

# MCCB à simple et à double coupure

## revue de la performance

### Historique

Le grand nombre de produits et l'importance accordée à la maintenance et au fonctionnement intelligents caractérisent le marché des MCCB d'aujourd'hui. Face à cette grande diversité de produits et d'innovations, il faut cependant se rappeler qu'il existe seulement deux types de MCCB. Chaque type représente une variante à simple ou à double coupure qui soulève la question, quel est le meilleur produit?

Cette question a fait l'objet de recherches intensives au cours des dernières années, les fabricants de MCCB et les chercheurs tentant d'établir les avantages et les inconvénients de chaque type et les effets sur les utilisations. Cela continue de diviser les experts et les consommateurs au sein du marché. Chaque type a ses supporters et ses détracteurs, le marché mondial s'appuyant sur les préférences régionales quant aux types à simple ou à double coupure.

Toutefois, les essais de performance entre les différents MCCB, tant au niveau de la recherche que dans l'industrie, ne présentent aucun avantage prédominant en faveur de l'un ou de l'autre. Premièrement, toutes les tendances de performance relatives à chaque type sont fonctions du courant de défaut. Deuxièmement, les produits individuels reposent sur la conception de base à laquelle on a apporté des modifications pour valoriser la résistance et la maîtrise des contraintes du point de vue technique. De façon plus pratique, chaque type soulève diverses considérations des points de vue acquisition et installation.

Le tout est de savoir quel est le meilleur MCCB selon l'application?

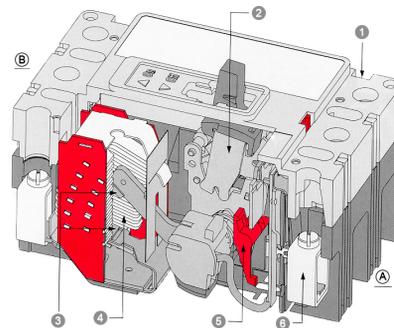
En optant pour une approche plus documentée quant aux produits actuellement disponibles dans chaque type, ce document fournit une étude technique sur les principes de conception des MCCB à simple et à double coupure et l'impact potentiel sur la performance des appareils.

### Composants des MCCB à simple et à double coupure

Bien qu'il existe diverses variantes de conception des MCCB au niveau individuel, tous les dispositifs partagent cinq éléments de base :

1. Mécanisme de manœuvre
2. Contact se fermant au(x) point(s) de coupure
3. Chambre de coupure
4. Déclencheurs qui actionnent l'ouverture du mécanisme lors de courts-circuits ou de surcharges
5. Boîtier moulé ou bâti

De ces cinq éléments de base, ce sont le mécanisme de manœuvre, les dispositifs d'extinction de l'arc et les contacts qui diffèrent de façon significative entre les deux types. Les sections suivantes donnent une brève description des fonctions de chaque composant.



Vue en coupe d'un MCCB à simple coupure

- A. Côté charge
- B. Côté secteur
- 1. Boîtier moulé (bâti)
- 2. Mécanisme de manœuvre
- 3. Contacts
- 4. Dispositifs d'extinction de l'arc
- 5. Barre de déclenchement
- 6. Connecteur de borne

## Mécanisme de manœuvre

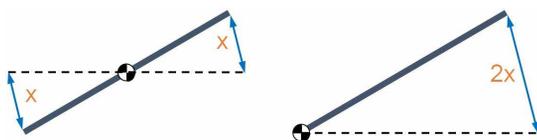
Le mécanisme de manœuvre applique la force nécessaire pour ouvrir les contacts du disjoncteur ou les maintenir fermés. La force du mécanisme doit être suffisante pour modifier la position du bras de contact durant la manœuvre et pour comprimer le ressort afin que le bras mobile exerce une pression sur les contacts. Lors d'un court-circuit ou d'une surcharge, le déclencheur libère le mécanisme de manœuvre, provoque l'ouverture du disjoncteur en séparant les contacts (ou les maintenant séparés une fois ouverts) pour interrompre le flux de courant.

Dans le type à simple coupure, le mécanisme fonctionne dans un mouvement rotatoire unique, contrôlant la position d'un bras de contact mobile et des contacts à son extrémité. Quant au type à double coupure, le mécanisme entraîne deux paires de contacts simultanément.

## Structure des contacts

Comme nous l'avons mentionné, le type à simple coupure se distingue par une seule paire de contact. Celui à double coupure se caractérise par ses deux paires de contacts qui se séparent simultanément en série puisqu'ils partagent le même conducteur mobile.

Les mécanismes à double coupure génèrent deux arcs en série et, lorsqu'ils sont combinés, ces deux arcs sont généralement de longueur comparable à celle de l'arc du type à simple coupure.



Type à double coupure

Type à simple coupure

Généralement, le type à simple coupure comprend un composant à fil flexible ou un joint conducteur à pivot qui relie les conducteurs mobiles aux conducteurs du déclencheur. Cela permet la circulation du courant en continu jusqu'au contact lors de l'ouverture. Dans le type à double coupure, l'élément flexible est inutile puisque les deux jeux de contacts mobiles sont fixés au même conducteur.

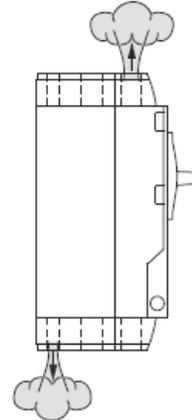
## Chambre de coupure

La chambre de coupure comprend le dispositif d'extinction des arcs dont le rôle est d'enfermer, d'étouffer, de fractionner et d'éteindre l'arc qui se produit lors d'une interruption.

En pareil cas, la pression augmente très rapidement à l'intérieur de la chambre qui doit être ventilée pour maintenir la pression à un niveau sécuritaire et prévenir la rupture du bâti du disjoncteur. La chaleur produite par les gaz chauds et le plasma suffit pour vaporiser partiellement les composants dans la chambre. L'insertion d'éléments de gazage peut servir d'isolant et protéger les autres composants des dommages et permettre le dégazage en vue de refroidir l'arc. Ces éléments fabriqués en thermoplastique ou en plastique thermodurcissable ont un effet de dégazage marqué lorsqu'ils sont soumis à un arc. Non seulement le dégazage étouffe l'arc, mais génère un flux de gaz dynamique qui dirige l'arc vers le dispositif d'extinction.

Dans la boîte de soufflage, l'arc se disperse au contact de diverses plaques d'arc. L'alignement et la conception de celles-ci engendrent une force magnétique qui entraîne l'arc sur les plaques et l'achemine le long de la boîte de soufflage. Certains types de disjoncteurs intègrent aussi des moteurs à encoches qui augmentent la force de répulsion sur le conducteur mobile pour obtenir une séparation plus rapide des contacts et un écart maximal. Le moteur à encoches augmente la propulsion de l'arc à travers le dispositif d'extinction en créant un champ magnétique qui génère une force directionnelle au point d'ouverture.

Les MCCB à simple coupure ont un seul dispositif d'extinction de l'arc à chaque pôle du côté secteur du boîtier moulé et tous les événements sont à orientation unique. Les MCCB à double coupure ont deux dispositifs d'extinction de l'arc identiques à chaque pôle et possèdent deux jeux d'évents tant des côtés secteur et charge du boîtier.



MCCB standard à double coupure et à deux événements

## Caractéristiques typiques des modèles à simple et à double coupure

Comme pour tous les disjoncteurs, la première fonction des MCCB est d'interrompre le courant dans un réseau électrique lors de défauts ou de conditions de surcharge et d'assurer l'isolement électrique des composants en aval. En plus de l'interruption de courant en cas de défaut, il existe deux autres caractéristiques à considérer dans le cas des disjoncteurs.

L'efficacité du disjoncteur à réduire le flux de courant jusqu'aux composants électriques en aval lors d'un déclenchement est l'une d'elles. Lorsque le flux de courant est trop élevé, le câblage et les autres dispositifs du circuit risquent d'être endommagés.

L'efficacité avec laquelle le disjoncteur disperse l'énergie de l'arc représente la deuxième caractéristique. La production d'arcs résulte de l'interruption de courants de défaut élevés par le MCCB. L'énergie de l'arc doit être dispersée de façon appropriée pour éviter d'endommager le dispositif et les composants en le rendant subséquemment inopérant et même endommager les composants en aval du réseau.

Il existe de nombreuses façons de répondre à ces besoins selon les types de MCCB. Néanmoins, les tendances de performance diffèrent grandement des types à simple et à double coupure selon les paramètres suivants :

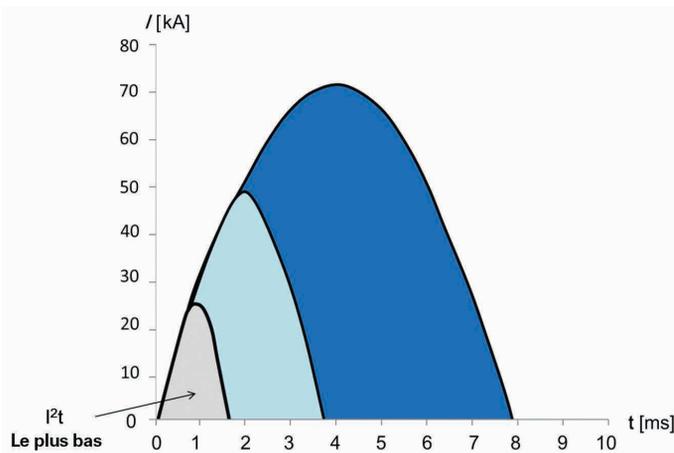
- Limite de courant et flux de courant lors de défauts majeurs
- Capacité d'interruption de courant et flux de courant lors de défauts de faibles niveaux
- Rendement thermique sous des conditions de courant normales

Le reste de cette section définit en détail le rendement en termes de limitation de courant.

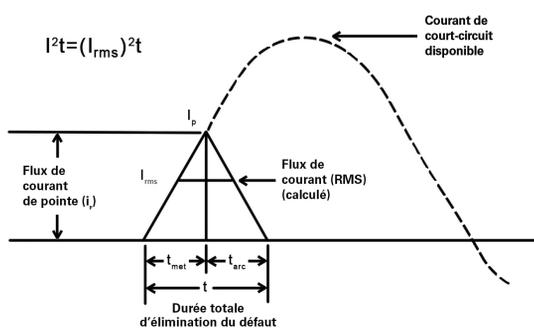
## Facteurs affectant la limitation du courant

Le flux de courant s'exprime par  $I^2t$ , où  $I$  est la valeur efficace de la fluctuation de courant pendant la coupure ( $I_{ms}$ ) et  $t$ , la durée totale du flux de courant.

Lors de coupures typiques, comme celles représentées par les courbes ci-dessous,  $I^2t$  est en corrélation avec les courants de pointe. Par conséquent, les courants de pointe plus faibles correspondent à des flux de courant moins élevés et à des durées d'élimination du défaut comparables.



Courbes  $I^2t$  à des niveaux de courant de pointe variés



$I^2t$  calculé à partir de  $I_{rms}$

Les essais ont aussi démontré une forte corrélation inverse entre la tension d'arc de pointe et le courant de pointe, de sorte que les tensions d'arcs supérieures produites par les disjoncteurs correspondent généralement à des flux de courant inférieurs.

Cette tendance connaît aussi des exceptions comme une tension de pointe relativement faible peut quand même générer des courants de pointe faibles lorsque la tension s'élève plus rapidement. Plusieurs facteurs influent sur le taux d'élévation jusqu'à la tension de pointe, mais le plus important demeure la vitesse d'ouverture.

Il importe également de noter que l'ouverture plus rapide d'un contact produisant un faible courant de pointe ne garantit pas toujours un flux de courant inférieur. La durée d'élimination du défaut est l'autre variable de  $I^2t$ . Elle représente le temps total entre l'apparition du défaut et l'obtention du courant zéro. Le facteur temps dépend de la capacité du disjoncteur à demeurer pleinement ouvert pendant la coupure sous l'influence du niveau de courant de défaut.

L'aptitude d'un disjoncteur à demeurer pleinement fermé ou ouvert est fonction de trois forces agissant sur ses contacts. Ces trois forces proviennent des ressorts des mécanismes, des ressorts des contacts et la force de répulsion magnétique entre les conducteurs, couramment appelée force d'écartement "blow open force". Le courant élevé parcourant les conducteurs produit la force magnétique de séparation des contacts étant donné que la force de répulsion surclasse la force exercée par les ressorts des contacts. Lorsque la force d'écartement ne suffit pas à surclasser la force exercée par les ressorts des contacts pendant le défaut, le disjoncteur risque de se réenclencher partiellement ou complètement suite à l'ouverture et de permettre le passage du flux de courant.

Dans le cas des MCCB à double coupure, la constance représente un autre facteur qui affecte l'ouverture et la fermeture. L'ouverture simultanée de tous les pôles requiert de la précision dans la fabrication. Avec le temps, l'usure inégale et la dégradation des contacts influent aussi sur ce phénomène.

Finalement, les essais démontrent l'existence d'un lien entre

les pressions plus élevées dans la chambre de coupure et la performance efficace de limitation de courant, puisque celles-ci correspondent souvent à une tension de pointe d'arc plus élevée. Toutefois, les pressions excessives menacent l'intégrité structurelle du bâti du disjoncteur.

## Tendances de performance sous de forts courants de défaut

### Limitation du courant

Le type à double coupure offre un avantage théorique sous de forts courants de défaut quant à la capacité de limitation des courants en raison des vitesses d'ouverture supérieures et de la production initiale de tensions d'arc élevées à partir de deux arcs. La combinaison de la deuxième paire de contacts, le plus petit intervalle de contact et la distance d'ouverture plus courte du bras de contact mobile d'un MCCB à double coupure favorisent l'ouverture des contacts et l'obtention de leur intervalle de contact maximal.

Le type à simple coupure propose une plus grande inertie et un plus grand intervalle de contact que le type à double coupure et, par conséquent, son ouverture peut être plus lente. Pour améliorer la limitation du courant et obtenir des valeurs de flux moins élevées, les fabricants dépendent de diverses fonctionnalités complémentaires qui augmentent la vitesse du mécanisme et la magnitude de répulsion des conducteurs pour concurrencer les niveaux de performance du type à double coupure. Les produits Eaton utilisent bon nombre de ces technologies.

### Gestion de l'énergie d'arc

Les arcs produisent une intense chaleur et pression à l'intérieur de la chambre de coupure du disjoncteur. Un mécanisme est nécessaire pour contrôler cette énergie et l'évacuer de la chambre. La pression plus élevée et l'accumulation de gaz chauds entraînent des niveaux de dégradation des parois de la chambre et des autres matériaux. La haute pression présente aussi un plus grand risque de rupture du bâti ou des dommages structuraux lorsqu'aucune mesure conceptuelle n'est prise.

Les MCCB disposant d'une chambre de coupure de faible volume et de parois pour le dégagement gazeux ont tendance à connaître des accumulations de pression plus élevées durant l'interruption des arcs. Cela s'explique par la combinaison de la tension et des gaz chauds dans un endroit exigü. La pression augmente généralement avec les courants de défaut plus élevés et les niveaux de tension (ex. 400 V, 480 V, 600 V et 690 V).

Les chambres de coupure modulaires de faible volume sont une caractéristique inhérente de la plupart des appareils à double coupure. Cela, de pair avec l'énergie d'arcs plus élevée et les éléments de dégagement gazeux, démontre que les problèmes associés à la haute pression sont plus courants pour les MCCB à double coupure. Cependant, bon nombre de MCCB à simple coupure utilisent les chambres de coupure isolées de faible volume et font face à des problèmes similaires.

Ces questions ont un effet sur le pouvoir de coupure des disjoncteurs. Par exemple, elles peuvent influencer sur le courant maximal interruptible du disjoncteur, ce qui affecte l'utilisation finale. Dans l'intervalle, tout MCCB doit démontrer que son bâti ne risque pas de se rompre dans toute la plage de performance pour satisfaire aux normes IEC et UL.

## Tendances de performance sous de faibles courants de défaut

### Limitation du courant

Au cours d'essais sous de faibles courants de défaut, on observe un phénomène selon lequel les contacts du disjoncteur se réenclenchent partiellement ou entièrement pendant l'interruption. Le réenclenchement résulte de la force d'écartement des contacts du disjoncteur. Au fur et à mesure de la chute du courant, les contacts se réenclenchent en raison de la forme d'onde CA, mais lorsque le courant s'élève à nouveau, les contacts s'écartent encore. Ce phénomène se répète jusqu'à ce que le déclencheur envoie un signal d'ouverture au disjoncteur ou le défaut prend de l'ampleur.

Lors du réenclenchement, le courant augmente une seconde fois ayant déjà subi une réduction après l'ouverture. Le temps requis pour éliminer complètement le défaut est plus long et, par conséquent, le matériel en aval est exposé au courant de défaut plus longtemps. Ce phénomène peut conduire à des flux de courant substantiellement plus élevés ( $I^2t$ ) par rapport au courant de crête (bien qu'ils soient toujours inférieurs à celui observé durant l'interruption des courants de défaut élevés).

Pendant les essais, ce phénomène se produit plus régulièrement dans le type à double coupure. Du fait de l'intégration d'une surface à came à l'ensemble de conducteur mobile, qui verrouille le bras du contact mobile en position ouverte une fois la séparation magnétique des contacts provoquée par les courants élevés, est la principale raison pour laquelle peu d'occurrences de ce phénomène se produisent pour le type à simple coupure. La surface à came empêche le réenclenchement du disjoncteur lors d'un court-circuit avant que le déclencheur n'ait envoyé le signal de fermeture au mécanisme.

Cette surface à came se retrouve également dans les MCCB à double coupure, mais cela n'est pas courant. Pour la plupart des MCCB à double coupure, l'absence de came combinée à la difficulté d'assurer une ouverture et une fermeture constantes entre les pôles rend ceux-ci plus susceptibles au réenclenchement en situation de courants de défaut peu élevés.

### Gestion de l'énergie d'arc

Le phénomène de réenclenchement des contacts pose également des défis sur la façon d'assurer l'intégrité et la durabilité du dispositif. Chaque fois qu'un contact s'ouvre sous charge, il se crée un arc. La production d'un arc au niveau d'un contact entraîne l'érosion et la dégradation de sa surface. Plus le courant est élevé lors de l'écartement des contacts, plus l'érosion et les dommages risquent d'être élevés. Chaque écartement et réenclenchement des contacts entraîne l'érosion des contacts. Celle-ci est un facteur lié à la résistance des contacts, qui contribue à la perte de puissance et aux problèmes thermiques dans des conditions de courant normales.

Dans les pires cas, une paire de contacts peut se souder lors du réenclenchement en raison de la fonte du métal à la surface des contacts provoquée par l'arc, le circuit devenant alors ininterrompable.

La possibilité de réenclenchement ne peut être ignorée dans toute conception de MCCB. Il existera toujours un niveau de courant critique suffisant pour provoquer l'écartement des contacts, mais insuffisant pour les verrouiller en position ouverte. Toutefois, des disjoncteurs bien conçus ne se réenclencheront qu'une seule fois au plus pendant une interruption et se déclencheront au deuxième demi-cycle.

### Performance thermique dans des conditions de courant normales

Il existe de nombreuses sources de résistance à l'intérieur de disjoncteurs incluant les contacts, les shunts, les points de soudure et les joints conducteurs. La plupart de celles-ci ne concernent pas au type à double coupure, ce qui signifie que les points de production de chaleur y sont moins nombreux. Toutefois, les contacts sont un des points les plus chauds dans le disjoncteur car chaque jeu de contacts crée de la résistance à cause de la connexion imparfaite de leur surface. Les contacts sont donc responsables en bonne partie de l'importante quantité de chaleur produite dans le MCCB.

Il importe de noter que la résistance des contacts augmentera avec le temps en raison de leur érosion subie lors des coupures de charge, des interruptions de défaut et des changements d'état à la surface causée par divers contaminants. Il s'ensuit que la résistance des contacts d'un appareil à double coupure sera le double d'un appareil à simple coupure.

La résistance des contacts ne pose pas nécessairement problème dans des conditions normales de charge, aussi longtemps qu'ils sont en bon état et maintenu fermement fermés par la force du mécanisme de manœuvre. Cependant, leur surface de contact est susceptible d'être érodée par les arcs, ce qui augmentera

la résistance du joint des contacts. Cette résistance accrue entraînera des pertes de puissance additionnelles dans le circuit et augmentera la chaleur à l'intérieur du disjoncteur.

En plus de ce point de résistance additionnel, le problème de résistance des appareils à double coupure se complexifie des deux façons suivantes par la mobilité de sa mécanique :

- Premièrement, le mécanisme de manœuvre d'un appareil à double coupure doit générer simultanément une plus grande force mécanique dans les deux paires de contacts. Tout écart de fermeture entre les deux paires de contacts entraînera une usure inégale qui accroîtra leur résistance.
- Deuxièmement, comme déjà mentionné, la force d'écartement peut provoquer l'ouverture prématurée du MCCB et son réenclenchement avant que le déclencheur ait amorcé l'interruption pendant certains scénarios d'interruption. L'écartement augmente la résistance des contacts en raison de l'érosion causée par les interventions répétitives des contacts. Il s'agit d'un point caractéristique des appareils à double coupure qui procèdent à des écartements de contacts plus fréquents que les dispositifs à simple coupure.

Lorsque la force du mécanisme de manœuvre ne suffit pas à maintenir à de faibles niveaux la résistance des contacts et à prévenir leur écartement par courants faibles, la dégradation des contacts causée par les interventions répétitives augmentera leur résistance suffisamment pour provoquer un emballement thermique. Ce dernier décrit la condition où le disjoncteur ne peut atteindre un état thermique stable; l'augmentation de sa température interne en causera la défaillance. Cette condition limite l'applicabilité du disjoncteur au réseau qu'il est censé protéger par sa grande vitesse de coupure.

Les faibles fluctuations de courants ne pouvant déclencher le mécanisme de manœuvre du MCCB à double coupure provoquent l'ouverture partielle des contacts aggravant le problème de la résistance des contacts. Les appareils à simple coupure ne semblent pas souffrir de la même incohérence de fermeture et d'usure des contacts ne disposant que d'un seul jeu de contacts.

La résistance accrue des contacts cause des pertes de courant et de la chaleur excessive susceptible d'endommager le disjoncteur avec le temps, tout un défi de conception pour les fabricants de MCCB qui doivent répondre aux températures nominales maximales stipulées dans les normes sur les disjoncteurs.

### Considérations pratiques

En plus des considérations liées à la performance, les consommateurs font également face à des préoccupations relatives à l'installation des types à simple et double coupure.

#### Direction de soufflage

Lors de l'installation d'un MCCB, une zone tampon est nécessaire près des événements pour s'assurer qu'il n'y a aucun transfert de courant aux composants mis à la terre suite au soufflage des gaz chauds et du plasma en situations de court-circuit. La présence d'un jeu à l'une des extrémités d'un MCCB à simple coupure et aux deux extrémités d'un MCCB à double coupure est nécessaire.

La direction de soufflage unique et la zone tampon offrent une plus grande souplesse et une installation plus compacte. Pour cette raison, les fabricants de MCCB à double coupure prévoient aussi à l'occasion une seule direction de soufflage dans les chambres d'arcs de conception spéciale.

#### Dimensions du boîtier

En plus du soufflage bidirectionnel propre aux MCCB à double coupure, ceux-ci nécessitent généralement un boîtier moulé plus gros pour accueillir le jeu de contacts additionnel, les chambres de coupure modulaires et occupent un espace d'installation plus volumineux. Cela ne pose aucun problème lorsqu'il y a suffisamment d'espace et les fabricants tirent parfois profit de l'espace additionnel pour intégrer d'autres composants. Cependant, lorsque l'espace est limité, les MCCB à simple coupure permettent généralement d'installer un plus grand nombre d'appareils.

## Conclusion

Aucun des types à simple ou à double coupure ne présente un avantage de performance en réponse à toutes les applications. Les produits basés sur l'un ou l'autre type lorsqu'ils sont conformes aux normes industrielles (UL489 et IEC60947-2), sont entièrement capables de répondre aux exigences jusqu'aux valeurs nominales optimales.

En principe, les deux types offrent des avantages ou limitations dans des conditions de défaut de courant spécifiques — mais aucun type n'est fixe. Les produits se caractérisent par les tendances liées à leur conception, les dispositifs à double coupure à direction de soufflage unique et les dispositifs à simple coupure à vitesse d'ouverture améliorée en sont des exemples.

Par conséquent, l'application du dispositif doit être considérée par rapport aux avantages et aux inconvénients de conception lorsqu'il faut choisir entre les disjoncteurs à simple ou à double coupure. On doit aussi prendre en compte l'encombrement de la pièce pour accueillir la conception de base— et combien les coûts d'innovation viendront ajouter aux produits.

“Les avancées technologiques qu'ont connues les disjoncteurs sous boîtier moulé à simple et à double coupure ont rendu obsolètes les croyances traditionnelles sur les avantages et les inconvénients des deux conceptions. Afin de créer un réseau de distribution électrique sécuritaire et efficace, le concepteur ne doit pas se baser sur les conventions traditionnelles, mais examiner plutôt la performance actuelle des disjoncteurs pour déterminer s'ils satisfont aux exigences.”

– Wilbert de Vries Ph. D., V-P. Technologie, APAC, Eaton

Lorsque les types à simple et à double coupure répondent aux exigences pour un réseau donné, la rentabilité économique de chaque option et les facteurs tels que la performance thermique pendant la durée de vie, surtout lorsque les structures existantes privilégient une conception particulière, doivent sérieusement être considérés.

Dans cette économie mondiale en pleine évolution où l'on assiste à une utilisation diversifiée des réseaux électriques, la disponibilité des MCCB à simple et à double coupure devrait permettre aux consommateurs de faire un choix sur mesure en fonction de leurs applications. En ayant une solide compréhension technique des avantages et des inconvénients, le marché global devrait connaître une adoption plus diversifiée des MCCB à simple ou à double coupure dans les années à venir.

## Références

1. “Safer by design: arc energy reduction techniques,” Eaton.
2. “Benchmark Tests of Single-Break and Double-Break Design Principles,” Hauer, W., Zeller, P., & Zhou, X., 2007.
3. “Joint Study of Contact Force and Temperature Rise,” Xi'an Jiaotong University and Eaton, 2010.
4. “MCCB Single Double Comparison” presentation, Peter Terhoeven, Eaton.

## 5. Sources

Dr Peter Terhoeven, Directeur du développement des produits MCCB et ACB, Division distribution électrique, Secteur électrique, EMEA, Eaton

Dr Xin Zhou, Directeur de l'ingénierie, Interrupteurs sous vide, Division des composants électriques, Secteur électrique, Eaton

Robert P. Griffin, Directeur des produits mondiaux ACB et MCCB, Eaton

Robert W. Mueller, Ingénieur en chef, Composants basse tension et Directeur des laboratoires d'essais électriques, Eaton

Teik Tong Kuan, Directeur, Marketing des produits, Division protection des circuits et commandes, APAC, Eaton

Wilbert de Vries Ph. D., Vice-président, Technologie, APAC, Eaton

*Remarque : noms fournis dans l'ordre alphabétique.*

## Au sujet d'Eaton

Eaton est une société de gestion de l'énergie dont le chiffre d'affaires s'élevait à 20,4 milliards de dollars en 2017. Eaton fournit des solutions éconergétiques qui aident ses clients à gérer efficacement, de façon sécuritaire et plus durable l'énergie électrique, hydraulique et mécanique. Eaton s'engage à améliorer la qualité de vie et l'environnement grâce aux technologies de gestion de l'énergie et à ses services. Présente dans plus de 175 pays, Eaton compte environ 96 000 employés

Pour plus de renseignements  
[EatonCanada.ca/PowerDefense](http://EatonCanada.ca/PowerDefense)  
ou communiquez avec votre bureau local des  
ventes Eaton.

**Eaton**  
1000 Eaton Boulevard  
Cleveland, OH 44122  
États-Unis  
[Eaton.com](http://Eaton.com)

Secteur électrique  
Exploitation canadienne  
5050 Mainway  
Burlington, ON L7L 5Z1  
Canada  
[EatonCanada.ca/PowerDefense](http://EatonCanada.ca/PowerDefense)

© 2018 Eaton  
Tous droits réservés.  
Imprimé aux États-Unis.  
Publication n° WP012012FC  
Août 2018