

Correction de l'AD n°3.3 sur le dispositif de sécurité d'une installation électrique

Questions 1a et 1b

Le fusible a pour fonction la protection d'un circuit d'alimentation vis à vis de courts-circuits, ou de surintensités générées par une défaillance de la charge alimentée.

Le disjoncteur différentiel à courant résiduel est utilisé pour assurer :

La protection des circuits contre les surintensités dues aux surcharges ou aux courts-circuits.

Et la protection des personnes contre les contacts indirects (fuites de courant à la terre).

La prise de terre, d'une part la mise à la terre permet d'écouler les courants de fuite sans danger et d'autre part, en association avec un dispositif de coupure automatique, (disjoncteur différentiel), elle assure la mise hors tension de l'installation électrique. Son rôle principal est la protection des personnes contre les contacts indirects (fuites de courant à la Terre).

Prenons un exemple : Une machine à laver qui n'est pas branchée sur une prise avec terre est dans une buanderie au sol carrelé. Une souris a dénudé le câble d'alimentation de la machine et les fils électriques se mettent en contact avec la machine. Vous touchez la machine et, comme vous êtes sur un sol conducteur, vous êtes traversé par le courant électrique.

C'est une électrocution !

La mise à la terre, associée au disjoncteur différentiel, évite tout incident. Le courant passe directement dans la terre et l'alimentation est automatiquement coupée.

Un disjoncteur divisionnaire est un disjoncteur protégeant l'installation électrique de tout **court-circuit** en coupant l'ensemble de la ligne électrique à risque. Le disjoncteur divisionnaire ne remplace pas le disjoncteur différentiel, mais le complète : en effet, il ne protège pas les personnes des éventuelles fuites dues à un problème d'**isolation**, mais isole la ligne où s'est produite la surcharge.

Il faut savoir que le rôle de la **gaine** qui se veut électrique est premièrement sécuritaire puisqu'elle sert à protéger ceux qui manipulent les câbles électriques.

Le **disjoncteur de branchement** est en premier lieu une séparation entre l'installation électrique privée (celle du logement) et le domaine appartement au gérant du réseau électrique (ERDF).

Il remplit trois fonctions :

- déclencheur thermique, il assure une coupure lorsque l'installation est trop chargée (coupure lente),
- déclencheur magnétique, il coupe en cas de court-circuit (déclenchement immédiat),
- déclencheur différentiel, il déclenche lors d'un défaut de masse (défaut d'isolement).

Question 2a

La sensibilité du disjoncteur différentiel pour un local humide est déterminée par :

$$I_{\Delta} = U_L / R_T \text{ (document 5).}$$

Avec I_{Δ} en Ampères.

U_L , la tension limite de sécurité en volts et $U_L = 25\text{V}$ dans un local humide. (document 6).
 R_T en Ohms. La résistance de la prise de terre des masses d'une habitation est $R_T = 80\Omega$ (énoncé).

Application numérique :

$$I_{\Delta} = U_L / R_T = 25 / 80 = \underline{3,1 \times 10^{-1} \text{A}}$$

Question 2b

D'après le document 6, $U_L = 50\text{V}$ dans un local sec, et d'après le document 5, les normes de sécurité sont respectées si :

$$I_{\Delta} \leq U_L / R_T$$

Application numérique :

$$U_L / R_T = 50 / 80 = 6,3 \times 10^{-1} \text{A}$$

$$I_{\Delta} = 5,0 \times 10^{-1} \text{A} \leq 6,3 \times 10^{-1} \text{A}$$

Nous pouvons conclure que pour un local sec, un disjoncteur de 500 mA conviendrait parfaitement.

Question 2c

D'après la question 2a, $U_L = 25\text{V}$ dans un local humide, alors afin que les normes de sécurité sont respectées :

$$I_{\Delta} = U_L / R_T = 25 / 80 = \underline{3,1 \times 10^{-1} \text{A}}$$

Un disjoncteur différentiel de $5,0 \times 10^{-1} \text{A}$ ne sera pas en mesure d'assurer la sécurité des personnes pour un différentiel de courant I_{Δ} compris entre $3,1 \times 10^{-1} \text{A}$ et $5,0 \times 10^{-1} \text{A}$.
Il y a risque d'électrisation par contact indirect.

Question 3a

D'après le document 2, l'intensité du courant I (A) circulant dans le corps est déterminé par la relation :

$$I = U_c / R$$

Avec R (Ω) la résistance du corps humain et U_c (V) la tension de contact à laquelle est soumis le corps humain.

On sait que $R = 1,0 \times 10^3 \Omega$ et $U_c = 12 \text{V}$ d'après l'énoncé.

Application numérique :

$$I=U_c/R=12/1,0 \times 10^3 = 1,2 \times 10^{-2} \text{ A} = 12 \text{ mA}$$

Question 3b

Même raisonnement que la question précédente. On sait que $R=1,0 \times 10^3 \Omega$ et $U_c= 230 \text{ V}$ d'après l'énoncé.

Dans le cas, d'une immersion de la personne (au regard de la résistance de la personne au départ de $R=1,0 \times 10^3 \Omega$ et du document 4), on peut considérer que la résistance du corps humain a diminué.

Application numérique :

$$I=U_c/R=230/5,0 \times 10^2 = 4,6 \times 10^{-1} \text{ A} = 460 \text{ mA}$$

Question 3c

Dans le premier cas, en utilisant le document 3 :

Pour une tension de 12V, et donc une intensité $I=12 \text{ mA}$ traversant le corps, les risques encourus vont de la simple contraction musculaire avec chute possible pour un contact compris entre 0 et 3,5 secondes, à des difficultés respiratoires au delà.

Dans le deuxième cas, en utilisant le document 3 :

Pour une tension de 230V, et donc une intensité $I=460 \text{ mA}$ traversant le corps, les risques encourus vont de la simple contraction musculaire avec chute possible pour un contact compris entre 0 et 20×10^{-3} secondes, à des difficultés respiratoires de 20 à 50 ms, à une fibrillation ventriculaire et un risque d'arrêt cardiaque au delà de 50ms.

Question 4c

La question précédente met en avant l'intérêt d'un transformateur dans ce cas là : la protection des personnes en cas de défaillance du circuit électrique. Les conséquences en fonction du temps de contact ne sont pas du même ordre.