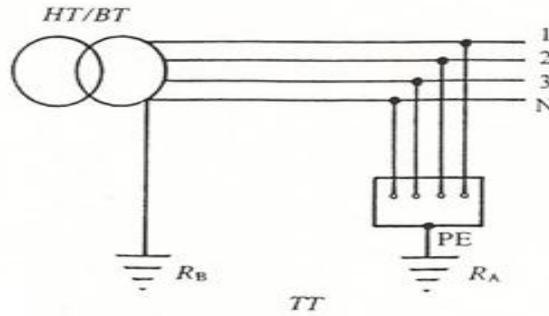


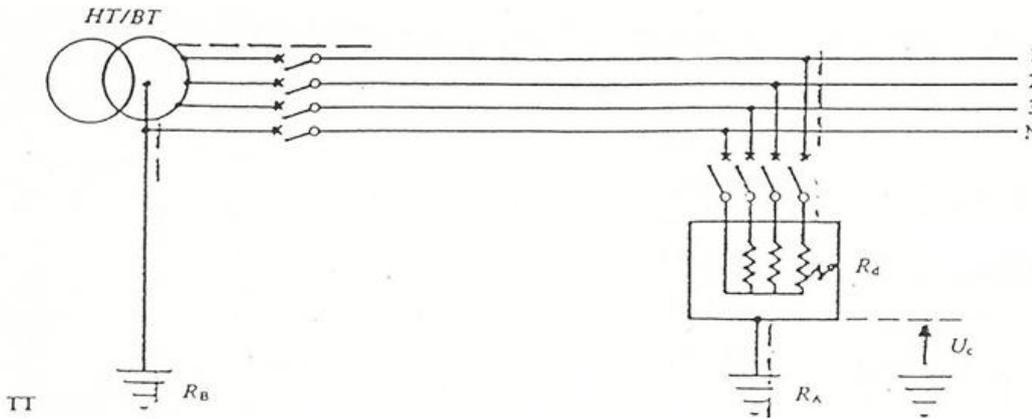
1. INTRODUCTION

Dans ce type de distribution _____



2. Étude d'un défaut d'isolement

On supposera que toutes les masses d'utilisation et le neutre de l'installation sont reliés à des prises de terre séparées.



Examinons le cas où un défaut d'isolement met en contact une phase et la masse du récepteur à l'intérieur de celui-ci.

Le courant de défaut circule dans la phase 1 et se referme au neutre par l'intermédiaire des prises de terre RA et RB.

Questions:

- reproduire le parcours du courant de défaut sur votre schéma;
- exprimer le courant de défaut "Id" et fonction de U0, Rd, RA et RB. (Avec U0 tension simple - entre phase et neutre)

Si une personne touche la masse en défaut, elle sera alors soumise à la tension de contact Uc (entre masse et terre).

Elle se trouve donc en parallèle avec RA.

La résistance du corps humain étant nettement supérieur à toute valeur de RA, on considère que la totalité du courant passe par RA et on peut alors écrire:

$$U_C =$$

Dans cette formule, Rd reste la seule inconnue.

Si le défaut d'isolement est franc (Rd=0Ω) alors la tension Uc sera maximale. Il s'agit du cas le plus défavorable.

On peut ainsi écrire:

$$U_C =$$

Application numérique: RA= 3Ω, RB= 3Ω, Rd= 0Ω, Uo=230V

Questions:

- calculer la tension de contact U_c ;

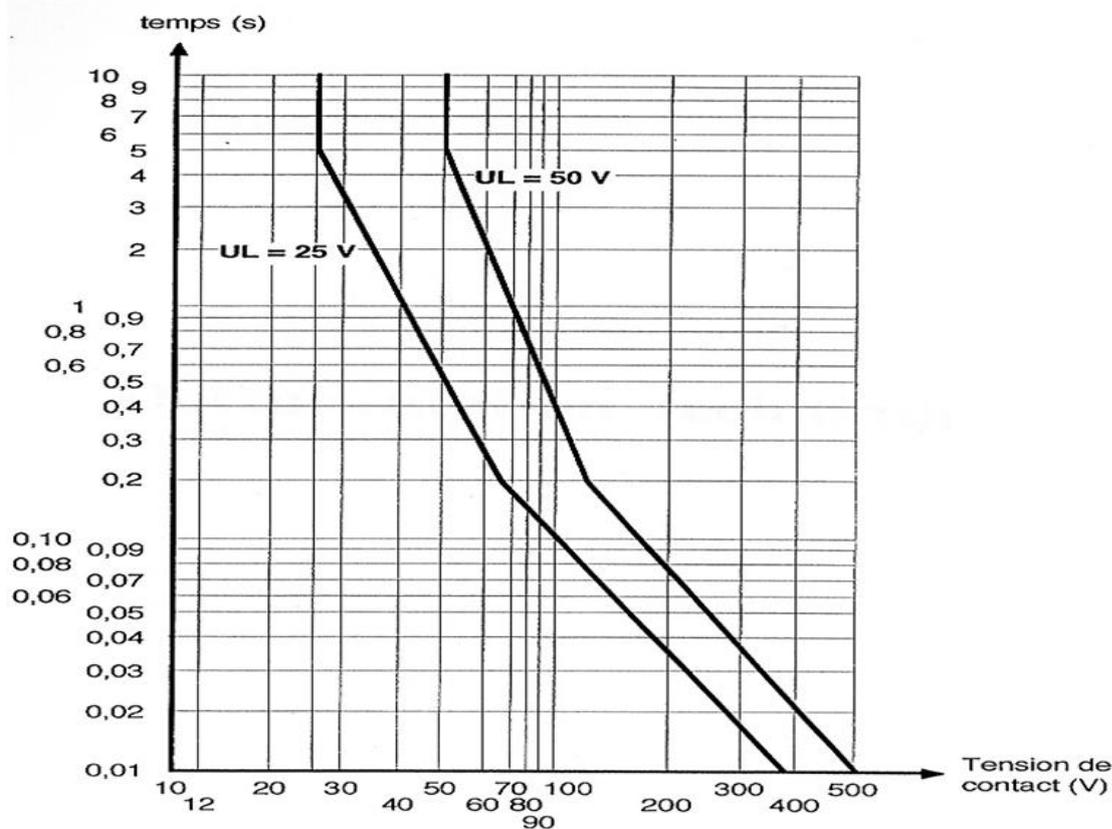
- cette tension est-elle supérieure aux tensions limite de sécurité (25V et 50V)?

- est-ce dangereux pour les personnes?

La norme impose le déclenchement de l'appareil de protection au premier défaut d'isolement.

Il convient de vérifier deux points:

- _____
- _____



Le circuit en défaut est protégé contre les surintensités par un appareil de protection (fusible ou disjoncteur). Celui-ci voit passer le courant d'emploi I_b plus sur la phase en défaut le courant I_d .

L'ordre de grandeur du courant de défaut I_d le fait se situer dans le domaine des surcharges.

Pour le disjoncteur le déclenchement thermique donnera l'ordre de déclenchement dans un temps trop long (quelques secondes).

Questions:

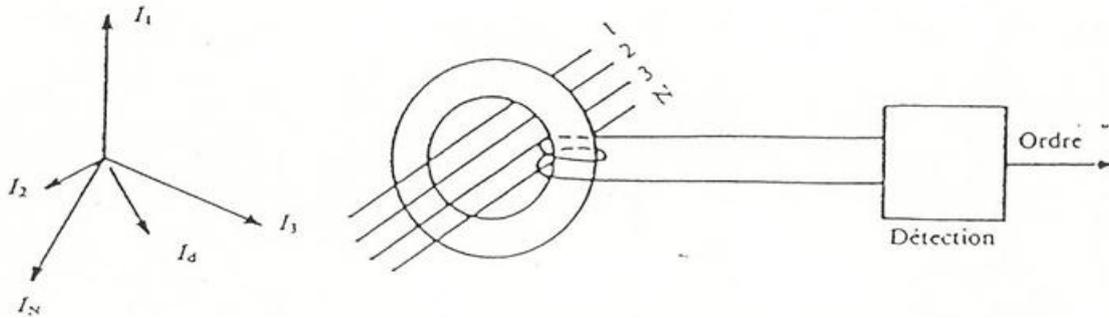
- déterminer le temps maximal de coupure si la tension de contact est de 86V (si on se situe dans un local sec);

- l'appareil de protection contre les surcharges peut-il protéger également les personnes?

- sinon, quel type d'appareil pourrait convenir?

3. Principe des dispositifs à courant différentiel résiduel.

Il s'agit d'un transformateur de courant de type tore qui enserme les trois conducteurs de phase et le neutre:



Dans le cas d'un circuit saint (pas défaut d'isolement) équilibré ou déséquilibré, la somme vectorielle (ou instantanée) des courants primaires est nulle:

$$i_1+i_2+i_3+i_N = 0 \text{ il n'y a donc pas de courant secondaire.}$$

Lors d'un défaut d'isolement à la terre, la relation devient: $i_1+i_2+i_3+i_N = i_d$

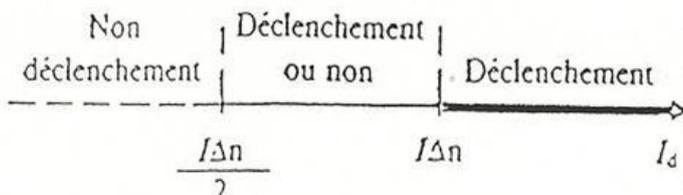
Il apparaît donc un courant secondaire proportionnel au courant i_d .

Le secondaire alimente un dispositif à seuil de courant qui donnera l'ordre de déclenchement à l'appareil de coupure.

Le seuil de réglage (fixe ou réglable sur certains appareils) est appelé $I_{\Delta N}$.

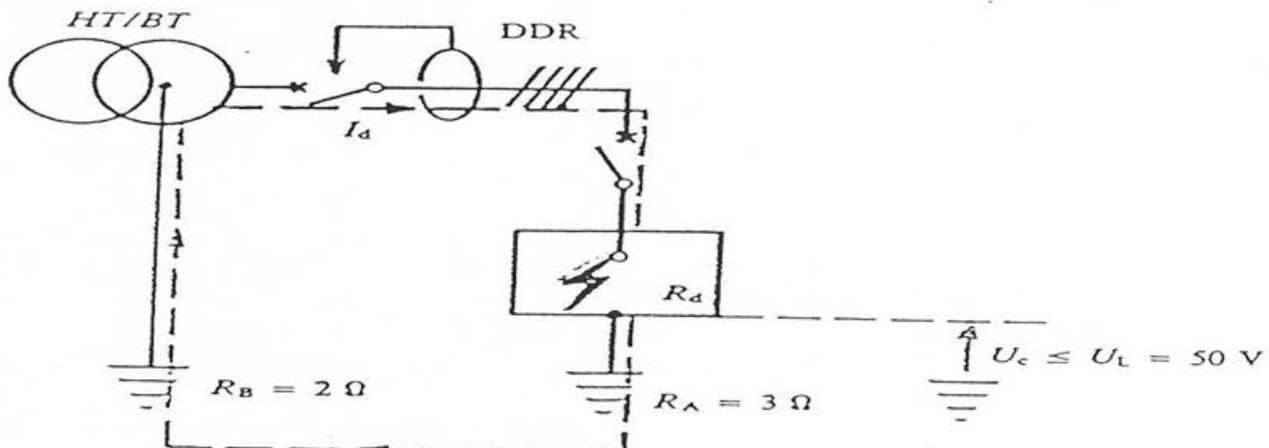
La norme de construction de ces dispositifs tolère une certaine plage de fonctionnement soit:

- $I_d > I_{\Delta N}$ alors déclenchement
- $I_d < I_{\Delta N} / 2$ alors non déclenchement



4. Détermination du seuil $I_{\Delta n}$ des DDR

Comment assurer la protection en cas de contacts indirects?



En cas de défaut d'isolement, il apparaît une tension de contact entre la masse et la terre:

$$U_c = U_c$$

Dès que U_c dépasse la valeur de la tension limite conventionnelle U_l (seuil de tension dangereuse suivant le type de local), l'ordre de déclenchement doit être donné.

Cela correspond à un courant de:

$$I_d =$$

Le seuil auquel le DDR devra être réglé est:

$$I_{\Delta N} =$$

Remarque: Ce seuil est indépendant de la valeur de la résistance de la prise de terre du neutre R_B . Ainsi un abonné BT ne doit se soucier que de la prise de terre des masses R_A , de son installation.

Il peut-être intéressant de formuler cette inégalité différemment:

$$R_A$$

Cette relation donne la valeur maximale de la résistance de la prise de terre des masses (R_A) qu'il faut essayer de respecter compte tenu du seuil $I_{\Delta N}$ de l'appareil différentiel.

Question:

- Si on choisit un seuil de 1A pour $I_{\Delta N}$, l'appareil de protection déclenchera lorsque la tension de contact dépassera quelle valeur?

- Plus nous choisissons un seuil inférieur au seuil maximal, plus nous allons dans le sens de la sécurité. Vrai ou faux?

Conclusion:

Le fait de choisir correctement $I_{\Delta N}$ permet de vérifier que l'appareil de protection va intervenir dès que $U_c > U_{limite}$

5. Temps de déclenchement des DDR

Il faut vérifier que le DDR intervienne avant le temps défini par la courbe de sécurité:

Pour cela il faut savoir que la norme UTE 60-130 définit 4 classes d'appareils différentiels en fonction de leur temps de coupure.

Généralement, plus le courant de fuite détecté par l'appareil est important par rapport au seuil nominal de ce dernier, plus le déclenchement sera rapide:

Classes	Temps de déclenchement pour		
	I_n	$2 \cdot I_n$	$10 \cdot I_n$
TO1	1000 ms	150 ms	30 ms
TO2	200 ms	100 ms	30 ms
T1	1000 ms	250 ms	150 ms
T2	200 ms	100 ms	100 ms

Exemple:

Si un appareil est de classe T02, il doit fonctionner en moins de 100ms si le courant de fuite est au moins égal à 2 fois la valeur du seuil affiché sur l'appareil.

Classes	Temps de déclenchement pour		
	I_n	$2 \cdot I_n$	$10 \cdot I_n$
T01	1000 ms	150 ms	30 ms
T02	200 ms	100 ms	30 ms
T1	1000 ms	250 ms	150 ms
T2	200 ms	100 ms	100 ms

Remarque:

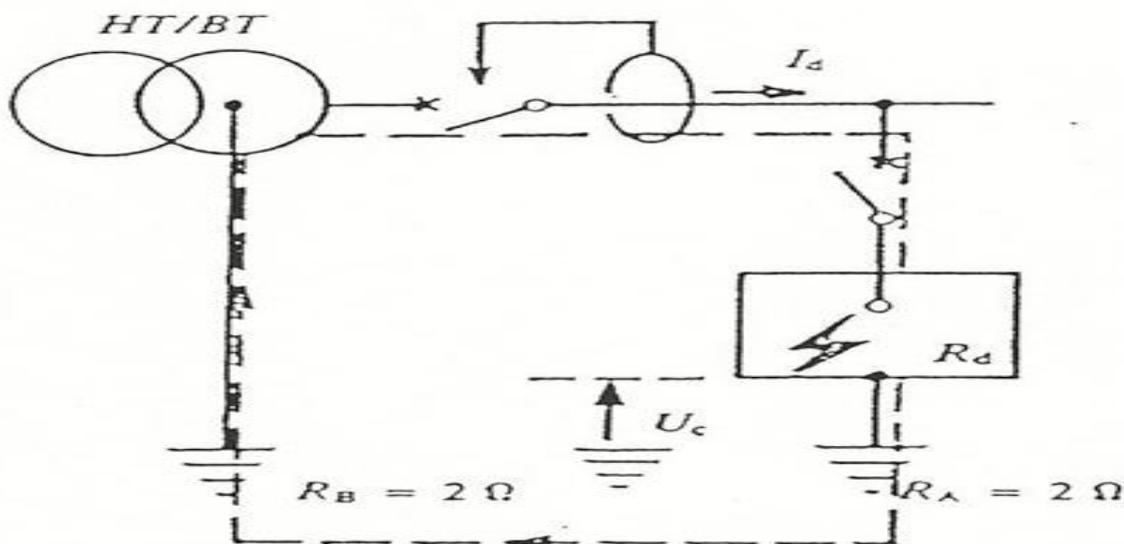
Les DDR à haute sensibilité ($I_{\Delta n} < 30\text{mA}$) doivent être de classe T01 ou T02.

En cas de défaut d'isolement dans un récepteur, le courant de fuite est dans la grande majorité des cas, supérieur à 300mA soit $10I_{\Delta n}$.

On peut ainsi considérer qu'en général un dispositif DDR à haute sensibilité élimine ces intensités de défaut en moins de 30ms.

Exercice:

Considérons un local pour lequel la tension limite de sécurité est $U_l = 50\text{V}$

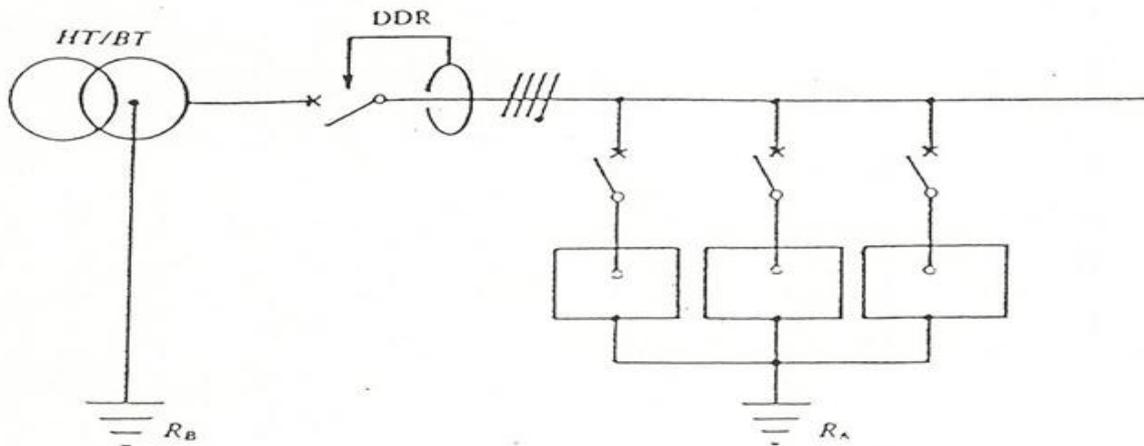
Questions:

- Donner la valeur du seuil de réglage ($I_{\Delta n}$) du DDR;
- Calculer la valeur du courant de défaut (I_d) qui traversera le DDR (on prendra $R_d = 0\Omega$);
- Déterminer la tension de contact ($U_c = R_A \cdot I_d$);

- Choisissons par exemple un appareil de classe T2 et de seuil $I\Delta n=1A$. Déterminer le temps de coupure du DDR;
- D'après la courbe de sécurité ($U_i=50V$), la protection des personnes est-elle assurée?

6. Emplacement des DDR

6.1 Toutes les masses d'utilisation sont interconnectées à une même prise de terre RA



Quel que soit le départ en défaut le courant de fuite I_d passera par R_A et R_B . Si le différentiel est en tête d'installation, il verra passer ce courant de défaut.

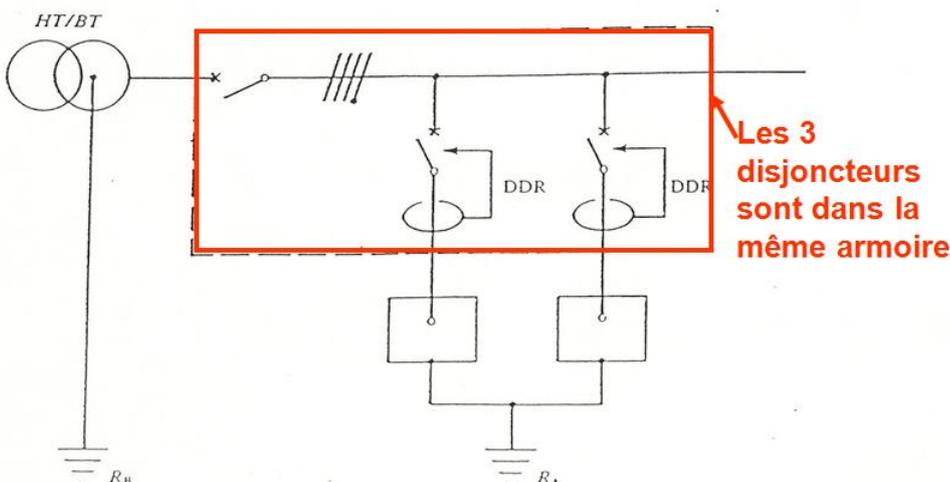
Dans ce cas, un seul DDR en tête d'installation est le minimum requis par la norme.

Si l'on désire une certaine continuité de service, il faut ajouter des DDR sur les différents départs aval et appliquer les règles de sélectivité différentielles que nous développerons plus tard.

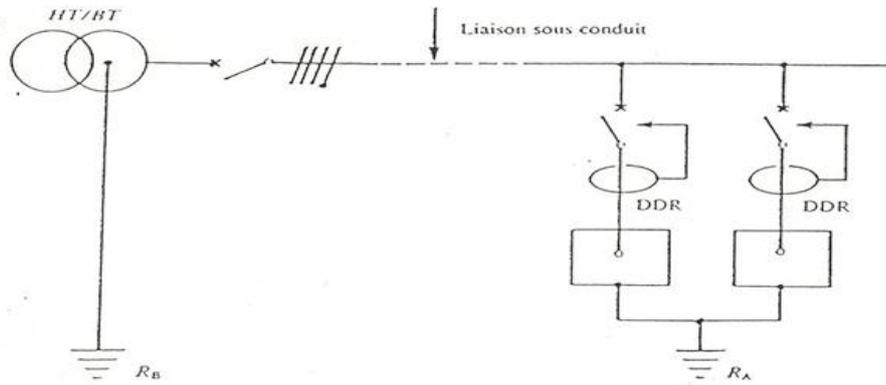
Cas particulier: pas de DDR en tête.

Il est possible de rentrer dans le cadre d'une dérogation de la norme si:

- **1^{er} cas: le disjoncteur de tête et les disjoncteurs des départs principaux sont dans la même armoire:**



- 2^{ème} cas: la liaison entre le disjoncteur de tête et les départs principaux est de classe 2, par exemple sous conduits isolants.



d'équiper les départs principaux de DDR séparément.

Nous réalisons ainsi la sélectivité horizontale.

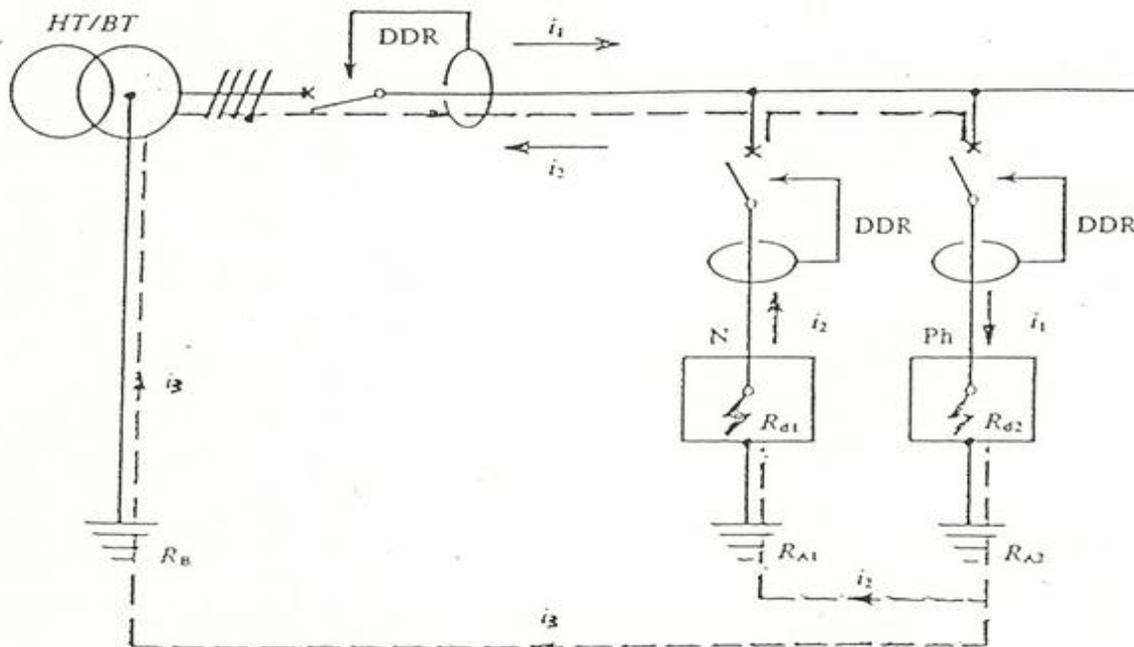
6.2 Toutes les masses d'utilisation ne sont pas interconnectées à une même prise de terre RA.

6.2.1 Cas des départs éloignés

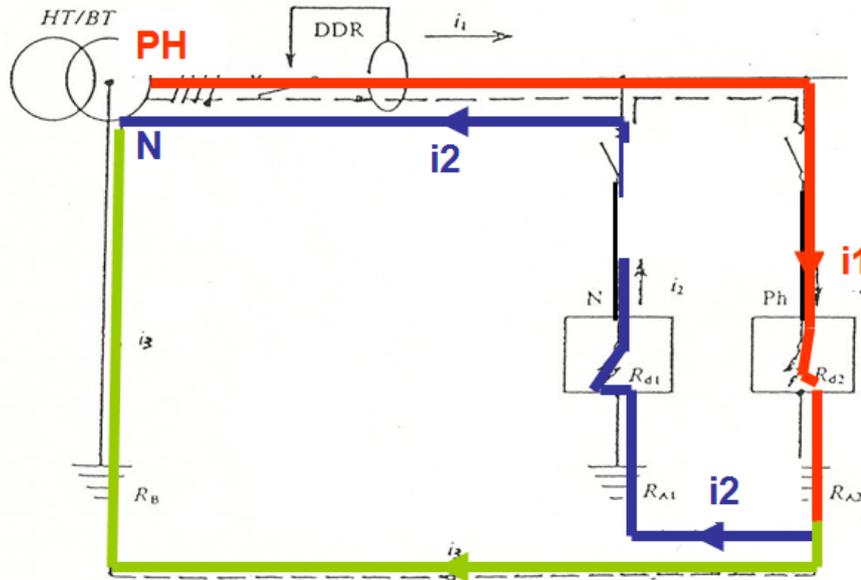
A priori il suffirait de placer un DDR en tête d'installation calibré en fonction de la valeur de la prise de terre RA_1 ou RA_2 la plus élevée et avoir: $\Delta N < UI / \text{valeur max de RA}$

Nous supposons, qu'il n'y a qu'un DDR en tête.

Envisageons sur le départ n°1 un défaut d'isolement sur le conducteur neutre. Alors aucun courant de fuite n'apparaît et le différentiel de tête n'est pas sensibilisé. Ce défaut peut persister pendant un temps indéfini.



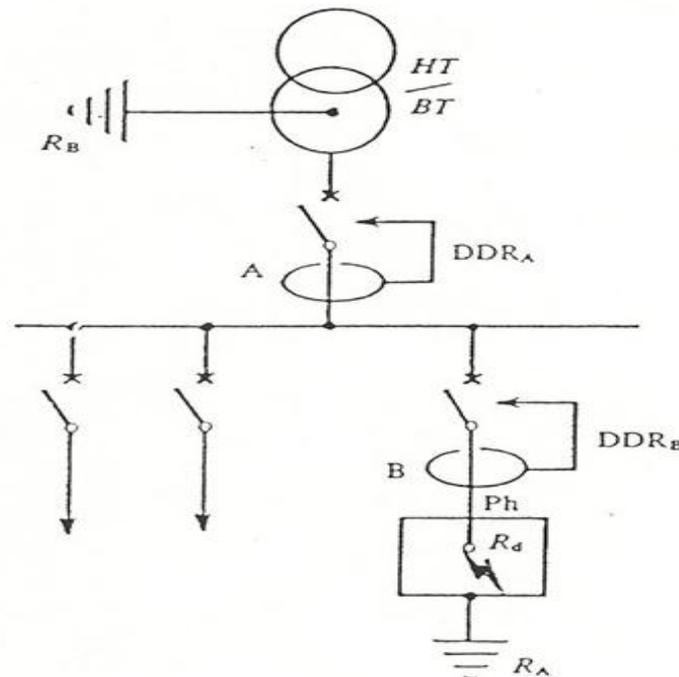
Sur le départ n°2 survient un deuxième défaut d'isolement sur une phase. Un courant de fuite i_1 prend naissance et se divise en i_2 et i_3 :



Le différentiel de tête ne verra que le courant ($i_1 - i_2$) qui ne reflète pas le courant i_1 dans le départ N°2.

Pour obtenir une protection correcte, il faut impérativement placer un DDR sur chaque départ et un DDR en tête.

7. Sélectivité entre DDR

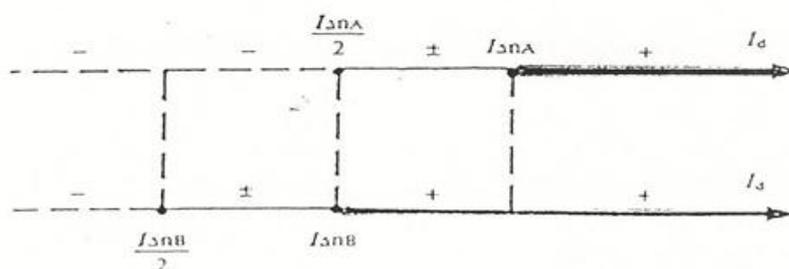


En cas de défaut sur une phase, les deux dispositifs différentiels A et B sont traversés par le même courant de défaut.

Il est intéressant d'avoir une sélectivité entre ces deux appareils afin d'obtenir une meilleure continuité de service.

La sélectivité entre les deux appareils sera totale si pour tout courant de fuite situé en aval de DDR_B , seul DDR_B déclenche.

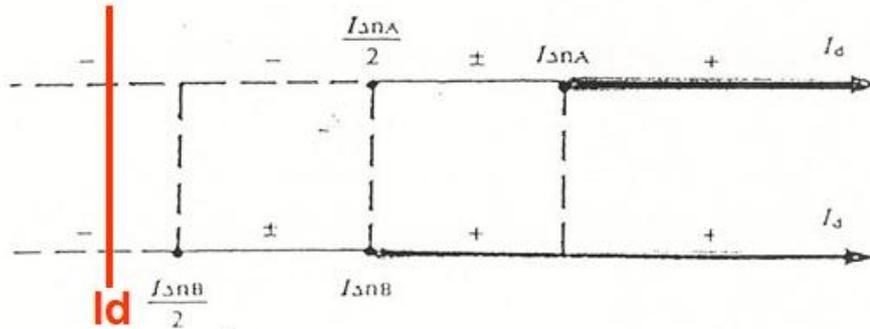
On en déduit immédiatement qu'il est nécessaire que le seuil de non-fonctionnement de DDR_A ($I_{\Delta N} / 2$) soit au moins égal au seuil de fonctionnement de DDR_B :



Plusieurs cas peuvent se produire suivant la valeur réelle du courant de défaut

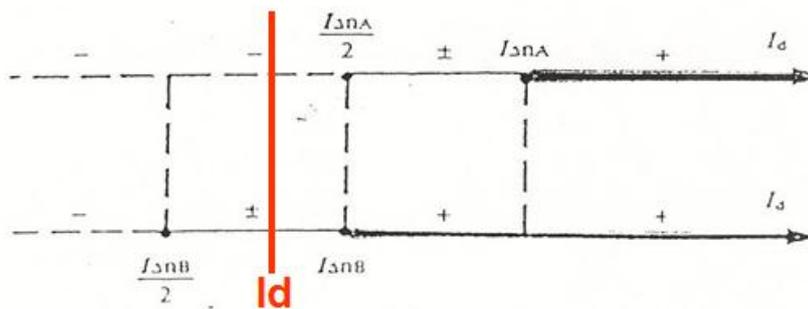
1. $I_d < I_{\Delta N_B}/2$

Ni DDR_A , ni DDR_B ne sont sensibles à ce courant de fuite qui n'est pas dangereux:



2. $I_{\Delta N}/2 > I_d > I_{\Delta N_B}/2$

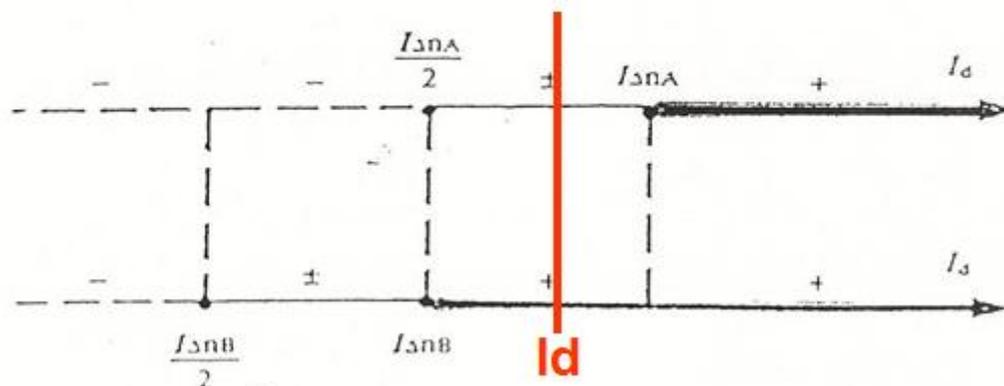
Le seuil réel de déclenchement de DDR_B est peut-être atteint mais pas celui de DDR_A .
Donc DDR_B peut déclencher mais pas DDR_A :



Il y a sélectivité

3. $I_d > I_{\Delta N_A}/2$

Le seuil réel de déclenchement de DDR_B est atteint et aussi celui de DDR_A .
Donc les deux appareils peuvent déclencher:



Conclusion:

La sélectivité est limitée à des valeurs de $I\Delta N_A < 2 \cdot I\Delta N_B$. Nous obtenons une sélectivité ampèremétrique partielle.

Pour obtenir la sélectivité dans tous les cas, nous devons retarder le fonctionnement de DDRA.

Il s'agit alors d'une sélectivité chronométrique:

Le temps de non fonctionnement de DDR_A (TNF_A) devra être supérieur au temps de coupure total de DDR_B (TTC_B)

Il faut donc pour avoir une sélectivité totale, les deux conditions suivantes:

$$I\Delta N_A > 2 \cdot I\Delta N_B$$

$$TNF_A > TTC_B$$