

# Directives de sécurité de la FKH

03.06.2020

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Directives de sécurité de la FKH .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Sécurité du travail .....</b>	<b>2</b>
2.1	Essais de haute tension sur site .....	2
2.2	Prélèvement d'échantillons d'huile dans les installations à haute tension des clients	9
<b>3</b>	<b>Équipement de protection individuelle (EPI) .....</b>	<b>10</b>
3.1	Principes de base .....	10
3.2	Entretien et contrôle des EPI .....	10
3.3	Vêtements de signalisation .....	10
3.4	Chaussures de sécurité .....	10
3.5	Casque de protection.....	10
3.6	Sécurité antichute (EPIaC) .....	10
3.7	Vêtements de protection contre les arcs électriques parasites.....	10
3.8	EPI supplémentaires.....	11
3.9	Équipement standard pour les essais sur site.....	11
<b>4</b>	<b>Organisation en cas d'urgence.....</b>	<b>11</b>
4.1	Comportement dans les situations d'urgence.....	11
4.2	Formation aux premiers secours (BLS et CPR) .....	11
4.3	Informations en cas d'accidents et de situations d'urgence.....	11
4.4	Pour les essais sur site .....	11

# 1 Directives de sécurité de la FKH

- La FKH promeut la sécurité et la santé de ses collaborateurs par des instructions, une organisation du travail et une formation appropriée.
- La santé, la sécurité et le bien-être de ses collaborateurs et de ses clients sont une priorité absolue pour la FKH.
- La culture de la sécurité au sein de la FKH est observée et contrôlée en permanence avec la participation de tous les collaborateurs.
- Pour que le modèle de sécurité soit efficace, il est porté à la connaissance du personnel et appliqué en premier lieu par les supérieurs hiérarchiques et les chefs de projets.
- Le présent document n'est pas exhaustif, il est constamment complété, enrichi et adapté à l'état de la technique.

## 2 Sécurité du travail

### 2.1 Essais de haute tension sur site

#### 2.1.1 Principes de base

Les points suivants doivent être observés pour la planification et la réalisation d'essais sur site.

- **Planification préalable**  
Intégrer la sécurité des essais dès les discussions préliminaires (reconnaissance). Les prescriptions de sécurité de l'exploitant de l'installation doivent être connues.
- **Éviter la pression du temps**  
La sécurité du travail est toujours une priorité. Appliquer des mesures entraînant un accroissement de la sécurité pour les personnes et les installations partout où cela est justifiable.
- **Redondance de la sécurité dans la conception des essais**  
Une mauvaise manipulation/omission sur un composant ne doit pas entraîner des situations dangereuses

L'exploitant veille à ce que les composants de l'installation à tester soient mis hors tension conformément aux **5 + 5 règles de sécurité** de la Suva :

#### **Pour les travaux hors tension :**

1. Déclencher et ouvrir les sectionneurs de toutes parts
2. Les assurer contre le réenclenchement
3. Vérifier l'absence de tension
4. Mettre à la terre et en court-circuit
5. Protéger contre les parties voisines restées sous tension

+

1. Exiger des mandats précis
2. Employer du personnel qualifié
3. Utiliser des équipements sûrs
4. Porter les équipements de protection
5. Contrôler les installations avant la mise en service

### 2.1.2 Barrer et signaler

La zone de danger autour de l'installation d'essai doit être protégée contre tout accès pendant l'essai (distances minimales au paragraphe 2.1.5). Pour cela, on utilise généralement des systèmes de barrage (cordons avec drapeaux d'avertissement, voir Illustration 1) de la FKH.

Si un barrage complet n'est pas possible pour des raisons pratiques, le personnel de surveillance doit être utilisé pour contrôler l'accès à l'installation d'essai.

Si le personnel d'exploitation n'a pas de vue sur l'installation d'essai, il faut employer suffisamment de personnel de surveillance. Si cela n'est pas possible, l'installation d'essai doit être clôturée.



**Illustration 1 : Système de barrage autour de l'installation d'essai au moyen de cordons avec drapeaux d'avertissement**

Si des parties sous tension de l'installation testée se trouvent dans des espaces fermés (par exemple, des boîtes d'extrémités à l'air libre dans des installations intérieures), les accès sont surveillés ou fermés, et munis en outre de panneaux d'avertissement de la FKH. Des voies d'évacuation appropriées doivent être déterminées avant de débiter les essais.

Les responsables du chantier/de l'installation du client doivent être informés du déroulement de l'essai et des mesures de sécurité mises en œuvre.

La zone interdite d'accès doit être de nouveau libérée une fois l'essai de haute tension terminé.

### 2.1.3 Circuit de sécurité

Pour les essais sur site, un circuit de sécurité, avec interrupteur(s) d'arrêt d'urgence et dispositifs d'alerte optiques et sonores, est installé.

### 2.1.4 Mise à la terre

Toutes les parties de l'installation d'essai (source d'essai exploitée et instruments de mesure) sont reliées au système de mise à la terre installé de façon permanente (mise à la terre de l'installation) de manière clairement identifiable. La norme pour les connexions à la terre est un câble de cuivre de 35 mm<sup>2</sup> avec isolation jaune-vert.

Pour tous les essais de haute tension (sauf les mesures de mise à la terre), il doit y avoir une mise à la terre entre la partie de l'installation testée et les installations restées en exploitation et sous tension (une simple séparation ne suffit pas).

Pour les mesures d'impédance et de mise à la terre, il faut veiller à ce qu'aucune tension dangereuse ne puisse être relevée aux extrémités ouvertes des câbles pendant les travaux de montage ou les mesures.

### 2.1.5 Distances entre les systèmes de barrage et les éléments de l'installation d'essai de la FKH

La règle interne de la FKH concernant la distance horizontale entre les systèmes de barrage et les éléments sous haute tension est :

$$\text{Tension (en } kV_{\text{eff}} \text{ pour le courant alternatif, } kV_{\text{max}} \text{ pour l'impulsionnel)} \times 0,01 \text{ m} + 1,5 \text{ m}$$

Distance supplémentaire lors de l'utilisation de systèmes de barrage à chaînes

Cela permet de respecter également la zone de danger (« zone d'interdiction ») de la norme EN 50191 (« installation et exploitation des équipements électriques d'essais ») pour toutes les formes de tension (tension alternative d'essai, tension de choc de foudre et tension de choc de commutation). Comme la norme EN 50191 autorise dans certains cas des distances inférieures à la règle de la FKH, le tableau de la norme EN 50191 doit être consulté en cas de place limitée (voir

Tableau 1).

**Tableau 1 : Distances de sécurité (« zone d'interdiction ») pour les essais de haute tension selon la norme EN 50191**

Tabelle A.2 – Verbotszone (s) in Abhängigkeit von Prüfspannungen gegen Erde (U)

Prüfwechselfspannung 50/60 Hz (Effektivwert)		Blitzstoßspannung 1,2/50 µs (Scheitelwert)		Schaltstoßspannung 250/2 500 µs (Scheitelwert)	
U kV	s <sup>a</sup> mm	U kV	s mm	U kV	s mm
≤ 1	Keine Berührung	20	100	500	2 000
3	20	40	175	600	2 600
5	30	60	250	700	3 300
6	35	80	325	800	4 100
10	60	100	400	900	4 900
15	85	150	550	1 000	5 800
20	115	200	700	1 100	6 800
25	140	250	850	1 200	7 800
30	170	300	1 000	1 300	8 900
35	195	350	1 100	1 400	10 000
40	225	400	1 200	1 500	11 200
45	250	450	1 300	1 600	12 500
50	280	500	1 400		
55	305	600	1 650		
60	335	700	1 950		
70	390	800	2 200		
80	450	900	2 450		
90	510	1 000	2 700		
100	560	1 100	2 950		
110	620	1 200	3 250		
130	740	1 300	3 500		
150	860	1 400	3 750		
170	980	1 500	4 000		
190	1 100				
210	1 240				
220	1 300				
260	1 550				
300	1 850				
340	2 150				
380	2 450				
420	2 750				
460	3 100				
500	3 500				
600	4 500				
700	5 600				
800	6 900				
900	8 300				
1 000	9 900				

Zwischenwerte dürfen durch Interpolation gewonnen werden, eine lineare Extrapolation über die größten angegebenen Werte hinaus ist jedoch nicht zulässig.  
Für Prüfgleichspannungen bis 1 000 kV sind die Abstände s wie für Blitzstoßspannungen einzuhalten.  
Die Tabelle gilt nicht für hochfrequente oder andere nicht aufgeführte Spannungen.

<sup>a</sup> s ist der Abstand in Luft von unter Spannung stehenden Teilen.

Des valeurs indicatives pour les distances entre les parties sous tension de l'installation d'essai et les objets mis à la terre afin d'éviter une décharge disruptive à la terre pendant l'essai sont données à l'annexe 2.1.7.

Des informations sur les distances de sécurité entre les parties sous tension de l'installation d'essai et les parties de l'installation sous tension de service sont données à l'annexe 2.1.8.

### 2.1.6 Distances de sécurité vis-à-vis des parties de l'installation sous tension de service

À l'emplacement de l'essai, l'exploitant de l'installation doit s'assurer que les éléments sous tension de service sont suffisamment sécurisés.

Les rayons définis dans la norme EN 50110-1 s'appliquent (voir Illustration 2). Les rayons de la zone d'approche (D<sub>V</sub>) et de la zone de danger (D<sub>L</sub>) en fonction du niveau de tension sont indiqués dans le Tableau 2.

La zone d'approche peut être délimitée par des clôtures, des planchéiages, des grilles ou des barrières de protection (Illustration 2). La zone de danger peut être délimitée par des dispositifs de protection appropriés et testés (barrières de protection isolantes IP 2X ou 3X) ou par un blindage mis à la terre (Illustration 2).

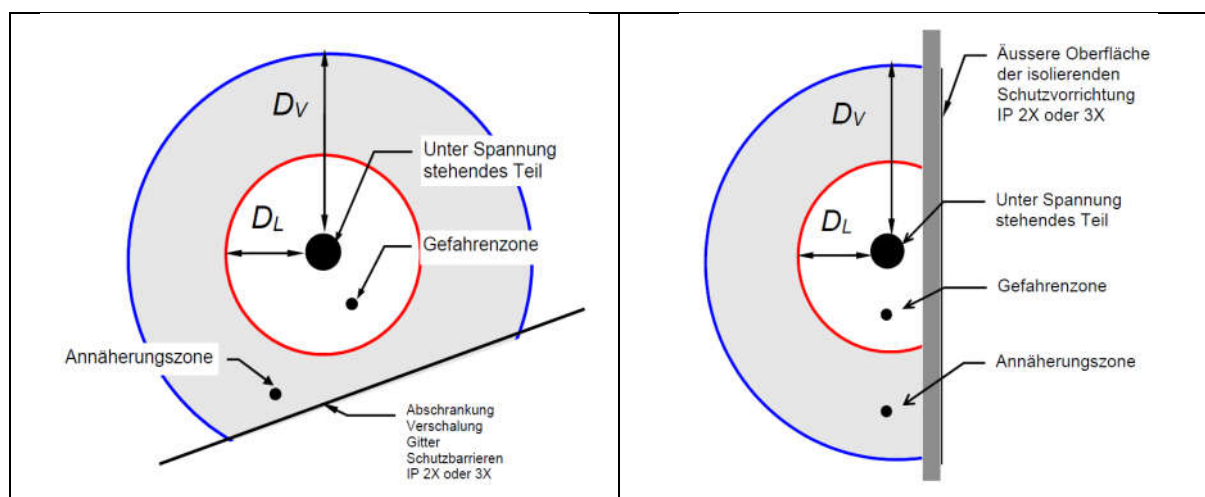


Illustration 2 : Définition des zones de travail selon la norme EN 50110-1:2013

Tableau 2 : Rayons des zones d'approche et de danger selon la norme EN 50110-1:2013

Tension de service $U_N$ (valeur efficace) [kV]	Distance minimale acceptable dans l'air définissant la limite extérieure de la zone de danger	Distance minimale acceptable dans l'air définissant la limite extérieure de la zone d'approche
	$D_L$ [mm]	$D_V$ [mm]
$\leq 1$	Pas de contact	300
3	60	1120
6	90	1120
10	120	1150
15	160	1160
20	220	1220
30	320	1320
36	380	1380
45	480	1480
60	630	1630
70	750	1750
110	1000	2000
132	1100	3000
150	1200	3000
220	1600	3000
275	1900	4000
380	2500	4000
480	3200	6100
700	5300	8400

### 2.1.7 Distances entre l'installation d'essai de la FKH et les objets mis à la terre

L'illustration 3 indique les tensions disruptives en fonction de la distance pour les formes de tensions pertinentes. En cas de décharge disruptive lors d'un essai sur un câble, il peut se produire, dans le pire des cas, un doublement de la tension au niveau des bobines à résonance.

La formule suivante spécifie pour la valeur effective de la tension d'essai  $U_{P,eff}$  la distance minimale nécessaire  $s$ , pour laquelle aucune décharge disruptive ne peut plus se produire, même en cas de doublement de la tension :

$$s = \frac{U_{P,eff}}{1.88}$$

Les distances de décharge disruptive ont un comportement non linéaire pour les tensions aux fréquences d'essai (20 – 300 Hz) en raison des processus de pré-décharge. Les distances minimales pour les tensions 50/60 Hz (valeur efficace et valeur de crête) sont également indiquées sur le graphique.

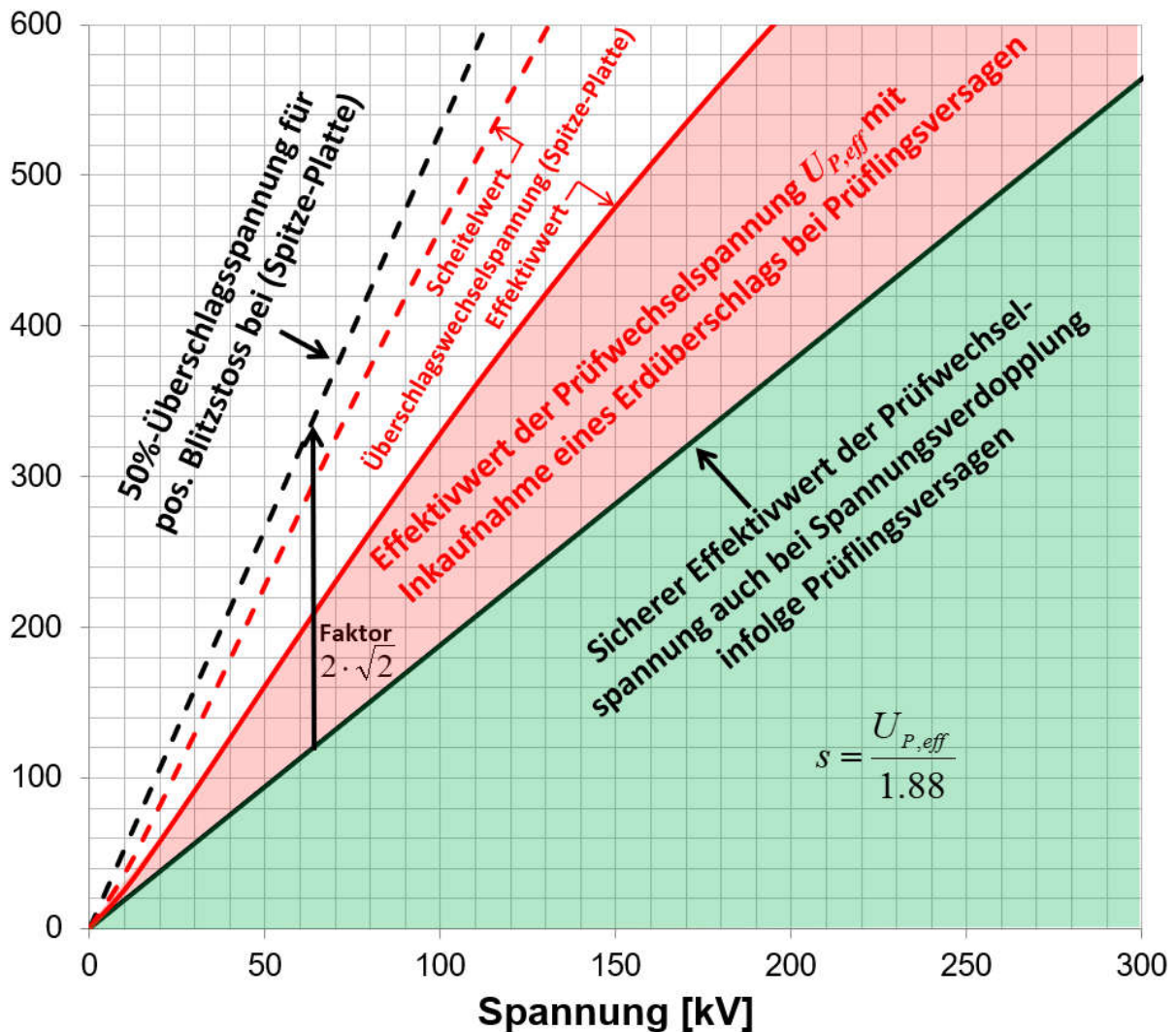


Illustration 3: Rapport entre la distance nécessaire vis-à-vis des éléments mis à la terre et les tensions d'essai admissibles

### 2.1.8 Distances entre l'installation d'essai de la FKH et les éléments sous tension de service

Pour la définition d'une distance de sécurité entre l'installation d'essai à haute tension et les parties de l'installation de commutation sous tension, un projet de discussion élaboré par la FKH pour une normalisation définitive fait office de directive.

Le rapport peut être utilisé pour toutes les formes de tensions d'essai de  $\hat{U}_s = 0 \dots 2000$  kV et définit la distance directe la plus courte entre les parties sous tension de l'installation d'essai et l'installation de commutation.

Le Tableau 3 indique les distances minimales (en mètres) pour des tensions de service usuelles en fonction de la tension d'essai.

**Tableau 3: Distances minimales, en mètres, entre les parties sous tension d'essai et les parties sous tension de service**

		Tension de service [kV]											
		15	20	30	45	50	60	110	132	150	220	275	380
		Tension maximale de service [kV]											
		17.5	24	36	52	60	72.5	123	145	170	245	300	420
Tension d'essai [kV]	10	1.6	1.6	1.7	1.7	1.8	1.8	2.0	2.1	2.3	2.6	2.9	3.6
	20	1.7	1.7	1.7	1.8	1.8	1.9	2.1	2.1	2.3	2.7	2.9	3.6
	30	1.7	1.8	1.8	1.8	1.8	1.9	2.1	2.1	2.3	2.7	3.0	3.7
	40	1.8	1.8	1.9	1.9	1.9	1.9	2.2	2.2	2.4	2.7	3.0	3.7
	50	1.9	1.9	1.9	2.0	2.0	2.0	2.2	2.2	2.4	2.8	3.1	3.8
	60	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.1	2.2	2.2	2.5	2.8	3.1	3.8
	70	2.0	2.0	2.1	2.1	2.1	2.2	2.3	2.3	2.5	2.9	3.2	3.9
	80	2.1	2.1	2.2	2.2	2.2	2.2	2.4	2.4	2.5	2.9	3.2	4.0
	90	2.2	2.2	2.2	2.3	2.3	2.3	2.4	2.4	2.6	3.0	3.3	4.0
	100	2.3	2.3	2.3	2.3	2.4	2.4	2.5	2.5	2.6	3.0	3.3	4.1
	110	2.3	2.4	2.4	2.4	2.4	2.5	2.6	2.6	2.7	3.1	3.4	4.1
	120	2.4	2.4	2.5	2.5	2.5	2.6	2.7	2.7	2.8	3.1	3.4	4.2
	130	2.5	2.5	2.6	2.6	2.6	2.6	2.8	2.8	2.9	3.2	3.5	4.2
	140	2.6	2.6	2.6	2.7	2.7	2.7	2.9	2.9	3.0	3.2	3.5	4.3
	150	2.7	2.7	2.7	2.8	2.8	2.8	3.0	3.0	3.1	3.3	3.6	4.4
	160	2.8	2.8	2.8	2.9	2.9	2.9	3.1	3.1	3.2	3.4	3.6	4.4
	170	2.9	2.9	2.9	3.0	3.0	3.0	3.1	3.2	3.3	3.5	3.7	4.5
	180	2.9	3.0	3.0	3.0	3.1	3.1	3.2	3.3	3.4	3.6	3.8	4.6
	190	3.0	3.1	3.1	3.1	3.2	3.2	3.3	3.4	3.5	3.7	3.9	4.6
	200	3.1	3.2	3.2	3.2	3.3	3.3	3.4	3.5	3.6	3.8	4.0	4.7
220	3.3	3.4	3.4	3.4	3.5	3.5	3.7	3.7	3.8	4.1	4.2	4.8	
240	3.5	3.6	3.6	3.7	3.7	3.7	3.9	3.9	4.0	4.3	4.5	5.0	
260	3.8	3.8	3.8	3.9	3.9	3.9	4.1	4.1	4.3	4.5	4.7	5.2	
280	4.0	4.0	4.0	4.1	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.8	5.0	5.5	
300	4.2	4.2	4.3	4.3	4.4	4.4	4.6	4.6	4.8	5.1	5.3	5.8	
320	4.5	4.5	4.5	4.6	4.6	4.7	4.9	4.9	5.0	5.4	5.6	6.1	
340	4.7	4.7	4.8	4.9	4.9	4.9	5.1	5.1	5.3	5.7	5.9	6.5	
360	5.0	5.0	5.1	5.1	5.2	5.2	5.4	5.4	5.6	6.0	6.2	6.8	
380	5.3	5.3	5.3	5.4	5.4	5.5	5.7	5.7	5.9	6.3	6.6	7.2	
400	5.6	5.6	5.6	5.7	5.8	5.8	6.0	6.1	6.3	6.6	6.9	7.6	
515	7.6	7.6	7.7	7.8	7.9	7.9	8.3	8.3	8.6	9.1	9.5	10.5	

### 2.1.9 Communication pendant les essais

La communication entre le responsable des essais et toutes les autres personnes impliquées (par exemple, le personnel d'exploitation de la source de haute tension de la FKH) est définie précisément avant les essais. Des moyens de communication appropriés sont utilisés pour la communication (appareils radio, téléphones portables).



### 2.1.10 Travaux de montage en hauteur

Seuls des travaux simples peuvent être effectués sur des échelles, à des hauteurs inférieures à 4 m. Les travaux de montage à une hauteur supérieure à 4 m doivent être effectués à l'aide d'une plateforme de levage.

En cas d'utilisation de plateformes de levage, les instructions et prescriptions du personnel responsable de la plateforme de levage doivent être suivies.

## 2.2 Prélèvement d'échantillons d'huile dans les installations à haute tension des clients

### Généralités

- Se faire accompagner par le personnel d'exploitation jusqu'au site de travail.
- Pour tout prélèvement d'huile, porter des lunettes de protection.
- Casque, chaussures de sécurité et vêtements de sécurité, si le client l'exige.

### Prélèvement d'échantillons au niveau des transformateurs

Pour les transformateurs de haute tension ( $U_n > 30$  kV), le prélèvement d'échantillons d'huile peut généralement se faire pendant le fonctionnement. Le personnel d'exploitation du client est responsable de la sécurité du travail et doit libérer le site de travail (distances de sécurité).

Pour les transformateurs de moyenne tension ( $U_n \leq 30$  kV), les distances de sécurité nécessaires ne sont souvent pas données. Dans ce cas, le transformateur doit être coupé et mis à la terre pour effectuer les prélèvements d'échantillons.

### Prélèvement d'échantillons au niveau des relais Buchholz

- Les relais Buchholz sont situés entre le vase d'expansion et le couvercle du transformateur, c'est-à-dire dans une zone de danger. **Le transformateur doit être coupé et mis à la terre !** S'informer et contrôler (la mise à la terre doit être visible).
- Une personne de l'usine concernée doit être présente et libérer le site de travail pour effectuer les prélèvements d'échantillons.

### Prélèvement d'échantillons au niveau des convertisseurs

- **Le convertisseur doit être coupé et mis à la terre !** S'informer et contrôler (la mise à la terre doit être visible). Les cas exceptionnels doivent être clarifiés avant l'arrivée et discutés avec le responsable de l'exploitation sur site.

## 3 Équipement de protection individuelle (EPI)

### 3.1 Principes de base

- La FKH met à la disposition de ses collaborateurs les EPI nécessaires.
- Dans les installations électriques de tiers, les règles de sécurité des exploitants de ces installations s'appliquent et doivent être clarifiées lors de la planification des essais.

### 3.2 Entretien et contrôle des EPI

Les EPI sont entretenues et contrôlées selon les indications du fabricant. Les EPI défectueux ou périmés ne doivent plus être utilisés (par exemple, les casques).

### 3.3 Vêtements de signalisation

Les vêtements de signalisation de la FKH satisfont à la classe de protection 2, conformément à la norme EN ISO 20471, et sont de couleur orange vif.

### 3.4 Chaussures de sécurité

Les chaussures de sécurité utilisées par la FKH sont conformes à la norme EN20345-S3 :

- Protection des orteils
- Protection contre la perforation
- Recouvrement de la cheville
- Semelle profilée

Le port de chaussures d'alpinisme est également autorisé pour les travaux effectués sur des échelles, des mâts ou le long de lignes.

Exigences minimales imposées à ces chaussures d'alpinisme :

- Chaussures hautes (couvrant la cheville)
- Semelle profilée dure

### 3.5 Casque de protection

La FKH utilise des casques de chantier conformes à la norme EN 397 ou des casques d'escalade conformes à la norme EN 12492.

### 3.6 Sécurité antichute (EPIaC)

Pour assurer la sécurité antichute lors des essais de transformateurs ou des travaux sur les plateformes de levage, des harnais antichute conformes à la norme DIN EN 361:2002-09 et des absorbeurs d'énergie conformes à la norme DIN EN 355:2002-09 sont utilisés.

### 3.7 Vêtements de protection contre les arcs électriques parasites

Comme les courants d'arcs possibles des sources d'essai de la FKH sont inférieurs à 1 kA, il n'existe pas de directives concernant la protection contre l'incendie/les arcs électriques.

Pour les travaux effectués dans la zone d'approche, conformément à la directive 407 de l'ESTI, il faut porter des vêtements de protection contre les arcs électriques parasites. Ces travaux étant à chaque fois bien spécifiques, les mesures de protection doivent être discutées au préalable.

Les vêtements de protection pour les travaux sur les installations électriques doivent être conformes à la norme EN 61482-1-2.

Le niveau de protection requis dépend de l'intensité du courant de court-circuit possible :

#### Niveau 1 – courant de court-circuit (1 kA - 7 kA)

- 1 x vêtement de protection conforme à la norme EN 61482-1-2 classe 1
- Casque de protection avec visière

- Gants de protection contre la chaleur avec gants isolants

### **Niveau 2 – courant de court-circuit (7 kA - 15 kA)**

- 1 x vêtement de protection conforme à la norme EN 61482-1-2 classe 2
- Casque de protection avec visière
- Gants de protection contre la chaleur avec gants isolants

### **Niveau 3 – courant de court-circuit (> 15 kA)**

- 1 x vêtement de protection conforme à la norme EN 61482-1-2 classe 1 et
- 1 x vêtement de protection conforme à la norme EN 61482-1-2 classe 2
- Casque de protection avec visière
- Gants de protection contre la chaleur avec gants isolants

## **3.8 EPI supplémentaires**

Des EPI supplémentaires (par exemple, protection des yeux, des oreilles, etc.) sont utilisés selon les réglementations du client.

## **3.9 Équipement standard pour les essais sur site**

Les EPI apportés de façon standard par la FKH pour des essais sur site sont constituées de :

- Vêtements de travail (haut et pantalon), de couleur orange vif, avec double bande réfléchissante (comme indiqué au paragraphe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**)
- Chaussures de sécurité, comme indiqué au paragraphe 3.4
- Casque de protection, comme indiqué au paragraphe 3.5
- Sécurité antichute, comme indiqué au paragraphe 3.6

# **4 Organisation en cas d'urgence**

## **4.1 Comportement dans les situations d'urgence**

En cas d'urgence, il faut :

1. Garder son calme
2. Réfléchir
3. Agir

## **4.2 Formation aux premiers secours (BLS et CPR)**

Tous les collaborateurs de la FKH sont formés aux premiers secours en cas d'accident électrique (cours de base et cours de révision périodiques).

## **4.3 Informations en cas d'accidents et de situations d'urgence**

Les accidents nécessitant un traitement médical doivent être communiqués à la direction.

De même, les incidents relevant de la sécurité doivent être signalés à la direction.

Les informations relatives aux accidents et aux situations d'urgence sont exclusivement transmises à des tiers par la direction.

## **4.4 Pour les essais sur site**

### **4.4.1 Comportement en cas d'urgence / Numéros d'urgence**

Avant le début des essais, le client ou le responsable de l'installation doit informer sur son organisation d'urgence. Les collaborateurs de la FKH doivent s'y conformer. S'il n'existe pas

d'organisation d'urgence, les numéros de téléphone et les liaisons d'urgence doivent être connus.