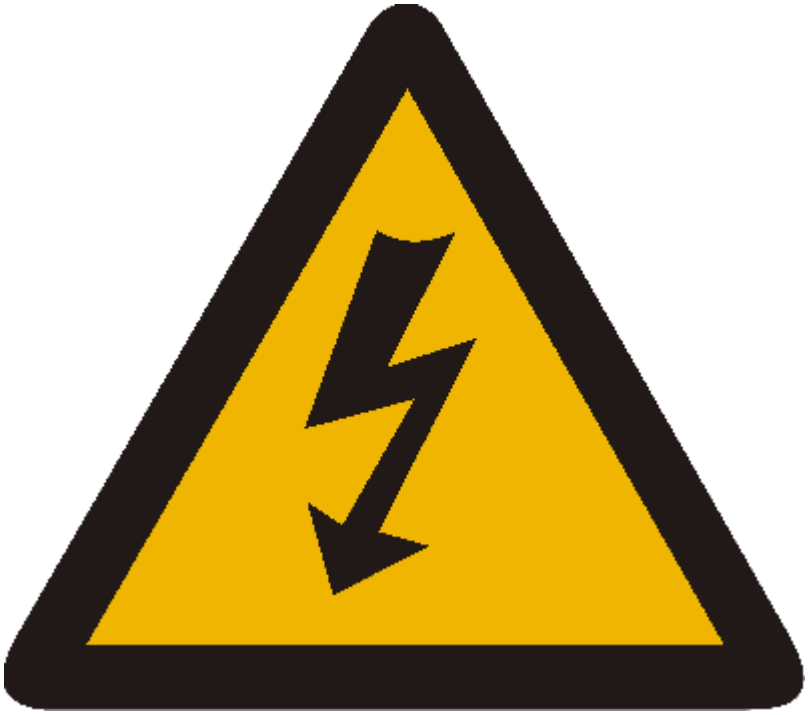
Sécurité Électrique



Risques

On peut distinguer 2 types de risques directs:

- Les risques pour le matériel
- Le risque pour les personnes

Chacun de ces risques peut être relié à des défauts spécifiques.

Les risques pour le matériel sont les défauts de court-circuits et de surcharges. Le défaut présentant un risque pour les personnes est le défaut d'isolement. Cependant les défauts peuvent indirectement provoquer un danger pour le matériel et les personnes. Par exemple un court-circuit va commencer par détruire le matériel mais s'il n'est pas traité peut provoquer un incendie.

Défauts

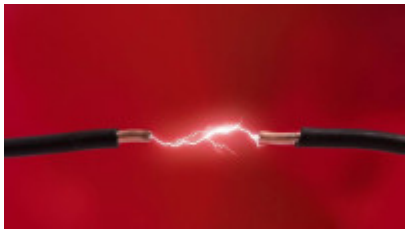
On peut donc faire face à 3 types de défauts:

- Court-circuit
- Surcharge
- Défaut d'isolement

Comme on l'a dit chacun de ces défauts va provoquer un risque direct soit pour le matériel soit pour les personnes. En théorie toute installation électrique doit être protégée face à ces défauts mais on va

voir que sous certaines conditions les moyens de protection deviennent inefficaces.

Court-Circuit



Le court-circuit se produit lorsque la charge ou le système est shunté. Concrètement sur un réseau monophasé cela signifie qu'à un moment la phase et le neutre sont directement en contact. Dans cette configuration la seule charge du réseau est le câble lui même. En considérant qu'en sortie du transformateur la tension soit de strictement 230V, que la ligne fasse 10m soit 20m allé-retour avec une section de câble de 2.5mm², le résultat est le suivant:

$v = 230V$

$l = 20m$

<math>s = 2.5mm² = 25*10⁻⁷m²</math>

<math>ρ = 17*10⁻⁹Ω.m</math>

On peut en déduire la résistance du fil et donc de la charge pas la formule ci-dessous:

$R = ρl⁄s = 0.136Ω$

Puis simplement calculer le courant efficace à partir de la tension efficace en supposant que la charge soit une résistance pure:

$I = V⁄R = 1691A$

Mais en quoi un courant élevé est-il dangereux? Calculons la puissance dissipée par le fil:

$P = RI² = 388 971W$

Bon je continue pas les calculs mais ce qu'on peut constater c'est que c'est quasiment 100 fois la puissance d'un radiateur électrique. Le résultat c'est la chauffe des câbles, la fusion des isolants voir des câbles eux même et donc des risques d'incendies etc...

Le court-circuit peut avoir lieu entre la phase et le neutre mais également entre 2 phases différentes sur un réseau triphasé. Dans ce cas la tension n'est plus de 230V mais de 380V.

Protection

2 moyens de protections permettent de ce protéger de ce type de défaut:

- Le fusible
- Le disjoncteur magnétique

Le fusible est constitué de 2 pôles reliés par un fil ayant la propriété de fondre en cas de courant trop important. Ce fil est placé dans un isolant et un système de ressort permet aux 2 morceaux du fil une fois fondu de s'éloigner. Ils sont calibrés pour un certain courant de fonctionnement et possèdent un pouvoir de coupure. Le pouvoir de coupure est la tension au delà de laquelle la sécurité n'est plus assurée. Si cette tension est dépassée un arc peut se créer entre les pôles du fusible. Après l'utilisation le fusible doit être changé.

Le disjoncteur magnétique est un disjoncteur équipé d'une bobine dans laquelle circule le courant. Cette bobine va créer un champs magnétique et déplacer une pièce métallique placée en son centre ce qui va ouvrir un contact. Une fois le contact ouvert un ressort fait basculer l'état du disjoncteur. Les disjoncteurs sont également caractérisés par un courant de fonctionnement et un pouvoir de coupure. En cas de dépassement du pouvoir de coupure, un arc peut aussi se former, mais les pôles peuvent en plus de souder entre eux. Après utilisation le disjoncteur peut être réenclenché dès la suppression du défaut.

Surcharge



Entre le fonctionnement normale et le court-circuit on retrouve la surcharge. Une surcharge signifie que la charge consomme un courant supérieur à celui pour lequel l'installation a été conçue. Il peut avoir lieu lorsque l'on demande trop de puissance sur une prise, lorsque une charge mécanique trop importante est appliquée sur un moteur ,lorsqu'un moteur vieilli et que le vernie autour des bobinages commence à se retirer ou encore lorsque qu'une surtension apparaît (en cas d'orage par exemple). De la même manière que le court-circuit mais dans une moindre mesure le phénomène peut provoquer la chauffe des câbles et du matériel. Mais il est surtout signe d'un dysfonctionnement de l'appareil.

Protection

2 moyens de protections permettent de ce protéger de ce type de défaut:

- Le fusible
- Le disjoncteur thermique

Le fusible est choisi suivant les même conditions que le court-circuit. Un fusible protège donc face à 2 types de défauts: les courts circuits et les surcharges.

Le disjoncteur thermique est équipé de lamelles métalliques à travers lesquelles passe le courant.

Lorsque le courant est trop important sous l'effet de la chaleur dégagée par effet joule, elles vont se déformer, ouvrir le contact et déclencher le disjoncteur. Ces disjoncteurs sont choisi de la même manière que les précédents mais disposent en plus d'un réglage d'intensité pour affiner la protection. En pratique la grande majorité des disjoncteurs que l'on trouve sur le marché sont des disjoncteurs magnéto-thermiques et protègent face aux deux risques précédemment cités.

Défaut d'isolement



Ce défaut apparait lorsque qu'une partie conductrice (un câble dénudé, un bornier etc) va entrer en contact avec une partie métallique, une personnes ou tout autre partie à risque.

On va prendre pour exemple une machine à laver (ça marche aussi avec une découpeuse laser). Récemment vous avez changé le moteur. Lorsque les câbles ont été repassés dans la machine, certains se sont retrouvés pincés entre 2 tôles métalliques. Au début tout fonctionne normalement mais avec les vibrations le câble a progressivement été rongé jusqu'au cuivre. Sans protection face à ce type de défaut rien ne se passe. La carcasse métallique est isolée du reste du matériel électrique de la machine. La partie métallique est isolée par rapport au sol, le courant de fuite est donc négligeable.

Maintenant vous allez faire votre lessive et vous touchez de toute votre main une partie métallique. On va supposer que le contact entre la phase et la machine sont parfais ainsi que le contact entre la machine et la main et que donc ces résistances sont nulles. On va prendre la limite basse de la résistance du corps humain soit environ 1k$Ω$:

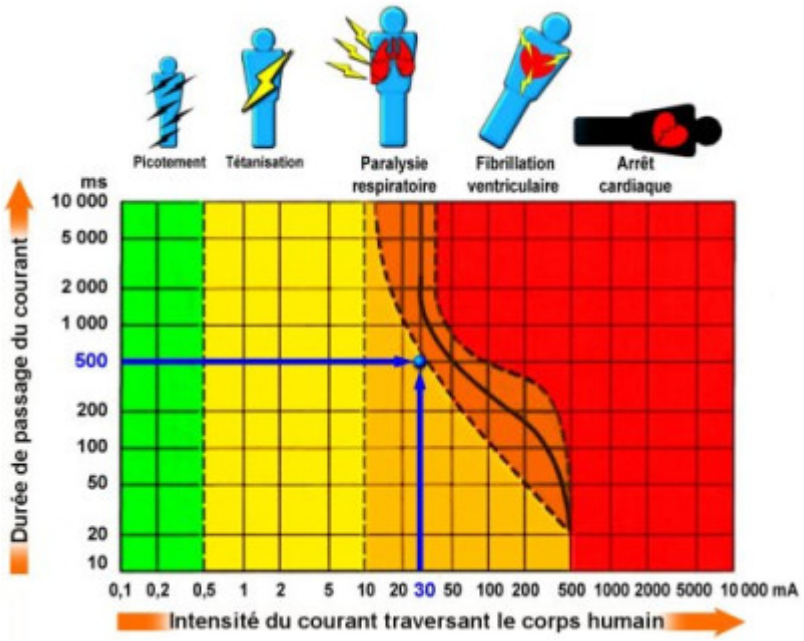
$V = 230V$

<math>R_h = 1kΩ</math>

On peut simplement calculer le courant efficace circulant dans le corps:

$I = U⁄R = 230mA$

Mais en quoi un courant important dans le corps est-il dangereux? La figure ci-dessous représente les risques en fonction du courant dans le corps et du temps d'exposition.



NB: Cette figure ne montre pas la partie au delà. Celle à partir de laquelle le corps commence à cuire de l'intérieur.

Alors on pourrait dire qu'il suffit de ne pas toucher plus de 50ms pour éviter la paralysie respiratoire. Mais hormis le fait qu'il faudrait des réflexes extraordinaires vous vous trouvez en plein dans la zone de tétanisation. Dans cette zone 2 possibilités. Si vous avez de la chance la contraction des muscles va propulser votre main en arrière, mais elle peut tout aussi bien faire garder la main sur la machine. Si vous saisissez une poignée la tétanisation peut donner l'ordre à votre main de se contracter avec une force sans doute supérieur à celle que vous pouvez exercer par votre propre volonté.

Cependant l'exemple pris ici représente volontairement le pire scénario. Les résistances des différents contacts sont nulles et la résistance du corps humain est prise dans la fourchette basse. De plus la résistance du corps humain varie fortement avec la tension. Dans les faits cette résistance est habituellement plus proche des 5kΩ sur peau sèche à 230V.

Protection

EPI

Avant de parler des moyens de détection parlons des moyens de protection. La première forme de protection face aux défauts d'isolement sont les Équipements de Protection Individuels. Ces équipements permettent essentiellement d'augmenter la résistance du corps pour limiter le courant. Les équipements doivent êtres certifiés. On retrouve:

- Les gants
- Les bottes/chaussures isolantes
- Les tapis isolant
- Les masques de protection



Les gants sont certifiés pour une certaine tension à condition de vérifier leur étanchéité avant chaque utilisation. Les bottes et le tapis vont encore isolé d'avantage du sol. Le masque de protection permet de protéger face aux émissions d'UV et de particules émis lors d'un arc électrique.

Les gants de ménage ou de bricolage ne sont pas faits pour vous protéger électriquement

Régimes de neutre

Afin de détecter les défauts d'isolement plusieurs solutions existes mais impliquent pour chacune un câblage particulier du transformateur en amont. Le transformateur est l'appareil permettant de

convertir la haute tension vers la basse tension c'est à dire le 230-400V triphasé. Ce transformateur va permettre d'alimenter les habitations dans dans une ou plusieurs rues ainsi que les entreprises. Les entreprises de taille importante possèdent généralement leur propre transformateur.



En amont du transformateur le neutre n'est pas nécessaire. En aval les transformateurs sont couplés en étoile et un neutre est créé. Ce neutre va entre autre permettre d'alimenter les habitations en 230V au lieu du 400V. Ce neutre va être relié ou non à la terre suivant le régime de neutre. On distingue 3 régimes de neutre:

- TT
- TN
- IT

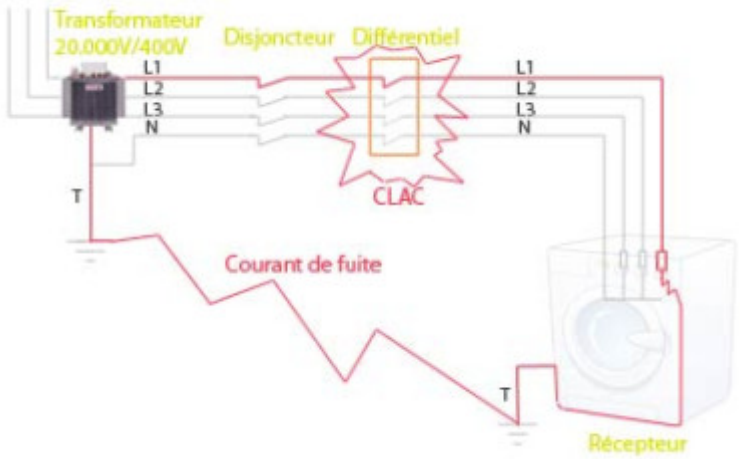
La première lettre dit si le neutre est relié à la terre (T) ou isolé (I). Le 2nd lettre dit si les masses de l'installation sont reliées à la terre (T) ou au neutre (N).

Régime TT

Le régime TT est le plus utilisé. Il concerne toutes les habitations et les entreprises du tertiaire où il est obligatoire. Il est aussi le plus sûr.

Dans ce régime on a donc le neutre de l'installation qui est relié directement à la terre. Ce lien se fait au niveau du transformateur EDF. De plus toutes les masses métalliques de l'habitation sont reliées à la terre par l'intermédiaire du fil de terre. Ce lien se fait par l'intermédiaire d'un pieux enfoncé profondément dans le sol ou parfois directement par l'armature métallique de la fondation.

Enfin un différentiel est installé. Un différentiel est un module qui fait la différence entre le courant passant dans la phase et celui passant par le neutre. S'il n'y a pas de fuite on retrouve la totalité du courant de la phase dans le neutre. Si une phase entre en contact avec une partie métallique reliée à la terre un courant de fuite apparait s'échappant par le fil de terre. Le courant dans la phase n'est plus le même que dans le neutre et le défaut est détecté et provoque l'ouverture du circuit.



On distingue différentes protections différentiel. On retrouve:

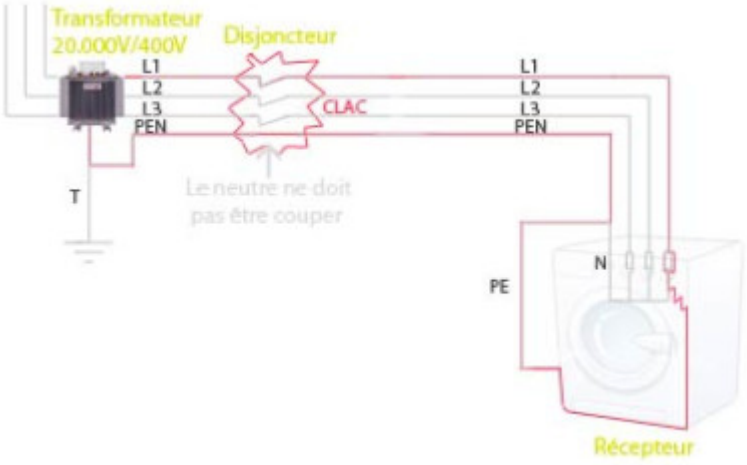
- les disjoncteurs différentiels, qui protègent donc face aux 3 types de défauts
- Des modules différentiels, qui s'ajoutent sur des disjoncteurs modulaires
- Les interrupteurs différentiels, qui ne gèrent que ce défaut

La grande majorité des différentiels sont calibrés sur 30mA. C'est le niveau de protection imposé par les normes en matière d'habitation. Cependant il n'est pas rare d'en trouver avec des réglages de plusieurs ampères dans l'industrie.

Régime TN

Le régime TN est la solution la moins chère. Elle est adaptée aux entreprises.

Dans le cas d'un régime TN, le neutre est également relié à la terre au niveau du transformateur en revanche les masses sont reliées au neutre. En cas de défaut d'isolement c'est donc directement un court-circuit entre la phase et le neutre qui se produit, et la protection magnétique se déclenche.



Dans cette configuration on a donc pas besoin d'installer de protection supplémentaire. Cependant le système ne fonctionne que si un courant important apparait. Si la résistance du contact est trop faible, la protection est ineffective. C'est pour cela qu'il est souvent nécessaire d'installer un fil de neutre de section supérieur, pour diminuer la résistance et augmenter le courant de défaut. Parfois un fil supplémentaire est nécessaire on parle dans ce cas de régime TN-S pour Terre Neutre Séparé en

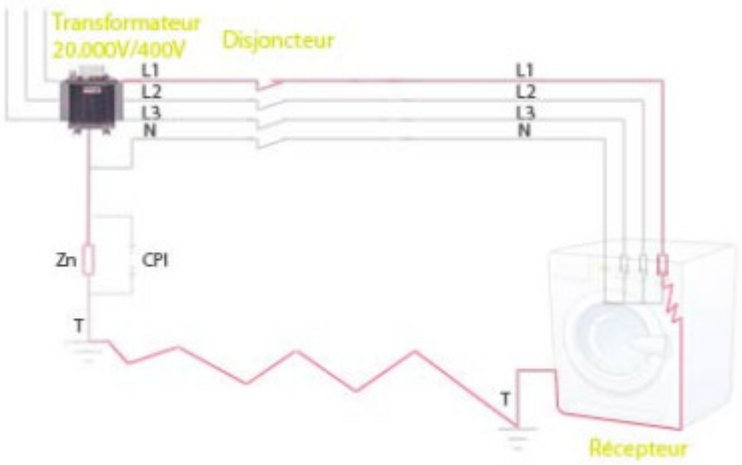
opposition au TN-C pour Terre Neutre Confondus.

Régime IT

Le régime IT est très intéressant pour assurer la continuité du service même en cas de défaut. Il est plus chère non seulement parce qu'il nécessite plus de matériel mais surtout parce qu'il nécessite d'avoir son propre transformateur. Il donc plutôt utilisé dans les grosses industries.

Ici le neutre est isolé de la terre. Mais pas totalement. Une grande impédance est placée entre le neutre du transformateur et la terre. Les masses, elles, sont toutes reliées à la terre par un fil de terre.

En cas de défaut, un courant circule par le fil de terre mais est limité par l'impédance. Rien de plus ne se passe, le circuit n'est pas ouvert. Si vous touchez la partie métallique en défaut, le courant préfère s'écouler par la terre et vous n'êtes pas électrisé. Un dispositif va alors détecté un courant anormal dans l'impédance et donc l'existence d'un défaut.



Cependant cela ne suffi pas à localiser le défaut. Pour cela il faut installer des détecteurs sur les différentes lignes et parfois tester toutes les lignes les une après les autres. Si le défaut est corrigé rapidement l'installation n'aura pas été arrêté. Mais si un second défaut apparait ailleurs dans l'usine et sur une phase différente alors ces 2 phases seront reliées entre elles par le fil de terre ce qui créera un court-circuit et déclenchera les protections magnétiques.

— *Alexis Marion 2017/04/08 19:09*

From:
https://wiki.centrale-med.fr/egab/ - **E-Gab**

Permanent link:
https://wiki.centrale-med.fr/egab/formation:securite_electrique

Last update: **11/10/2020 17:33**