

Bonjour !

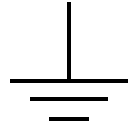
Au programme aujourd'hui

- Terres et masses
 - Terre – définitions, raccordement d'installations à la terre
 - Masse – définitions, raccordements de masse

Définitions – pour éviter les confusions

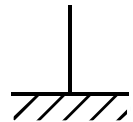
■ Terre – connexion liée à la terre

- sol de notre planète
 - pris pour certaines applications électriques comme référence de potentiel «0 V»
 - sa conductivité électrique (très variable) véhicule naturellement certains courants électriques
 - est utilisée par l'homme pour véhiculer de tels courants
- important – tout courant circulant dans la terre y est entré et en ressortira pour retourner à sa source. La connexion de terre n'est pas nécessaire au fonctionnement d'un système (ex. avion).



■ Masse - carcasse métallique conductrice du système

- toute partie conductrice accessible au toucher d'un appareil ou installation
 - qui n'est pas sous tension en service normal
 - mais peut le devenir en cas de défaut (défaut d'isolation)



■ Commun - référence 0 Volt d'un circuit (ampli)

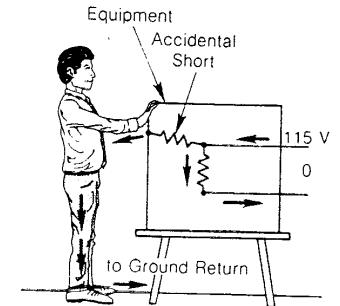
- clairement distinct de « la masse » dans les circuits flottants (sans liaison avec la terre)
- souvent désigné (à tort) par « la masse » lorsqu'elle est relié à la terre
 - sur le plan de la CEM, le commun et la masse d'un circuit doivent être réalisés séparément, même s'ils sont reliés en un point



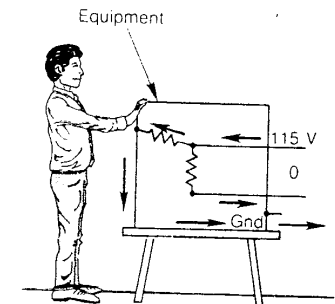
Objectifs de la mise à terre

- Sécurité des personnes
 - les masses des appareils et installations sont raccordées à la terre **pour assurer la protection des personnes** contre les risques électriques en cas de défaut d'isolation. Cela provient du fait que la terre est utilisé comme potentiel de référence pour la distribution de l'énergie électrique.

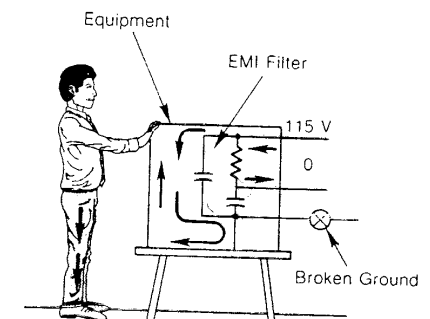
- Permettre et séparer les **chemins de retour des courants** vers leur source
 - « retour » du courant par les rails dans les chemins de fer électriques



a. No Ground: Hazard.



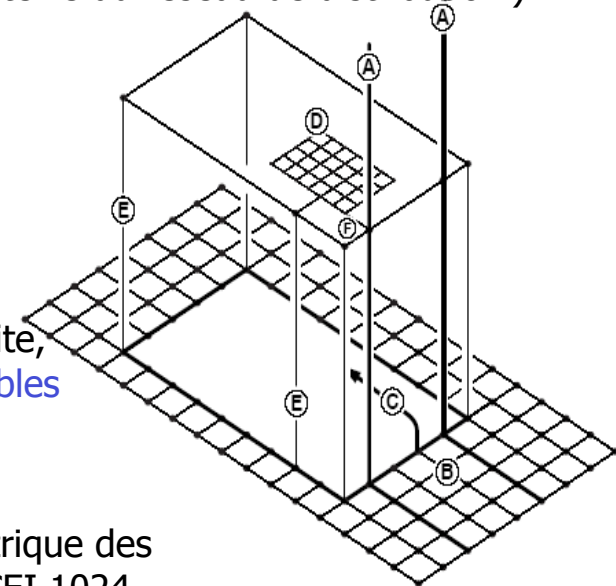
b. Ground Protection



c. Small Current through Body

Liaisons électriques à la terre

- Pour une installation électrique donnée, il est nécessaire et suffisant d'avoir une prise de terre bonne, unique et conforme
 - **Bonne**
 - les lignes de descente des paratonnerres doivent pouvoir occasionnellement écouler **des courants de l'ordre de 20 kA** dans le sol sans provoquer de dégradations à l'interface prise-sol (câble cuivre 8mm², ceinture de terre sur radier, connexion à l'armature du radier, connexion à la distribution l'eau potable, connexion au conducteur de terre du réseau de distribution.)
 - **Unique**
 - la résistance très variable du sol entraînerait sinon en cas de coup de foudre des **différences de potentiel extrêmement élevées et destructrices** entre les différentes prises de terre
 - l'installation elle même en marche normale (courants de fuite, de défauts, etc ...) entraînerait des **perturbations inacceptables** (couplage par conduction)
 - **Conforme**
 - les liaisons dans le cadre des systèmes de distribution électrique des bâtiments doivent être **conformes aux normes CEI 364 et CEI 1024**



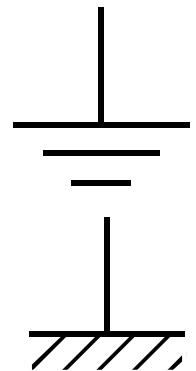
La mise à masse

■ Définition

- une masse est toute partie conductrice accessible au toucher d'un appareil, équipement ou installation qui n'est pas sous tension en service normal, mais peut le devenir en cas de défaut
- exemples de masses :
 - structure métallique du bâtiment (charpente, tuyauterie ...)
 - bâtis de machines
 - armoires métalliques, plaques de fond d'armoire non peintes
 - goulottes métalliques
 - carcasse de transformateur, boîtier de PC et d'automates, ...
 - les fils électriques vert - jaune (PE) de liaison à la terre

■ Différence

- le symbole terre indique une liaison faite par un fil de terre pour la protection des personnes
- le symbole masse indique une liaison faite sans fil, directement par le châssis des équipements, pour améliorer la CEM



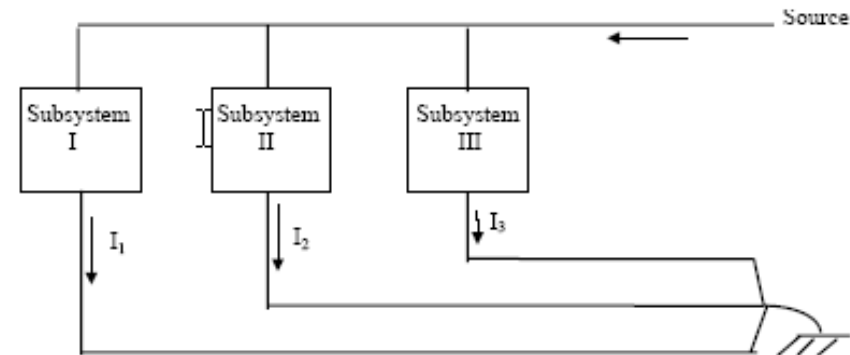
Sécurité des personnes et des biens

- La norme fondamentale CEI 364, les textes nationaux et spécifiques à certaines installations décrivent les **dispositions constructives** garantissant l'atteinte de niveaux de sécurité adéquats
- Des conducteurs de couleur vert-jaune dits «PE» ou «terres de protection» d'impédance définie sont prévus pour le raccordement des masses à la terre de telle sorte que :
 - en **marche normale**, ou en situation de défaut(s) à la masse :
 - les courants de défaut élevés soient éliminés (sécurité des biens)
 - aucune tension dangereuse ne puisse apparaître entre deux masses, masse et sol ou structure métallique (sécurité des personnes)
 - la sécurité des installations primant sur tout autre aspect, les **interventions ultérieures** sur le raccordement des masses ne devront en aucun cas entraîner :
 - la déconnexion d'un «PE» (vert-jaune) d'une masse
 - l'augmentation d'impédance de tout raccordement «PE»

Mise à masse « en étoile »

■ Semble a priori idéal :

- pas de couplage par conduction, puisqu'il n'y a aucune impédance commune
- **totale**ment suffisant pour la protection des personnes et des biens, dans le domaine des « basses fréquences » (→ ~ 100 Hz)

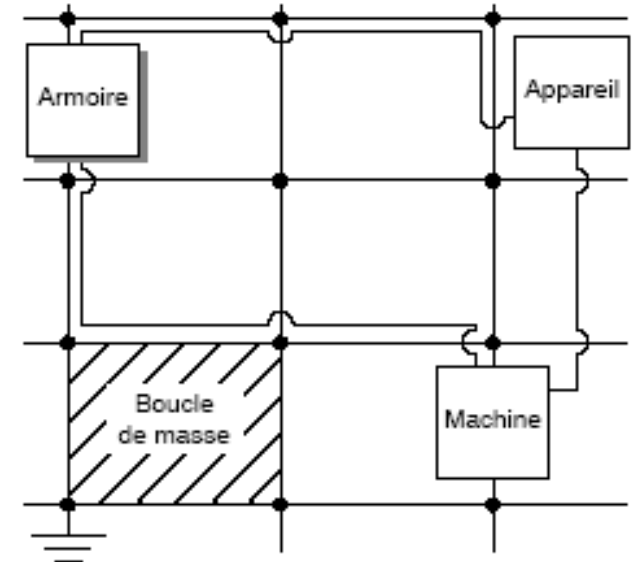


■ Mais totalement inutile sur le plan de la CEM

- les conducteurs individuels peuvent être long ; leur impédance excessive en « haute fréquence » peut nuire au bon fonctionnement des appareils individuels
- le courant qu'ils conduisent peut rayonner et créer des perturbations dans les autres conducteurs
- quand il y a de nombreux appareils à mettre à masse, il devient physiquement impossible de réaliser une étoile réellement ponctuelle

Grille de masse, plan de masse

- L'alternative consiste à réaliser un maximum d'interconnexions complémentaires en plus des câbles PE (vert-jaune)
 - il faut le faire sans dégrader le rôle des PE
 - la section ne sera pas inférieure à la plus petite section des PE considérés
 - ces raccordements sont à réaliser de proche en proche entre masses des appareillages, chemins de câbles, structures métalliques existantes ou intentionnellement ajoutées, etc ...
 - y seront raccordés directement les écrans, blindages, etc...
 - s'il y a des courants conduits DC ou à 50/60 Hz, il peut être nécessaire dans certains cas de réaliser le raccordement au réseau de masse par des condensateurs
- On constitue ainsi un réseau équipotentiel de masse de mailles fines répondant aux exigences de «CEM»



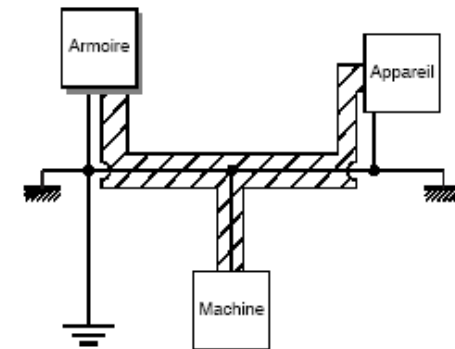
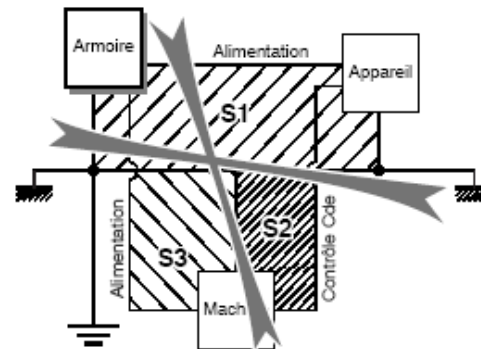
Boucles de masse

■ Définition

- une boucle entre masses est la surface comprise entre
 - deux câbles de masse
 - un câble fonctionnel (alimentation, communication, ...) et la masse mécanique la plus proche
- il y a **autant de boucles de masse qu'il y a de câbles fonctionnels**

■ Méthode

- les boucles entre masses sont le résultat d'un **maillage systématique et rigoureux**
- il est impératif de **réduire la surface des boucles de masse**
 - en multipliant les connexions entre toutes les masses
 - en faisant passer les câbles fonctionnels le plus près possible des masses



- **Les boucles de masse sont la principale source des problèmes de la «CEM», le couplage des perturbations rayonnées y est particulièrement efficace**

Exercices

■ Exercice 4.1

- Un jardinier coupe du bois avec une scie électrique de 350 W, cet outil a un boîtier métallique correctement mis à terre par un conducteur de protection. Il travaille loin d'une prise électrique et a utilisé une rallonge de 300 m avec des fils de $0,75 \text{ mm}^2$ pour alimenter sa machine. Le circuit de la prise est protégé par un coupe-circuit calibré à $I_N = 13 \text{ A}$. Avec les vibrations de la machine le conducteur de phase s'est rompu et est entré en contact avec le boîtier de la machine.
- Que se passe-t-il et pourquoi ?
- Comment se protéger lors de travaux en extérieur avec des outils électriques ?

■ Exercice 4.2

- Quelle précautions d'assemblage faut-il prendre pour assurer la liaison électrique de masse entre les différentes pièces d'un bâti de machine en fonte ?
- Et entre les différentes pièces d'un boîtier d'appareil en aluminium ?
- Et entre la porte et le corps d'une armoire électronique ?

Merci de votre attention !