



Risques électriques dans les installations d'Elia

Full version

Version 2020

*Module 1 de formation pour chargé des travaux des
contractants*

Durée prévue : 1 h 00

Ce résultat est le fruit de l'exercice réalisé avec nos techniciens et avec nos contractants.

- Pour tous travaux en hauteur, il est obligatoire de s'accrocher selon les procédures d'Elia.
- Une condamnation ne peut être retirée que par une personne mandatée (personne ayant les certifications et l'autorisation)
- En aucun cas, un balisage double rouge ne peut être franchi.
- Aucun travail ne peut être réalisé dans un lieu électrique Elia, sans autorisation de Travail ou une F.I.T. (Fiche d'instruction de travail).
- Le CT doit toujours être présent sur un chantier lors d'un travail.
- Les chaussures de sécurité et EPI identifiés dans l'analyse de risque ou pictogramme doivent être portés.



Agenda

1. Objectifs du module de formation.
2. Influence de l'électricité sur le corps humain.
3. Rappel sur les risques électriques dans les installations Elia.

Les objectifs de cette formation sont

- Informer des **effets dangereux de l'électricité** sur le corps humain
- Comprendre les **origines** de ces dangers et pouvoir faire la relation avec les **Lieux Electriques Exclusifs** gérés par le personnel Elia.
- Prendre connaissance de situations d'accident ayant pour origine l'électricité et rappeler les conséquences possibles.
- Evaluer votre niveau de connaissance par rapport au aspects évoqués.

Agenda

1. Objectifs du module de formation
2. Influence de l'électricité sur le corps humain.
3. Rappel sur les risques électriques dans les installations Elia.

Extrait vidéo



réalisez votre propre analyse sur base des questions suivantes:

- A quel phénomène a-t-on à faire ici ?
- Qu'avez-vous remarqué de significatif ? (les faits)
- Quelles pouvaient être les multiples conséquences possibles ?
- Comment pouvait-on éviter que cela se produise ?
- Votre responsabilité de chargé des travaux serait-elle engagée et que prendriez-vous comme mesures dans pareil cas ?

Conclusion: l'électricité bien qu'invisible, sans odeur et souvent silencieuse n'en demeure pas moins très dangereuse lorsqu'on ne la maîtrise pas...



En cas de contact elle peut entraîner les effets suivants :

- Contractions musculaires
- Brûlures (internes et externes)
- Fibrillation cardiaque
- Dégâts aux tissus, systèmes sanguin et nerveux.

Le corps humain et le courant électrique, qu'en savons-nous ?

Chaque membre a une résistance R (exprimée en Ohms) d'approximativement 500Ω .

NB: le symbole Ω (du Grec Oméga) est utilisé lorsqu'on parle de résistance électrique.
Par exemple: une tension de 220Volts, une courant de 10 ampères et une résistance de 500 Ohms.

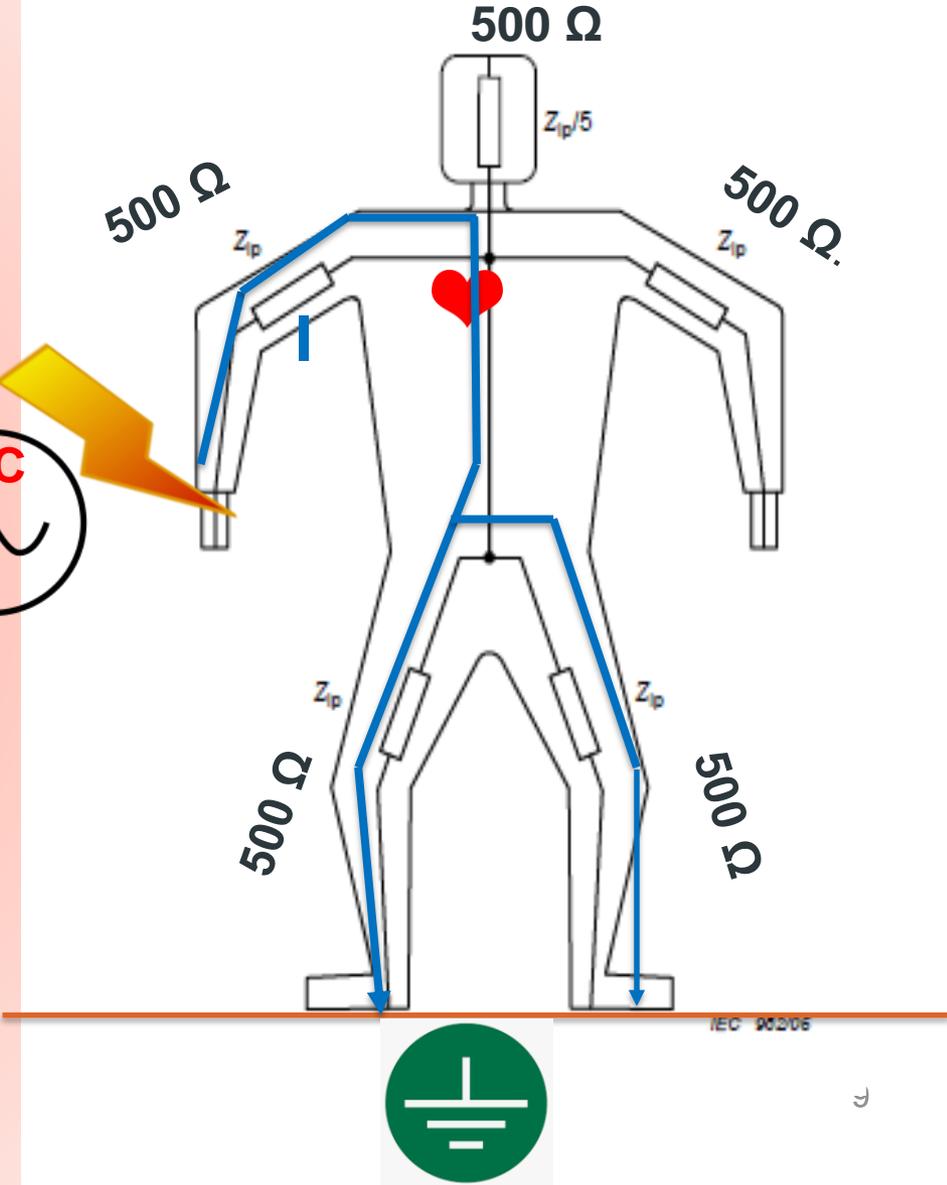
Les paramètres qui influencent les conséquences lors d'une électrisation sont les suivants:

- Valeur de tension de la source électrique..
(ex: **220 Volts AC**)
- source de tension alternée
(on utilise souvent le terme AC)



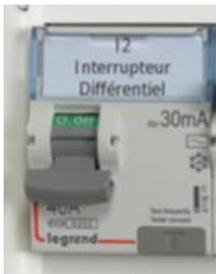
peau nue, mains humides ?
surface de contact avec les parties électriques
sous tension, nature du sol sous vos pieds...

Et bien évidemment la **durée de l'électrisation...**



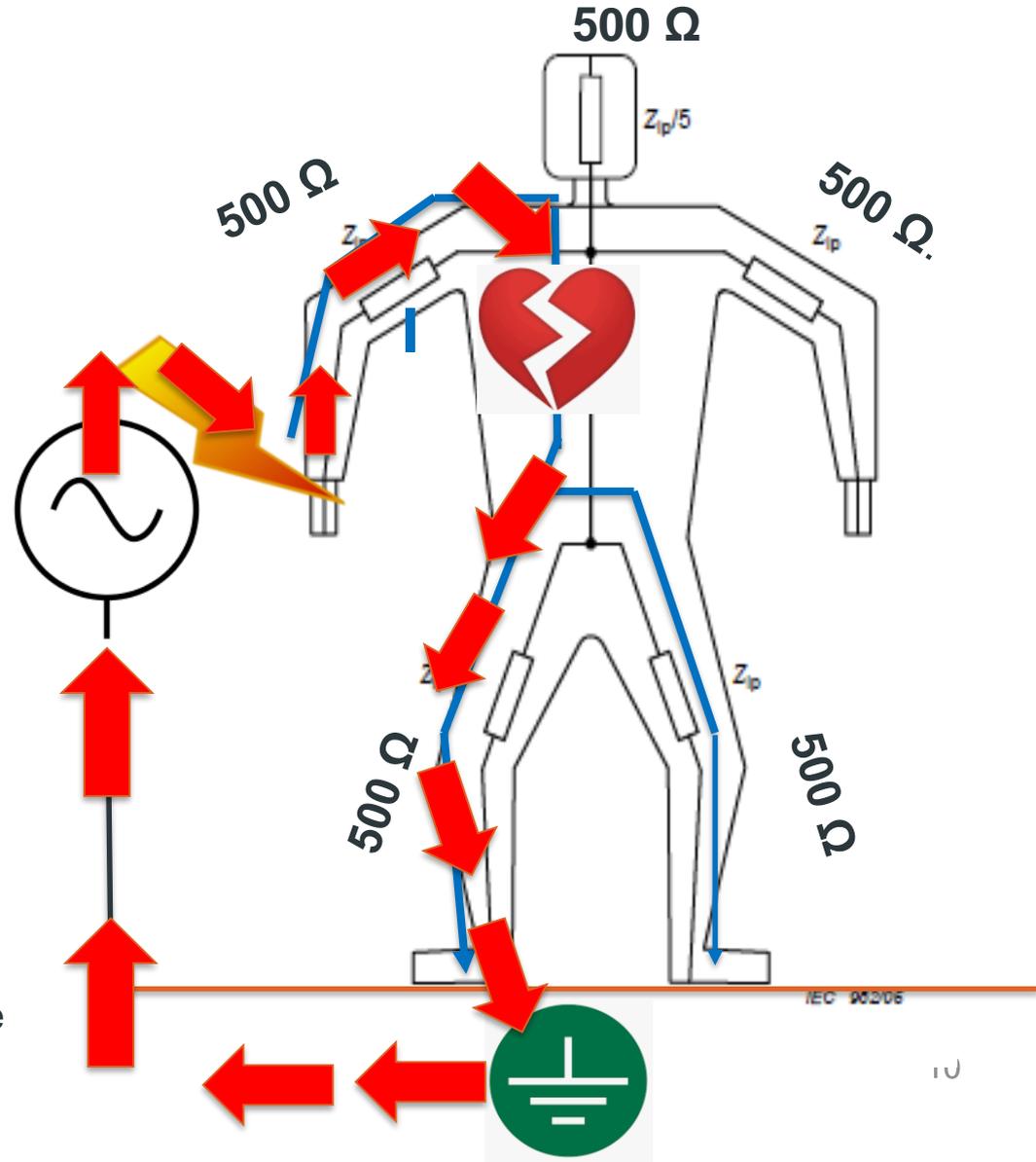
Le corps humain et le courant électrique, qu'en connaissons-nous ?

- Si la valeur de la tension est suffisamment haute, il se crée une boucle de courant, un circuit-bis dont vous faites **dangereusement** partie!
- Les conséquences qui s'en suivent peuvent s'avérer dramatiques...

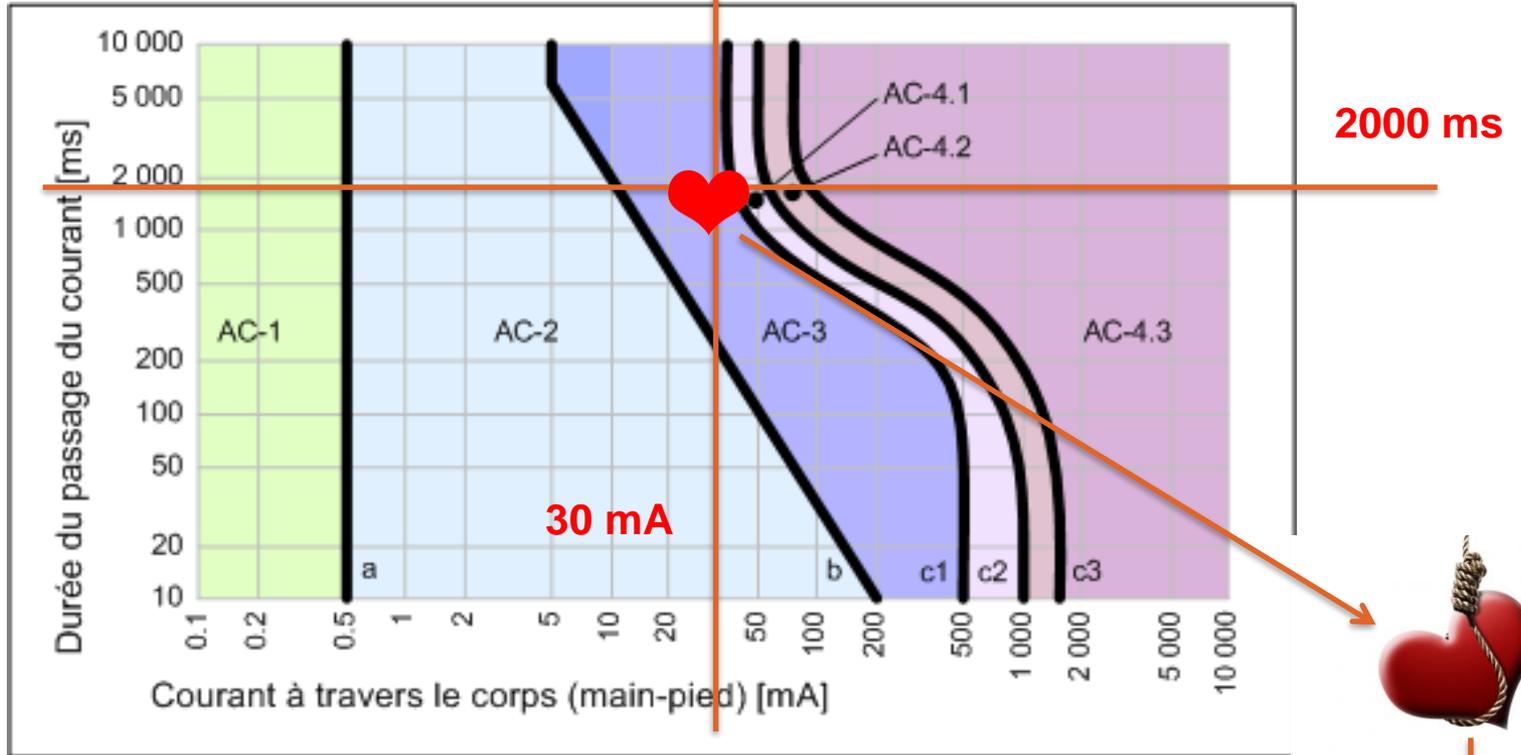


$R < 30 \text{ Ohms}$

La résistance de terre ne doit pas excéder 30 Ohms pour que l'efficacité du différentiel 30mA soit garantie.



Zones de sensibilité du corps humain – IEC 60479-1



AC-1: Perception rare



AC-2: Perception, contraction musculaires éventuelles,

Fonctionnement du disjoncteur différentiel

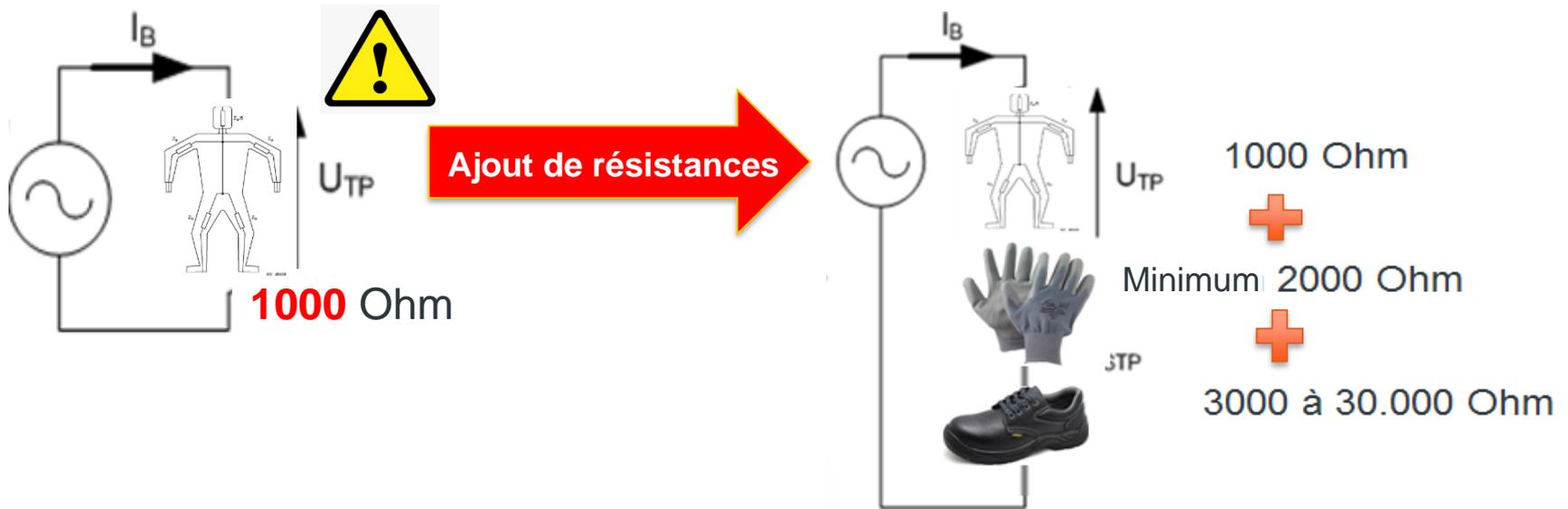
peut sauver une vie !

AC-3: Fortes contractions, impossibilité de lâcher..

AC4 – à partir de 500 mA, quelle que soit la durée, danger mortel

Comment limiter les conséquences d'une électrisation.. ?

- 1/ Rappel: nous travaillons toujours sur des installations mises **Hors-Tension**.
- 2/ En cas de contact fortuit et pour limiter le courant, le fait de porter les EPI adéquats revient à s'opposer au passage du courant autant que possible.
- Ex **EPI** : *chaussures, gants, vêtements, etc..* Ex **EPC** : *revêtement de sol isolant,....*
- **NB: le simple fait de porter ses chaussures de sécurité multiplie par un facteur 4 la résistance globale.**



L'être humain " à nu " représente une résistance équivalente à 1000 Ohms, le port **obligatoire** des chaussures de sécurité rajoute déjà au minimum 3000 Ohms, le port des gants minimum 2000 Ohms, il est donc capital de s'équiper correctement !

Mesures de protection à prendre lors de travaux proches de l'électricité

- Evaluation du risque – peut-on couper les énergies – travail Hors-Tension
- Privilégier les EPC (barrière physique, tapis isolant, signalisation,..)
- Porter les EPI identifiés dans votre analyse des risques



L'utilisation des EPC/EPI vise à réduire les risques et conséquences liés à un contact accidentel !



$R > 2.000 \text{ Ohm}$



$R > 3.000 \text{ Ohm}$ (sol humide)
 $R > 30.000 \text{ Ohm}$ (sol sec)

Résistances additionnelles

- Une personne qui travaille à genou ne bénéficie pas de la résistance additionnelle de ses chaussures de sécurité mais uniquement de celle de son pantalon si le sol est sec (ce qui n'était pas le cas à Ypres).



Accident mortel à Ypres le 5/2/2016

Lors de l'ajout d'une boucle de mesure dans une armoire de trottoir, l'agent est électrocuté suite à un contact direct avec une source 230 Volts. Il se trouve à genou dans de l'herbe mouillée, ne bénéficiant pas de la résistance de ses chaussures et ne porte pas non plus de gants. Le courant entre par sa main et sort par le genou. Il lui sera fatal car la grandeur atteinte est plusieurs fois supérieure à la valeur limite de 30 milliampères.

Résistances additionnelles : **Accident de Beerse en 2014**

- Les chaussures sont des résistances additionnelles.
- **Attention... ceci ne s'applique qu'en basse tension, lorsque la tension est trop élevée, un claquage se produit dans le matériel isolant.**
- Accident de Beerse: (électrocution par un potentiel entre **8000 à 10000 Volts**)



Agenda

1. Objectifs du module de formation
2. Influence sur le corps humain
3. Rappel sur les risques électriques dans les installations Elia.

Extrait vidéo



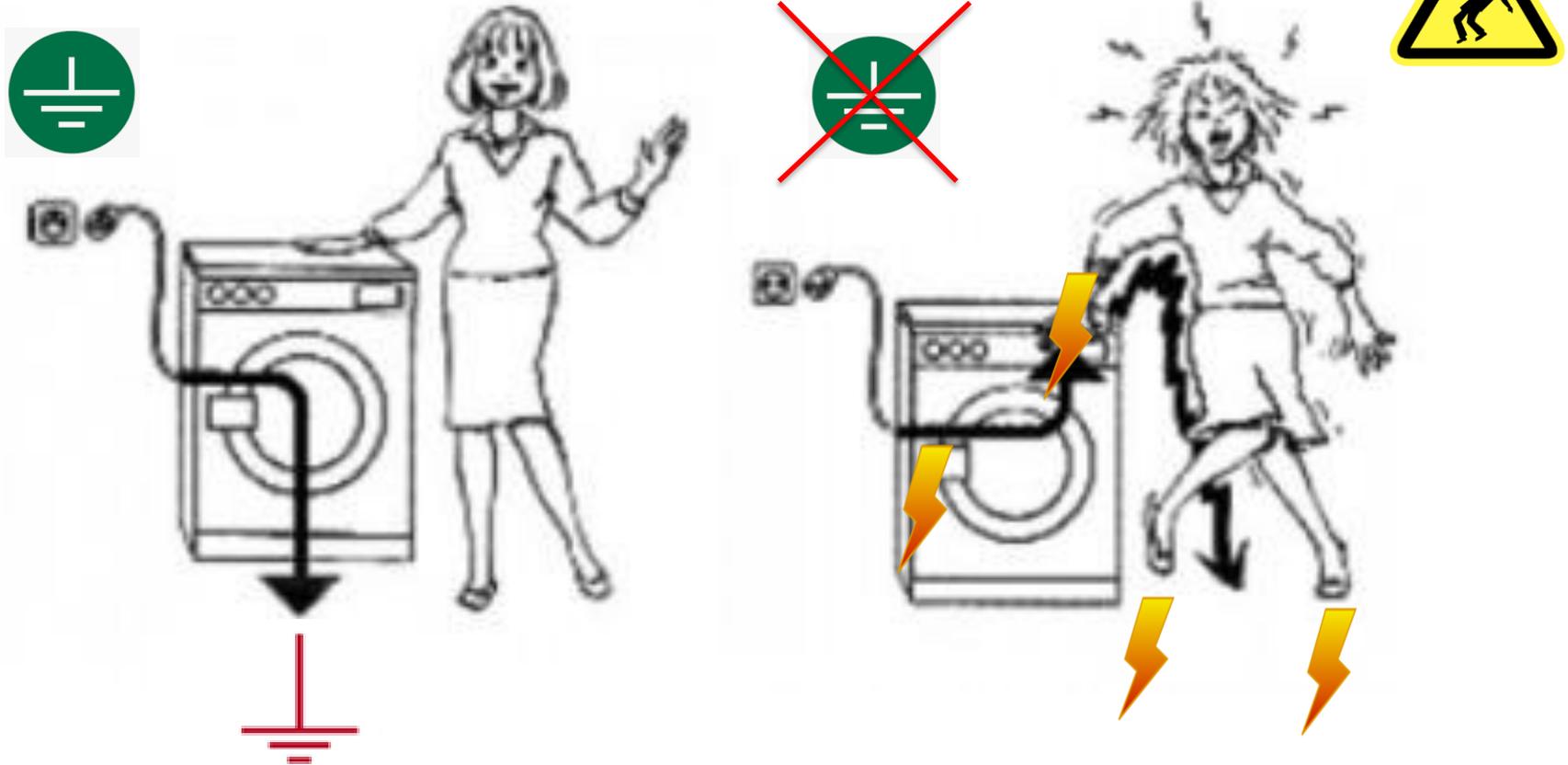
réalisez votre propre analyse sur base des questions suivantes:

- A quel phénomène a-t-on à faire ici ?
- Qu'avez-vous remarqué de significatif ? (les faits)
- Comment définiriez-vous la relation entre Haute-tension et distance ?
- Quelles actions prendriez-vous pour éviter que cela se produise ?
- Admettons que le conducteur soit l'un de vos sous-traitants.. votre responsabilité en tant que chargé des travaux serait-elle engagée ?

Agenda

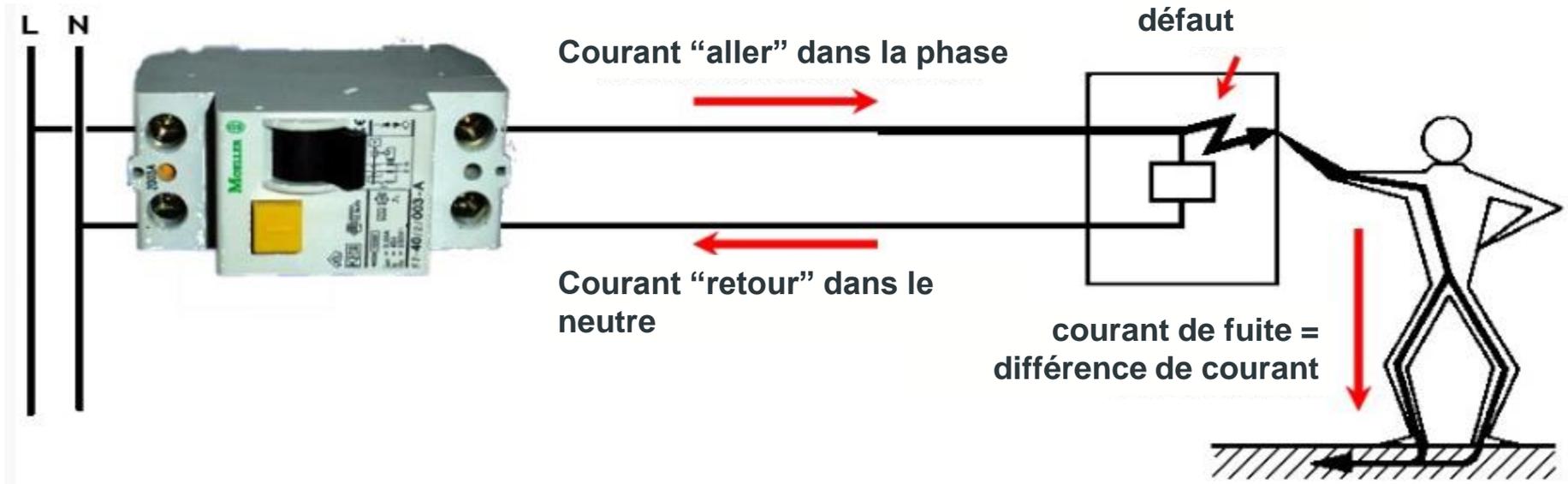
1. Objectifs du module de formation
2. Influence sur le corps humain
3. Risques spécifiques d'électrisation
 - Par conduction
 - Via l'induction
 - Via le couplage capacitif

Electrisation par conduction.. (ex: défaut de l'équipement..)



La mise à la terre des enveloppes métalliques est essentielle pour la dispersion des courants de fuite en cas de défaut d'un équipement.

Principe de fonctionnement du différentiel



Si la différence (courant de fuite) entre le courant "Aller" et "retour" ≥ 30 à 300 mA alors le différentiel va déclencher instantannément.

Tension de contact : à retenir

EPC = Equipement de Protection Collective / EPI = Equipement de Protection Individuelle

- Lors d'une électrisation, c'est le **courant** et sa **durée** qui constituent le danger !
- De petits **courants de 30 mA** sont déjà dangereux pour l'être humain.
- En basse tension, l'utilisation de résistances additionnelles via EPC/EPI (recouvrement de sol, chaussures de sécurité, gants) jouent un grand rôle dans la réduction des risques lors de contacts fortuits.



Attention:

Ces résistances additionnelles ne sont pas suffisantes dès lors qu'on entre dans le domaine de la **Haute Tension** (Voltage supérieur à 1000 Volts)

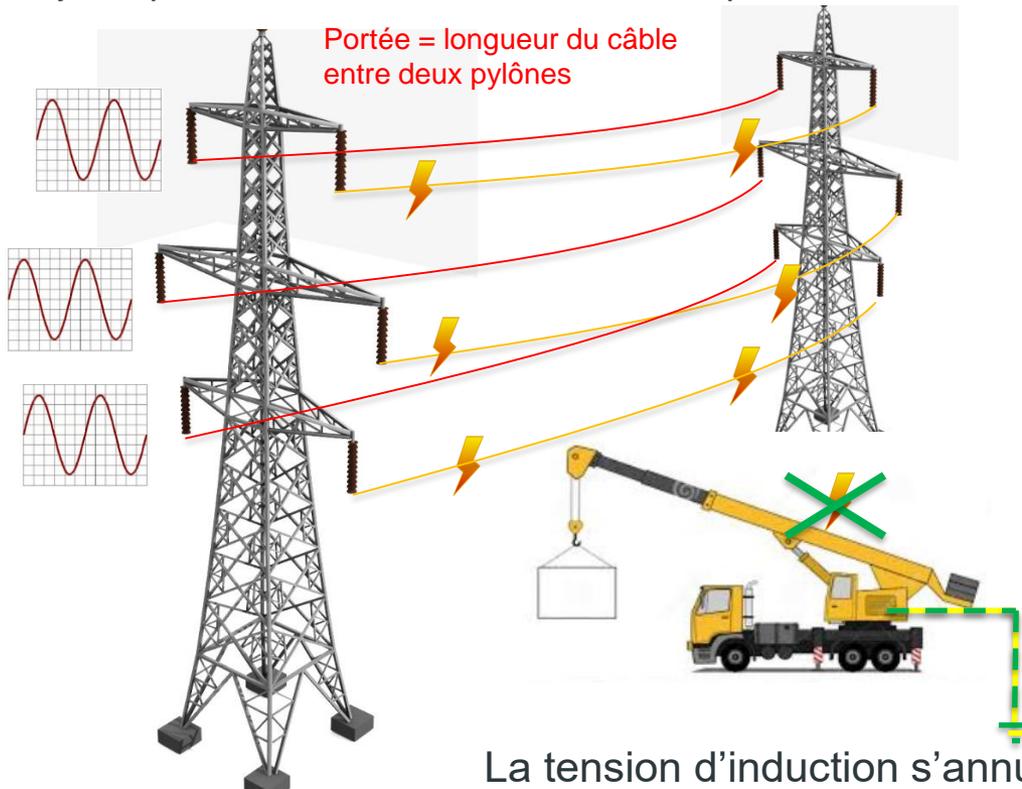


Agenda

1. Objectifs du module de formation
2. Influence sur le corps humain
3. Risques spécifiques d'électrisation
 - Par conduction
 - Via l'induction
 - Via le couplage capacitif

Une énergie circulant dans un conducteur électrique HT a pour propriété de pouvoir propager une partie d'elle-même dans l'air et par conséquent d'amener toute partie métallique à proximité à un certain niveau de tension.. ce phénomène est appelé INDUCTION et doit faire l'objet de mesures de sécurité particulières M-A-L-T 

- **1 seule portée** est suffisante pour générer une **tension mortelle**.
- Les structures de lignes avec pylônes à double ternes (2 x 3 conducteurs) comme illustrées sur le dessin ci-dessous sont particulièrement concernées.
- Toujours prévoir une mise à la terre dans la proximité immédiate du lieu de travail



La tension d'induction s'annule par la mise à la terre de l'engin

 Ligne HT hors service : Danger tension d'induction

 Ligne HT sous tension (380 kV)

AARDING


AARDING


AARDING


AARDING

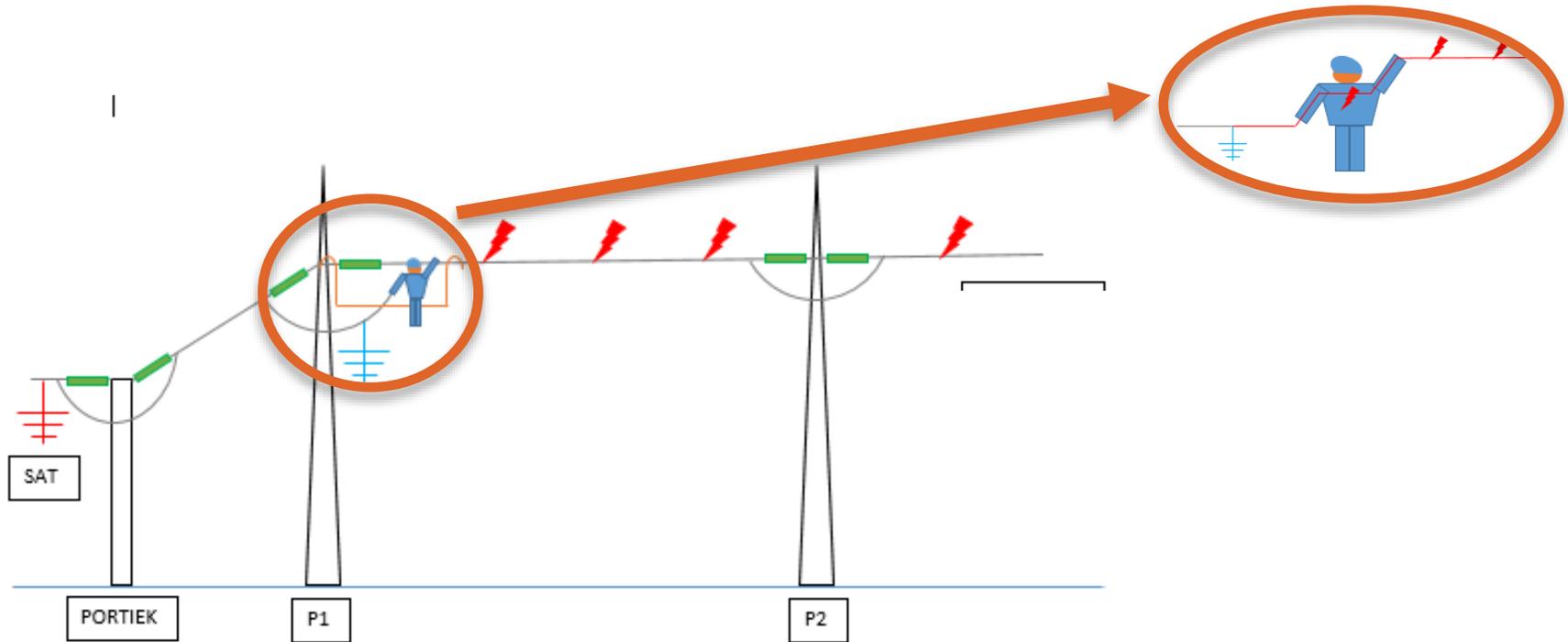

AARDING


AARDING




1 portée = tension mortelle
Règle de sécurité: toujours prévoir deux terres visible dans l'environnement direct de la zone de travail. (Avant et après lieu de travail)

Ouverture du chemin du courant d'induction vers la terre



Déconnecter un conducteur par lequel le courant d'induction est dévié à la terre revient à faire passer ce courant d'induction par son corps.

Toujours conserver une mise à la terre du conducteur de chaque côté de l'emplacement où l'on déconnecte afin de maintenir en permanence un chemin d'évacuation du courant d'induction vers la terre





Vaste aardmassen
(SAT)

Losse aarding

Staafaarding





Travail uniquement entre deux terres visibles!

**Toucher uniquement les installations correctement mis à la terre
surplace!**

Réduire le risque de tension d'induction à zéro

+

Déduire les courants de fautes accidentelles

A retenir - induction

- L'induction est un phénomène très dangereux et peut se manifester tant dans l'environnement des lignes que dans celui des postes.
- Le niveau de tension induite dépend notamment de la longueur d'influence et, en aérien, ***il suffit d'une seule portée de +/- 100 mètres pour que le phénomène de tension d'induction soit dangereux, voire mortel...***
- Pour annuler les risques liés à l'induction, **toujours placer des mises à la terre**  **visibles dans la zone de travail.**
- **Il faut considérer toute ligne ou équipement HT qui n'est pas mis à la terre localement comme sous tension.**

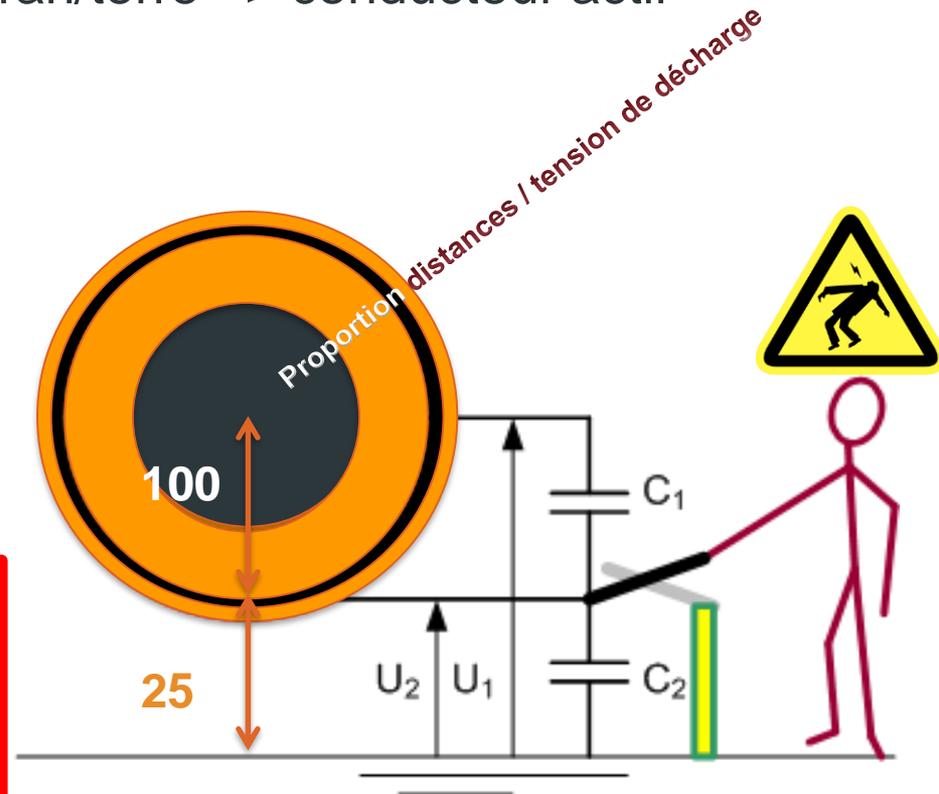
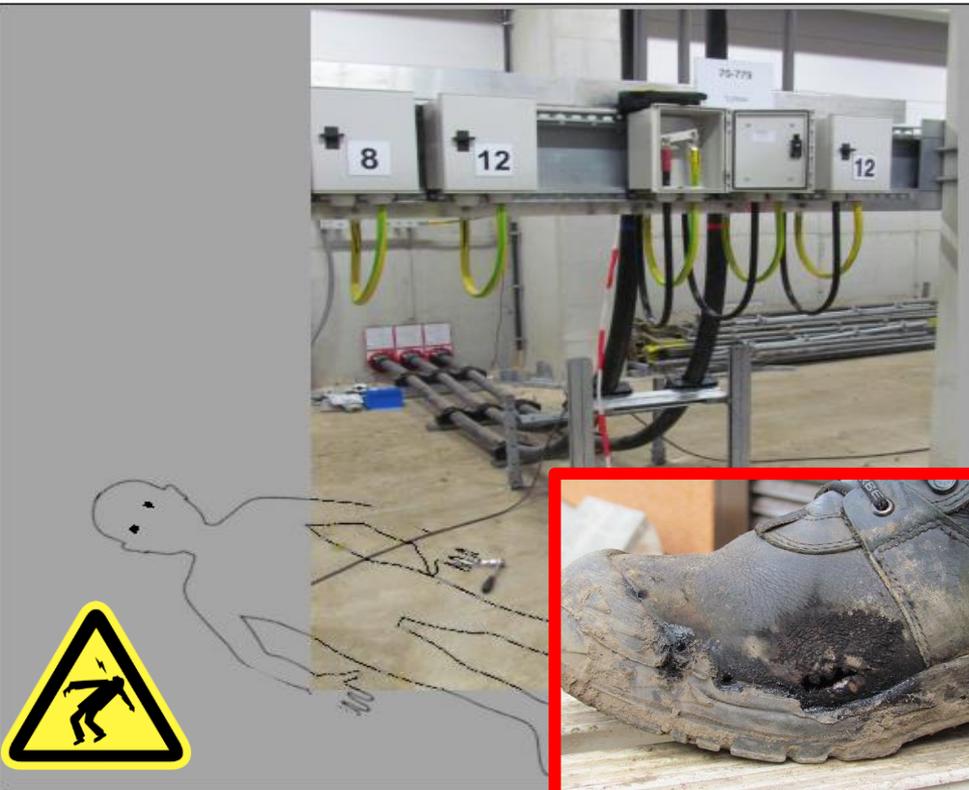


Agenda

1. Objectifs du module de formation
2. Influence sur le corps humain
3. Risques spécifiques d'électrisation
 - Par conduction
 - Via l'induction
 - Via le couplage capacitif

Accident de Beerse 2014 via un couplage capacitif

- Contact direct avec l'écran d'un câble en service.
- Décharge d'énergie par l'ouverture du couteau de MALT des écrans.
- Electrification & **Electrocution** ($\approx 600 \text{ mA} / 18 \text{ kV}$ pour un câble 70kV de 150m)
- Diviseur capacitif de tension âme/écran/terre => conducteur actif

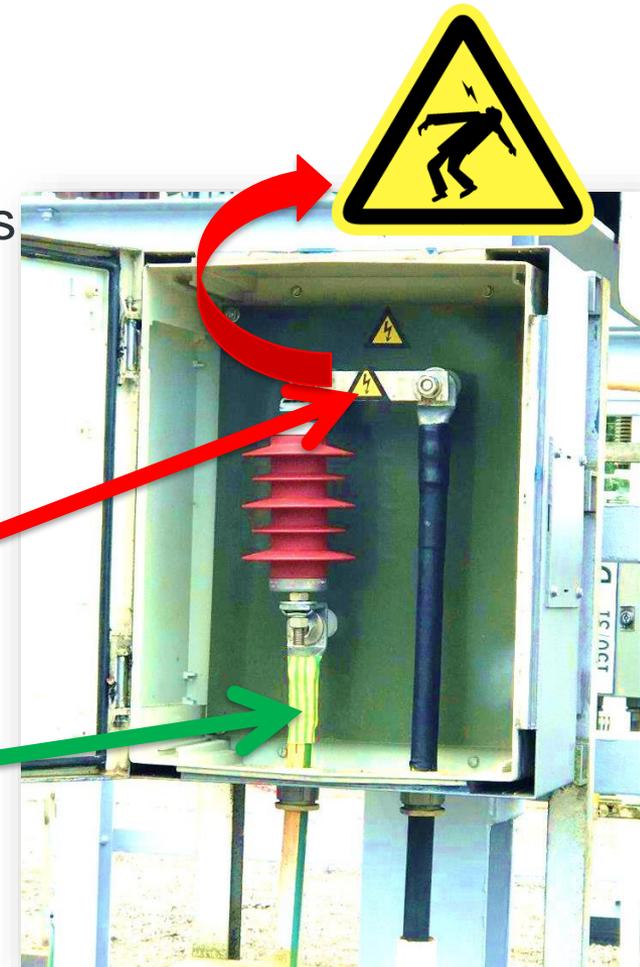
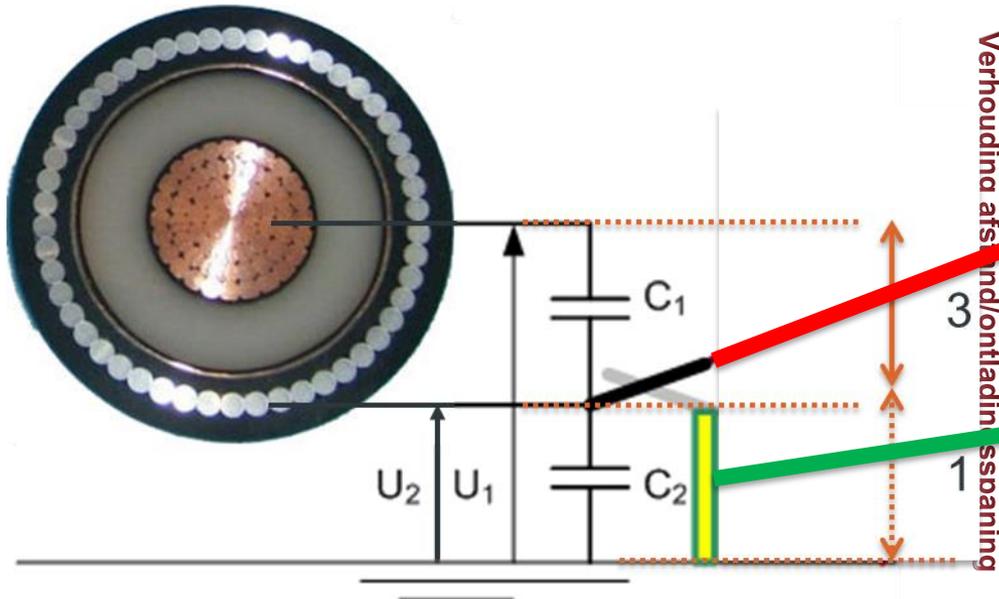


Couplage capacitif

- Pour les câbles, C_1 entre conducteur et gaine, C_2 entre gaine et terre.
- $C_2 \cong 3 \times C_1$
- Gaine sous tension \rightarrow doit être mise à la terre.
- Ne jamais ouvrir la terre sans précaution.

Accumulation des charges

- Capacité = accumulation de charges électriques
- Mise à la terre nécessaire pour les évacuer.



A retenir – couplage capacitif

- Le contact avec l'écran d'un câble est **dangereux** lorsque le câble n'est pas mis hors service et à la terre.
- Après la mise « hors tension » (coupure des énergies et isolement) les câbles doivent être déchargés et ensuite mis à la terre et en court circuit.
- Les **écrans** ou gâines de câble doivent donc être considérés comme potentiellement très **dangereux**.



Spécial pour CT externes



- Toujours suivre les instructions du personnel Elia.
- Les installations sont développées de manière à ce qu'elles correspondent à toutes les prescriptions de sécurité.
- Ne jamais prendre d'initiatives personnelles dans des situations inconnues.



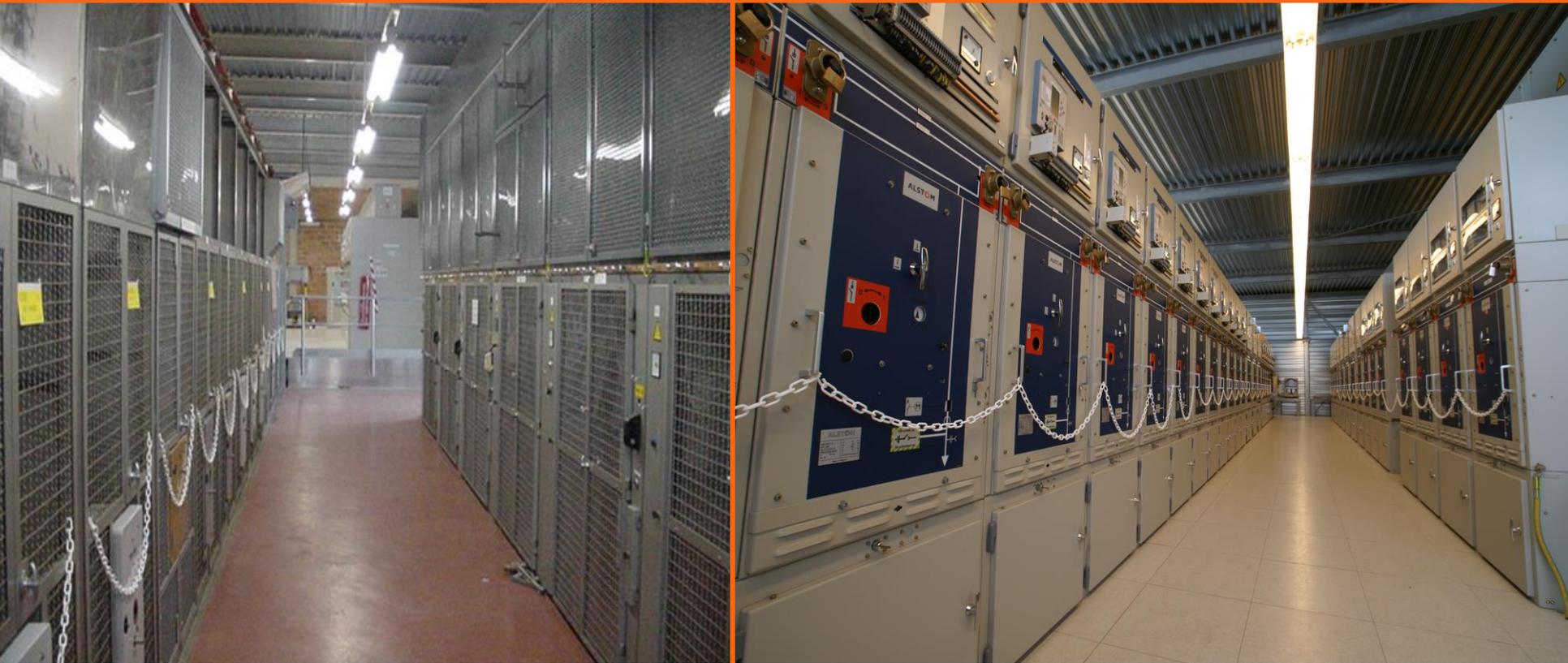
S = Stop
T = Think
A = Act
R = Review

Agenda

1. Objectifs du module de formation
2. Influence sur le corps humain
3. Risques spécifiques d'électrification

- En cabines à Haute-tension intérieures
 - En rapport avec les équipements basse-tension

Exemples de travaux en cabines à Haute-Tension intérieures

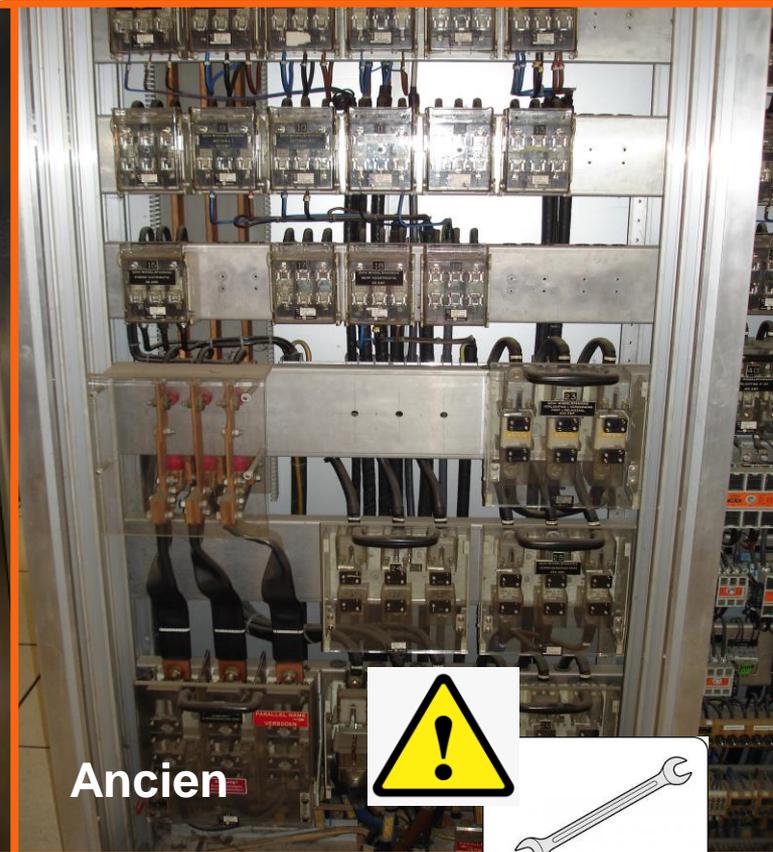


Le risque en cabines à Haute-Tension intérieures est équivalent à celui du poste extérieur, il est simplement perçu différemment par les personnes.

Risques spécifiques liés aux installations en Basse-Tension



Nouveau



Ancien

La diversité d'installations (installation nouvelle à gauche) fait que le niveau de protection contre les contacts directs est parfois très différent d'une cabine à l'autre ! De même, vu la proximité des parties sous-tension accessibles, la probabilité de laisser chuter un objet conducteur et de provoquer ainsi un court-circuit (arc électrique = 8000° Celsius) est nettement plus importante, il convient donc d'utiliser toutes les protections possibles afin d'éviter qu'un objet métallique entre en contact avec les parties sous-tension !

Conclusion:

Les risques liés aux opérations en cabines MT & BT sont perçus de manière différente mais sont bien réels..

La **probabilité** de contact direct dans les installations **MT & BT** est beaucoup plus **grande** que dans les installations HT extérieures (on parle communément de possibilité de « **défauts tournevis** »)

Les conséquences sont cependant réduites quand:

- Il y a suffisamment d'éléments isolants et d'obstacles pour se protéger contre les parties actives (sous tension) à proximité.
- des résistances additionnelles (chaussures, gants, vêtements de travail corrects, etc..) sont utilisés.

The image features a solid orange background. At the top, several wavy, overlapping lines in shades of yellow and orange sweep across the frame. In the center, a whiteboard is mounted on a stand, displaying the text "Des questions?". To the left of the whiteboard, a silhouette of a man in a suit stands with his hands open, as if presenting. In the foreground, the silhouettes of an audience of five people are shown from behind, looking towards the whiteboard. The overall style is minimalist and professional.

Des questions?



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

Test de connaissance

(20 questions, réussite lorsque score $\geq 7/10$, pas de possibilité de repasser le test)