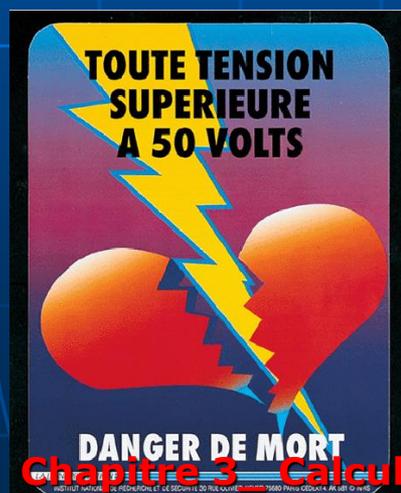
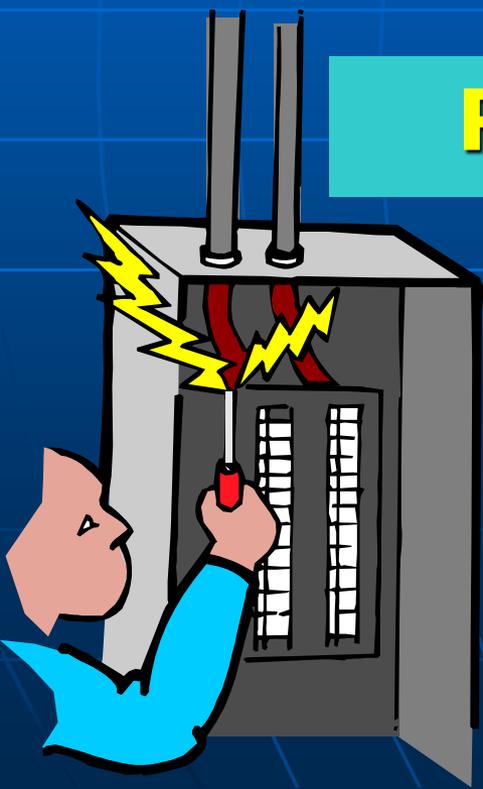




# SCHÉMA DE LIAISON À LA TERRE

Protection des personnes

## RÉGIME DE NEUTRE TT





# SCHÉMAS DE LIAISON À LA TERRE

## OBJECTIFS :

- Identifier une installation
- Déterminer les tensions de contact
- Déterminer les risques encourus par l'utilisateur
- Choisir un dispositif de protection
- Vérifier si la protection des personnes est assurée

# SCHÉMAS DE LIAISON À LA TERRE

## **Méthode générale : étude d'un défaut d'isolement**

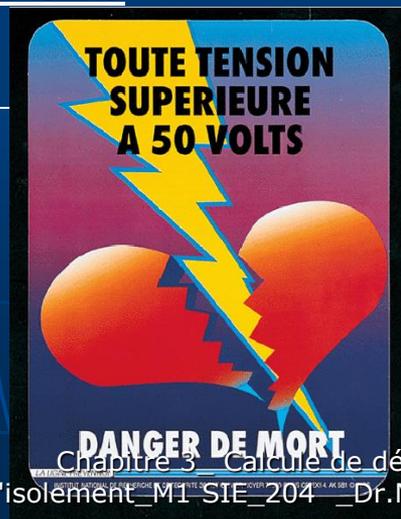
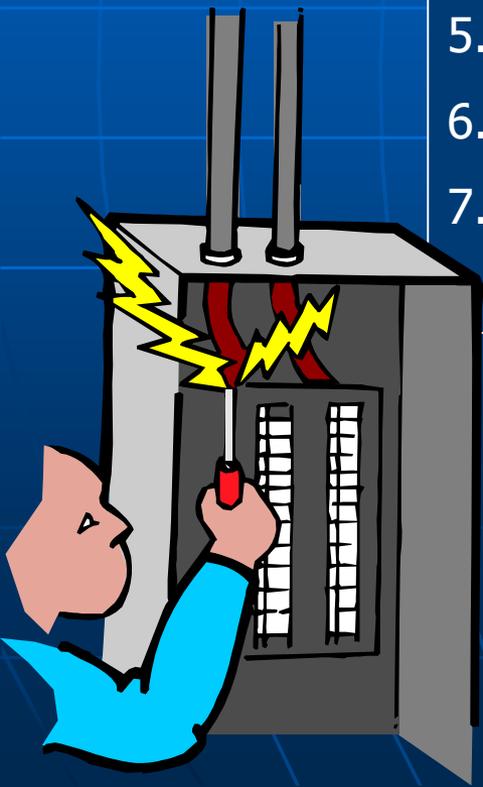
- 1. Tracé de la circulation du courant de défaut**
- 2. Schéma électrique équivalent**
- 3. Détermination de la tension de contact (corporelle)**
- 4. Comparaison de cette tension ( $U_c$ ) à la tension limite de sécurité ( $U_l$ )-----danger ?**
- 5. Calcul de l'intensité du courant corporel ( $I_c$ )----- effets physiologiques**
- 6. Calcul de l'intensité du courant de défaut ( $I_d$ ) ----- temps de réaction des protections ( $t_d$ )**
- 7. Comparaison au temps maximal de réaction des protections (courbes de sécurité) ----- danger ?**



# RÉGIME DE NEUTRE TT

## PLAN

1. CIRCULATION DU COURANT DE DÉFAUT
2. SCHÉMA ÉLECTRIQUE ÉQUIVALENT
3. DÉTERMINATION DE LA TENSION CORPORELLE
4. ÉVALUATION DU DANGER
5. INTENSITÉ DU COURANT CORPOREL
6. INTENSITÉ DU COURANT DE DÉFAUT
7. PROTECTIONS



# RÉGIME DE NEUTRE TT

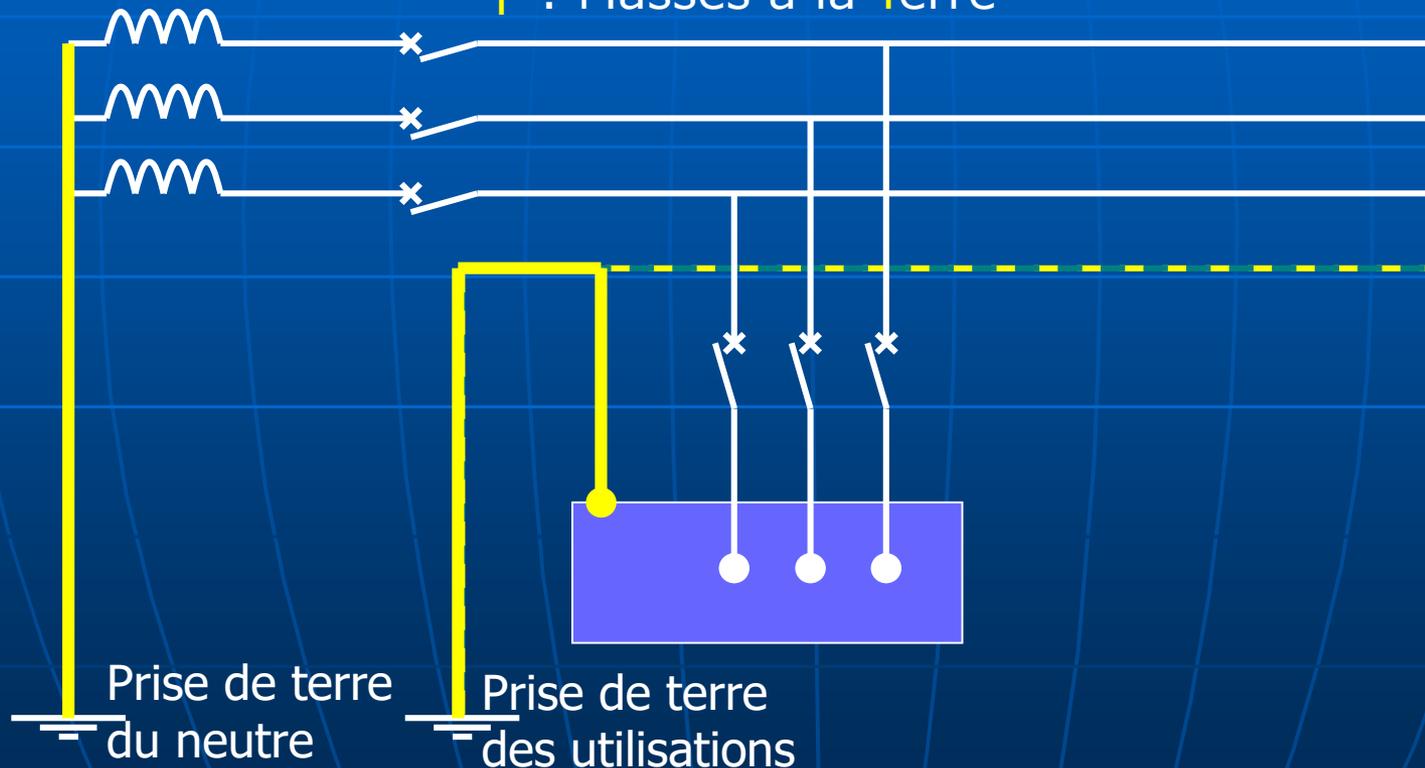
## 1 – CIRCULATION DU COURANT DE DÉFAUT

### PRINCIPE

T : Neutre à la Terre

T : Masses à la Terre

Schéma

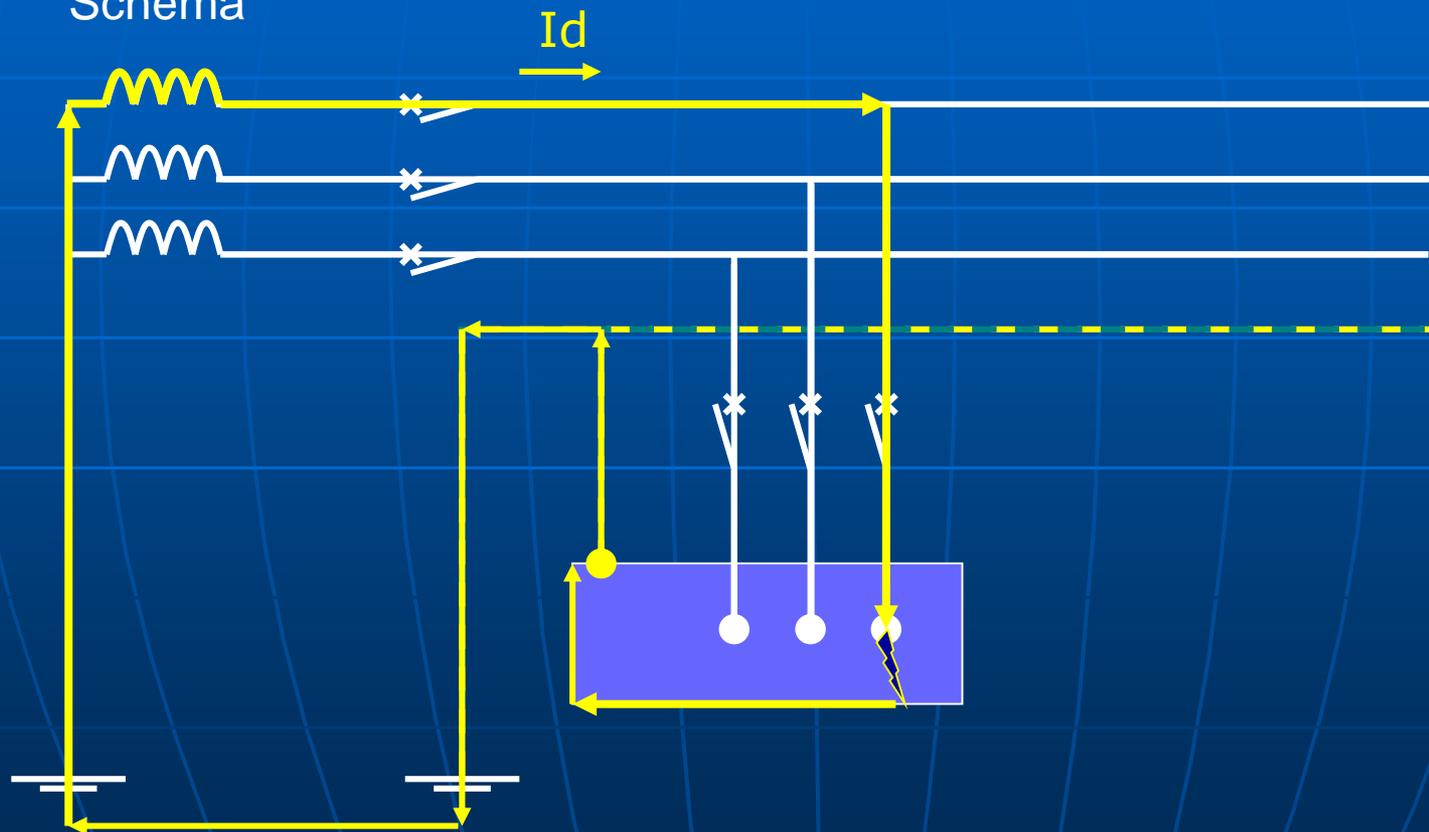




# RÉGIME DE NEUTRE TT

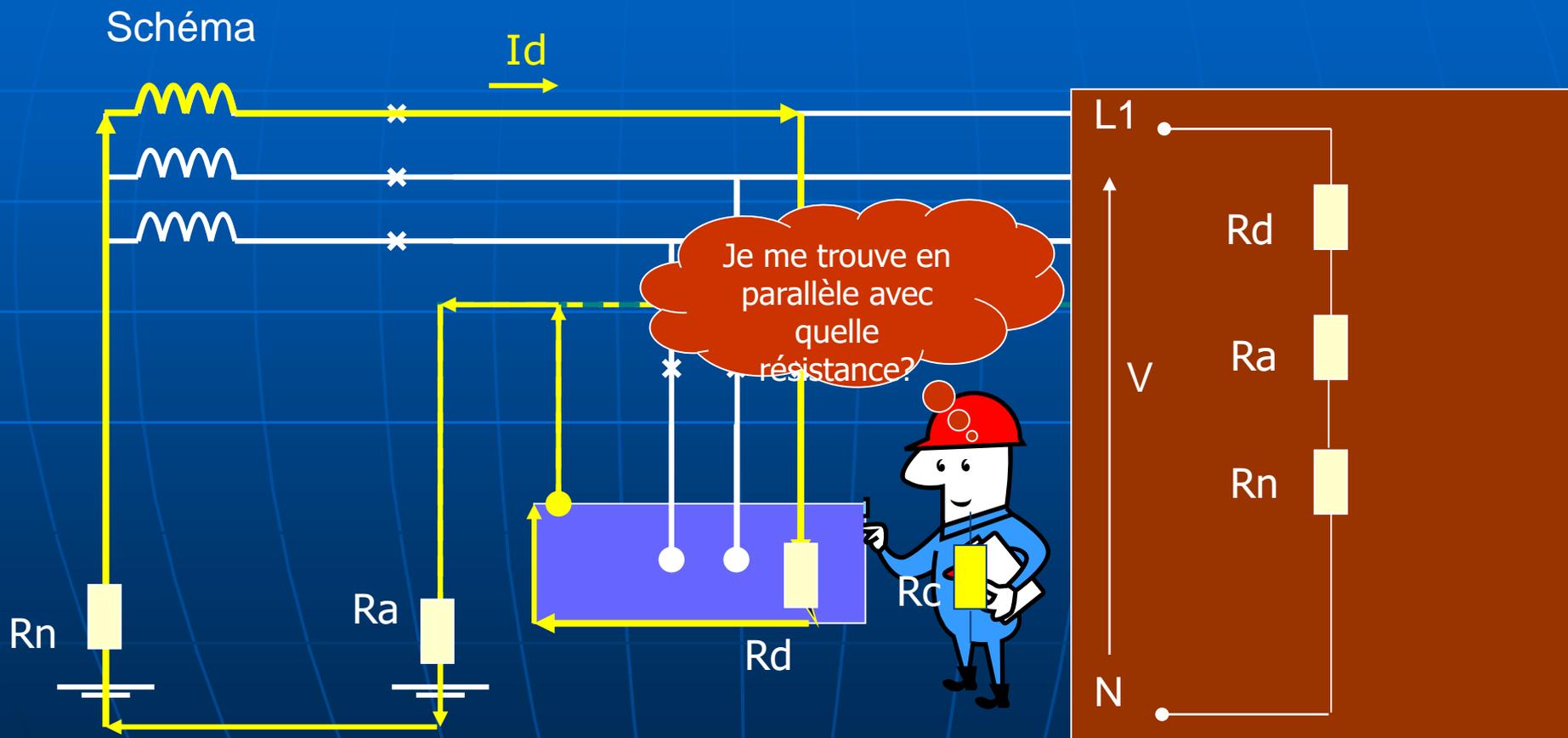
## 1 – CIRCULATION DU COURANT DE DÉFAUT

Schéma



# RÉGIME DE NEUTRE TT

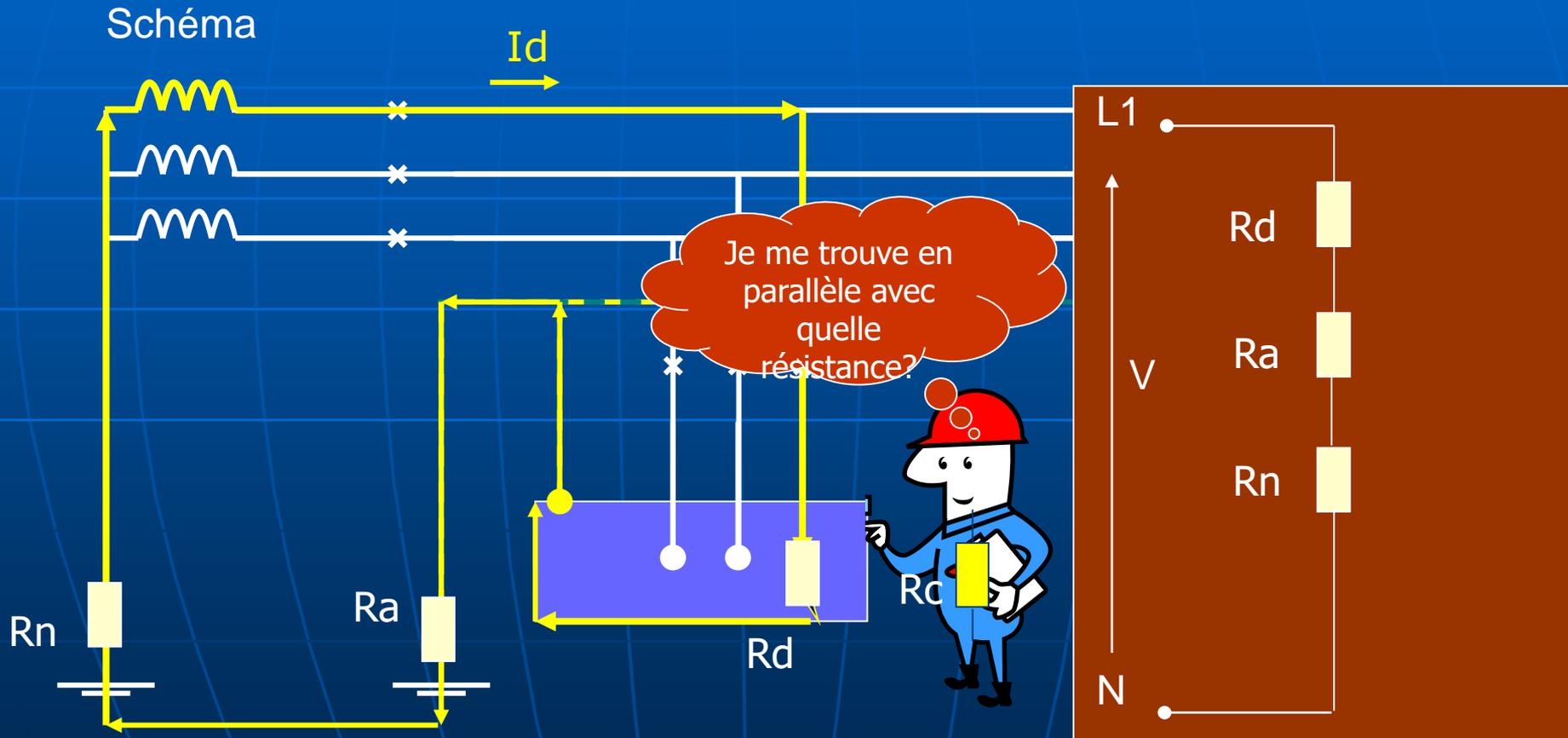
## 2 – SCHÉMA ÉLECTRIQUE ÉQUIVALENT





# RÉGIME DE NEUTRE TT

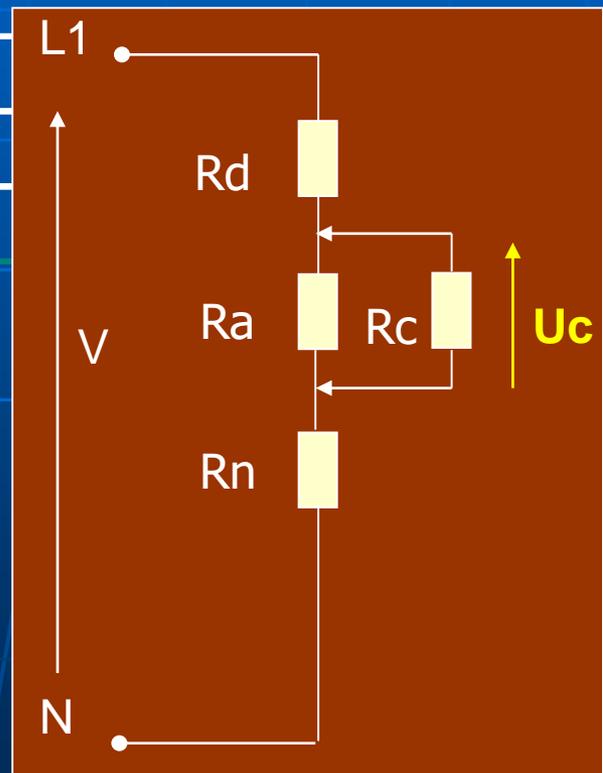
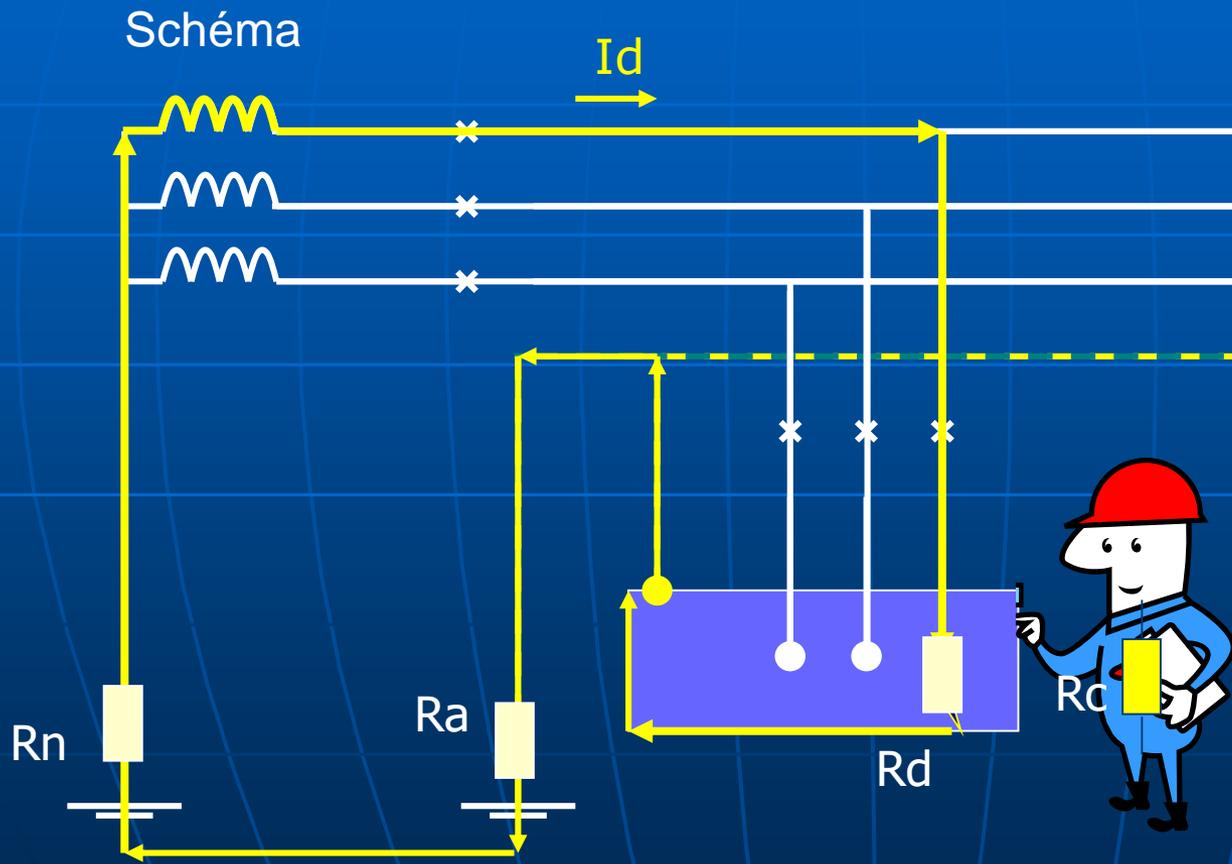
## 2 – SCHÉMA ÉLECTRIQUE ÉQUIVALENT





# RÉGIME DE NEUTRE TT

## 2 – SCHÉMA ÉLECTRIQUE ÉQUIVALENT





# RÉGIME DE NEUTRE TT

## 3 – DÉTERMINATION DE LA TENSION CORPORELLE

On considère :

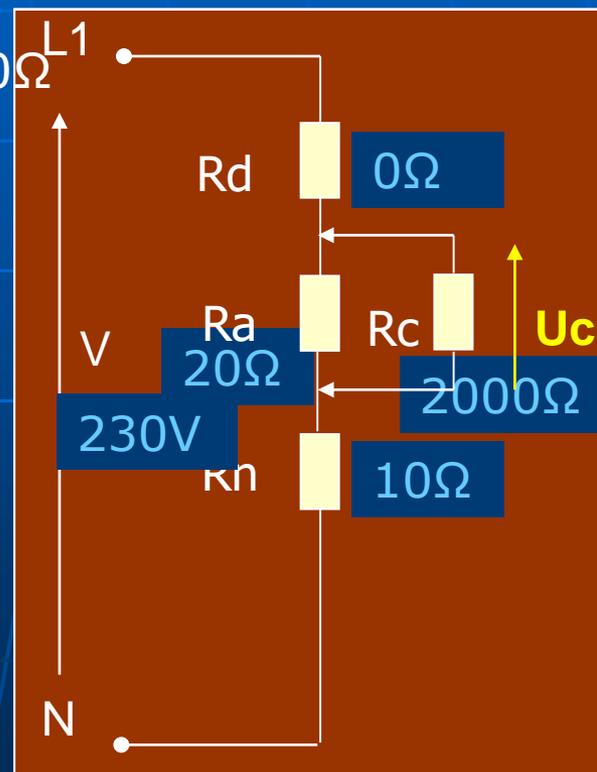
- Un réseau 230/400V
- Une résistance de mise à la terre du neutre de  $10\Omega$
- Une résistance de mise à la terre des masses de  $20\Omega$
- Une résistance corporelle ( $R_c$ ) de  $2000\Omega$
- Une résistance de défaut nulle
- Un local sec

Application :

$$U_c = V \times R_a / (R_d + R_a + R_n)$$

$$= 230 \times 20 / 30 = 153 \text{ V}$$

$$U_c = 153 \text{ V}$$





# RÉGIME DE NEUTRE TT

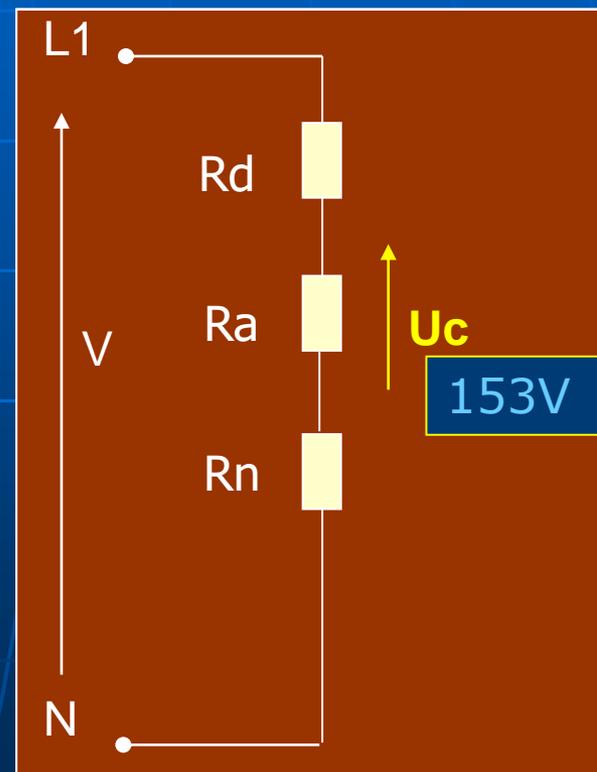
## 4 – ÉVALUATION DU DANGER

Conditions normales, local sec :

$U_i = 50 \text{ V}$

**$U_c = 153 \text{ V} > U_i = 50 \text{ V}$**

# DANGER





# RÉGIME DE NEUTRE TT

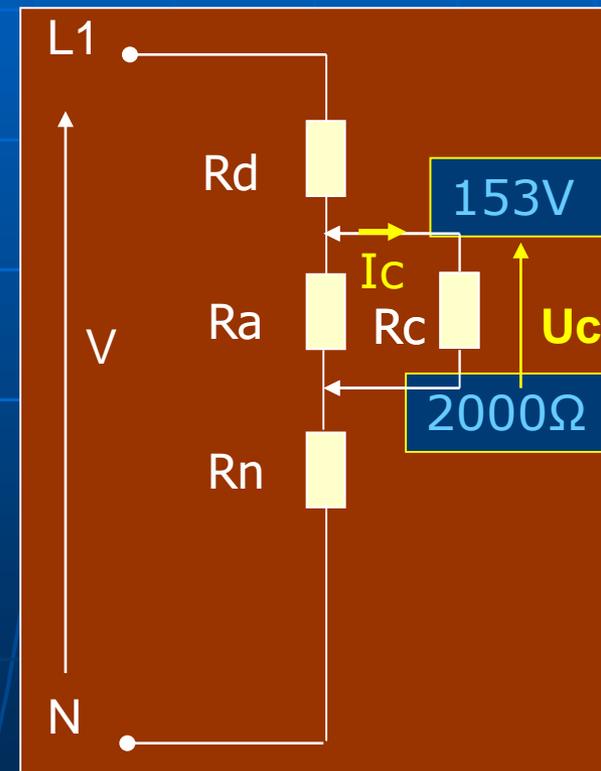
## 5 – INTENSITÉ DU COURANT CORPOREL

Loi d'Ohm :

$$I_c = U_c / R_c = 153 / 2000 = 0,0765 \text{ A}$$

$$I_c = 76,5 \text{ mA}$$

Effets physiologiques ?





ms

1000

500

200

100

50

20

10

0.1 0.2 0.5 1 2 5 10 20 50 100 200 500 1000 2000 5000 10000 (ma eff)

1

2

4

3

5

**Zone 1 : Habituellement aucune réaction**  
**Zone 2 : Aucun effet physiopathologique dangereux**  
**Zone 3 : Aucun risque de fibrillation cardiaque**

**Zone 4 : Fibrillation cardiaque possible (prob <50%)**  
**Zone 5 : Fibrillation cardiaque (prob >50%)**



# RÉGIME DE NEUTRE TT

## 5 – INTENSITÉ DU COURANT CORPOREL

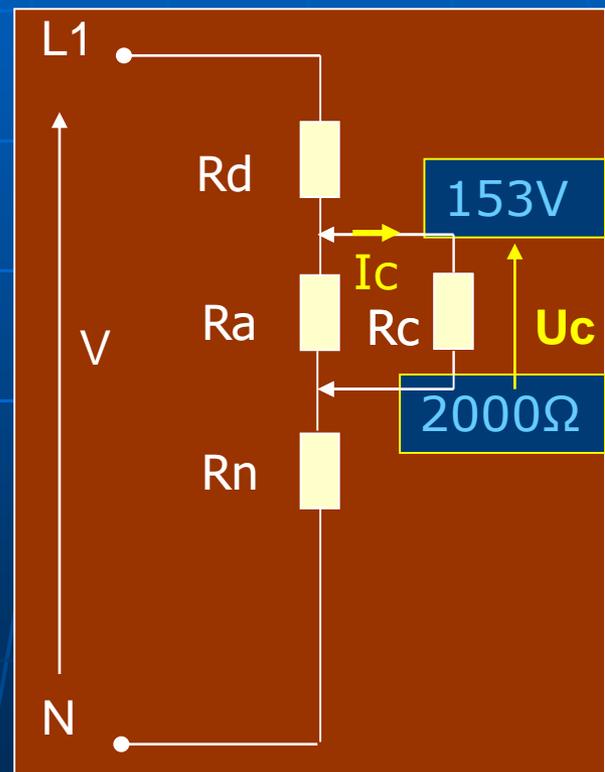
Loi d'Ohm :

$$I_c = U_c / R_c = 153 / 2000 = 0,0765 \text{ A}$$

$$I_c = 76,5 \text{ mA}$$

Effets physiologiques ?

Risque de fibrillation cardiaque après 1 s





# RÉGIME DE NEUTRE TT

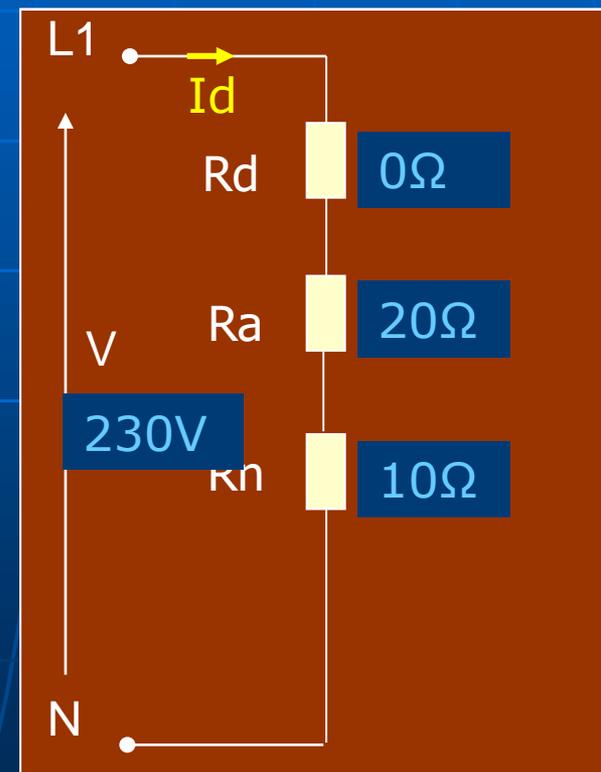
## 6- CALCUL DE L'INTENSITÉ COURANT DE DÉFAUT

Loi d'Ohm :

$$I_d = V / \Sigma R$$

$$= 230 / 30 = 7,65 \text{ A}$$

$$\mathbf{I_d = 7,65 \text{ A}}$$





# RÉGIME DE NEUTRE TT

## 7- PROTECTIONS

### COUPURE DE L'ALIMENTATION DÈS L'APPARITION DU DÉFAUT

#### Intensité du courant de défaut

$$I_d = 7,65 \text{ A}$$

Valeur qui s'ajoute au courant d'emploi, trop faible pour provoquer le déclenchement d'une protection classique (court-circuit ou surcharge), un récepteur domestique ou industriel absorbant couramment plus d'une dizaine d'Ampères.

#### Solution

Utiliser un appareil de protection capable d'isoler et de ne mesurer que le courant de défaut.

#### Dispositif Différentiel à courant Résiduel

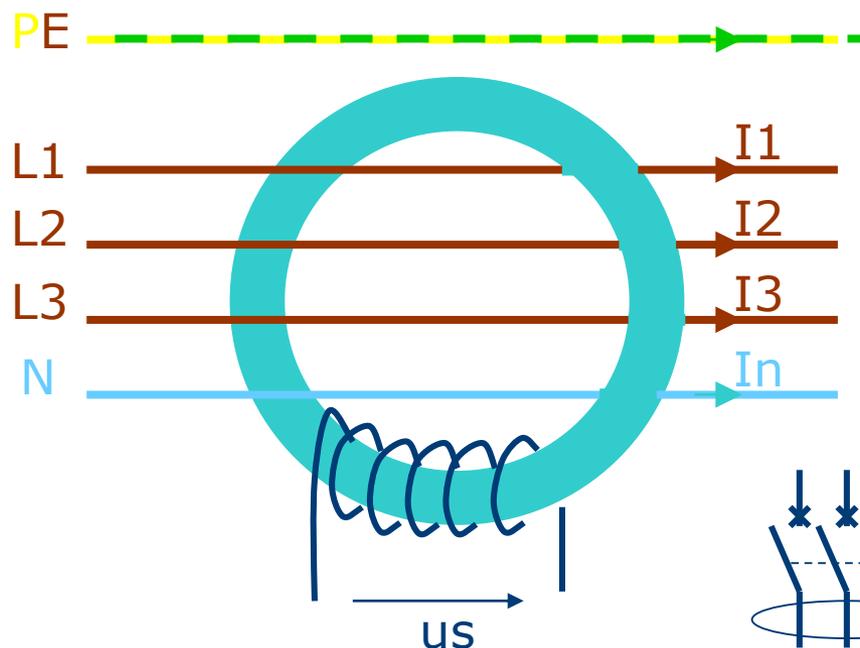
### DDR

# RÉGIME DE NEUTRE TT

## 7- PROTECTIONS

### Principe d'un Dispositif Différentiel à courant Résiduel

Isoler et ne mesurer que le courant défaut



Vers dispositif de déclenchement

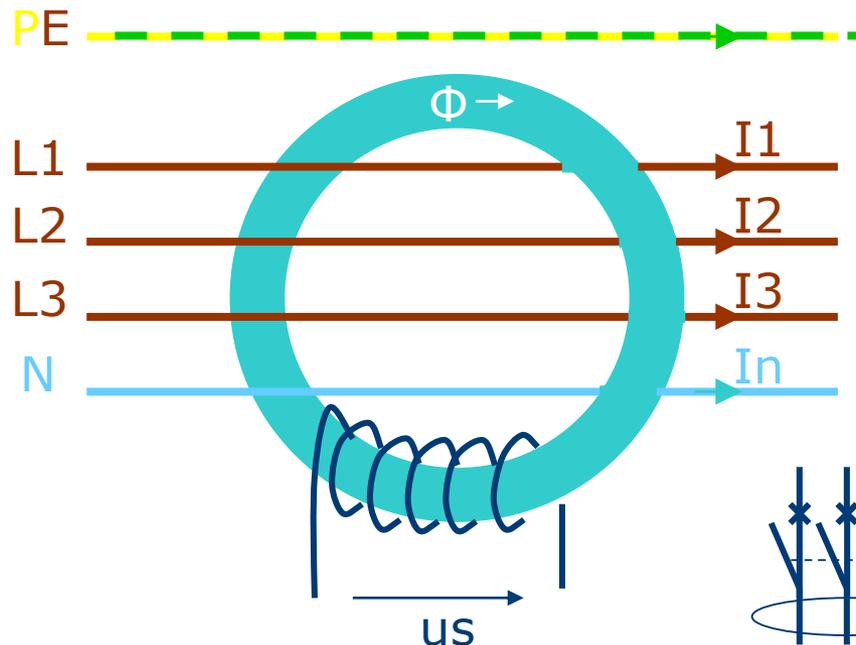


# RÉGIME DE NEUTRE TT

## 7- PROTECTIONS

### Principe d'un Dispositif Différentiel à courant Résiduel

Isoler et ne mesurer que le courant défaut



1) Absence de défaut

$$\vec{I}_1 + \vec{I}_2 + \vec{I}_3 + \vec{I}_n = \vec{0}$$

$$\vec{\Phi}_1 + \vec{\Phi}_2 + \vec{\Phi}_3 + \vec{\Phi}_n = \vec{0}$$

$$u_s = 0$$

Pas de déclenchement

Vers dispositif de déclenchement

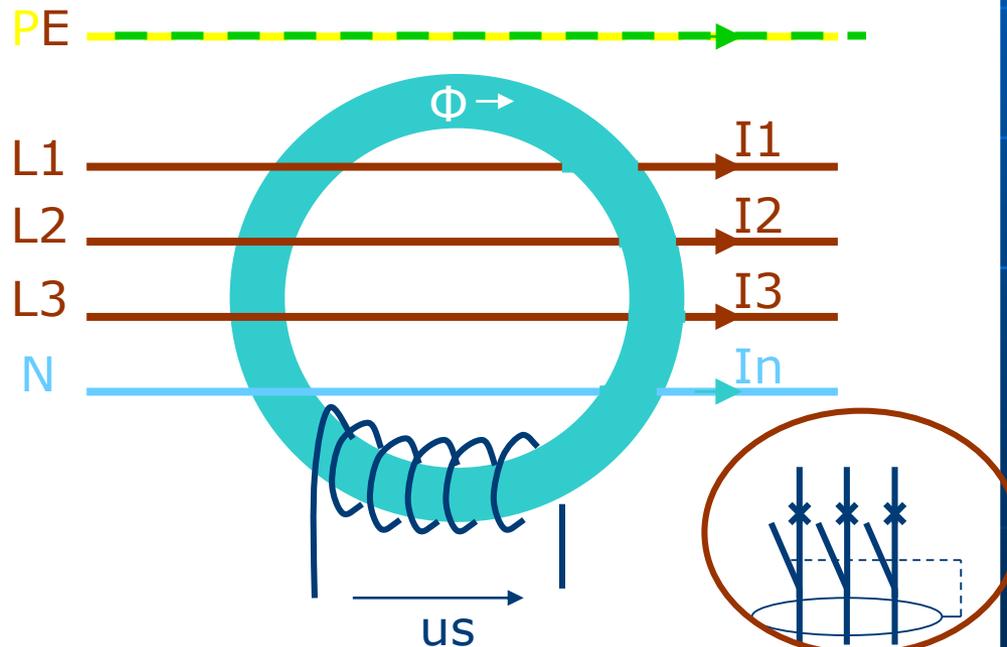


# RÉGIME DE NEUTRE TT

## 7- PROTECTIONS

### Principe d'un Dispositif Différentiel à courant Résiduel

Isoler et ne mesurer que le courant défaut



1) Présence d'un défaut

$$\vec{I}_1 + \vec{I}_2 + \vec{I}_3 + \vec{I}_n = \vec{I}_d$$

$$\vec{\Phi}_1 + \vec{\Phi}_2 + \vec{\Phi}_3 + \vec{\Phi}_n = \vec{\Phi}_d$$

$$u_s > 0$$

**déclenchement**

Vers dispositif de déclenchement



# RÉGIME DE NEUTRE TT

## 7- PROTECTIONS

### Règles à observer

1) Dans les schémas TT, on assurera la protection par un dispositif différentiel à courant résiduel. La sensibilité du dispositif différentiel est indiquée par le symbole  $I_{\Delta n}$ . Ce dispositif peut être un interrupteur ou un disjoncteur.

2) Toutes les masses des matériels protégés par un même dispositif de protection doivent être interconnectées et reliées par un conducteur de protection à une même prise de terre.

3) La condition de protection doit satisfaire à la relation suivante:  
 $R_a \times I_{\Delta n} \leq U_L$

$I_{\Delta n}$  : courant de fonctionnement du dispositif de protection

$R_a$  : résistance de la prise de terre des masses

$U_L$  : tension limite de sécurité

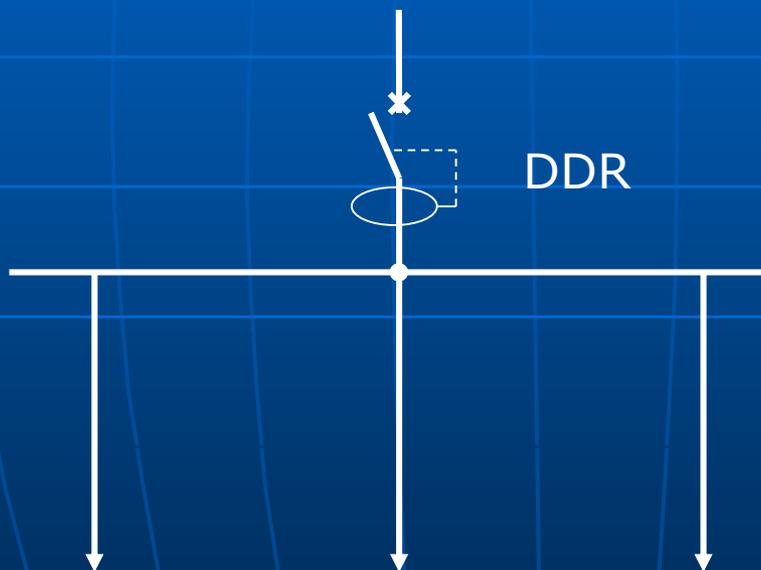


# RÉGIME DE NEUTRE TT

## 7- PROTECTIONS

### Emplacement des dispositifs différentiels

Toute installation TT doit être protégée au moins par un dispositif différentiel à courant résiduel placé à l'origine de l'installation.



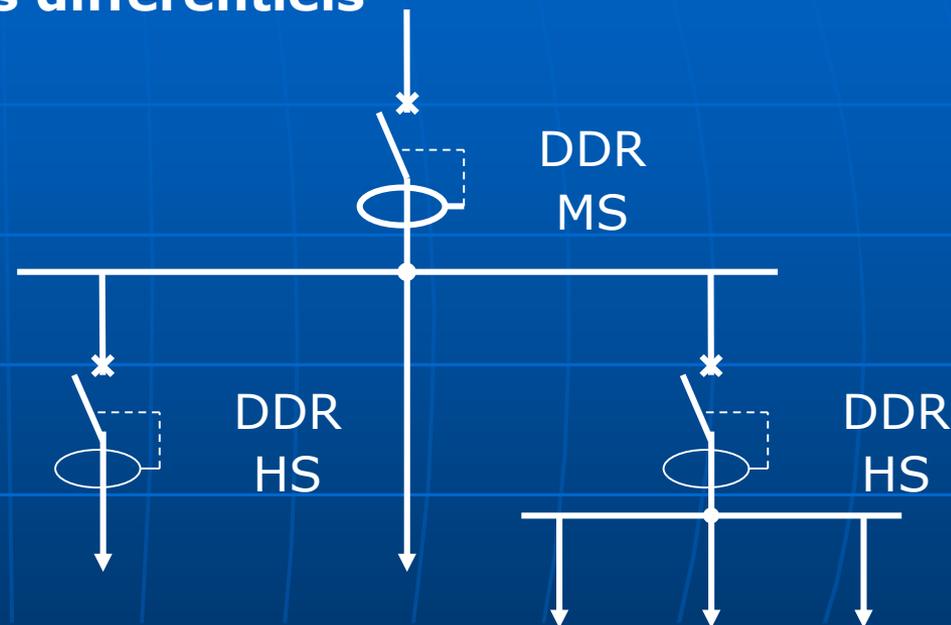
Cette solution présente l'inconvénient de couper toute l'installation en cas de défaut

# RÉGIME DE NEUTRE TT

## 7- PROTECTIONS

### Emplacement des dispositifs différentiels

Protections sélectives



MS : moyenne sensibilité (300mA)

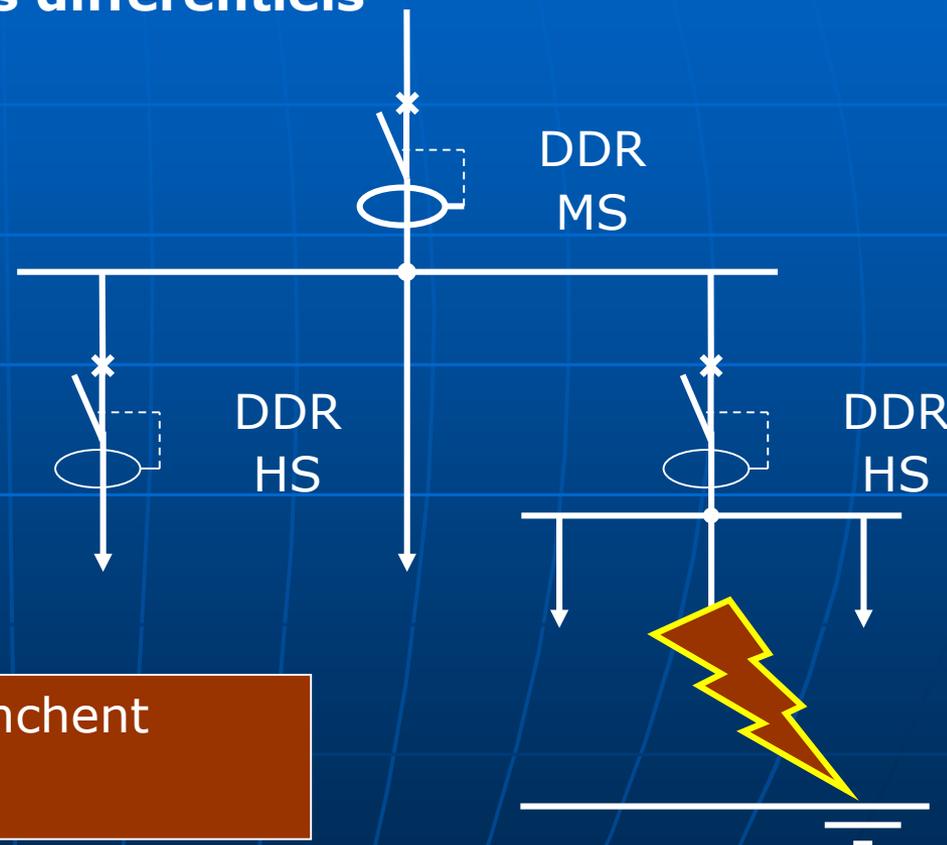
HS : haute sensibilité (30mA)

# RÉGIME DE NEUTRE TT

## 7- PROTECTIONS

### Emplacement des dispositifs différentiels

Protections sélectives



Les dispositifs amont et aval se déclenchent

**Il n'y a pas sélectivité**

# RÉGIME DE NEUTRE TT

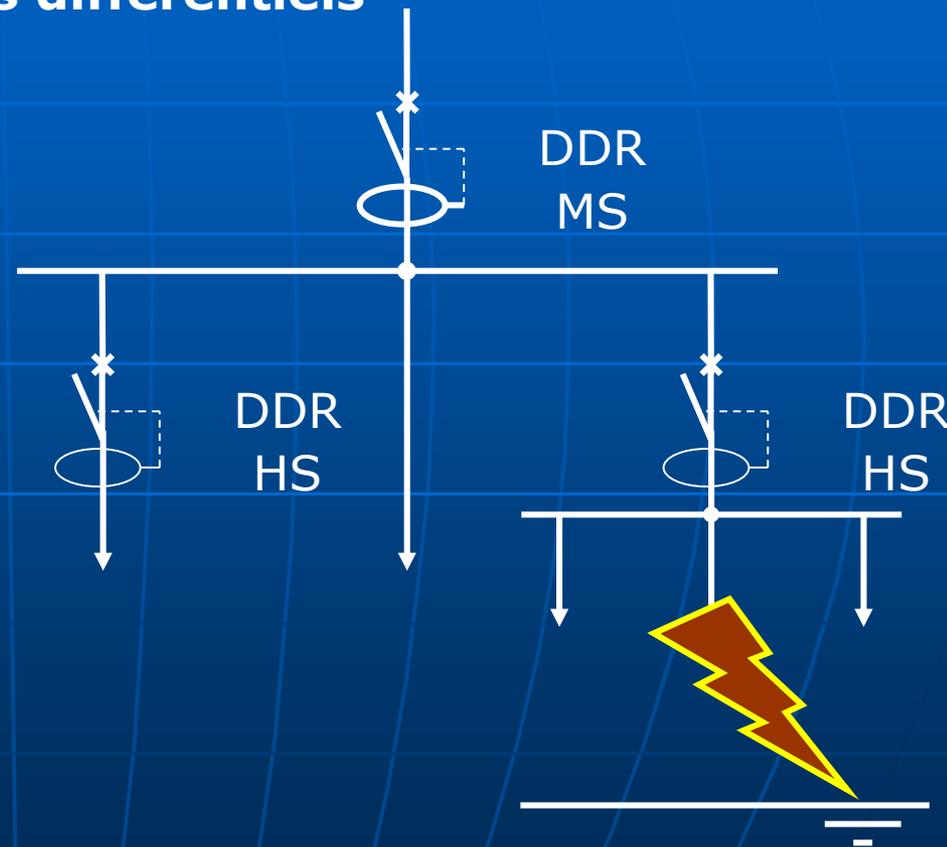
## 7- PROTECTIONS

### Emplacement des dispositifs différentiels

Protections sélectives

Seul le dispositif aval se déclenche

**Il y a sélectivité**





# RÉGIME DE NEUTRE TT

## 7- PROTECTIONS

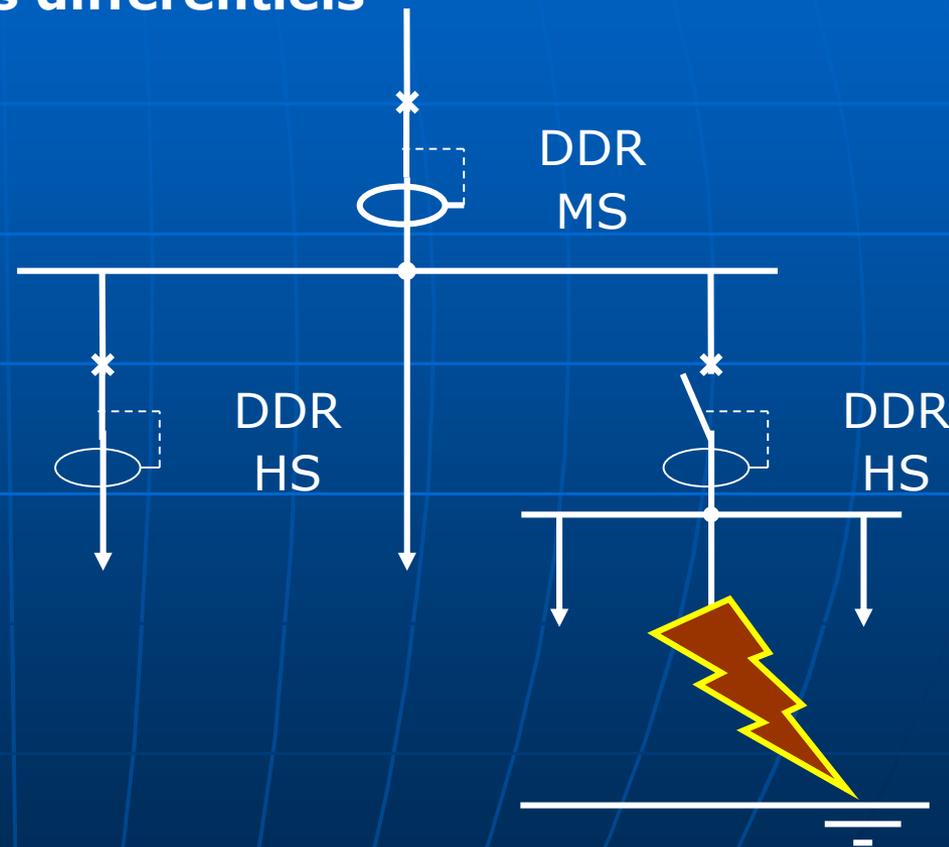
### Emplacement des dispositifs différentiels

Protections sélectives

#### Règle

Pour une sélectivité totale il faut :

1.  $I\Delta n$  sensibilité du dispositif amont  $\geq 2 \times I\Delta n$  sensibilité du dispositif aval
2. Temps de déclenchement du dispositif amont  $>$  temps de déclenchement du dispositif aval





# RÉGIME DE NEUTRE TT

## Résumé

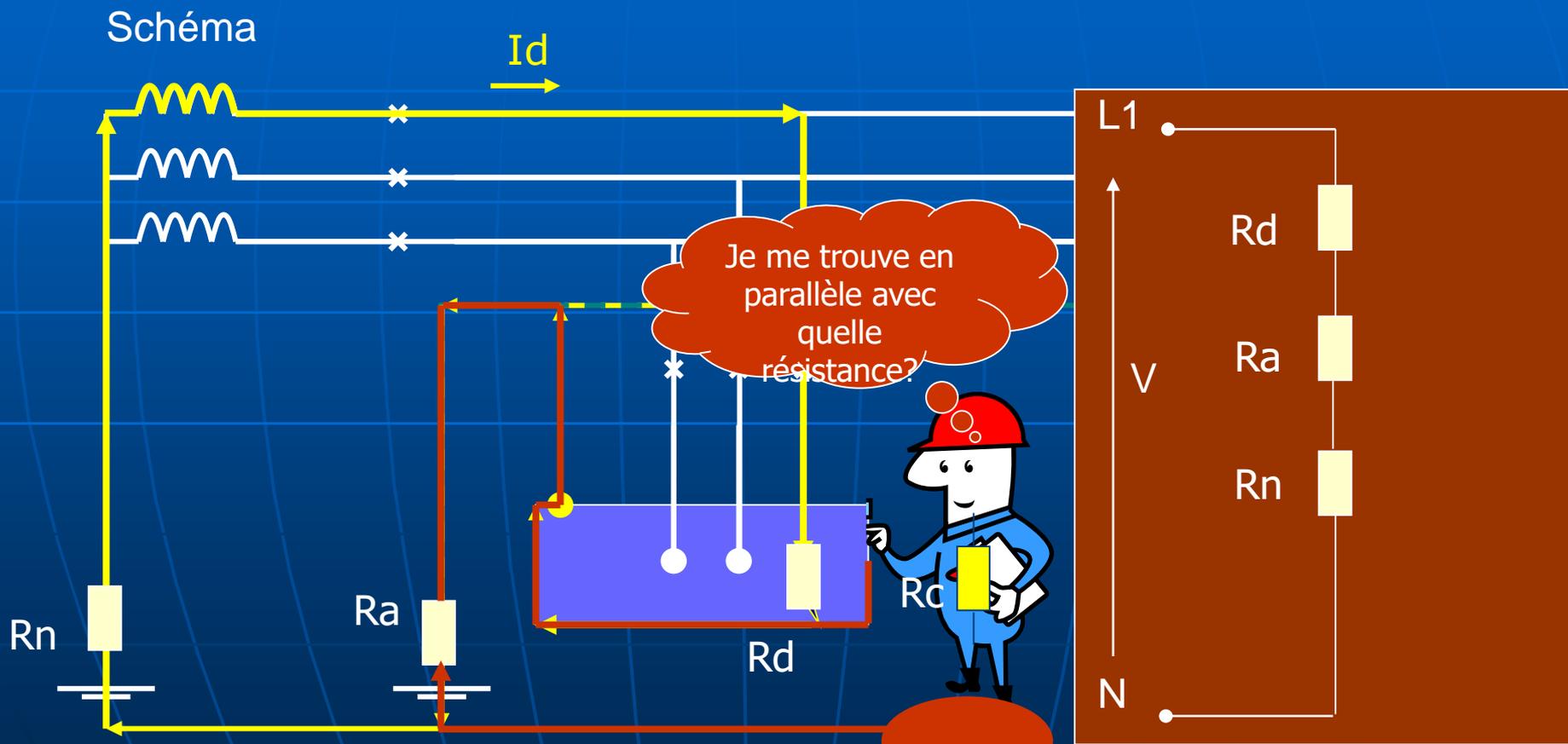
### régime de neutre de type TT

1. Neutre à la terre - masses à la terre
2. Protection par dispositif différentiel à courant résiduel
3. Condition de protection  $UL \leq Ra I\Delta n$

# RÉGIME DE NEUTRE TT



## 2 – SCHÉMA ÉLECTRIQUE ÉQUIVALENT





# FEIN