



Réseau de transport d'électricité

Exposition professionnelle aux CEM à RTE

Directive 2013/35/UE

Décret de transposition 2016-1074

SFRP 2017-04-03

SOMMAIRE

- 01.** La directive 2013/35/UE : l'essentiel
- 02.** L'analyse de risque
- 03.** Exposition au champ électrique 50 Hz
- 04.** Courants de contact
- 05.** Exposition au champ magnétique 50 Hz
- 06.** Conclusion

01



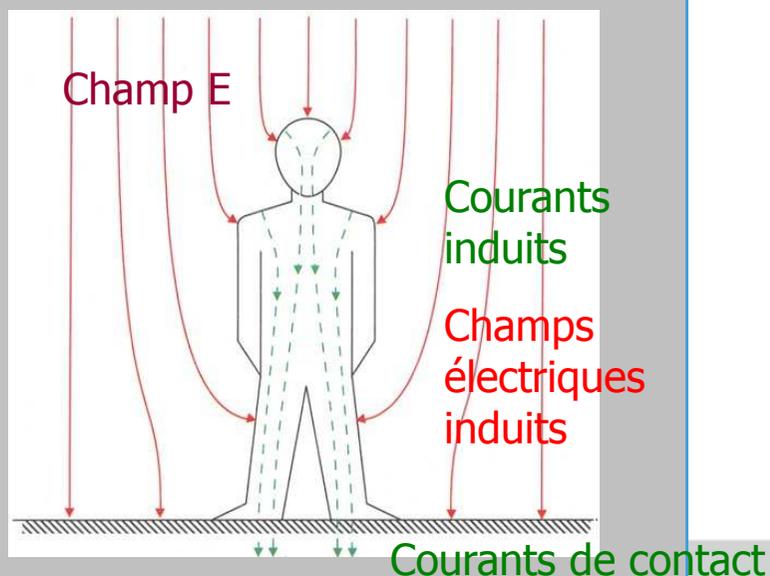
Directive 2013/35/UE

L'essentiel (à 50 Hz)

Effets des CEM basse fréquence

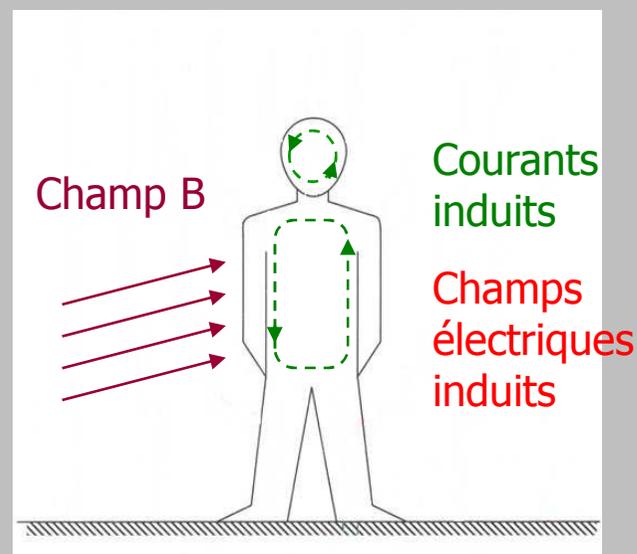
Les tissus vivants ne sont pas des isolants électriques.
Le corps humain est donc sensible aux phénomènes d'induction (magnétique) et de couplage (électrique).

Exposition champ E Couplage électrique



Directive 2013/35/UE – L'essentiel

Exposition champ B Induction magnétique



Réseau de transport d'électricité

Valeurs Limites d'Exposition Valeurs déclenchant l'Action (à 50 Hz)

	VLE : Limites fondamentales	VA : Limites mesurables
Effets sensoriels	100 mV/m (Système Nerveux Central)	1000 µT (tête)
Effets sanitaires	800 mV/m (Système Nerveux Périph.)	6000 µT (corps) 18 000 µT (membres) 20 kV/m (corps entier)
Effets indirects		10 kV/m (corps entier) 1 mA courant de contact

Dépassement interdit

Dépassement autorisé sous reserves

02

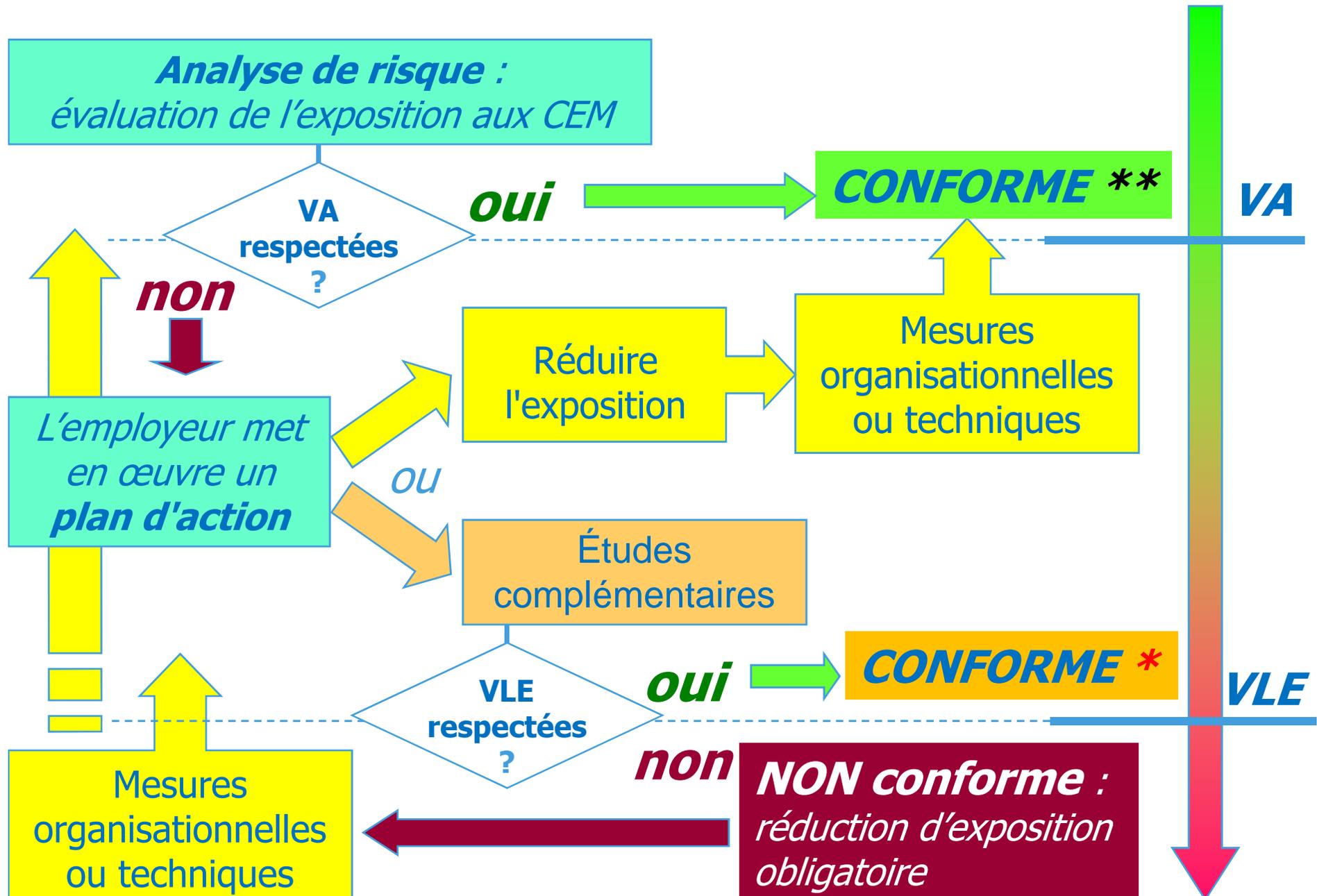


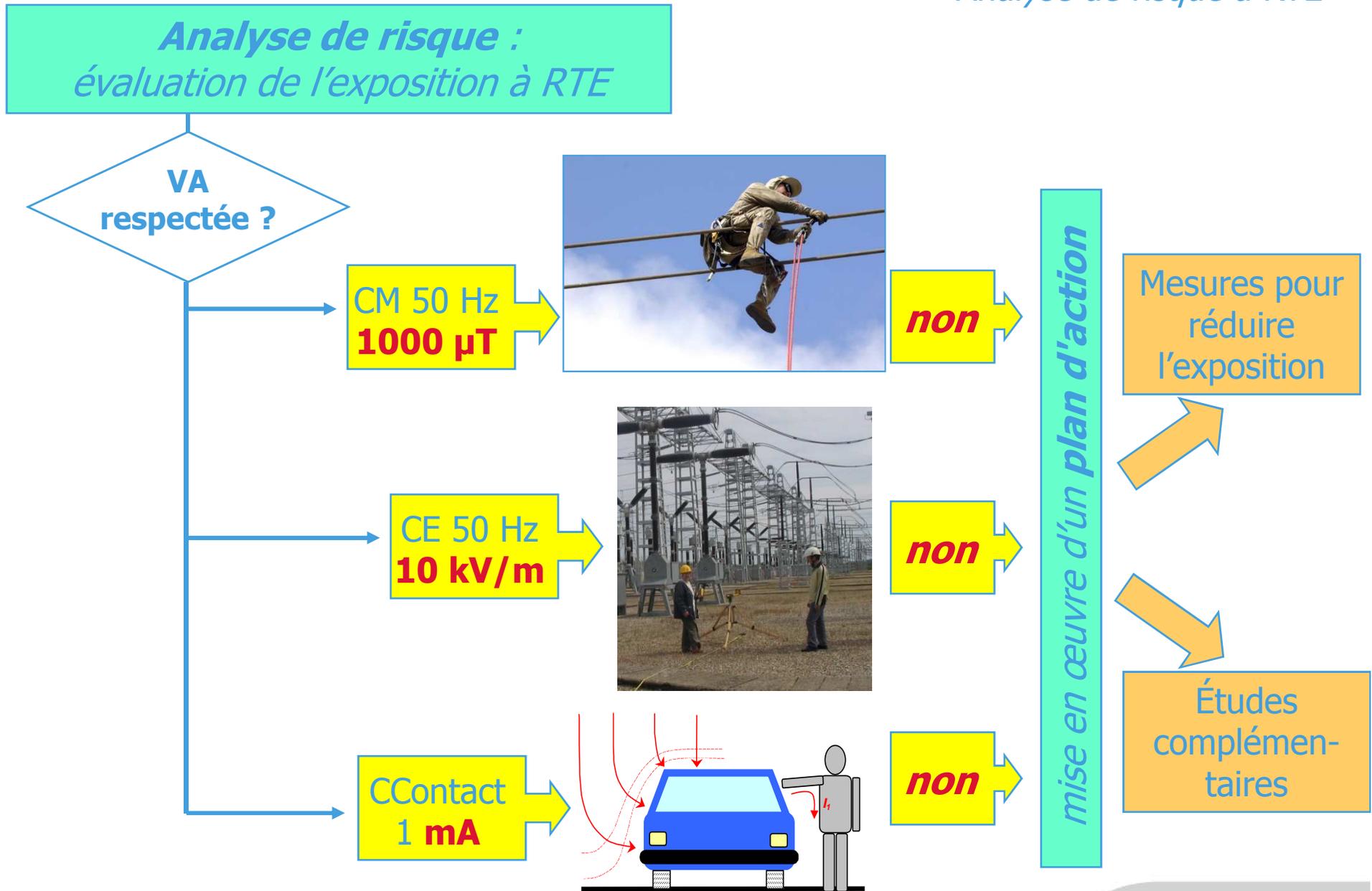
Directive 2013/35/UE

Processus général d'application

Analyse de risque

Processus d'application





Etudes complémentaires

Dans quelles conditions peut-on dépasser les VA ?

- Trois conditions essentielles :
 - *montrer que les VLE sont respectées*
 - *montrer que les effets indirects sont maîtrisés*
 - *former / informer / signaler*

- Respect des Valeurs Limites d'Exposition (VLE) : impose de faire des **études complémentaires** pour mieux caractériser les conditions d'exposition, notamment celles spécifiques à certains métiers.

- Expositions comparables dans toutes les compagnies d'électricité RTE s'est associé à d'autres compagnies d'électricité pour faire un travail **collectif** :
 - *Guide ENTSO-E (dans l'esprit du guide d'application européen)*
 - *Norme européenne EN 50647*
 - *validation de l'approche au-delà des seules Cies d'électricité*
 - définition d'une limite intermédiaire entre VA et VLE : **CEL**

GUIDE FOR IMPLEMENTING DIRECTIVE 2013/35/EU ON ELECTROMAGNETIC FIELDS

Implementation of the Directive 2013/35/EU on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (electromagnetic fields)

Asset Implementation 4/13/2016



https://www.entsoe.eu/Documents/SDC%20documents/entsoe_EMF_report_web.pdf#search=2013%2F35

This document is intended to help the European Transmission System Operators (TSOs)/ ENTSO-E members implement the Directive. The objective is to explain how to assess exposure and to evaluate compliance, and to indicate the most critical situations for transmission activities and formulate possible measures to be taken.

EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE
EUROPÄISCHE NORM

FINAL DRAFT
FprEN 50647

January 2017

ICS 17.220.20; 17.240

English Version

Basic standard for the evaluation of workers' exposure to electric and magnetic fields from equipment and installations for the production, transmission and distribution of electricity

Norme fondamentale pour l'évaluation de l'exposition des travailleurs aux champs électriques et magnétiques produits par les équipements et installations de production, transport et distribution d'électricité

Basisnorm für die Evaluierung der beruflichen Exposition gegenüber elektrischen und magnetischen Feldern ausgehend von Komponenten und Anlagen zur Erzeugung, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie

This draft European Standard is submitted to CENELEC members for formal vote.
Deadline for CENELEC: 2017-03-03.

It has been drawn up by CLC/TC 106X.

If this draft becomes a European Standard, CENELEC members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration.

This draft European Standard was established by CENELEC in three official versions (English, French, German).
A version in any other language made by translation under the responsibility of a CENELEC member into its own language and notified to the CEN-CENELEC Management Centre has the same status as the official versions.

CENELEC members are the national electrotechnical committees of Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, the Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, Former Yugoslav Republic of Macedonia, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, the Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Serbia, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey and the United Kingdom.

Recipients of this draft are invited to submit, with their comments, notification of any relevant patent rights of which they are aware and to provide supporting documentation.

Warning : This document is not a European Standard. It is distributed for review and comments. It is subject to change without notice and shall not be referred to as a European Standard.

CENELEC

European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung

CEN-CENELEC Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brussels

© 2017 CENELEC All rights of exploitation in any form and by any means reserved worldwide for CENELEC Members.

Project: 59052

Ref. No. FprEN 50647:2017 E

03

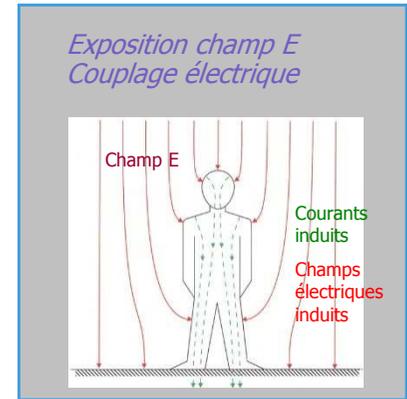


Directive 2013/35/UE

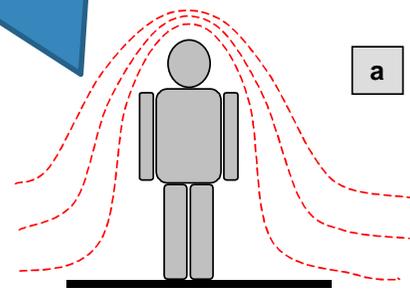
Exposition au champ électrique 50 Hz

Exposition au champ électrique 50 Hz

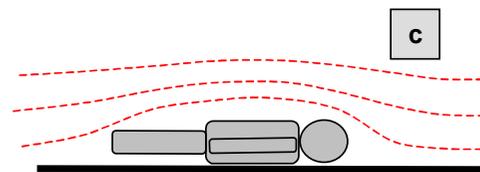
Déformation du CE50 par le corps humain



Couplage maximal
→ effet maximal

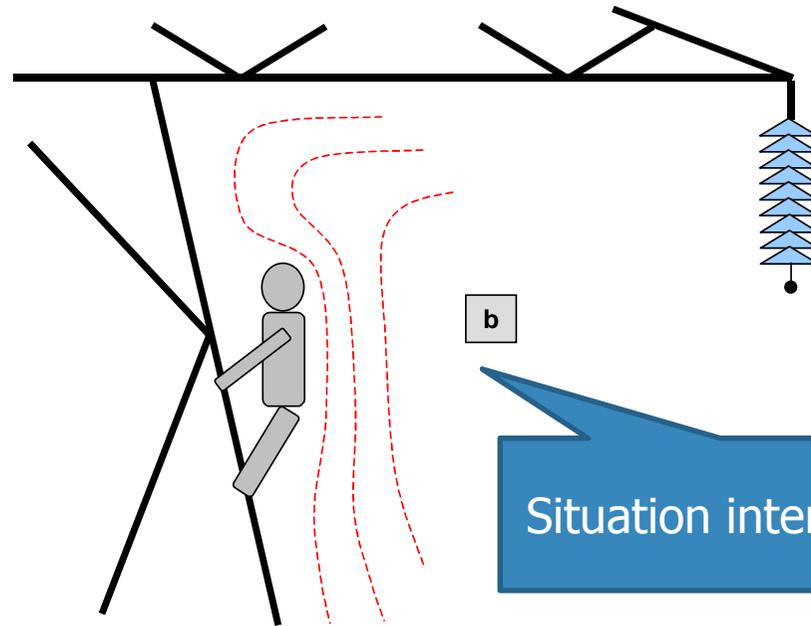


a



c

Couplage minimal
→ effet minimal

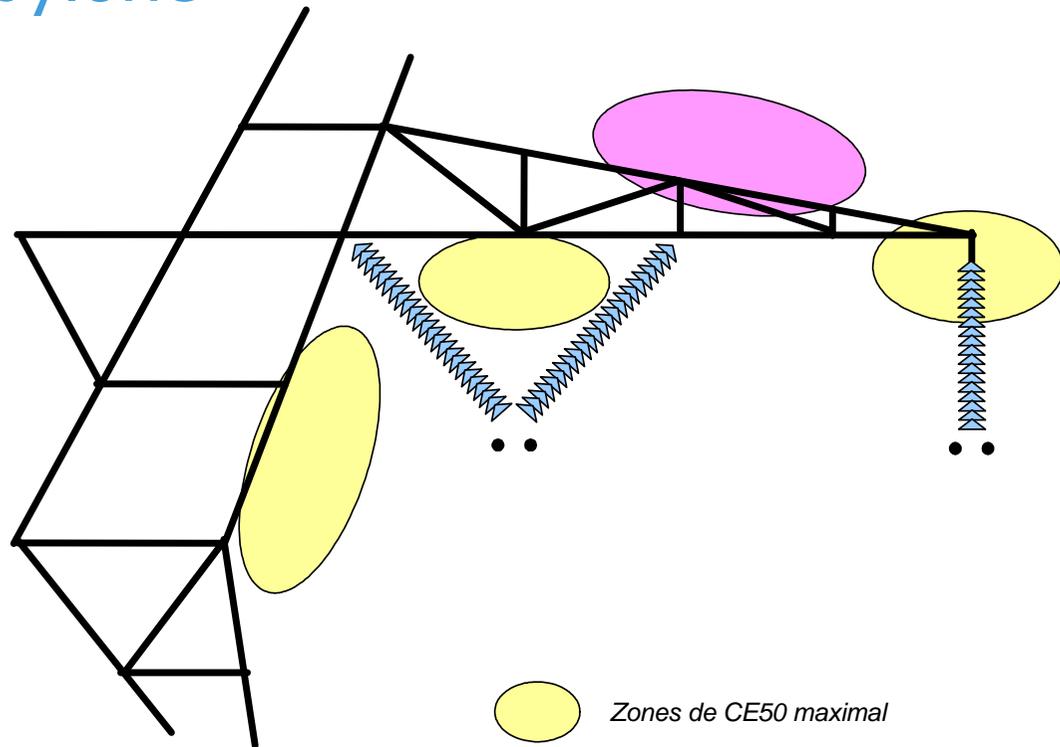


b

Situation intermédiaire

Exposition au champ électrique 50 Hz Exposition dans un pylône

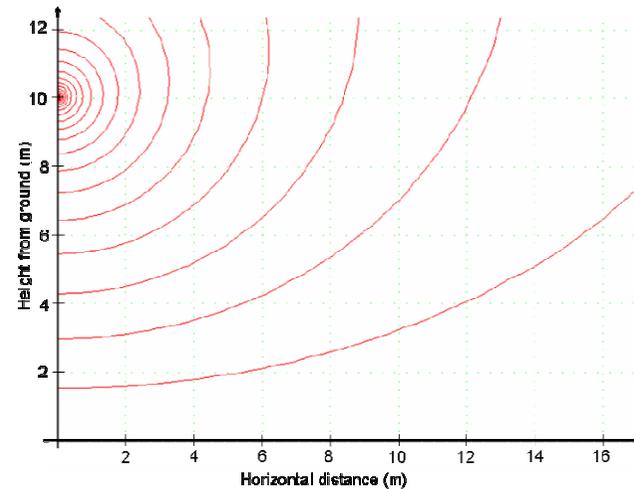
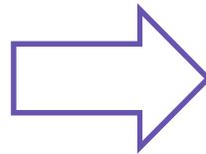
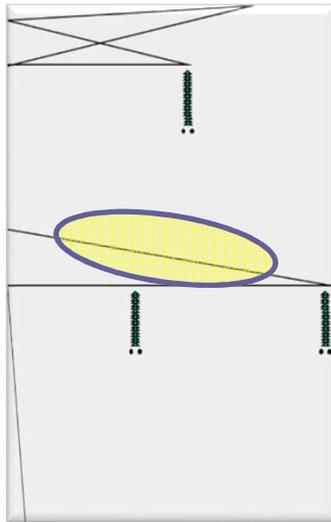
**Valeur max
> 20 kV/m**



⚠ Champ fortement non uniforme et couplage complexe → champ mesuré non directement comparable à la VA-haute

Exposition au champ électrique 50 Hz

Cas simplifié de l'exposition au dessus d'un plan équipotentiel



On fait le calcul pour différentes hauteurs du conducteur par rapport au plan équipotentiel.
Pour le pire cas, on obtient **$E = 25 \text{ kV/m}$**

**→ CONFORME par rapport au CEL de 35 kV/m
applicable en l'absence de risque de décharge
d'étincelle et courant de contact**

04



Directive 2013/35/UE

Exposition aux courants de contact

Scénarii d'exposition

Scénario 1 : travailleur en potentiel flottant touchant une structure à la terre.

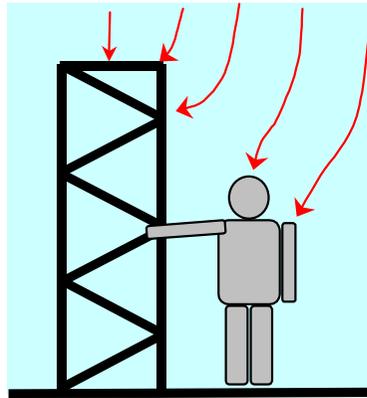
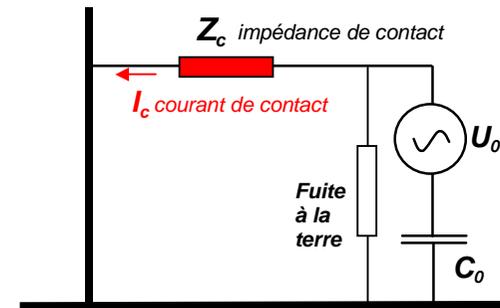
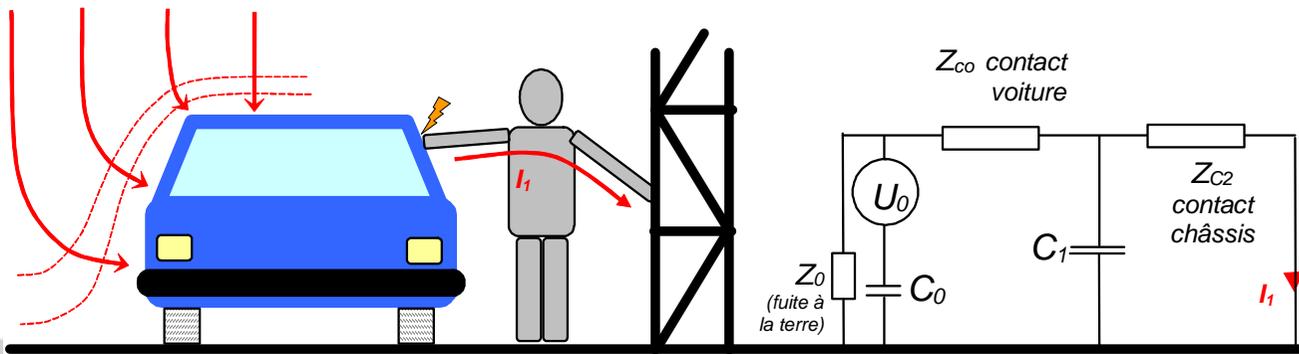


Schéma électrique équivalent :



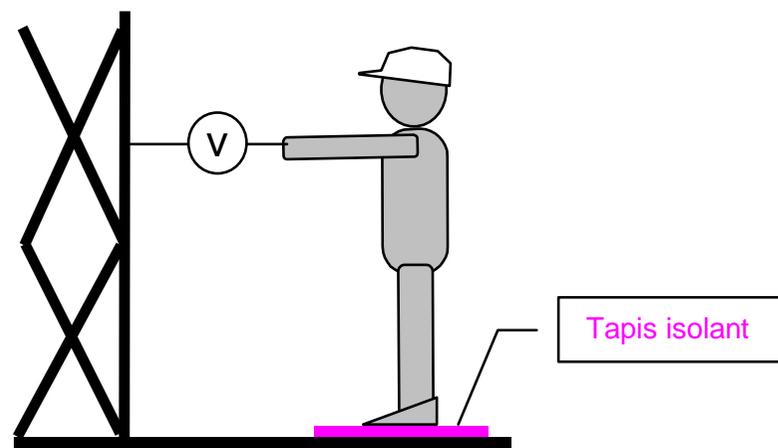
Scénario 2 : travailleur au contact d'un objet en potentiel flottant



Mesures de courants de contact : principe



Mesure de courant de contact entre un véhicule et une structure porteuse (poste 400 kV suédois)



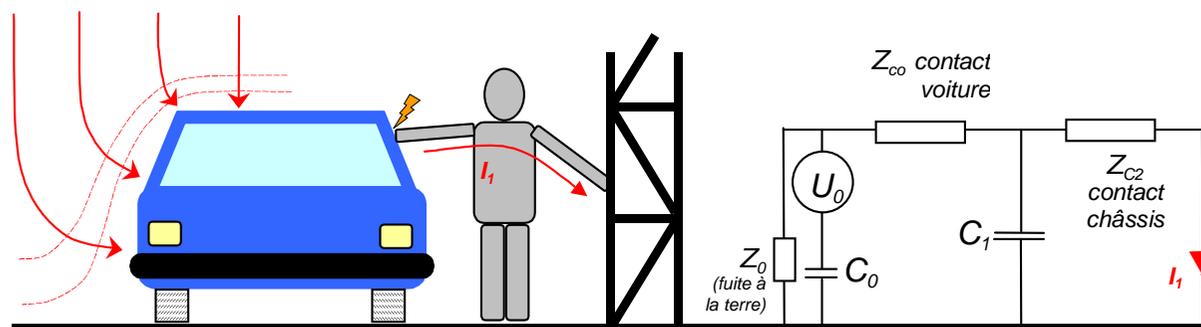
Mesure du potentiel flottant par un voltmètre à forte impédance (> 10 MOhm)

Mesure du courant de contact par un ampèremètre (faible impédance)

Résultat général : toutes les données de mesure et de calcul convergent et montrent que pour un travailleur en potentiel flottant, le courant de contact est de l'ordre de **15 μ A par kV/m de champ électrique ambiant**

Il faudrait un champ de 66 kV/m pour atteindre la VA (1 mA)

Objet en potentiel flottant



Véhicule	Capacité	Courant de contact pour 1 kV/m	Champ E pour atteindre 1 mA
Petite voiture	600 pF	0,05 mA	20 kV/m
Gros utilitaire	2000 pF	0,2 mA	5 kV/m
Gros camion, car	6000 pF	0,25 mA	4 kV/m

Conclusion : compte tenu des valeurs de champ électrique dans les postes, le dépassement de la VA (1 mA) est possible si le (gros) véhicule n'est pas à la terre.

→ **Risque déjà traité dans les doc sécurité**

05



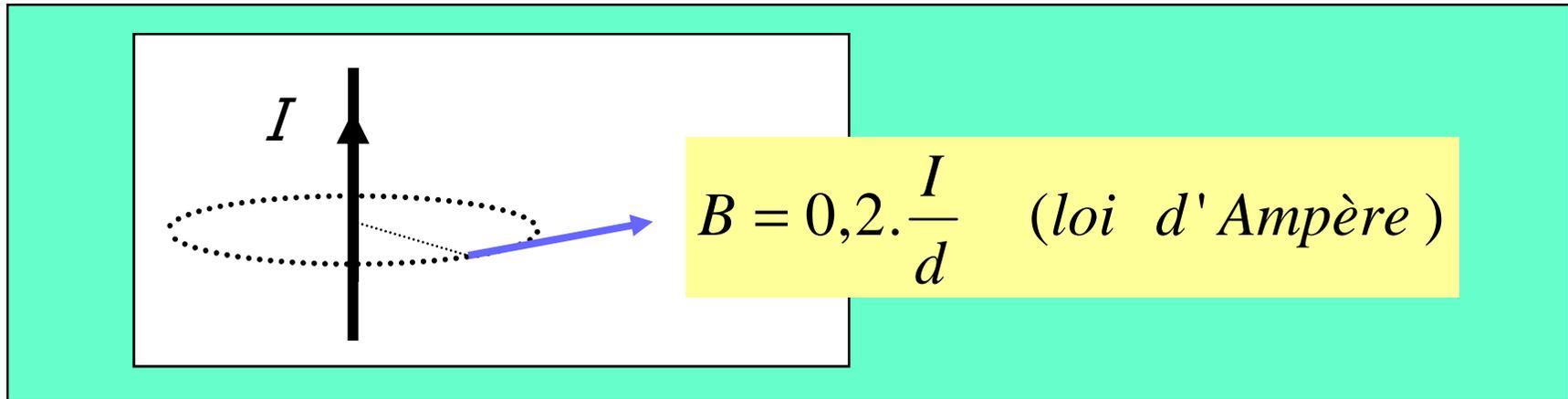
Directive 2013/35/UE

Exposition au champ magnétique 50 Hz

Travaux conventionnels

Travaux sous tension

Exposition au champ magnétique



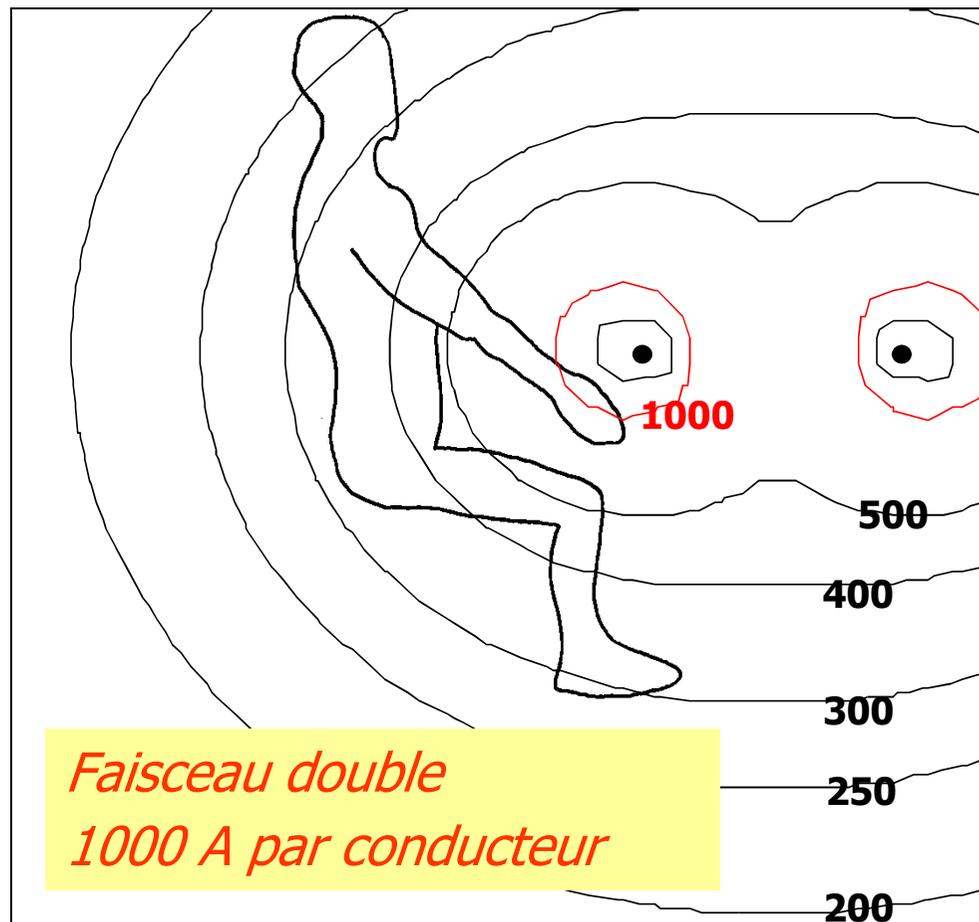
Pour $I = 1000 \text{ A}$,
 $B = 1000 \mu\text{T}$ (VA) à $d = 0,2 \text{ m}$
 $B = 2000 \mu\text{T}$ à $d = 0,1 \text{ m}$

→ *Le risque de dépassement de la VA est limité aux très courtes distances*

→ **CONFORME** par rapport à la VA basse pour tous les travaux conventionnels, devant respecter une distance mini d'approche

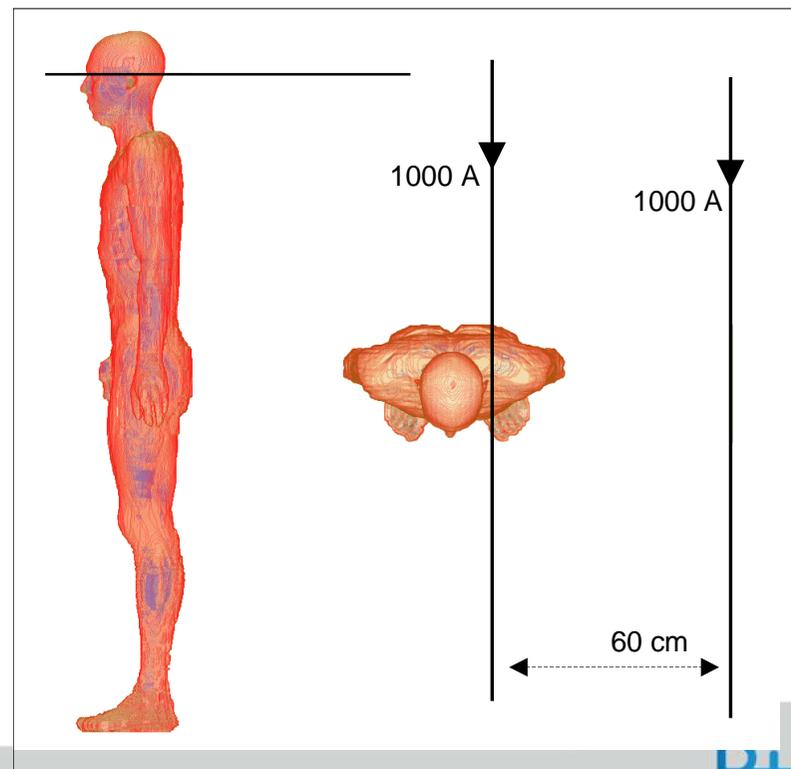
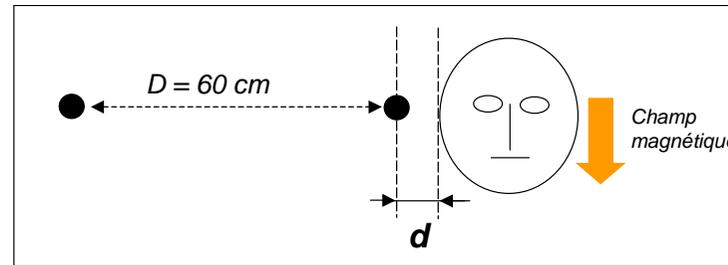
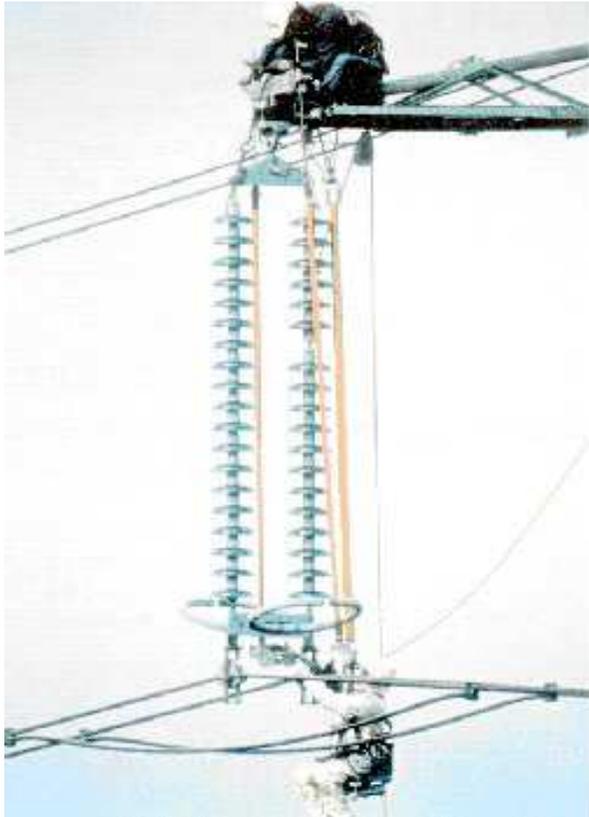
Exposition au champ magnétique

Situations de proximité immédiate / contact → TST



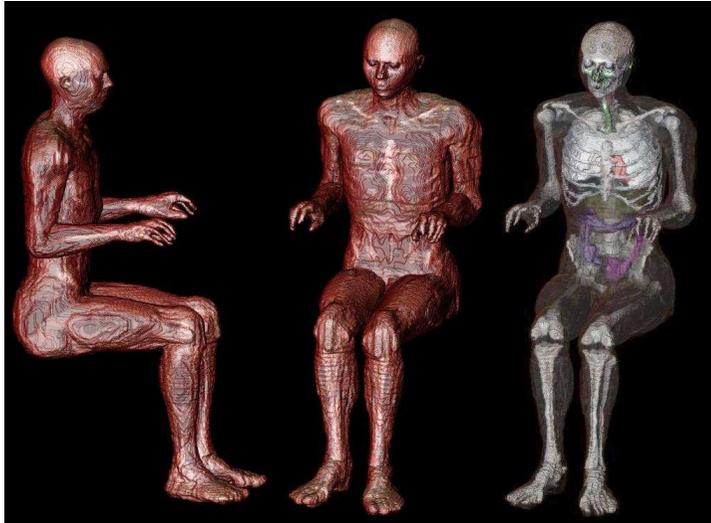
Exposition au champ magnétique

Etude et modélisation de situations d'expositions



Exposition au champ magnétique

Elaboration de la doctrine de prévention



Les études permettent de d'établir quel est le champ maximum conduisant à atteindre les VLE

La géométrie simple des sources de champ (= conducteurs rectilignes
→ $B = 0,2.I/d$) permet de transposer la limite « champ » en limites
« courant/distance »

La doctrine de prévention sera donc basée sur la surveillance du courant dans l'ouvrage et le respect, le cas échéant, d'une distance minimale

Exposition au champ magnétique

Mise en œuvre de la doctrine de prévention



Pince
ampèremétrique

05



Directive 2013/35/UE

Conclusion

Synthèse et conclusion

- L'analyse de risque (engagée dès la publication de la directive 2004/40/CE) a permis d'identifier rapidement les expositions les plus élevées et de conduire les études techniques nécessaires.
- Des « règles métiers » et des outils spécifiques ont été développés pour traiter les risques potentiels de dépassement des VLE
- L'exposition aux CEM est un sujet techniquement complexe et la démonstration de conformité (mesures et calcul) peut être peu accessible aux personnels concernés :
 - importance du travail collectif/normatif
 - importance de la communication/information