

8 Liaisons équipotentielles

8.1 Généralités

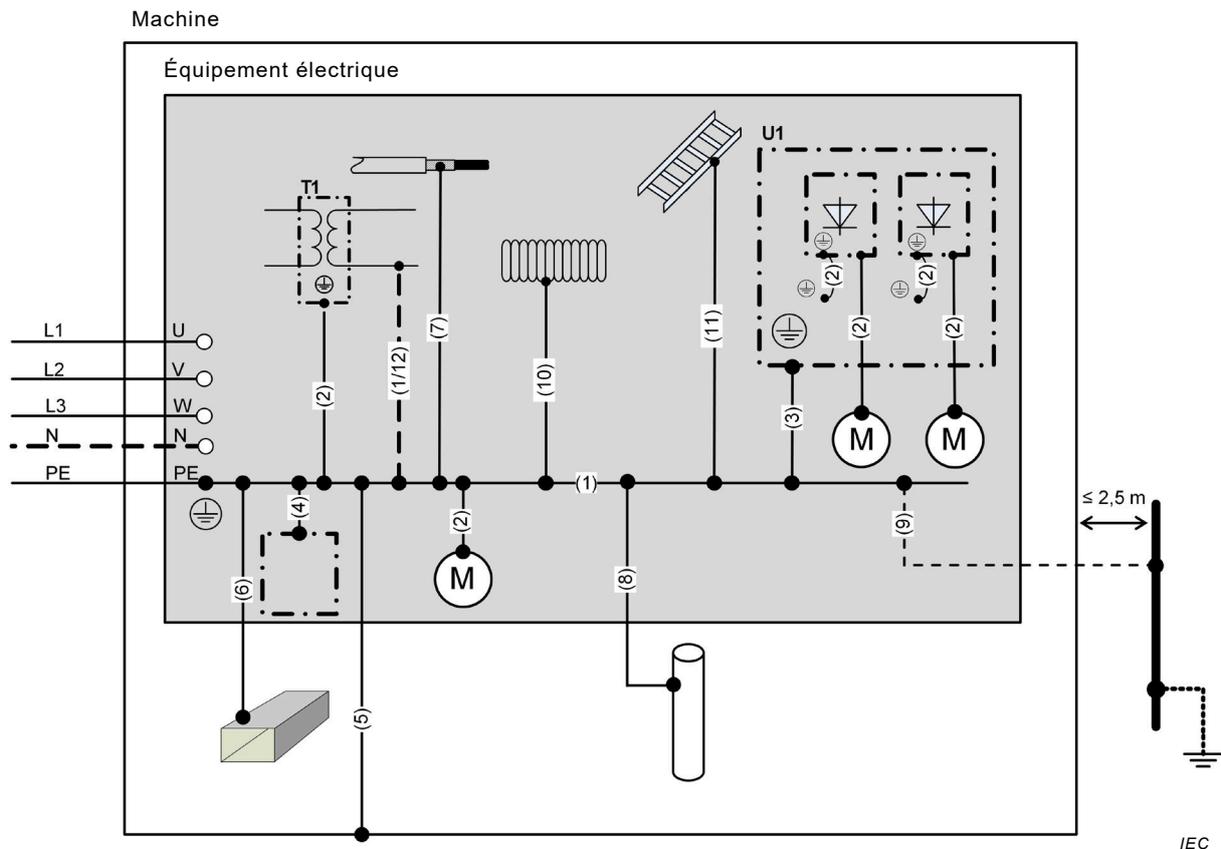
Le présent Article 8 fournit les exigences relatives aux liaisons de protection et aux liaisons fonctionnelles. La Figure 4 représente ces concepts.

La liaison de protection est une disposition de base pour la protection en cas de défaut afin d'assurer la protection des personnes contre les chocs électriques (voir 6.3.3 et 8.2).

L'objectif de la liaison fonctionnelle (voir 8.4) est de réduire:

- la conséquence d'un défaut d'isolement qui peut nuire au fonctionnement de la machine;
- les perturbations électriques pour les équipements électriques sensibles qui peuvent nuire au fonctionnement de la machine;
- les courants induits provenant de la foudre qui peuvent endommager l'équipement électrique.

La liaison fonctionnelle est assurée par le raccordement au circuit de protection, mais, lorsque le niveau des perturbations électriques sur le circuit de protection n'est pas suffisamment faible pour assurer un fonctionnement correct de l'équipement électrique, il peut être nécessaire d'utiliser des conducteurs séparés pour la liaison de protection et la liaison fonctionnelle.



IEC

Circuit de protection:	
(1)	Interconnexion du ou des conducteurs de protection et de la borne PE
(2)	Raccordement des masses
(3)	Raccordement du conducteur de protection à une plaque d'assemblage de l'équipement électrique utilisée comme conducteur de protection
(4)	Raccordement des parties conductrices structurelles de l'équipement électrique
(5)	Parties conductrices structurelles de la machine

Parties raccordées au circuit de protection qui ne doivent pas être utilisées comme conducteur de protection:	
(6)	Canalisations métalliques souples ou rigides
(7)	Gaines ou armure de câbles métalliques
(8)	Tuyauteries métalliques contenant des matériaux inflammables
(9)	Éléments conducteurs étrangers, si mis à la terre de manière indépendante de l'alimentation de la machine et susceptibles d'introduire un potentiel, généralement le potentiel de terre, (voir 17.2 d)), par exemple: tuyauteries métalliques, clôtures, échelles, mains courantes.
(10)	Conduits métalliques souples ou cintrés
(11)	Liaison de protection des câbles d'appui, chemins et échelles de câbles
Raccordements au circuit de protection pour des raisons fonctionnelles:	
(12)	Liaisons fonctionnelles
Légende des désignations de référence:	
T1	Transformateur auxiliaire
U1	Plaque d'assemblage de l'équipement électrique

Figure 4 – Exemple de liaison équipotentielle pour l'équipement électrique d'une machine

8.2 Circuit de protection

8.2.1 Généralités

Le circuit de protection comprend l'interconnexion:

- de la ou des bornes PE (voir 5.2);
- des conducteurs de protection (voir 3.1.51) dans l'équipement de la machine, y compris les contacts glissants lorsqu'ils font partie du circuit;
- des parties conductrices structurelles et des masses de l'équipement électrique;

Exception: voir 8.2.5.

- de ces parties conductrices structurelles de la machine utilisées en vue d'une liaison de protection

Toutes les parties du circuit de protection doivent être conçues pour être capables de résister aux contraintes thermiques et mécaniques les plus importantes qui peuvent être provoquées par des courants de défaut à la terre susceptibles de circuler dans ces parties du circuit de protection.

- La section de chaque conducteur de protection qui ne fait pas partie intégrante d'un câble ou qui ne se situe pas dans une enveloppe commune avec le conducteur de phase ne doit pas être inférieure à
 - 2,5 mm² Cu ou 16 mm² Al en cas de protection contre les dommages mécaniques,
 - 4 mm² Cu ou 16 mm² Al en l'absence de protection contre les dommages mécaniques.

NOTE L'utilisation de l'acier pour un conducteur de protection n'est pas exclue.

Un conducteur de protection qui ne pas partie intégrante d'un câble est considéré comme protégé mécaniquement s'il est installé dans un conduit, une goulotte ou s'il fait l'objet d'une protection similaire. Il n'est pas nécessaire de raccorder les parties conductrices structurelles de l'équipement conforme à 6.3.2.2 au circuit de protection. Il n'est pas nécessaire de raccorder les parties conductrices structurelles de la machine au circuit de protection si tout l'équipement fourni est conforme à 6.3.2.2.

Les masses de l'équipement conforme à 6.3.2.3 ne doivent pas être raccordées au circuit de protection.

Il n'est pas nécessaire de raccorder les masses au circuit de protection lorsque, par leur montage, celles-ci ne présentent pas de danger du fait:

- qu'elles ne peuvent pas être touchées sur de larges surfaces ou saisies par la main et qu'elles sont de faibles dimensions (moins de 50 mm × 50 mm environ); ou
- qu'elles sont placées de telle façon qu'un contact avec des parties actives ou un défaut d'isolement soit improbable.

Cela s'applique aux petites parties telles que vis, rivets, plaques signalétiques et aux parties situées à l'intérieur d'une enveloppe quelles que soient leurs dimensions (par exemple, les électroaimants de contacteurs ou de relais et les parties mécaniques des appareils).

8.2.2 Conducteurs de protection

Les conducteurs de protection doivent être identifiés conformément à 13.2.2.

Les conducteurs en cuivre sont préférentiels. Dans le cas de l'utilisation d'un matériau conducteur autre que le cuivre, la résistance électrique par unité de longueur ne doit pas dépasser la valeur admissible pour un conducteur en cuivre et la section de tels conducteurs ne doit pas être inférieure à 16 mm² pour des raisons de durabilité mécanique.

Les enveloppes ou cadres métalliques, voire les plaques d'assemblage de l'équipement électrique, raccordés au circuit de protection, peuvent être utilisés comme conducteurs de protection s'ils satisfont aux trois exigences suivantes:

- leur continuité électrique doit être assurée par construction ou par un raccordement adapté, de manière à garantir une protection contre toute détérioration mécanique, chimique ou électrochimique;
- ils satisfont aux exigences de 543.1 de l'IEC 60364-5-54:2011;
- ils doivent permettre le raccordement d'autres conducteurs de protection à chaque point de prélèvement prédéterminé.

La section des conducteurs de protection doit être calculée conformément à 543.1.2 de l'IEC 60364-5-54:2011, ou choisie conformément au Tableau 1 (voir 5.2). Voir aussi 8.2.6. et 17.2 (d) du présent document.

Chaque conducteur de protection doit:

- faire partie intégrante d'un câble multiconducteur, ou;
- être dans une enveloppe commune avec le conducteur de phase, ou;
- avoir une section minimale de:
 - 2,5 mm² Cu ou 16 mm² Al en cas de protection contre les dommages mécaniques;
 - 4 mm² Cu ou 16 mm² Al en l'absence de protection contre les dommages mécaniques.

NOTE 1 L'utilisation de l'acier pour un conducteur de protection n'est pas exclue.

Un conducteur de protection qui ne pas partie intégrante d'un câble est considéré comme protégé mécaniquement s'il est installé dans un conduit, une goulotte ou s'il fait l'objet d'une protection similaire.

Les parties suivantes de la machine et son équipement électrique doivent être raccordés au circuit de protection, mais ne doivent pas être utilisés comme conducteurs de protection:

- ~~parties conductrices structurelles de la machine;~~

- canalisations métalliques souples ou rigides;
- gaines ou armure de câbles métalliques;
- tuyauteries métalliques contenant des matériaux inflammables tels que des gaz, des liquides ou des poudres;
- conduits métalliques souples ou cintrés;
- éléments structuraux soumis à une contrainte mécanique en service normal;
- parties métalliques souples; câbles d'appui, chemins et échelles de câble.

NOTE 2 Les informations concernant la protection cathodique sont données en 542.2.5 et 542.2.6 de l'IEC 60364-5-54:2011.

8.2.3 Continuité du circuit de protection

Lorsqu'un élément est retiré quelle que soit la raison (par exemple, un entretien de routine), le circuit de protection pour les éléments restants ne doit pas être coupé.

Les points de raccordement et de liaison doivent être conçus de façon que leur courant maximal admissible ne soit pas diminué par des influences mécaniques, chimiques ou électrochimiques. Lors de l'utilisation d'enveloppes et de conducteurs en aluminium ou alliages d'aluminium, il convient d'accorder une attention particulière à une éventuelle corrosion électrolytique.

Lorsque l'équipement électrique est monté sur des couvercles, des portes ou des plaques de fermeture, la continuité du circuit de protection doit être assurée et un conducteur de protection est recommandé (voir 8.2.2). Lorsqu'un conducteur de protection n'est pas prévu, des systèmes de fermeture, des charnières ou des contacts glissants conçus pour présenter une faible résistance doivent être utilisés (voir 18.2.2, Essai 1).

La continuité des conducteurs au sein de câbles susceptibles d'être endommagés (par exemple, les câbles souples rampants) doit être assurée par des mesures appropriées (par exemple, la surveillance).

Pour les exigences relatives à la continuité des conducteurs utilisant des câbles conducteurs, des barres conductrices et des ensembles de bagues collectrices, voir 12.7.2.

Le circuit de protection ne doit comprendre ni appareil de connexion, ni dispositif de protection contre les surintensités (par exemple, un interrupteur, un fusible), ni d'autres moyens de coupure.

Exception: les liaisons qui ne peuvent pas être ouvertes sans l'usage d'un outil et qui sont situées dans une zone fermée de service électrique peuvent être assurées pour les besoins des essais ou des mesurages.

Lorsque la continuité du circuit de protection peut être interrompue par des collecteurs mobiles de courant ou des ensembles fiche-prise, le circuit de protection doit être coupé par des contacts séquentiels. Cela concerne aussi les éléments démontables ou débrosables (voir aussi 13.4.5).

8.2.4 Points de raccordement du conducteur de protection

Les extrémités de tous les conducteurs de protection doivent être conformes à 13.1.1. Les points de raccordement des conducteurs de protection ne sont pas destinés, par exemple, à fixer des appareils ou des éléments.

Chaque point de raccordement des conducteurs de protection doit être marqué ou étiqueté comme tel par le symbole IEC 60417-5019:2006-08, comme représenté à la Figure 5:

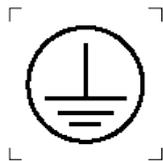


Figure 5 – Symbole IEC 60417-5019: Terre de protection

soit par les lettres PE, le symbole graphique étant préférentiel ou par la combinaison bicolore VERT-ET-JAUNE, ou par toute combinaison des moyens précités.

8.2.5 Machines mobiles

Pour les machines mobiles disposant d'alimentations de puissance embarquées, les conducteurs de protection, les parties conductrices structurelles de l'équipement électrique ainsi que les éléments conducteurs étrangers formant la structure de la machine doivent être tous raccordés à une borne du circuit de protection afin d'assurer la protection contre les chocs électriques. Lorsqu'une machine mobile peut aussi être raccordée à une alimentation extérieure, la borne du circuit de protection doit être le point de connexion du conducteur de protection externe.

NOTE Lorsque l'alimentation électrique est incorporée dans les parties fixes, mobiles ou portatives de l'équipement, et lorsqu'il n'existe pas de source extérieure d'alimentation (par exemple, dans le cas d'un chargeur de batteries embarqué non raccordé), il n'est pas nécessaire de raccorder un tel équipement à un conducteur de protection externe.

8.2.6 Exigences supplémentaires pour un équipement électrique dont les courants de fuite à la terre sont supérieurs à 10 mA

Lorsque l'équipement électrique a un courant de fuite à la terre supérieur à 10 mA en courant alternatif ou en courant continu sur l'un quelconque des conducteurs de protection, une ou plusieurs des conditions suivantes pour l'intégrité de chaque section du circuit de protection associé qui transporte le courant de fuite à la terre doivent être satisfaites:

- a) le conducteur de protection est totalement intégré dans des enveloppes d'équipement électrique ou protégé d'une tout autre manière contre les dommages mécaniques sur toute sa longueur;
- b) le conducteur de protection a une section au moins égale à 10 mm² Cu ou 16 mm² Al;
- c) lorsque le conducteur de protection a une section inférieure à 10 mm² Cu ou 16 mm² Al, un second conducteur de protection de section au moins égale est amené jusqu'au point où le conducteur de protection a une section non inférieure à 10 mm² Cu ou 16 mm² Al. Ceci peut nécessiter que l'équipement électrique dispose d'une borne séparée pour un second conducteur de protection.
- d) l'alimentation est automatiquement coupée en cas de perte de continuité du conducteur de protection.
- e) lorsqu'un ensemble fiche-prise est utilisé, un connecteur industriel conforme à la série IEC 60309, avec une relaxation appropriée des contraintes et une section minimale du conducteur de terre de protection de 2,5 mm² comme partie intégrante d'un câble d'alimentation multiconducteur est prévu.

Les instructions d'installation doivent comporter une indication stipulant que l'équipement doit être installé tel que décrit en 8.2.6.

NOTE Une étiquette d'avertissement peut également être placée de façon contiguë à la borne PE afin d'indiquer que le courant du conducteur de protection dépasse 10 mA.

8.3 Mesures pour limiter les effets d'un courant de fuite élevé

Les effets d'un courant de fuite élevé peuvent être limités à l'équipement sujet à ce courant de fuite élevé par raccordement de cet équipement à un transformateur d'alimentation dédié

disposant d'enroulements séparés. Le circuit de protection doit être raccordé aux masses de l'équipement ainsi qu'à l'enroulement secondaire du transformateur. Le ou les conducteurs de protection entre l'équipement et l'enroulement secondaire du transformateur doivent être conformes à une ou plusieurs des dispositions décrites en 8.2.6.

8.4 Liaisons fonctionnelles

La protection contre un fonctionnement impropre, conséquence de défauts d'isolement, peut être assurée par le raccordement à un conducteur commun conformément à 9.4.3.1.1.

Pour les recommandations concernant les liaisons fonctionnelles afin d'éviter un fonctionnement impropre de la machine dû à des perturbations électromagnétiques, voir 4.4.2 et l'Annexe H.

Il convient que les points de raccordement de liaison fonctionnelle soient marqués ou étiquetés comme tel par le symbole IEC 60417-5020:2002-10 (voir Figure 6):

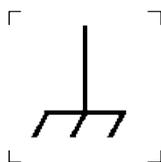


Figure 6 – Symbole IEC 60417-5020: Masse ou châssis

9 Circuits de commande et fonctions de commande

9.1 Circuits de commande

9.1.1 Alimentation des circuits de commande

Lorsque les circuits de commande sont alimentés par une source alternative, les transformateurs disposant d'enroulements séparés doivent être utilisés pour séparer l'alimentation électrique provenant de la source d'alimentation de commande.

Par exemple:

- les transformateurs de commande disposant d'enroulements séparés conformes à l'IEC 61558-2-2,
- les blocs d'alimentation à découpage (conformes à l'IEC 61558-2-16) équipés de transformateurs à enroulements séparés,
- les alimentations basse tension (conformes à l'IEC 61204-7) équipées de transformateurs à enroulements séparés.

Lorsque plusieurs transformateurs sont utilisés, il est recommandé de raccorder leurs enroulements de manière que les tensions secondaires soient en phase.

Exception: Les transformateurs ou les blocs d'alimentation à découpage équipés de transformateurs ne sont pas obligatoires pour les machines à démarreur simple et/ou avec deux dispositifs de commande au maximum (par exemple, dispositif de verrouillage, poste de commande marche/arrêt).

Lorsque des circuits de commande en courant continu issus d'une alimentation en courant alternatif sont raccordés au circuit de protection (voir 8.2.1), ils doivent être alimentés par un enroulement séparé du transformateur de circuit de commande en courant alternatif ou par un autre transformateur de circuit de commande.

9.1.2 Tensions du circuit de commande

La valeur nominale de la tension de commande doit être compatible avec un fonctionnement correct du circuit de commande.

Il convient que la tension nominale des circuits de commande en courant alternatif ne dépasse pas de préférence:

- 230 V pour les circuits à fréquence nominale de 50 Hz,
- 277 V pour les circuits à fréquence nominale de 60 Hz.

Il convient que la tension nominale des circuits de commande en courant continu ne dépasse pas de préférence 220 V.

9.1.3 Protection

Les circuits de commande doivent être fournis avec une protection contre les surintensités conformément à 7.2.4 et 7.2.10.

9.2 Fonctions de commande

9.2.1 Généralités

NOTE Le 9.2 ne spécifie pas les exigences pour les dispositifs utilisés pour mettre en œuvre des fonctions de commande. Des exemples d'exigences concernant les dispositifs sont donnés dans l'Article 10.

9.2.2 Catégories de fonctions d'arrêt

Il existe trois catégories de fonctions d'arrêt:

- arrêt de catégorie 0: arrêt par coupure immédiate de l'alimentation aux actionneurs (c'est-à-dire, un arrêt non contrôlé – voir 3.1.64);
- arrêt de catégorie 1: arrêt contrôlé (voir 3.1.14) en maintenant l'alimentation aux actionneurs jusqu'à l'arrêt de la machine, puis coupure de l'alimentation lorsque l'arrêt est obtenu;
- arrêt de catégorie 2: arrêt contrôlé avec maintien de l'alimentation des actionneurs.

NOTE Pour la coupure de l'alimentation, il peut être suffisant de couper l'alimentation nécessaire pour générer un couple ou une force. Ceci peut être réalisé par débrayage, sectionnement ou coupure, ou par moyen électronique (par exemple, un PDS conformément à la série IEC 61800), etc.

9.2.3 Fonctionnement

9.2.3.1 Généralités

Les fonctions de sécurité et/ou les mesures de protection (par exemple, les verrouillages (voir 9.3)) doivent être prévues si nécessaire pour réduire la possibilité de situations dangereuses.

Dans le cas d'une machine disposant de plus d'un poste de commande, des mesures doivent être prises afin d'assurer que l'initiation des commandes à partir de postes de commande différents ne conduit pas à une situation dangereuse.

9.2.3.2 Marche

Les fonctions de marche doivent agir par mise sous tension du circuit correspondant.

Le démarrage ne doit être possible que si toutes les fonctions de sécurité et/ou les mesures de protection appropriées sont en place et opérationnelles, excepté dans les conditions décrites en 9.3.6.

Pour les machines (par exemple, les machines mobiles) dont les fonctions de sécurité et/ou les mesures de protection ne peuvent pas être utilisées pour certaines manœuvres, le démarrage de telles manœuvres doit être effectué par des commandes à action maintenue associées à des dispositifs de validation, suivant le cas.

~~Il convient d'envisager de mettre en place des signaux de mise en garde acoustiques et/ou visuels avant le démarrage de manœuvres dangereuses des machines.~~

La mise en place des signaux de mise en garde acoustiques et/ou visuels avant le démarrage de manœuvres dangereuses des machines doit être envisagée lors l'appréciation du risque. Lorsque l'appréciation du risque détermine que l'un ou l'autre ou les deux sont exigés, le niveau d'émission de ces signaux de mise en garde doit être adapté à l'environnement prévu.

Des verrouillages appropriés doivent être prévus si nécessaires pour une séquence de démarrage correcte.

Dans le cas de machines nécessitant l'utilisation de plusieurs postes de commande pour déclencher une mise en marche, chacun de ces postes de commande doit avoir un appareil de commande de mise en marche séparé et actionné manuellement. Les conditions pour déclencher une mise en marche doivent être:

- toutes les conditions exigées pour le fonctionnement de la machine doivent être satisfaites, et
- tous les dispositifs de commande de mise en marche doivent être en position «relâchée», puis
- tous les dispositifs de commande de mise en marche doivent être manœuvrés de façon concomitante (voir 3.1.7).

9.2.3.3 Arrêt

Des fonctions d'arrêt de catégorie 0 et/ou arrêt de catégorie 1 et/ou arrêt de catégorie 2 doivent être prévues comme indiqué par l'appréciation du risque et par les exigences fonctionnelles pour la machine (voir 4.1).

NOTE 1 L'appareil de sectionnement de l'alimentation (voir 5.3), lorsqu'il est manœuvré, réalise un arrêt de catégorie 0.

Les fonctions d'arrêt doivent être prioritaires sur les fonctions associées de mise en marche.

Lorsque plus d'un poste de commande est fourni, les commandes d'arrêt de chaque poste de commande doivent être effectives lorsque l'appréciation du risque de la machine l'exige.

NOTE 2 Lorsque les fonctions d'arrêt sont déclenchées, il peut être nécessaire d'interrompre les fonctions de la machine autres que les fonctions de déplacement.

9.2.3.4 Manœuvres d'urgence (arrêt d'urgence, coupure d'urgence)

9.2.3.4.1 Généralités

L'arrêt d'urgence et la coupure d'urgence sont des mesures de protection complémentaires qui ne constituent pas des dispositifs principaux de réduction du risque pour les dangers (par exemple, emprisonnement, happement, enroulement, choc électrique ou brûlure) sur une machine (voir l'ISO 12100).

La présente partie de l'IEC 60204 spécifie les exigences relatives aux fonctions d'arrêt d'urgence et de coupure d'urgence pour les manœuvres d'urgence énumérées dans l'Annexe E, ces deux fonctions étant destinées à être déclenchées par une seule action humaine.

Une fois que la manœuvre active d'un organe de manœuvre d'arrêt d'urgence (voir 10.7) ou de coupure d'urgence (voir 10.8) a cessé après une commande d'arrêt ou de coupure, l'effet de cette commande doit être maintenu jusqu'à ce qu'elle soit réinitialisée. Cette réinitialisation ne doit être possible que par une action manuelle sur le dispositif pour lequel la commande a été initiée. La réinitialisation de la commande ne doit pas redémarrer la machine, mais seulement autoriser le redémarrage.

Il ne doit pas être possible de redémarrer la machine tant que toutes les commandes d'arrêt d'urgence n'ont pas été réinitialisées. Il ne doit pas être possible de réalimenter la machine tant que toutes les commandes de coupure d'urgence n'ont pas été réinitialisées.

9.2.3.4.2 Arrêt d'urgence

Les exigences relatives aux aspects fonctionnels des équipements d'arrêt d'urgence sont données dans l'ISO 13850.

L'arrêt d'urgence doit fonctionner soit comme un arrêt de catégorie 0 soit comme un arrêt de catégorie 1. Le choix de la catégorie d'arrêt de l'arrêt d'urgence dépend des résultats de l'appréciation du risque de la machine.

Exception: Pour éviter de créer d'autres risques, il peut être nécessaire, dans certains cas, de réaliser un arrêt contrôlé et de maintenir l'énergie fournie aux actionneurs même après l'arrêt. La condition d'arrêt doit être surveillée et dès détection de la défaillance de cette condition, l'énergie doit être supprimée sans créer une situation dangereuse.

Outre les exigences pour un arrêt données en 9.2.3.3, la fonction d'arrêt d'urgence est soumise aux exigences suivantes:

- elle doit être prioritaire par rapport à toutes les autres fonctions et manœuvres dans tous les modes;
- elle doit arrêter le mouvement dangereux aussi rapidement que possible sans créer d'autres dangers;
- la réinitialisation ne doit pas provoquer un redémarrage.

9.2.3.4.3 Coupure d'urgence

Les aspects fonctionnels de la coupure d'urgence sont donnés en 536.4 de l'IEC 60364-5-53:20042019.

Il convient de fournir une coupure d'urgence dans les cas où:

- la protection principale (par exemple, pour des câbles conducteurs, des barres conductrices, des ensembles de bagues collectrices, l'appareillage de commande dans des zones de service électrique) est seulement réalisée par mise hors de portée, ou par mise en place d'obstacles (voir 6.2.6); ou
- d'autres dangers ou dommages dus à l'électricité peuvent se produire.

La coupure d'urgence est réalisée par la coupure de l'alimentation appropriée de la machine au moyen d'appareils de connexion électromécaniques, réalisant un arrêt de catégorie 0 des actionneurs raccordés à cette alimentation. Lorsqu'une machine ne peut supporter cet arrêt de catégorie 0, il peut être nécessaire de prévoir d'autres mesures, par exemple, une protection principale, de manière que cette coupure d'urgence ne soit pas nécessaire.

9.2.3.5 Modes de fonctionnement

Chaque machine peut avoir un ou plusieurs modes de fonctionnement (par exemple, mode manuel, mode automatique, mode de réglage, mode de maintenance) déterminés par le type de machine et son application.

Lorsque la machine a été conçue et fabriquée de manière à pouvoir être utilisée dans plusieurs modes de commande ou de fonctionnement nécessitant différentes mesures de protection et ayant une incidence différente sur la sécurité, elle doit être équipée d'un sélecteur de mode qui peut être verrouillé dans chaque position (par exemple, un commutateur à clé). Chaque position du sélecteur doit être clairement identifiable et doit correspondre à un seul mode de fonctionnement ou de commande.

Le sélecteur de mode peut être remplacé par une autre méthode de sélection (par exemple, un code d'accès) qui restreint l'utilisation de certaines fonctions de la machine à certaines catégories d'opérateurs.

La sélection d'un mode ne doit pas par elle-même provoquer la mise en marche de la machine. Une manœuvre séparée de la commande de mise en marche doit être exigée.

Les fonctions de sécurité et/ou les mesures de protection appropriées pour chaque mode de fonctionnement particulier doivent être mises en œuvre.

L'indication du mode de fonctionnement choisi doit être prévue (par exemple, la position du sélecteur de mode, la mise en place d'un voyant lumineux, l'indication visuelle sur un écran).

9.2.3.6 Surveillance de l'action des commandes

Tout mouvement ou toute action d'une machine ou d'une partie de machine qui peut entraîner une situation dangereuse doit être surveillé(e) en prévoyant, par exemple, des limiteurs de course, la détection de la survitesse des moteurs, la détection de la surcharge mécanique ou des appareils anticollision.

NOTE Sur certaines machines à commande manuelle (par exemple, machine de perçage à commande manuelle), les opérateurs assurent la surveillance.

9.2.3.7 Commandes nécessitant une action maintenue

Les commandes nécessitant une action maintenue doivent nécessiter une activation continue du ou des dispositifs de commande pour effectuer une manœuvre.

9.2.3.8 Commandes bimanuelles

Trois types de commandes bimanuelles sont définis dans l'ISO 13851, leur choix dépendant de l'appréciation du risque. Elles doivent comporter les caractéristiques suivantes:

Type I: ce type exige:

- la présence de deux dispositifs de commande et leur manœuvre concomitante par les deux mains;
- une manœuvre concomitante et continue au cours d'une situation dangereuse;
- le fonctionnement de la machine doit s'interrompre dès que l'un des deux ou les deux dispositifs de commande sont relâchés alors que la situation dangereuse est encore présente.

Un dispositif de commande bimanuelle de Type I n'est pas considéré comme étant adapté pour le démarrage d'une manœuvre dangereuse.

Type II: une commande de Type I nécessitant le relâchement des deux dispositifs de commande avant de pouvoir réinitialiser la mise en marche de la machine.

Type III: une commande de Type II nécessitant une action concomitante des dispositifs de commande dans les conditions suivantes:

- il doit être nécessaire de manœuvrer les dispositifs de commande dans un intervalle de temps limité ne dépassant pas 0,5 s;
- si cette limite de temps est dépassée, les deux dispositifs de commande doivent être relâchés avant de pouvoir réinitialiser la mise en marche de la machine.

9.2.3.9 Appareil de commande de validation

Un appareil de commande de validation (voir aussi 10.9) est un verrouillage de fonction de commande manœuvré manuellement qui:

- a) lorsqu'il est activé, autorise la mise en marche d'une machine par une commande de démarrage séparée, et
- b) lorsqu'il est désactivé
 - initie une fonction d'arrêt, et
 - empêche la mise en marche de la machine.

Un appareil de commande de validation doit être disposé de façon à réduire le plus possible la possibilité de neutralisation, par exemple, en exigeant la désactivation de l'appareil de commande de validation avant de pouvoir réinitialiser la mise en marche de la machine.

9.2.3.10 Commandes marche-arrêt combinées

Les boutons-poussoirs et dispositifs de commande analogues, qui alternativement démarrent et arrêtent un mouvement lorsqu'ils sont actionnés, ne doivent être prévus que pour des fonctions qui ne peuvent pas produire de situation dangereuse.

9.2.4 Système de commande sans fil (CCS)

9.2.4.1 Exigences générales

Le 9.2.4 traite des exigences fonctionnelles pour les systèmes de commande utilisant des techniques sans fil (par exemple, les commandes radio, infrarouge) pour la transmission de signaux et de données de commande entre un ou des postes de commande opérateur et d'autres parties du ou des systèmes de commande.

NOTE 1 La référence à une machine au 9.2.4 est destinée à être lue comme suit: "machine ou partie(s) d'une machine".

~~Des exigences de fiabilité de transmission peuvent s'avérer nécessaires pour les fonctions de sécurité d'un système de commande sans fil (CCS) qui reposent sur la transmission de données (par exemple, arrêt actif relatif à la sécurité, commandes de mouvement).~~

Lorsqu'une fonction de sécurité d'un système de commande sans fil (CSC) repose sur la transmission de données, la fiabilité de transmission doit être prise en compte.

La fonctionnalité et le temps de réaction du CCS doivent être adaptés à l'application basée sur l'appréciation du risque.

NOTE 2 L'IEC 61784-3 décrit les défaillances de communication des réseaux de même nature, ainsi que les exigences concernant la transmission de données relatives à la sécurité.

NOTE 3 ~~D'autres exigences concernant les systèmes de commande sans fil sont en cours d'élaboration par l'IEC TC 44 dans le projet IEC 62745⁴.~~ L'IEC 62745 s'applique aux systèmes de commande sans fil pour l'équipement électrique des machines.

⁴ ~~À l'étude.~~