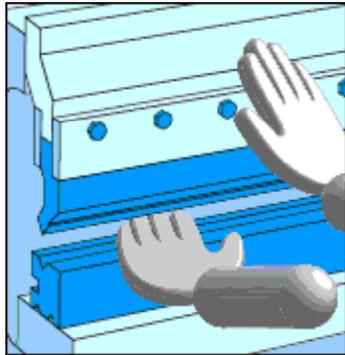
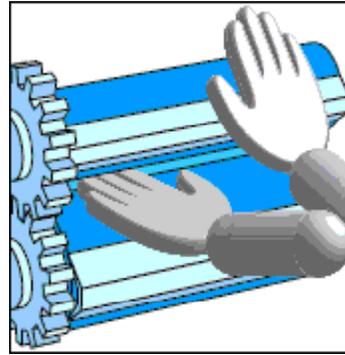


Les risques liés aux machines

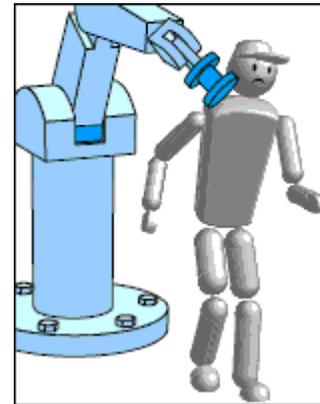
Risques mécaniques



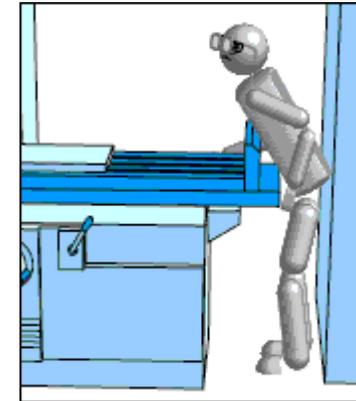
Cisaillement



Happement

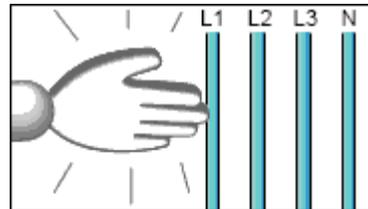


Choc



Écrasement

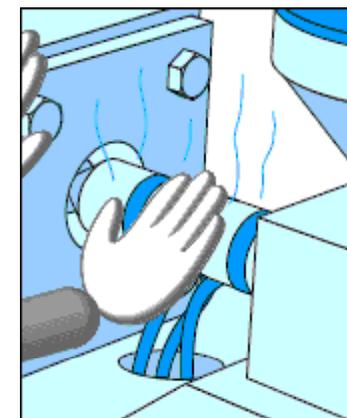
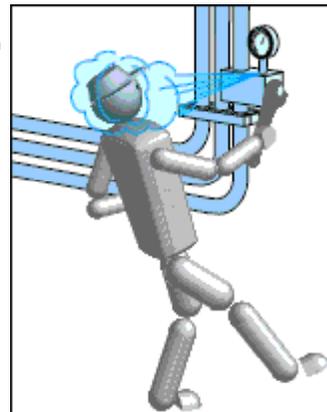
Risques électriques



Électrisation
Électrocution

Risques physico-chimiques

Substances
dangereuses



Brûlures

<http://www.inrs.fr/>

Les techniques de la sécurité

Le système de protection d'une machine contre les risques mécaniques peut être réalisé par :

- barrières de suppression du risque
 - protecteurs fixes
 - protecteurs mobiles
- barrières de détection des personnes dans la zone à risque
 - dispositif optoélectronique
 - tapis ou bord sensible à la pression

Diverses techniques sont utilisées pour améliorer la sécurité :

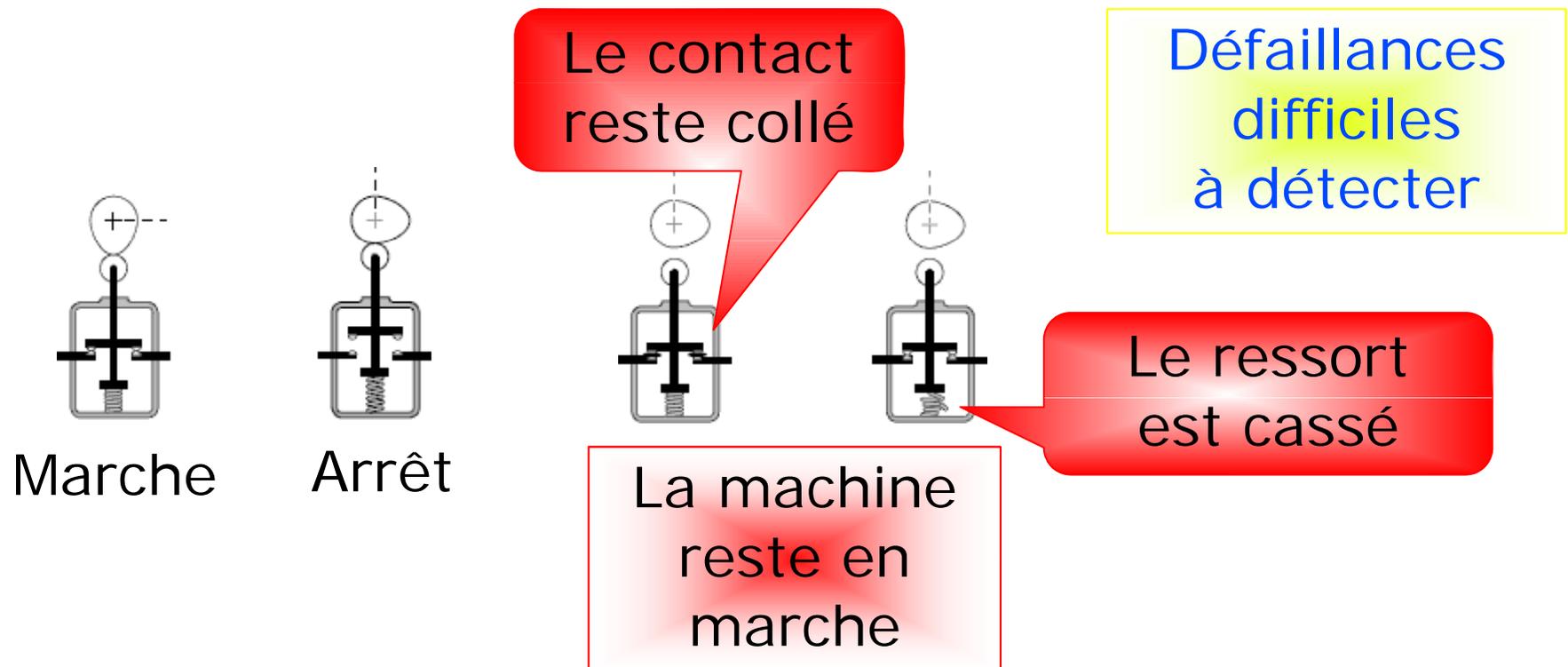
- contrôle de la présence du protecteur
- sûreté de fonctionnement de l'arrêt d'urgence
- contrôle de la défaillance des éléments de sécurité

Les normes prises en compte sont :

EN 954, EN 1050, EN 12100-1 et EN 12100-2

Capteur en mode négatif

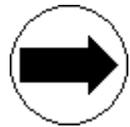
pas d'action sur le capteur : le contact s'ouvre



Si le capteur est unique il doit être installé en mode positif

Capteur en mode positif

action sur le capteur : le contact s'ouvre



symbole selon norme
NF EN 60947-5-1



Marche



Arrêt



Le galet est
est usé



Le
capteur
est
dérégulé

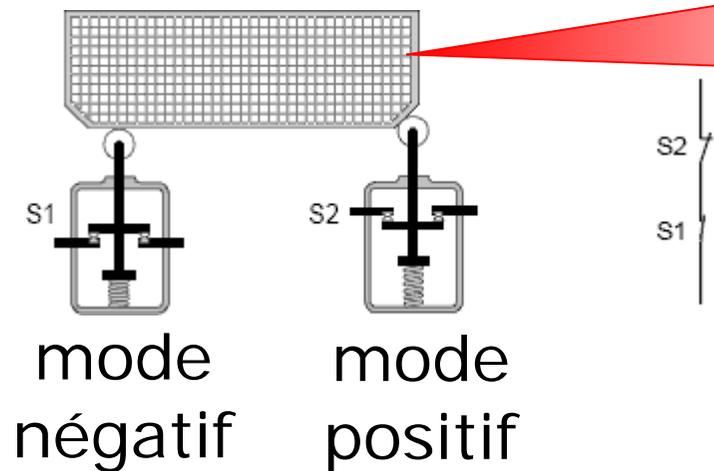
La machine
reste en
marche

Défaillances
faciles
à détecter

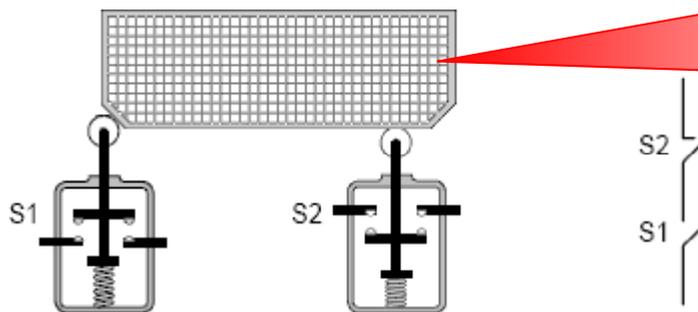
Le capteur installé en mode positif peut être associé
à un capteur installé en mode négatif

Mode combiné

L'association des 2 modes précédents par l'utilisation d'un capteur en mode positif et d'un capteur en mode négatif permet de s'affranchir des défauts de même nature sur les deux capteurs



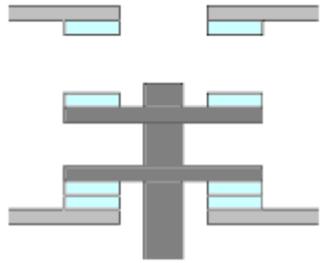
Le protecteur est fermé
La machine est en marche



Le protecteur est ouvert
La machine est à l'arrêt

Le mode combiné donne un niveau de sécurité supérieur

Contacts mécaniquement liés

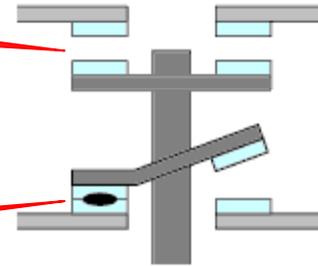


Les contacts sont liés mécaniquement afin que le contact à ouverture et le contact à fermeture ne puissent pas être fermés simultanément

Le contact ne peut pas se fermer

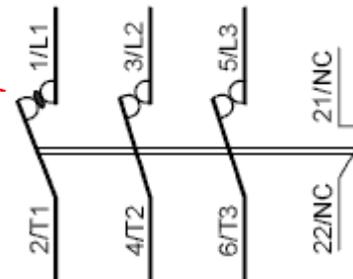
Si un contact reste collé
l'autre ne peut pas se fermer

Le contact est soudé



Le pôle de puissance est soudé

Exemple:
contact auxiliaire d'un contacteur



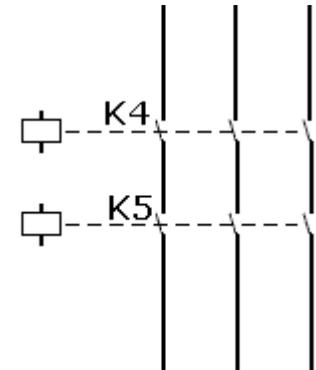
Le contact
auxiliaire
ne peut pas
se fermer

Redondance

La redondance consiste à palier la défaillance d'un organe par le bon fonctionnement d'un autre en faisant l'hypothèse qu'ils ne seront pas défectueux simultanément

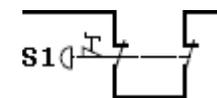
Exemple 1:

Utilisation de 2 contacteurs
avec mise en série de leurs pôles de puissance
Si un contacteur reste collé
l'autre peut quand même ouvrir le circuit



Exemple 2:

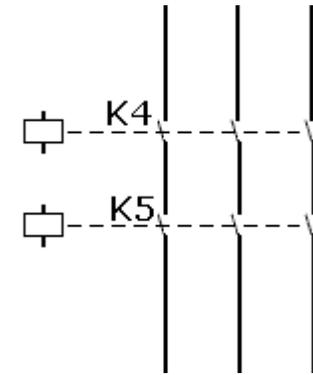
Utilisation de 2 contacts sur un arrêt d'urgence
Si un contact reste collé
l'autre peut quand même ouvrir le circuit



Auto-contrôle (ou auto-surveillance)

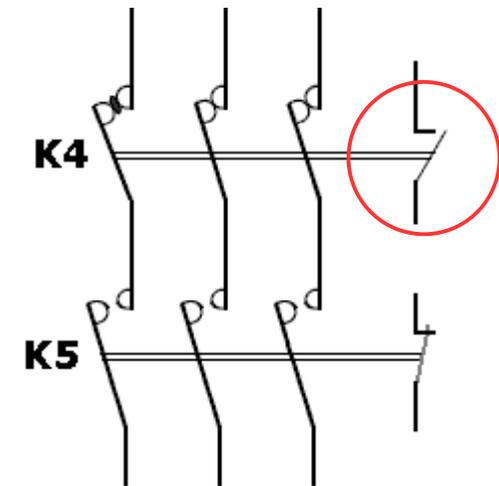
L'auto-contrôle consiste à vérifier automatiquement le fonctionnement d'un organe

Si l'un des contacteurs reste collé
ce défaut n'est pas détecté et n'est pas réparé
Un défaut sur l'autre contacteur
peut ensuite apparaître
et mettre la sécurité en cause



Exemple: auto-contrôle par contact auxiliaire
Si K4 reste collé
son contact auxiliaire reste ouvert

Un nouveau démarrage de la machine
peut alors être interdit
par auto-contrôle de ce contact
lors de la procédure de démarrage



Coordination

La coordination est une association de matériels sur le démarreur qui garantit une sécurité d'emploi

Il existe 3 types de coordination:

- coordination de type 1: les dommages causés aux constituants du démarreur sont admis
- coordination de type 2 : la soudure des contacts est admise si les contacts sont facilement séparables
- coordination totale : aucun dommage ni risque de soudure ne sont admis

Les dispositifs d'arrêt d'urgence

L'arrêt d'urgence peut être

- de **catégorie 0**
coupure immédiate de l'alimentation en énergie
- de **catégorie 1** (arrêt contrôlé)
l'alimentation en énergie n'est coupée que lorsque l'arrêt est obtenu (exemple : freinage par injection de courant)
- de **catégorie 2**
arrêt contrôlé puis maintien de l'alimentation des actionneurs après l'arrêt



Les dispositifs d'arrêt d'urgence

Le bouton d'arrêt d'urgence doit

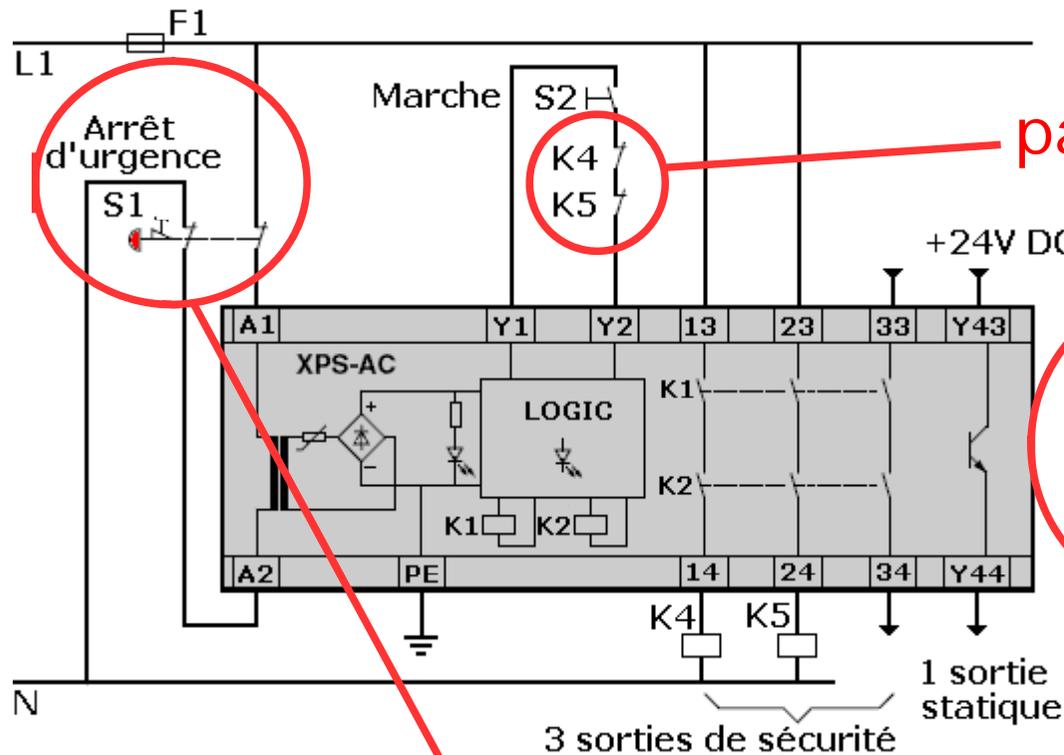
- être **opérationnel** et **prioritaire** à tout instant
- pouvoir être actionné **facilement** (forme de champignon)
- être de couleur **rouge** (sur fond **jaune**)
- fonctionner suivant le principe d'action **positive**

L'ordre d'arrêt d'urgence doit pouvoir être **maintenu** jusqu'au **réarmement** qui ne doit être possible que par **action manuelle** et qui ne doit pas entraîner de **conditions dangereuses** ni provoquer le **redémarrage**

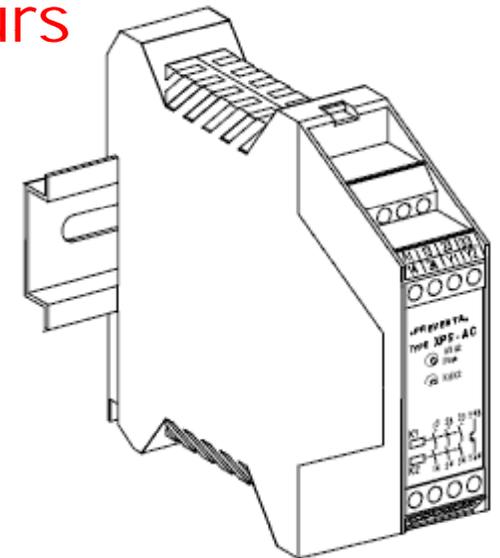
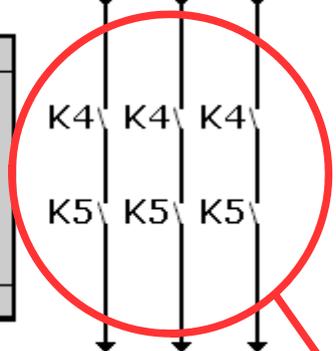


Les dispositifs d'arrêt d'urgence

Exemple d'application :
module de surveillance **XPS-AC** pour circuits d'arrêt d'urgence



auto-contrôle
par contacts auxiliaires
des contacteurs



redondance
par mise en série
des pôles des contacteurs

redondance
par mise en série
des contacts
du bouton d'arrêt d'urgence

<http://www.schneider-electric.fr/>

Les organes de service

Les commandes des machines doivent être **facilement identifiables**

Les manoeuvres doivent être **rapides, sûres et sans équivoque**

Les commandes de mise en marche par interrupteur doivent être remplacées par des **systèmes auto-alimentés** (commandes par impulsion) afin d'éviter les remises en marche intempestives (au rétablissement de la tension)

Les **couleurs recommandées** sont :

- blanc (vert) : mise en marche ou mise sous tension
- noir (rouge) : arrêt ou mise hors tension
- jaune : suppression des conditions anormales
- rouge : arrêt d'urgence

Un **marquage** est recommandé (I , O ...)



Couleurs des voyants

Couleur	Signification
VERT	Normal
ROUGE	Urgence
BLEU	Obligation
JAUNE	Anormal
Blanc	Neutre



Couleurs des conducteurs

Couleur	Utilisation
NOIR	Circuit de puissance
ROUGE	Circuit de commande (alternatif)
BLEU	Circuit de commande (continu)
VERT JAUNE	Conducteur de protection
BLEU CLAIR	Conducteur de neutre

Les dispositifs d'interverrouillage

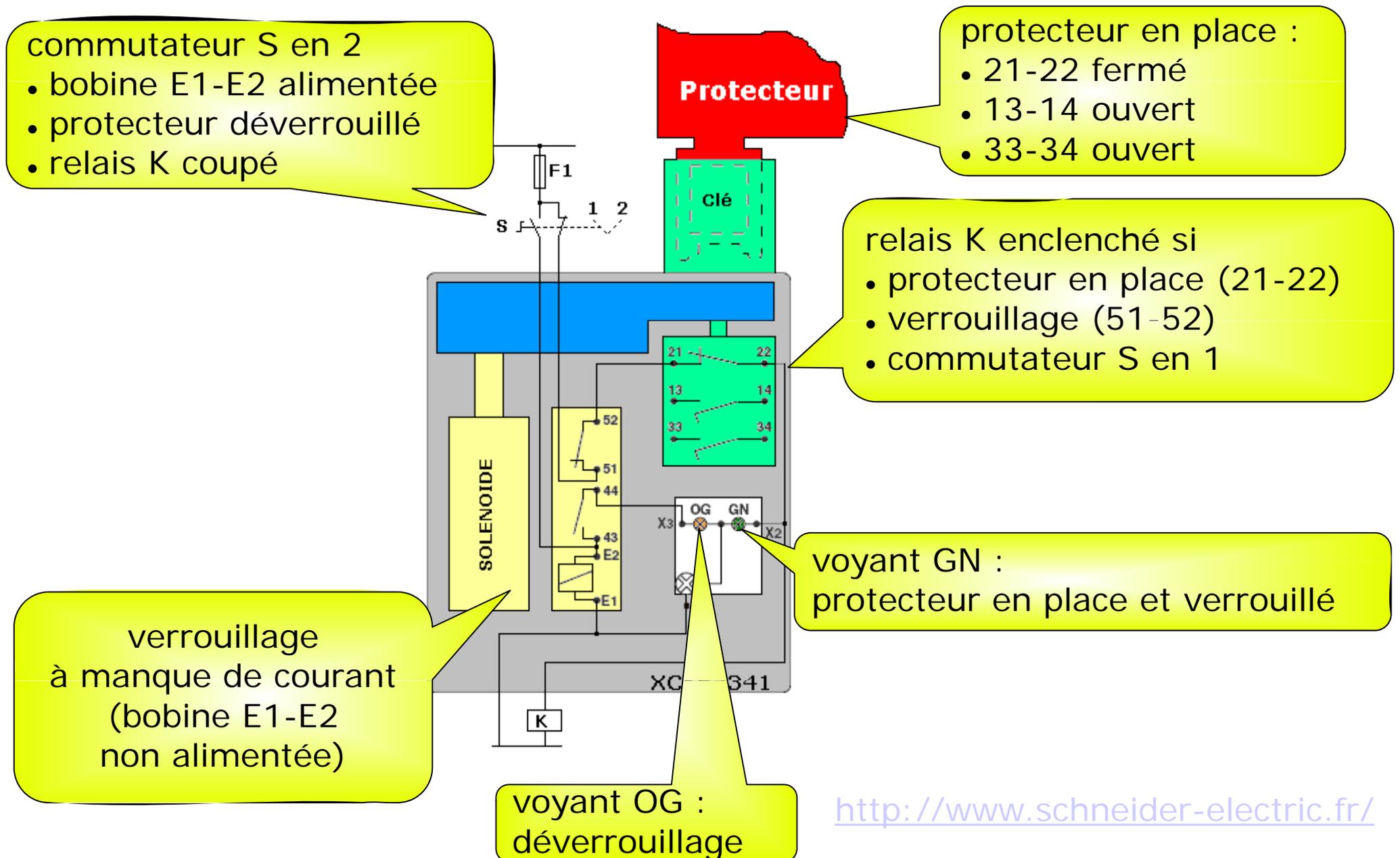
Les fonctions dangereuses de la machine
ne peuvent être réalisées
que si le **protecteur** est **fermé** et **bloqué**

Le protecteur reste fermé et bloqué
jusqu'à ce que le risque de blessure
dû aux fonctions dangereuses ait disparu

La fermeture et le blocage du protecteur
ne provoquent pas à eux seuls
la **mise en marche** de la machine

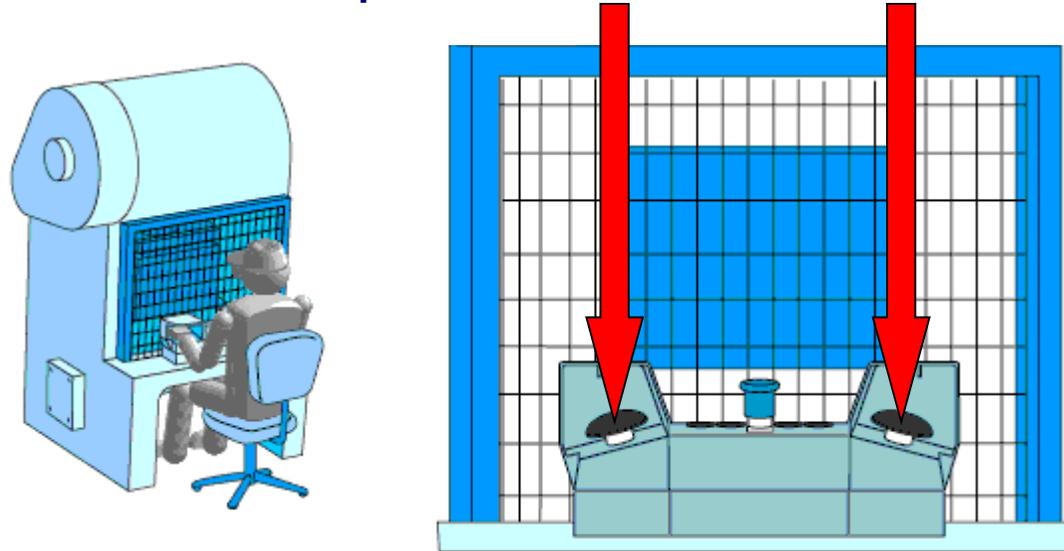
Les dispositifs d'interverrouillage

Exemple d'application : module d'interverrouillage **XCSE 5341**



Les commandes bimanuelles

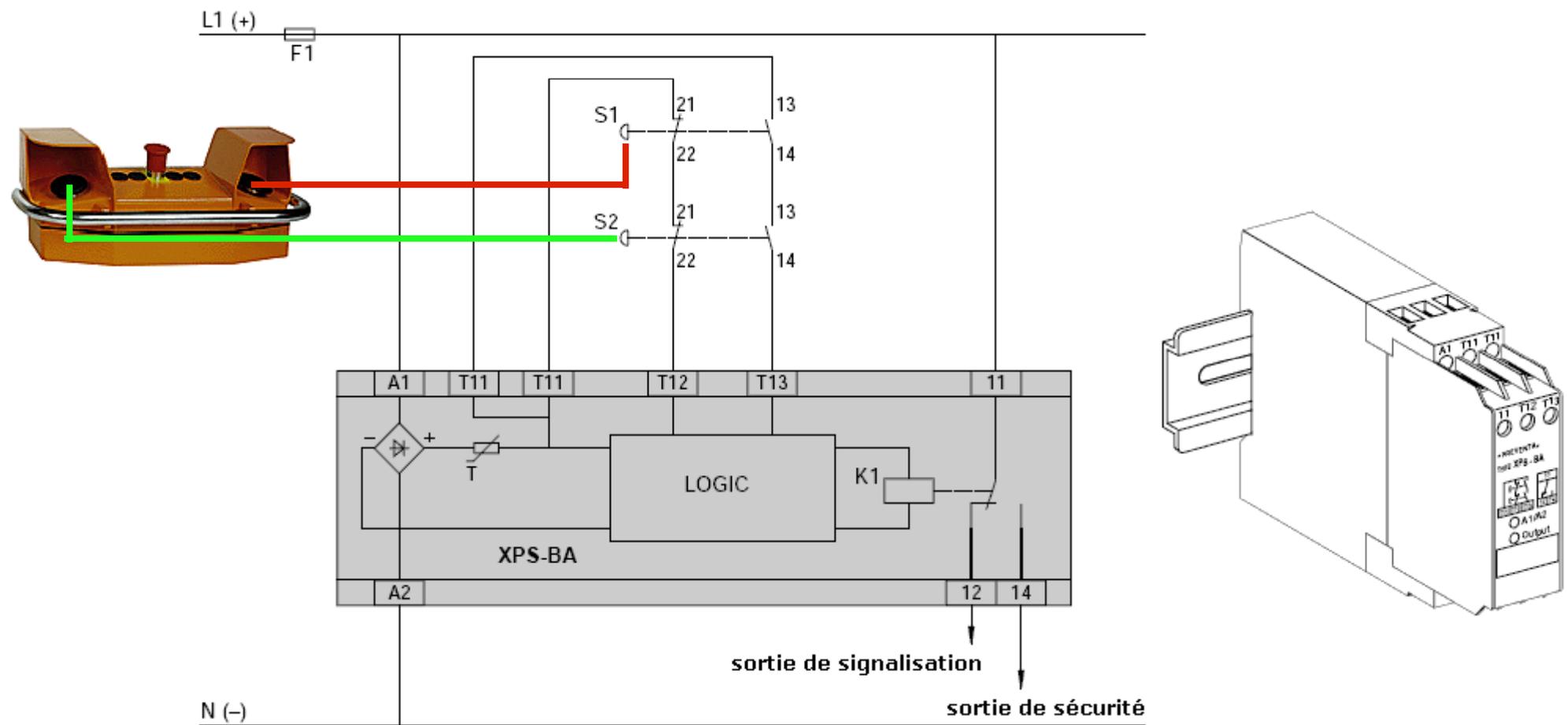
La commande bimanuelle est un moyen de protection par **occupation simultanée des deux mains** tant que subsiste le risque



Pour déclencher le mouvement dangereux les deux unités de commande (boutons-poussoirs) doivent être **actionnées simultanément** ($t < 0,5$ sec)
Au relâchement d'un seul des deux boutons-poussoirs l'ordre de commande est annulé

Les commandes bimanuelles

Exemple d'application : module XPS-BA



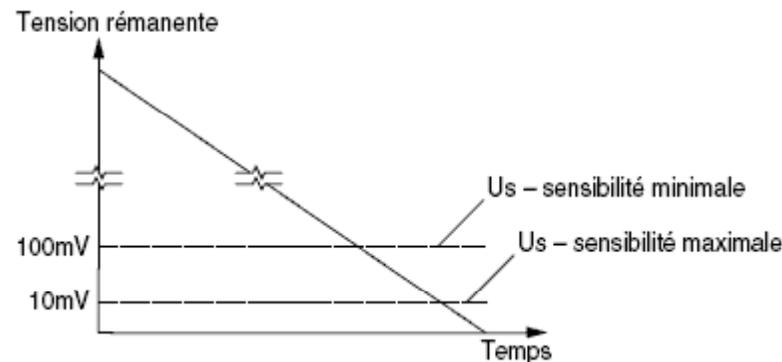
<http://www.schneider-electric.fr/>

Les détecteurs de vitesse nulle

Ils sont utilisés pour la détection de l'arrêt des moteurs dans :

- les commandes avec inversion du sens de rotation
- le déblocage du verrouillage des protecteurs mobiles

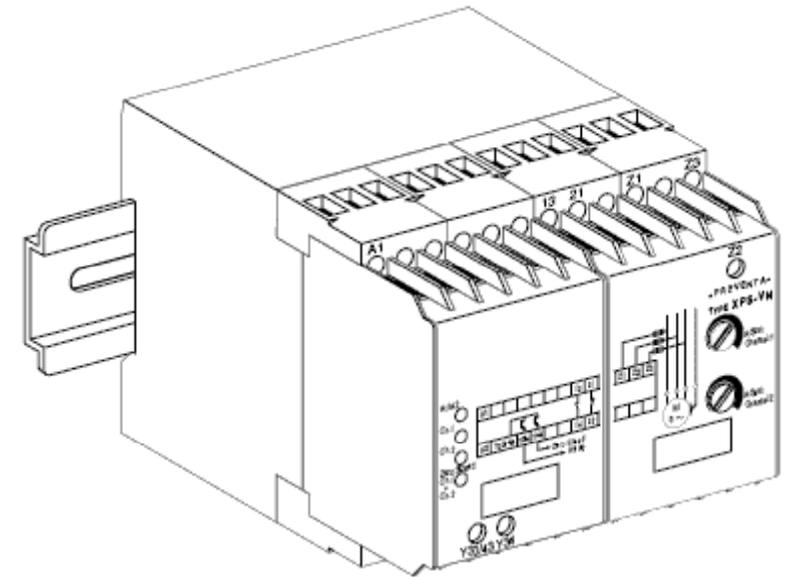
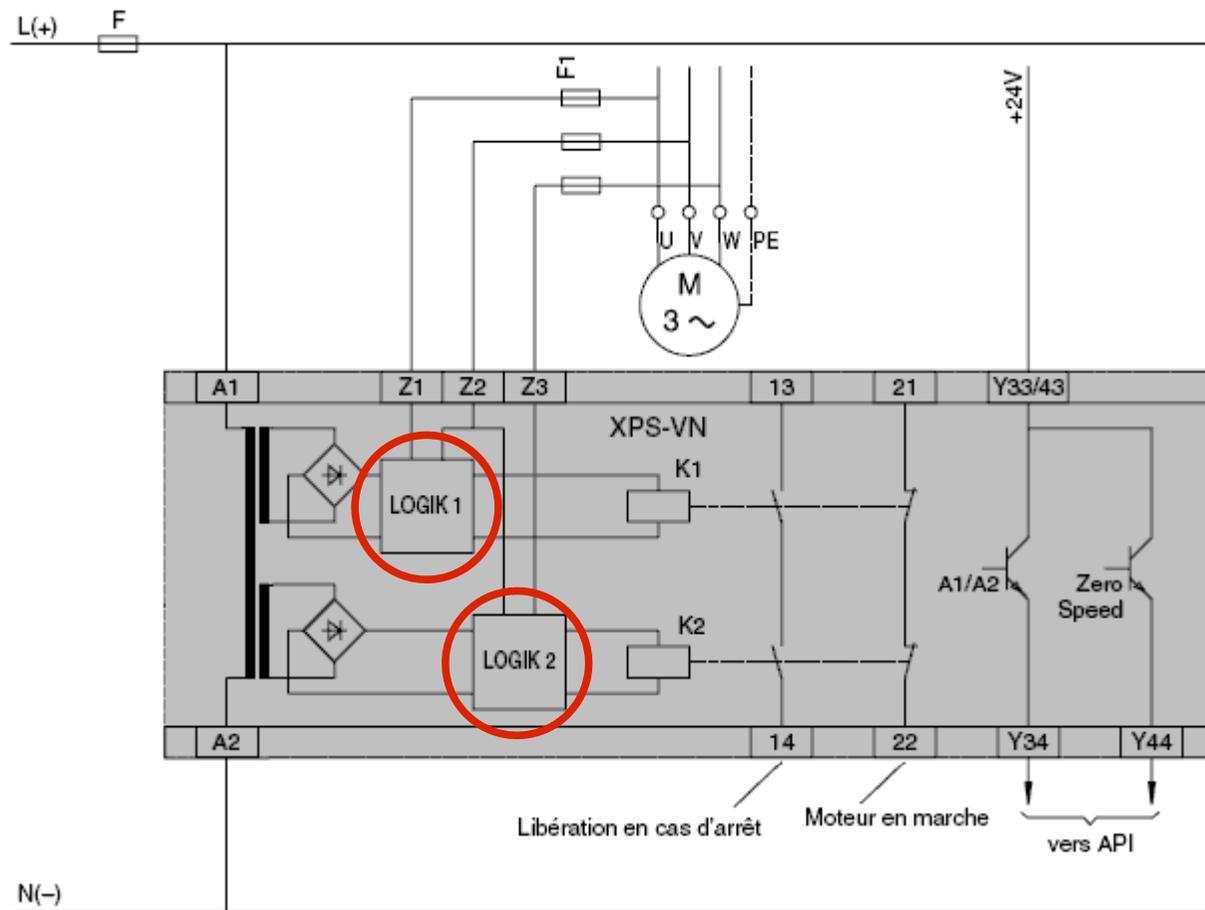
Lors du ralentissement les moteurs asynchrones produisent une tension due au magnétisme résiduel dont la valeur décroît avec la vitesse de rotation



Cette tension rémanente est mesurée par le module de sécurité pour permettre la détection de l'arrêt du moteur

Les détecteurs de vitesse nulle

Exemple d'application : module XPS-VN

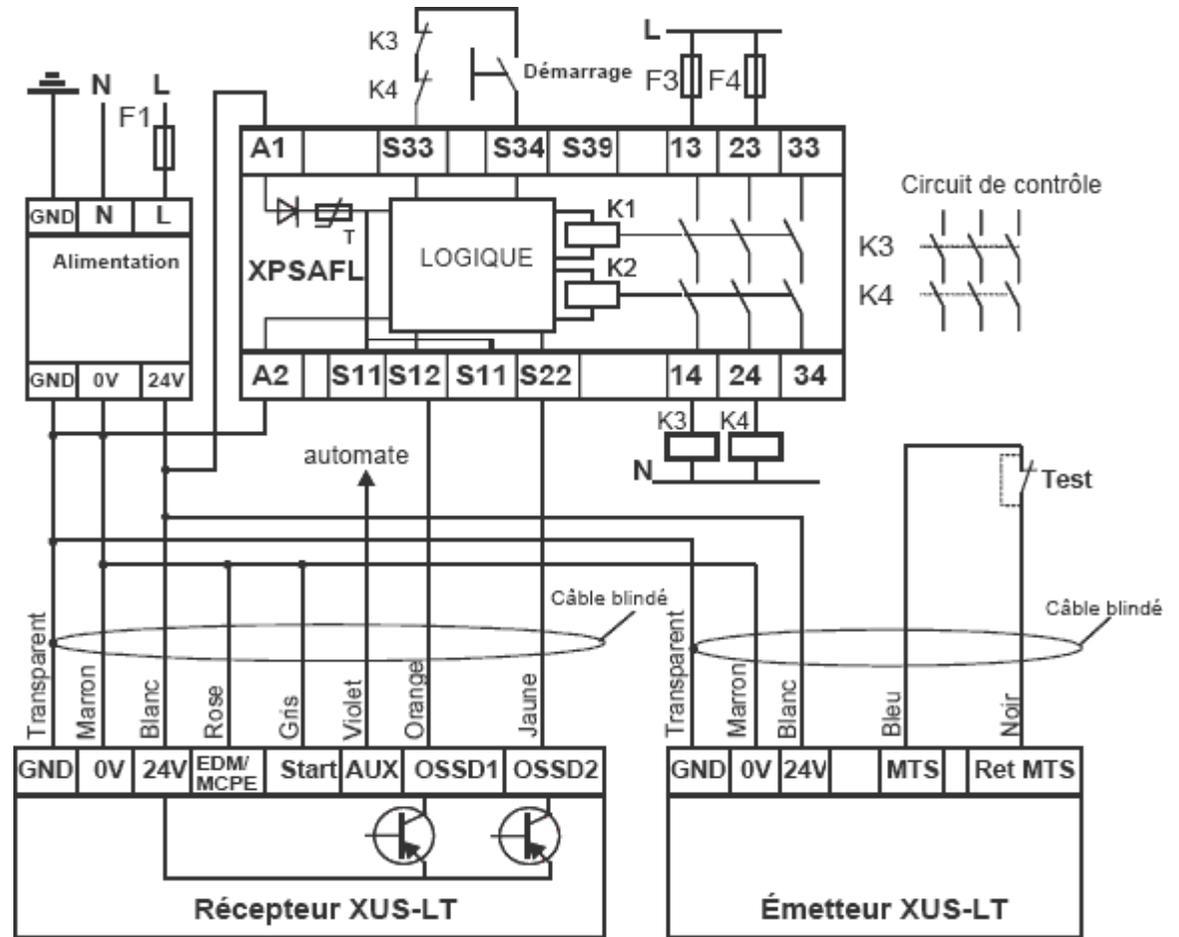
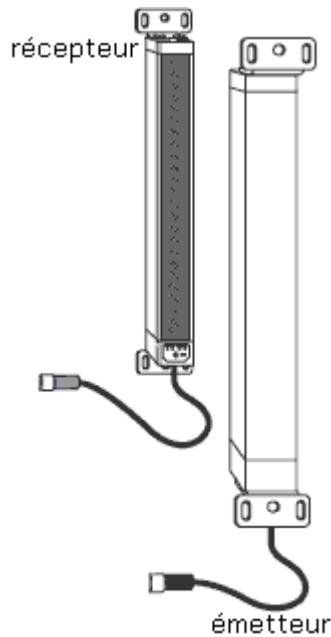
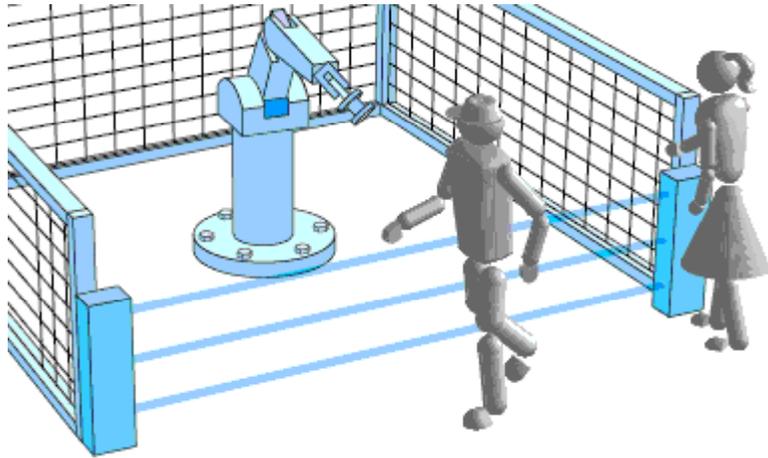


Redondance sur le contrôle de la vitesse

<http://www.schneider-electric.fr/>

La détection des personnes

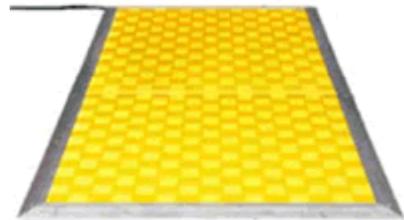
Équipements de protection sensibles opto-électroniques



<http://www.schneider-electric.fr/>

La détection des personnes

Équipements de protection sensibles à la pression



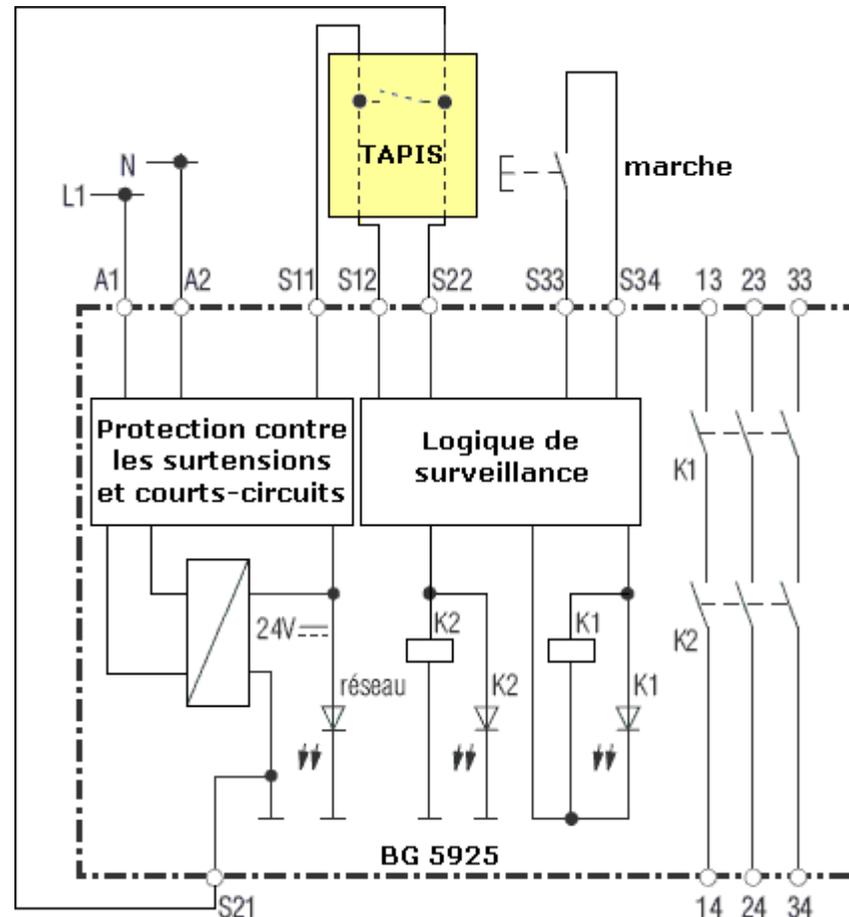
tapis sensible



bord sensible

Exemple d'application : module **BG 5925**

- Fermeture des contacts K1-K2 si bouton marche appuyé et tapis activé
- Ouverture des contacts K1-K2 si tapis non activé



<http://www.dold.com/>

Dispositifs de freinage

Frein à manque de courant

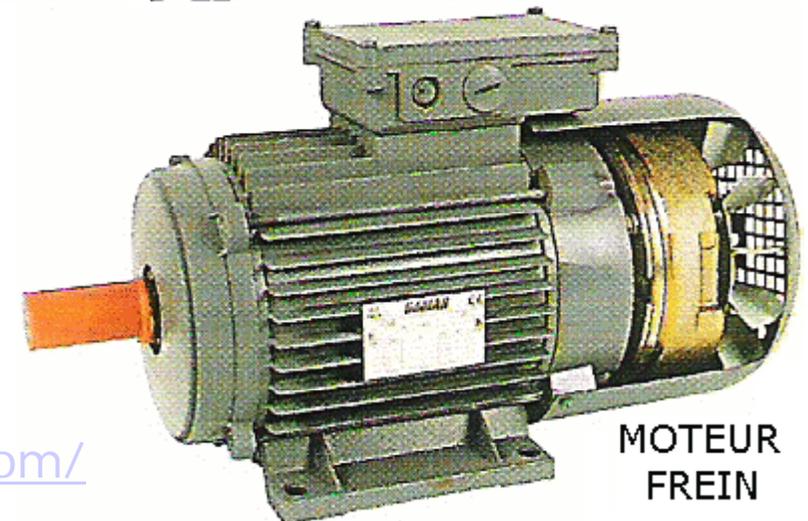
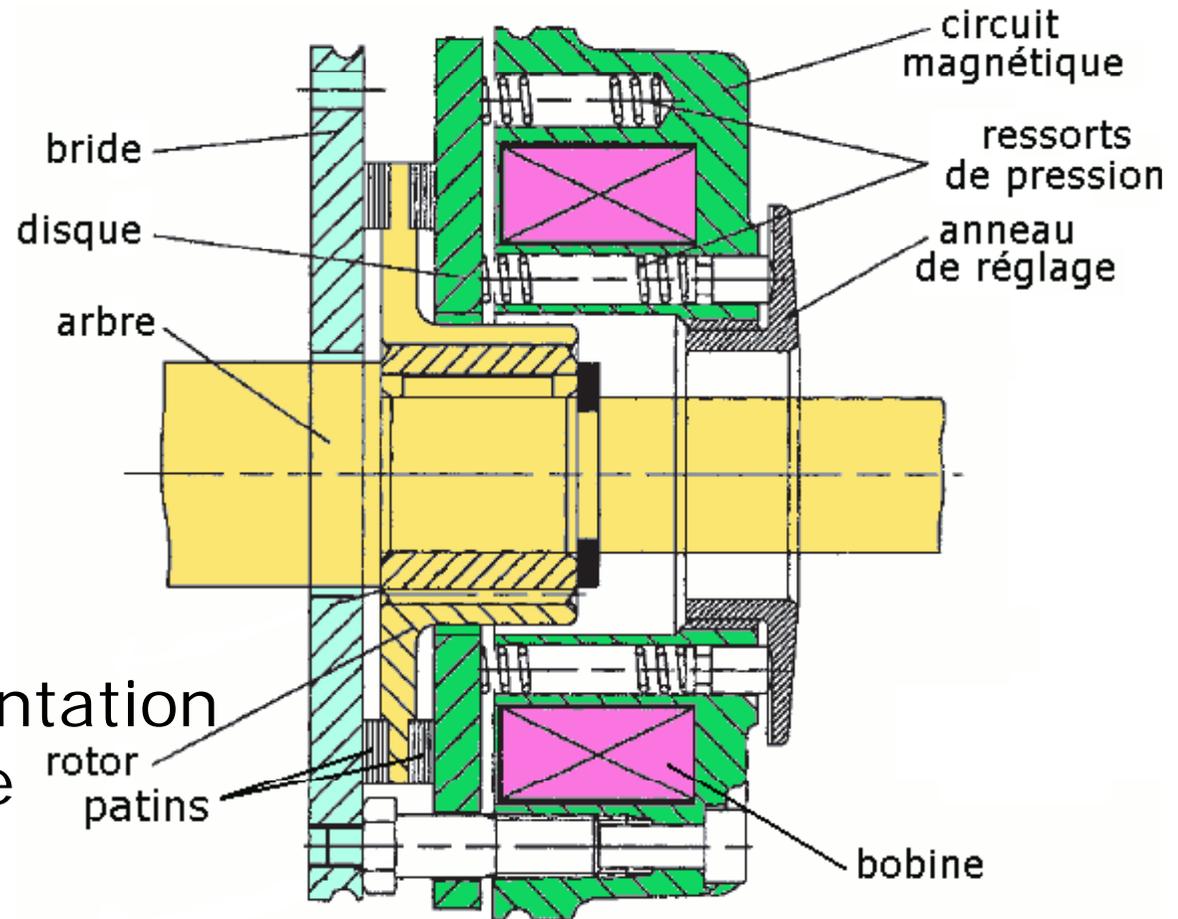
Lorsque l'alimentation du moteur est coupée le disque de freinage est plaqué contre les patins sous l'action des ressorts

Avantages

- sécurité de freinage en cas de coupure d'alimentation
- déblocage manuel possible

Inconvénients

- utilisation d'un moteur frein
- adaptation mécanique importante d'une motorisation standard associée à un module de freinage



<http://www.lambertmoteurs.com/>

Dispositifs de freinage

Frein par injection de courant continu

Le freinage du moteur asynchrone est obtenu par l'alimentation du stator en courant continu

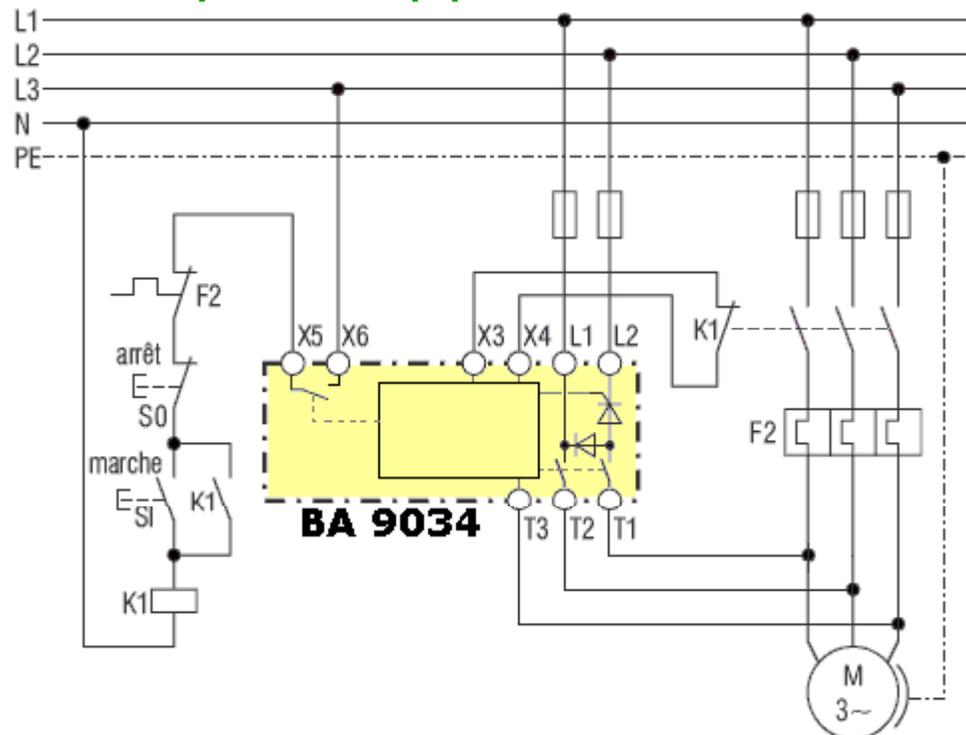
La machine devient alternateur

Elle débite dans son rotor en court-circuit

L'intensité du courant continu règle la puissance de freinage



Exemple d'application : module **BA 9034**



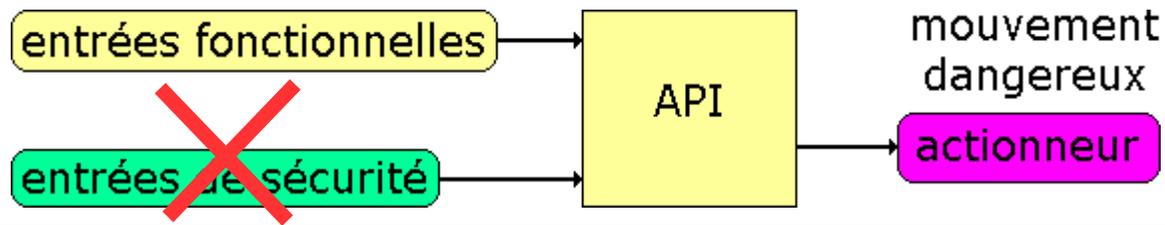
Avantages

- freinage doux et constant
- pas d'usure mécanique
- pas d'entretien
- adaptation facile au moteur

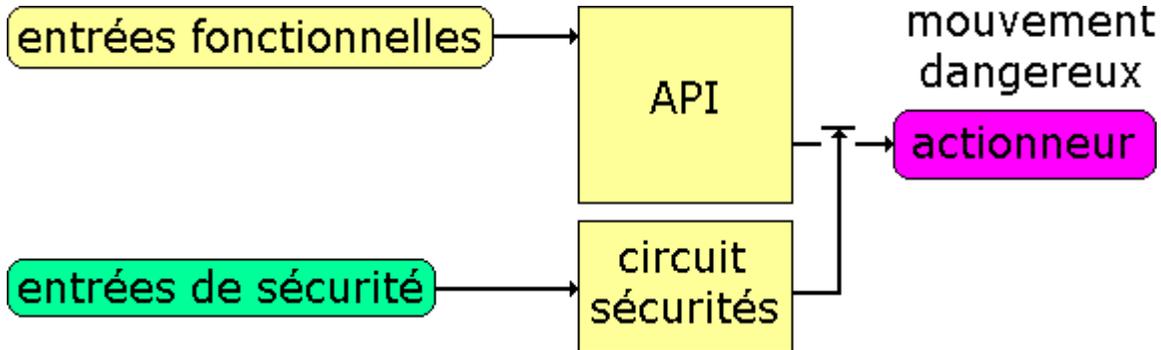
Inconvénient

- perte du freinage en cas d'absence d'alimentation

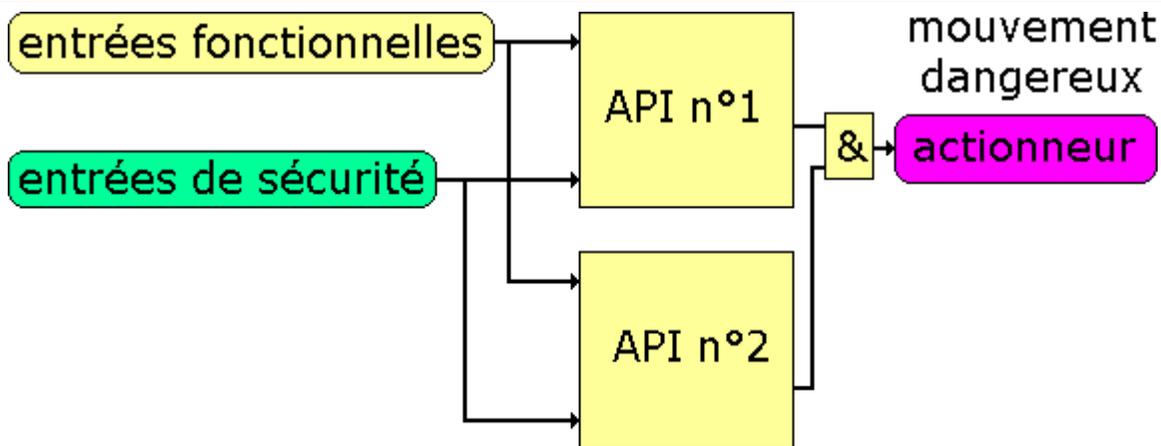
Automate programmable dédié à la sécurité



un API standard ne peut gérer les fonctions de sécurité directe

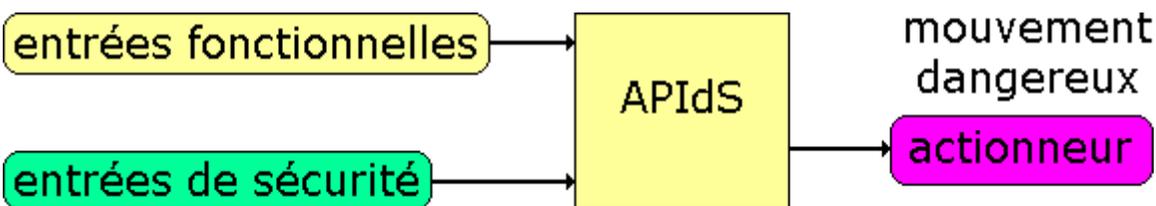


le circuit des sécurités doit être distinct de l'API



les fonctions de sécurité peuvent être assurées par 2 API en redondance

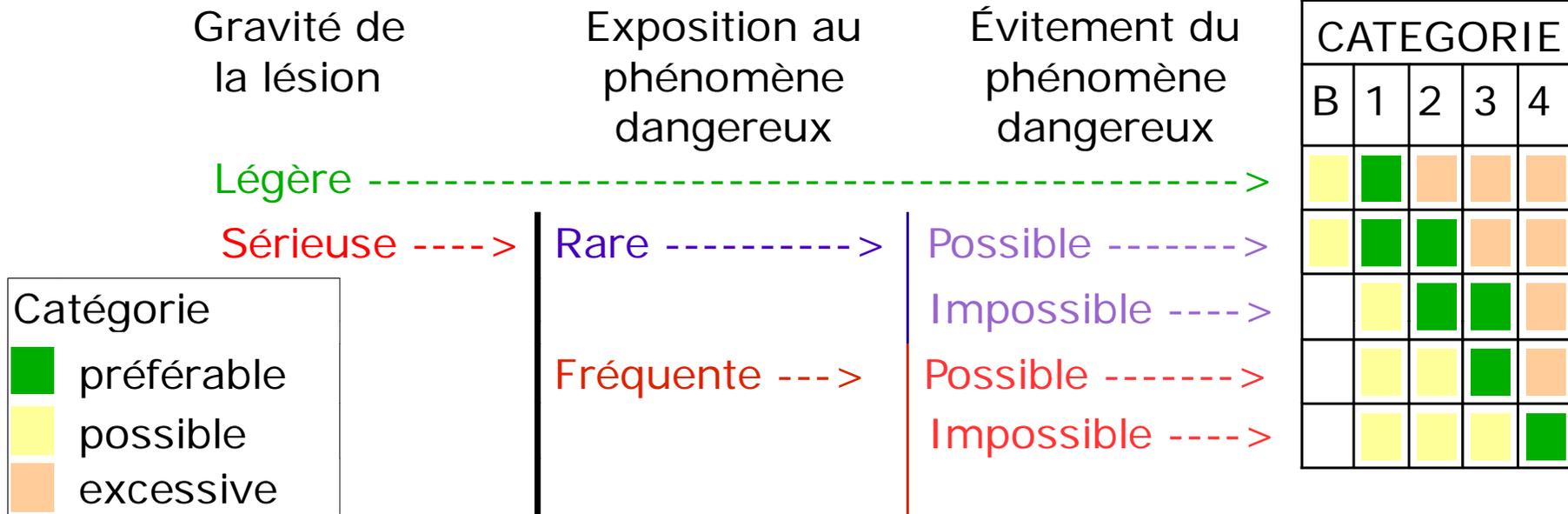
... ou par un automate programmable dédié à la sécurité



<http://www.siemens.fr/>

Catégories des commandes relatives à la sécurité

ESTIMATION DU RISQUE



Catégorie B	<ul style="list-style-type: none"> la fonction de sécurité peut être perdue en cas de défaut
Catégorie 1	<ul style="list-style-type: none"> la fonction de sécurité est plus fiable la fonction de sécurité peut être perdue en cas de défaut
Catégorie 2	<ul style="list-style-type: none"> la fonction de sécurité peut être perdue en cas de défaut la perte de la fonction de sécurité est détectée
Catégorie 3	<ul style="list-style-type: none"> la fonction de sécurité est assurée en cas de défaut unique la perte de la fonction de sécurité peut se produire dans le cas d'une accumulation de défauts certains défauts sont détectés
Catégorie 4	<ul style="list-style-type: none"> la fonction de sécurité est toujours assurée en cas de défaut tous les défauts sont détectés

Protection contre les contacts directs :

- utilisation de matériel IP2X
- isolation des parties actives
- utilisation de la TBT pour les circuits de commande

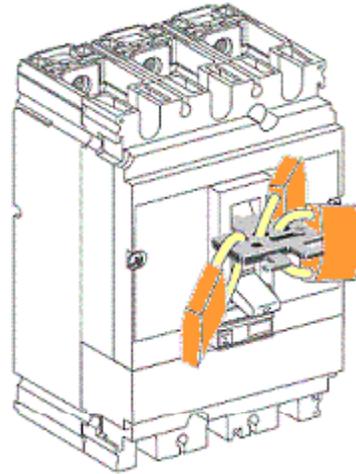
Protection contre les contacts indirects :

- utilisation de matériel double isolation (classe II)
- mise à la terre des enveloppes métalliques
- utilisation de dispositifs différentiels

Consignation électrique

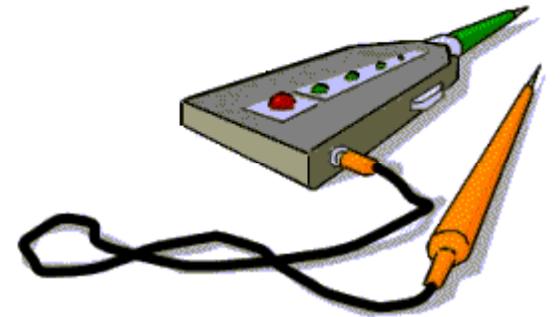
C'est une suite chronologique d'opérations indispensables et réglementées destinées à **mettre en sécurité** le personnel qui doit intervenir sur une installation électrique

1. Séparation



2. Condamnation
Signalisation

3. Vérification de l'absence de tension



4. Identification
Mise à la terre et en court-circuit