

Evaluation des risques liés aux CEM

Revue de la réglementation, démarche d'évaluation du
risque et cas particuliers.



www.exposum.fr



Former les préventeurs

- QHSE, HSE, SST..
- Médecins du travail, IPRP, Services de santé
- CSSCT, CSE



Sensibiliser tous les collaborateurs

- Parcours de sensibilisation généralistes
- Les ondes, les effets, la réglementation et les bonnes pratiques



Former les salariés exposés à des risques particuliers

- Situations de travail à risque
- Télécoms, travail en hauteur, industrie...



Sommaire

- 4 ○ Rappels
- 14 ○ Le recensement
- 26 ○ Les mesures d'équipements
- 41 ○ Les mesures d'environnement



Sommaire

- 4 ● **Rappels**
- 14 ○ Le recensement
- 26 ○ Les mesures d'équipements
- 41 ○ Les mesures d'environnement

Rappels sur les fondamentaux de la réglementation

➤ Réglementation sur les CEM

Public Visé

Entreprises et établissements régis par la quatrième partie du code du travail dont les **travailleurs** sont **exposés aux champs électromagnétiques**

Objet

Protection de la **santé** et de la **sécurité** des travailleurs contre les risques dus aux champs électromagnétiques

Entrée en vigueur

Depuis le **1er janvier 2017**



**Directive européenne
2013/35/UE du 26 juin 2013**



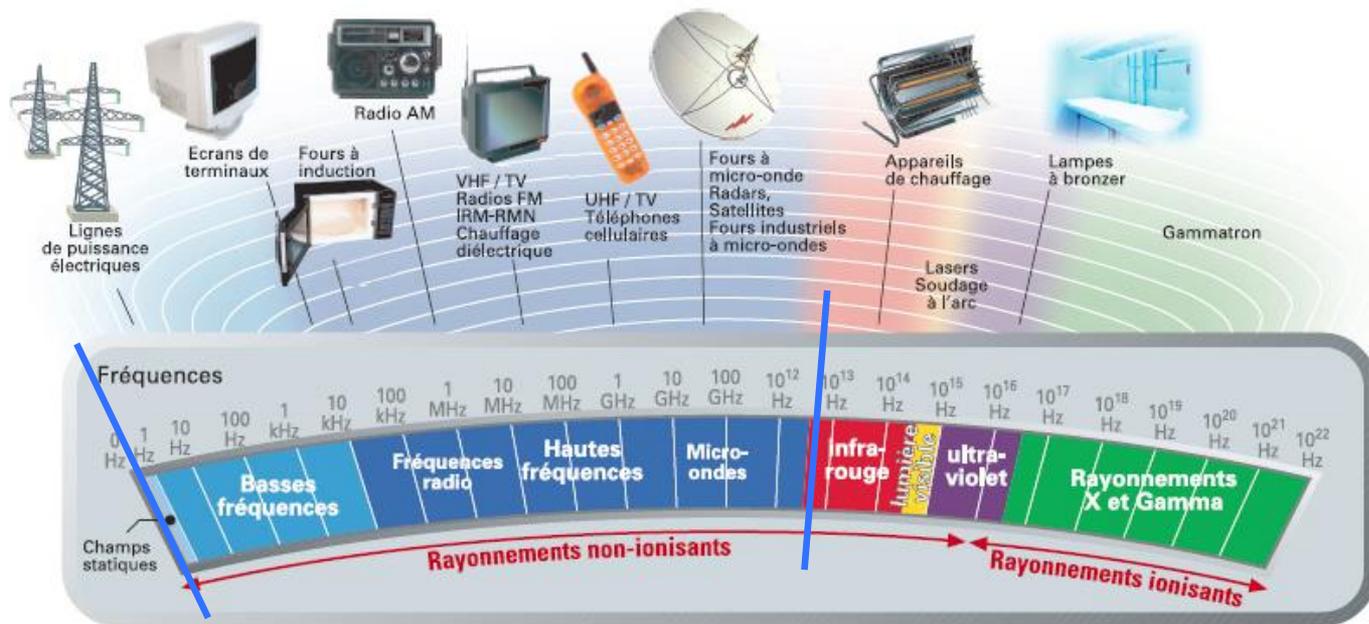
**Décret n° 2016-1074
du 3 août 2016**

Le périmètre réglementaire au sein du « spectre électromagnétique »

Décret n° 2016-1074
du 3 août 2016



Rayonnements
non-ionisants
0 Hz - 300 GHz



Effets reconnus

Fréquences
Equipements

Statique

Basse

Intermédiaire

Haute

Effets sensoriels
Effets sur la santé

Vertiges
et nausées
(mouvement)

Stimulation
sensorielle,
des nerfs et
des muscles

Échauffement
du corps ou de
certains tissus

Échauffement
des tissus
de surface

Fréquence croissante

Exemple

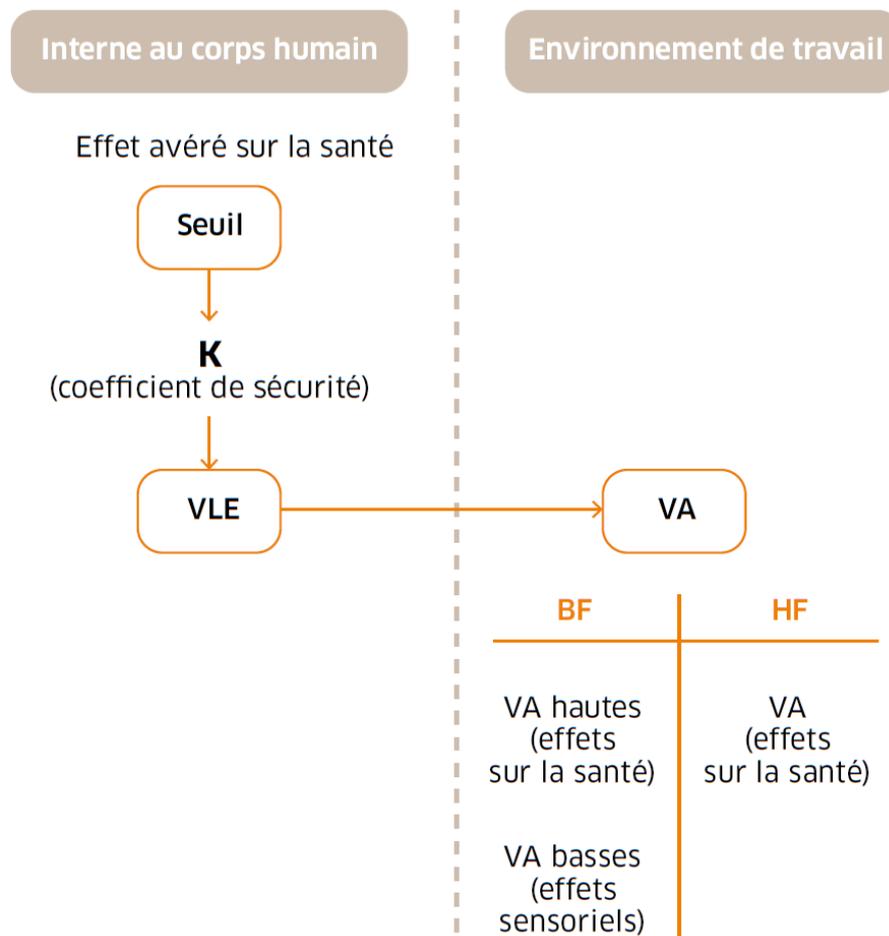


Présentation des valeurs limites d'exposition

FREQUENCES (f)	VALEURS LIMITES D'EXPOSITION PROFESSIONNELLE					
	Effets biophysiques directs	« Effets sensoriels »		« Effets sur la santé »		
		Exposition localisée de la tête	Exposition localisée des membres	Exposition ensemble du corps	Exposition localisée de la tête et du tronc	Exposition localisée des membres
$0 \text{ Hz} \leq f < 1 \text{ Hz}$		2 T	8 T	8 T	-	-
$1 \text{ Hz} \leq f < 10 \text{ Hz}$	Effets non thermiques	$0,7/f \text{ V.m}^{-1}$	-	$1,1 \text{ V.m}^{-1}$	-	-
$10 \text{ Hz} \leq f < 25 \text{ Hz}$		$0,07 \text{ V.m}^{-1}$	-		-	-
$25 \text{ Hz} \leq f < 400 \text{ Hz}$		$0,0028 f \text{ V.m}^{-1}$	-		-	-
$400 \text{ Hz} \leq f < 3 \text{ kHz}$		-	-		-	-
$3 \text{ kHz} \leq f < 100 \text{ kHz}$		-	-		$3,8 \times 10^{-4} f \text{ V.m}^{-1}$	-
$100 \text{ kHz} \leq f < 10 \text{ MHz}$	Effets thermiques	-	-	$3,8 \times 10^{-4} f \text{ V.m}^{-1}$ (non thermique) $0,4 \text{ W.kg}^{-1}$ (thermique)	10 W.kg^{-1}	20 W.kg^{-1}
$10 \text{ MHz} \leq f < 0,3 \text{ GHz}$		-	-			
$0,3 \text{ GHz} \leq f < 6 \text{ GHz}$		10 mJ.kg^{-1}	-	-		
$6 \text{ GHz} \leq f \leq 300 \text{ GHz}$		-	-	50 W.m^{-2}	-	-

VLE non
mesurables

Valeurs
déclenchant
l'action (VA)



VA liées aux effets biophysiques directs

FREQUENCE (f)	VALEURS DECLENCHANT L'ACTION				
	Effets biophysiques directs	Pour l'exposition aux champs électriques	Pour l'exposition aux champs magnétiques		Pour les courants induits
		VA(E _{eff})	VA(B _{eff})		VA(I _{eff})
			VA basse	VA haute	Exposition des membres à un champ magnétique localisé
1 Hz ≤ f < 8 Hz					
8 Hz ≤ f < 25 Hz					
25 Hz ≤ f < 50 Hz					
50 Hz ≤ f < 300 Hz 300 Hz ≤ f < 1,64 kHz					
1,64 kHz ≤ f < 2,5 kHz					
2,5 kHz ≤ f < 3 kHz					
3 kHz ≤ f < 100 kHz					
100 kHz ≤ f < 1 MHz					
1 MHz ≤ f < 10 MHz					
10 MHz ≤ f < 110 MHz					
110 MHz ≤ f < 400 MHz					
400 MHz ≤ f < 2 GHz					
2 GHz ≤ f < 300 GHz					

Valeurs mesurables dans l'environnement de travail

Exprimées en champ électrique, en champ magnétique ou en courant

Unités respectives (Volt par mètre, µTesla, Ampère)

VA liées aux effets biophysiques directs

FREQUENCE (f)	VALEURS DECLENCHANT L'ACTION					
	Effets biophysiques directs	Pour l'exposition aux champs électriques VA(E _{eff})	Pour l'exposition aux champs magnétiques			Pour les courants induits
			VA(B _{eff})			VA(I _{Leff})
			VA basse	VA haute	Exposition des membres à un champ magnétique localisé	Dans une extrémité quelconque
1 Hz ≤ f < 8 Hz	Effets non thermiques	2x10 ⁴ V.m ⁻¹	2x10 ⁵ /f ² μT	3x10 ⁵ /f μT	9x10 ⁵ /f μT	-
8 Hz ≤ f < 25 Hz			2,5x10 ⁴ /f μT			-
25 Hz ≤ f < 50 Hz			1x10 ³ μT			-
50 Hz ≤ f < 300 Hz 300 Hz ≤ f < 1,64 kHz		1x10 ⁵ /f V.m ⁻¹	3x10 ⁵ /f μT	-		
1,64 kHz ≤ f < 2,5 kHz		6,1x10 ² V.m ⁻¹		-		
2,5 kHz ≤ f < 3 kHz				-		
3 kHz ≤ f < 100 kHz			1x10 ² μT	-		
100 kHz ≤ f < 1 MHz		Effets thermiques	6,1x10 ² V.m ⁻¹ (non thermique et thermique)	1x10 ² μT (non thermique) 2x10 ⁵ /f μT (thermique)	3x10 ² μT	-
1 MHz ≤ f < 10 MHz			6,1x10 ² V.m ⁻¹ (non thermique) 6,1x10 ⁸ /f V.m ⁻¹ (thermique)		-	
10 MHz ≤ f < 110 MHz					-	100 mA
110 MHz ≤ f < 400 MHz		61 V.m ⁻¹	0,2 μT	-	-	
400 MHz ≤ f < 2 GHz		3x10 ⁻³ f ^{1/2} V.m ⁻¹	3x10 ⁻³ f ^{1/2} μT	-	-	
2 GHz ≤ f < 300 GHz		1,4x10 ² V.m ⁻¹	4,5x10 ⁻¹ μT	-	-	

VA liées aux effets indirects

FREQUENCE (f)	VALEURS DECLENCHANT L'ACTION			
	Pour le risque d'interférence avec des dispositifs actifs implantés	Pour le risque d'attraction et de projection dans le champ périphérique des sources de champs intenses (>100 mT)	Pour la limitation du risque de décharges d'étincelles	Pour un courant de contact d'état stable
	AL(B ₀)	AL(B ₀)	VA(E _{eff})	VA(I _C)
0 Hz ≤ f < 1 Hz	0,5 mT	3 mT	-	1 mA
1 Hz ≤ f < 25 Hz	-	-	2x10 ⁴ V.m ⁻¹	
25 Hz ≤ f < 2,5 kHz	-	-	5x10 ⁵ /f V.m ⁻¹	
2,5 kHz ≤ f < 3 kHz	-	-	1,7x10 ² V.m ⁻¹	0,4 f mA
3 kHz ≤ f < 100 kHz	-	-		
100 kHz ≤ f < 10 MHz	-	-	-	40 mA
10 MHz ≤ f < 110 MHz	-	-	-	

Seuils et catégories de travailleurs

A	B	C
Sans risque particulier et mineurs	Risque particulier hors porteur DMIA*	Porteur DMIA¹
		
<i>Note : pas de dérogation au dépassement des VLE possible pour les mineurs</i>	<i>Note : seuils du public s'appliquent Attention au risque d'attraction pour les porteurs de DMIP</i>	<i>Note : seuils du public pour juste une présence ; évaluation requise si utilisation ou proximité Risque d'interférence pour l'exposition au champ magnétique statique</i>



Sommaire

- 4 ○ Rappels
- 14 ● **Le recensement**
- 26 ○ Les mesures d'équipements
- 41 ○ Les mesures d'environnement

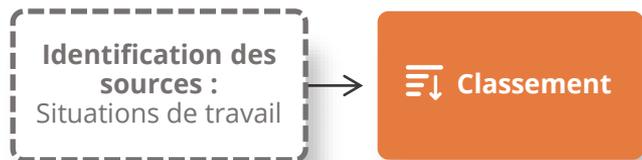
Phase 1.1 | identifier les sources



Phase 1.2 | Classer les sources



Identification et classement : outils



Oseray INRS



Guide UE



Norme

Classement vis-à-vis à de catégorie de travailleurs



Catégories de travailleurs



Note : Pour les mineurs



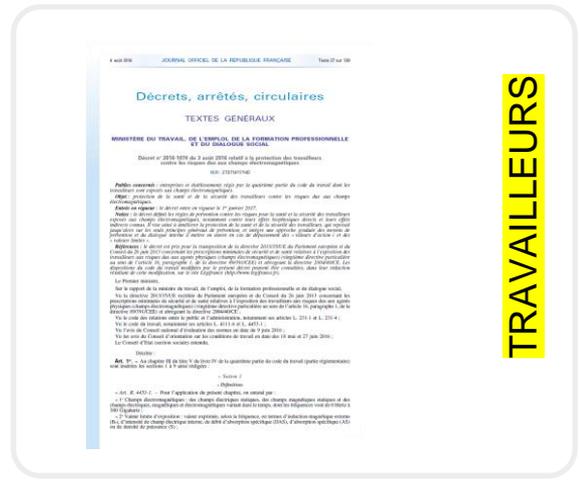
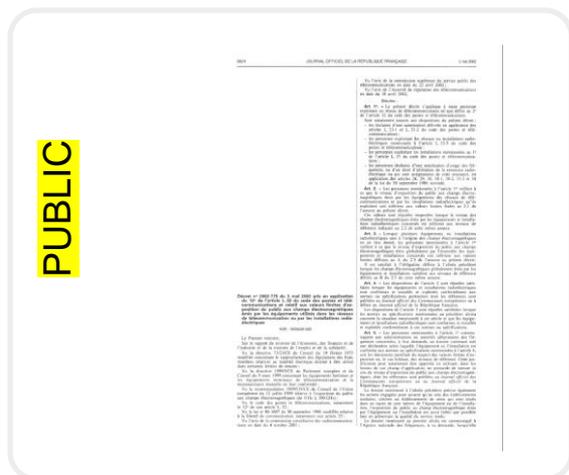
Pas de dérogation au dépassement des VLE possible

Phase 2 | Evaluation approfondie vis-à-vis de seuils



- Evaluation détaillée :**
- ✓ Documentaire
 - ✓ Mesure
 - ✓ Calcul
 - ✓ Simulation

Comparer des mesures à des valeurs seuils



Phase 2 | Evaluation approfondie vis-à-vis de seuils



Téléphone Samsung Galaxy Note 10 plus (SM-N975F/DS)

	Valeur initiale	Valeur après mise à jour
Version du système	N975FXU1ASHE	N975FXU8HVE5
DAS « tronc » mesuré	1,45 W/kg	
DAS « membre » mesuré	4,33 W/kg	2,05 W/kg

Téléphone Hisense Infinity H30 (HLTE315E)

	Valeur initiale	Valeur après mise à jour
Version du système	L1607.6.01.01.FR00	L1607.6.04.00.FR00
DAS « tronc » mesuré	1,84 W/kg	
DAS « membre » mesuré	4,30 W/kg	2,04 W/kg

Téléphone Gigaset GX290

	Valeur initiale	Valeur après mise à jour
Version du système	Gigaset_GX290_9_0_V09_20190816	Gigaset_GX290_10_0_V24_20220317
DAS « tronc » mesuré	2,94 W/kg	0,779 W/kg
DAS « membre » mesuré		2,1 W/kg

Evaluation détaillée :

- ✓ Documentaire
- ✓ Mesure
- ✓ Calcul
- ✓ Simulation

**Comparer des spécifications
à des valeurs seuils**

Fréquence Unité Hz MHz MHz GHz

Valeurs déclenchant l'action liées aux effets biophysiques directs et à certains effets indirects des champs électromagnétiques

EFFETS BIOPHYSIQUES DIRECTS		EFFETS NON THERMIQUES	EFFETS THERMIQUES	
Champs électriques	VA (E _{eff})	810 V/m	810 V/m	
Champs magnétiques	VA(B _{eff})	Exposition de la tête et du tronc	100 µT	8,67 µT
		Exposition des membres à un champ magnétique localisé	300 µT	—
Courants induits	VA (I _{eff})	Dans une extrémité quelconque	—	—
Limitation du risque de décharge d'étincelles	VA (E _{eff})			170 V/m
Courant de contact d'état stable	VA (I _c)			40 mA

Valeurs limites d'exposition professionnelle aux champs électromagnétiques

EFFETS BIOPHYSIQUES DIRECTS		EFFETS NON THERMIQUES	EFFETS THERMIQUES
Effets sensoriels	Exposition localisée de la tête	—	—
	Exposition localisée des membres	—	—
	Exposition ensemble du corps	114 V/m	0,4 W/kg
Effets sur la santé	Exposition localisée de la tête et du tronc		10 W/kg
	Exposition localisée des membres		20 W/kg

Exemples de matériels/situations à priori conformes



Équipement no 11
Borne DECT ASTRA :
Localisation : Bâtiment A -
RDC - devant le bureau HSE
Nombre d'équipement : 72



Équipement no 12 | Antenne
relais téléphonie
Description : 2G/3G/4G - HF
Localisation : Sur la toiture



Équipement no 53 | Étuve
climats
Description : P = 10,8 kVA
Localisation :



Équipement no 57 | FH 13 GHz
Description : fréquence : 13
GHz
Localisation : sur le toit

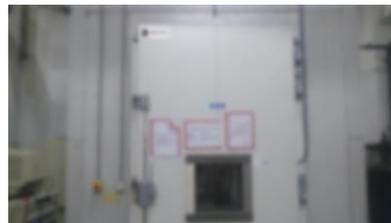
Exemples de matériels/situations à priori conformes



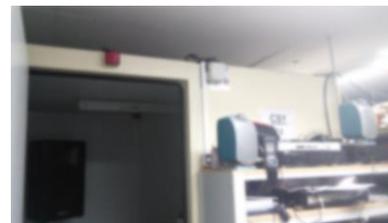
Équipement no 17 | Borne
WIFI CISCO radio
Description : CISCO
AIRONET 1850
Localisation :
Nombre d'équipement : 4



Équipement no 45 | Salle
serveur
Description : grande + petite
Localisation :
Nombre d'équipement : 2



Équipement no 47 | Etuve
SECASI
Description : type : PV96
C125F40HR
Localisation :



Équipement no 54 | Chambre
anéchoïque audio
Description : test
émission/réception audio
Localisation :
Nombre d'équipement : 2

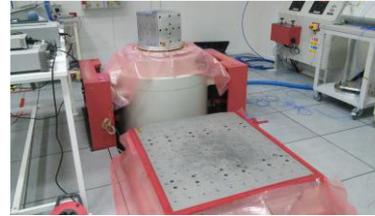
Exemples de matériels/situations nécessitant une évaluation



Équipement no 4 | Chambre anéchoïque
Localisation : labo test environnement



Équipement no 5 | Talkie walkie
Description : MOTOROLA T80 Extrême
Localisation : salle blanche
Nombre d'équipement : 4



Équipement no 6 | Vibreur 1
Description : I_{max} : 1700 A 2 bobines fixes + 1 bobine mobile => champ magnétique



Équipement no 10 | Jauge de vide
Description : champ statique
Localisation : salle blanche vide thermique
Nombre d'équipement : 11

Exemples de matériels/situations nécessitant une évaluation



Équipement no 13 |
Badgeuse GFI
Localisation : RDC - devant
le bureau HSE



Équipement no 18 |
Climatiseur STULZ |
Référence : CLIM 2
Localisation :
Nombre d'équipement : 5



Équipement no 24 | Poste
projet XX
Description : fréquence PMR
: 395/460 MHz
Localisation :



Équipement no 30 | Borne WIFI
CISCO LINKSYS EA4500
Localisation :

Bilan du recensement nécessitant une évaluation approfondie

Site	Catégorie A	Catégorie B	Catégorie C
Site 1	33	35 (33+2)	43 (33+2+8)
Site 2	1	3 (1+2)	9 (1+2+6)

Phase suivante = mesures

Deux types :



Mesures d'équipements
et/ou postes de travail



Mesures d'ambiance/d'environnement



Sommaire

- 4 ○ Rappels
- 14 ○ Le recensement
- 26 ● Les mesures d'équipements**
- 41 ○ Les mesures d'environnement

Issue de la phase d'identification et de classement

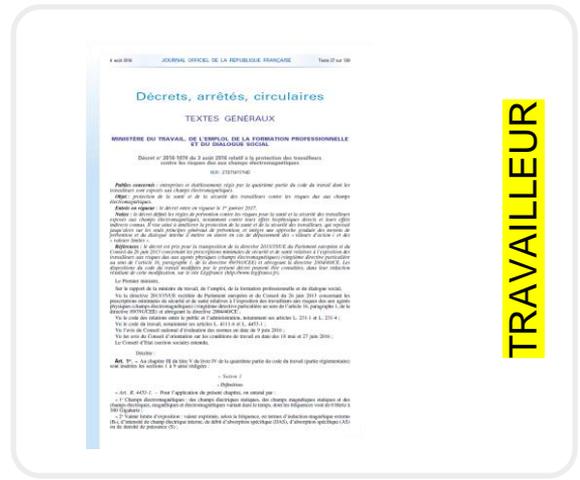
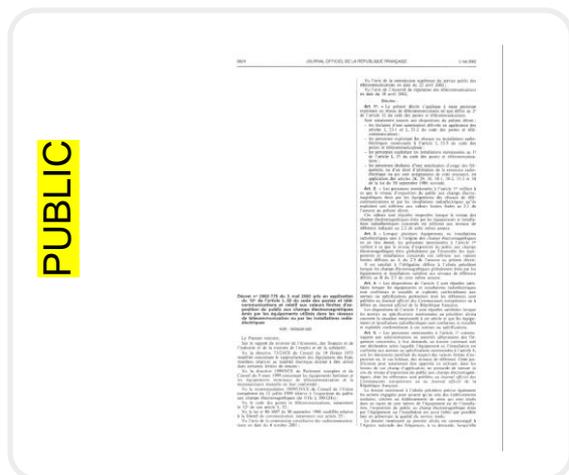


Evaluation approfondie

Oui ↓

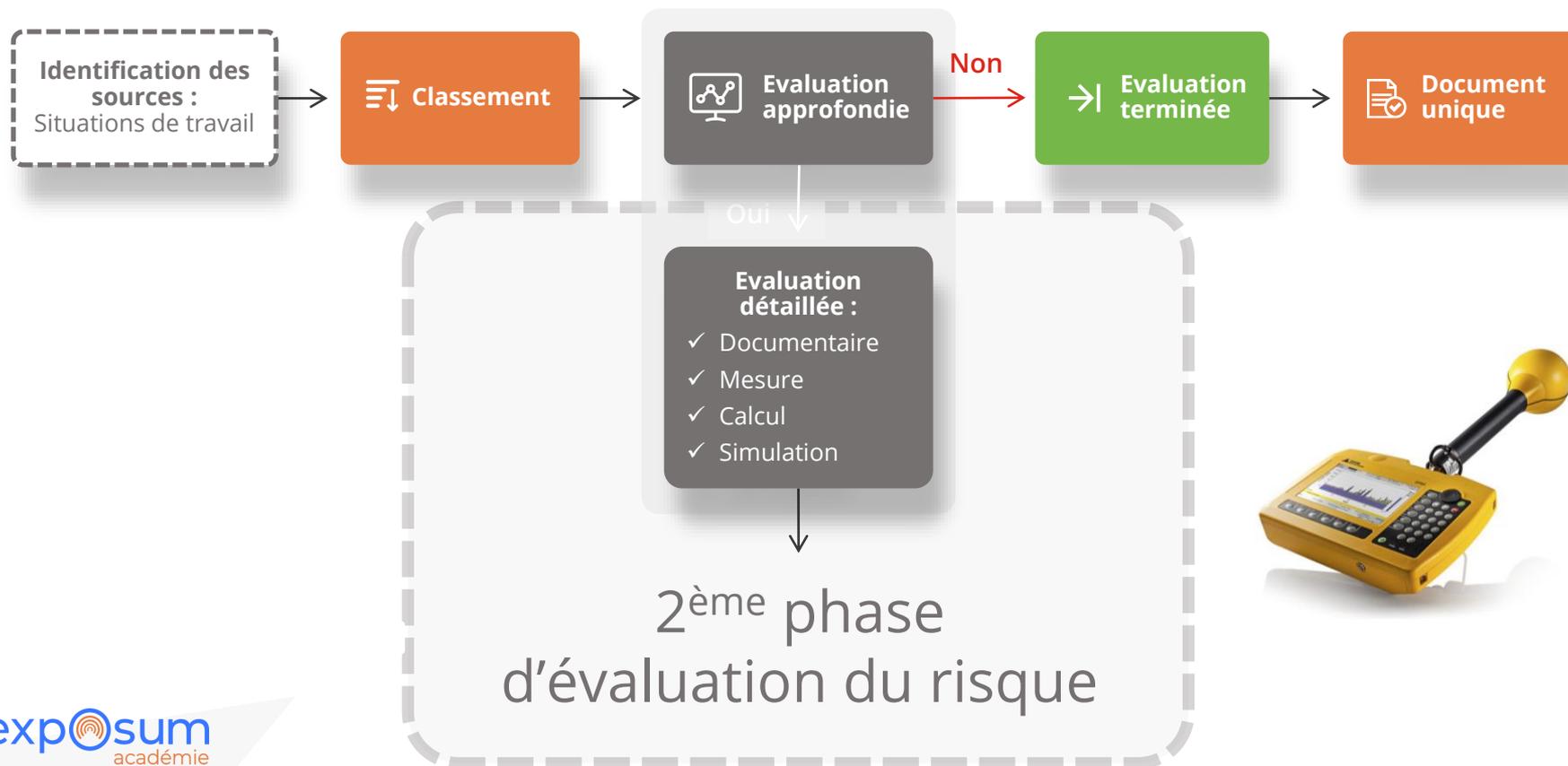
Evaluation détaillée :

- ✓ Documentaire
- ✓ Mesure
- ✓ Calcul
- ✓ Simulation

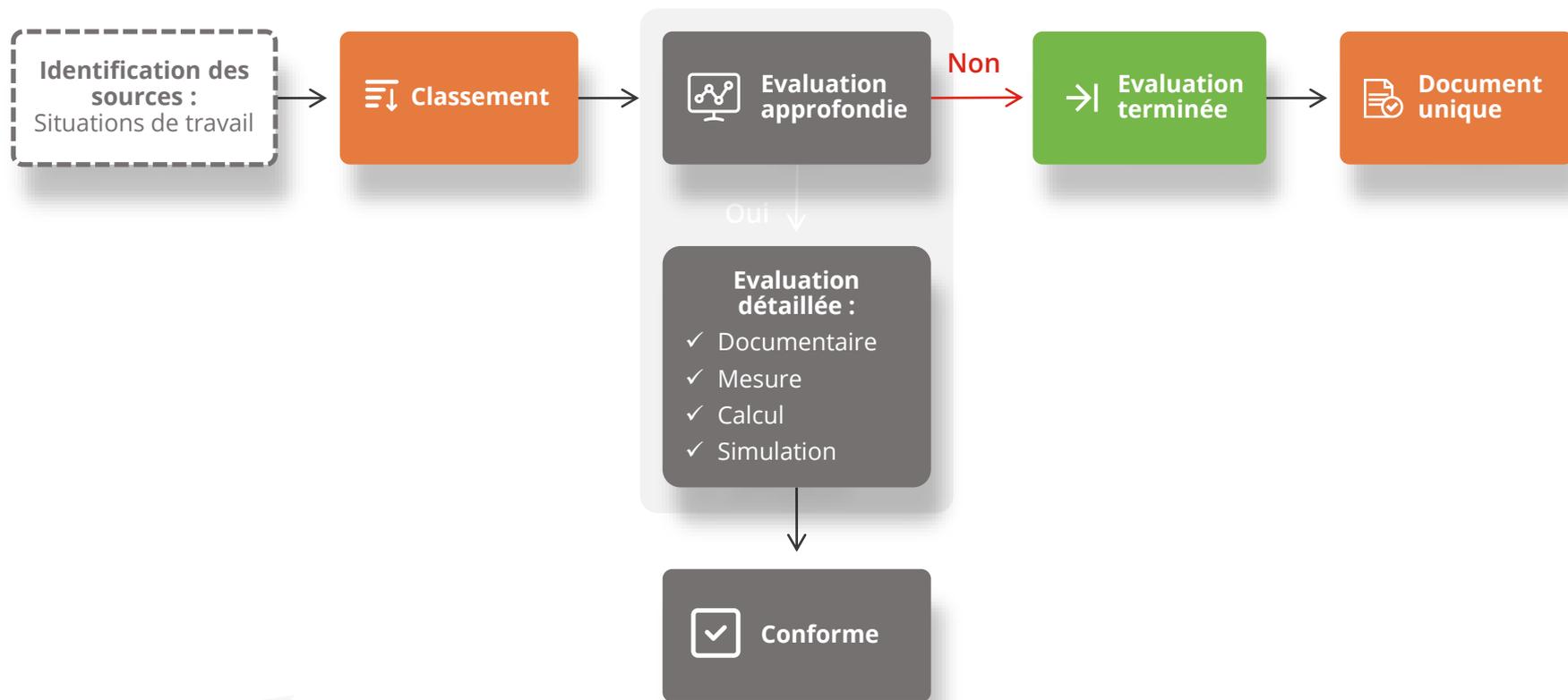


Comparer des mesures à des valeurs seuils

Phase d'évaluation approfondie



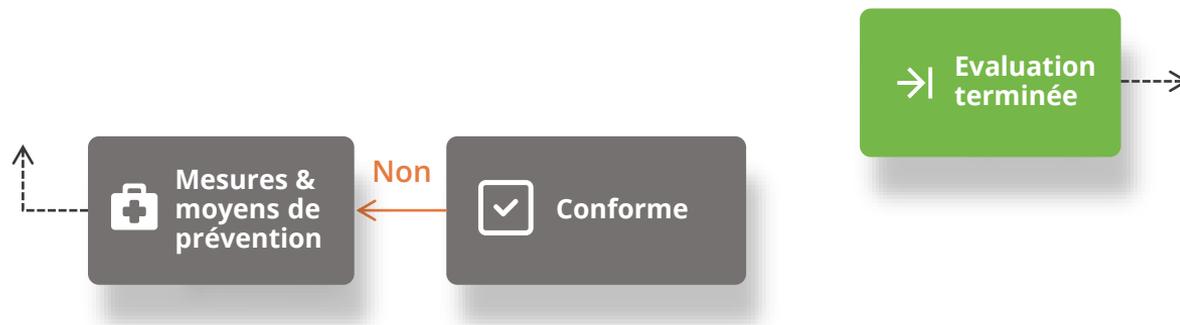
Futur bilan de la phase d'évaluation approfondie



Zoom sur la déclaration de conformité

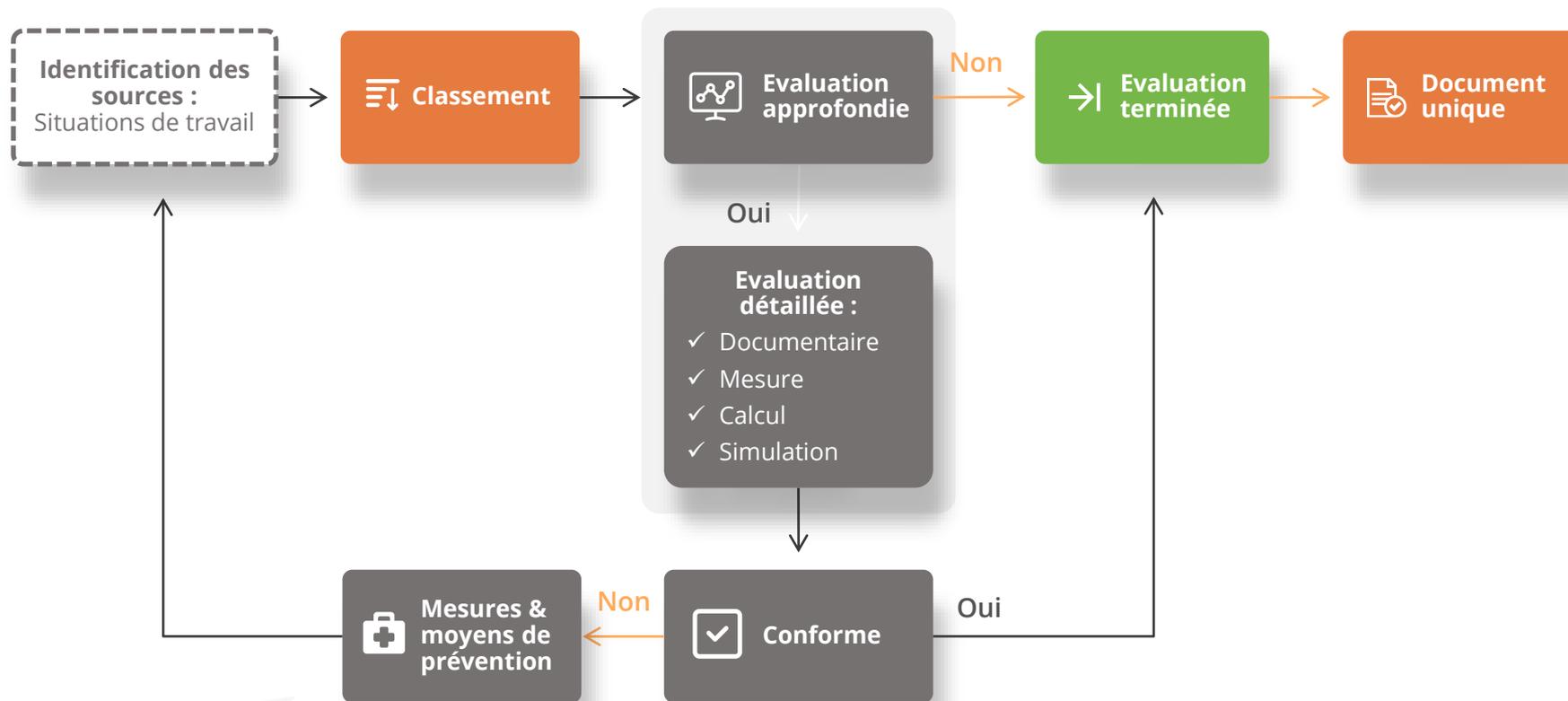


Zoom sur la conformité



Cas 1 : < VA	Cas 2 : > VA	Cas 3 : > VA
	1. >VA = Effets biophysiques direct 2. Et < VLE 3. Et pas de risque pour la sécurité	Une des conditions 1,2 ou 3 n'est pas respectée
Fin de l'évaluation	Fin de l'évaluation	L'évaluation se poursuit
Document unique	Document unique	Mesures et moyens de prévention

Futur bilan de la phase d'évaluation approfondie



Dépassement sur Vibrateur

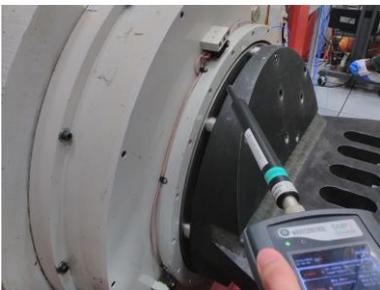
Légende

-  Champ électromagnétique variable
-  Champ magnétique statique

➤ Source de basses fréquences et de champ magnétique statique



Vibrateur



Dépassement devant la bobine

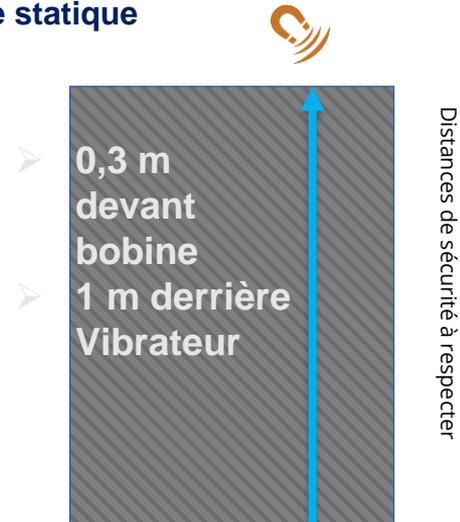
Emplacement : Bâtiment M	
Quantité	1
Mode(s) de fonctionnement	1
Activité(s) de travail	0
Point(s) de mesure	12

➤ Préconisations



A apposer

Présence d'un dépassement de la VAIDMIA ($>0,5$ mT) **devant la bobine**. Recommandation de délimiter la zone par un marquage, d'interdire l'utilisation aux porteurs de DMIA et d'apposer des pictogrammes.



Dépassement sur Jauge de vide



Jauge



Dépassement sur le côté de la jauge

➤ Source de champ magnétique statique

Emplacement : XXXX	
Quantité	1
Mode(s) de fonctionnement	1
Activité(s) de travail	0
Point(s) de mesure	4

➤ Préconisations



A apposer

Présence d'un dépassement de la VAIDMIA ($>0,5$ mT) **autour de la jauge**. Recommandation de délimiter la zone par un marquage, d'interdire l'utilisation aux porteurs de DMIA et d'apposer des pictogrammes.

Légende



Champ électromagnétique variable



Champ magnétique statique



- 0,2 m côté
- 0,2 m au dessus



Distances de sécurité à respecter



Dépassement sur un transformateur



Transformateur T3



Dépassement sur le côté

➤ Source de basse fréquence

Emplacements : XXXX	
Quantité	1
Mode(s) de fonctionnement	1
Activité(s) de travail	0
Point(s) de mesure	4

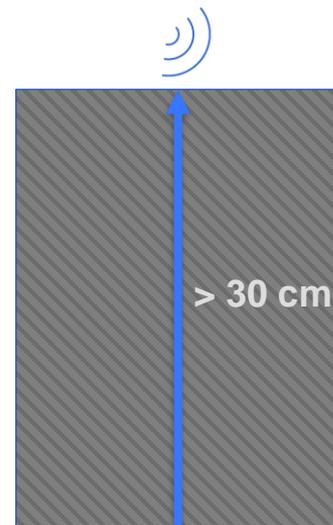
➤ Préconisations



A apposer

Légende

-  Champ électromagnétique variable
-  Champ magnétique statique



Dépassement des niveaux de référence du public à moins de 30 cm des câbles. L'équipement est dans un local dédié donc nous vous recommandons d'interdire l'accès aux catégories B et C ainsi que d'apposer les pictogrammes sur la porte

Dépassement sur TGBT



TGBT 3.1



Dépassement devant le disjoncteur

➤ Source de basse fréquence

Emplacements : XXX	
Quantité	1
Mode(s) de fonctionnement	1
Activité(s) de travail	0
Point(s) de mesure	4

➤ Préconisations



A apposer

Dépassement des niveaux de référence du public à moins de 50 cm du disjoncteur et à moins de 60 cm derrière le TGBT. L'équipement est dans un local dédié donc nous vous recommandons d'interdire l'accès aux catégories B et C ainsi que d'apposer les pictogrammes sur la porte

Légende

- Champ électromagnétique variable
- Champ magnétique statique



Dépassement dans un local onduleur



Local onduleur



Dépassement devant l'interrupteur général

➤ Source de basse fréquence

Emplacements : XXX	
Quantité	1
Mode(s) de fonctionnement	1
Activité(s) de travail	0
Point(s) de mesure	4

➤ Préconisations

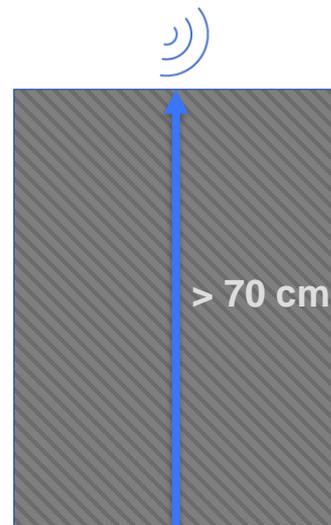


A apposer

Dépassement des niveaux de référence du public à moins de 30 cm des câbles. L'équipement est dans un local dédié donc nous vous recommandons d'interdire l'accès aux catégories B et C ainsi que d'apposer les pictogrammes sur la porte

Légende

-  Champ électromagnétique variable
-  Champ magnétique statique



Distances de sécurité à respecter



Dépassement sur le talkie-walkie Motorola T80



Talkie-walkie



Dépassement à 10 cm

➤ Source de hautes fréquences

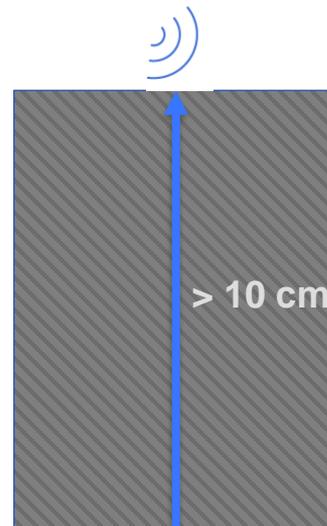
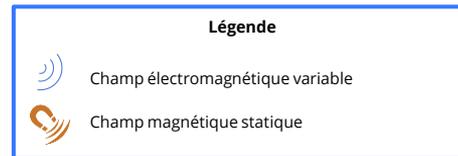
Emplacements : XXX	
Quantité	1
Mode(s) de fonctionnement	1
Activité(s) de travail	0
Point(s) de mesure	2

➤ Préconisations



A apposer

Dépassement des niveaux de référence du public à 10 cm.
Nous vous recommandons d'apposer un pictogramme et d'interdire l'utilisation de l'équipement aux catégories B et C



Les équipements et/ou postes de travail en dépassement



*NRP : niveaux de référence du public

N°ID	Type équipement	Catégories concernées	Valeur Seuil	Distances de sécurité
1	Vibrateur 2		1 mT 0,5 mT	>0,3m (devant bobine)
			0,95 mT 0,5 mT	>1m (derrière le vibrateur)
3	Talkie-walkie	  	32 V/m 28,9 V/m (NRP*)	>20cm de l'équipement
4	Vibrateur 1		1 mT 0,5 mT	>0,3m(devant la bobine)
			0,76 mT 0,5 mT	>0,5m derrière le vibrateur
5	Jauge de vide		2,1 mT 0,5 mT	>20 cm sur le côté de la jauge
			0,78 mT 0,5 mT	>20 cm au dessus de la jauge
10	Transformateur T3	  	121 % (NRP*)	>30 cm des câbles

Les équipements et/ou postes de travail en dépassement



*NRP : niveaux de référence du public

N°ID	Type équipement	Catégories concernées	Valeur / seuil	Distances de sécurité
11	Local TGBT 3.1		210 % (NRP*)	> 50 cm devant le disjoncteur général
			250 % (NRP*)	> 60 cm Derrière le TGBT
15	Onduleur		182 % (NRP*)	>70 cm devant l'interrupteur général

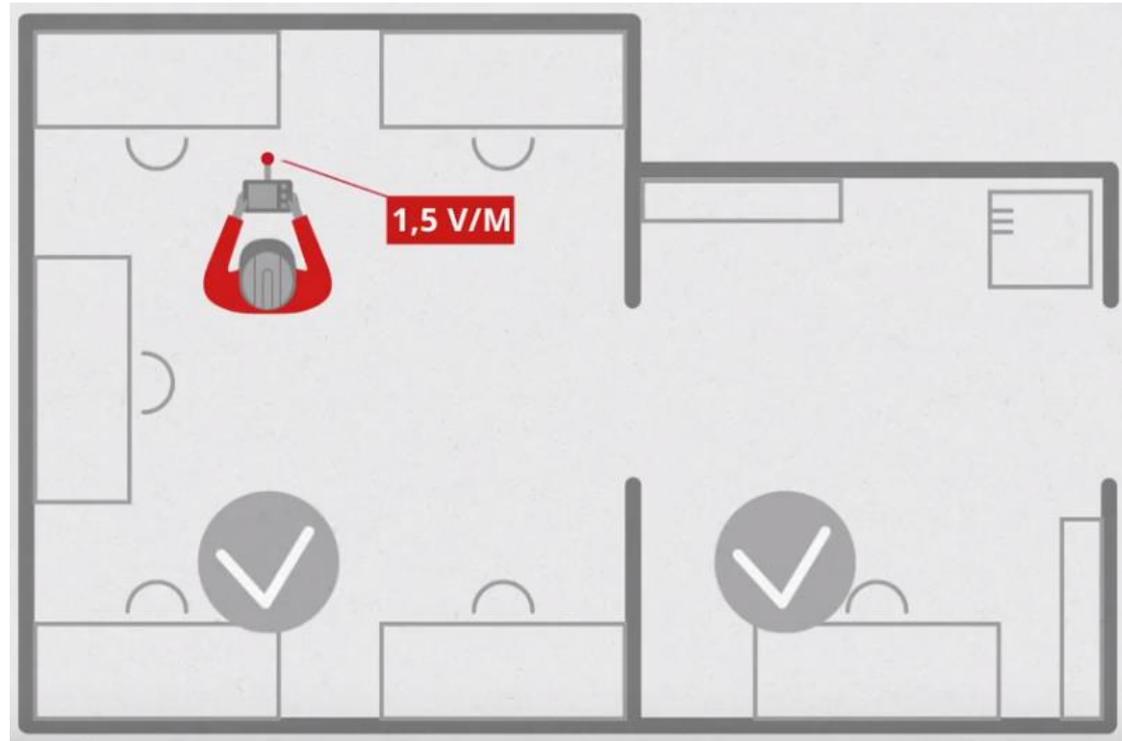


Sommaire

- 4 ○ Rappels
- 14 ○ Le recensement
- 26 ○ Les mesures d'équipements
- 41 ● Les mesures d'environnement**

Principe de la mesure d'ambiance/d'environnement

points de relevés
à différents
endroits
d'intérêt



Instruments et protocole utilisés

1 SONDE LARGE BANDE

100 kHz – 6 GHz

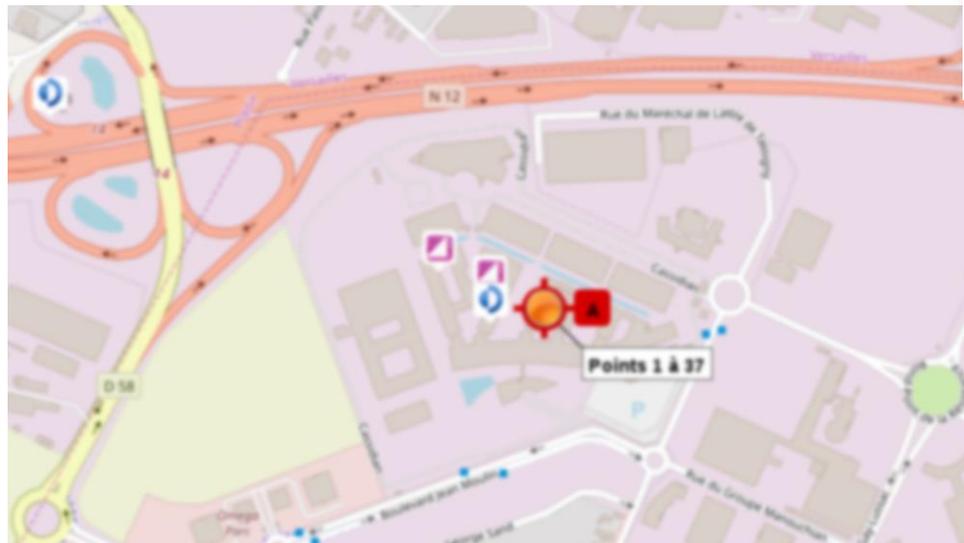


2 ANALYSEUR DE SPECTRE + ANTENNES

100 kHz – 6 GHz



Mesures haute fréquence site 1 (100 kHz – 6 GHz)



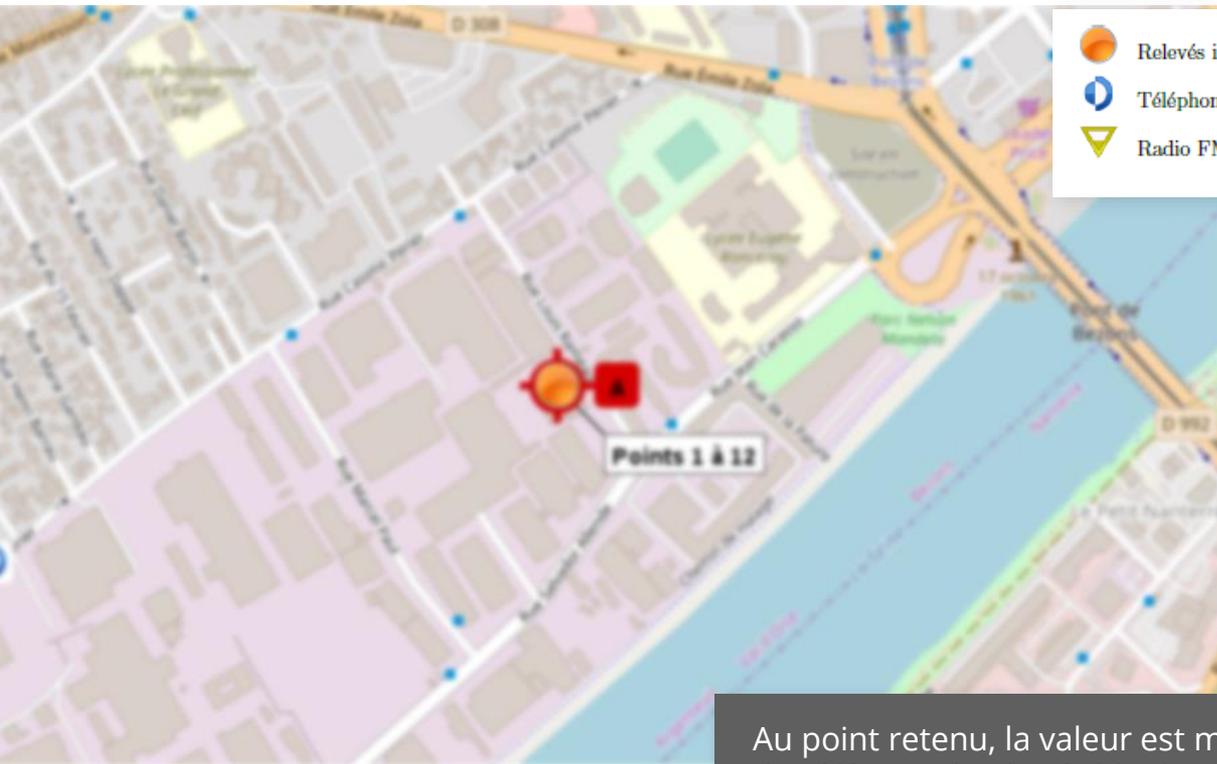
- Relevés intermédiaires
- Téléphonie mobile
- Radio FM
- Point de mesure retenu
- TV
- Autres stations



✓ 37 points mesurés
Photo : émetteur visible depuis le point retenu

Au point retenu, la valeur est mesurée à 0,8 V/m. La valeur limite de référence la plus faible dans la bande de fréquence est de 27,5 V/m. Le service pour lequel le niveau maximal a été mesuré à 0,42V/m est : Téléphonie mobile 900 MHz.

Mesures haute fréquence site 2 (100 kHz – 6 GHz)



 Relevés intermédiaires	 Point de mesure retenu
 Téléphonie mobile	 TV
 Radio FM	 Autres stations



✓ 12 points mesurés
Photo : émetteur visible depuis le point retenu

Au point retenu, la valeur est mesurée à 0,51 V/m. La valeur limite de référence la plus faible dans la bande de fréquence est de 27,5 V/m. Le service pour lequel le niveau maximal a été mesuré à 0,46 V/m est : WiFi-RLAN.

Conclusions



Formez-vous

- QHSE, HSE, SST..
- Médecins du travail, IPRP, Services de santé
- Elus du CSSCT



Sensibilisez vos collaborateurs

- Mener des actions d'information auprès de l'ensemble des travailleurs pour les inciter à se manifester si ils ont des risques particuliers.



Formez les travailleurs exposés à des risques (postes de travail, porteurs DMIA...)

- Article [R4453-17](#) du Code du Travail
- En lien avec les résultats de l'évaluation

Merci pour votre attention !

exp@sum



Pour plus d'informations sur
notre société :



www.exposum.fr



contact@exposum.fr



Tel : 07 49 10 74 95



[@exposum](#)