



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

**UIT-T**

SECTEUR DE LA NORMALISATION  
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS  
DE L'UIT

**K.64**

(02/2004)

SÉRIE K: PROTECTION CONTRE LES  
PERTURBATIONS

---

**Directives relatives à la sécurité du personnel  
intervenant sur des équipements extérieurs  
placés dans des environnements spécifiques**

Recommandation UIT-T K.64

---



## **Recommandation UIT-T K.64**

### **Directives relatives à la sécurité du personnel intervenant sur des équipements extérieurs placés dans des environnements spécifiques**

#### **Résumé**

La présente Recommandation contient des directives permettant au personnel de maintenance d'intervenir en toute sécurité sur des installations de télécommunication dans trois types d'environnement spécifiques.

Ces environnements spécifiques sont caractérisés par la présence d'une forte humidité ou par la proximité d'éléments métalliques non protégés.

Ces directives portent sur des installations de télécommunication dont les tensions électriques sont supérieures aux limites définies pour les circuits analogiques du RTPC, tels les circuits RFT-C ou RFT-V.

#### **Source**

La Recommandation K.64 de l'UIT-T a été approuvée le 29 février 2004 par la Commission d'études 5 (2001-2004) de l'UIT-T selon la procédure définie dans la Recommandation UIT-T A.8.

L'UIT-T remercie la Commission électrotechnique internationale (CEI) de lui avoir accordé la permission de reproduire certains extraits du Rapport technique CEI 60479-1. La CEI (Genève, Suisse) est titulaire du droit d'auteur sur tous ces extraits. Tous droits réservés. On trouvera davantage d'informations sur la CEI à l'adresse <http://www.iec.ch/>. La CEI n'a aucune responsabilité ni en ce qui concerne l'insertion des extraits et contenus reproduits par l'UIT-T ni en ce qui concerne le contexte dans lequel ces extraits et contenus sont reproduits. La CEI n'est par ailleurs aucunement responsable ni des autres contenus ni de l'exactitude du document dans lequel la reproduction a lieu.

## AVANT-PROPOS

L'UIT (Union internationale des télécommunications) est une institution spécialisée des Nations Unies dans le domaine des télécommunications. L'UIT-T (Secteur de la normalisation des télécommunications) est un organe permanent de l'UIT. Il est chargé de l'étude des questions techniques, d'exploitation et de tarification, et émet à ce sujet des Recommandations en vue de la normalisation des télécommunications à l'échelle mondiale.

L'Assemblée mondiale de normalisation des télécommunications (AMNT), qui se réunit tous les quatre ans, détermine les thèmes d'étude à traiter par les Commissions d'études de l'UIT-T, lesquelles élaborent en retour des Recommandations sur ces thèmes.

L'approbation des Recommandations par les Membres de l'UIT-T s'effectue selon la procédure définie dans la Résolution 1 de l'AMNT.

Dans certains secteurs des technologies de l'information qui correspondent à la sphère de compétence de l'UIT-T, les normes nécessaires se préparent en collaboration avec l'ISO et la CEI.

## NOTE

Dans la présente Recommandation, l'expression "Administration" est utilisée pour désigner de façon abrégée aussi bien une administration de télécommunications qu'une exploitation reconnue.

Le respect de cette Recommandation se fait à titre volontaire. Cependant, il se peut que la Recommandation contienne certaines dispositions obligatoires (pour assurer, par exemple, l'interopérabilité et l'applicabilité) et considère que la Recommandation est respectée lorsque toutes ces dispositions sont observées. Le futur d'obligation et les autres moyens d'expression de l'obligation comme le verbe "devoir" ainsi que leurs formes négatives servent à énoncer des prescriptions. L'utilisation de ces formes ne signifie pas qu'il est obligatoire de respecter la Recommandation.

## DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

L'UIT attire l'attention sur la possibilité que l'application ou la mise en œuvre de la présente Recommandation puisse donner lieu à l'utilisation d'un droit de propriété intellectuelle. L'UIT ne prend pas position en ce qui concerne l'existence, la validité ou l'applicabilité des droits de propriété intellectuelle, qu'ils soient revendiqués par un Membre de l'UIT ou par une tierce partie étrangère à la procédure d'élaboration des Recommandations.

A la date d'approbation de la présente Recommandation, l'UIT n'avait pas été avisée de l'existence d'une propriété intellectuelle protégée par des brevets à acquérir pour mettre en œuvre la présente Recommandation. Toutefois, comme il ne s'agit peut-être pas de renseignements les plus récents, il est vivement recommandé aux responsables de la mise en œuvre de consulter la base de données des brevets du TSB.

© UIT 2004

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, par quelque procédé que ce soit, sans l'accord écrit préalable de l'UIT.

## TABLE DES MATIÈRES

	<b>Page</b>
1	Domaine d'application ..... 1
2	Références normatives..... 1
3	Définitions ..... 1
4	Abréviations..... 3
5	Lieux de travail en télécommunication présentant un risque de choc électrique ..... 3
6	Niveaux de tension sur les installations de télécommunication ..... 4
7	Interventions sur des installations de télécommunication dans des environnements spécifiques ..... 5
7.1	Coupure de l'alimentation électrique ..... 5
7.2	Intervention sur des circuits de télécommunication en fonctionnement ..... 6
8	Intervention sur des installations de télécommunication avec risque de choc électrique..... 8
8.1	Intervention sur des équipements ou des dispositifs (boîtier de terminal, etc.) ..... 8
8.2	Intervention sur les câbles ..... 8
Appendice I – Justification des limites de tension garantissant la sécurité du personnel intervenant en un lieu où le risque de choc électrique est élevé..... 9	
I.1	Cas pratiques ..... 9
I.2	Hypothèse de calcul..... 10
I.3	Calcul du courant limite ..... 12
I.4	Calcul des limites de tension ..... 15

## **Introduction**

Les opérateurs de réseaux dans leurs infrastructures de télécommunication utilisent des équipements tél'alimentés par des câbles à paires symétriques ou coaxiaux. Les tensions et les courants d'alimentation diffèrent d'un système à un autre et sont conformes aux limites définies dans les Normes CEI 60950-1 et 60950-21 pour les câbles à paires symétriques et à la Norme CEI 60728-11 pour les câbles coaxiaux. Les limites spécifiées dans ces normes ont été définies pour permettre au personnel de service d'intervenir en toute sécurité sur ces lignes sans devoir couper l'alimentation des circuits.

Néanmoins, dans certains environnements de télécommunication, des précautions supplémentaires doivent être prises pour permettre au personnel de service d'intervenir en toute sécurité sur des circuits dont on considère généralement qu'on peut les toucher sans danger. Ces environnements sont caractérisés par de l'humidité et parfois, même par la présence d'eaux stagnantes. La présente Recommandation recense trois situations pratiques dans lesquelles des précautions supplémentaires sont nécessaires et indique comment le personnel de maintenance doit travailler afin de réduire les risques associés à ces situations.

Dans certains cas, les conditions ou les réglementations locales imposent des précautions supplémentaires ou la modification des directives présentées dans la présente Recommandation.

## Recommandation UIT-T K.64

### Directives relatives à la sécurité du personnel intervenant sur des équipements extérieurs placés dans des environnements spécifiques

#### 1 Domaine d'application

La présente Recommandation a pour objet de définir pour le personnel de maintenance dans des environnements spécifiques, des procédures d'intervention sur des installations de télécommunication dans lesquels circulent des courants avec des tensions électriques supérieures aux limites définies pour les circuits analogiques du RTPC. La présente Recommandation couvre spécifiquement, d'une part les environnements humides et, d'autre part, les cas de grande proximité avec des éléments métalliques non protégés.

#### 2 Références normatives

La présente Recommandation se réfère à certaines dispositions des Recommandations UIT-T et textes suivants qui, de ce fait, en sont partie intégrante. Les versions indiquées étaient en vigueur au moment de la publication de la présente Recommandation. Toute Recommandation ou tout texte étant sujet à révision, les utilisateurs de la présente Recommandation sont invités à se reporter, si possible, aux versions les plus récentes des références normatives suivantes. La liste des Recommandations de l'UIT-T en vigueur est régulièrement publiée. La référence à un document figurant dans la présente Recommandation ne donne pas à ce document, en tant que tel, le statut d'une Recommandation.

- [1] CEI 60950-1 (2001-10), *Matériels de traitement de l'information – Sécurité – Partie 1: Prescriptions générales.*
- [2] Directives de l'UIT-T (Volume VI, 1989), *Dangers et perturbations.*
- [3] Directives de l'UIT-T (Volume VII, 1989), *Mesures de protection et précautions de sécurité.*
- [4] CEI/TR2 60479-1 (1994-09), *Effets du courant sur l'homme et les animaux domestiques, Partie 1: Aspects généraux.*
- [5] Recommandation UIT-T K.50 (2000), *Limites de sécurité des tensions et courants de fonctionnement des systèmes de télécommunication alimentés à travers le réseau.*
- [6] Recommandation UIT-T K.51 (2000), *Critères de sécurité des équipements de télécommunication.*
- [7] CEI 60728-11 (WIP), *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 11: Safety requirements.*
- [8] CEI 60950-21 (2002-12), *Matériels de traitement de l'information – Sécurité – Partie 21: Téléalimentation.*

#### 3 Définitions

La présente Recommandation définit les termes suivants:

**3.1 circuit de télédistribution par câble (CATV, *community access television*):** désigne un circuit d'interface d'un SYSTÈME DE DISTRIBUTION PAR CÂBLE destiné à la transmission de signaux vidéo, de données et/ou de signaux audio entre immeubles séparés ou entre antennes extérieures et immeubles.

NOTE – On ne s'intéresse dans la présente Recommandation qu'aux circuits de CATV téléalimentés, c'est-à-dire des circuits entre nœud optique et dernier amplificateur de ligne.

**3.2 conditions ambiantes sèches:** désigne une condition environnementale dans laquelle la résistivité de la peau et du corps n'est pas inférieure à la valeur définie dans la Norme CEI 60479-1.

**3.3 classement des environnements:** les environnements visés dans la présente Recommandation sont classés comme suit:

- environnement de type 1: environnement caractérisé par un sol humide avec présence parfois d'eaux stagnantes (chambres de raccordement, chambres techniques, tranchées, par exemple);
- environnement de type 2: environnement caractérisé par des murs humides et un espace de travail confiné (chambres techniques par exemple) tel que les personnes sont susceptibles de toucher les murs humides et dans le cas d'un contact de la main avec une partie sous tension, le trajet de courant est différent de celui main-pied;
- environnement de type 3: environnement caractérisé par un espace de travail confiné et la présence de parties métalliques existantes externes (installations d'autres services par exemple); pendant l'intervention, des parties métalliques (tour métallique d'une liaison radio par exemple) sont en contact permanent avec le corps sur une grande surface.

**3.4 outils isolants:** outils (tourne-vis, des ciseaux, pinces, etc.), dotés de poignées isolantes, qui peuvent être utilisés par le personnel de service pendant une intervention sur un équipement ou un câble de télécommunication.

**3.5 circuit analogique du RTPC:** circuit de télécommunication sous tension (voir § 3.9) fonctionnant à des tensions inférieures ou égales à 90 volts en courant continu avec des signaux de sonnerie cadencés conformes à la Norme CEI 60950-1.

**3.6 circuit RFT-C:** circuit de téléalimentation qui est conçu et protégé de manière telle que dans des conditions de fonctionnement normales ou en présence d'une panne isolée, les courants circulant dans le circuit ne dépassent pas les limites définies.

NOTE – Les limites de courant dans des conditions de fonctionnement normales ou de panne isolée sont spécifiées dans la Rec. UIT-T K.50 ou dans la Norme CEI 60950-21.

**3.7 circuit RFT-V:** circuit de téléalimentation qui est conçu et protégé de manière telle que dans des conditions de fonctionnement normales ou en présence d'une panne isolée, les tensions dans le circuit ne dépassent pas les limites définies.

NOTE – Les limites de courant dans des conditions de fonctionnement normales ou de panne isolée sont spécifiées dans la Rec. UIT-T K.50 ou dans la Norme CEI 60950-21.

**3.8 personnel de maintenance:** personne ayant reçu une formation technique appropriée et disposant de l'expérience nécessaire pour connaître les dangers auxquels une personne peut être exposée en exécutant une tâche, et connaître les mesures visant à minimiser les dangers auxquels la personne concernée ou d'autres personnes peuvent être exposées.

**3.9 circuit TNV:** circuit dans l'équipement dans lequel la zone accessible de contact est limitée et qui est conçu et protégé de manière telle que dans des conditions normales de fonctionnement ou en présence d'une panne isolée, les tensions ne dépassent pas les limites spécifiées.

**3.10 utilisateur:** toute personne autre que le personnel de maintenance.

**3.11 condition d'humidité:** condition environnementale dans laquelle la résistivité de la peau et du corps est inférieure à la valeur définie dans la Norme CEI 60479-1.

**3.12 chambre technique:** local technique extérieur (armoires techniques, par exemple) ou aménagé en sous-sol (chambre de raccordement, puits, entrée de câble de central ou d'un bâtiment à plusieurs étages, etc.) prévu pour recevoir des équipements de télécommunication, tels des enceintes de raccordement, des coffrets et/ou des équipements électroniques placés à l'extérieur.

## 4 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

CATV	télévision à accès communautaire ( <i>community access television</i> )
cc	courant continu
CCP	point d'interconnexion ( <i>cross-connection point</i> )
eff	valeur efficace ( <i>root mean square</i> )
MDF	répartiteur principal ( <i>main distribution frame</i> )
RFT-C	circuit de télécommunication – à limitation de courant ( <i>remote feeding telecommunication – current circuit</i> )
RFT-V	circuit de télécommunication – à limitation de tension ( <i>remote feeding telecommunication – voltage circuit</i> )
RTPC	réseau téléphonique public commuté
SELV	très basse tension de sécurité ( <i>safety extra low voltage</i> )
TLC	télécommunication
TNV	tension du réseau de télécommunication ( <i>telecommunication network voltage</i> )

## 5 Lieux de travail en télécommunication présentant un risque de choc électrique

Dans les normes de sécurité on reconnaît que les niveaux de tension définis comme étant non dangereux pour le personnel de maintenance dans des conditions normales peuvent présenter un danger en présence d'humidité. Tel est le cas par exemple des circuits SELV, et c'est la raison pour laquelle la limite de tension pour les éléments qu'une personne peut toucher est égale à la moitié de la valeur de la limite définie pour des conditions sèches.

Bien évidemment, il n'est pas possible d'abaisser les tensions en général présentes sur une ligne de télécommunication à des valeurs plus faibles pour avoir les mêmes valeurs pour un environnement humide et les éléments en contact avec le personnel. En pareil cas, si l'on reconnaît la présence de sources d'énergie potentiellement dangereuses, le comportement du personnel de service devient un moyen efficace d'empêcher les accidents. Par conséquent, il est nécessaire de se conformer aux directives relatives à la sécurité du personnel de maintenance intervenant dans un lieu humide. Cette approche est possible car le personnel de service est compétent et bien formé.

A titre d'exemple, citons les opérations de maintenance effectuées à l'intérieur d'une chambre de raccordement ou, en général, dans une chambre technique où de l'eau stagne suite à une infiltration par les murs internes. Parfois même, le confinement de l'espace de travail ne rend pas facile la maintenance de l'équipement et accroît la probabilité pour que le trajet du courant à travers le corps d'une personne soit différent du trajet main-pied. Cela peut arriver, par exemple, lorsqu'on tient d'une main un outil accroché à un conducteur alimenté tandis que l'autre main, ou une autre partie du corps, est en contact avec un conducteur mis à la terre.

En résumé, on distingue trois environnements spécifiques susceptibles de présenter des dangers en matière de sécurité pour le personnel de maintenance opérant sur une installation de télécommunication:

- 1) l'environnement de type 1: humidité ambiante (voir § 3.3);
- 2) l'environnement de type 2: espace de travail confiné avec humidité ambiante (voir § 3.3);
- 3) l'environnement de type 3: espace de travail confiné avec contact sur des éléments métalliques externes (voir § 3.3).

Pour diminuer le risque de choc électrique dans le cas d'opérations de maintenance exécutées dans un tel environnement, le personnel doit se conformer à des directives d'intervention simples et efficaces telles que celles décrites dans le § 7.

## 6 Niveaux de tension sur les installations de télécommunication

La Norme CEI 60950-1 autorise des niveaux de tension, non supérieurs à 70,7 V (valeur crête) ou 120 Vcc, sur des câbles à paires symétriques dans les réseaux de télécommunication. Les circuits TNV, accessibles au personnel qualifié seulement, sont sûrs dans un environnement normal (sec) mais en présence d'humidité, le contact avec des circuits TNV à des tensions supérieures aux tensions du RTPC analogique (voir § 3.5) peut être dangereux pour le personnel de maintenance à cause de la diminution de l'impédance de contact.

Les niveaux de tension utilisés dans les réseaux de distribution à câble coaxial sont définis dans la Norme CEI 60728-11. Les niveaux de tension entre le conducteur intérieur et le conducteur extérieur allant jusqu'à 65 Veff ou 120 Vcc sont autorisés. On doit considérer que de tels niveaux de tension doivent être complètement inaccessibles pour l'utilisateur et que le personnel de maintenance peut travailler en présence de ces tensions seulement après avoir enlevé, avec un outil, le capot de l'équipement.

La Norme CEI 60950-21 a introduit des circuits de télécommunication à limitation de courant (RFT-C, *remote feeding telecommunication – current circuit*) ou de tension (RFT-V, *remote feeding telecommunication – voltage circuit*). Ces deux types de circuits sont compatibles avec un contact à main nue par le personnel de maintenance tout en étant alimentés, en ligne avec la Rec. UIT-T K.50.

Le Tableau 1 contient un récapitulatif des niveaux de tension qui peuvent être présents sur une ligne de télécommunication dans des conditions normales pour différents types de circuits [1], [5], [7], [8]. Ces niveaux de tension partent de l'hypothèse que la surface de contact n'est pas supérieure à 1 cm<sup>2</sup> afin que l'impédance du corps sur le trajet main-pied soit supérieure à 5 kΩ.

**Tableau 1/K.64 – Tensions sur une ligne de télécommunication dans des conditions normales pour différents types de circuits dans l'équipement alimentant le réseau**

Type de circuit	Tension continue maximale [V]	Tension alternative maximale [V]
TNV	120	70,7 (valeur crête)
RFT-C	±400 (Note 1)	n.a.
RFT-V	±140 (Note 2)	n.a.
CATV	120	65 (valeur efficace)
NOTE 1 – Lorsque la tension nominale sur les câbles du réseau de télécommunication n'est pas spécifiée. Si cette valeur est spécifiée, la tension d'alimentation doit être limitée à cette valeur ou à une valeur maximale de 1500 V (voir l'Annexe B/K.50).		
NOTE 2 – Ou ±200 V si le courant de court-circuit est limité à 10 mA en courant continu (voir l'Annexe A/K.50).		

C'est essentiellement, le passage du courant à travers le corps qui détermine les réactions humaines aux stimuli électriques. La tension revêt une grande importance, car compte tenu de l'impédance du corps, elle détermine le courant qui traverse le corps.

Les précédentes limites de tension/courant ont été calculées en utilisant la limite de "relâchement" qui désigne le seuil à partir duquel la personne ne peut plus lâcher le conducteur sous tension. Dans le cas de circuits à tension limitée, (circuits TNV ou RFT-V, par exemple) les limites de tension ont été définies pour une impédance du corps de 5 kΩ. Cela introduit une marge de sécurité sur la limite

pour tenir compte du fait que dans la pratique, la valeur de l'impédance du corps peut être plus élevée, comme indiqué dans la Norme CEI 60479-1 (faible surface de contact).

Les modalités d'intervention sur des conducteurs sous tension ont une influence sur la probabilité d'apparition d'une réaction physiologie éventuelle. La probabilité d'une réaction spécifique du corps à une tension particulière dépend des précautions prises lors de l'intervention sur ces éléments sous tension. Ces précautions peuvent être très simples pour les tensions plus faibles, mais peuvent inclure, avant l'intervention, la coupure du courant alimentant le câble ou l'équipement.

Les précautions de sécurité décrites ci-dessous permettent au personnel de maintenance d'intervenir en toute sécurité dans les environnements spécifiques définis dans la présente Recommandation.

NOTE – Les effets éventuels des tensions induites sur les lignes de télécommunication sont à l'étude.

## **7 Interventions sur des installations de télécommunication dans des environnements spécifiques**

Les interventions sur des installations de télécommunication dans des conditions normales ainsi que dans les environnements spécifiques pris en considération dans la présente Recommandation (environnements de type 1, 2 ou 3), doivent être effectuées par du personnel de maintenance qualifié se conformant à des procédures d'intervention sécurisées bien définies.

Dans la présente Recommandation, on exige tout d'abord de déterminer le type d'installation de télécommunication sur laquelle on doit intervenir; dans la pratique, on doit préciser s'il s'agit d'une installation de type TNV, RFT-C, RFT-V ou de circuits à câble coaxial. Avant le début de l'intervention, le personnel doit évaluer les risques en déterminant la classe de tension des installations de télécommunication (en consultant les registres/les plans du réseau qui contiennent des informations sur le type de service).

Les conducteurs sous des tensions supérieures à celles du RTPC analogique, seront munis d'étiquettes ou de marqueurs isolés (par exemple, des bagues en plastique colorées) au niveau du répartiteur MDF et des points d'interconnexion accessible (CCP, *cross-connection point*) sur tout le trajet, indiquant clairement à la fois le service et la tension. En pareil cas, les précautions de sécurité décrites aux § 7.1 et § 7.2 (Figure 1) s'appliquent.

### **7.1 Coupure de l'alimentation électrique**

Les interventions sur des circuits électriques dans des installations de télécommunication dans des environnements de type 1, 2 ou 3 devraient être faites, de préférence, après coupure de l'alimentation électrique ou en utilisant des dispositifs isolants, des dispositifs de déconnexion ou des disjoncteurs au niveau du répartiteur MDF ou autres points CCP, sur les conducteurs présentant des niveaux de tension potentiellement dangereux, au sens de la présente Recommandation.

Lorsque cela est possible, une mise en garde temporaire sera placardée sur le répartiteur MDF indiquant clairement qu'il faut laisser en place les dispositifs d'isolation ou de déconnexion ou ne pas modifier la position des interrupteurs car des travaux sont en cours sur la ligne.

Néanmoins, cette mise en garde suffira seulement si les dispositifs de désactivation se trouvent dans des lieux où l'accès est limité au personnel de maintenance. Dans les autres cas, il sera nécessaire de verrouiller les dispositifs de désactivation sur la position "désactivé".

Lorsque les travaux seront terminés, l'alimentation électrique pourra être rétablie uniquement après sécurisation de l'installation par le personnel de maintenance.

Au niveau du répartiteur MDF, les conducteurs qui acheminent des courants depuis des circuits RFT-V ou RFT-C doivent être munis d'étiquettes ou de bagues. Tout contact intempestif entre conducteurs provenant de circuits d'alimentation électrique différents, même d'un type identique, doit être évité en utilisant par exemple, des dispositifs de protection isolants.

Avant d'intervenir, le personnel de maintenance doit s'assurer, au moyen d'un appareil de mesure approprié de l'absence de tension supérieure aux limites du RTPC analogique (voir § 3.5) sur tous les conducteurs sur lesquels il doit intervenir.

## **7.2 Intervention sur des circuits de télécommunication en fonctionnement**

Lorsqu'il n'est pas possible de couper l'alimentation électrique sur les parties que le personnel de maintenance est susceptible de toucher dans l'environnement spécifié, on utilisera des outils munis de poignées isolantes ou des dispositifs de protection isolants efficaces (par exemple gants isolants ou, dans des environnements de type 1, des bottes en caoutchouc).

Pour les différents types d'environnement définis dans la présente Recommandation, il est nécessaire de prendre les précautions suivantes<sup>1</sup>:

- environnement de type 1: si les tensions sur les circuits TNV ou RFT-V sans limitation d'intensité sont supérieures à 105 volts en courant continu, il faudra utiliser, pour éviter tout contact de la main avec les conducteurs, des connecteurs isolés ou des outils munis de poignées isolantes ou, pour empêcher l'humidité d'atteindre les pieds ou les jambes, des bottes isolantes en caoutchouc;
- environnement de types 2 et 3: si les tensions sur les circuits TNV ou RFT-V sans limitation d'intensité sont supérieures à 90 volts en courant continu, il faudra utiliser des connecteurs isolés ou des outils munis de poignées isolantes, des bottes ou des gants isolants;
- environnement de types 2 et 3: si les tensions dans les câbles coaxiaux sont supérieures à 60 volts efficaces, il faudra utiliser des connecteurs isolés ou des outils munis de poignées isolantes.

Lorsque l'intervention a lieu sur des parties actives, il est essentiel de détecter au moyen d'un appareil de mesure les éventuels défauts de Terre ou les courants de fuite (voir § B.3/K.50), en particulier sur les systèmes d'alimentation flottante, susceptibles de produire des courants de contact dangereux (circuits RFT-C). Il faudra aussi que la faible impédance associée au défaut de Terre sur le conducteur de ligne soit supprimée avant de commencer les travaux.

Un récapitulatif des précautions à prendre dans le cas de circuits actifs dans différents types d'environnement est donné au Tableau 2.

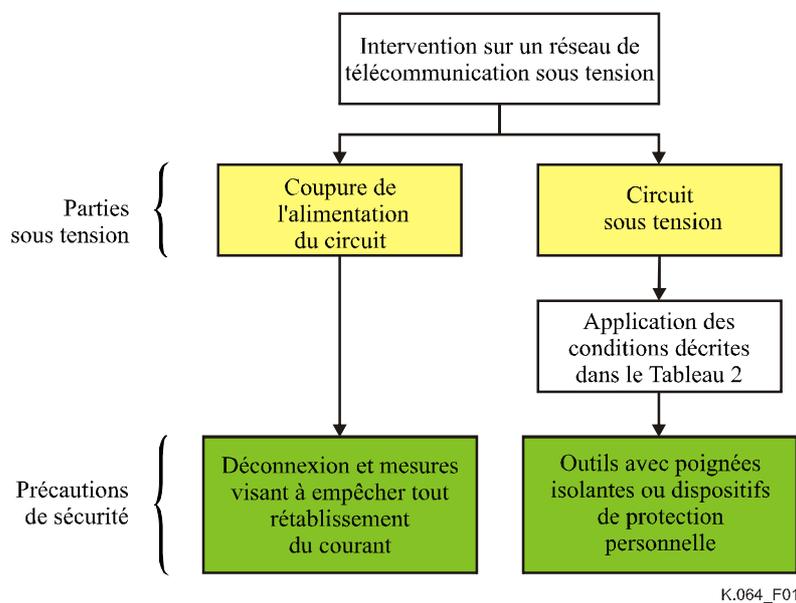
Pendant les interventions à proximité d'autres parties actives de télécommunication différentes des circuits RTPC, s'il n'est pas en mesure d'utiliser des dispositifs de protection spéciaux, le personnel veillera à maintenir ses mains à une distance suffisante de ces parties sous tension.

---

<sup>1</sup> Les valeurs indiquées sont calculées dans l'Appendice I.

**Tableau 2/K.64 – Précautions de sécurité à appliquer pour intervenir sur des circuits actifs dans différents types d'environnement**

Environnement	Circuit TNV	Circuit RFT-C	Circuit RFT-V sans limitation de courant	Circuit de CATV
Environnement de type 1: humide	Au-dessus de 105 Vcc, utiliser des connecteurs isolés ou des outils avec poignées isolantes	Contact de la main avec un seul conducteur et recherche des défauts de Terre sur la ligne	Au-dessus de 105 Vcc, utiliser des connecteurs isolés ou des outils avec poignées isolantes	Pas de précautions particulières
Environnement de type 2: humide et confiné	Au-dessus de 90 Vcc, utiliser des connecteurs isolés ou des outils avec poignées isolantes	Contact de la main avec un seul conducteur et recherche des défauts de Terre sur la ligne	Au-dessus de 90 Vcc, utiliser des connecteurs isolés ou des outils avec poignées isolantes, des gants ou des bottes isolantes	Au-dessus de 60 Veff, utiliser des connecteurs isolés ou des outils avec poignées isolantes
Environnement de type 3: confiné avec contact sur des parties métalliques externes	Au-dessus de 90 Vcc, utiliser des connecteurs isolés ou des outils avec poignées isolantes	Contact de la main avec un seul conducteur et recherche des défauts de Terre sur la ligne	Au-dessus de 90 Vcc, utiliser des connecteurs isolés ou des outils avec poignées isolantes, des gants ou des bottes isolantes	Au-dessus de 60 Veff, utiliser des connecteurs isolés ou des outils avec poignées isolantes



K.064\_F01

**Figure 1/K.64 – Représentation schématique des procédures de sécurité applicables dans un environnement particulier (voir § 3.3)**

## **8 Intervention sur des installations de télécommunication avec risque de choc électrique**

En général, les interventions sur une installation de télécommunication concernent:

- la maintenance ou le remplacement d'équipements;
- les interventions sur les câbles.

NOTE – La présente Recommandation ne porte que sur les deux points précités car on considère qu'avant sa première activation, l'installation est hors tension et qu'il n'existe pas de danger au sens de la présente Recommandation.

### **8.1 Intervention sur des équipements ou des dispositifs (boîtier de terminal, etc.)**

Les équipements installés dans des environnements présentant un risque de choc électrique doivent porter une mise en garde visible sur le boîtier rappelant au personnel de service qu'il est nécessaire d'appliquer certaines procédures de sécurité.

Dans un environnement comme une chambre de raccordement, on doit tenir compte des activités de maintenance lors de l'installation et de l'implantation des équipements, des activités de maintenance. Lorsque cela est possible, l'installation et l'implantation des équipements doivent rendre faciles les interventions sur place. Par exemple, il faut utiliser des câbles suffisamment longs pour pouvoir, à l'intérieur de la chambre de raccordement:

- déposer temporairement et entièrement l'équipement à l'extérieur de la chambre de raccordement et le placer en surface;
- soulever l'équipement du sol de la chambre de raccordement à un niveau auquel la maintenance peut être effectuée depuis l'extérieur.

A moins que la surface extérieure ne soit humide, l'intervention dans ces conditions est comparable à une intervention dans un environnement ordinaire.

Lorsqu'il est nécessaire d'intervenir dans un environnement comme une chambre technique, et compte tenu de la liberté de mouvement limitée, la procédure doit être subordonnée à la nature de l'intervention.

Dans cette situation, s'agissant des activités de maintenance sur un équipement de ligne ou un équipement terminal, il est possible de distinguer les cas suivants:

- 1) mesures électriques: il faut que les appareils de mesure et leurs accessoires aient un niveau d'isolation adapté aux tensions prévisibles présentes sur la ligne de télécommunication;
- 2) maintenance avec enlèvement ou insertion de composants directement extractables;
- 3) maintenance avec intervention manuelle directe sur des composants sans parties accessibles sous tensions dangereuses;
- 4) maintenance avec action manuelle sur des composants dont certaines parties accessibles sont sous des tensions dangereuses.

L'utilisation d'outils munis de poignées isolantes ne se justifie que si l'intervention a lieu sur des parties accessibles d'un équipement actif. Dans les autres cas, il n'y aura pas pour le personnel de maintenance et le contact direct sera donc possible.

Le remplacement des équipements doit être exécuté après avoir coupé l'alimentation électrique.

### **8.2 Intervention sur les câbles**

En général, les travaux sur les câbles peuvent être exécutés en toute sécurité s'il n'est pas nécessaire de les dénuder, ou dans le cas contraire, lorsqu'il n'est pas possible de toucher les conducteurs alimentés sous des tensions électriques supérieures aux limites du RTPC analogique.

Le conducteur externe d'un câble coaxial ou l'isolant plastique des conducteurs d'un câble à paires ne doit pas être endommagé pendant l'intervention.

Pendant les interventions courantes sur des câbles (épissurage ou autre), il faut éviter le contact avec toute la main ou de main à main. On préférera donc utiliser des techniques d'épissurage qui n'exigent pas de dénudage.

On distingue deux types d'opérations d'épissurage, à savoir:

- 1) l'épissurage de tous les conducteurs du câble;
- 2) le réépissurage de certains conducteurs du câble.

Dans le premier cas, par exemple lorsqu'un câble a été sectionné et comme le service téléphonique est interrompu, il peut être utile de déconnecter l'alimentation de tous les conducteurs dont les niveaux de tension sont supérieurs aux limites analogiques (RTPC) afin de protéger le personnel de maintenance qui procède à l'épissurage dans un environnement avec risque de choc électrique.

Dans le deuxième cas, on peut utiliser deux méthodes:

- 1) l'identification des paires dans l'épissurage, parcourues par des tensions dépassant les limites du RTPC analogique, au moyen d'appareils "détecteurs de paires" ou, plus traditionnellement, en procédant par sondage en mettant en contact les conducteurs un à un afin de les identifier au niveau du central côté réseau. Repérer les paires par étiquettes ou des bagues afin d'éviter tout contact intempestif. Cette méthode est peut-être la plus pratique avec des conducteurs à isolant papier;
- 2) utiliser des outils isolants pour éviter les trajets conducteurs vers la Terre. Il peut s'agir de la méthode la plus pratique pour les conducteurs à isolant plastique.

Pour ce qui est des conducteurs sous des tensions plus élevées que les limites dites analogiques (RTPC) leur alimentation doit être interrompue au niveau du répartiteur MDF/point CCP, des dispositifs isolants, des dispositifs de déconnexion ou des disjoncteurs à moins que l'épissurage ne soit effectué sans possibilité de contact des conducteurs sous tension avec la peau lorsqu'on utilise des dispositifs et des méthodes de protection du personnel décrits au § 7.2.

Tout comme pour les équipements, le personnel de maintenance doit tout d'abord s'assurer que les conducteurs des câbles ne sont pas alimentés. Toute intervention sur un câble, avant d'avoir vérifié que le câble n'est plus téléalimenté, doit être effectuée au moyen d'outils isolants.

## **Appendice I**

### **Justification des limites de tension garantissant la sécurité du personnel intervenant en un lieu où le risque de choc électrique est élevé**

Dans le présent appendice on donne les raisons qui ont conduit à l'établissement des limites de tension indiquées dans le Tableau 2 et qui permettent au personnel d'intervenir en toute sécurité sur des circuits de TNV, RFT-V et de CATV lorsqu'il y a un risque important de choc électrique.

Des calculs sont effectués conformément à la Norme CEI 60479-1 pour déterminer les valeurs de tension ou de courant qui, en cas de contact avec des parties actives de l'installation de télécommunication, ne présentent pas de danger pour le personnel bien formé.

#### **I.1 Cas pratiques**

En prenant pour référence le classement des types d'environnement en fonction des risques de choc électrique, définis au § 3.3, on a identifié plusieurs conditions d'intervention susceptibles d'avoir différents effets sur le corps humain ont été identifiées.

Elles dépendent essentiellement du type de contact du corps avec l'installation de télécommunication et le sol et de l'environnement.

Les parties du corps susceptibles d'être en contact avec l'installation de télécommunication et le sol sont:

- les mains;
- le dos;
- le fessier;
- les pieds.

## I.2 Hypothèse de calcul

Les calculs doivent permettre de déterminer la limite de tension de contact avec l'installation de télécommunication qui, à partir de l'impédance du corps humain dans le trajet de contact ( $Z$ ), produit un courant non dangereux pour les personnes.

A cette fin, on se reportera à la Norme CEI 60479-1 d'après laquelle l'impédance  $Z$  est donnée par la relation:

$$Z = Z_b + Z_c$$

où:

$Z_b$  est la partie de l'impédance du corps humain qui dépend du contact en surface et de la tension de contact, qui apparaît à travers le trajet de courant considéré

$Z_c$  est l'impédance de contact avec la Terre

La Figure I.1 montre l'impédance du corps humain, en fonction du contact en surface et de la tension de contact  $Z_T$  sur le trajet main-main.

Pour obtenir la valeur de  $Z_b$  il est nécessaire de calculer la partie impédance du corps humain, sur le trajet de contact, en fonction de l'impédance  $Z_T$ .

Une telle subdivision peut être obtenue en utilisant la Figure I.2.

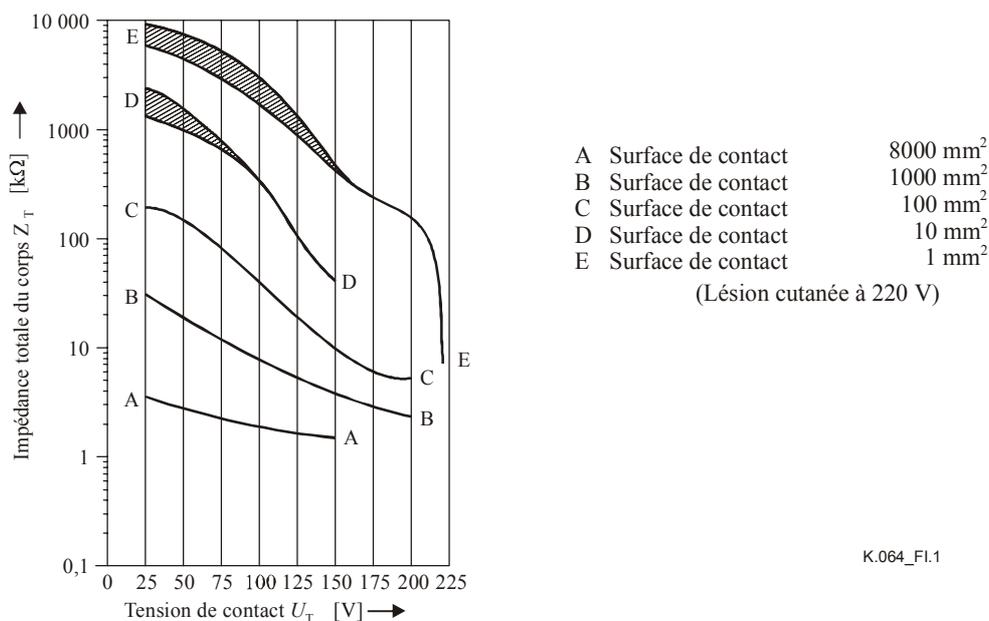
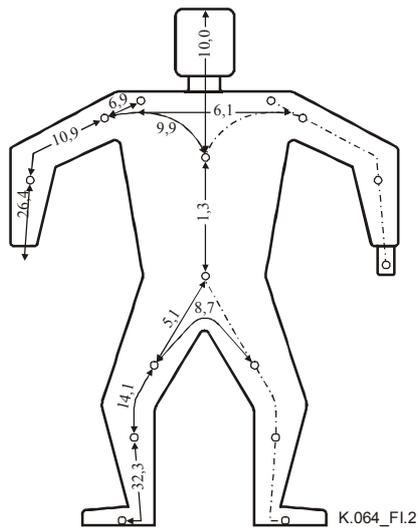


Figure I.1/K.64 – Impédance du corps humain sur le trajet main-main



Les chiffres indiquent le pourcentage de l'impédance interne du corps humain pour la partie du corps concernée, en relation avec le trajet main-pied.

NOTE 1 Afin de calculer l'impédance totale du corps  $Z_T$  pour un trajet de courant donné, les impédances internes pour toutes les parties du corps du trajet de courant doivent être additionnées ainsi que les impédances de la peau pour les zones de contact.

NOTE 2 L'impédance interne entre une main et les deux pieds est approximativement égale à 75%, l'impédance entre les deux mains et les deux pieds 50% et l'impédance entre deux mains et le tronc et 25% de l'impédance main-main ou main-pieds.

**Figure I.2/K.64 – Pourcentage de l'impédance interne du corps humain en relation avec le trajet main-pied**

On a donc:

$$Z_b = k \times Z_T$$

où  $k$  est la somme des pourcentages correspondant au trajet considéré.

Bien que d'après la Norme CEI 60950-1, la surface de contact à prendre en considération est de  $100 \text{ mm}^2$  (taille d'une empreinte de doigt), on doit tenir compte dans les calculs de la possibilité que l'opérateur qui utilise des outils isolants, touche accidentellement des composants actifs avec tout le doigt. Par conséquent, on suppose que cette surface est de  $1000 \text{ mm}^2$ ; de sorte que dans la Figure I.1, on doit prendre en considération la courbe B.

En ce qui concerne l'impédance de contact du corps avec le sol  $Z_c$ , on suppose que:

- le sol et les murs sont toujours humides et que leur impédance est inférieure à  $200 \Omega$ ;
- l'impédance de chaussures mouillées ou très mouillées est de  $1000 \Omega$  [réf.: norme CENELEC HD637];
- l'impédance des parties métalliques est de  $0 \Omega$ .

Par conséquent, les cas à analyser sont ceux indiqués dans le Tableau I.1 en considérant comme négligeable la différence entre le trajet dos-fessier (1,3%).

**Tableau I.1/K.64 – Calcul du courant limite**

Cas	Type d'environnement	Trajet de contact	Situation des chaussures	Impédance de contact avec le sol, les murs ou les parties métalliques	% d'impédance du corps humain en ce qui concerne le trajet [k]
1	1	main-pieds	trempées ou très trempées	1200 Ω	75
2		mains-pieds			50
3		main-pieds			100
4	2	main-main		200 Ω	100
5		main-fessier			50
6		mains-fessier			25
7	3	main-main		0 Ω	100
8		main-fessier			50
9		mains-fessier			25

### I.3 Calcul du courant limite

Le niveau de danger correspondant à l'écoulement du courant à travers le corps humain dépend de son intensité et de sa durée.

Dans la Figure I.3 sont représentées respectivement les zones limites correspondant à différents effets physiologiques sur le corps humain et leur description dans le cas d'un courant alternatif.

Dans la Figure I.4 sont représentées respectivement les zones limites correspondant à différents effets physiologiques pour le corps humain et leur description dans le cas d'un courant continu.

Ces valeurs de courant peuvent changer en fonction des trajets de courant dans le corps humain; le facteur à prendre en considération pour ce phénomène est appelé "le facteur courant-cœur" F, dont la valeur est indiquée dans le Tableau I.4.

Par conséquent, on a:

$$I_h = \frac{I_{ref}}{F}$$

où:

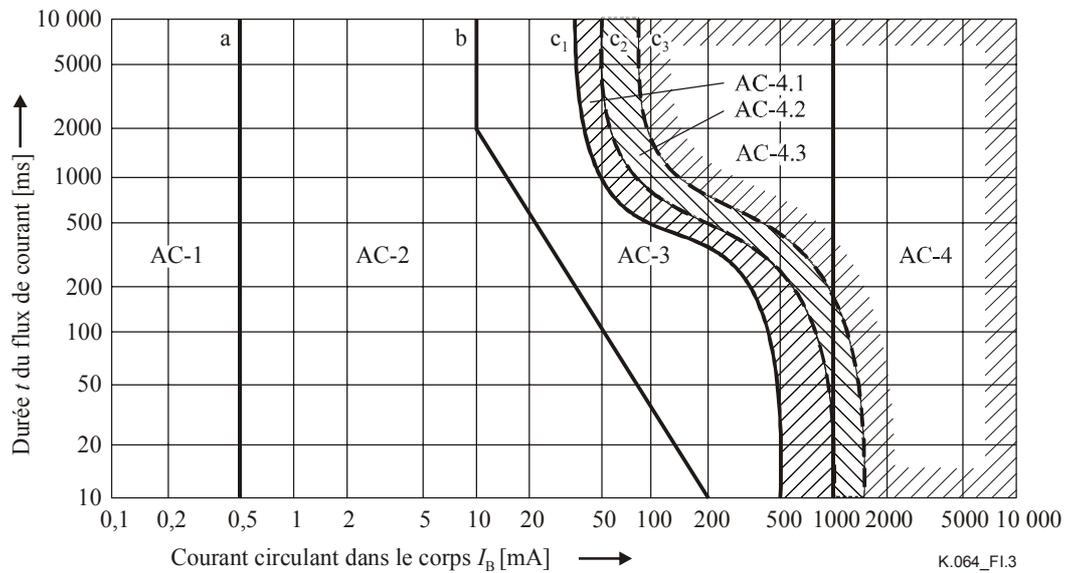
$I_{ref}$  est le courant de référence dans les Figures I.3 et I.4

$I_h$  est le courant pour les différents trajets indiqués dans le Tableau I.2

Dans le cas de trajets similaires, on doit prendre la valeur la plus prudente de F.

Dans le Tableau I.3, on met en évidence les valeurs limites pour un courant alternatif et un courant continu relativement à la courbe "b".

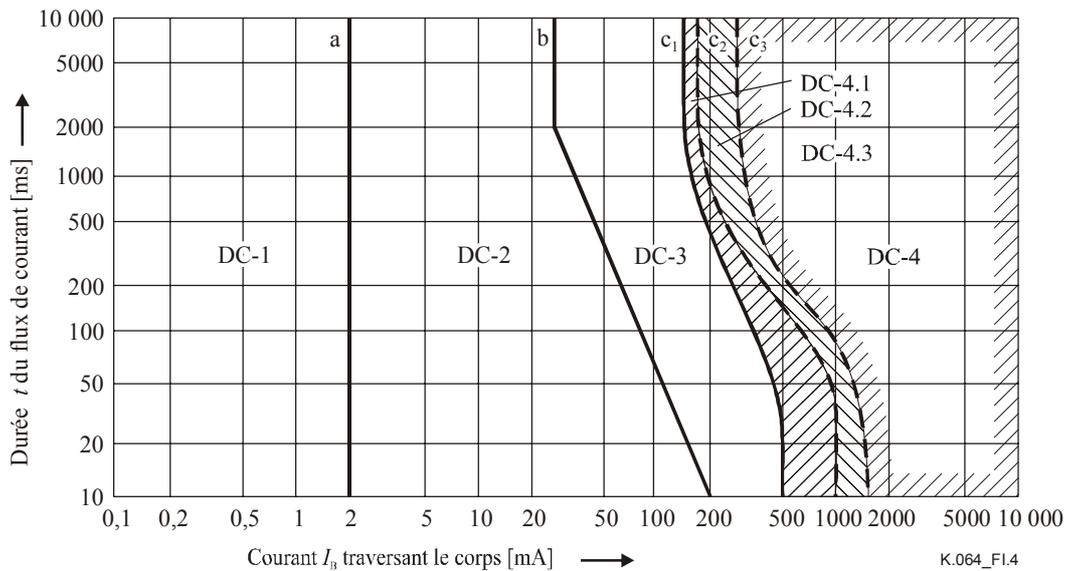
Dans le Tableau I.4, on met en évidence les valeurs limites pour un courant alternatif et un courant continu relativement à la courbe "c<sub>1</sub>".



#### Descriptions des zones

Désignation de la zone	Limites de zone	Effets physiologiques
AC-1	Jusqu'à 0,5 mA ligne a	Pas de réaction en général.
AC-2	0,5 mA jusqu'à ligne b (Note)	Pas d'effets physiologiques gênants en général.
AC-3	Ligne b jusqu'à la courbe $c_1$	En général, on ne doit pas s'attendre à l'apparition de lésion organique. La probabilité de contractions musculaires de type crampe et de difficultés respiratoires pour des durées de flux de courant supérieures à 2 s. Troubles réversibles de formation et de conduction des impulsions cardiaques avec fibrillation auriculaire et un arrêt cardiaque transitoire sans fibrillation ventriculaire qui augmente avec le courant et le temps.
AC-4	Au-dessus de la courbe $c_1$	Augmentant avec l'intensité et le temps, des effets pathophysiologiques dangereux tels un arrêt cardiaque, un arrêt respiratoire et des brûlures sévères peuvent apparaître outre les effets de la zone 3.
AC-4.1	$c_1 - c_2$	Probabilité de fibrillation ventriculaire augmentant jusqu'à environ 5%.
AC-4.2	$c_2 - c_3$	Probabilité de fibrillation ventriculaire jusqu'à environ 50%.
AC-4.3	Au-delà de la courbe $c_3$	Probabilité de fibrillation ventriculaire supérieure à environ 50%.
NOTE – Pour des durées de flux de courant inférieures à 10 ms, la limite de courant circulant dans le corps pour la ligne b reste constante à 200 mA.		

**Figure I.3/K.64 – Effets physiologiques d'un courant alternatif pour le corps humain**



Descriptions des zones

Désignation de la zone	Limites de zone	Effets physiologiques
DC-1	Jusqu'à 2 mA ligne a	Pas de réaction en général.
DC-2	2 mA jusqu'à ligne b (Note)	Pas d'effets physiologiques gênants en général.
DC-3	Ligne b jusqu'à la courbe c <sub>1</sub>	En général pas de lésion organique. Lorsque le courant et la durée d'exposition augmentent, des perturbations réversibles de formation et de conduction des impulsions cardiaques peuvent apparaître.
DC-4	Au-dessus de la courbe c <sub>1</sub>	Augmentant avec l'intensité et le temps, des effets pathophysiologiques dangereux tels un arrêt cardiaque, un arrêt respiratoire et brûlures sévères peuvent apparaître outre les effets de la zone 3.
DC-4.1	c <sub>1</sub> – c <sub>2</sub>	Probabilité de fibrillation ventriculaire augmentant à environ 5%.
DC-4.2	c <sub>2</sub> – c <sub>3</sub>	Probabilité de fibrillation ventriculaire jusqu'à environ 50%.
DC-4.3	Au-delà de la courbe c <sub>3</sub>	Probabilité de fibrillation ventriculaire supérieure à environ 50%.
NOTE – Pour des durées de flux de courant inférieures à 10 ms, la limite de courant circulant dans le corps pour la ligne b reste constante à 200 mA.		

Figure I.4/K.64 – Effets physiologiques d'un courant continu pour le corps humain

Tableau I.2/K.64 – Facteur cœur-courant

Trajet du courant	Facteur cœur-courant <i>F</i>
Main gauche-pied gauche, pied droit ou les deux pieds	1,0
Les deux mains-les deux pieds	1,0
Main gauche-main droite	0,4
Main droite-pied gauche, pied droit ou les deux pieds	0,8
Dos-main droite	0,3
Dos-main gauche	0,7
Poitrine-main droite	1,3
Poitrine-main gauche	1,5
Fessier-main gauche, main droite ou les deux mains	0,7

**Tableau I.3/K.64 – Valeurs limites des courants alternatifs et continus pour la courbe b**

Cas	Type d'environnement	Trajet de contact	Condition des chaussures	Impédance de contact avec le sol, le mur ou les parties métalliques	% d'impédance du corps humain relativement au trajet [k]	Facteur cœur-courant F	Référence de courant en courant alternatif pour la courbe 'b' [mA]	Limite de courant alternatif pour la courbe 'b' [mA]	Référence de courant continu pour la courbe 'b' [mA]	Limite de courant continu pour la courbe 'b' [mA]
1	1	main-pieds	trempées ou très trempées	1200	75	1,0	10,0	10,00	30,0	30,00
2		main-pieds			50					
3		main-pied			100					
4	2	main-main		200	100	0,4		25,00		75,00
5		mains-fessier			50	0,7		14,29		42,86
6		mains-fessier			25					
7	3	main-main		0	100	0,4		25,00		75,00
8		mains-fessier			50	0,7		14,29		42,86
9		mains-fessier			25					

**Tableau I.4/K.64 – Valeurs limites des courants alternatifs et continus pour la courbe c<sub>1</sub>**

Cas	Type d'environnement	Trajet de contact	Condition des chaussures	Impédance de contact avec le sol, le mur ou les parties métalliques	% d'impédance du corps humain relativement au trajet [k]	Facteur cœur-courant F	Référence de courant en courant alternatif pour la courbe 'c <sub>1</sub> ' [mA]	Limite de courant alternatif pour la courbe 'c <sub>1</sub> ' [mA]	Référence de courant continu pour la courbe 'c <sub>1</sub> ' [mA]	Limite de courant continu pour la courbe 'c <sub>1</sub> ' [mA]
1	1	main-pieds	trempées ou très trempées	1200	75	1,0	40,0	40,00	150,0	150,00
2		main-pieds			50					
3		main-pied			100					
4	2	main-main		200	100	0,4		100,00		375,00
5		main-fessier			50	0,7		57,14		214,29
6		mains-fessier			25					
7	3	main-main		0	100	0,4		100,00		375,00
8		main-fessier			50	0,7		57,14		214,29
9		main-fessier			25					

#### I.4 Calcul des limites de tension

Les limites de tension à calculer, pour les cas identifiés, correspondent aux valeurs générant les impédances du corps indiquées dans la Figure I.1 dont les courants circulant à travers le trajet de contact doivent être inférieures aux limites indiquées dans les Tableaux I.3 et I.4.

Un récapitulatif des calculs figure dans le Tableau I.5 dans lequel on montre les plages de tension pour identifier les tensions correspondant à la valeur limite de courant en rapport avec les courbes 'b' et 'c<sub>1</sub>'.

Par conséquent, il est possible de formuler les conclusions suivantes:

- pour un environnement de type 1, il n'existe pas de cas critique en courant alternatif car il n'y a pas de valeur inférieure à 65 Vac; en ce qui concerne les tensions continues, le cas le plus critique est le 2<sup>e</sup> cas, car il présente la fourchette la plus petite de tensions en ce qui concerne l'autre ayant une tension inférieure à 140 Vcc;

- pour les environnements de types 2 et 3, les cas les plus critiques sont le 6<sup>e</sup> et 9<sup>e</sup> cas pour ce qui est des tensions alternatives et des tensions continues car ils présentent la plage la plus faible de valeurs de tension par rapport aux autres ayant moins de 65 Vac et 140 Vcc respectivement.

Une analyse mathématique des valeurs signalées dans le Tableau I.5 permet d'associer la valeur limite de courant à la tension relative et de définir les valeurs critiques suivantes:

- environnement de type 1 (cas 2): 105 Vcc.
- environnements de types 2 et 3 (cas 6 et 9): 90 Vcc et 60 Vac.

**Tableau I.5/K.64 – Tensions limites correspondantes pour les courbes b et c<sub>1</sub>**

Tension de contact [Volt]				25	50	75	100	125	150	175	200	Limite de courant alternatif pour la courbe 'b' [mA]	Plage de tension correspondant au courant limite en alternatif [V]	Limite de courant en courant continu pour la courbe 'b' [mA]	Plage de tension correspondant au courant limite en courant continu [V]	Limite de courant alternatif pour la courbe 'c <sub>1</sub> ' [mA]	Plage de tension correspondant au courant limite en alternatif [V]	Limite de courant en courant continu pour la courbe 'c <sub>1</sub> ' [mA]	Plage de tension correspondant au courant limite en courant continu [V]																					
Impédance du corps humain en ce qui concerne le contact de surface et le contact avec une tension [Ω]				32000	19000	12500	7800	5000	3800	2900	2200																													
Cas	Type d'environnement	Etat des chaussures	Trajet de contact																																					
1	1	mouillé ou trompé	main-pieds	k	75								10	75-100	30	125-150	40	150-175	150	> 200																				
				Z <sub>b</sub>	24000	14250	9375	5850	3750	2850	2175	1650																												
				Z <sub>c</sub>	1200																																			
				Z	25200	15450	10575	7050	4950	4050	3375	2850																												
I			<b>0,99</b>	<b>3,24</b>	<b>7,09</b>	<b>14,18</b>	<b>25,25</b>	<b>37,04</b>	<b>51,85</b>	<b>70,18</b>																														
2			1	mouillé ou trompé	mains-pieds	k	50														10	75	30	100-125	40	125-150	150	> 200												
						Z <sub>b</sub>	16000	9500	6250	3900	2500	1900																	1450	1100										
						Z <sub>c</sub>	1200																																	
						Z	17200	10700	7450	5100	3700	3100																	2650	2300										
I					<b>1,45</b>	<b>4,67</b>	<b>10,07</b>	<b>19,61</b>	<b>33,78</b>	<b>48,39</b>	<b>66,04</b>	<b>86,96</b>																												
3					1	mouillé ou trompé	main-pied	k	100																				10	75-100	30	150	40	150-175	150	> 200				
								Z <sub>b</sub>	32000	19000	12500	7800																									5000	3800	2900	2200
	Z <sub>c</sub>	1200																																						
	Z	33200						20200	13700	9000	6200	5000	4100	3400																										
I	<b>0,75</b>	<b>2,48</b>					<b>5,47</b>	<b>11,11</b>	<b>20,16</b>	<b>30,00</b>	<b>42,68</b>	<b>58,82</b>																												
4	2	sec					main-main	k	100								25	125-150	75	175-200																	100	> 200	375	> 200
								Z <sub>b</sub>	32000	19000	12500	7800	5000	3800	2900	2200																								
			Z <sub>c</sub>	200																																				
			Z	32200				19200	12700	8000	5200	4000	3100	2400																										
I			<b>0,78</b>	<b>2,60</b>			<b>5,91</b>	<b>12,50</b>	<b>24,04</b>	<b>37,50</b>	<b>56,45</b>	<b>83,33</b>																												
5			2	sec			main-fessier	k	50												14,29	75-100	42,86	100-125	57,14	214,29	214,29	> 200												
								Z <sub>b</sub>	16000	9500	6250	3900	2500	1900	1450	1100																								
					Z <sub>c</sub>	200																																		
					Z	16200		9700	6450	4100	2700	2100	1650	1300																										
I					<b>1,54</b>	<b>5,15</b>	<b>11,63</b>	<b>24,39</b>	<b>46,30</b>	<b>71,43</b>	<b>106,06</b>	<b>153,85</b>																												
6					2	sec	mains-fessier	k	25																				14,29	50-75	42,86	75-100	57,14	214,29	214,29	175-200				
								Z <sub>b</sub>	8000	4750	3125	1950	1250	950	725	550																								
	Z <sub>c</sub>	200																																						
	Z	8200						4950	3325	2150	1450	1150	925	750																										
I	<b>3,05</b>	<b>10,10</b>					<b>22,56</b>	<b>46,51</b>	<b>86,21</b>	<b>130,43</b>	<b>189,19</b>	<b>266,67</b>																												

**Tableau I.5/K.64 – Tensions limites correspondantes pour les courbes b et c<sub>1</sub>**

Tension de contact [Volt]				25	50	75	100	125	150	175	200	Limite de courant alternatif pour la courbe 'b' [mA]	Plage de tension correspondant au courant limite en alternatif [V]	Limite de courant en courant continu pour la courbe 'b' [mA]	Plage de tension correspondant au courant limite en courant continu [V]	Limite de courant alternatif pour la courbe 'c <sub>1</sub> ' [mA]	Plage de tension correspondant au courant limite en alternatif [V]	Limite de courant en courant continu pour la courbe 'c <sub>1</sub> ' [mA]	Plage de tension correspondant au courant limite en courant continu [V]					
Impédance du corps humain en ce qui concerne le contact de surface et le contact avec une tension [Ω]				32000	19000	12500	7800	5000	3800	2900	2200													
Cas	Type d'environnement	Etat des chaussures	Trajet de contact																					
7	3		main-main	k	100								25	125	75	175-200	100	> 200	375	> 200				
				Z <sub>b</sub>	32000	19000	12500	7800	5000	3800	2900	2200												
				Z <sub>c</sub>	0																			
				Z	32000	19000	12500	7800	5000	3800	2900	2200												
I			<b>0,78</b>	<b>2,63</b>	<b>6,00</b>	<b>12,82</b>	<b>25,00</b>	<b>39,47</b>	<b>60,34</b>	<b>90,91</b>														
8			3		main-fessier	k	50								14,29	75-100	42,86	100-125	57,14	125-150	214,29	> 200		
						Z <sub>b</sub>	16000	9500	6250	3900	2500	1900	1450	1100										
						Z <sub>c</sub>	0																	
						Z	16000	9500	6250	3900	2500	1900	1450	1100										
I					<b>1,56</b>	<b>5,26</b>	<b>12,00</b>	<b>25,64</b>	<b>50,00</b>	<b>78,95</b>	<b>120,69</b>	<b>181,82</b>												
9					3		mains-fessier	k	25								14,29	50-75	42,86	75-100	57,14	100-125	214,29	150-175
								Z <sub>b</sub>	8000	4750	3125	1950	1250	950	725	550								
	Z <sub>c</sub>	0																						
	Z	8000	4750	3125				1950	1250	950	725	550												
I	<b>3,13</b>	<b>10,53</b>	<b>24,00</b>	<b>51,28</b>			<b>100,00</b>	<b>157,89</b>	<b>241,38</b>	<b>363,64</b>														



## SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
Série B	Moyens d'expression: définitions, symboles, classification
Série C	Statistiques générales des télécommunications
Série D	Principes généraux de tarification
Série E	Exploitation générale du réseau, service téléphonique, exploitation des services et facteurs humains
Série F	Services de télécommunication non téléphoniques
Série G	Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques
Série H	Systèmes audiovisuels et multimédias
Série I	Réseau numérique à intégration de services
Série J	Réseaux câblés et transmission des signaux radiophoniques, télévisuels et autres signaux multimédias
<b>Série K</b>	<b>Protection contre les perturbations</b>
Série L	Construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures
Série M	RGT et maintenance des réseaux: systèmes de transmission, circuits téléphoniques, télégraphie, télécopie et circuits loués internationaux
Série N	Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophonique et télévisuelle
Série O	Spécifications des appareils de mesure
Série P	Qualité de transmission téléphonique, installations téléphoniques et réseaux locaux
Série Q	Commutation et signalisation
Série R	Transmission télégraphique
Série S	Equipements terminaux de télégraphie
Série T	Terminaux des services télématiques
Série U	Commutation télégraphique
Série V	Communications de données sur le réseau téléphonique
Série X	Réseaux de données et communication entre systèmes ouverts
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information, protocole Internet et réseaux de nouvelle génération
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication