EL

3. Les risques électriques



Introduction

L'électricité est, de très loin, la forme d'énergie la plus utilisée dans le monde industriel. Chaque personne travaillant dans les différents secteurs industriels est amenée à utiliser du matériel alimenté en électricité.

Malheureusement, elle est également **une des énergies les plus dangereuses**, en raison de ses terribles conséquences, mais aussi du fait de ses propriétés (invisible, inodore et silencieuse).

Ainsi, aucune entreprise n'est à l'abri d'un accident d'origine électrique.

Ces 30 dernières années, on observe une baisse régulière du nombre d'accidents ayant pour origine l'énergie électrique. Pourtant ceux-ci sont souvent très graves : **l'électricité occasionne 10 fois plus de décès** que les autres origines d'accidents du travail.

On dénombre chaque année des milliers d'électrisations, des centaines d'accidents mortels, des milliers d'incendies d'origine électrique.

Origines

L'accident d'origine électrique peut trouver sa source dans de nombreuses situations :

- non-respect des règles de sécurité lors de la conception ou de la modification d'une installation électrique ;
- détérioration du matériel et des isolants ;
- utilisation inappropriée du matériel ;
- défaut de formation des intervenants.

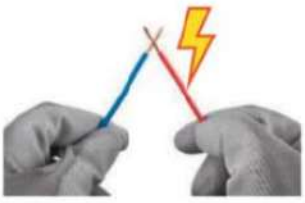
Types de risques



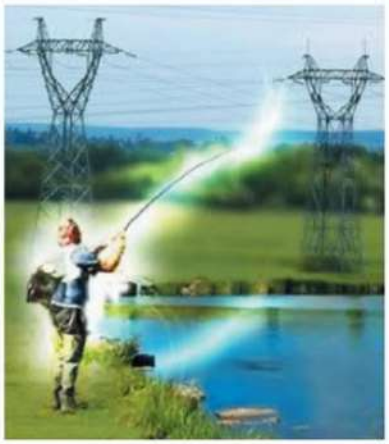
Le terme « risque électrique » regroupe un ensemble de dangers comprenant :

- le risque de **contact direct** avec une pièce nue sous tension, soit un contact avec un élément conducteur normalement affecté au transport du courant (fil dénudé par exemple) ce qui représente 95% des accidents électriques ;
- le risque de **contact indirect** avec une pièce nue sous tension, soit un contact avec un élément conducteur accidentellement mis sous tension (la carcasse métallique d'un appareil électrique par exemple) ;





- le risque de **court-circuit**, qui peut trouver son origine dans la détérioration des isolants, la rupture d'un conducteur ou le contact d'un outil conducteur. Il résulte d'une liaison accidentelle entre deux pièces conductrices à des potentiels électriques différents. Le courant de court-circuit est extrêmement dangereux puisqu'il peut atteindre une intensité de plusieurs milliers d'ampères.



- le risque **d'amorçage** (arc électrique, étincelle) ; en cas d'ionisation de l'air (qui n'est donc plus neutre), il se crée une sorte de passage qui permet à **l'électricité** de circuler. L'amorçage est le phénomène durant lequel le courant électrique, passant d'un point à un autre d'un milieu isolant, généralement l'air qui nous entoure, devient visible.

On retrouve ce même phénomène d'amorçage en cas d'orage : la foudre, induite par la différence de potentiel électrique qui se crée alors entre les nuages et le sol, est bien une décharge d'électricité visible dans l'air.

Conséquences

Suivant la nature de l'accident (contact, court-circuit, amorçage), plusieurs conséquences pour la personne et le matériel, à des degrés différents, sont à craindre :

- **L'électrisation.** Une personne est électrisée lorsqu'un courant électrique lui traverse le corps et provoque des blessures plus ou moins graves, sans entraîner le décès.
- **L'électrocution.** On parle d'électrocution lorsque ce courant électrique provoque la mort de la personne.
- **L'incendie d'origine électrique.** Il représente environ 30% des incendies et ses principales causes sont : l'échauffement des câbles (lors de **surcharges**), un **arc électrique** (en cas de court-circuit), un **défaut d'isolement**, des **contacts défectueux**, la **foudre** ou une **décharge électrostatique**.
- **L'explosion.** La constitution de l'atmosphère dans certains secteurs d'activité conduit à la formation de **zones à risque d'explosion**. Il est primordial d'adapter les installations électriques qui constituent une source potentielle d'inflammation et/ou d'appliquer la réglementation ***ATEX*** (ATmosphères EXplosives).

Dommages corporels

Dans le cas d'un accident d'origine électrique, les dommages causés sont variés : **coup d'arc**, **décharge électrostatique**, **brûlures**, **échauffements**... Dans les situations les plus extrêmes, le décès de la victime est une issue probable.

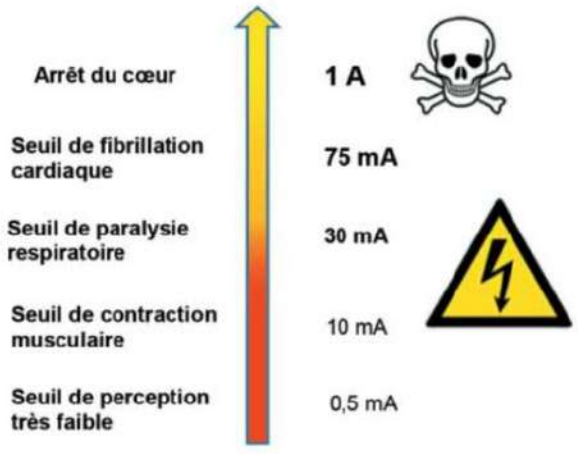
On distingue donc l'**électrisation**, mise sous tension d'une partie du corps ou de son ensemble, non mortelle, de l'**électrocution** dont l'issue est fatale.

Même dans le cas d'accidents non mortels, le caractère **irréversible** de certains dommages, notamment les **brûlures internes ou oculaires**, fait du risque électrique un des plus dangereux dans l'industrie.

De plus, des conséquences annexes peuvent survenir lors d'un accident d'origine électrique comme des **chutes de hauteur** lors de travaux sur échelle, le **démarrage intempestif d'une machine**...

Seuils de courants significatifs

On définit généralement les seuils ci-dessous :



Il est important de comprendre qu'il ne s'agit là que de seuils, donnés à titre indicatif, puisqu'une électrisation peut être plus ou moins grave en fonction de :

- la **fréquence** du courant ;
- l'**intensité** du courant (danger à partir de 5 mA) ;
- la **durée du passage** du courant ;
- la **surface** de la zone de contact ;
- la **trajectoire** du courant ;
- l'**état de la peau** (sèche, humide, mouillée) ;
- la **nature du sol**.

Concernant sa trajectoire d'une manière générale, le courant suit le chemin le plus court, donc le moins impédant, entre le point d'entrée et le point de sortie du corps : **il peut donc endommager tous les organes qui se trouvent sur son passage**.

La durée de passage est, quant à elle, essentielle pour définir les conséquences.

Exemple : à 300 mA, l'arrêt cardiaque surviendra en 110 ms ; à 500 mA en 100 ms ; et seulement en 25 ms à 1 A.

Prévention

Deux mesures sont primordiales pour la prévention du risque électrique : la **mise en sécurité des installations** et des matériels électriques et le **respect des règles de sécurité** lors de leur utilisation ou lors d'opération sur ou à proximité des installations électriques. La formation des personnels dans un cadre règlementaire, comme l'**habilitation électrique** (*voir Fiche EL-4*), est donc essentielle pour la prévention des risques électriques.

EL

14. Le moteur asynchrone triphasé : couplage et calculs



Principales caractéristiques



Couplage du moteur

Lors du raccordement d'un moteur asynchrone triphasé au réseau triphasé qui va l'alimenter (par l'intermédiaire du circuit de puissance), il est obligatoire de réaliser le **couplage** du moteur, en installant des barrettes de couplage dans la boîte à bornes du moteur.

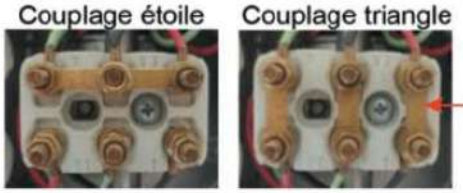
Afin de déterminer le couplage à réaliser, il faut impérativement connaître deux choses :

- le type de réseau triphasé qui alimentera le moteur ;
- la tension nominale qui doit alimenter chaque bobinage du moteur.

Cette tension est notée sur la plaque signalétique du moteur. S'il y a deux tensions différentes, c'est la plus petite des deux qui doit alimenter chaque bobinage.

Il existe 2 types de couplages :

- **Couplage étoile**
- **Couplage triangle**

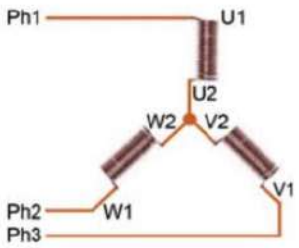


Couplage étoile

Si la tension nominale qui doit alimenter chaque bobinage correspond à la **tension simple** (tension entre phase et neutre, *voir Fiche EL-2*) d'un réseau triphasé, alors le moteur asynchrone triphasé sera couplé en **étoile**.

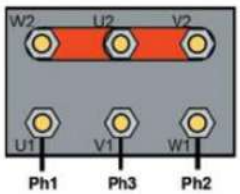
Les bornes U2, V2 et W2 sont reliées entre elles par des barrettes de couplage. La boîte à bornes se présente donc suivant la figure ci-contre.

Le montage en étoile est symbolisé par Y.



Remarque :

Le fil neutre devrait se trouver sur les barrettes (en U2 ou V2 ou W2), mais les 3 bobinages étant identiques, le courant nécessaire (en ampères) est le même sur les 3 phases. On dit que le montage est « équilibré ». Il n'y a pas de courant qui parcourt le fil neutre. En effet la somme algébrique des courants dans chacune des phases est toujours nulle, donc le fil neutre n'est pas raccordé.



Couplage triangle

Si la tension nominale qui doit alimenter chaque bobinage correspond à la **tension composée** (tension entre 2 phases, *voir Fiche EL-2*) d'un réseau triphasé, alors le moteur asynchrone triphasé sera couplé en **triangle**.

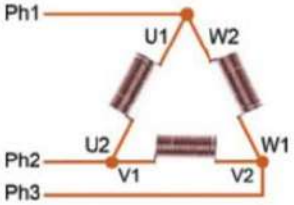
La borne U1 est reliée à W2.

La borne V1 est reliée à U2.

La borne W1 est reliée à V2.

Les bornes U1/W2, V1/U2 et W1/V2 sont reliées entre elles par des barrettes de couplage. La boite à bornes se présente donc suivant la figure ci-contre.

Le montage en triangle est symbolisé par Δ.



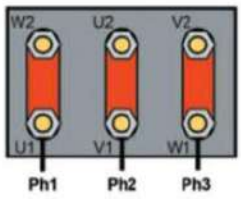


Tableau des couplages

Tableau des couplages des différents moteurs asynchrones triphasés en fonction des différents réseaux triphasés qui existent :

Réseau \ Moteur	127 / 230 V	230 / 400 V	400 / 690 V
127 / 230 V (230 TRI)	Étoile	Triangle	Aucun
230 / 400 V (400 TRI)	Aucun	Étoile	Triangle
400 / 690 V (690 TRI)	Aucun	Aucun	Étoile

Calculs

$$P_u = \eta \times P_a \quad \text{et} \quad P_a = U \times I_n \times \sqrt{3} \times \cos\varphi$$

Avec :

P_a : puissance absorbée, en entrée, en watts (W)
P_u : puissance utile, en sortie, en watts (W)
η : rendement du moteur

U : tension du réseau entre phases en volts (V)
I_n : intensité nominale en ampères (A)
cos φ : facteur de puissance



Exemple : réseau 230 TRI

$P_a = U \times I_n \times \sqrt{3} \times \cos\varphi = 230 \times 6{,}36 \times \sqrt{3} \times 0{,}78 = 1\,976$ W

$P_u = \eta \times P_a = 0{,}76 \times 1\,976 = 1\,502$ W ≈ 1,5 kW

Exemple : réseau 400 TRI

$P_a = U \times I_n \times \sqrt{3} \times \cos\varphi = 400 \times 3{,}65 \times \sqrt{3} \times 0{,}78 = 1\,972$ W

$P_u = \eta \times P_a = 0{,}76 \times 1\,972 = 1\,499$ W ≈ 1,5 kW

La puissance utile P_u du moteur donnée par la plaque signalétique est P_u = 1,5 kW = 1 500 W ce qui correspond bien à la puissance utile calculée.