www.students.ma

FONCTION ALIMENTER : SECURITE DES PERSONNES

I. Introduction

L'électricité ne sent pas, ne se voit pas et ne s'entend pas, ce qui la rend très dangereuse pour les utilisateurs. En effet, la mauvaise utilisation de l'électricité peut entraîner des accidents plus ou moins graves.

II. Effets physiologiques du courant électrique

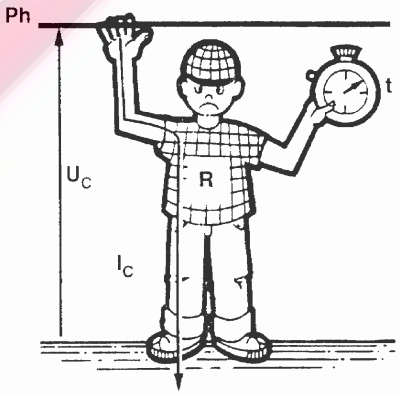
II.1. Effet du courant sur le corps

Le courant agit sur le corps de trois façons différentes :

- par blocage des muscles, que ce soient ceux des membres ou de la cage thoracique (tétanisation),
- par brûlures : l'électricité produit par ses effets thermiques des lésions tissulaires plus ou moins graves selon la valeur du courant,
- par action sur le coeur : l'électricité provoque une désorganisation complète du fonctionnement du coeur, d'où fibrillation ventriculaire.

Intensité du courant	Effet sur le corps humain
0,5 mA	Sensation de passage du courant est très variable d'une personne à l'autre
10 mA	Contractions musculaires (tétanisation) empêchent à la personne de lâcher le conducteur
20 à 30 mA	Contraction des muscles respiratoires : les difficultés et l'arrêt respiratoire
100 mA	Fibrillation cardiaque
1 A	Arrêt du cœur

II.2. Paramètres à prendre en compte pour l'évaluation des risques

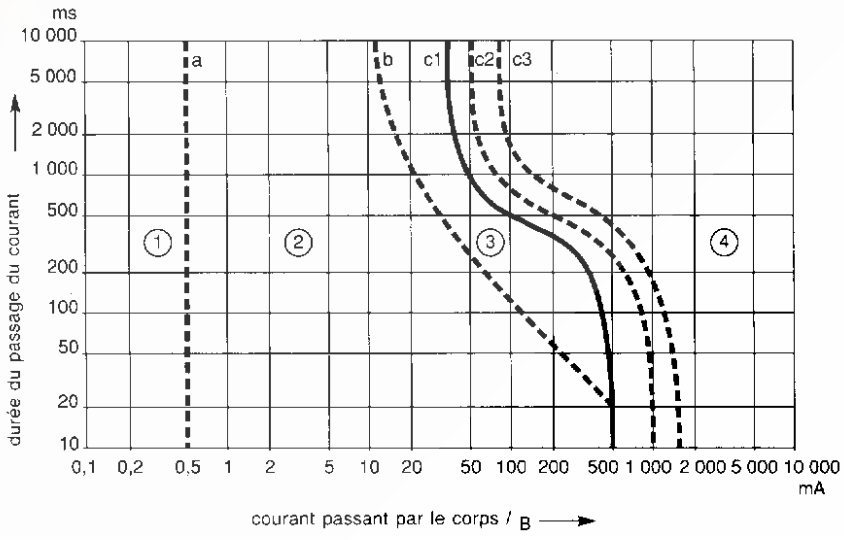


Quatre paramètres interdépendants influent sur le niveau des risques :

- $\mathbf{I_c}$: courant qui circule dans le corps humain,
- $\mathbf{U_c}$: tension appliquée au corps,
- **R** : résistance du corps,
- **t** : temps de passage du courant dans le corps.

II.2.1.Relation entre le temps de passage du courant de choc dans le corps humain et l'intensité de ce courant

Les courbes ci-contre, issues de la norme CEI 479, illustrent la relation $t = f(I_c)$ et déterminent quatre zones.



Zone 1 : Le courant de choc est inférieur au seuil de perception (Ic < 0,5 mA). Il n'y a pas de perception du passage du courant dans le corps : *aucun risque.*

Zone 2 : Le courant est perçu sans réaction de la personne : habituellement, *aucun effet physiologique dangereux*.

Zone 3 : Le courant provoque une réaction: la personne ne peut plus lâcher l'appareil en défaut. Le courant doit être coupé par un tiers afin de mettre la

www.students.ma

www.students.ma

personne hors de danger : habituellement sans dommage organique, mais probabilité de *contractions musculaires et de difficultés respiratoires.*

Zone 4 : En plus des effets de la zone 3, la fibrillation ventriculaire augmente de 5% des cas pour la courbe C_2, 50 % des cas pour la courbe C_3, et plus de 50% au-delà de cette dernière courbe, d'où des effets pathophysiologies importants tels qu*'arrêt du cœur, arrêt de la respiration, brûlures graves*.

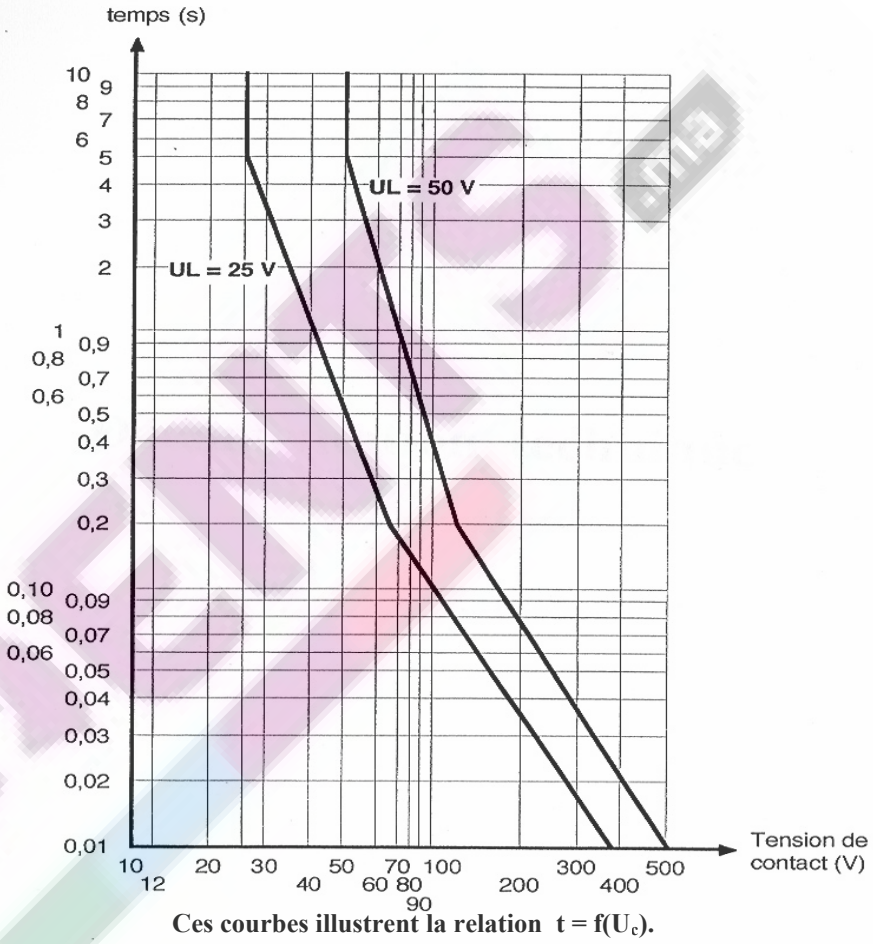
II.2.2. Relation entre le temps de passage du courant de choc dans le corps humain et la tension de contact

Selon le type de local, la norme NFC 15-100 précise, pour une tension d'alimentation en courant alternatif, deux valeurs de tensions limites conventionnelles de sécurité U_L :

- U_L = 25 V pour les locaux mouillés,
- U_L = 50 V pour les locaux secs.

Ces tensions, non dangereuses dans des environnements précis, définissent des courbes où les risques sont contrôlés en fonction du temps de passage du courant dans le corps.

Exemple :
Lors d'un défaut dans un ***local sec*** (Uc = 50 V), si la tension de contact vaut 100 V, le dispositif de protection doit couper le circuit en moins de ***0,4 secondes***.



Ces courbes illustrent la relation t = f(U_c).

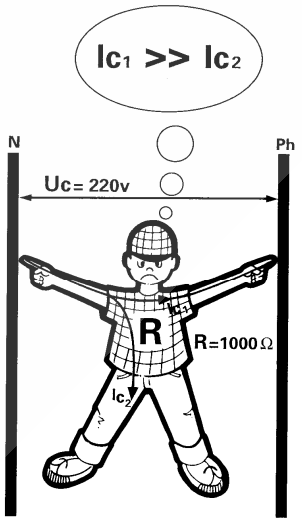
III. Contacts directs

III.1. Qu'appelle-t-on un contact direct ?

C'est le contact d'une personne avec une partie d'un équipement ou d'une installation normalement sous tension. Il existe deux cas de figure :

Cas n °1:

C'est le cas le moins fréquent et le plus défavorable pour la personne. La personne étant supposée isolée du sol le courant va circuler directement par la cage thoracique via le système respiratoire et cardiaque.



Ic = U_C / R = 0,22 A
Au regard de la courbe t = f(Ic) indiquer la durée maximale de cette situation pour cette personne :

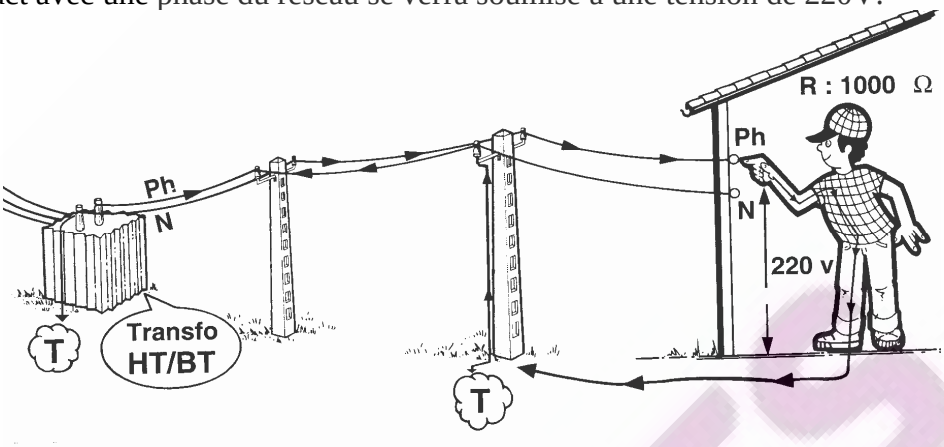
t_{max} = 50 ms.

www.students.ma

www.students.ma

Cas n°2 :

Les réseaux de distribution ont le neutre raccordé à la terre. Cette mise à la terre est réalisée au niveau du transformateur de distribution et relayée tous les 200 mètres environ. De ce fait toute personne qui rentrera en contact avec une phase du réseau se verra soumise à une tension de 220V.



Si on suppose les contacts pieds/sol de résistance nulle la personne se retrouve comme dans le cas n°1 traversé par un courant de 200mA.

III.2. Moyens de protection

Les dispositions de protection contre les risques de contacts directs ont pour but d'assurer la mise hors de portée de pièces nues sous tension accessibles aux travailleurs.

La protection peut être obtenue par l'un des trois moyens suivants :

- L'isolation des parties actives du matériel électrique (gaine, cache bornes, etc.).
- La protection au moyen d'enveloppes et de barrières (coffrets, tableaux, etc.) qui permettent de rendre le matériel électrique inaccessible.
- Mise hors de portée, par éloignement : C'est le cas des lignes aériennes à haute tension et basse tension.

IV. Contacts indirects

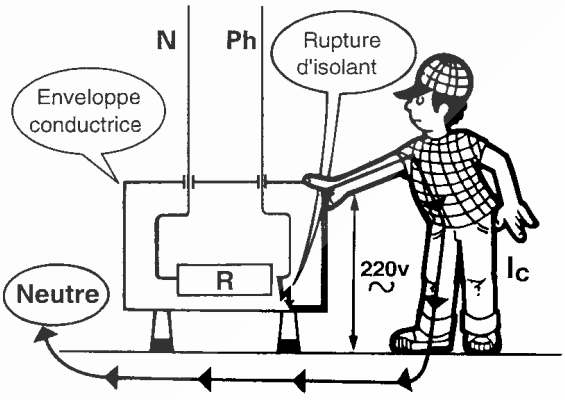
IV.1. Qu'appelle-t-on un contact indirect ?

C'est le contact d'une personne avec une masse métallique mise accidentellement sous tension par défaut d'isolement. Ce type de contact est très dangereux car, contrairement au contact direct, il n'est pas lié à l'imprudence ou à la maladresse de l'utilisateur.

En supposant que la résistance du défaut est faible, la personne placée dans cette condition sera soumise à un potentiel d'environ 220 V et traversée par un courant d'environ

220 /1000 = 220 mA.

Ce courant dépendra aussi du degré d'isolement pieds/sol. Ce défaut doit être détecter rapidement et éliminer avant qu'une personne entre en contact avec la masse métallique.



www.students.ma

www.students.ma

IV.2. Différents moyens de protection

IV.2.1. Utilisation de la Très Basse Tension (TBT)

La protection est assurée aussi bien contre les contacts directs qu'indirects lorsque la tension ne dépasse pas celle donnée dans le tableau .
Les installations en TBT doivent être alimentées à partir de sources de sécurité, c'est à dire parfaitement isolées des installations de tension supérieure (exemple: transformateurs d'isolement, piles, accumulateurs, …)

Tension limite		Exemples d'utilisation
En alternatif	En continu	
50 V	120 V	Locaux d'habitation, bureaux, locaux non mouillés
25 V	50 V	Locaux mouillés, chantiers extérieurs secs
12 V	25 V	Piscines, volume dans salle de bain

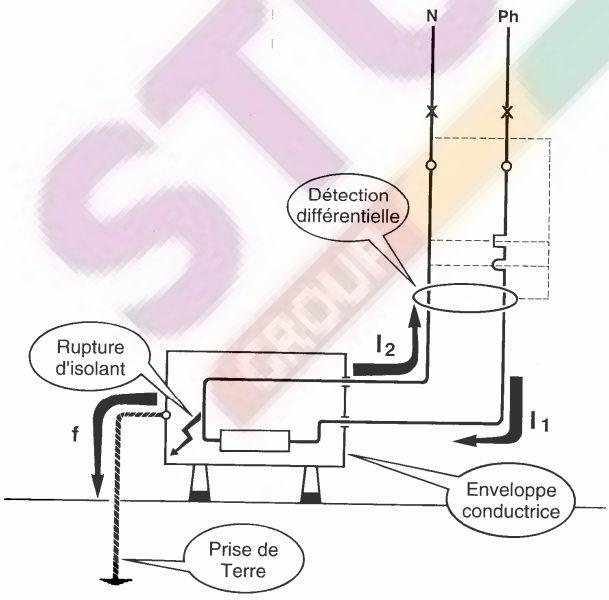
IV.2.1. Association de la mise à la terre avec des dispositifs de coupure automatique de l'alimentation

Dans le cas d'installations alimentées directement en BT par Lydec (régime TT), on utilise un dispositif à coupure automatique de l'alimentation en cas de défaut : disjoncteur ou interrupteur à courant différentiel résiduel (**DDR**). Pour bien se protéger des contacts directs, trois conditions sont impératives :

- Utiliser un différentiel moyenne ou haute sensibilité
- Avoir une prise de terre de valeur correcte
- Avoir raccordé toutes les masses métalliques de l'installation à cette prise de terre.

Remarque :

Un dispositif différentiel seul c'est-à-dire non associé à une prise de terre est dangereux car il ne peut fonctionner.



En l'absence de défaut (rupture d'isolant) nous aurons :
$I_1 = I_2$

En présence d'un défaut d'isolement nous aurons :
$I_1 > I_2$ avec $I_1 - I_2 = I_f$

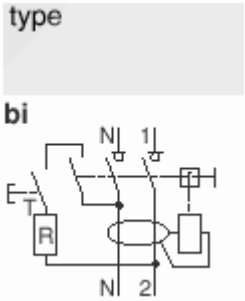
Le circuit de détection va enregistrer cet écart entre le courant "sortant" et le courant "entrant" ouvrant ainsi les contacts. L'équipement sera automatiquement mis hors tension.

www.students.ma

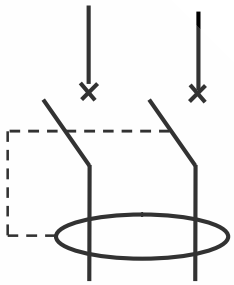
www.students.ma

IV.2.1.1. Schéma de principe


ID si bi 63 A 30 mA



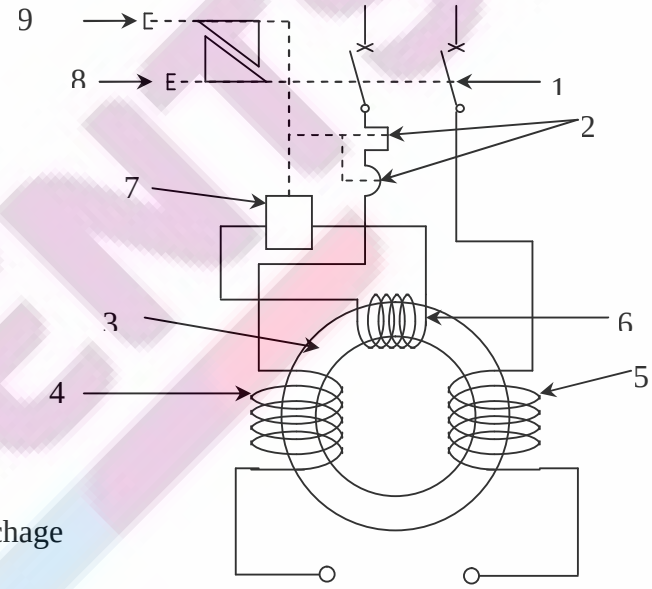
IV.2.1.2. Symbole électrique



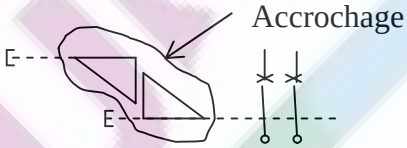
IV.2.1.3. Structure interne du disjoncteur différentiel magnétothermique

Disjoncteur en position ouverture

1	Contacts
2	Dispositif magnétothermique
3	Tore ferromagnétique
4	Bobine détectant I_1
5	Bobine détectant I_2
6	Bobine sonde
7	Relais de déclenchement
8	Bouton d'armement mise en route
9	Bouton arrêt
----	Liaison mécanique



Disjoncteur en position fermeture



Pas de défaut $I_1=I_2$	Défaut d'isolement
Le flux ϕ_1 produit par la bobine 1 est égal au flux ϕ_2 produit par la bobine 2 .Le flux résultant dans le tore = 0 donc U = 0 à la bobine sonde.	Le flux ϕ_1 produit par la bobine 1 est supérieur au flux ϕ_2 produit par la bobine 2 : apparition d'un flux variable dans le tore et d'une fem induite « e » aux bornes de la bobine sonde (loi de Lenz) qui va alimenter un relais, il y aura déclenchement du disjoncteur si le défaut est dangereux pour les personnes.

Remarques:

En fait le dispositif déclenche sur une plage, c'est à dire qu'il est susceptible de fonctionner entre **IΔn/2** et **IΔn.**

IΔn est la sensibilité du différentiel.

www.students.ma

www.students.ma

IV.2.1.4. Tableau: Sensibilité DDR / Résistance maxi prise de terre

	Valeur de DDR	Résistance maxi de la prise de terre pour une U_L de 25 V	Résistance maxi de la prise de terre pour une U_L de 50 V
Basse sensibilité	1000 mA	25 Ω	50 Ω
	650 mA	38 Ω	76 Ω
Moyenne sensibilité	500 mA	50 Ω	100 Ω
	300 mA	83 Ω	166 Ω
	100 mA	250 Ω	500 Ω
Haute sensibilité	30 mA	830 Ω	1660 Ω
	10 mA	2490 Ω	4980 Ω

$$R_{terre} \leq U_L / Ic$$

IV.2.2. Règles à respecter

Le neutre de l'installation doit être relié à la terre.
C'est le travail de Lydec, quand le poste de transformation n'appartient pas à l'utilisateur (domestique, petite industrie,...)

Interconnecter les masses et les relier à une prise de terre différente de la prise de terre du neutre
C'est à la charge de l'utilisateur.

Mettre en place un dispositif différentiel à courant résiduel (DDR) de calibre :

$$I\Delta n \leq \frac{UL}{RA}$$

UL : Tension limite de sécurité du local

IΔn : Calibre du DDR (multiple de 3 ou de 1)
RA : Résistance de terre de l'installation

C'est à la charge de l'utilisateur.

V. Exercices

1) Dans une habitation avec locaux mouillés et une résistance de la prise de terre de 37Ω.
Quelle devra être la sensibilité du disjoncteur différentiel à utiliser ?

$U_L = 25$ V $\Delta I = 25 / 37 = 0{,}675$ A

On prendra le disjoncteur avec une sensibilité de $I\Delta n = 500$ mA

2) Dans une habitation avec locaux mouillés, on place un disjoncteur différentiel ayant une sensibilité de 500mA.

Quelle devra être la résistance de la prise de terre ?

$R_A = 25 / 0{,}5 = 50$ Ω

Peut-on augmenter cette résistance de terre?
……
……

www.students.ma