

Cours Sécurité des biens et des personnes

Disjoncteur différentiel

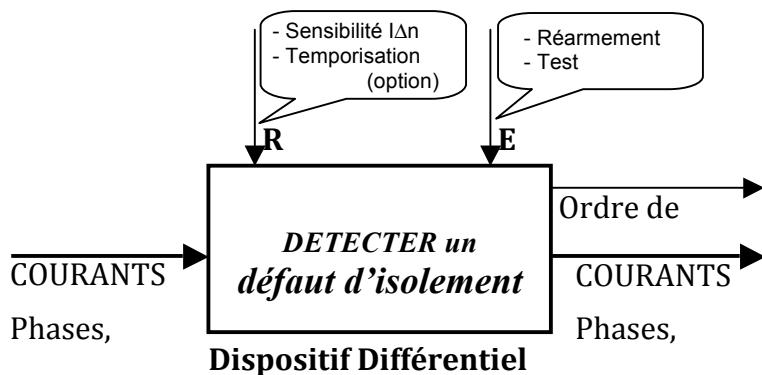
Etude pluri technologique

Savoirs :

cours-differentiel.doc

1. Présentation et fonctionnement

1 – Fonction

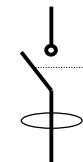


2 – Symboles

Interrupteur Différentiel

Le dispositif différentiel doit être associé à un appareil de coupure.

Interrupteur Différentiel



Disjoncteur Différentiel



Assure en supplément la protection des matériels

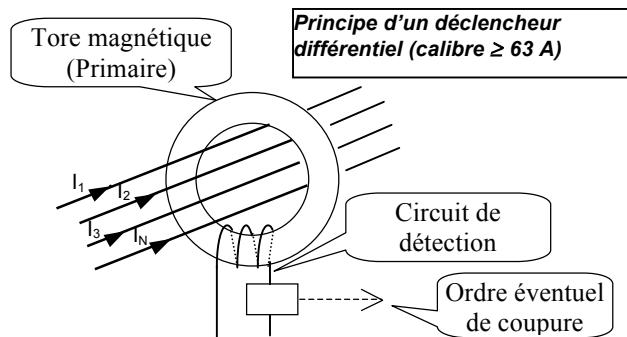
3 – Principe de fonctionnement

Un transformateur de courant de type tore magnétique enserre l'ensemble des conducteurs actifs (en aucun cas, le conducteur de protection PE) et réalise en permanence la somme vectorielle des courants.

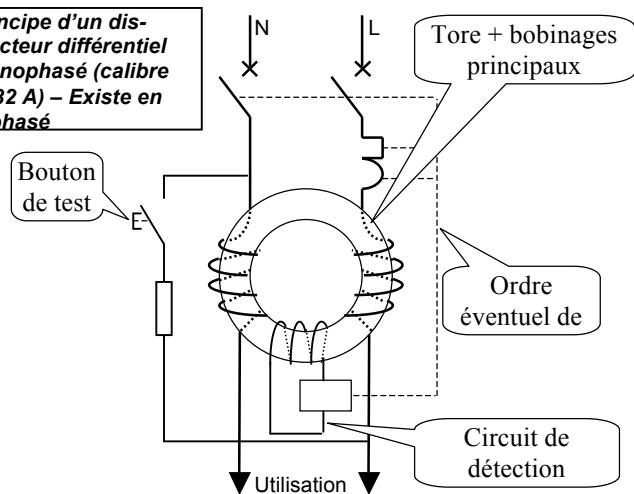
En absence de défaut d'isolement (circuit équilibré ou non) : $\vec{I}_1 + \vec{I}_2 + \vec{I}_3 + \vec{I}_N = 0$; il n'y a donc pas de courant secondaire.

Dans le cas d'un défaut d'isolement : $\vec{I}_1 + \vec{I}_2 + \vec{I}_3 + \vec{I}_N = \vec{I}_d$. Il apparaît un courant secondaire proportionnel au courant de défaut I_d . Le secondaire alimente un dispositif à seuil de courant qui donnera l'ordre de déclenchement à l'appareil de coupure.

La norme C15-100 impose une vérification mensuelle du dispositif au moyen d'un bouton de test.



Principe d'un disjoncteur différentiel monophasé (calibre $\leq 32 A$) – Existe en triphasé



4 – Sensibilité ($I\Delta n$) – Temps de réponse

Le seuil de réglage est appelé sensibilité.

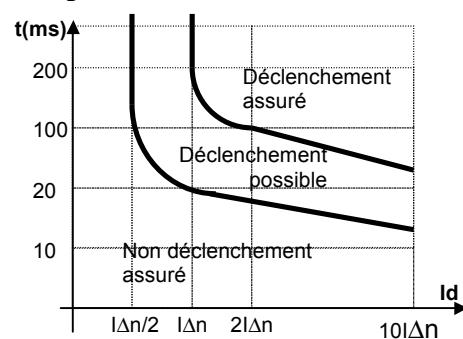
La norme tolère une plage de fonctionnement :

- $I_d < I\Delta n/2$: Non déclenchement assuré ;
- $I\Delta n/2 \leq I_d < I\Delta n$: Déclenchement possible ;
- $I_d \geq I\Delta n$: Déclenchement assuré.

Réglages :

- **Quelque soit le schéma de terre** : Haute sensibilité ($I\Delta n \leq 30$ mA) pour les circuits prises confort $< 32 A$, les circuits pour chantiers extérieurs et les circuits avec risque de rupture du PE.

Temps de réponse : Exemple Classe T02 (Norme UTE 60-130)



2. Sensibilités et classes

► Courant différentiel-résiduel assigné Δn

Le courant différentiel-résiduel assigné, noté Δn , est la valeur maximale du courant différentiel qui doit provoquer le fonctionnement du dispositif. Sa valeur exprime communément la sensibilité ou le réglage du DDR (exemple : DDR 30 mA). Un DDR peut, du point de vue des normes de produits différentiels, déclencher à partir de la moitié de son courant différentiel résiduel assigné.

Les appareils SOCOMEC, grâce à la mesure RMS vont pouvoir supporter des courants allant jusqu'à 75 % (en classe AC) du courant résiduel assigné. Cette précision autorise des courants de fuite plus importants pour un même niveau de protection et permet ainsi une meilleure sélectivité. Les valeurs de courant Δn sont classées suivant trois classes de sensibilité :

SENSIBILITES	REGLAGES Δn
BASSE	20 A
SENSIBILITE	10 A
	5 A
	3 A
MOYENNE	1 A
SENSIBILITE	500 mA
	300 mA
	100 mA
HAUTE SENSIBILITE	≤ 30 mA

► Temps de coupe

La norme CEI 60755 propose les valeurs préférées suivantes de durée de coupe maximale exprimé en secondes pour les dispositifs différentiels destinés à la protection contre les chocs électriques en cas de défaut de type contacts indirects :

CLASSE	In (A)	VALEURS DE DUREE DE COUPE		
		Δn s	2 Δn s	5 Δn s
TA	n'importe quelle valeur	2	0,2	0,04
TB	≤ 40 A seulement	5	0,3	0,15

La classe TB tient compte des associations d'un relais différentiel avec un appareil de coupure séparé. Pour la protection contre les contacts indirects, la norme d'installation NFC 15100 admet un temps de coupure au plus égal à 1s pour un circuit de distribution, sans tenir compte de la tension de contact si une sélectivité est jugée nécessaire. En distribution terminale, les dispositifs différentiels utilisés pour la protection des personnes doivent être du type instantané.

► Classes de relais différentiels

La norme NF C 15-100 associe un type de DDR en fonction de son comportement face à l'**influence des composantes continues**

- Classe AC
- Classe A
- Classe B

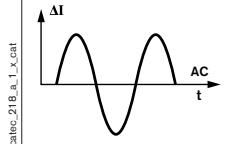
La norme CEI 60755 définit trois classes d'utilisation pour les DDR en fonction du type de réseau :

- **classe AC**

symbole :



exemple de courant de défaut :

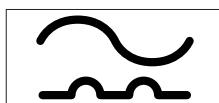


L'appareil assure un déclenchement avec des courants différentiels résiduels, alternatifs sinusoïdaux.

► Classes de relais différentiels (suite)

- **classe A**

symbole :



exemple de courant de défaut : l'appareil assure un déclenchement avec des courants différentiels résiduels, alternatifs sinusoïdaux ou des courants différentiels résiduels continus pulsés dont la composante continue reste inférieure à 6 mA pendant un intervalle de temps d'au moins 150° à la fréquence assignée.

- **classe B**

symbole :



exemple de courant de défaut : l'appareil assure un déclenchement avec des courants différentiels identiques aux appareils de classe A mais aussi pour des courants différentiels provenant de circuits redresseurs :

- simple alternance avec charge capacitive produisant un courant continu lisse,
- triphasé simple ou double alternance,
- monophasé double alternance entre phases,
- quelconque qui charge une batterie d'accumulateurs.

► Compatibilité électromagnétique (CEM)

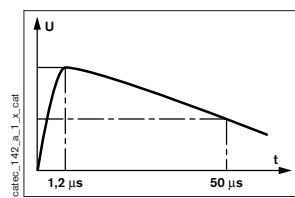
Les DDR déclenchent parfois pour des raisons autres que la présence d'un défaut d'isolement. Les causes sont variées : orages, manœuvre des appareils haute tension, courants de court-circuit, démarques des moteurs, allumages de tubes fluorescents, fermetures sur charges capacitives, champs électromagnétiques, décharges électrostatiques.

Les DDR présentant une immunité suffisante contre ces perturbations sont repérés par le symbole.

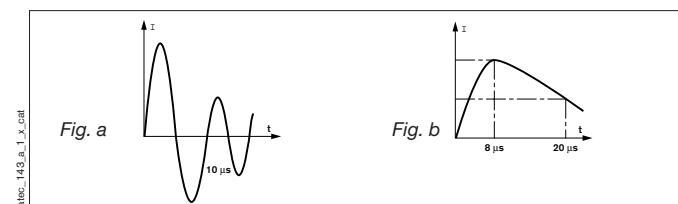


Selon la norme NF C 15-100 § 531.2.1.4, les DDR doivent être choisis de façon à limiter les risques de déclenchement intempestifs dus aux perturbations CEM. A ce titre, les produits de la gamme Resys Socomec présentent une immunité renforcée aux perturbations électromagnétiques notamment grâce à son principe de mesure RMS.

Les alimentations auxiliaires des relais différentiels SOCOMEC, fortement immunisées évitent les déclenchements intempestifs ou les destructions des composants en cas de surtensions ayant pour origine la foudre ou une manœuvre HT (figure ci-contre).



Le principe de mesure par échantillonnage numérique du signal différentiel et le choix des matériaux des tores assurent une bonne tenue des relais différentiels en cas de passage d'une onde de courant transitoire se produisant lors de la fermeture de circuits fortement capacitatifs (figure a) ou lors d'un amorçage en cas de claquage diélectrique suite à une surtension (figure b).



2. Mise en oeuvre

Toute installation présente un courant de fuite à la terre dû essentiellement aux fuites capacitatives des conducteurs et aux condensateurs d'antiparasitage ou de filtrage CEM par exemple des matériels de classe I.

La somme de ces courants de fuite peut faire déclencher des DDR haute sensibilité (le déclenchement est possible à partir de $I\Delta n/2$ ($I\Delta n \times 0,75$ pour les appareils SOCOME RESYS E et M) sans que la sécurité des personnes ne soit menacée.

Les courants de fuite peuvent être limités par :

- l'utilisation de matériels de classe II
- les transformateurs de séparation
- les circuits alimentés par ASI
- la limitation du nombre de récepteurs protégés par un même DDR.

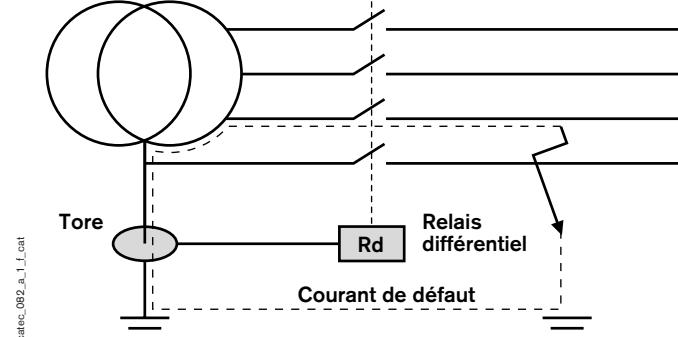
► Amélioration de la fonctionnalité des DDR

- Mise en œuvre à l'origine de l'installation TT.

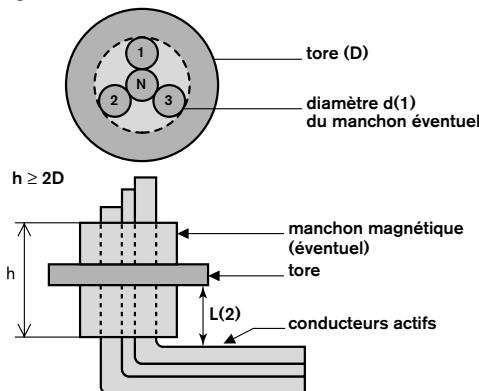
A l'origine de l'installation TT (et uniquement dans ce cas), il est possible de remplacer le tore de détection placé autour des conducteurs actifs par un tore unique, placé sur le conducteur reliant le neutre du transformateur HT/BT à la terre. Cette disposition permet de gagner en immunité aux perturbations et présente l'avantage d'être plus économique.

Transformateur HT/BT

Appareil à déclenchement (SIDERMAT ou FUSOMAT)



- Augmentation de l'immunité aux perturbations d'un tore par :
 - la disposition symétrique des conducteurs de phase autour du conducteur neutre
 - l'utilisation d'un tore de diamètre au moins égal à 2 fois le diamètre du cercle formé par les conducteurs : $\Delta \geq 2d$
 - le rajout éventuel d'un manchon magnétique d'une hauteur au moins égale à 2D.



(1) d = le centrage des câbles dans un tore est garant de la non saturation locale du tore. Un tore saturé provoque des déclenchements intempestifs.

(2) L = distance entre le tore et le coude des câbles.

► Indication des conditions de test des dispositifs différentiels

Un marquage complémentaire est à prévoir pour indiquer à l'utilisateur que le test doit être actionné régulièrement (une périodicité de 3 à 6 mois est recommandée).

► Choix du dispositif différentiel selon la nature de la protection à assurer

La norme NF C 15-100 § 531.2.3 préconise un choix selon la nature de la protection à assurer :

- Protection contre contacts indirects (sensibilité à choisir en fonction des tensions de contacts admissibles)
- Protection complémentaire contre contacts directs (Idn 30mA)
- Protection contre les risques d'incendie Idn (300mA).

► Choix du dispositif différentiel en régime IT

La norme NF C 15-100 § 531.2.4.3

Afin d'éviter des déclenchements intempestifs des DDR de protection contre les contacts indirects, pour les DDR à moyenne sensibilité, la valeur du courant différentiel résiduel assigné de l'appareil (Idn) doit être supérieure au double de la valeur du courant de fuite (If) qui circule lors d'un premier défaut $Idn > 2 \times If$.

► Choix du dispositif différentiel selon les principes d'alimentation auxiliaires

Le niveau de compétence des exploitants et la destination de l'installation vont, selon la CEI 60 364, orienter le choix des dispositifs de protection différentiels selon le type de fonctionnement lié au principe d'alimentation.

NATURE DU DISPOSITIF DIFFÉRENTIEL	CHOIX POSSIBLE EN FONCTION DU TYPE D'INSTALLATION	
	PERSONNEL NON AVERTI (BA1)	ESSAYÉES ET VÉRIFIÉES PAR DU PERSONNEL, AU MOINS AVERTI (BA4)
à source auxiliaire indépendante du réseau	NON	OUI
à fonctionnement indépendant de la tension du réseau	OUI	OUI
à fonctionnement dépendant de la tension du réseau ou de toute source auxiliaire à sécurité positive	NON	OUI
à fonctionnement dépendant de la tension du réseau non à sécurité positive	NON	OUI sauf circuits PC 16 A
à fonctionnement dépendant de la tension d'une source auxiliaire non à sécurité positive	NON	OUI sauf circuits PC 16 A et signalisation d'un défaut de source aux.

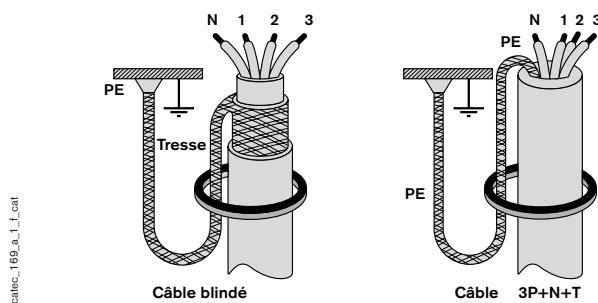
note : un transformateur raccordé sur le réseau ne constitue pas une source auxiliaire indépendante du réseau.

► Caractéristiques d'un dispositif différentiel à source auxiliaire

- Surveillance indépendante de la tension du circuit surveillé
- adapté aux réseaux à fluctuation importante et rapide
- surveillance indépendante du courant de charge (à-coup de courants non équilibré, couplage de charges inductives)
- meilleure immunité au déclenchement en cas de défauts transitoires (temps d'intégration de l'ordre de 30 ns alors qu'un appareil à propre courant risque de déclencher en quelques ms).

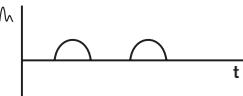
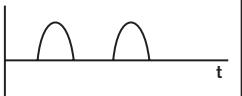
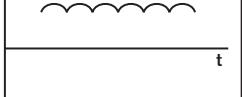
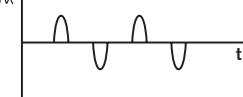
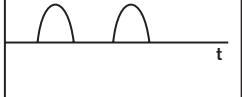
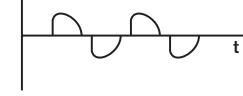
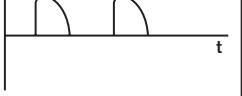
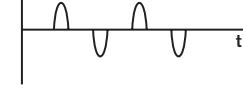
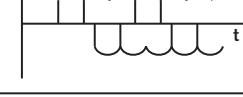
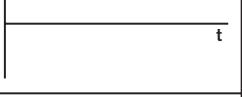
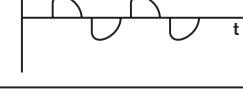
► Précautions mise en œuvre de tores sur des câbles armés

- Câble armé : isoler électriquement la boîte de raccordement, et la relier à la terre.



► Choix de la classe des différentiels en fonction des charges

La norme EN 61008-5 propose un choix de classe de DDR en fonction de l'électronique interne des récepteurs.

Classe exigée	Montage	Courant de secteur normal	Courant à la terre de défaut
1 ≥A	Monophasé L → N → PE		
2 B	Monophasé avec Mirage L → N → PE		
3 B	Monophasé en étoile triphasé L ₁ → L ₂ → L ₃ → N → PE		
4 ≥A	Pont redresseur à double alternance L → N → PE		
5 ≥A	Pont redresseur mixte à double alternance L → N → PE		
6 B	Pont redresseur mixte à double alternance entre phases L ₁ → L ₂ → N → PE		
7 B	Pont redresseur triphasé L ₁ → L ₂ → L ₃ → PE		
8 ≥AC	Gradateur à commande de phase L → N → PE		
9 ≥AC	Gradateur à commande par train d'ombre L → N → PE		