

# Installations électriques

Répétition : Mesures de protection domestique et  
dimensionnement des câbles basse tension

J.L. Lilien

11 octobre 2012

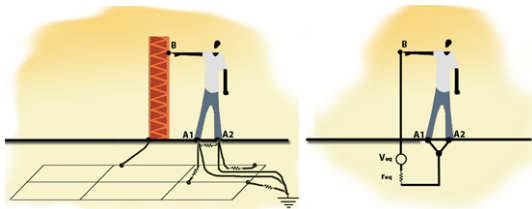
Prise de terre

Différentiels

Fusibles et disjoncteurs

Dimensionnement des câbles

# De quoi se protéger ?

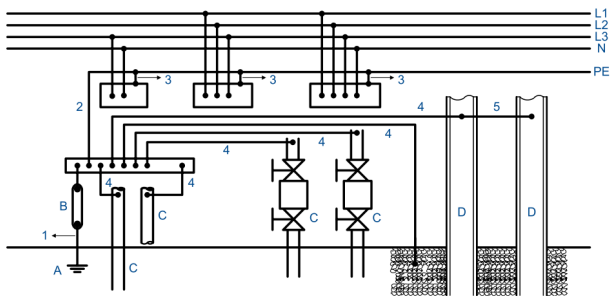


Les mesures de protections sur les installations électriques empêchent le corps d'être parcouru par un courant trop grand.



# Prise de terre

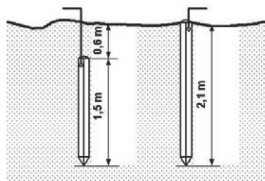
But : Écouler les courants de défaut vers la terre.



- A. Prise de terre ou boucle de terre
  - B. Sectionneur de terre
  - C. Éléments conducteurs étrangers (gaz, eau, chauffage central, ...)
  - D. Charpente métallique bâtiment
1. Conducteur de terre
  2. Conducteur de protection principal
  3. Conducteur de protection
  4. Liaison équipotentielle principale
  5. Liaison équipotentielle supplémentaire

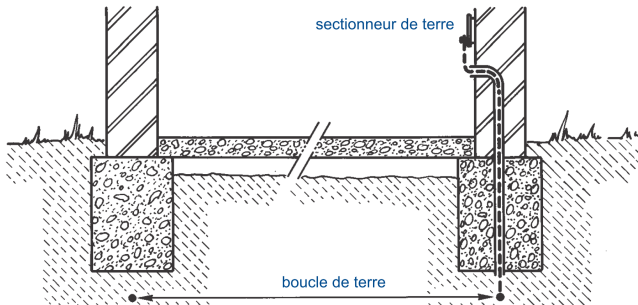
## Prise de terre - piquet de terre

Les piquets de terre sont installés dans le cas de bâtiments existants.



# Prise de terre - boucle de fouille

Pour les nouvelles constructions avec des fondations de plus de 60 cm de profondeur.

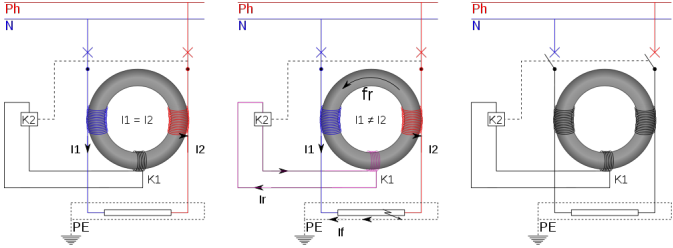


# Avec quoi créer l'équipotentielle ?

Afin d'éviter tous les risques dûs à un défaut dans l'installation électrique, il faut effectuer les connexions suivantes :

- ▶ **Conducteurs de protection** : Conducteurs aboutissants à tous les appareils d'utilisation (prises, luminaires, etc.).
- ▶ **Liaisons équipotentielles principales** : Conducteur aboutissants aux éléments conducteurs pouvant propager un potentiel dangereux (conduites d'eau, gaz, etc.).
- ▶ **Liaisons équipotentielles secondaires** : Comme précédemment pour les pièces humides (chauffe eau, radiateurs, etc.).

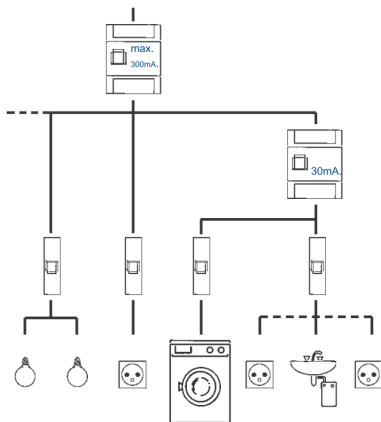
# Disjoncteur différentiel : Principe de fonctionnement



Compare le courant rentrant et sortant. Si une différence existe, le circuit s'ouvre et ne laisse rien passer comme courant.



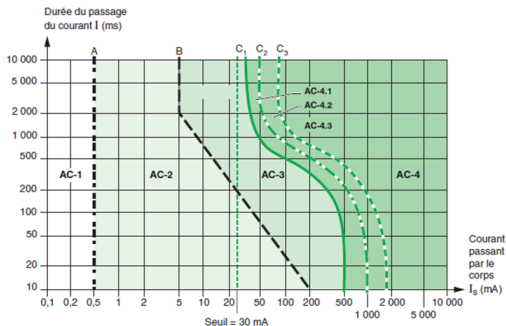
# Installation



- ▶ Un disjoncteur différentiel en entrée d'une installation ( $300mA$ )
- ▶ Un disjoncteur différentiel pour les endroits à risques ( $30mA$  ou  $10mA$ )

# Explications

Valeur choisie :



- ▶ AC-0 : Zone des courants de contact (pas de réaction)
- ▶ AC-1 : Zone de perception du courant
- ▶ AC-2 : Contraction musculaire involontaire
- ▶ AC-3 : Difficultés de respiration
- ▶ AC-4 : Effets physiologiques graves

Question : Pourquoi dans la salle de bain ?

# Effets ressentis

<b>Intensité (mA)</b>	<b>Durée</b>	<b>Influence sur le corps humain</b>
0 - 1	Indéterminé	Pas d'influence perceptible
1 - 15	Indéterminé	Contraction des muscles (doigts, bras) Difficultés pour lâcher prise
15 - 30	Minutes	Douleurs à peine supportables, contraction des muscles des bras Difficultés respiratoires, augmentation de la tension artérielle
30 - 50	Secondes	Augmentation de la tension artérielle
	Minutes	Inconscience et fibrillation(*) du cœur lors d'un contact prolongé, forte contraction des muscles
50 - 500	< 1 pulsation	Puissant effet de choc ; pas de fibrillation ; une fibrillation peut cependant se produire si le passage du courant se fait lors d'une pulsation sensible
	> 1 pulsation	Evanouissement et fibrillation, marques de courant, mort à court terme possible
> 500	< 1 pulsation	Evanouissement, marques de courant, mort instantanée possible
	> 1 pulsation	Evanouissement, marques de courant, brûlures Arrêt du cœur avec possibilité de réanimation

## Résistance du corps humain

$$R = 650 + \frac{k}{U} \quad (1)$$

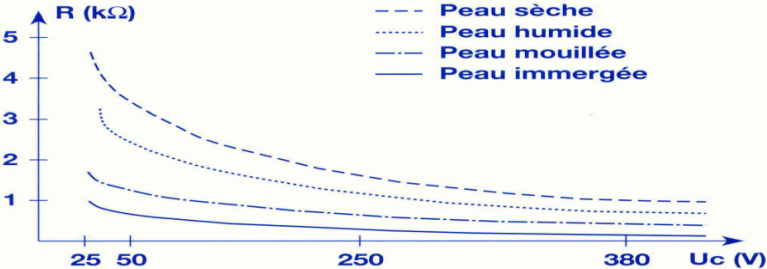
avec  $k = 87500$

Tension [V]	R [ $\Omega$ ]	I [mA]
25	4150	6
50	2400	20
250	1000	250

*Question* : à partir de ces valeurs, démontrer l'utilité de la prise de terre.

# Résistance du corps humain - effet humidité

## RÉSISTANCE DU CORPS HUMAIN



Variation de la résistance du corps humain en fonction de la tension de contact et de l'état de la peau

# Disjoncteurs : Utilité & Dimensionnement

Utilité : en cas de court-circuit ou de sur-intensité dans l'installation, le disjoncteur va ouvrir le circuit (le fusible va fondre) et permettra de corriger le défaut.

Section en mm <sup>2</sup>	Intensité nominale du fusible	Intensité nominale du disjoncteur
1,5	10 A	16 A
2,5	16 A	20 A
4	20 A	25 A
6	32 A	40 A
10	50 A	63 A
16	63 A	80 A
25	80 A	100 A
35	100 A	125 A

La valeur du courant et la section des conducteurs qui y sont reliés sont déterminés pour que l'élévation de température ne soit pas trop élevée.

# Réglémentation

	éclairage	autre
Installation alimentée directement par un branchement à basse tension	3 %	5 %

Cette limitation s'applique à l'ensemble de l'installation, du disjoncteur de branchement jusqu'aux différents appareils et prises desservies.

Etant difficile de savoir qu'elles seront les chutes de tension effectives entre le tableau de répartition et ces circuits terminaux, il est d'usage de réserver 2% pour le câble d'alimentation laissant ainsi une marge de 1% pour les liaisons en aval du tableau.

# Réglementation

Puissance de la lampe en W	Courant nominal (A)	Protection d'l nominale max.	2,5 m	5 m de	7,5 m	10 m	15 m
			de long	long	de long	de long	de long
			(mm <sup>2</sup> )	(mm <sup>2</sup> )	(mm <sup>2</sup> )	(mm <sup>2</sup> )	(mm <sup>2</sup> )
20	1,7	2	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5
40	3,3	5	1,5	1,5	2,5	4	6
60	5	6,3	1,5	2,5	4	6	10
80	6,7	10	1,5	4	6	6	10
100	8,3	10	2,5	4	6	10	16
120	10	12	2,5	6	6	10	16
140	11,7	12	4	6	10	16	16
160	13,3	16	4	6	10	16	-
180	15	16	4	10	10	16	-
200	16,7	20	4	10	10	16	-

*Question* : justifier par calcul la section des câbles pour une lampe de 100W placée à 10m.



## Exercices - dimensionnement de câbles

- ▶ Considérer un four de  $3600\text{ W}$  installé à  $20\text{ m}$  du panneau. Calculer la section de câble minimum pour avoir une chute de tension maximale de  $2\%$ . Comparer cette valeur avec la section demandée par la réglementation ( $S = 1,5\text{ mm}^2$ ). Considérer que la ligne est uniquement résistive. *Réponse :  $1.08\text{ mm}^2$*
- ▶ Même exercice en considérant un facteur de puissance  $\cos(\phi) = 0,8$ . *Réponse :  $1.36\text{ mm}^2$*
- ▶ Dans les deux cas précédents, que se passe-t-il si la distance est de  $30\text{ m}$ ? *Réponse : pour une chute de tension de moins de  $2\%$ ,  $S > 1.66\text{ mm}^2$*
- ▶ Mêmes questions pour une taque de cuisson de  $9000\text{ kW}$  (section conseillée de  $6\text{ mm}^2$ ).

## Exercice - prise de terre

Imaginez un homme en contact avec un point à 230V et la terre. Comparez la valeur du courant le traversant avec et sans prise de terre, en considérant une résistance du conducteur de terre de  $5\Omega$ . Pour la résistance du corps humain, se rapporter aux schémas précédents. Discutez l'influence de l'humidité sur le courant traversant le corps. Comparez ensuite avec le courant préconisé par les réglementations et discuter des effets résultants.

## Exercices - disjoncteur

Imaginer un four nécessitant une puissance de  $3,6\text{kW}$ , calculer le courant nécessaire. Après l'avoir calculer, imaginez cette entrée connectée à un disjoncteur coupant le circuit à  $60\text{A}$ . Calculez l'expression de l'élévation de la température si ce circuit est soumis à un courant de  $60\text{A}$  pendant un temps  $\Delta t$ . Donnez le temps nécessaire pour atteindre 63% de la température maximale et l'expression de cette température maximale.

# Données

Pour les problèmes précédents, considérez :

- ▶  $V = RI$  et  $I = \frac{P}{V\cos(\phi)}$
- ▶  $R = \frac{\rho l}{S}$  avec  $\rho_{\text{cuivre}} = 1.6 \cdot 10^{-8}$
- ▶  $\theta = (\theta_{\text{initial}} - \theta_{\text{final}} e^{-\Delta t / \tau} + \theta_{\text{final}})$  avec  $\theta = \lambda l^2$  et  $\tau = 5\text{s}$ .