACB
Placé en aval	<b>Disjoncteur MCB</b>	Faible sélectivité, hormis lors de l'utilisation d'un disjoncteur sélectif (SLS)	Excellente filiation et sélectivité limitée	Bonne filiation et sélectivité limitée	
	<b>Cartouche fusible basse tension HPC (NHS)</b>		Sélectivité très élevée et coordination très simple	Sélectivité totale seulement si le courant assigné du HPC est très faible par rapport au courant nominal du MCCB	Atteinte possible de la sélectivité totale avec déclencheur à surintensité à déclenchement retardé (déclencheur S)
	<b>Disjoncteur de puissance compact MCCB</b>		Coordination compliquée en cas de court-circuit. L'énergie de passage du MCCB doit être comparée à la valeur de fusion du HPC.	Sélectivité élevée à totale possible	Sélectivité totale aisément possible
	<b>Disjoncteur de puissance à construction ouverte ACB</b>				Sélectivité totale aisément possible

 Vérification à l'aide de tableaux de coordination, diagrammes (temps / courant, énergie de passage)

 Vérification à l'aide de la configuration des réglages de protection / déclencheurs

		Éléments de protection			
		Disjoncteurs	Cartouche fusible basse tension HPC (NHS)	Disjoncteur de puissance compact MCCB	Disjoncteur de puissance à construction ouverte ACB
Type de circuit	<b>Circuit d'alimentation</b>		Pour des installations avec forts courants de court-circuit ou haut degré d'encrassement	Pour petites alimentations avec simples exigences de sélectivité	Convient parfaitement pour sélectivité énergétique, sélectivité chronométrique et sélectivité de zone
	<b>Circuit de distribution</b>	Disjoncteur sélectif peut convenir	Convient parfaitement dans le domaine filiation et pour la sélectivité totale	Convient parfaitement dans le domaine filiation et pour la sélectivité totale	Convient parfaitement pour sélectivité énergétique, sélectivité chronométrique et sélectivité de zone ; intensité de courant nominal évtl. trop élevée
	<b>Circuit terminal</b>	Avec des forts courants de court-circuit, le disjoncteur requiert une filiation et a une sélectivité partielle. Avec des faibles courants de court-circuit, le disjoncteur a une sélectivité totale	Non optimal, car il faut respecter des temps de coupure et remplacer le fusible après un déclenchement	Convient bien pour des forts courants de court-circuit et une sélectivité totale	

**Sélection et disposition des éléments de protection**

<p>Le système a une sélectivité totale avec des faibles courants de court-circuit, et le HPC et le MCCB servent de filiation avec des forts courants de court-circuit. Un disjoncteur avec un pouvoir de coupure nominal supérieur à une limite de sélectivité supérieure.</p>	<p>Sélectivité totale jusqu'au pouvoir de coupure maximum du disjoncteur. Avec le disjoncteur sélectif (SLS), le pouvoir de coupure nominal doit être supérieur au courant de court-circuit dans la distribution principale (DP).</p>	<p>La disposition a une sélectivité totale, même avec des forts courants de court-circuit. Il convient d'observer la coordination entre les disjoncteurs de puissance compacts (MCCB).</p>	<p>Principe de sélectivité le plus simple. La valeur du pouvoir de coupure nominal du MCCB doit dépasser celle du courant de court-circuit dans la distribution principale.</p>	







## Siège principal

### Hager SA

Sedelstrasse 2  
6020 Emmenbrücke  
Tél. 041 269 90 00  
Fax 041 269 94 00

## Filiales commerciales

### Hager SA

Chemin du Petit-Flon 31  
1052 Le Mont-sur-Lausanne  
Tél. 021 644 37 00  
Fax 021 644 37 05

### Hager SA

Glattalstrasse 521  
8153 Rümlang  
Tél. 044 817 71 71  
Fax 044 817 71 75

### Hager SA

Ey 25  
3063 Ittigen-Bern  
Tél. 031 925 30 00  
Fax 031 925 30 05

**hager.ch**