



Les Schémas de Liaisons à la Terre

ou

Les régimes des neutres





Introduction



- L'énergie électrique, bien qu'utile, est dangereuse pour l'homme. Si un courant traverse le corps humain, il y a risque de lésions voir de mort. Il est donc nécessaire de protéger les personnes contre de tels dangers
- L'étude des régimes des neutres permet de mettre en évidence les précautions à prendre en matière de sécurité devant les risques électriques encourus.



Avant propos

- Les réseaux de distribution sont caractérisés essentiellement par la nature du courant et le nombre de conducteurs actifs, ainsi que par la liaison à la terre ou régimes des neutres.
- Nous allons examiner le fonctionnement des différents régimes des neutres ainsi que l'utilisation, dans certains cas, des disjoncteurs différentiels.



Les Schémas de Liaisons à la Terre ou les régimes des neutres Plan

	page
Préambule 3 « Petits rappels »	- 5
I Différents systèmes de distribution	- 14
II Régime TT	- 18
III Le disjoncteur différentiel	- 26
IV Régime TN	- 34
V Régime IT	- 42
VI Comparaison des différents régimes	- 49
VII Conclusion	- 51
VII Le mécanisme d' électrisation	- 55

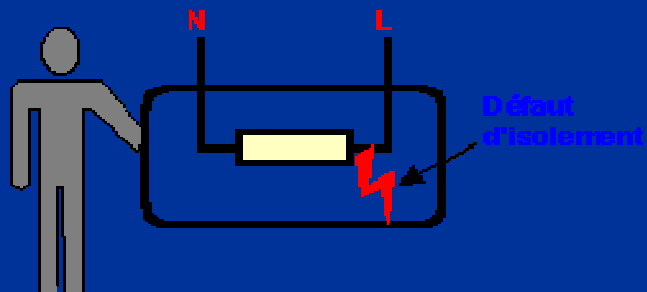


« Petits rappels 1 »

- Par contact direct



- Par contact indirects



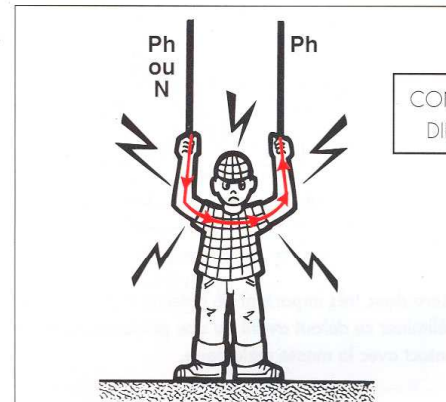


Avant propos

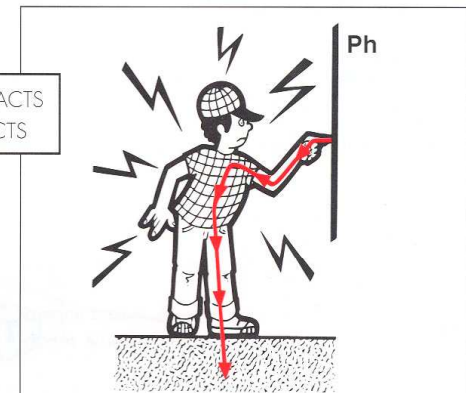
Il convient de distinguer

Contacts **Directs**

Accidents liés à l'imprudence et à la maladresse de l'utilisateur.



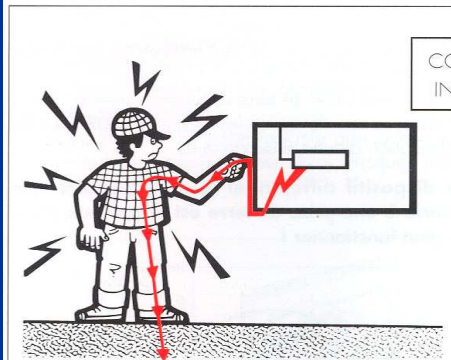
- Une personne travaille sur un câble et celui-ci est mis sous tension sans préavis.
- Utilisation d'un prolongateur mâle/mâle ou de cordons d'essais.
- Un enfant introduit des broches métalliques dans une prise de courant.



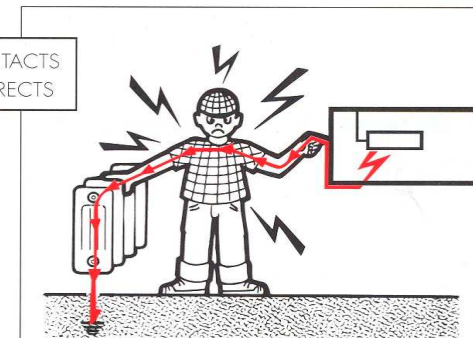
- Une personne rentre dans un poste de distribution et touche à une barre sous tension.
- Une personne touche une canalisation encastrée avec l'extrémité d'un outil.

Contacts **Indirects**

Accidents liés seulement à l'état du matériel employé.



- Une personne touche la carcasse métallique d'un appareil électrique présentant un défaut d'isolement.
- Utilisation d'appareils anciens ou n'ayant pas fait l'objet d'une révision préventive.

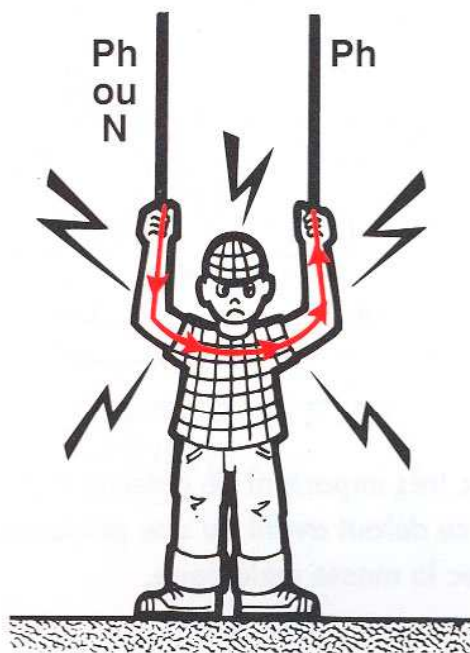


- Comme dans le cas ci-contre, le récepteur est en défaut. Le retour vers la terre peut s'effectuer par un radiateur de chauffage central, par une huisserie métallique, par une autre carcasse reliée à la terre.



Contacts **Directs**

Accidents liés à l'imprudence et à la maladresse de l'utilisateur



- . Une personne travaille sur un câble remis sous tension sans préavis
- . Utilisation d'un cordon mâle-mâle
- . Un enfant introduit un objet métallique dans une prise de courant

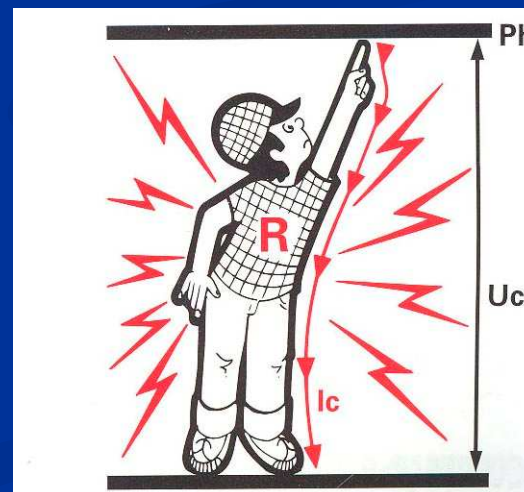
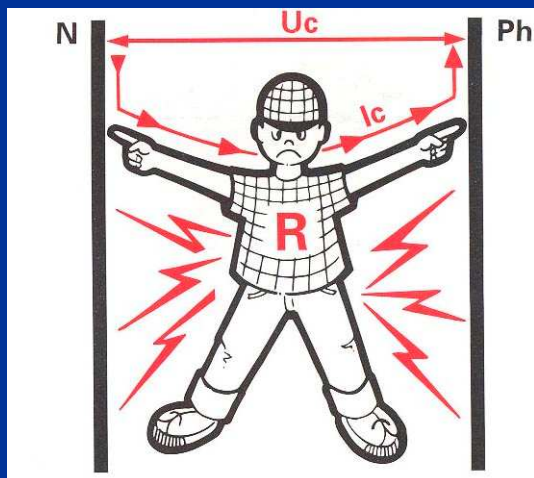
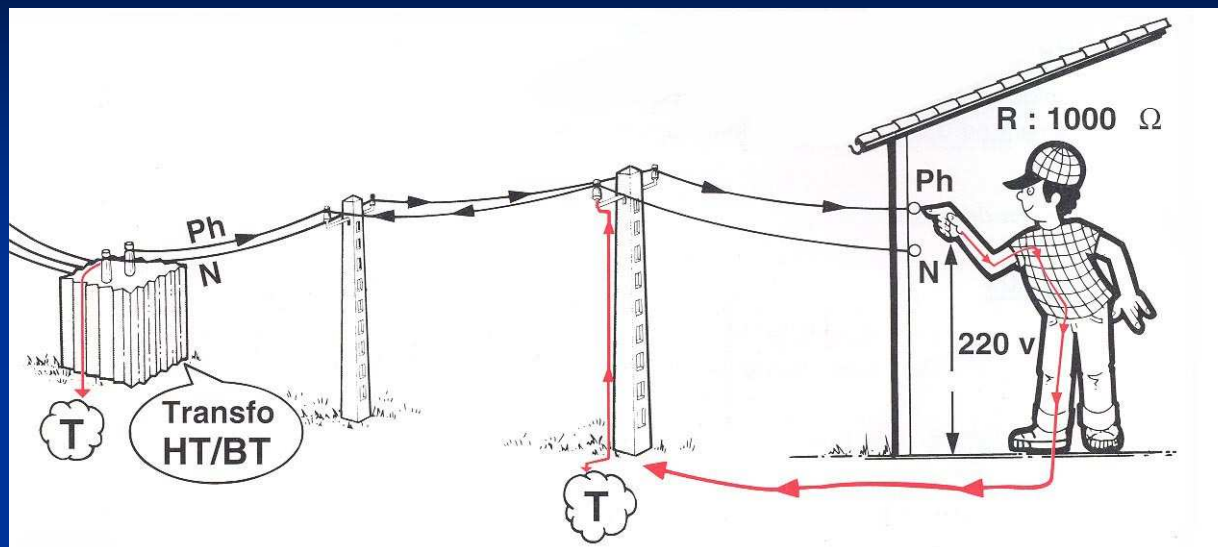
CONTACTS
DIRECTS



- . Une personne rentre dans un poste de distribution et touche une barre sous tension
- . Une personne touche une canalisation encastrée avec l'extrémité d'un outil



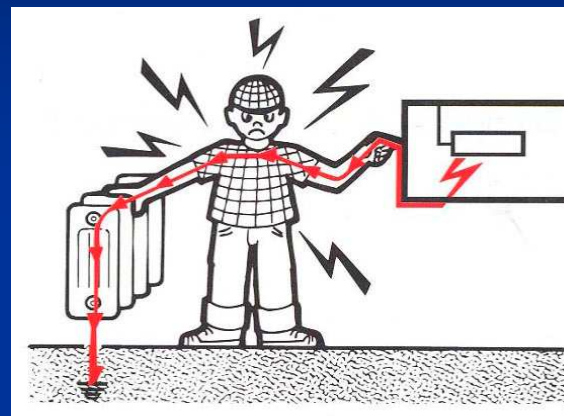
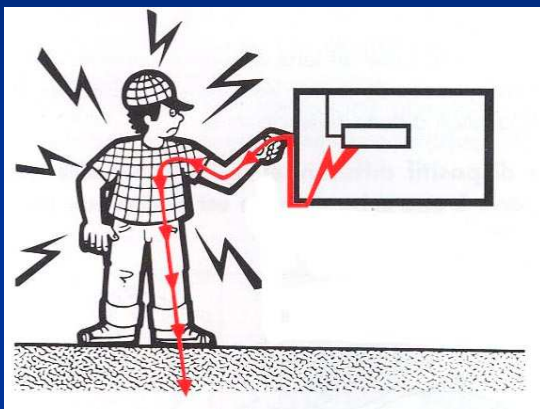
Contacts Directs



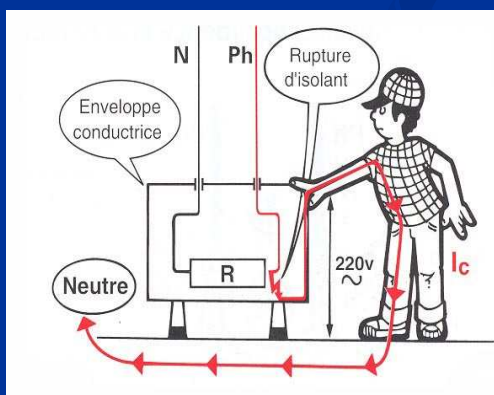


Contacts Indirects

Le récepteur présente un défaut d'isolement



- Une personne touche la carcasse métallique d'un appareil électrique présentant un défaut d'isolement
- Utilisation d'appareils anciens ou n'ayant pas fait l'objet d'une révision préventive

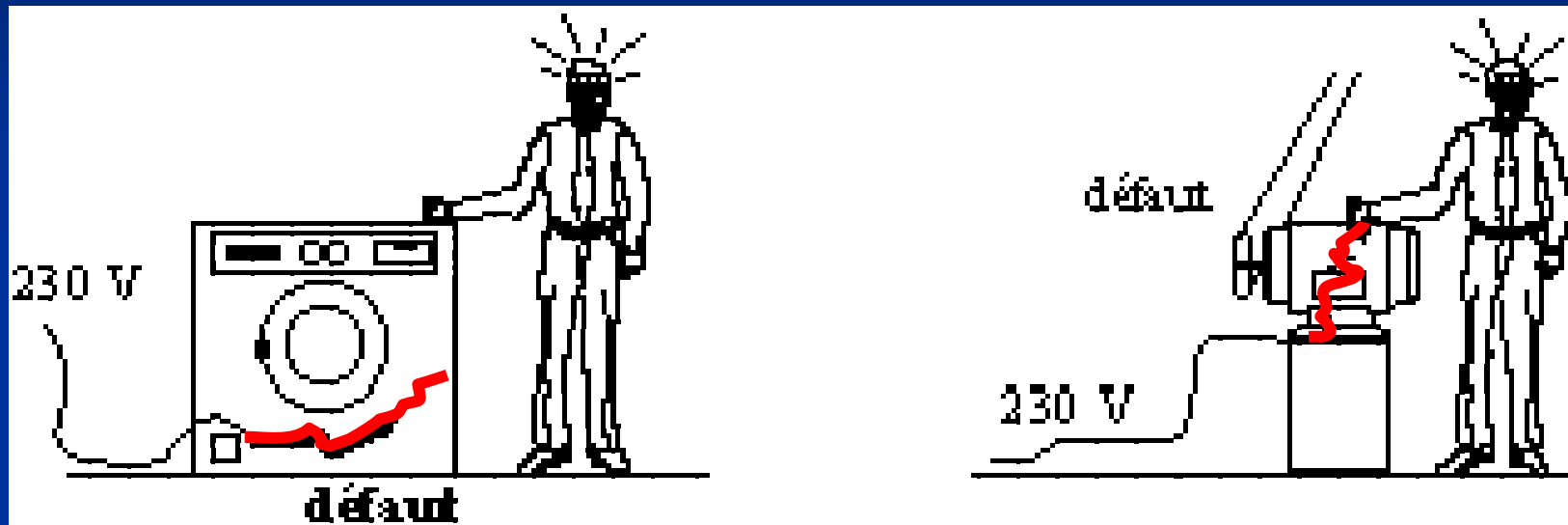


- Le récepteur a un défaut d'isolement. Le retour vers la terre peut s'effectuer par un radiateur de chauffage central, par une huisserie métallique, par une autre carcasse reliée à la terre.



« Petits rappels 2 »

Contacts Indirects



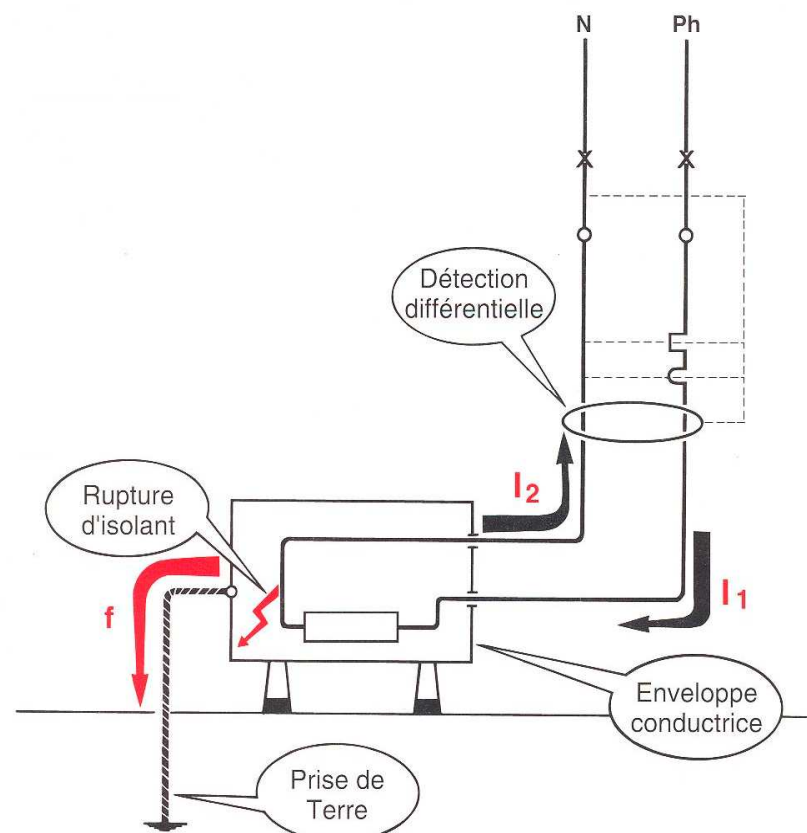
Les **MASSES** :

Ce sont les **parties conductrices accessibles d'un matériel électrique susceptibles d'être mises sous tension en cas de défaut**



Contacts Indirects

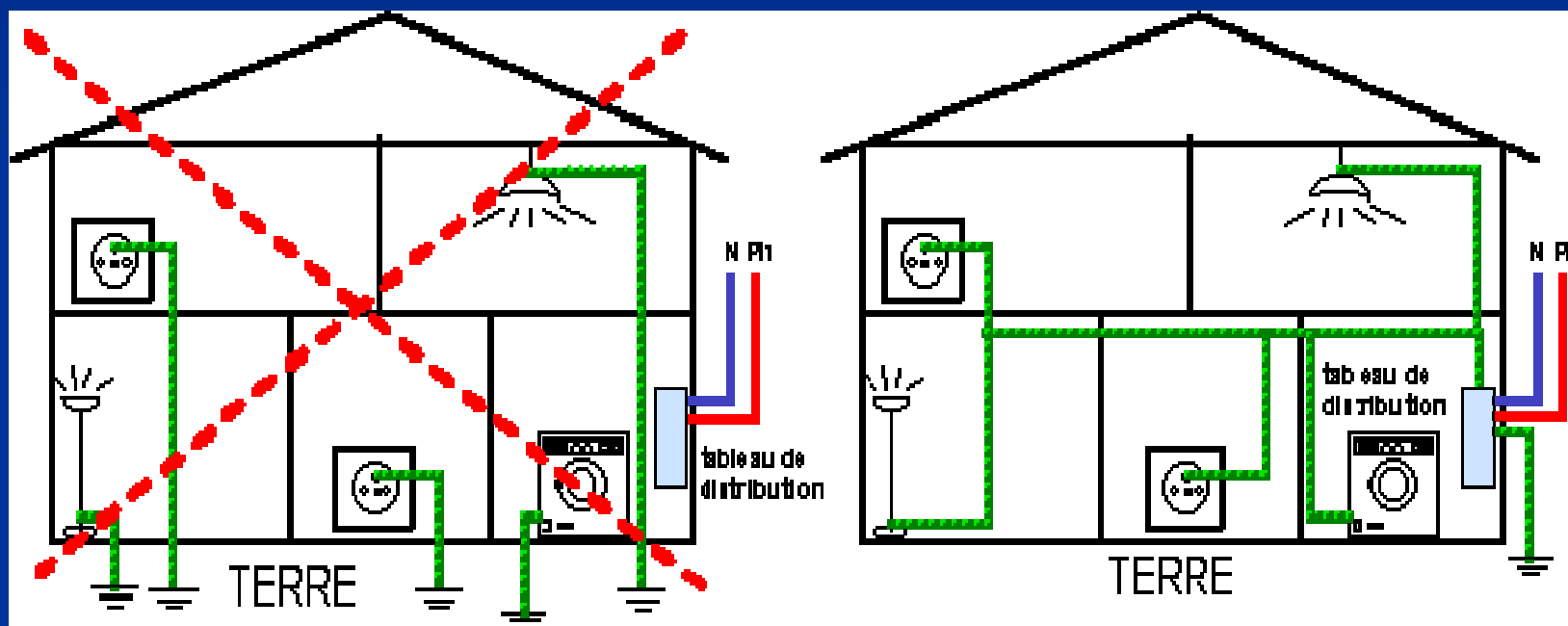
Il faut donc créer un chemin de moindre résistance que celle du corps humain (1000 ohms) en reliant la masse de l'appareillage à une prise de terre de quelques dizaine d'ohms et surtout de prévoir un système de protection des personnes.





« Petits rappels 3 »

Le *conducteur de protection* PE est un conducteur Jaune/Vert qui relie toutes les masses des appareils à la Terre



Afin d'éviter la multiplication des prises de terre, on ramène les conducteurs de protection au tableau de distribution. Ils sont reliés ensuite à la Terre par un piquet de terre ou autres. **Le conducteur de protection n'est pas distribué par l' EDF.**



Les Schémas de Liaisons à la Terre

Plan

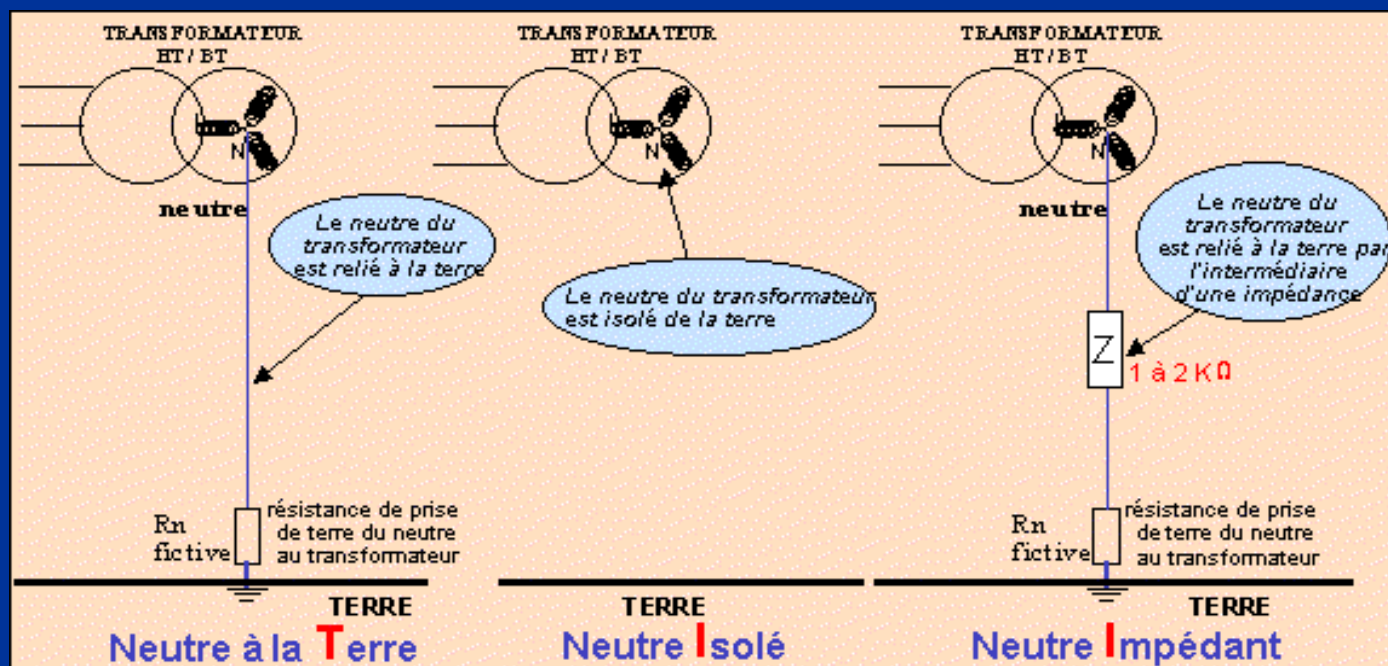
Préambule	3 « Petits rappels »	- 5
I	Différents systèmes de distribution	- 14
II	Régime TT	- 18
III	Le disjoncteur différentiel	- 26
IV	Régime TN	- 34
V	Régime IT	- 42
VI	Comparaison des différents régimes	- 49
VII	Conclusion	- 51
VII	Le mécanisme d' électrisation	- 55



I - Différents systèmes de distribution de l'énergie électrique

Chaque schéma est repéré par (au moins) deux lettres :

- **la 1^{ère}** symbolise la situation du neutre par rapport à la terre du côté fournisseur
 - **T** liaison directe du neutre à la terre
 - **I** le neutre est isolé ou relié à la terre par l'intermédiaire d'une impédance



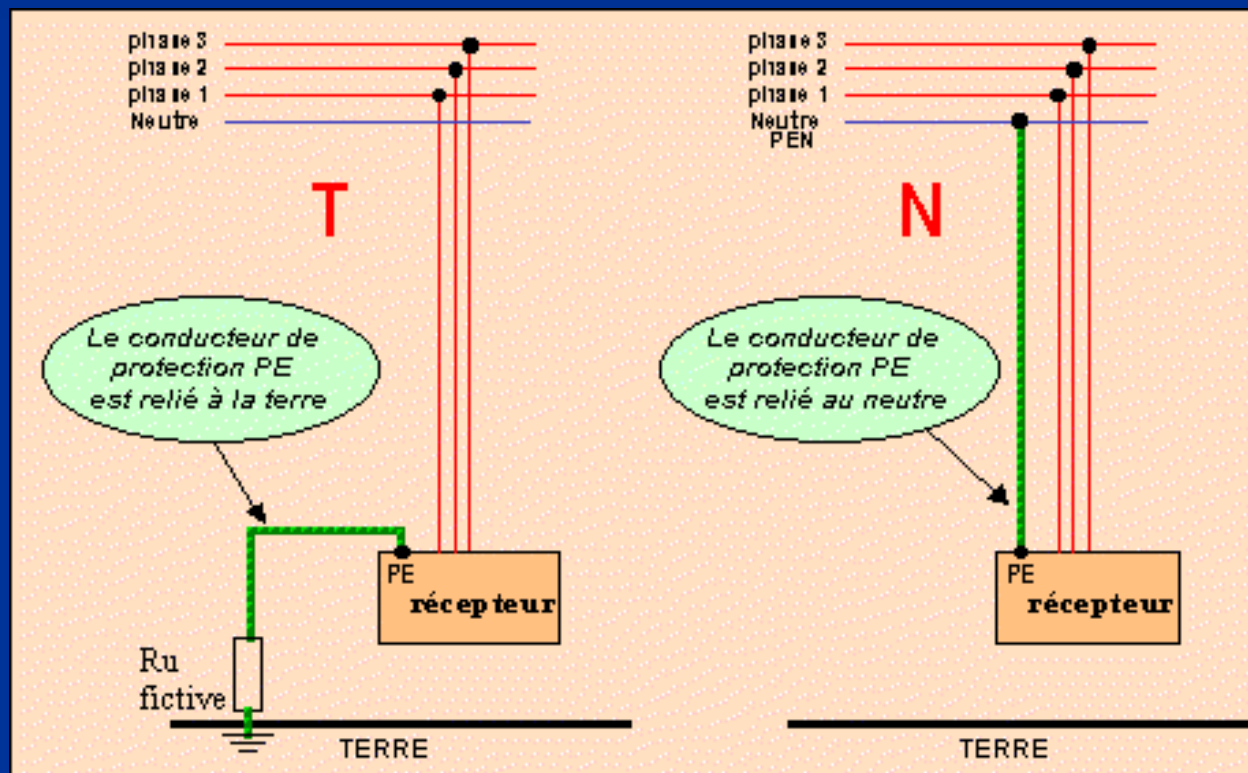


Chaque schéma est repéré par (au moins) deux lettres :

- la 2^{nde} lettre symbolise la situation des masses de l'utilisation

T liaison des masses à une prise de terre

N liaison des masses au neutre





Les divers schémas de liaison à la terre

Schéma TT

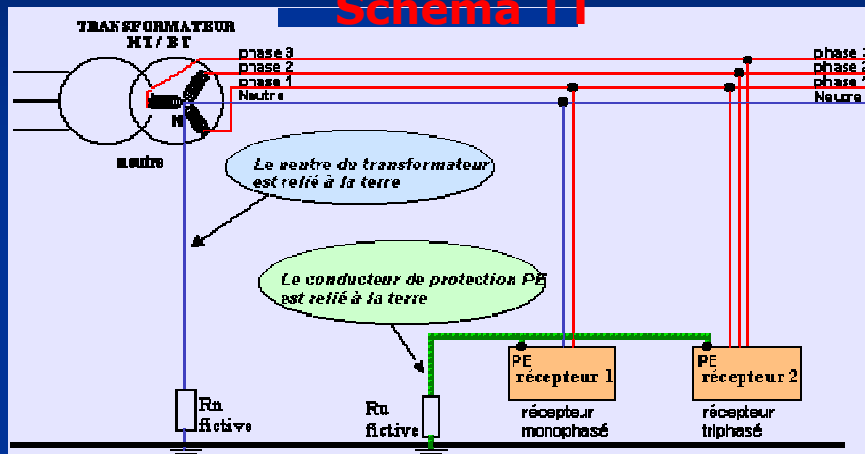
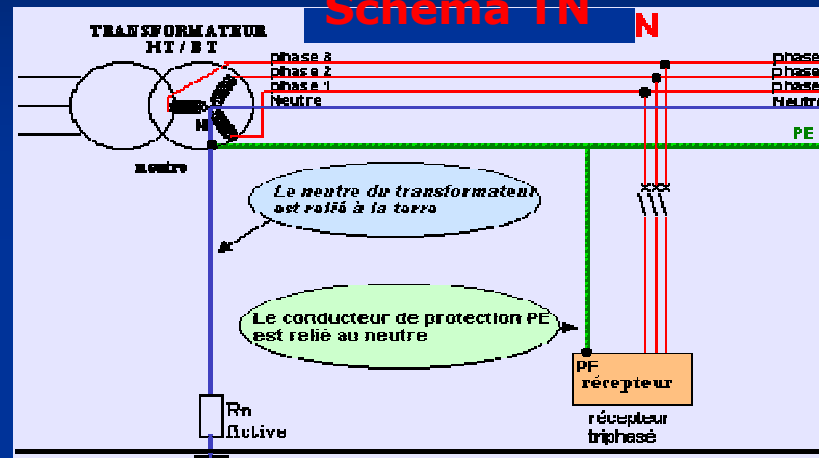


Schéma TN



SCHEMA DE PRINCIPE

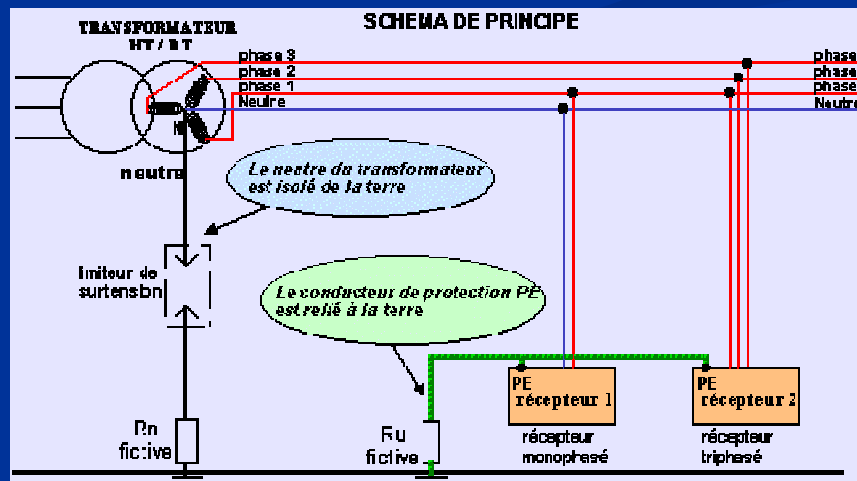


Schéma IT



Les Schémas de Liaison à la Terre

Plan

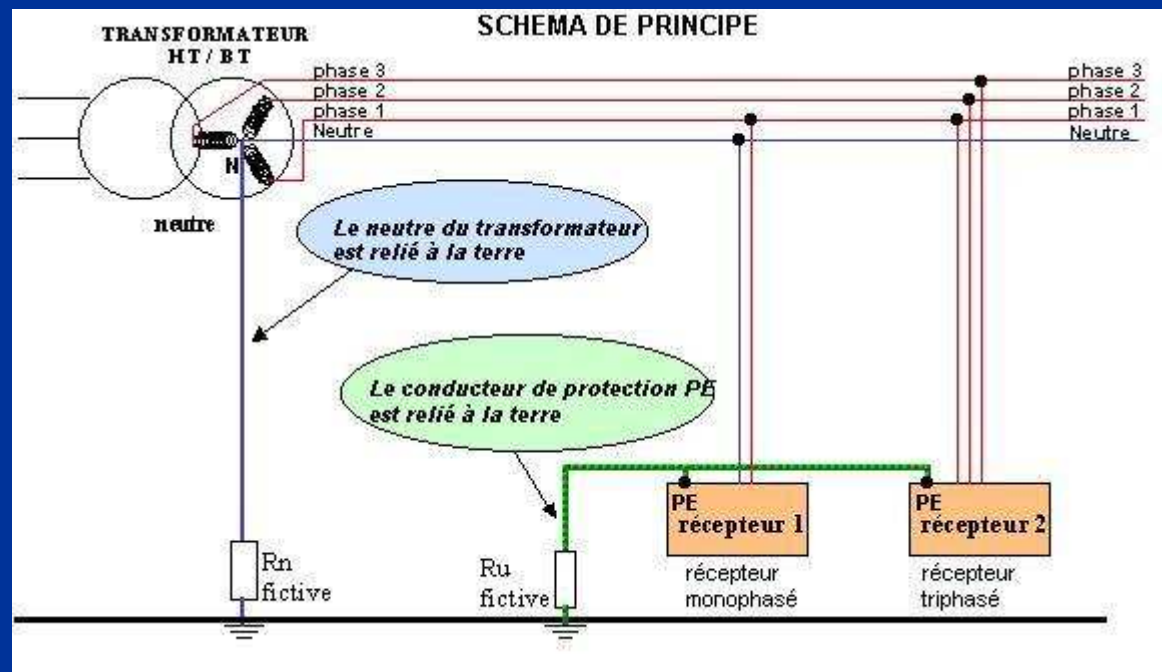
	page
Préambule 3 « Petits rappels »	- 5
I Différents systèmes de distribution	- 14
II Régime TT	- 18
III Le disjoncteur différentiel	- 26
IV Régime TN	- 34
V Régime IT	- 42
VI Comparaison des différents régimes	- 49
VII Conclusion	- 51
VII Le mécanisme d' électrisation	- 55



II - REGIME TT

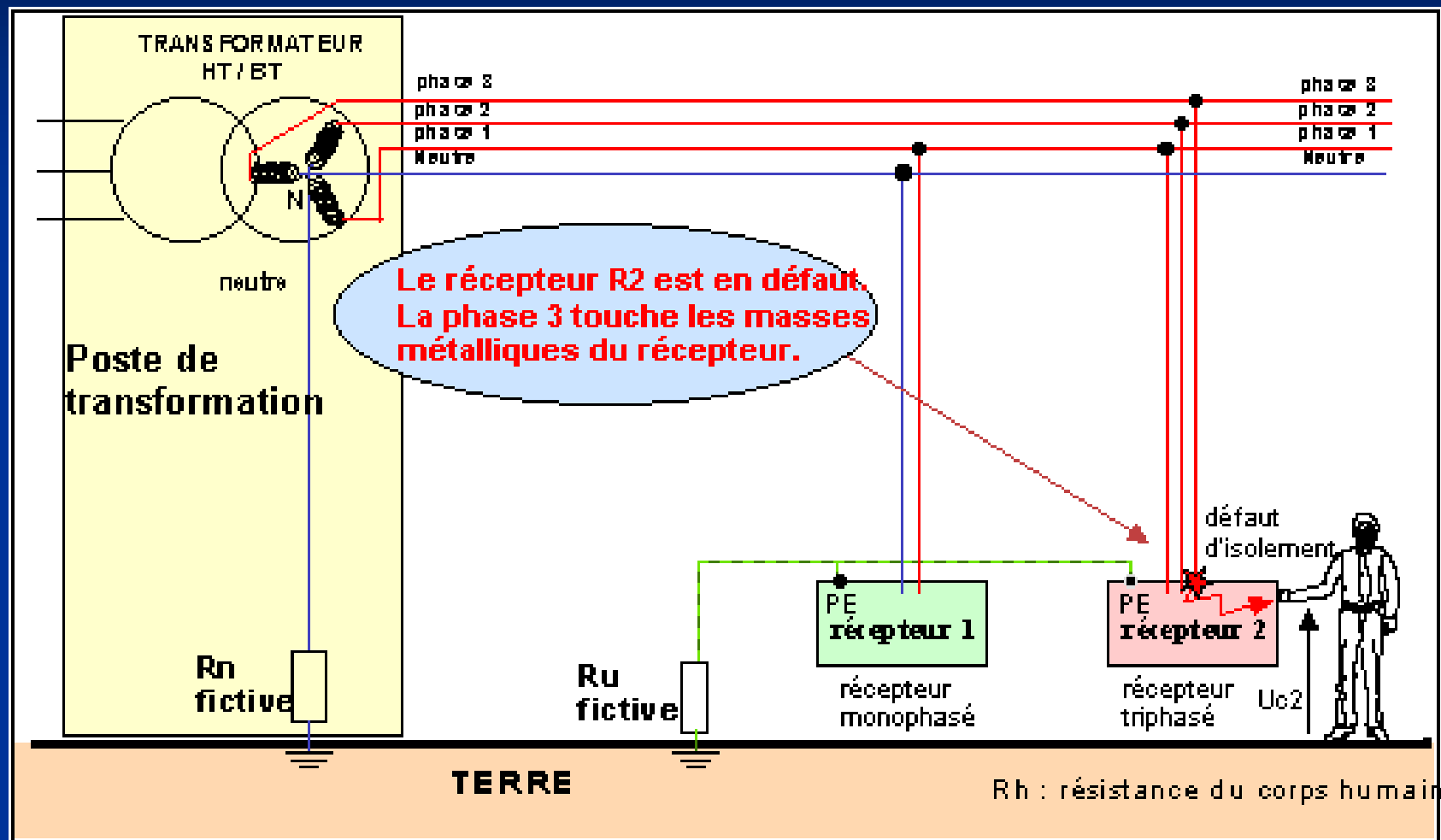
Système TT neutre avec distribution mis à la terre et la masse utilisateur reliée à la terre :

- Utilisé en France pour les installations alimentées par un réseau de distribution publique basse tension 220v-380v.



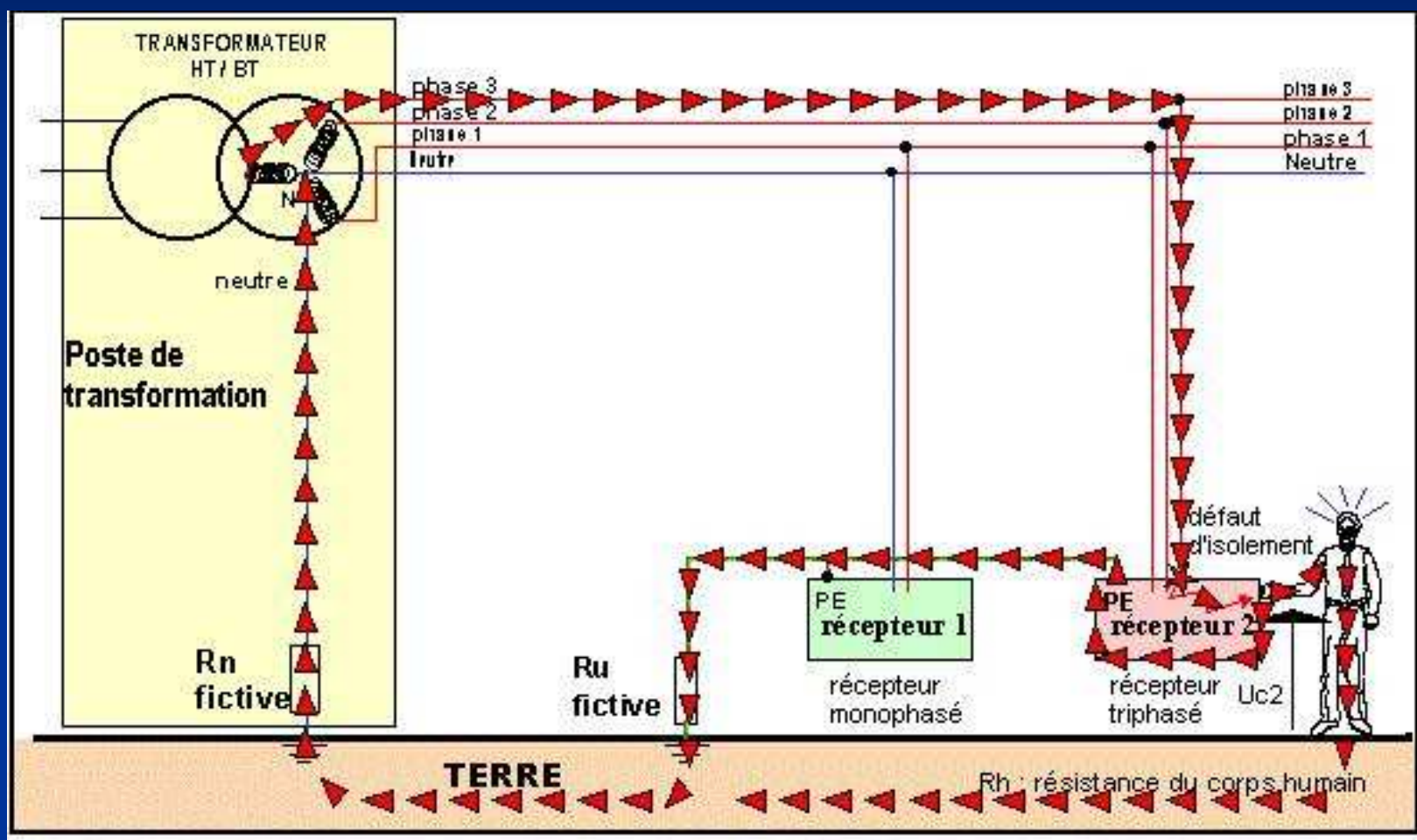


REGIME TT





Etude de la boucle de défaut





INTERRO !!

Représenter le schéma électrique équivalent au montage précédent.

Déterminer la résistance équivalente du circuit.
Calculer le courant dans le circuit.

Calculer la tension au point de contact.

Est-elle dangereuse pour un individu? Expliquer

Et ce Sans tricher !



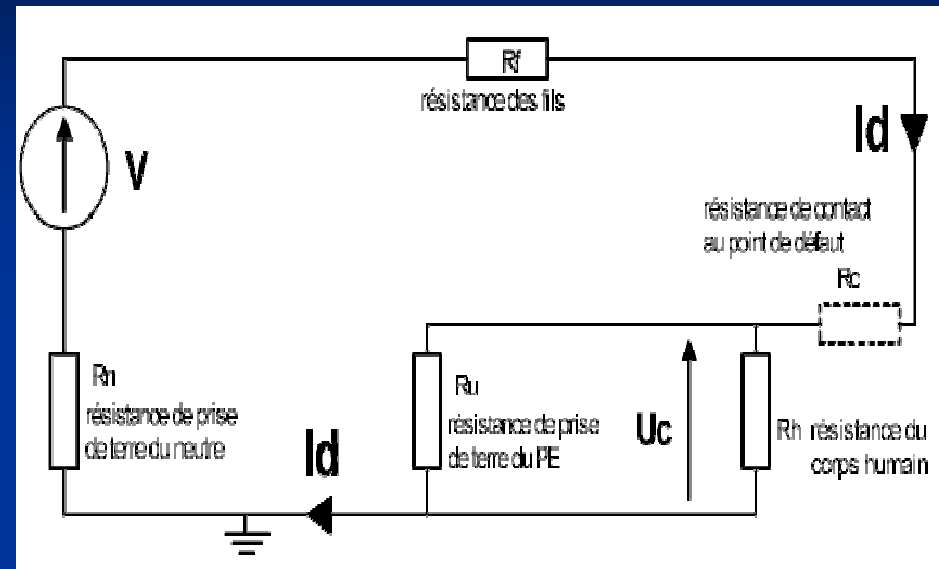
Boucle de défaut

CALCUL DU COURANT DE DÉFAUT I_d :

$$I_d = \frac{V}{R_f + R_c + \left(\frac{R_u \times R_h}{R_u + R_h} \right) + R_n} \quad \text{Rf est souvent négligée}$$

CALCUL DE LA TENSION DE CONTACT U_c

$$U_c = \left(\frac{R_u \times R_h}{R_u + R_h} \right) \times I_d$$



Avec les valeurs usuelles:

$$V = 230 \text{ V}$$

$$R_f = 0,1 \text{ Ohms}$$

$$R_c = 0 \text{ Ohms (défaut franc)}$$

$$R_u = 25 \text{ Ohms}$$

$$R_n = 18 \text{ Ohms}$$

$$R_h = 1 \text{ kOhms}$$

$$I_d = \frac{230}{0,1 + 0 + \left(\frac{25 \times 1000}{25 + 1000} \right) + 18} = 5,41 \text{ A}$$
$$U_c = 24,4 \times 5,41 = 132 \text{ V}$$

La tension de contact U_c est dangereuse pour les utilisateurs car $U_c > U_i$ tension de sécurité

Un dispositif de protection doit couper l'alimentation de l'appareillage en défaut : DDR

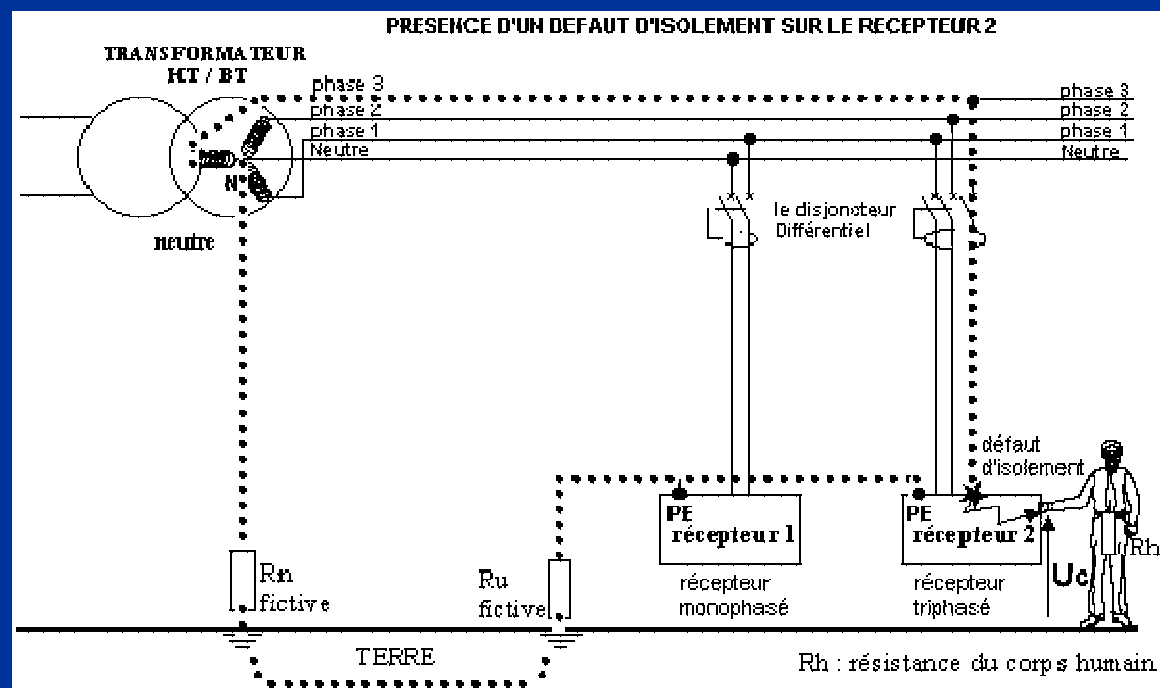


REGIME TT



Système TT : neutre avec distribution mis à la terre et la masse utilisateur reliée à la terre

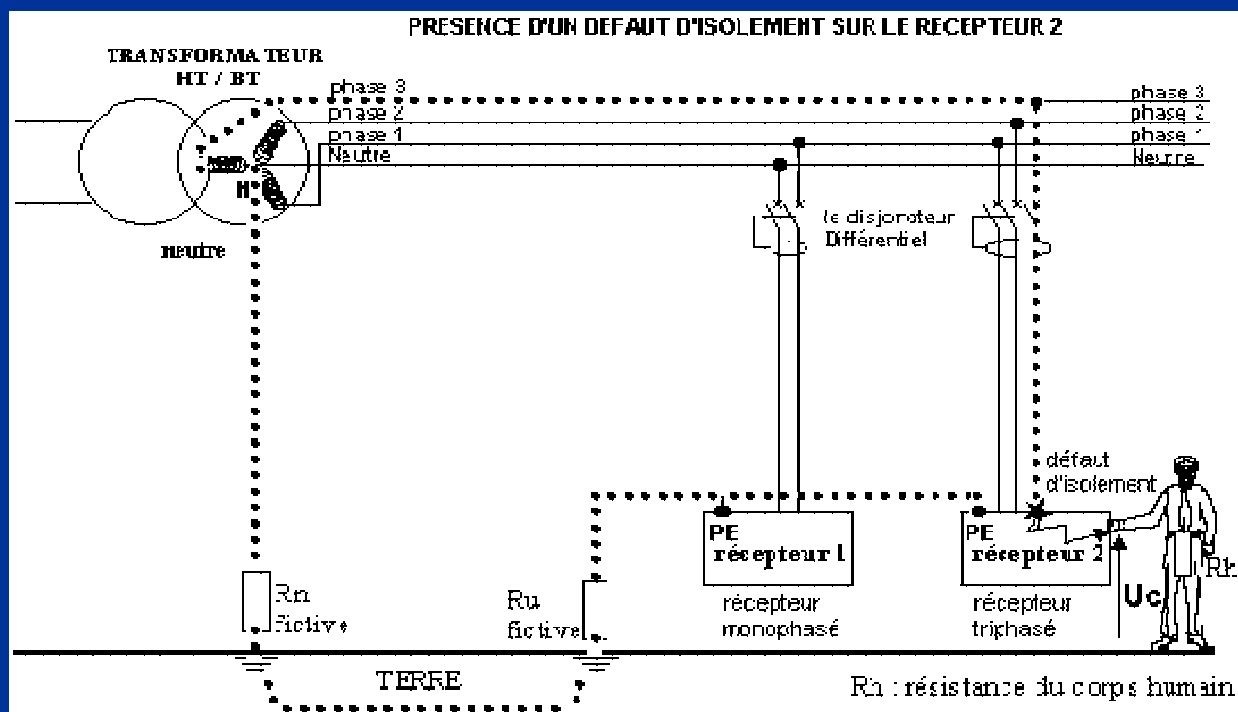
Utilisé en France pour les installations alimentées par un réseau de distribution publique basse tension.





REGIME TT

- **Sécurité:** le courant de premier défaut se referme par la boucle comprenant les prises de terre des masses et du neutre. Un dispositif différentiel (DDR) coupe l'alimentation dès que la tension de défaut U_d est supérieure à 50 v ou 25 V.





Les Schémas de Liaison à la Terre

Plan

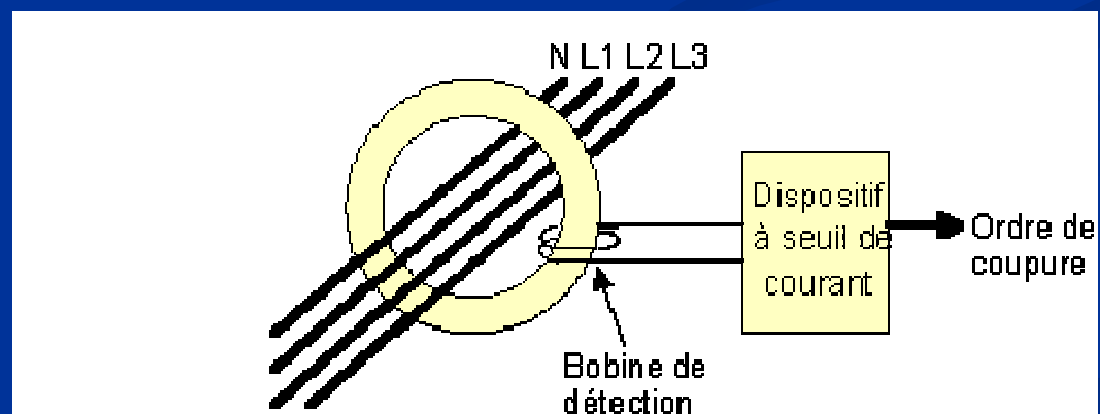
	page
Préambule 3 « Petits rappels »	- 5
I Différents systèmes de distribution	- 14
II Régime TT	- 18
III Le disjoncteur différentiel	- 26
IV Régime TN	- 34
V Régime IT	- 42
VI Comparaison des différents régimes	- 49
VII Conclusion	- 51
VII Le mécanisme d' électrisation	- 55



III - Le disjoncteur différentiel

Connaître le principe de fonctionnement d'un dispositif à différentiel de protection

Disjoncteur à courant différentiel résiduel ou « DDR »





Principe de fonctionnement

Le dispositif différentiel comporte un circuit magnétique en forme de tore sur lequel sont bobinés le ou les circuits des phases et du neutre.

En l'absence de fuite ou de courant résiduel de défaut, les flux produits par les bobines s'annulent, il ne se passe rien.

Si un défaut survient, le courant résiduel de défaut produit un déséquilibre des flux dans les bobines et un flux magnétique dans le tore apparaît.

La bobine de détection est le siège d'un flux électromagnétique induit qui génère une tension alimentant un petit électro-aimant qui déverrouille et ouvre les circuits du disjoncteur.



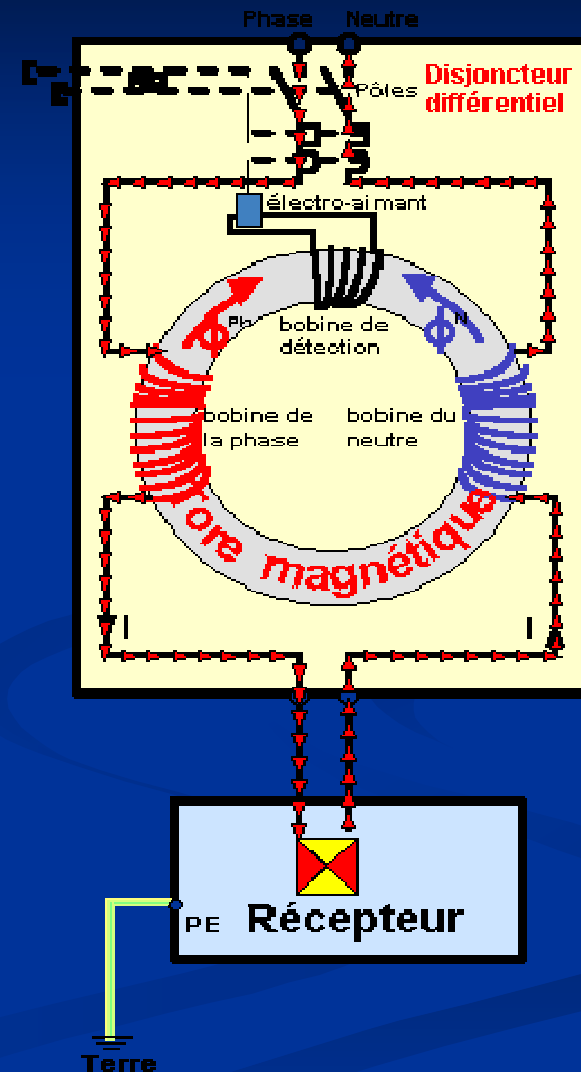
Description d'un D.D.R.

Principe de fonctionnement

Dans notre cas, sur un tore magnétique, sont montées trois bobines (la phase, le neutre et la bobine de détection).

Lorsqu'il n'y a aucun défaut, les deux bobines sont traversées par le courant d'emploi de l'installation et la somme vectorielle des deux flux magnétiques produits par les bobines dans le tore est nulle : rien ne se passe.

$$\vec{\Sigma I} = 0 , \vec{\Sigma \Phi} = 0$$





Description d'un D.D.R.

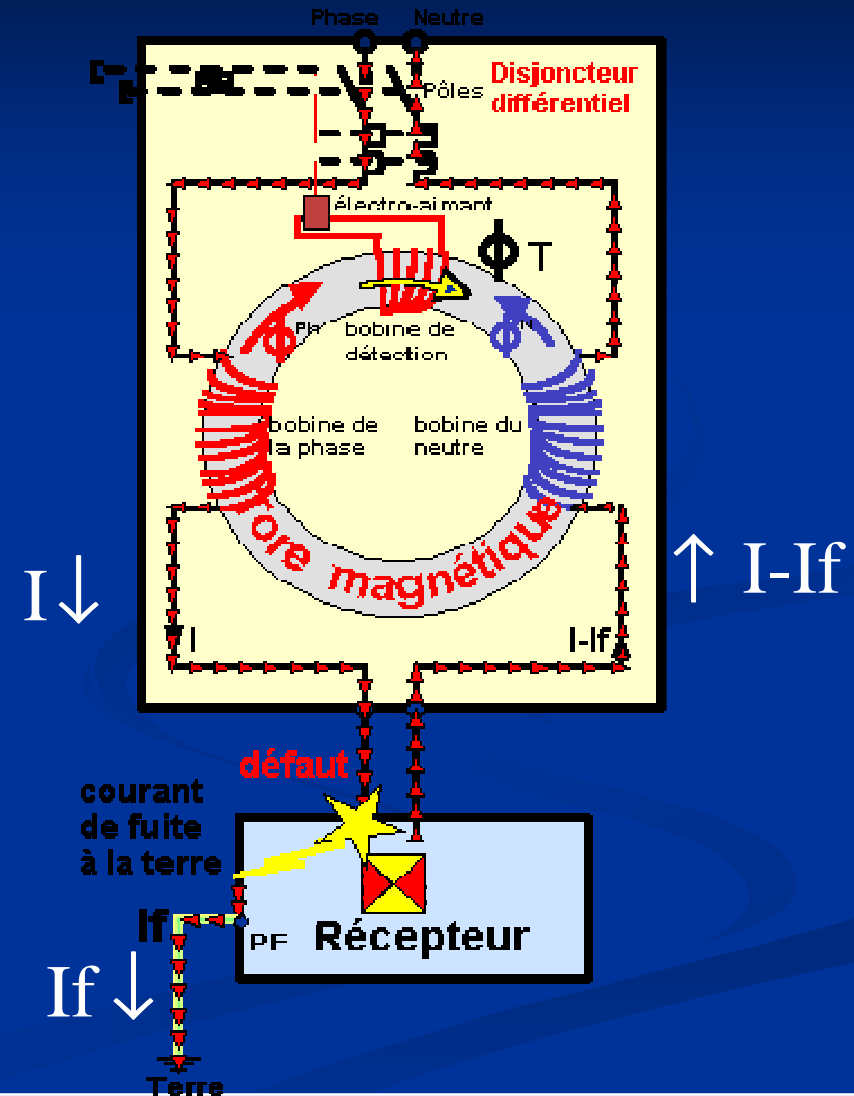
Lorsqu'un défaut apparaît sur une des phase, la somme des flux produits dans le tore n'est plus nulle (car le courant de défaut retourne par la terre)

$$\vec{\Sigma I} \neq 0, \vec{\Sigma \Phi} \neq 0$$

Un flux circule donc dans le tore, celui-ci induit une tension aux bornes de la bobine de détection (Loi de Lentz).

Cette tension alimente un électro-aimant qui va déclencher le disjoncteur.

Ce dispositif implique un seuil de déclenchement appelé sensibilité.





CHOIX de la sensibilité d'un D.D.R.

Pour ne pas mettre en danger les personnes, il faut que la sensibilité $I_{\Delta n}$ du D.D.R. soit : $I_{\Delta n} \leq UL / R_m$

$I_{\Delta n}$ sensibilité en mA

UL tension admissible: 50 V

R_m résistance de terre de la charge : 80 ohm

$$I_{\Delta n} \leq 50 / 80 \longrightarrow I_{\Delta n} \leq 625 \text{ mA}$$

$I_{\Delta n} \leq I_d$ (courant de défaut)

Les masses protégées par le même DDR doivent être reliées à la même prise de terre !!! Même R_m !!!

Pour une UI = 50 V

$I_{\Delta n}$ (mA)	R_m Terre (Ω)
<30 mA	>500 Ω
100 mA	500 Ω
300 mA	167 Ω
500 mA	100 Ω
1A	50 Ω



Sélectivité des D.D.R.

Lorsque plusieurs protections différentielles sont en cascade, il faudrait que seule celle qui se trouve **juste en amont du défaut** réagisse.

Pour obtenir une sélectivité totale, il suffit de respecter les deux règles suivantes :

- $I_{\Delta n \text{ amont}} \geq 2 * \sum I_{\Delta n \text{ aval}}$
300 mA 30 mA
- $\text{Temps de coupure}_{\text{du D.D.R. amont}} \geq \text{Temps de coupure}_{\text{du D.D.R. aval}}$
80 ms 20 ms

Dans la pratique: le D.D.R. amont est de " type S " (sélectif) c'est-à-dire qu'il est légèrement retardé à l'ouverture.



Avantages et inconvénients du schéma TT

Avantages :



- Coupure au premier défaut
- Peu de calculs pour la mise en œuvre.
- Ne nécessite aucune personne qualifiée.
- Idéal pour les mauvaises valeurs de prises de terre.
- Extension d'installation simple à réaliser.
- Choix du DDR en fonction de la tension d'alimentation, sensibilité adaptée au local et la prise de terre, l'intensité nominale et du pouvoir de coupure.

Inconvénients :



- Pas de continuité de service lors d'un défaut d'isolement.
- Dispositif différentiel parfois coûteux (surtout les Hautes Sensibilités).
- Limité aux installations ayant peu de courant de fuites (phase-terre).

Nota: Le différentiel peut être associé soit à un interrupteur soit à un disjoncteur. Le disjoncteur différentiel a trois fonctions : détection du courant de défaut, mesure et coupure, protection contre les surcharges et les courts circuits.

L'interrupteur différentiel n'aura que deux fonctions: détection du courant de défaut, mesure et coupure, protégeant ainsi une zone particulière MAIS devra être associé à un dispositif de protection des lignes.



Les Schémas de Liaison à la Terre

Plan

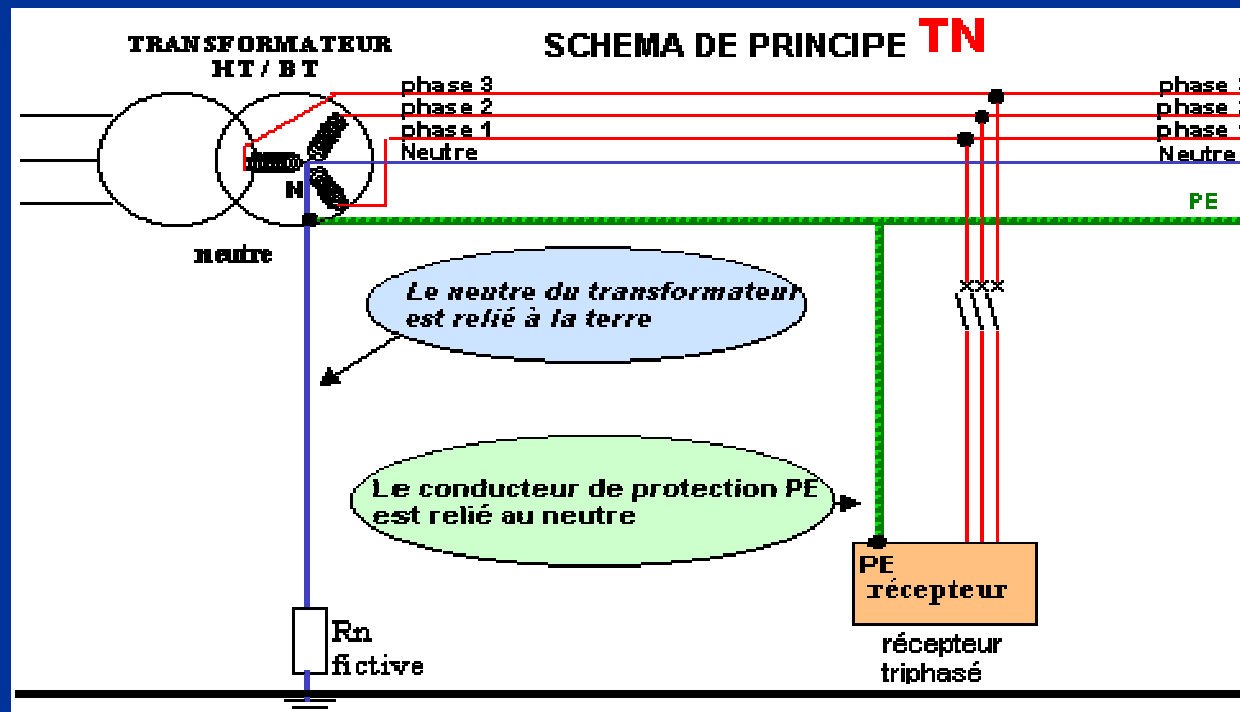
	page
Préambule 3 « Petits rappels »	- 5
I Différents systèmes de distribution	- 14
II Régime TT	- 18
III Le disjoncteur différentiel	- 26
IV Régime TN	- 34
V Régime IT	- 42
VI Comparaison des différents régimes	- 49
VII Conclusion	- 51
VII Le mécanisme d' électrisation	- 55



IV - REGIME TN

- Système TN : neutre avec distribution mis à la **terre**, les masses utilisateur reliées **neutre**

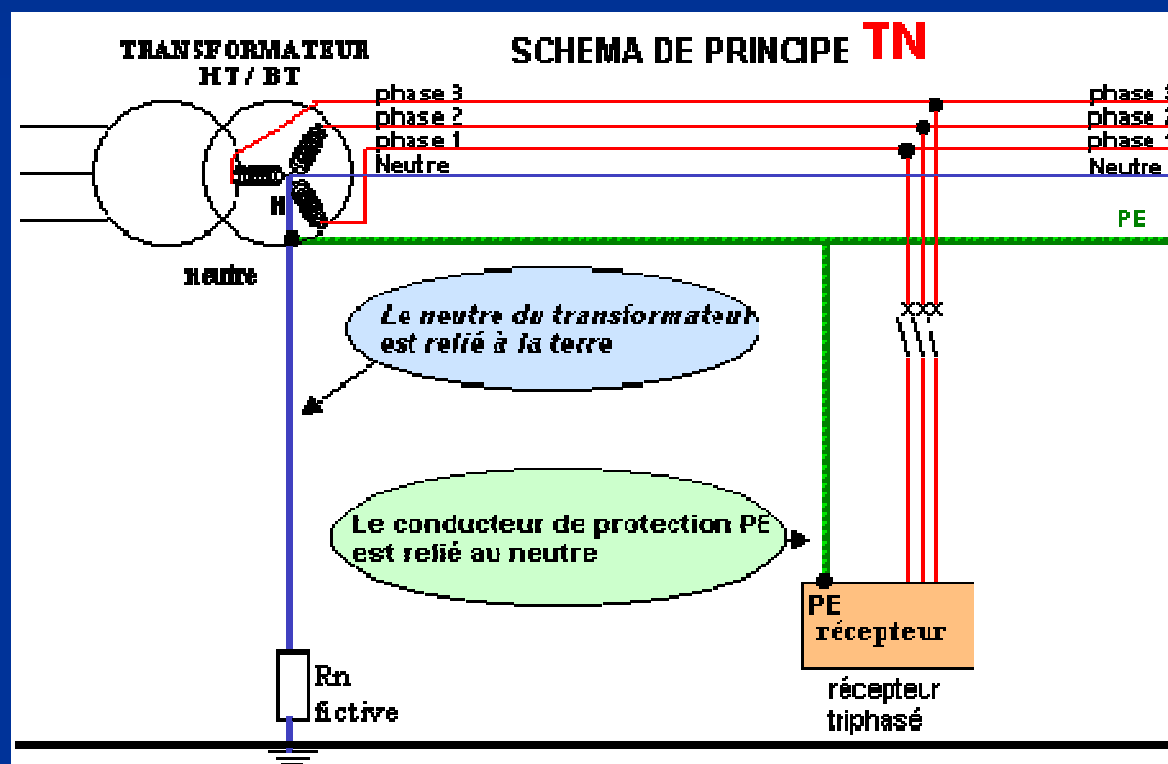
Utilisé pour les installations alimentées par un poste de transformation privé.





Système TN

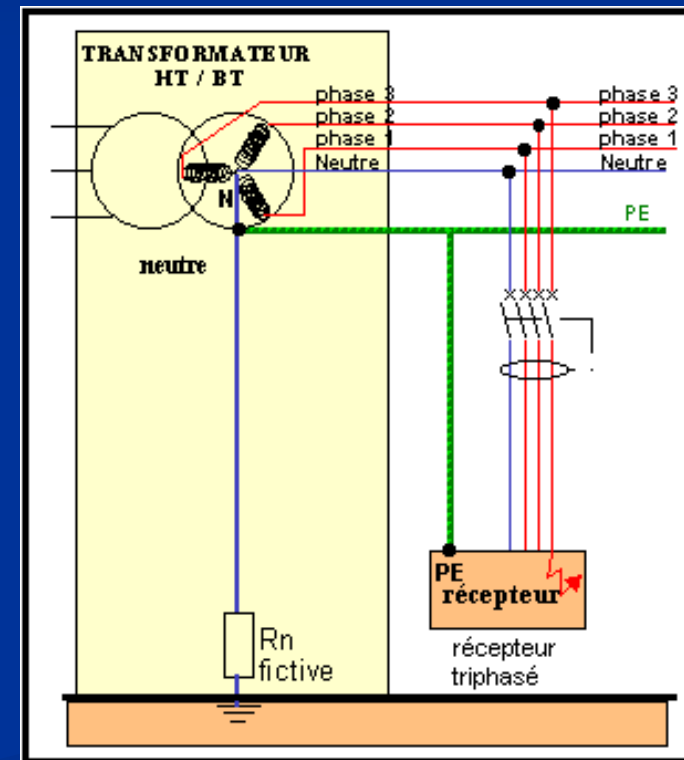
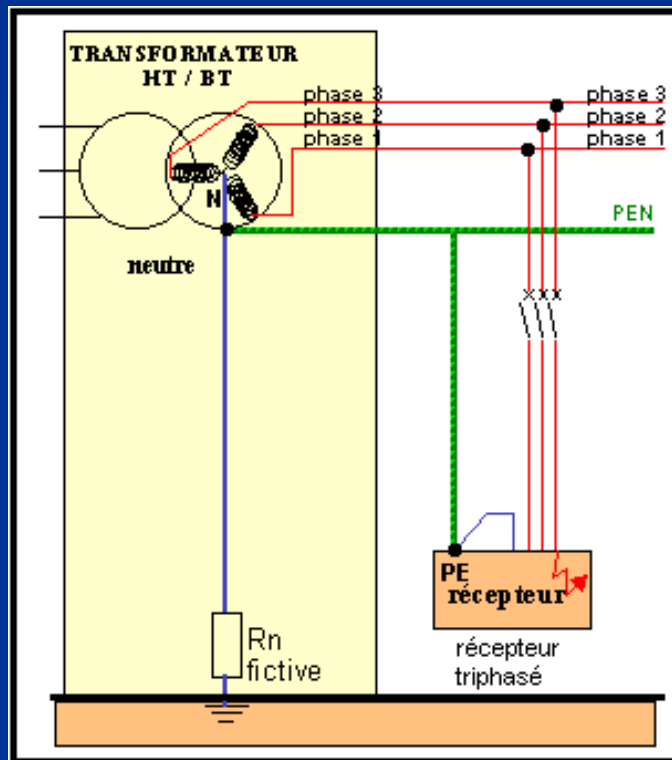
Sécurité: le courant de premier défaut se referme par le conducteur neutre et devient un courant de court-circuit phase-neutre. Un dispositif de protection contre les surintensités (disjoncteurs ou fusibles) assure la coupure de l'installation et sa protection.





Réseau à mise au neutre des masses (schéma TN)

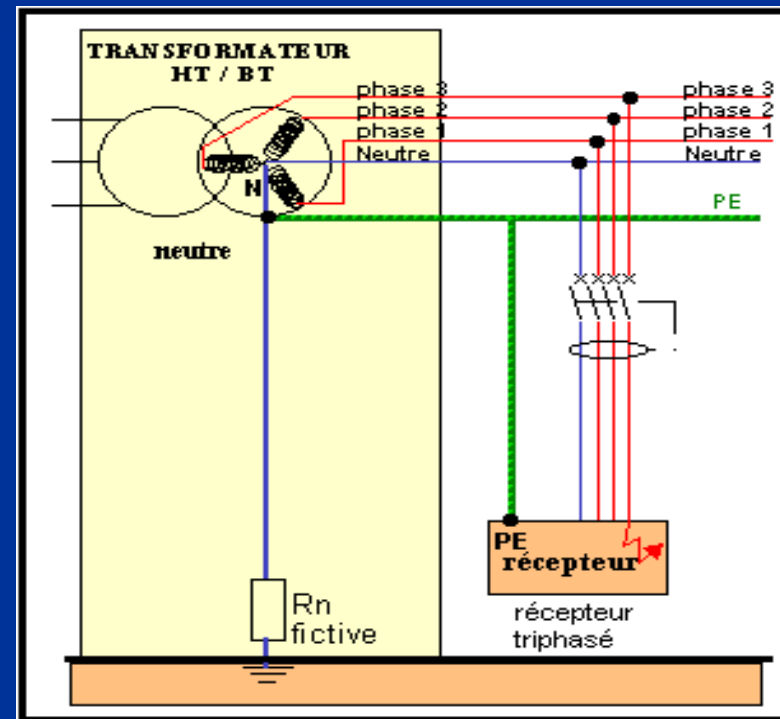
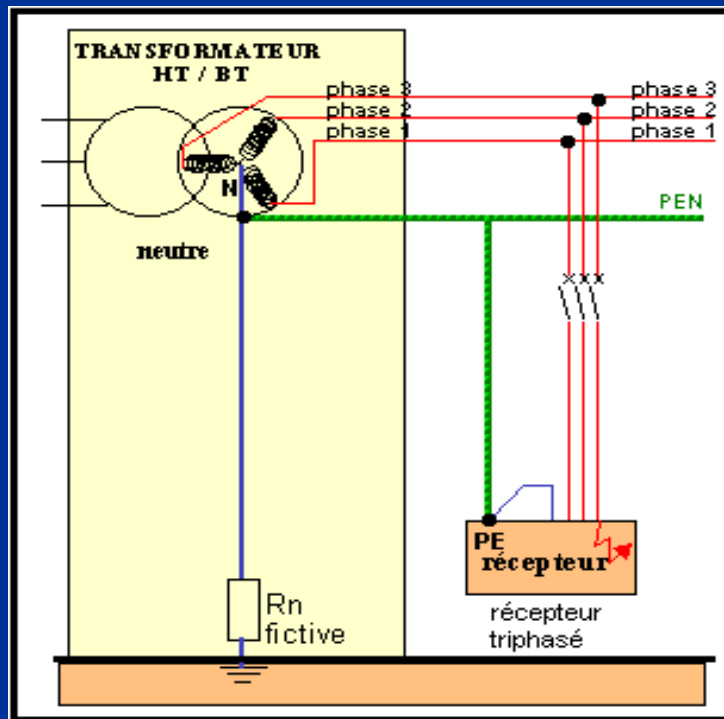
Par suite d'un contact défectueux sur l'appareil électrique représenté, un courant I_d se referme à travers une boucle constituée par le conducteur de protection PEN relié au neutre





Réseau à mise au neutre des masses (schéma TN)

Sécurité : Le courant très fort sera limité par la résistance ohmique très faible du conducteur de protection PEN, en conséquence la tension développée U_d sera faible en cas de contact indirect.





Boucle de défaut

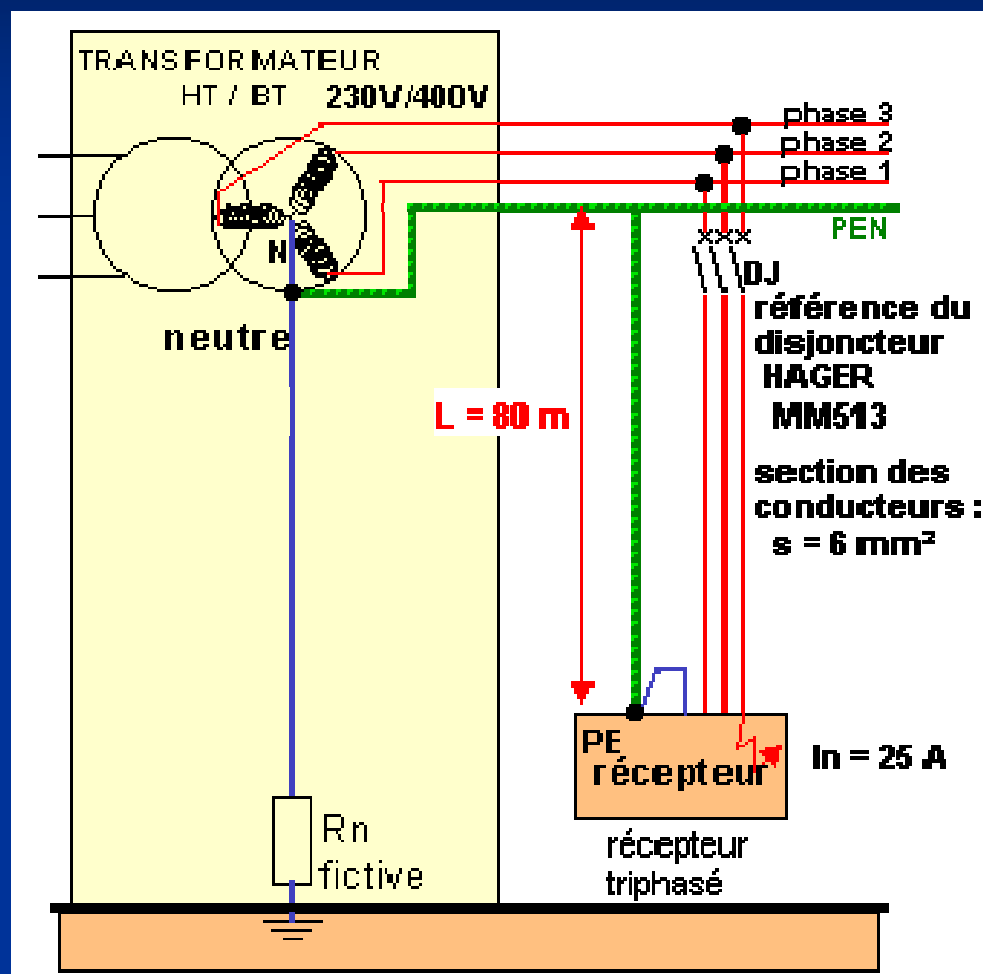
Le courant de court-circuit parcourt deux fois la longueur du câble (il passe par une phase et repart par le PEN).

La distance est donc de $2 \times 80 \text{ m} = 160 \text{ m}$.

La résistance du conducteur est donc de :
 $R = 22,5 \cdot 10^{-3} \cdot (2 \times 80) / 6 = \mathbf{0,6 \text{ Ohms}}$

Le courant de défaut est de :
 $I_d = (0,8 \cdot V) / R = (0,8 \cdot 230) / 0,6 = \mathbf{307 \text{ A}}$

La tension de contact U_c vaut :
 $U_c = (0,8 \cdot 230) / 2 = \mathbf{92 \text{ V}}$





Avantages et inconvénients du schéma TN

Avantages :



- **Coupure au premier défaut**
- **Employé avec succès dans les installations électriques dont les récepteurs ont naturellement des défauts d'isolement très élevés comme les radars, les installations de calcul et d'acquisition de données qui utilisent des filtres capacitifs de forte puissance entre chaque phase et la masse.**
- **Également dans certaines installations très particulières (aéronefs) lorsque l'un des conducteurs est composé de la masse du récepteur, ou lorsque plusieurs réseaux mixtes (tensions ou fréquences différentes, continu et alternatif) cohabitent.**



Inconvénients du schéma TN

Inconvénients :



- Les installations doivent être calculées et essayées avec le plus grand soin en ce qui concerne la protection de surintensité de courant(relais électromagnétiques) avant toute mise en service normal .
- Toute modification relative à l'alimentation d'un récepteur donnera lieu à une étude comparable à celle effectuée lors de la mise en service initiale.
- Ces installations alimentent des récepteurs sans protection différentielle; en cas de défaut d'isolement, c'est la protection magnétique qui déclenchera la coupure de l'alimentation électrique.
- Afin de parer à une défaillance des connexions du conducteur de terre depuis l'origine de l'installation jusqu'au récepteurs terminaux lorsque le réseau est étendu, les schémas TN nécessitent la mise à la terre du conducteur de protection en plusieurs points tout au long de ce réseau



Les Schémas de Liaison à la Terre

Plan

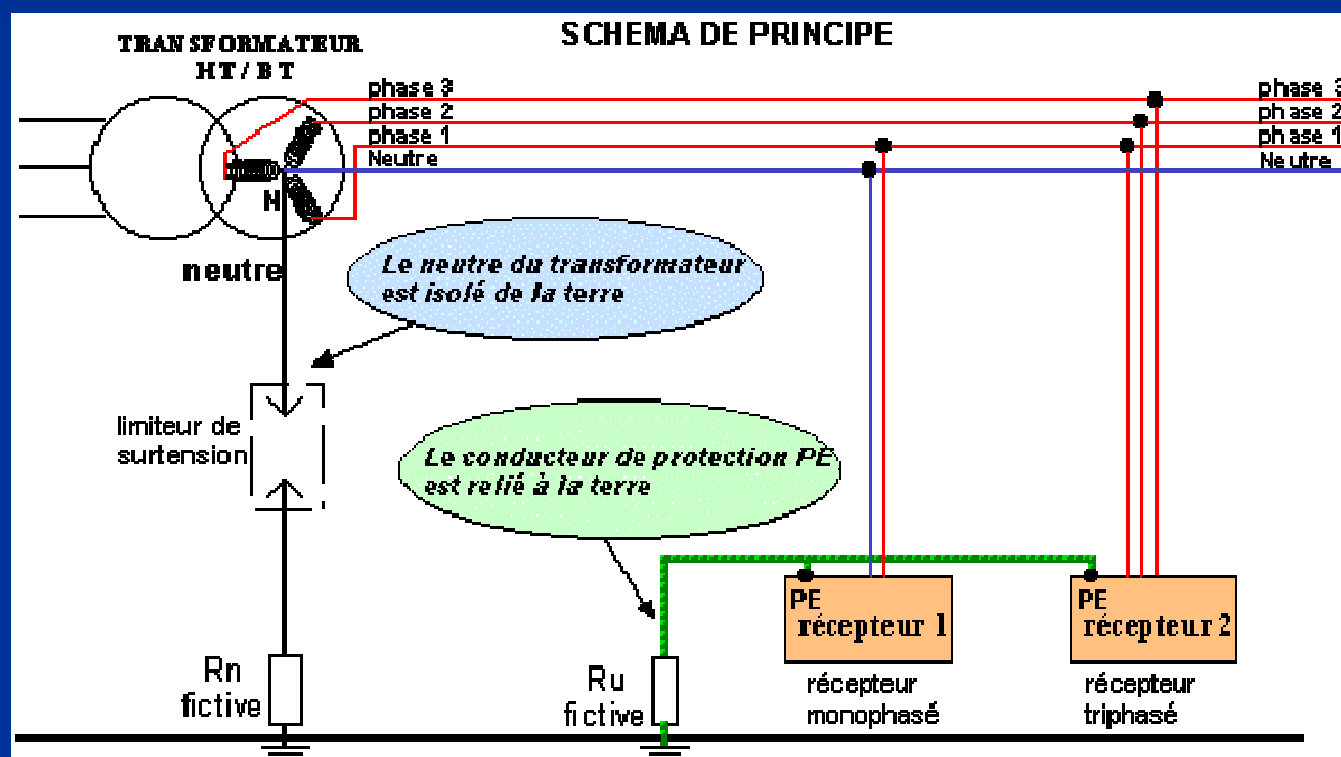
Préambule 3 « Petits rappels »	- 5
I Différents systèmes de distribution	- 14
II Régime TT	- 18
III Le disjoncteur différentiel	- 26
IV Régime TN	- 34
V Régime IT	- 42
VI Comparaison des différents régimes	- 49
VII Conclusion	- 51
VII Le mécanisme d' électrisation	- 55



V - REGIME IT

Système IT : neutre avec distribution **isolé** ou fortement **impédant** et les masses utilisateur reliées à la **terre**

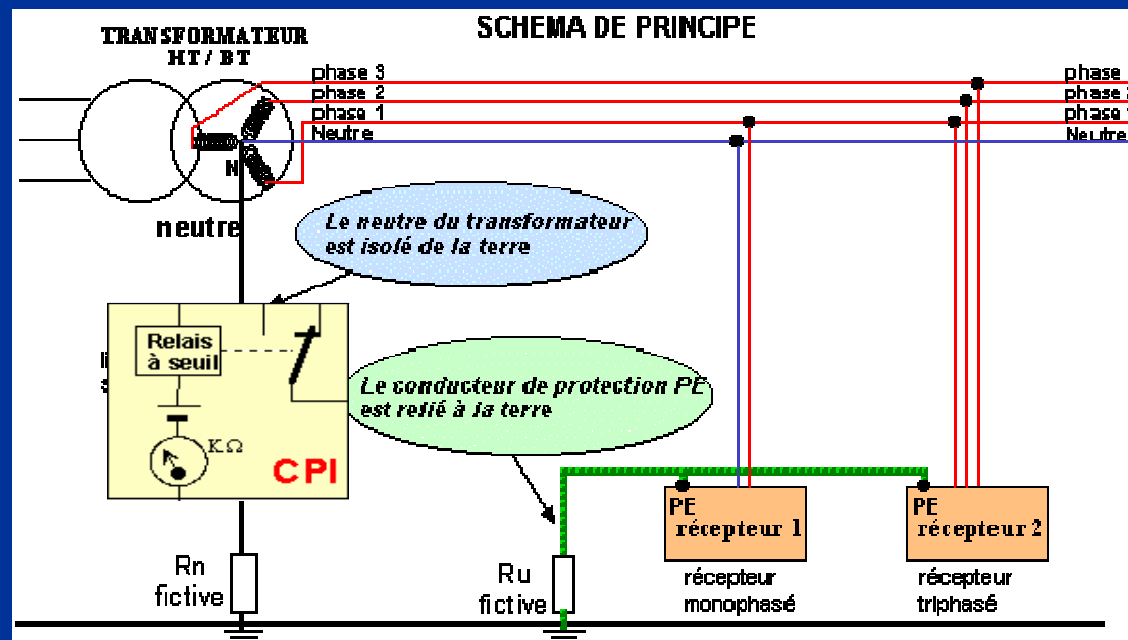
- Utilisé pour les installations alimentées par un poste de transformation privé et exploitées par un service de maintenance.





Système IT

Sécurité: le courant de premier défaut se referme par la mise à la terre du neutre du transformateur (impédance forte ou infinie). La tension de défaut résultante n'est donc pas dangereuse et ne provoque que le fonctionnement de dispositifs sonores ou visuels d'avertissement. En cas de deuxième défaut, le courant se reboucle à travers les deux charges en défaut et la protection est assurée dans les mêmes conditions qu'en schéma TN.





REGIME IT

Exemple: réseau 230 / 400 V, 1 Km de câbles, $R_u = 10 \, \Omega$, $C = 0,3 \, \mu\text{F/Km}$.

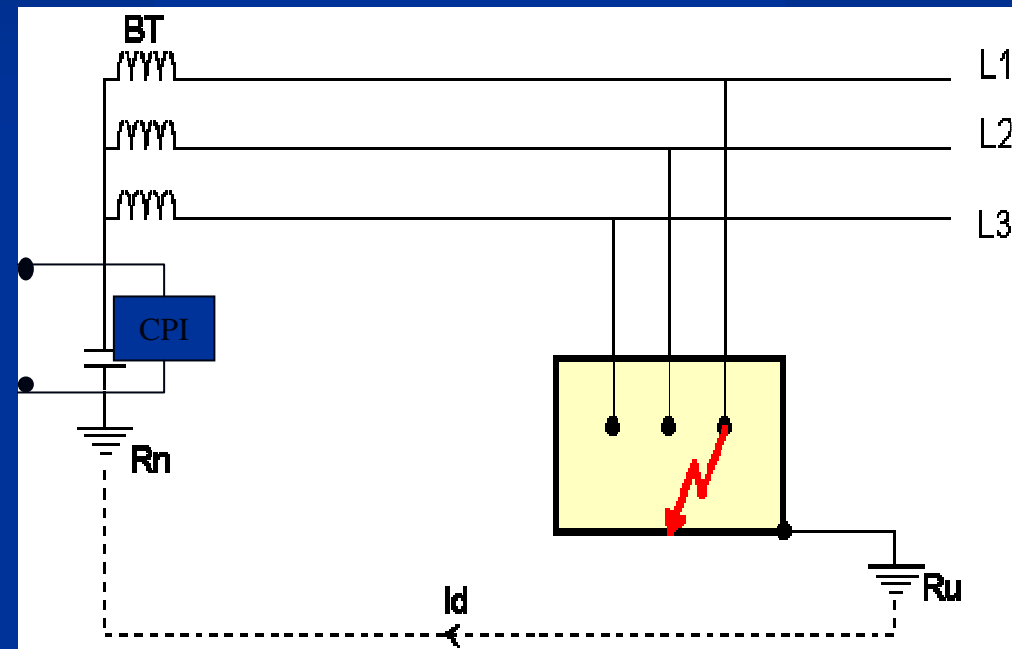
$$C_t = 3 \cdot C$$

$$Z_{ct} = \frac{1}{C_t \cdot \omega} = \frac{1}{3 \cdot C \cdot \omega} = \frac{1}{3 \cdot 0,3 \cdot 10^{-6} \cdot 314} = 3540 \, \Omega$$

La résistance R_u est négligeable devant Z_{ct} , d'où :

$$I_d = \frac{V}{Z_{ct}} = \frac{230}{3540} = 0,065 \, \text{A}$$

$$U_c = R_u \cdot I_d = 10 \cdot 0,065 = 0,65 \, \text{V}$$





Avantages et inconvénients du schéma IT

Avantages :

- pas de coupure au premier défaut
- Installation permettant la poursuite de l'exploitation d'énergie malgré un premier défaut d'isolement même important, comme les salles d'opération en hôpital, la sécurité aérienne, etc.
- Schéma IT utilisé dans les installations de très courte dimensions, et les transformateurs d'isolement dans les ateliers, les salles de bains (prises rasoirs), etc.
- Utilisé aussi lorsque les dimensions du réseau sont suffisamment grandes pour devoir tenir compte des impédances des lignes. L'impédance de mise à la terre (Z) de valeur relativement faible (env. 600 à 1000 ohms) permet de s'affranchir de l'impédance des lignes, tout en limitant le courant de défaut



Avantages et inconvénients du schéma IT

Inconvénients :

- nécessité d'avoir un spécialiste en dépannage pour supprimer ce défaut très rapidement, avant l'apparition d'un deuxième défaut qui va déclencher les protections.
- ce schéma oblige la mise en place d'un Contrôleur Permanent d'Isolement (CPI) signalant par alarmes sonores et visuelles tout défaut dans l'installation.



Information complémentaire

ATTENTION:

Dans un schéma IT, il est interdit de monter des barrettes de neutre sur le pôle Neutre de l'appareil de protection.

Un fusible calibré comme les phases est obligatoire.

En effet, si un défaut d'isolement important survient entre une phase et la terre, sur un départ de puissance importante, et entre le neutre et la terre sur un départ de puissance moindre, la barrette du neutre de ce deuxième départ ne pouvant "fondre" comme un fusible normal, il y aura échauffement du conducteur de neutre pouvant aller jusqu'à l'incendie.

Les fusibles de neutre, comme ceux des phases, devront actionner un dispositif de coupure omnipolaire.



Les Schémas de Liaison à la Terre

Plan

	page
Préambule 3 « Petits rappels »	- 5
I Différents systèmes de distribution	- 14
II Régime TT	- 18
III Le disjoncteur différentiel	- 26
IV Régime TN	- 34
V Régime IT	- 42
VI Comparaison des différents régimes	- 49
VII Conclusion	- 51
VII Le mécanisme d' électrisation	- 55



Tableau VI. – Comparaison des différents schémas.

	Schéma TN	Schéma TT	Schéma IT
PRINCIPE	Le courant de défaut se referme par le conducteur neutre et devient un courant de court-circuit entre phase et neutre	Le courant de défaut se referme par la boucle comprenant les prises de terre du neutre et des masses	Le courant de premier défaut est limité à une valeur telle qu'il n'en résulte pas de tensions de contact dangereuses
CONDITIONS DE RÉALISATION	<ul style="list-style-type: none"> Le courant de défaut entraîne le fonctionnement d'un dispositif de protection contre les surintensités. Cette condition détermine une relation, qui est celle de la protection contre les courts-circuits, entre l'impédance de la boucle de défaut et le courant de fonctionnement du dispositif de protection : $Z_s I_d \leq U_0$ Le conducteur de protection doit être efficacement mis à la terre de façon que son potentiel soit maintenu aussi voisin que possible de celui de la terre. Des précautions doivent être prises pour éviter toute rupture du conducteur neutre lorsqu'il est utilisé comme conducteur de protection. 	<ul style="list-style-type: none"> Un dispositif de coupure (différentiel) doit couper l'alimentation dès que la tension de défaut est supérieure à U_L. Cette condition détermine une relation entre la résistance de la prise de terre des masses et le courant différentiel assigné du dispositif : $R_A \cdot I_{\Delta n} \leq U_L$ Toutes les masses protégées par un même dispositif différentiel doivent être reliées à la même prise de terre. Les masses simultanément accessibles doivent être reliées à la même prise de terre. 	<ul style="list-style-type: none"> Le courant de premier défaut ne provoque le fonctionnement d'aucun dispositif de coupure, sous réserve que l'intensité de ce courant ne soit pas supérieure à : $I_d \leq \frac{U_L}{R_A}$ en fonction de la résistance de prise de terre des masses. Un contrôleur permanent de l'isolement doit signaler l'apparition d'un premier défaut d'isolement. En cas de deuxième défaut, la protection doit être assurée dans les mêmes conditions que dans un schéma TN (mais avec des conditions limitées) si toutes les masses sont interconnectées ou TT si elles ne le sont pas.
UTILISATION	Utilisable dans les installations alimentées à partir d'un poste de transformation privé ou, sous certaines conditions, public.	Utilisé généralement dans les installations alimentées directement par un réseau de distribution publique à basse tension.	Utilisable seulement dans les installations alimentées par un poste de transformation privé et exploitées par un service d'entretien.
AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS	<ul style="list-style-type: none"> Coupure au premier défaut d'isolement. Utilisation des dispositifs de protection contre les surintensités pour assurer la protection contre les contacts indirects. Exigences concernant la mise à la terre du conducteur de protection. Passage du conducteur de protection dans les mêmes canalisations que les conducteurs actifs des circuits correspondants. Nécessité de réaliser souvent des liaisons équipotentielles supplémentaires. Économie d'un pôle et d'un conducteur dans les canalisations fixes d'au moins 10 mm². 	<ul style="list-style-type: none"> Coupure au premier défaut d'isolement. Nécessité d'installer des dispositifs différentiels assurant la protection contre les contacts indirects. 	<ul style="list-style-type: none"> Pas de coupure au premier défaut d'isolement et possibilité de maintenir la continuité de l'exploitation. Surveillance de l'isolement, ce qui nécessite un service d'entretien, permettant l'élimination rapide des défauts. Non-distribution du conducteur neutre, sinon nécessité de protéger ce conducteur. Nécessité pratique de réaliser une équipotentialité des masses, sinon installation de dispositifs différentiels. Installation de limiteurs de surtension. Restriction de l'étendue des installations pour limiter l'intensité du courant de premier défaut.



PLAN

	Page
Préambule 3 « Petits rappels »	- 5
I Différents systèmes de distribution	- 14
II Régime TT	- 18
III Le disjoncteur différentiel	- 26
IV Régime TN	- 34
V Régime IT	- 42
VI Comparaison des différents régimes	- 49
VII Conclusion	- 51
VII Le mécanisme d' électrisation	- 55

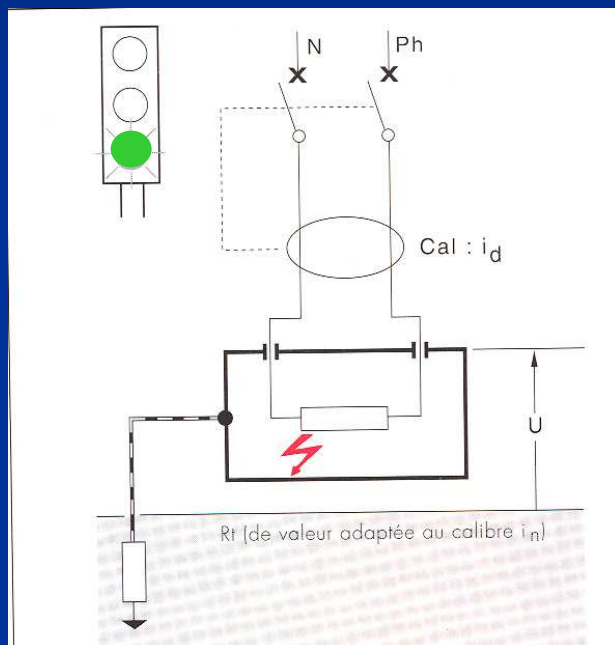


VII - CONCLUSION

- Aucun régime de neutre n'est idéal, c'est en fonction de l'application envisagée que l'on doit choisir le schéma le mieux adapté en matière de sécurité.
- Si aucun n'y répond, il faut alors recourir à une enceinte de confinement spécialisée (cas de très hautes tensions par exemple).



Le différentiel c'est bien....mais



Le courant de défaut étant supérieur au calibre du différentiel, celui-ci ouvrira ses contacts et mettra ainsi l'utilisation hors tension.

La protection remplira son rôle avant qu'une personne entre en contact avec la carcasse métallique.

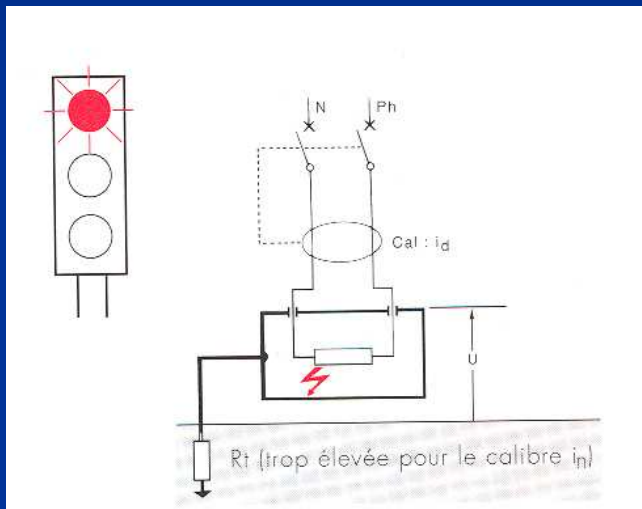
NOTA Si vous constatez qu'une protection différentielle a déclenché, il ne faut **en aucun cas** chercher à remettre l'équipement sous tension avant d'avoir **éliminer le défaut en premier lieu**.

Chaque fois que les prises de terre sont mauvaises ou aléatoires, il faut utiliser des différentiels de 30 mA au lieu de 300 mA pour la protection contre les contacts indirects.



Sans Terre ou Terre Déconnectée

- Le différentiel ne détectera pas de différence entre le courant sortant de l'installation
- La carcasse métallique sera portée au potentiel de 220v.
- Si une personne touche à la carcasse, cette personne sera soumise à cette tension !!!



Dans ce cas, le différentiel 300 mA ne sert à rien. **Seul un différentiel 30 mA peut sauver l'utilisateur**

Mauvaise Terre ou Cosses Desserrées

- La résistance de terre étant trop élevée, le courant de fuite sera inférieur au courant de déclenchement du différentiel.
- Le différentiel ne déclenche pas et ne sert donc à rien.
- La carcasse sera portée à un potentiel dangereux.
- Ce cas de non déclenchement de la protection peut aussi être dû à un desserrage ou mauvais serrage des cosses de terre

Le différentiel 300 mA ne sert à rien. **Seul un différentiel 30 mA peut sauver l'utilisateur**



Les régimes des neutres

Plan

page

Préambule 3 « Petits rappels »	- 5
I Différents systèmes de distribution	- 14
II Régime TT	- 18
III Le disjoncteur différentiel	- 26
IV Régime TN	- 34
V Régime IT	- 42
VI Comparaison des différents régimes	- 49
VII Conclusion	- 51
VII Le mécanisme d'électrification	- 55

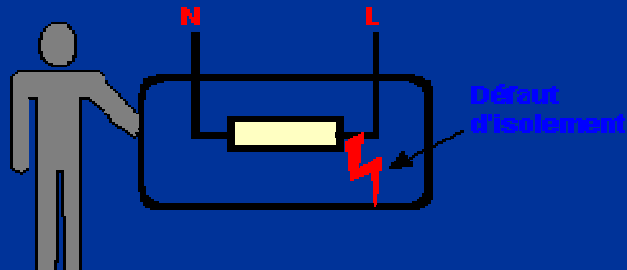


VIII-Le mécanisme d'électrisation

- **PAR CONTACT DIRECT**



- Par contact indirect





ELECTRISATION PAR CONTACT DIRECT

Valeurs usuelles

Pour les démonstrations suivantes , nous adopterons des valeurs « standard », vraisemblables, d'impédances et de résistances qui seront représentées sur les différents schémas:

Prises de terre intentionnelles

Du neutre $R_n = 1 \Omega$

Des masses $R_m = 15 \Omega$

Impédance insérée entre le neutre et la terre dans un schéma IT

$Z = 1000 \Omega$

Résistance électrique du corps humain

$R_h = 2000 \Omega$

Résistance de contact du corps humain avec le conducteur parfait de terre

$R_{th} = 500 \Omega$



ELECTRISATION PAR CONTACT DIRECT

Réseau à neutre à la terre (schéma TT)

Dans cette situation, la personne est soumise à une intensité I_h qui est limité par:

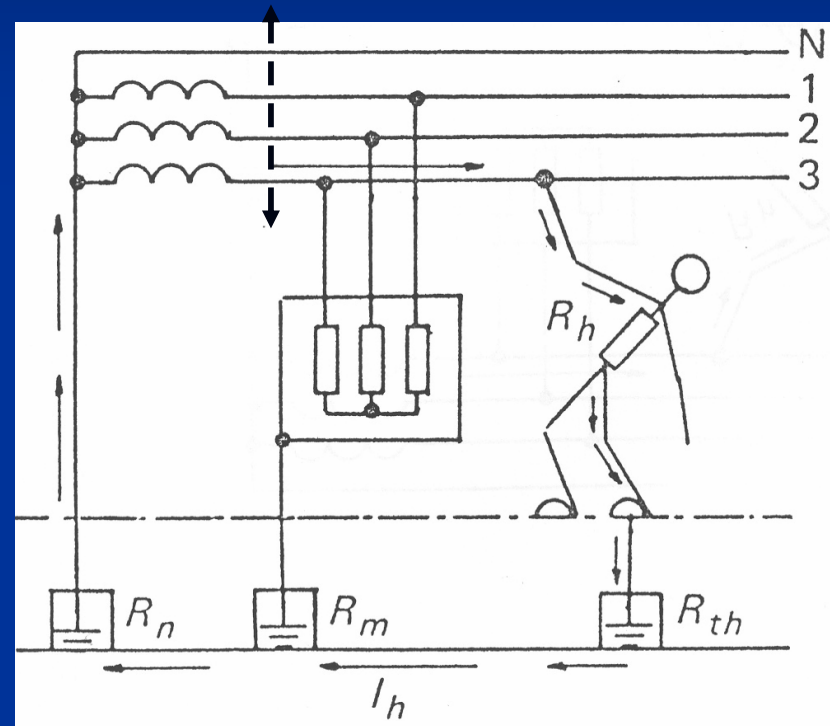
- la résistance de son corps R_h
- la résistance de sa prise de terre R_{th}
- la résistance de la prise de terre du neutre R_n

Avec les hypothèses adoptées, nous avons:

$$I_h = \frac{U}{R_h + R_{th} + R_n}$$
$$= \frac{220}{2000 + 500 + 1} = 0.088 \text{ A}$$

La tension U_h appliquée à l'homme :

$$U_h = R_h \times I_h = 2000 \times 0.088$$
$$= 176 \text{ V}$$



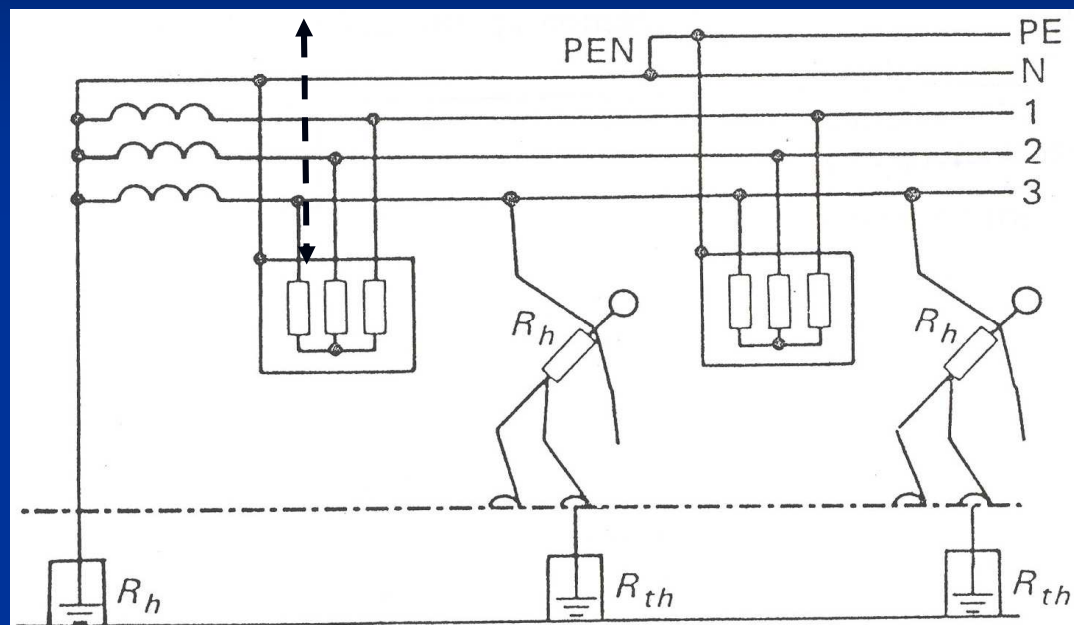
176 volts est tension pouvant entraîner la mort





ELECTRISATION PAR CONTACT DIRECT

Réseau à mise au neutre des masses (schéma TN)



Quelque soit le schéma (TNC ou TNS), la situation est identique ici à celle du contact direct en réseau à neutre à la terre (TT)

IL Y A DANGER DE MORT





ELECTRISATION PAR CONTACT DIRECT

Réseau à mise au neutre isolé ou impédant (schéma IT)

Dans cette situation, la personne est soumise à une intensité I_h qui est limitée par:

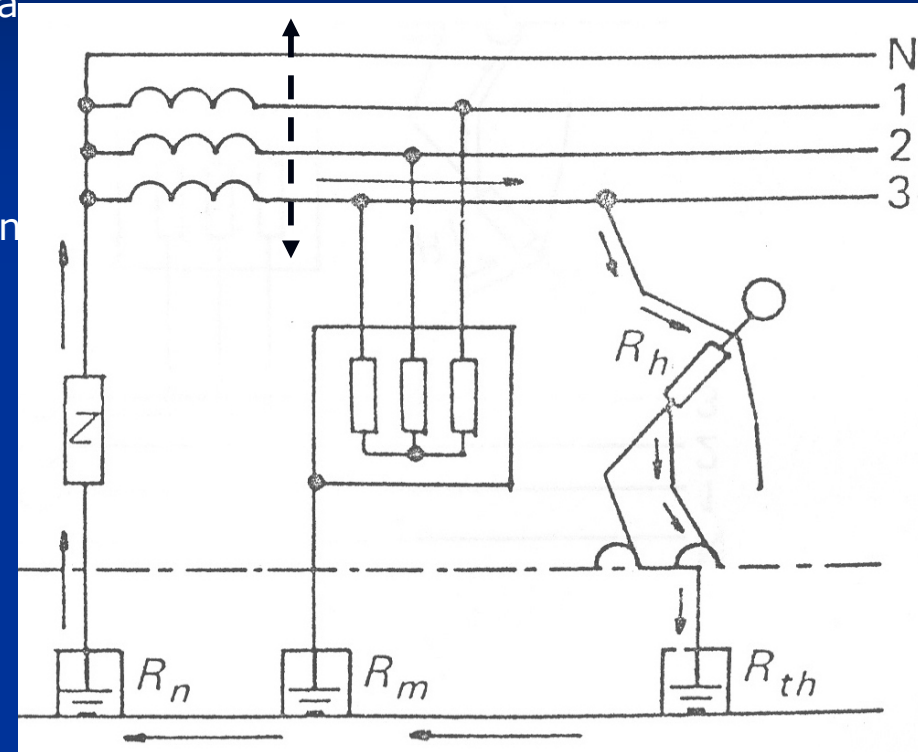
- la résistance de son corps R_h
- la résistance de sa prise de terre R_{th}
- la résistance de la prise de terre du neutre R_n
- l'impédance Z insérée dans le neutre

Avec les hypothèses adoptées, nous avons:

$$I_h = \frac{U}{R_h + R_{th} + R_n + Z}$$
$$= \frac{220}{2000 + 500 + 1 + 1000} = 0.063 \text{ A}$$

La tension U_h appliquée à l'homme :

$$U_h = R_h \times I_h = 2000 \times 0.063$$
$$= 126 \text{ V}$$

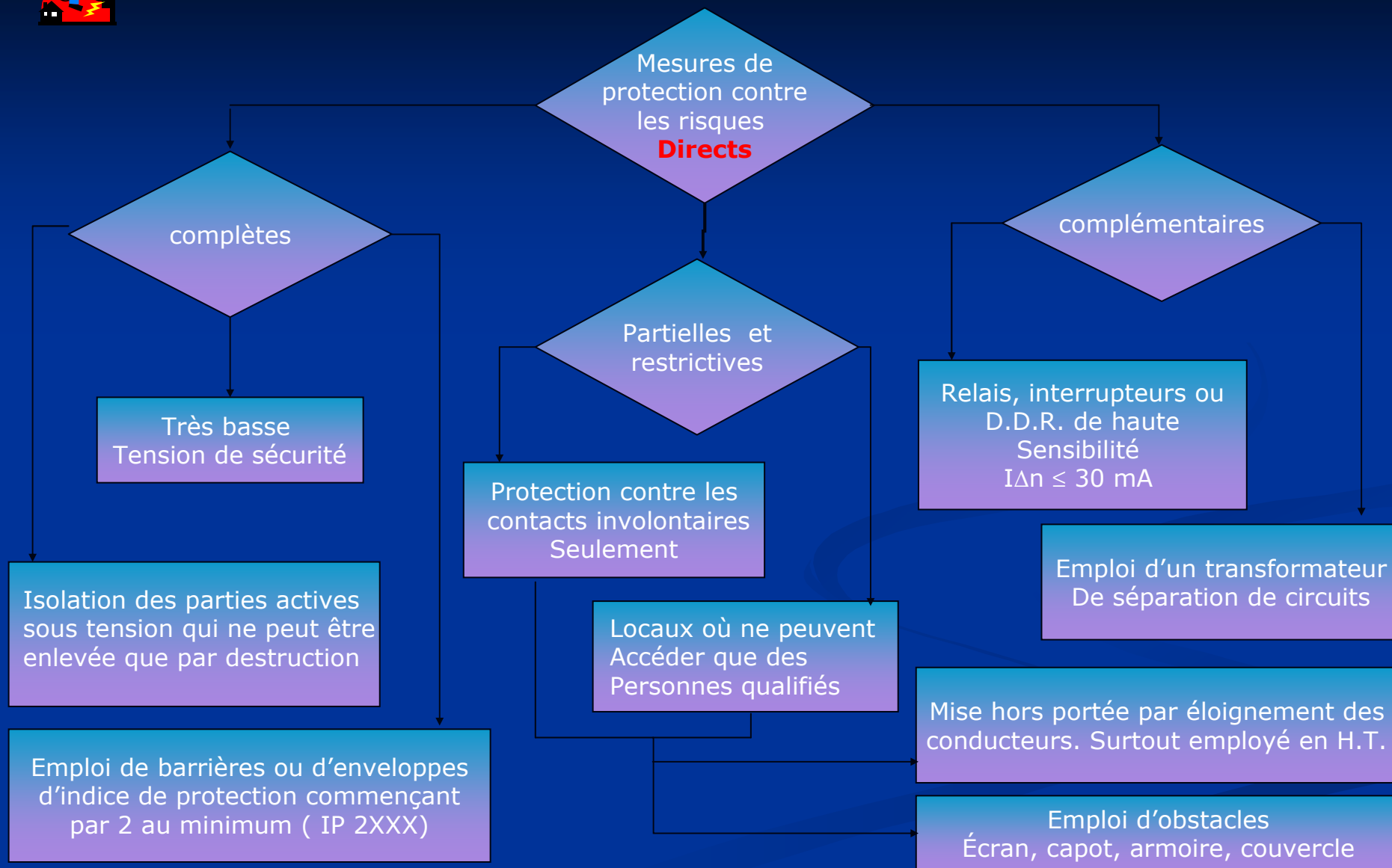


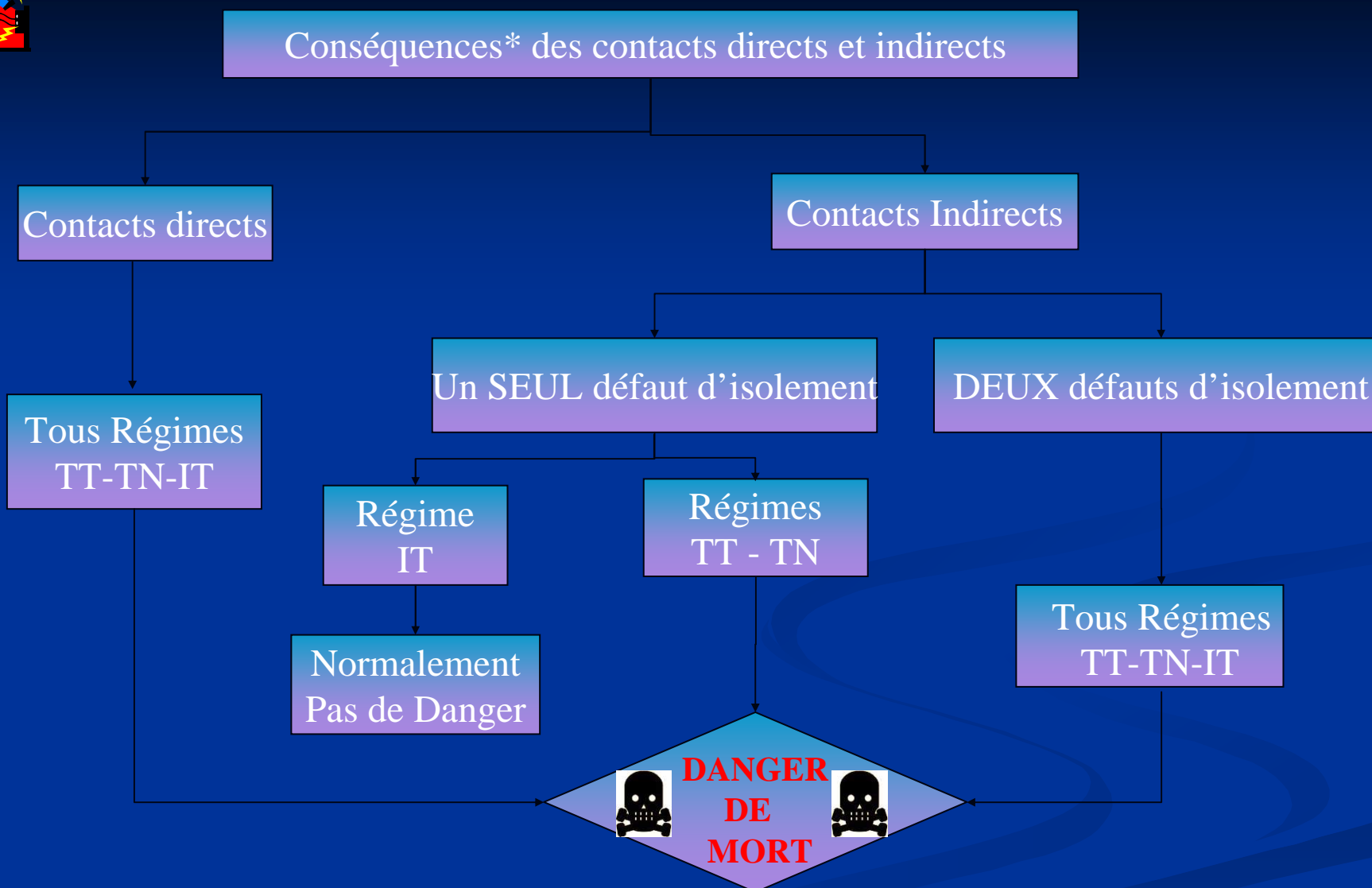
126 volts est une tension pouvant entraîner la mort





MESURES DE PROTECTION CONTRE LES RISQUES DIRECTS





* Cas des installations non équipées d'appareils de protection