

MARECHAL



electric



1 - Historique des techniques

2 - Principes fondamentaux

3 - Avantages du contact en bout

3 - Principe du DECONTACTEUR™

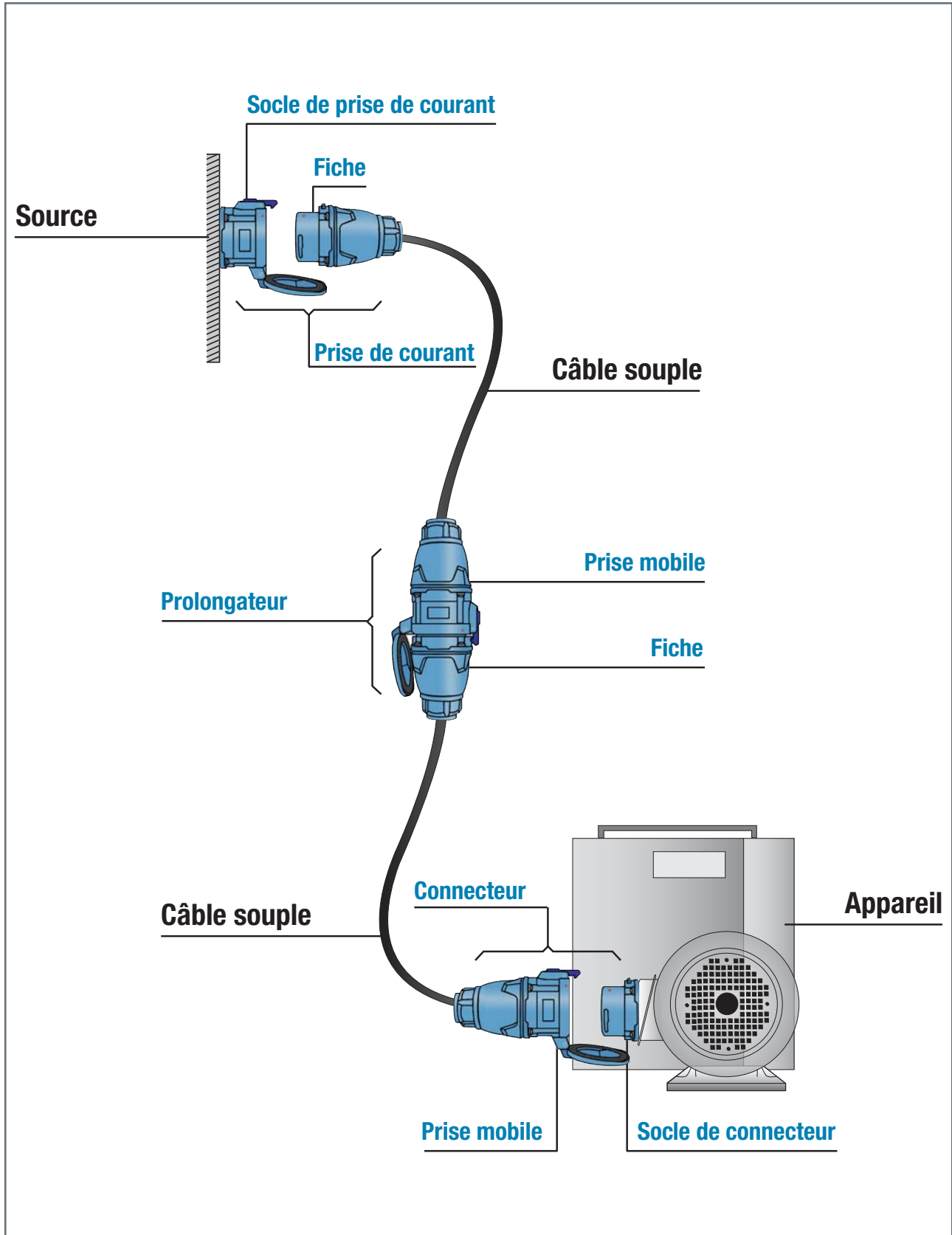
4 - Produits antidéflagrants

5 - Normes applicables

Dossier Technique 2009

Partie 1

TERMINOLOGIE



HISTORIQUE DES TECHNIQUES DE CONTACTS UTILISÉES DANS LES PRISES DE COURANT

Le besoin de connecter à volonté des appareils électriques remonte à la découverte de l'électricité et à l'extension de son utilisation particulièrement dans l'industrie.

Broches et alvéoles en laiton

Les prises à broches et alvéoles proposées aujourd'hui n'ont guère évolué depuis leur apparition au dix-neuvième siècle. A l'inverse, si le besoin de brancher temporairement des appareils mobiles n'a pas changé, les intensités, les tensions et les fréquences mises en œuvre ont énormément augmenté, ainsi que le nombre de personnes concernées par cette opération.

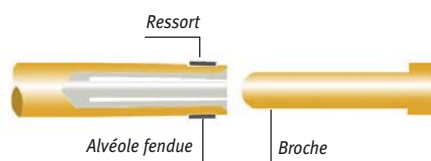
Le besoin de marier des prises d'origines diverses a conduit, après la deuxième guerre mondiale, à l'établissement d'une norme dimensionnelle pour les produits les plus courants (publication CEE 17, qui est devenue ensuite la norme CEI-NF/EN 60309-2). Malheureusement, contrairement aux autres types de matériels électriques, cela a eu pour conséquence de geler pratiquement toute évolution technique.

Les contacts à broches et alvéoles cylindriques qui furent choisis sont une des conceptions les plus économiques pour fabriquer des prises mais la demande croissante de fiabilité et de sécurité conjuguée à l'accroissement des courants et des tensions a vite atteint les limites de cette technique :

- Le laiton a une mauvaise résistance de contact, qui se détériore dans le temps quand sa surface se ternit du fait de l'atmosphère environnante. De plus, le passage de courant génère des échauffements qui contribuent à son oxydation.
- Les broches et alvéoles ne permettent pas la coupure en charge : le matériau dont ils sont faits ne résiste pas à l'arc électrique. Soumis à un arc, le laiton se creuse et produit de l'oxyde de cuivre, mauvais conducteur, ce qui accroît la résistance de contact et donc l'échauffement.
- Les outils portatifs et les appareils domestiques absorbent rarement l'intensité de 16 Ampères que peut supporter leurs prises. Mais si le courant s'accroît ou si des facteurs liés à l'environnement détériorent les contacts (brouillard salin, humidité, produits chimiques), leurs performances diminuent rapidement, même en l'absence d'arc électrique. La soudure des contacts est un phénomène fréquent.

Branchement de prises et fiches d'origines différentes

La conductivité électrique exige qu'une force minimum soit appliquée au contact. Avec les broches et alvéoles, la force qui s'applique au contact est générée par l'élasticité de l'alvéole fendue, complétée éventuellement par un ressort autour de l'alvéole. Un tel ressort ne peut être étalonné et il est impossible de contrôler exactement la valeur minimale de la force appliquée, spécialement lorsqu'on insère une fiche d'un fabricant dans un socle d'un autre fabricant.



Outre la difficulté de manœuvre liée à cette conception, la résistance de contact varie en fonction des tolérances de fabrication et ne permet pas de garantir des performances constantes.

Importance des tolérances

Les tolérances critiques sont celles qui concernent :

- Le diamètre extérieur de la broche,
- Le diamètre intérieur de l'alvéole,
- Leur conicité et circularité.

Il est évidemment impossible pour des raisons économiques de fixer des tolérances très strictes aux contacts, ou de les roder ensemble comme les soupapes de moteurs à explosion du fait de leur caractère nomade.

- Des fabrications utilisant la totalité des marges de tolérances peuvent se révéler trop lâches ou trop serrées. Dans le premier cas, la qualité de contact est mauvaise et l'échauffement augmente, dans le deuxième cas, il est très difficile de rentrer la fiche dans son socle et cela provoque des déformations qui peuvent excéder les seuils d'élasticité des matériaux.

- L'usure provoquée par les frottements est une cause importante de modification des performances dans le temps. Le laiton s'oxydant, ses coefficients de frottement et d'abrasion se détériorent rapidement, augmentant par-là même l'usure du matériau.
- L'emboîtement en force de deux cylindres dont l'un est élastique provoque la déformation en cône de ce dernier. Le contact entre les deux pièces s'établit alors géométriquement suivant un cercle.



- l'usinage des pièces est réalisé à l'aide d'outils rotatifs qui créent des micro-ondulations de surface. Ces ondulations, invisibles à l'œil nu, font qu'entre la broche et l'alvéole, il n'existe réellement que des points de contact aléatoires, disposés sur un cercle.

Limites d'interchangeabilité

Les dimensions fixées dans ces normes (CEE 17 puis CEI-NF/EN 60309-2) sont strictement limitées à l'interface du socle et de la fiche. La norme ne traite pas des entraxes de fixation ou des composants. Cela signifie qu'un tableau équipé de prises d'une marque donnée ne peut recevoir de prises d'une autre marque.

En ce qui concerne les pièces détachées, dans bien des cas, elles ne sont tout simplement pas disponibles. Un dommage sur une pièce oblige à changer l'appareil.

Améliorations réalisées

Les difficultés dues à la conception des prises à broches et à alvéoles tant sur le plan électrique que mécanique, ont conduit les fabricants à tenter d'améliorer leurs produits en ce qui concerne :

- Le matériau de contact,
- La difficulté de manoeuvre,
- L'incapacité à couper en charge.

Matériau de contact

L'une des principales faiblesses des contacts à broches et alvéoles est leur matériau. Alliage de cuivre et de zinc, le laiton est un matériau bon marché qui convient bien au façonnage des formes requises. Cependant, il s'oxyde à température ambiante, ce qui accroît sa résistance de contact. Sous l'effet d'un arc électrique, il s'oxyde en profondeur. De plus, par nature, le laiton ne favorise pas l'extinction rapide de l'arc.

Placage

Un placage d'**argent** sur les broches comme sur les alvéoles réduit significativement la résistance de contact. Cependant, un placage n'est jamais aussi solide qu'un matériau massif du fait de sa porosité et de ses irrégularités. S'il est acceptable pour des organes de connexion qui sont rarement manoeuvrés, il ne peut supporter les cycles qu'on attend de prises de courant à usage industriel. Tôt au tard, le frottement provoqué par chaque opération use le placage et le contact se fait à nouveau sur le matériau de base. Les contacts à placage d'or ou d'argent ne peuvent être exposés à un arc électrique qui le vaporiserait immédiatement.

A cause de la porosité inhérente du plaquage, les oxydes du substrat remontent à la surface du matériau avec le temps.

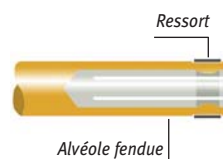
Plus stable dans le temps grâce à sa dureté, le **nickel** a une bien meilleure résistance à l'usure mécanique et à l'arc. Malheureusement, le nickel a une résistance de contact élevée et son usage est donc restreint à des courants limités. Il est habituellement utilisé comme plaquage d'un seul côté, broche ou alvéole, pour réduire le coefficient de frottement sur la pièce opposée en laiton. La résistance de contact est néanmoins ramenée au niveau atteint par le plus mauvais des deux matériaux.

Difficulté de manoeuvre

Plusieurs techniques ont été développées pour surmonter un autre inconvénient majeur de la technique des contacts à broches et alvéoles : la difficulté de manoeuvre.

Contacts "doux"

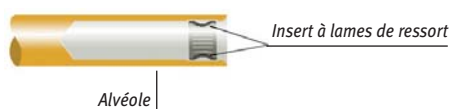
L'intérieur de l'alvéole est muni d'un bossage au niveau du ressort qui entoure le contact. Le frottement entre la broche et l'alvéole est alors limité à un nombre de points connus sur un cercle précis ce qui diminue la zone de frottement et facilite la pénétration et le retrait de la broche.



Malheureusement, cela n'apporte aucune amélioration en matière de performances électriques car, fondamentalement, le concept et les matériaux restent les mêmes.

Inserts

Une gorge est usinée à l'intérieur de l'alvéole, qui reçoit une bande de lames de ressort en Cuprobéryllium. Le nombre de points de contact est parfaitement contrôlé et la force appliquée par les lames des ressorts sur la broche est beaucoup moins dépendante du respect de strictes tolérances du fait de leur très grande élasticité, de leur dureté et de leur faible coefficient de frottement. Cette technique permet une facilité de manœuvre comparable à celle précédemment décrite.



Les petites lames qui établissent le contact sont extrêmement sensibles à la pénétration de corps étrangers, qui peuvent bloquer leur débattement au point d'empêcher l'introduction de la fiche.

Par ailleurs, cette conception met en œuvre deux contacts en série, l'un entre la broche et les lames de ressort, l'autre entre les lames de ressort et l'alvéole.

Incapacité à couper en charge

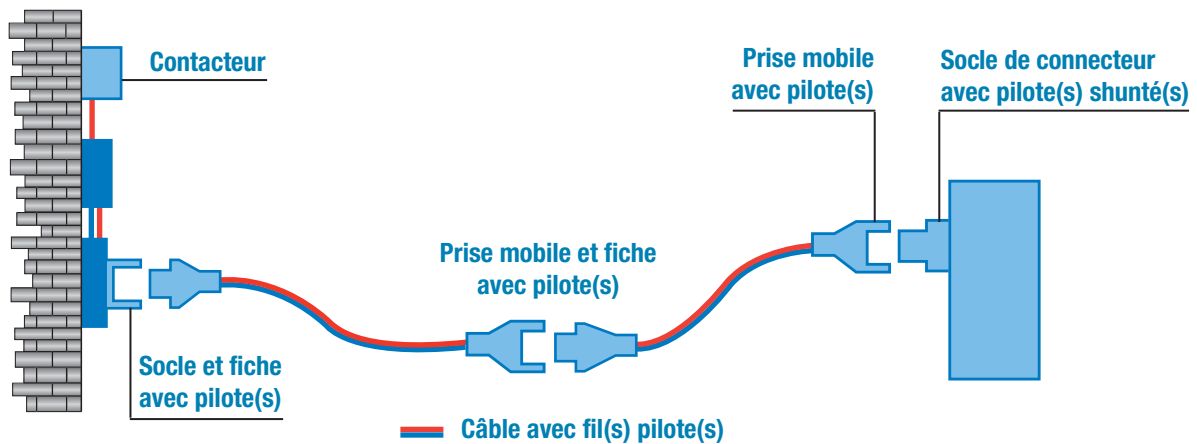
Quels que soient les progrès réalisés, les broches et alvéoles sont, par conception, incapables d'établir ou de couper en toute sécurité leur courant nominal sans parler d'un courant de surcharge (rotor bloqué, court-circuit, etc.). Pour assurer aux utilisateurs un niveau minimum de protection, les prises doivent être associées et verrouillées, par un procédé mécanique ou électrique, à un organe de coupure, afin d'empêcher l'opérateur de retirer d'un socle une fiche en charge ou d'engager la fiche d'un appareil en court-circuit dans un socle sous tension.

Un **verrouillage mécanique** est un mécanisme qui interdit de mettre en position « marche » l'interrupteur associé à la prise tant que la fiche n'est pas totalement engagée dans le socle. De plus, tant que l'interrupteur n'a pas été mis en position « arrêt », la fiche est prisonnière du socle.

- Cette exigence peut être facilement remplie dans le cas d'un socle mural. Cela devient beaucoup plus difficile dans le cas d'un prolongateur.
- Le verrouillage mécanique des socles met en œuvre deux jeux de contacts en série : une entre la fiche et le socle, et un autre dans l'interrupteur, ce qui crée un risque de panne supplémentaire.
- Les mécanismes de verrouillage sont facilement détériorés par des usages brutaux ou abusifs.
- Un contact de l'interrupteur peut rester soudé.



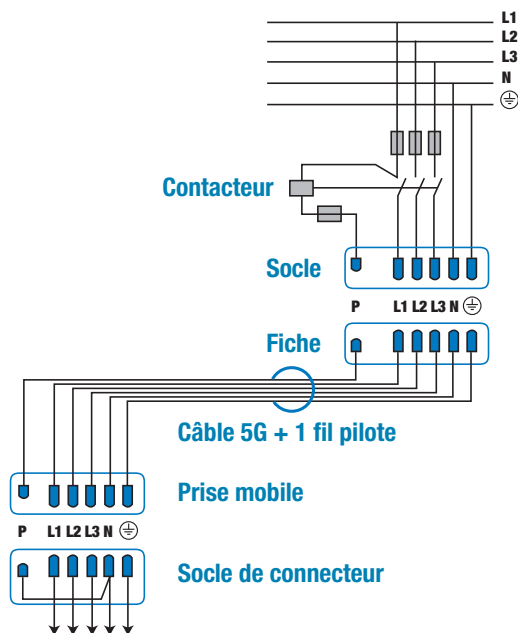
Un **verrouillage électrique** est réalisé en alimentant la bobine d'un contacteur en amont de la prise, à travers un ou deux conducteurs et contacts supplémentaires (appelés fils et contacts pilotes) qui font passer l'alimentation de la bobine à travers le socle et jusqu'à l'appareil à alimenter.



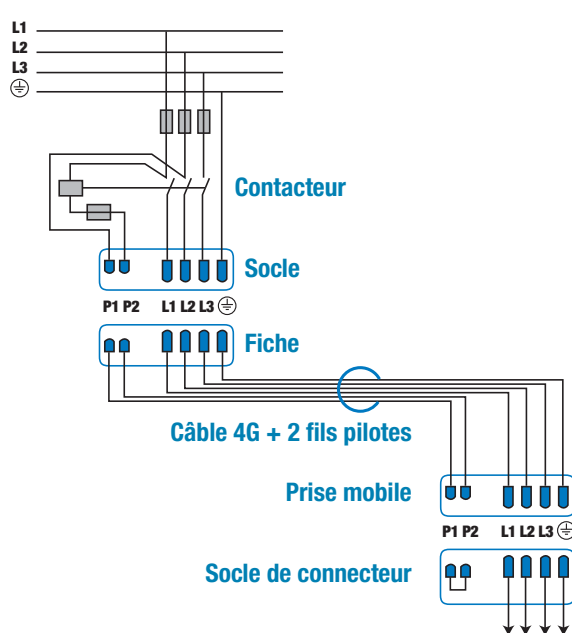
Au niveau de l'appareil à alimenter, les deux contacts pilotes sont shuntés (ou le contact pilote unique est shunté avec un contact de Phase ou le Neutre) pour fermer le circuit de la bobine. En d'autres termes, la bobine du contacteur ne peut pas être alimentée tant que toutes les connexions ne sont pas faites complètement.

- Ce verrouillage électrique procure un haut niveau de sécurité, mais requiert un contacteur, des câbles spéciaux et une main d'œuvre supplémentaire.
- Un contact du contacteur peut rester soudé.

Verrouillage électrique avec 1 contact pilote



Verrouillage électrique avec 2 contacts pilotes



Contacts en bout et coupure intégrée

Une amélioration majeure a été effectuée en adaptant aux prises de courant une technique combinant contacts en bout en argent-nickel et chambres de confinement d'arc individuelles, couramment utilisée dans les organes de coupure.

Ces prises sont apparues dans les années cinquante pour pallier les défauts des broches et alvéoles et répondre aux besoins croissants de sécurité et de fiabilité et faire face à l'accroissement des courants et des tensions. Elles sont maintenant largement utilisées dans le monde entier pour de nombreuses applications industrielles, professionnelles et grand public.



En 1996, la technique du contact en bout a été retenue par les constructeurs automobiles européens et américains comme étant la plus sûre et la mieux adaptée à la recharge rapide à 250 A des voitures électriques par des utilisateurs non professionnels.

Comme les prises industrielles à chambres à arc et contacts en bout sont très différentes des prises ordinaires à broches et alvéoles, elles sont appelées DECONTACTEUR™.

Les avantages du DECONTACTEUR™ et du principe du contact en bout sont développés dans :

Dossier Technique – Partie 3 **Les avantages du contact en bout** **Le principe du DECONTACTEUR™**