

Les dispositifs différentiels résiduels

1. Problématique

La sécurité des utilisateurs d'énergie électrique doit être garantie en toute circonstance y compris en cas de défaut d'isolement.

2. Définitions

- *Les dispositifs différentiels résiduels (DDR) sont des appareils destinés à assurer, avec la prise de terre, la protection des utilisateurs en cas de défaut d'isolement.*
- *Un défaut d'isolement est un contact accidentel entre une phase et la masse métallique d'un appareil. Cette masse métallique se trouvant au potentiel de la phase, tout contact avec celle-ci entraîne un risque d'électrisation ou d'électrocution.*

3. Etude du réseau de distribution publique

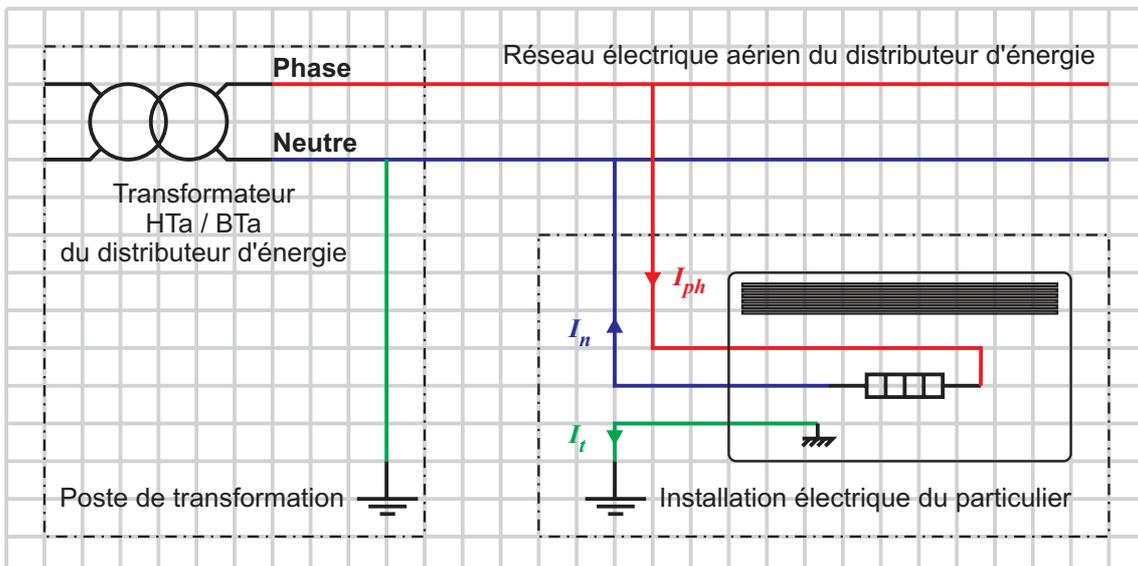
3.1. Schéma simplifié en fonctionnement normal

Sur le réseau de distribution électrique français, le neutre coté basse tension est relié à la **Terre** au niveau du poste de transformation. Si la foudre vient à tomber sur les lignes électriques dans les rues, elle est ainsi évacuée vers la terre et non chez les usagers.

Chez vous, chaque appareil est relié à la phase, au neutre et, pour sa masse métallique, s'il en possède une, à la **Terre**.

Cette façon de relier le neutre du transformateur à la **Terre** et les masses métalliques à la **Terre** sans qu'il y ait de liaison électrique directe entre le neutre du transformateur et les masses métalliques s'appelle : régime de neutre **TT** ou schéma de liaison à la terre **TT**. D'autres régimes de neutre existent, ils seront étudiés avec les équipements industriels.

En fonctionnement normal, nous avons le schéma simplifié suivant :



Attention : sur ce schéma ainsi que sur les suivants, seule une partie des dispositifs de protection obligatoires a été représentée afin de faciliter la compréhension.

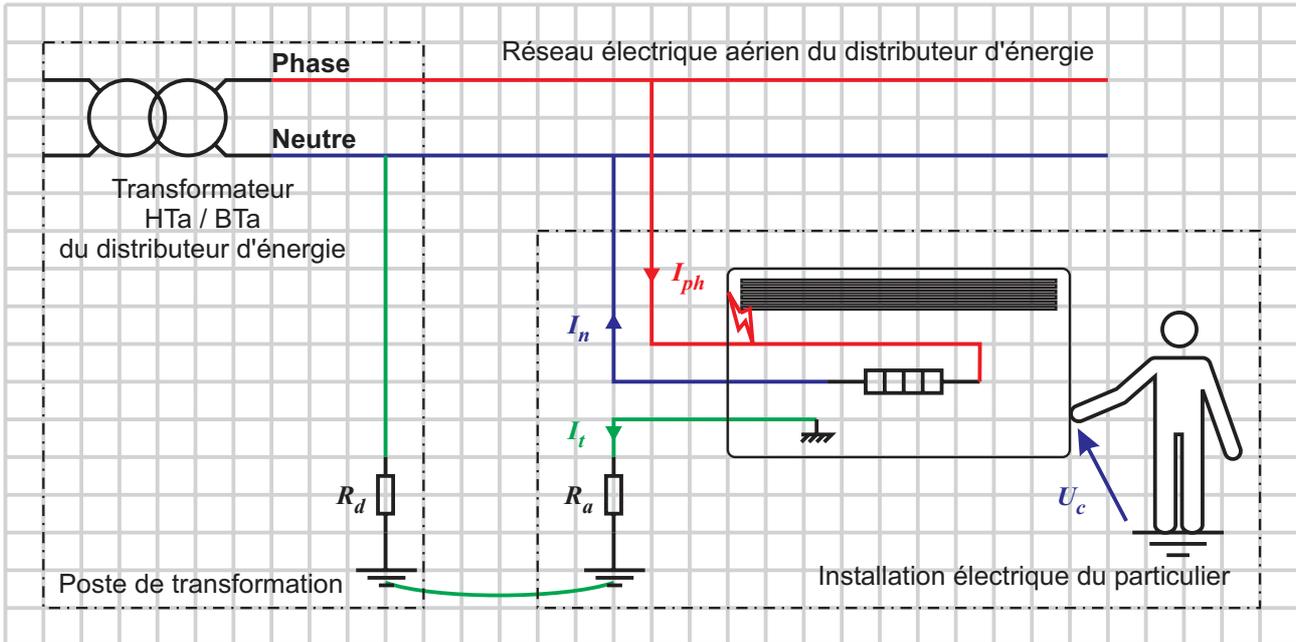
Donnez les relations entre les courants I_{ph} (courant dans la phase), I_n (courant dans le neutre), I_t (courant dans le conducteur de terre) en fonctionnement normal.

En fonctionnement normal, le courant qui entre dans le récepteur par la phase (I_{ph}) est égal au courant qui en sort par le neutre (I_n). Le courant vers la terre (I_t) est nul.

$$I_{ph} = I_n \quad I_t = 0$$

3.2. Schéma simplifié en cas de défaut d'isolement

Nous allons étudier un défaut d'isolement entre la phase et la terre.



Sur l'illustration précédente, R_a est la résistance de la prise de terre de l'abonné (le particulier), R_d est la résistance de la prise de terre du distributeur (au niveau du poste de transformation). Pour la suite nous considérerons R_d nulle et R_a égale à 50Ω ce qui représente le « pire des cas » pour la sécurité des utilisateurs.

Quelle est la valeur de la tension de contact U_C si un utilisateur vient à toucher la masse métallique de notre récepteur ?

La tension de contact U_C , en cas de défaut d'isolement, est de 230 V.

Cette tension U_C est-elle dangereuse pour l'utilisateur ? (Justifiez).

Oui, car elle est supérieure à la tension limite de sécurité U_L de 50 V.

Comme précédemment, donnez la relation qui lie les courants I_{ph} (courant dans la phase), I_n (courant dans le neutre), I_t (courant dans le conducteur de terre) en cas de défaut d'isolement.

En cas de défaut d'isolement, un courant passe par la masse métallique de l'appareil et va rejoindre la terre qui est reliée au neutre au niveau du transformateur du distributeur d'énergie. Le courant dans la phase n'est plus égal à celui qui circule dans le neutre.

$$I_{ph} = I_n + I_t$$

Le défaut d'isolement représente un **danger mortel** pour l'utilisateur. Il faut donc **couper rapidement et automatiquement le courant** dès qu'une phase vient en contact avec une masse métallique. C'est le rôle des Dispositifs Différentiels Résiduels.

4. Les dispositifs différentiels résiduels

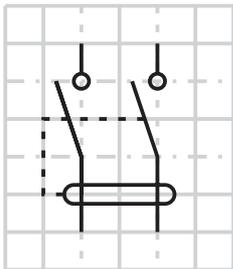
Le rôle du Dispositif Différentiel Résiduel est de vérifier que le courant qui entre dans le récepteur par la phase est égal au courant qui en sort par le neutre (cas du fonctionnement normal). Si ces deux courants sont différents (cas du défaut d'isolement) il doit couper le courant très rapidement afin qu'il n'y ait pas de danger pour l'utilisateur de l'appareil en défaut. On définit le courant $I_{\Delta n}$ comme suit :

$$I_{\Delta n} = I_{ph} - I_n$$

4.1. Interrupteur différentiel résiduel

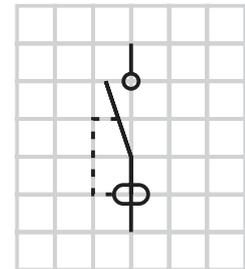
L'interrupteur différentiel remplit la fonction de coupure automatique en cas de défaut d'isolement et c'est sa seule fonction.

A l'aide des documents ressource, complétez les symboles suivant.



Symbole de l'interrupteur différentiel : schéma de principe

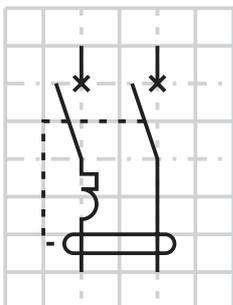
Symbole de l'interrupteur différentiel : schéma unifilaire



4.2. Disjoncteur différentiel résiduel

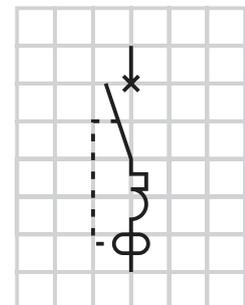
*Le disjoncteur différentiel remplit les fonctions de coupure automatique en cas de surcharge ou court-circuit **ET** de coupure automatique en cas de défaut d'isolement.*

A l'aide des documents ressource, complétez les symboles ci-dessous.



Symbole du disjoncteur différentiel : schéma de principe, symbole complet

Symbole du disjoncteur différentiel : schéma unifilaire, symbole complet

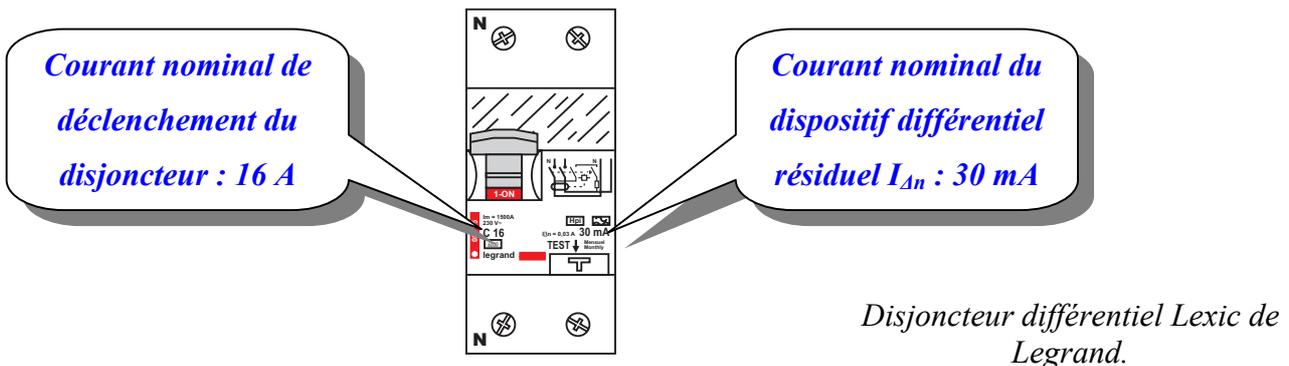


4.3. Choix d'un Dispositif Différentiel Résiduel

La norme **NF C 15-100** impose un disjoncteur différentiel en tête d'installation (disjoncteur de branchement ou **AGCP**). On distingue sur celui-ci deux courants différents :

- le premier est le courant nominal du disjoncteur. En cas de dépassement de ce courant (exemple court-circuit ou surcharge), il disjoncte. La valeur de ce courant est donnée par le contrat souscrit auprès du fournisseur d'énergie.
- le second est le courant du dispositif différentiel résiduel noté $I_{\Delta n}$ (prononcez I delta n). La valeur de ce courant est calculée en fonction de la résistance de terre.

La norme NF C 15-100 impose aussi la mise en place de dispositifs différentiels résiduels haute sensibilité (**30 mA**) pour chaque départ de l'installation. L'étude du schéma complet de l'installation fait l'objet du cours « La gaine technique du logement ».



4.4. Différents types de Dispositif Différentiel Résiduel

Il existe 3 types principaux de dispositif différentiel résiduel :

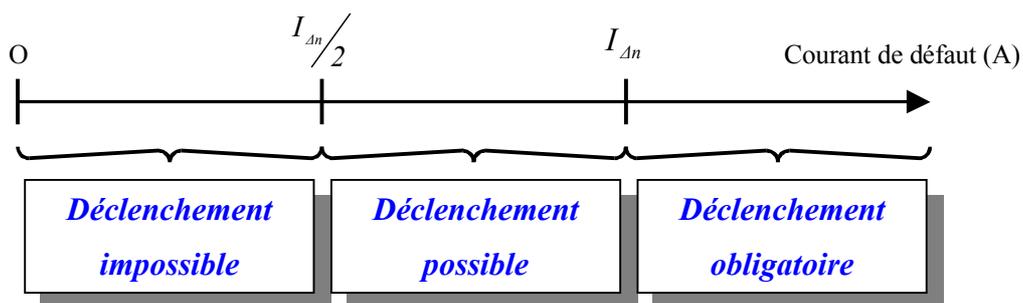
- les **DDR** de type **AC** : ils sont destinés aux applications courantes,
- les **DDR** de type **A** : ils sont destinés à des applications spécifiques (cuisinières, plaques de cuisson, lave-linge...),
- les **DDR** à **immunité renforcée** : ils évitent les déclenchements dus aux « parasites ». Ils sont destinés à des applications spéciales telles que l'informatique, les sites exposés à la foudre ou avec des lignes particulièrement parasitées (exemple : alimentation de tubes fluorescents ou des appareils électroniques de puissance (plaque à induction ou autre)), les réfrigérateurs et autres congélateurs.

4.5. Déclenchement des Dispositifs Différentiels Résiduels

Un dispositif différentiel résiduel doit obligatoirement couper le circuit en défaut pour une valeur de courant de défaut supérieure au courant nominal de déclenchement $I_{\Delta n}$. Le déclenchement du dispositif différentiel résiduel est possible si le courant de défaut est compris entre $I_{\Delta n}/2$ et $I_{\Delta n}$.

Pour toute valeur de courant de défaut inférieure à $I_{\Delta n}/2$, le déclenchement n'est pas possible.

A partir de la définition des seuils de déclenchement précédente, complétez l'illustration suivante en indiquant s'il peut y avoir déclenchement du dispositif différentiel résiduel.



Un Dispositif Différentiel Résiduel ne remplit sa fonction que s'il est associé avec une prise de terre de qualité (voir cours sur la prise de terre).