HAL
open science

Évaluer l'impact des champs électromagnétiques/rayonnements sur la santé du personnel d'un site industriel

Jonathan Andreo

To cite this version:

Jonathan Andreo. Évaluer l'impact des champs électromagnétiques/rayonnements sur la santé du personnel d'un site industriel. Santé. 2018. dumas-01887141

HAL Id: dumas-01887141

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01887141v1

Submitted on 3 Oct 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

MASTER IS - PREVENTION DES RISQUES & NUISANCES TECHNOLOGIQUES

MEMOIRE DE MASTER PRNT
Alternance en entreprise - 2ème année de Master IS-PRNT
Année 2017/2018

Evaluer l'impact des champs électromagnétiques/rayonnements sur la santé du personnel d'un site industriel

Entreprise : STMicroelectronics STMICROELECTRONICS ROUSSET SAS – 190, Avenue Célestin Coq – Z.I 13106 ROUSSET CEDEX	
Alternant :	Jonathan ANDREO
Tuteur Entreprise :	François BONNOT – Responsable Environnement – Hygiène Industrielle
Tuteur Universitaire :	Patrick NESTY

		Nom :	Date :	Visa
Rédacteur :	Alternant	J. ANDREO	20/08/18	Andreo
Approbateur :	Tuteur Entreprise	F. BONNOT	20 Août 2018	

Remerciements

Lors de cette deuxième année de Master, j'ai été aidé et soutenu par des personnes issues d'horizons divers. A ce titre, je souhaite exprimer ma gratitude à :

- Monsieur François BONNOT ; responsable du service Environnement-Hygiène industriel et tuteur entreprise.
- Madame Fabienne MOISSON ; ingénieure Environnement.
- Monsieur Hervé GAILLARD ; responsable du service Sécurité.
- Monsieur Serge BOIRON ; ingénieur Sécurité.
- Monsieur Jeremy GOUT ; ingénieur Sécurité.
- Madame Widad EL-BAHRI ; ingénieure Sécurité.
- Monsieur Pierre NACEUR ; ingénieur Sécurité.
- Madame Corinne NUEZ ; assistante des services Sécurité et Environnement.
- Messieurs Patrick SPOTORNO, David MAGNIN, Vincent BALLOIS et toute l'équipe des pompiers du site.
- Monsieur André DUMAS ; directeur du service EHS.
- Ainsi que Monsieur Patrick NESTY ; tuteur universitaire, pour ses conseils avisés et ses remarques pertinentes sur l'ensemble de mes projets et de ce mémoire.
- L'ensemble des intervenants et du personnel pédagogique du Master PRNT, notamment Monsieur Cédric PUJOL, Monsieur David BERGE-LEFRANC, Madame Florence CHASPOUL, Madame Jeanine PREDAL et le Professeur Philippe GALLICE, pour leur professionnalisme et leur disponibilité tout au long de cette année.
- Et pour finir, ma famille et mes amis pour leurs implications sur la relecture de mon mémoire.

Sommaire

Remerciements **3**

Préambule **7**

Glossaire **8**

Introduction **9**

1. Présentation de la société STMicroelectronics 10
   1.1. Le semi-conducteur ; invisible mais omniprésent 10
   1.2. Présentation du groupe 11
      1.2.1. Historique 11
      1.2.2. ST dans le monde 11
      1.2.3. ST à Rousset 12
      1.2.4. Quelques chiffres 13
      1.2.5. Le service EHS 13
2. Les Champs Electromagnétiques : Définition et Notions de bases 15
   2.1. Types de rayonnements 15
      2.1.1. Les rayonnements ionisants 15
      2.1.2. Les rayonnements optiques 15
      2.1.3. Les rayonnements électromagnétiques 16
   2.2. Qu'est-ce qu'un champ électromagnétique 16
      2.2.1. Origine des champs électromagnétiques 16
      2.2.2. Grandeurs physiques : Fréquence et longueur d'onde 16
   2.3. Les catégories de champs électromagnétiques 17
      2.3.1. Les champs électromagnétiques 17
      2.3.2. Champ statique et champ variant au cours du temps 18
   2.4. Les effets des champs électromagnétiques 18
      2.4.1. Les effets sur la santé des travailleurs 18
      2.4.2. Effets à court terme 18
      2.4.3. Effets à long terme 20
   2.5. Réglementation sur les champs électromagnétiques 20
      2.5.1. Elaboration des limites d'exposition 20
      2.5.2. Réglementation Européenne 20
      2.5.3. Réglementation Française 21
   2.6. Limites d'exposition du public 21
   2.7. Limites d'exposition des travailleurs en milieu professionnel 21

2.7.1. Travailleurs 21
2.7.2. Travailleurs à risques particuliers 22
2.8. VLE et VDA de la réglementation 23
2.8.1. Simplification des termes utilisés 23
2.8.2. Valeurs Limites d'Exposition (VLE) 23
2.8.3. Valeurs déclenchant l'action (VDA) du décret CEM pour les effets directs 24
2.8.4. Valeurs déclenchant l'action (VDA) du décret CEM pour les effets indirects 25
2.9. Quels impacts 25
2.9.1. Pour les entreprises 25
2.9.2. Pour STMicroelectronics 25
2.9.3. Pour le public 25
3. Guide d'évaluation des risques des champs électromagnétiques 26
3.1. Objectif du guide 26
3.2. Pourquoi mettre en place une méthodologie d'évaluation 26
3.3. Etude de la réglementation 26
3.3.1. Obligations de l'employeur d'une entreprise 26
3.3.2. Guides pour déployer une stratégie d'évaluation des risques des CEM 26
3.3.3. Surveiller l'évolution de la réglementation 27
3.4. Définition d'une stratégie d'évaluation 27
3.4.1. Benchmark avec d'autres sites de l'entreprise ou similaire 27
3.4.2. Analyse de la méthodologie mise en place sur d'autres sites 27
3.5. Stratégie d'évaluation des risques liés aux champs électromagnétiques 28
3.5.1. Etape 1 : Etat des lieux de l'existant 28
3.5.2. Etape 2 : Inventaire des sources de CEM de votre entreprise 30
3.5.3. Etape 3 : Analyse simplifiée par voie documentaire des risques des CEM 31
3.5.4. Etape 4 : Analyse approfondie des risques des CEM par la mesure 33
3.5.5. Etape 5 : Analyse des résultats de l'évaluation et conclusion 37
3.6. Maintien de l'état de conformité de votre analyse dans le temps 39
3.7. Réalisation de nouveaux projets dans votre entreprise 40
4. Application du guide d'évaluation sur le site STMicroelectronics de Rousset 41
4.1. Benchmark avec les autres sites de STMicroelectronics 41
4.2. Etat des lieux de l'existant sur le site 41
4.3. Inventaire des sources CEM du site 41
4.4. Analyse documentaire du risque liés aux CEM 42

4.4.1. Bureaux 42
4.4.2. Salle blanche : zone Implant et Laboratoire SMARTACARDS 42
4.5. Analyse par la mesure des CEM 43
4.5.1. Choix méthode de mesures 43
4.5.2. Echantillonnage des mesures à effectuer 43
4.5.3. Choix de l'entreprise 43
4.5.4. Mesures en salle blanche – Zone Implant 43
4.5.5. Mesures en laboratoire – Laboratoire SMARTCARDS 44
4.6. Analyse des résultats et conclusion de l'évaluation des risques liés aux CEM 45
4.6.1. Cas 1 : Respect des seuils réglementaires 45
4.6.2. Cas 2 : Dépassement des seuils réglementaires au niveau de la salle blanche 45
4.6.3. Cas 3 : Dépassement des seuils réglementaires au niveau des laboratoires 46
4.7. Retour du bureau d'études sur la stratégie de mesure mise en place sur le site 46
4.8. Synthèse de l'évaluation des risques sur le site de Rousset 46
4.9. Intégration de l'évaluation des risques des CEM dans le Document Unique du site 47
4.10. REX sur la stratégie d'évaluation menée sur le site de Rousset 47
Conclusion 48
Apport personnel 49
Bibliographie 50
Annexes 51
Résumé 72
Abstract 72

Préambule

À la suite de l'obtention de mon bac Scientifique, j'ai décidé d'orienter mes études dans le domaine de la prévention des risques en intégrant un DUT Hygiène Sécurité et Environnement, domaine qui m'attirait le plus, lors de mes recherches de poursuite d'études.

Mon stage de fin de DUT, au sein du service sécurité d'un centre de recherche travaillant dans le domaine du nucléaire, m'a conforté dans l'orientation que j'ai donné à la suite de mes études.

À la suite de ce DUT, j'ai intégré une école d'ingénieur dans le domaine de la sécurité. Malheureusement, je n'ai pas réussi à valider mon premier semestre et j'ai arrêté mon cycle de formation. Néanmoins, malgré ce contretemps, mon désir de poursuivre mon apprentissage dans le domaine HSE est resté intact. C'est pourquoi, j'ai décidé de poursuivre par une Licence Radioprotection et Sûreté Nucléaire se déroulant en alternance. J'ai effectué cette année au sein d'un bureau d'étude dans le domaine de la sûreté nucléaire.

Même si cette année-là a été riche en acquisition de connaissance, j'ai décidé de poursuivre mes études pour obtenir un diplôme de master dans le domaine HSE et ainsi diversifier mes compétences.

Pour cela, j'ai rejoint le master Ingénierie de la Santé, Parcours Prévention des Risques et Nuisances Technologiques, à la Faculté de Pharmacie de La Timone à Marseille (13385), au sein d'une entreprise dans le domaine de la métallurgie pour réaliser ma première année de master.

Cette première année de master m'a permis de travailler avec la responsable sécurité du site sur de nombreuses missions axées sur le domaine de la sécurité et d'acquérir de nouvelles compétences dans ce secteur.

A la fin de la première année de formation, j'ai décidé en accord avec la direction du master PRNT, de changer d'entreprise d'accueil pour la réalisation de ma deuxième année de formation.

Après plusieurs entretiens, j'ai eu la chance de pouvoir rejoindre la société STMicroelectronics, entreprise travaillant dans un domaine dans lequel je n'avais jamais eu l'occasion de travailler : la micro-électronique.

Mon année s'est déroulée au sein du service Environnement-Hygiène Industrielle me permettant de découvrir une nouvelle facette du domaine HSE.

Cette alternance m'a permis, d'une part, de mettre en pratique les connaissances acquises lors de mes expériences passées, mais aussi, d'autre part, d'appliquer les enseignements dispensés par les professionnels du Master PRNT.

Glossaire

CAMARI	**C**ertificat d'**A**ptitude à **M**anipuler les **A**ppareils de **R**adiologie **I**ndustrielle
CARSAT	**C**aisse d'**A**ssurance **R**etraite et de la **SA**nté au **T**ravail
CE	**C**ommunauté **E**uropéenne
CEM	**C**hamps **E**lectro**M**agnétiques
CHSCT	**C**omité d'**H**ygiène de **S**écurité et des **C**onditions de **T**ravail
DECT	**D**igital **E**nhanced **C**ordless **T**elecommunications
DMIA	**D**ispositif **M**édical **I**mplanté **A**ctif
DUT	**D**iplôme **U**niversitaire **T**echnologique
HSE	**H**ygiène **S**écurité **E**nvironnement
ICNIRP	**I**nternational **C**ommission on **N**on-**I**onizing **R**adiation **P**rotection
INRS	**I**nstitut **N**ational de **R**echerche et de **S**écurité
ISO	**I**nternational **O**rganization for **S**tantardization
OHSAS	**O**ccupational **H**ealth and **S**afety **A**ssessment **S**eries
OMS	**O**rganisation **M**ondiale de la **S**anté
PRNT	**P**révention des **R**isques et **N**uisances **T**echnologiques
R&D	**R**echerche & **D**éveloppement
RF	**R**adio**F**réquence
UE	**U**nion **E**uropéenne
VDA	**V**aleur **D**éclenchant l'**A**ction
VLE	**V**aleur **L**imite d'**E**xposition

Introduction

De nos jours, toute entreprise doit suivre et s'adapter en permanence à l'évolution de la réglementation professionnelle, alors que celle-ci est en constante migration, au gré des découvertes scientifiques dans plusieurs domaines.

Il arrive que dans certains secteurs, la réglementation fluctue de manière plus importante que dans d'autres, à cause des incertitudes des connaissances scientifiques. Cela va engendrer une modification ou même un retard dans la publication et l'application des textes réglementaires.

L'un des exemples en date des dernières années est la réglementation concernant les champs électromagnétiques. Les limites d'exposition pour le public ont été fixées en 1999 par la parution d'une recommandation européenne. En revanche, concernant le monde du travail, une première directive est apparue en 2004 sans qu'elle ne soit retranscrite en droit français. Celle-ci a été abrogée en 2013 par une nouvelle directive basée sur les nouvelles connaissances des champs électromagnétiques. Il a fallu attendre 2016 pour qu'elle soit enfin retranscrite en droit français, par la parution d'un décret d'application, que l'on peut appeler « décret CEM ».

Ce décret est entré en application au 1er janvier 2017. Depuis, toutes les entreprises doivent procéder à une analyse des risques de l'exposition de leurs travailleurs aux champs électromagnétiques.

Cette nouvelle réglementation a introduit de nouveaux termes et abréviations que les entreprises doivent mettre en application.

Au travers de ce mémoire, nous allons étudier la mise en œuvre d'une démarche d'évaluation des risques des champs électromagnétiques en entreprise. Nous verrons comment une démarche d'évaluation peut être mise en place et des exemples d'application en milieu professionnel.

Dans un premier temps nous étudierons et définirons les notions de bases relatives aux champs électromagnétiques.

Nous verrons ensuite sous la forme d'un guide d'utilisation, les étapes clés d'une évaluation des risques liés aux champs électromagnétiques dans une entreprise.

Et pour finir, nous allons décrire l'application de ce guide au sein de l'entreprise STMicroelectronics, sur le site de Rousset.

1. Présentation de la société STMicroelectronics

1.1. Le semi-conducteur ; invisible mais omniprésent

Composante directe de l'électronique, cette branche méconnue du grand public a pourtant révolutionné nos modes de vie, et ce depuis plusieurs dizaines d'années. Télévisions, calculatrices ou encore téléphones portables, tous les systèmes automatiques qui nous entourent intègrent des produits issus de l'Industrie de la Microélectronique.

Basée sur l'exploitation des matériaux semi-conducteurs (matériaux possédant à la fois les propriétés des isolants et des conducteurs) comme le Silicium, elle consiste en la création de composants électroniques miniatures (ou puces) sur ces matériaux. Elle s'appuie sur une série de procédés qui entrent dans les différentes étapes de fabrication commençant par l'Atelier de photolithographie.

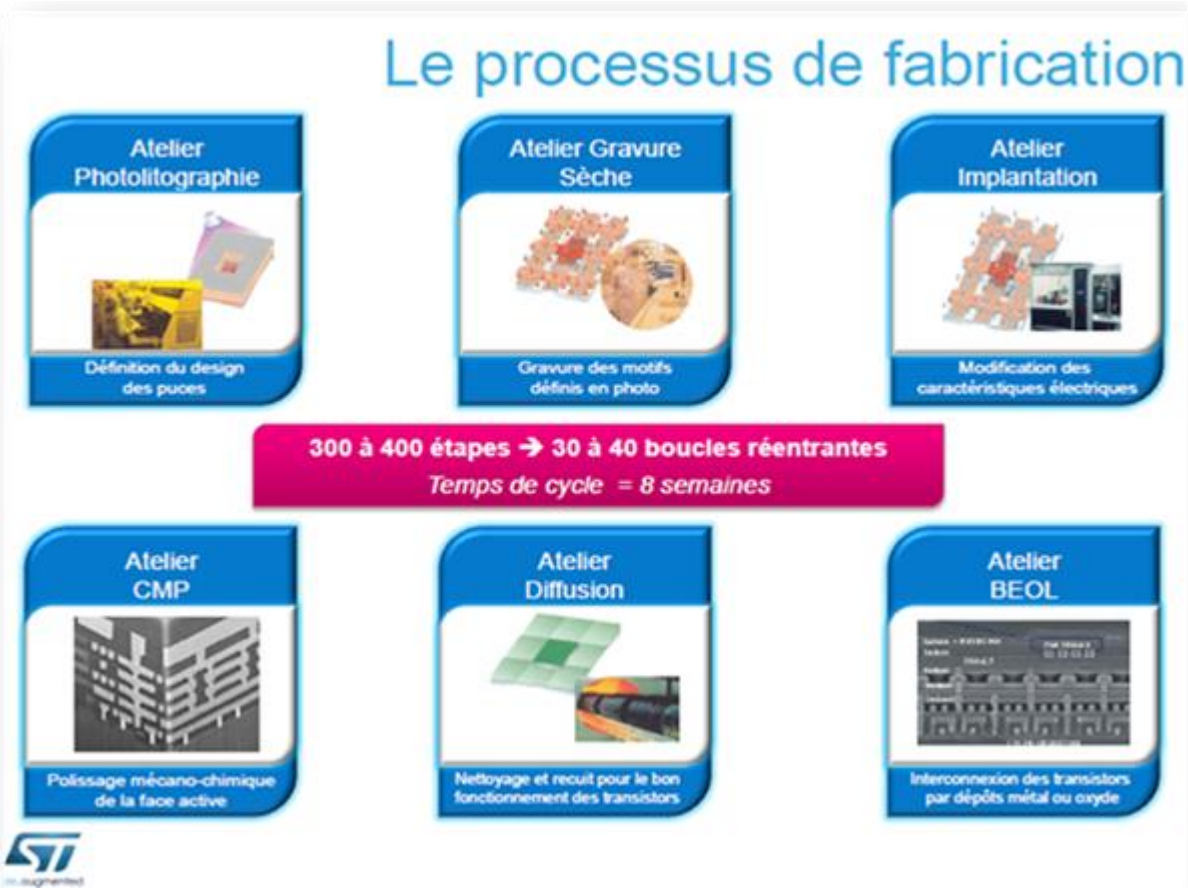


Figure 1 : Etapes de fabrication des puces

Ces composants se divisent alors en deux catégories de produits finis : « Internet of Things » et « Smart Driving ».

Figure 2 : Logo « Smart Driving »

Figure 3 : Logo « Internet of Things »

On estime que 80% de toutes les innovations dans l'industrie automobile aujourd'hui sont directement ou indirectement activées par l'électronique, ce qui signifie une augmentation constante du contenu semi-conducteur par voiture année après année. Les produits et les solutions de « Smart Driving » de STMicroelectronics rendent la conduite plus sûre, plus verte et plus connectée grâce à la fusion de plusieurs de nos technologies. Nos vies quotidiennes se sont constamment améliorées à mesure que les individus bénéficient des « Internet of Things » que nous portons et utilisons largement. ST est l'un des principaux fournisseurs de nombreuses technologies clés dans les prochaines générations d'appareils de consommation personnelle : capteurs et actionneurs, microcontrôleurs pour processeurs à faible et ultra-faible puissance, solutions sécurisées… ST rend les prototypes en développement rapides et abordables avec une gamme phare, la puce STM32.

1.2. Présentation du groupe

1.2.1. Historique

Fondée en 1987 par la fusion de la société italienne SGS Microeletronica et de la société française Thomson Semiconducteurs (filiale de Thomson), STMicroelectronics (renommée en 1998 et couramment désignée par le sigle « ST ») est aujourd'hui devenue le premier fabricant européen de semi-conducteurs.

Grâce à plusieurs rachats d'entreprises (Immos, Nortel Networks), et de nombreux partenariats avec d'importantes sociétés, l'entreprise a su rester concurrentielle dans un domaine d'activité en constante évolution, et à la pointe de l'innovation.

Les principaux clients de ST font partie des secteurs de la communication, du grand public, de l'automobile, de l'informatique, de l'industrie. ST est donc un fournisseur mondial de puces électroniques qui livre ses composants vierges aux clients afin de correspondre à leurs besoins.

1.2.2. ST dans le monde

Le groupe compte environ 45 500 employés répartis sur 11 sites de productions principaux (front-end[1] et back-end[2]), 7 principaux centres de R&D et 39 centres de conception. ST réalise un chiffre d'affaires moyen de 8.35 milliards de dollars par an.

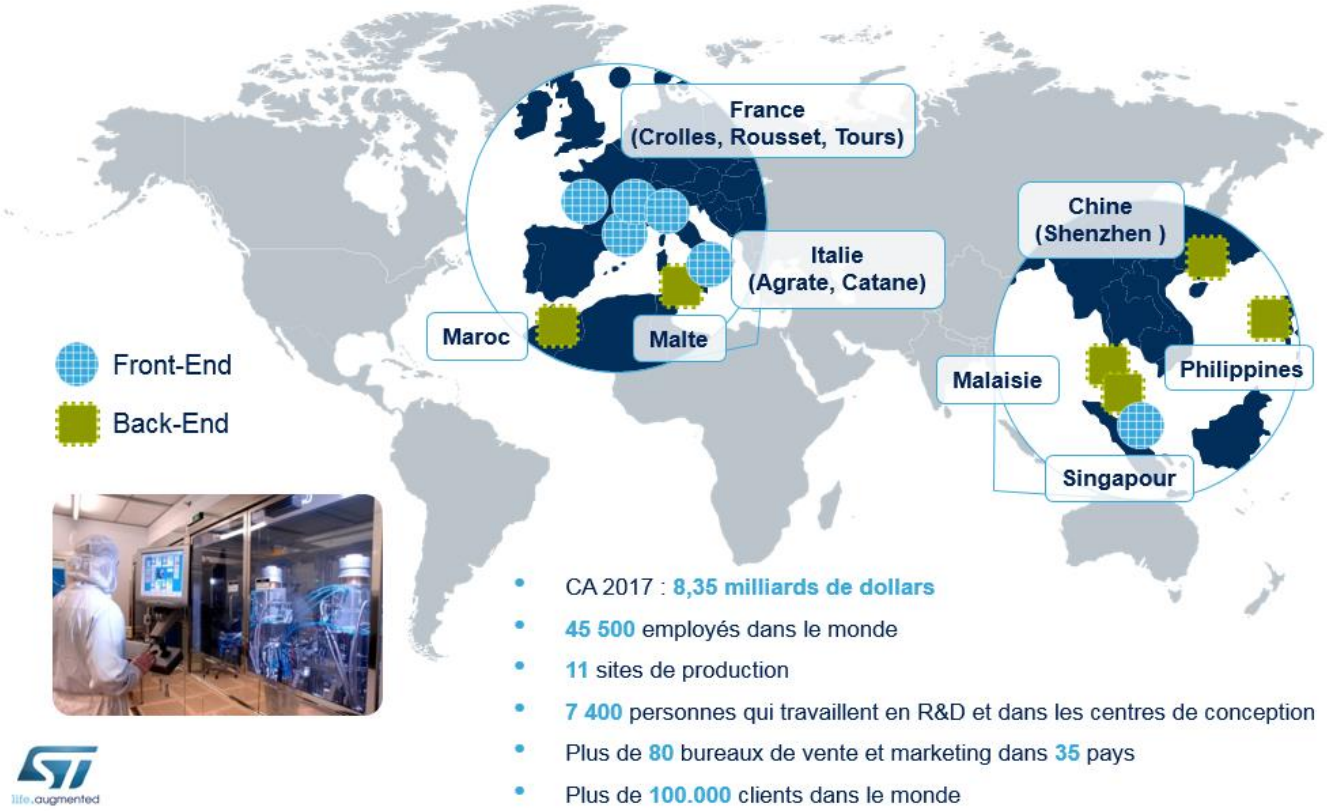


Figure 4 : STMicroelectronics dans le monde

[1] Sont désignés ainsi les sites de production réalisant les étapes initiales à partir de plaques de silicium vierges.
[2] Sont désignés ainsi les sites de production réalisant les étapes finales (tests, mise en boîtiers des puces) avec livraisons aux clients.

1.2.3. ST à Rousset

Le site STMicroelectronics de Rousset se situe dans les Bouches-du-Rhône, au pied de la montagne Sainte-Victoire, dans la haute vallée de l'Arc. Le site occupe une surface totale de 37 hectares dont 10 hectares sont conservés en terre naturelle ou aménagés en espace vert.

Créé il y 38 ans, le site ST de Rousset est un site entièrement intégré qui inclut des activités de fabrication de puces électroniques, sous forme de plaquettes, passant par les étapes de tests électriques, de recherche et développement, de conception, et de marketing. Ce site est donc compris dans la première phase de fabrication, le front-end. Le Groupe « Microcontrôleurs, Mémoires et Microcontrôleurs Sécurisés » de la Compagnie ainsi que de nombreuses fonctions centrales sont également établies sur ce site.

Conformément à l'arrêté du 10 mai 2000 relatif à la prévention des accidents majeurs impliquant des substances dangereuses et de par la règle d'addition des substances, le classement de l'unité de production est une ICPE3 classée « SEVESO – Seuil Bas ».

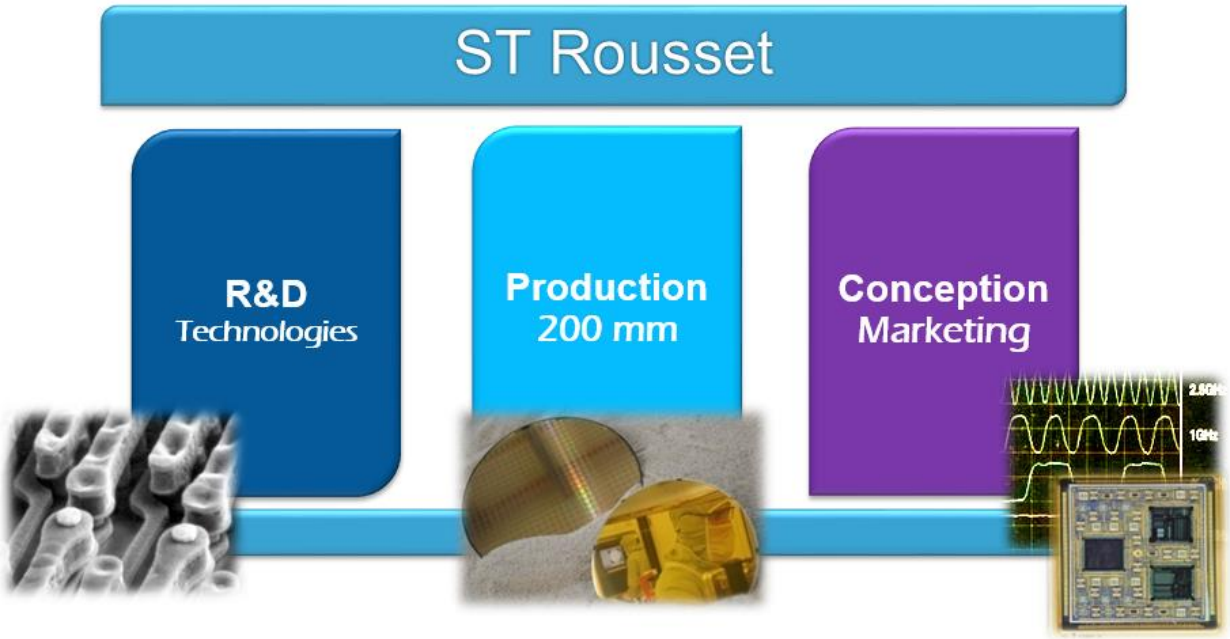


Figure 5 : STMicroelectronics Rousset

1.2.4. Quelques chiffres

Figure 6 : STMicroelectronics Rousset en quelques chiffres

1.2.5. Le service EHS

« *Protéger l'environnement, préserver la santé, la sécurité des employés et de toutes les personnes présentes sur le site est un impératif à satisfaire au quotidien* ».

André Dumas, Directeur du service EHS, STMicroelectronics Rousset.

Afin de satisfaire les valeurs du groupe, STMicroelectronics Rousset a acquis avec succès les certifications, comme l'OHSAS, les ISO 9001, 14001 ou encore 50001. Mais elle implique aussi pleinement l'ensemble de son personnel et encourage toutes les initiatives contribuant à améliorer et à pérenniser la mise en œuvre de ces engagements comme :

- Respecter les réglementations et autres exigences applicables à ce type d'industrie.
- Evaluer en permanence les risques et les impacts environnementaux inhérents à leurs activités, leurs produits et leurs services, afin de prévenir et de maîtriser avec efficacité les risques d'accidents, d'atteintes à la santé et de dommages matériels.
- Poursuivre une démarche d'amélioration continue de leurs performances et de leurs résultats en matière de santé, sécurité et de protection de l'environnement.
- Sensibiliser, former l'ensemble du personnel à ces missions et les responsabiliser en termes de santé, sécurité et de protection de l'environnement.

L'ensemble du service EHS est étroitement impliqué dans ces engagements et permet de mettre en place les initiatives et les démarches amorcées par le groupe. L'organigramme ci-dessous décrit le fonctionnement du service EHS ainsi que les différents postes du personnel.

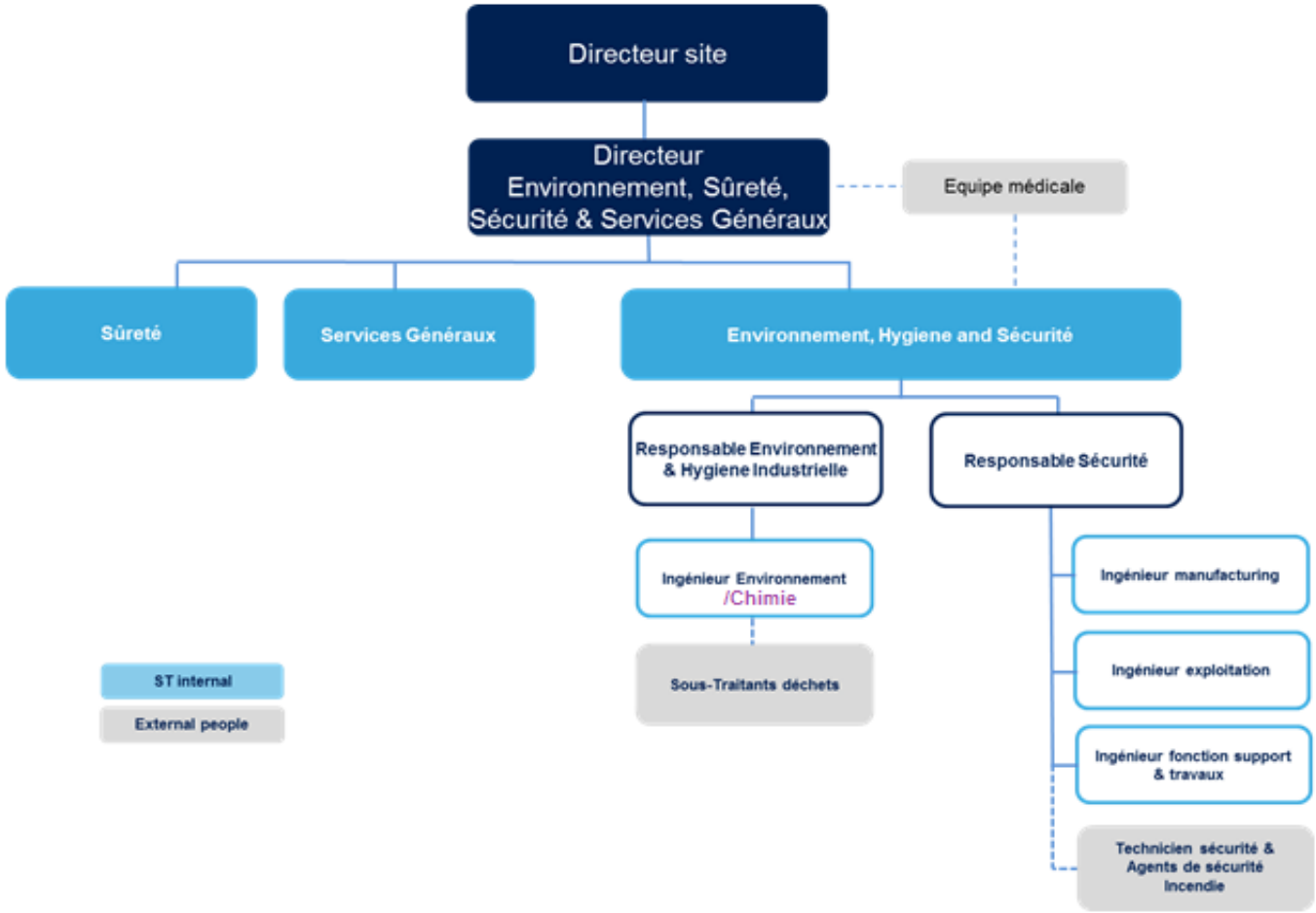


Figure 7 : Organigramme du service EHS

2. Les Champs Electromagnétiques : Définition et Notions de bases

2.1. Types de rayonnements

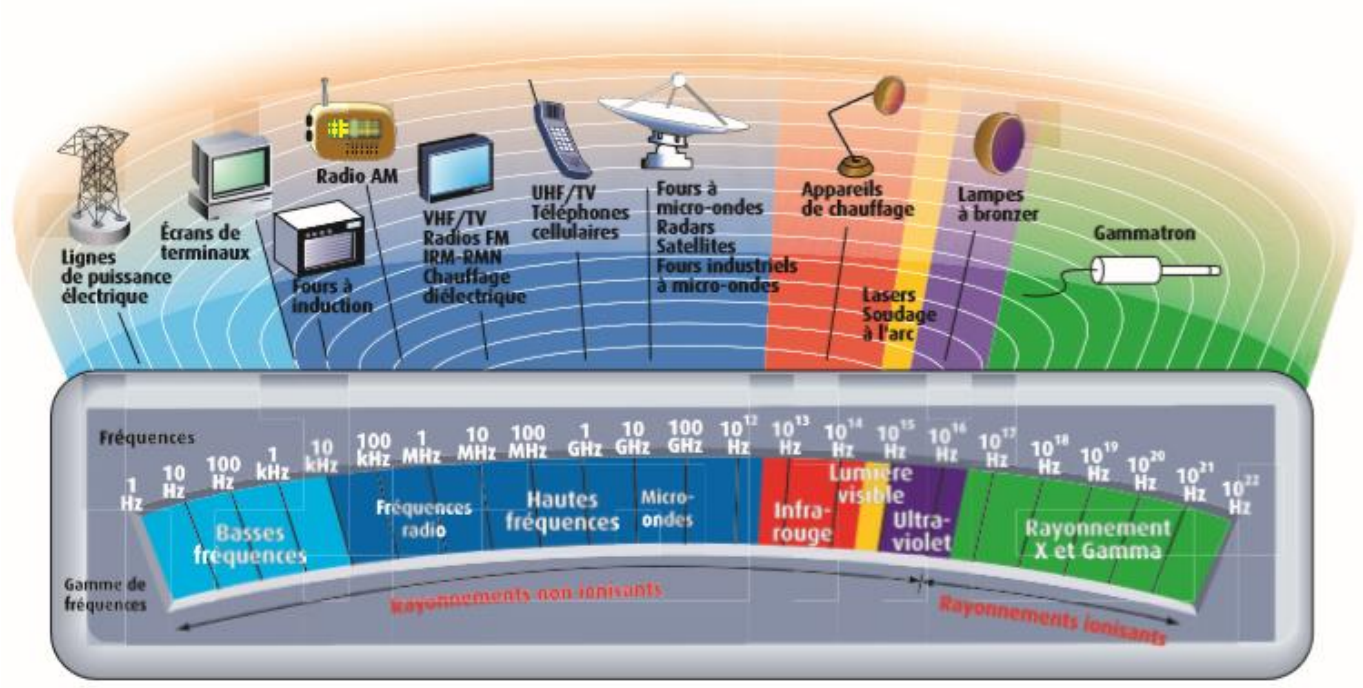


Figure 8 : Spectre électromagnétique

Les champs électromagnétiques sont composés par un spectre qui va de 0 Hz à 10^{22} Hz.
Le spectre est composé de 3 parties :

- Les rayonnements ionisants de [10^{16} Hz à 10^{22} Hz].
- Les rayonnements optiques de [300 GHz à 10^{16} Hz].
- Les rayonnements dits « électromagnétiques » de [0 à 300 GHz].

2.1.1. Les rayonnements ionisants

Plus la fréquence du champ sera élevée, plus l'énergie des particules d'énergies sera importante. Lorsqu'un certain seuil d'énergie sera atteint, les ondes électromagnétiques pourront alors transformer un atome ou une molécule en ion, c'est ce que l'on appelle communément une « ionisation » qui est produite par un « rayonnement ionisant ». Il existe plusieurs types de rayonnements ionisants : alpha, Beta, gamma, X, neutronique, cosmique.
Ces rayonnements proviennent de substances naturelles (uranium, radium, radon, …) ou artificielles (californium, américium, plutonium, …).

2.1.2. Les rayonnements optiques

Les rayonnements optiques sont classés selon leur longueur d'ondes. Ils sont composés par l'infra-rouge, la lumière visible et l'ultra-violet. De ces 3 composantes, l'œil humain ne peut voir que la lumière visible. Sont distingués les rayonnements concentrés sur une seul longueur d'onde, les lasers, et les rayonnements émis sur plusieurs, qui sont toutes les autres sources naturelles ou artificielles.
Le soleil est la source de rayonnement optique naturelle la plus importante.
Les personnes sont exposées à de nombreuses sources artificielles au quotidien et sur leur lieu de travail.

2.1.3. Les rayonnements électromagnétiques

Les rayonnements dits « électromagnétiques » sont générés à des fréquences comprises entre [0 Hz – 300 GHz]. Dans la suite du document, lorsque nous parlerons de **champs électromagnétiques** (ou **CEM**), cela concernera uniquement cette catégorie de rayonnements.
Nous verrons par la suite, que la réglementation entrée en vigueur au 1er janvier 2017 ne concerne que cette plage de fréquence.
Concernant les rayonnements ionisants et optiques, d'autres réglementations encadrent l'exposition des personnes, qui ne seront pas abordées dans ce document.

2.2. Qu'est-ce qu'un champ électromagnétique

2.2.1. Origine des champs électromagnétiques

A) Naturelle

Les champs électromagnétiques sont présents dans tout notre environnement au même titre que le bruit, la chaleur, les vibrations, les rayonnements optiques naturels et artificiels, mais ils ne sont pas perceptibles directement par l'homme. En effet, bien que non visibles pour l'œil humain, ces champs apparaissent en plusieurs lieux.
Par exemple, l'apparition en certains points de l'atmosphère de charges électriques sous l'influence d'orages, cela donne naissance à un champ électrique. Une boussole dont l'orientation donne la direction nord-sud est due au champ magnétique terrestre qui va donner l'orientation de l'aiguille aimantée. Ce champ magnétique est également utilisé par les oiseaux et les poissons comme une aide à la navigation.

B) Anthropique

En plus des sources naturelles composant le spectre électromagnétique, il existe des champs qui sont produits par l'activité humaine tels que :

- Les champs électromagnétiques engendrés par le courant électrique au niveau des prises électriques d'une maison, des lignes à hautes tension.
- Les champs électromagnétiques générés dans le domaine de radiofréquence pour la transmission d'informations et de communication, les systèmes de contrôle (radars, installations de diffusion radiophoniques et télévisées, téléphones mobiles et stations de base, systèmes de chauffage à induction, dispositifs antivols…).
- Les champs électromagnétiques générés par de nombreuses applications dans le domaine de l'industrie : électrolyseurs, fours à induction, microscopes à balayage électronique, générateur RF.

2.2.2. Grandeurs physiques : Fréquence et longueur d'onde

Un champ électromagnétique est caractérisé par une fréquence et une longueur d'onde.
La fréquence traduit le nombre de cycle par seconde et la longueur d'onde traduit la distance entre le point d'une onde et son homologue sur l'onde suivante.
Ces 2 grandeurs physiques sont liées par la relation suivante :
Fréquence (Hz) = vitesse de la lumière (m/s) /longueur d'onde (m).
Ces grandeurs sont proportionnelles : plus la fréquence est élevée plus la longueur d'onde est courte.
De ces grandeurs physiques, c'est la fréquence qui est la plus utilisée pour caractériser les CEM. La fréquence dépendra du type d'application voulue pour l'équipement qui sera mis en jeu.
La nature des interactions entre un champ électromagnétique et l'organisme dépend de la fréquence de ce champ et de son intensité (puissance d'émission de la source).

2.3. Les catégories de champs électromagnétiques

2.3.1. Les champs électromagnétiques

A) Les champs électriques

Les champs électriques sont associés à la présence de charges positives ou négatives. L'intensité d'un champ électrique se mesure en volts par mètre (V/m). Tout fil électrique sous tension produit un champ électrique dans son voisinage. Ce champ existe même si aucun courant ne circule. Pour une distance donnée du fil, le champ est d'autant plus intense que la tension est plus élevée.
Comme cette tension existe même lorsqu'aucun courant ne passe, il n'est pas nécessaire d'allumer l'appareil pour qu'un champ électrique soit présent dans la pièce où il se trouve.
Le fait de brancher la prise d'un appareil électrique sur le secteur crée un champ électrique dans l'espace environnant.
Le champ électrique sera le plus grand à proximité immédiate de la source sous tension. L'intensité va diminuer rapidement avec la distance. Les conducteurs métalliques constituent un blindage efficace contre les champs électriques. Les matériaux de construction, les arbres, etc. confèrent également une certaine protection.

Champs électriques en bref :

- La mise sous tension d'un conducteur crée un champ électrique.
- Ce champ se mesure en volts par mètre (V/m).
- Le champ électrique peut exister même lorsqu'un appareil électrique est éteint.
- L'intensité du champ diminue lorsque la distance à la source augmente.
- La plupart des matériaux de construction protègent un peu contre les champs électriques.

B) Les champs magnétiques

Les champs magnétiques sont engendrés par le déplacement de charges électriques.
L'intensité d'un champ magnétique se mesure en ampères par mètre (A/m), toutefois dans la recherche et les applications techniques, il est plus courant d'utiliser une autre grandeur liée à celle-ci, qui s'exprime en teslas ou en micro teslas (µT). Contrairement au champ électrique, le champ magnétique n'apparaît que lorsqu'un appareil électrique est allumé et que le courant passe. Plus l'intensité du courant est forte, plus le champ magnétique est élevé. Les champs électrique et magnétique coexistent donc dans l'environnement d'un appareil électrique.
Comme dans le cas du champ électrique, le champ magnétique est d'autant plus intense qu'on est proche de la source et il diminue rapidement lorsque la distance augmente. Les matériaux courants tels que les matériaux de construction ne constituent pas un blindage efficace contre les champs magnétiques.

Champs magnétiques en bref :

- Le passage d'un courant électrique crée un champ magnétique.
- Lorsqu'on étudie les champs magnétiques, la grandeur utilisée est le milli-ou micro-teslas (mT ou µT).
- Dès que l'on allume un appareil électrique et que le courant passe, un champ magnétique apparaît.
- L'intensité du champ diminue lorsque la distance à la source augmente.
- La plupart des matériaux courants sont incapables de réduire l'intensité d'un champ magnétique.
- Les champs électrique et magnétique coexistent donc dans l'environnement d'un appareil électrique.

C) Les champs micro-ondes

Les champs micro-ondes émettent des champs électromagnétiques à des fréquences dont le champ électrique est prépondérant. Il n'est pas nécessaire de mesurer le champ magnétique pour déterminer le niveau de dangerosité pour les travailleurs pour ce type de source, que l'on peut assimiler comme une source de champ électrique.

2.3.2. Champ statique et champ variant au cours du temps

A) Champ statique

Un champ statique est constant au cours du temps, c'est ce que l'on appelle un courant continu, car il ne se déplace que dans un seul sens. Il est émis à une fréquence constante de 0 Hz.
Les champs magnétiques statiques sont liés à la présence d'aimants permanents, d'électroaimants alimentés en courant continu ou plus généralement de sources de courants continus qui seront retrouvés dans le monde du travail.

B) Champ variable

Un courant alternatif change de sens à intervalles réguliers. Les sources de CEM que l'on retrouve dans le monde du travail sont alimentées par des champs variables à l'aide du réseau électrique. Pour cette catégorie de champ, on parlera de champ électrique et/ou magnétique (on ne précisera par « variable).

2.4. Les effets des champs électromagnétiques

2.4.1. Les effets sur la santé des travailleurs

L'exposition dépend :

- des caractéristiques de la source (fréquence de la source et intensité du champ).
- de la distance source/opérateur.
- de la présence ou non de moyens de protection.

Les effets engendrés par les champs électromagnétiques peuvent être direct ou indirect pour l'homme et son environnement.

Un effet direct est un trouble de la santé d'un travailleur, engendré par son exposition à des champs électromagnétiques.

Un effet indirect est causé par la présence d'un objet dans un champ électromagnétique pouvant entraîner un risque pour la sécurité ou la santé.

2.4.2. Effets à court terme

Un effet est avéré quand :

- il est identifié,
- il peut être répliqué,
- Il est cohérent.

Les principaux effets à court terme des champs électromagnétiques sont les suivant :

Champ / [Fréquence]	Effets direct	Effets indirect
Electrique statique [0 Hz]	• Sensation de picotement désagréable par accumulation de charges électriques sur la peau	• Courant de décharge entre le corps isolé et un objet dont le potentiel est différent ou à la terre
Magnétique statique [0 Hz]	• Vertiges, nausées, goût métallique, phosphènes rétinien (sensation lumineuse)	• Projection d'objets ferromagnétiques • Déplacement ou descellement des implants passifs ferromagnétiques • Dysfonctionnement et dérèglement des dispositifs médicaux implantables actif
Fréquences basses [1Hz – 100 kHz]	• **Effet non thermique** : Courants induits dans le corps	• Courants de contact entre l'individu exposé et un objet métallique hors tension • Dysfonctionnement et dérèglement des dispositifs médicaux implantables actifs • Amorçage de dispositifs électriques de mise à feu • Incendies et explosions • Autre
Fréquences hautes [10 MHz – 300 GHz]	• **Effet thermique** : Augmentation de la température du corps lorsque les limites de la thermorégulation sont dépassées (t>6mn) • Intolérance environnementale (Electro-Hyper-sensibilité)	• Courants de contact entre une personne et un objet métallique hors tension • Dysfonctionnement et dérèglement des dispositifs médicaux implantables actifs • Echauffement des implants passifs ferromagnétiques ou création de micro décharges entraînant des picotements ou une coagulation locale • Amorçage de dispositifs électriques de mise à feu • Incendies et explosions
Fréquences intermédiaires [100 kHz – 10 MHz]	• Coexistence des effets observés pour les basses et les hautes fréquences	• Coexistence des effets observés pour les basses et les hautes fréquences

Tableau 1 : Effets directs et indirects des champs électromagnétiques

On peut résumer les effets principaux des champs électromagnétiques par les schémas suivant :

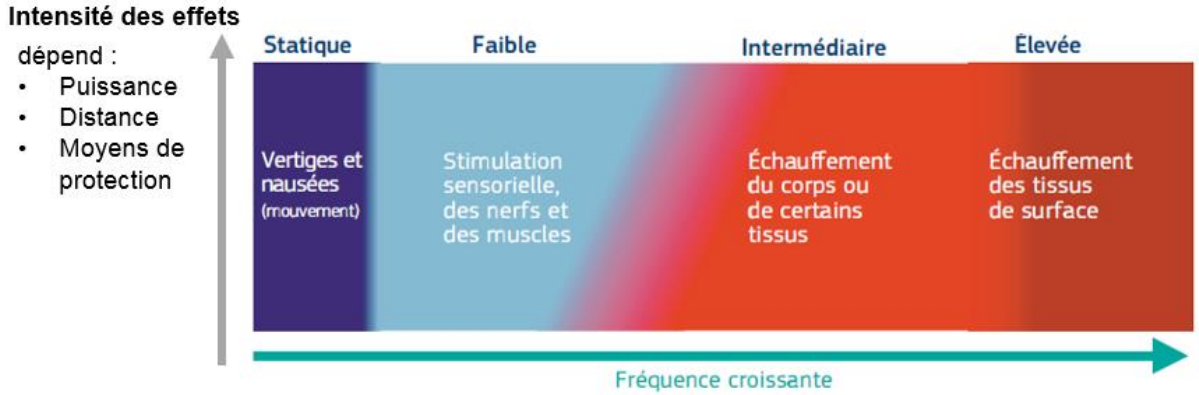


Figure 9 : Principaux effets directs des CEM en fonction de la fréquence

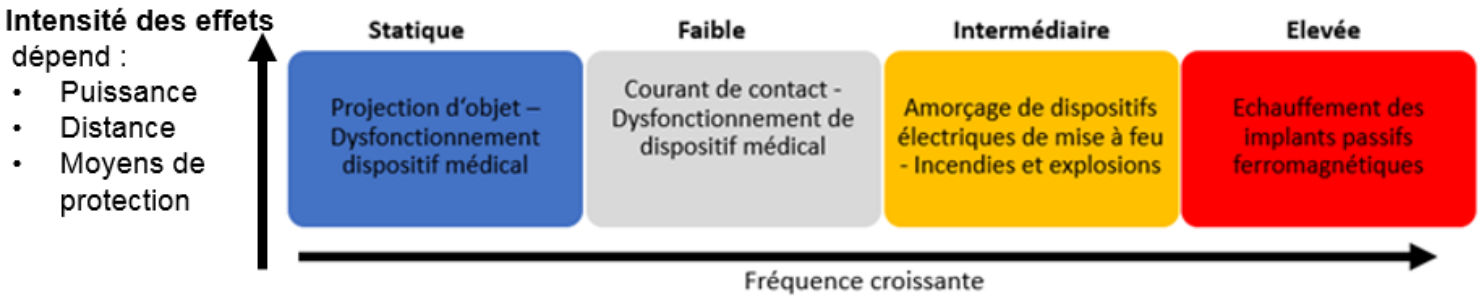


Figure 10 : Principaux effets indirects des CEM en fonction de la fréquence

2.4.3. Effets à long terme

Des recherches sont menées sur d'éventuels effets à long termes des CEM. À ce jour, il n'y a pas de consensus scientifique concernant des effets à long terme avérés provoqués par une exposition faible mais régulière à des CEM.

2.5. Réglementation sur les champs électromagnétiques

2.5.1. Elaboration des limites d'exposition

Les limites d'exposition aux champs électromagnétiques ont été élaborées par l'ICNIRP (Commission Internationale Pour la Protection Contre les Rayonnements Non Ionisants) et validées par l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé).
Les travaux de l'ICNIRP ont fait l'objet de recommandations pour l'établissement des limites d'exposition aux champs électriques, magnétiques et électromagnétiques. Ces recommandations sont devenues les références au niveau européen pour l'élaboration des réglementations concernant la protection des personnes vis à vis des champs électromagnétiques.

Dans les recommandations de l'ICNIRP, les valeurs fondamentales à ne pas dépasser sont appelées les restrictions de base :

- Elles sont fondées sur les effets avérés sur la santé (notamment les effets thermiques).
- Elles sont différentes selon la population exposée.
- Un facteur de réduction supplémentaire a été appliqué aux limites d'exposition de la population professionnelle pour fixer les limites d'exposition de la population générale afin de protéger davantage les parties de la population potentiellement plus fragile (ex : enfants, personnes âgées)
- Elles sont fondées sur des grandeurs inadaptées à des mesures sur site.

2.5.2. Réglementation Européenne

Au niveau européen, il existe deux textes officiels sur les champs électromagnétiques :

- Directive 2013/35/UE du Parlement européen et du Conseil du 26 juin 2013, concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (champs électromagnétiques). Appelée « **directive CEM** » dans les textes.
- Recommandation 1999/519/CE du conseil de l'Union Européenne du 12 juillet 1999, relative à la limitation de l'exposition du public aux champs électromagnétiques (de 0 Hz à 300 GHz).

La directive européenne doit être transcrite dans les textes de loi des pays membre de l'U.E. pour être applicable.

Il existe également deux guides de bonne pratique pour procéder à l'application de cette directive :

- Guide non contraignant de bonnes pratiques pour la mise en œuvre de la directive 2013/35/UE - « Champs électromagnétiques » - Volume 1 - Guide pratique.
- Guide non contraignant de bonnes pratiques pour la mise en œuvre de la directive 2013/35/UE « Champs électromagnétiques » - Volume 2 - Études de cas.

2.5.3. Réglementation Française

La directive européenne a été retranscrite dans le droit français par la parution d'un décret d'application. La réglementation sur les champs électromagnétiques pour les travailleurs en France est composée entre autres par :

- Décret 2016-1074 du 3 août 2016 relatif à la protection des travailleurs contre les risques dus aux champs électromagnétiques : « **Décret CEM** ».
- Insertion des prescriptions du décret 2016-1074 dans chapitre III du titre V du livre IV de la quatrième partie du code du travail (partie réglementaire).
- Arrêté du 5 décembre 2016 relatif aux grandeurs physique que représentent les valeurs limites d'exposition professionnelle et les valeurs déclenchant l'action décrivant l'exposition à des champs électromagnétiques en milieu de travail.

Il existe également un décret fixant les valeurs limites d'émissions à respecter par les exploitants des réseaux de télécommunication et des installations radioélectrique :

- Décret n°2002-775 du 3 mai 2002 pris en application du 12° de l'article L. 32 du code des postes et télécommunications et relatif aux valeurs limites d'exposition du public aux champs électromagnétiques émis par les équipements utilisés dans les réseaux de télécommunication ou par les installations radioélectriques.

En parallèle de ces textes qui concernent les travailleurs, il existe également des textes de loi sur les critères de compatibilité électromagnétiques des objets et équipements (orienter plutôt pour les fabricants) qui ne seront pas abordés dans ce document car ils ne concernent pas la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs.

2.6. Limites d'exposition du public

Les valeurs limites d'exposition auxquelles du public, sont définit dans la réglementation 1999/519/CE. Ces limites sont appelées « restriction de base » (valeurs pour protéger la santé de l'individu) et « niveaux de référence » (valeurs opérationnelles pour évaluer le niveau d'exposition). Ces valeurs limites ne doivent pas être dépassées en cas de présence de « visiteurs » au sein d'une entreprise.

2.7. Limites d'exposition des travailleurs en milieu professionnel

2.7.1. Travailleurs

Le Décret 2016-1074 du 3 août 2016 (décret CEM) fixe les valeurs limites d'expositions auxquelles peuvent être exposées les travailleurs. Elles ont pour but d'améliorer la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs contre les risques résultants de l'exposition aux champs électromagnétiques entre 0 et 300 GHz.

Ces valeurs limites ont des dénominations différentes de celles du public :

- Valeurs limites d'exposition (VLE), à la place de restriction de base.
- Valeurs déclenchant l'action (VA ou VDA selon les textes), à la place des niveaux de références.

2.7.2. Travailleurs à risques particuliers

A) Les catégories de travailleurs à risques particuliers

Certains groupes de travailleurs sont considérés comme étant exposés à un risque particulier dû aux champs électromagnétiques. Ces travailleurs ne sont pas protégés de manière adéquate par les seuils réglementaires fixés par le décret CEM, et il est donc nécessaire pour leurs employeurs, d'examiner leur exposition séparément de celle des autres travailleurs.
Les travailleurs à risques particuliers sont protégés de manière adéquate par le respect des niveaux de référence définis dans la recommandation 1999/519/CE du Conseil, qui est la réglementation applicable en France la plus restrictive à ce jour (celle du public).

Il existe 4 « familles » de travailleurs à risques particuliers :

Travailleurs à risques particuliers	Exemples
Travailleurs portant des dispositifs médicaux implantés actifs (DMIA)	Stimulateurs et défibrillateurs cardiaques, implants cochléaires, implants de tronc cérébral, prothèses de l'oreille interne, neurostimulateurs, codeurs rétiniens, pompes de perfusion implantées
Travailleurs portant des dispositifs médicaux implantés passifs contenant du métal	Articulations artificielles, broches, plaques, vis, agrafes chirurgicales, pinces pour anévrismes, stents, prothèses de valves cardiaques, implants contraceptifs métalliques et boîtiers de DMIA
Travailleurs portant des dispositifs médicaux à même le corps	Pompes externes de perfusion d'hormones (milieu médical essentiellement)
Travailleuses enceintes	

Tableau 2 : Catégories de travailleurs à risques particuliers

Remarque : Certains dispositifs médicaux peuvent être perturbés par des intensités de champ inférieures aux limites de la recommandation CE. Pour les travailleurs porteurs de ce type de dispositif, il faudra, en lien avec la médecine du travail, déterminer les seuils adéquats permettant de garantir leur sécurité. Ces nouveaux seuils seront déterminés avec le médecin du travail en utilisant les prescriptions du fabricant du dispositif médical.
Exemple : Un travailleur porte un implant actif conçu pour fonctionner en-dessous d'un champ magnétique de 0,10 µT à une fréquence de 2,45 GHz (fréquence d'une source micro-onde). Le niveau de référence publique est de 0,20 µT à cette fréquence. Ce seuil ne permet pas de garantir la protection du travailleur. Pour les travailleurs porteurs de ce type d'appareil, il faudra abaisser la limite à 0,10 µT.
Le cas des travailleurs à risques particuliers est toujours à traiter spécifiquement en collaboration avec le médecin du travail, qui est la seule personne compétente pour identifier ces catégories de travailleur d'une entreprise et donc permettre si nécessaire d'adapter votre évaluation en conséquence.

B) La particularité des porteurs de DMIA

Pour les champs variables (supérieurs à 0 Hz), cette catégorie de travailleur est protégée par le respect des seuils de la Recommandation 1999/519/CE pour les **effets directs**. En ce qui concerne les champs statiques (fréquence = 0 Hz), il n'existe pas de seuil réglementaire pour le risque d'interférence avec le fonctionnement des dispositifs médicaux actifs (**effet indirect**). Pour cet effet, le Décret CEM 2016-1074 a fixé une VDA de 0,5 mT à respecter.

Les principaux textes réglementaires sur les CEM sont donc les suivants :

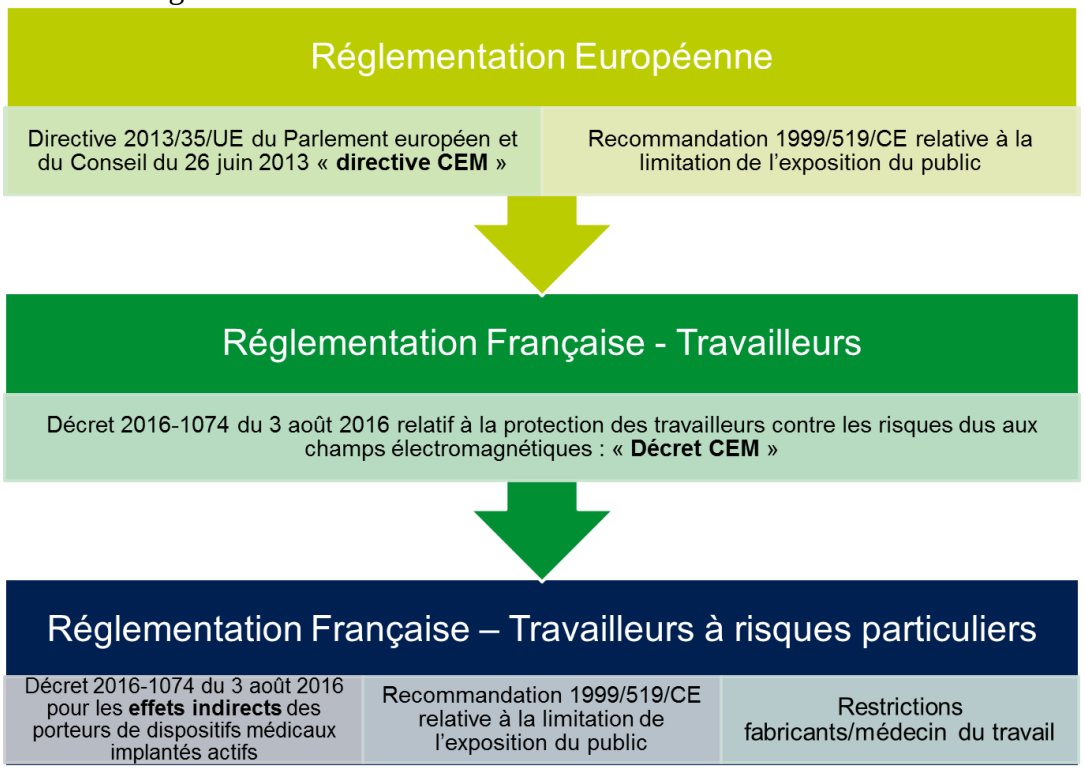


Figure 11 : Principaux textes réglementaires sur les CEM

2.8. VLE et VDA de la réglementation

2.8.1. Simplification des termes utilisés

Les valeurs limites de la Recommandation CE et du décret CEM sont différentes, pouvant engendrer des confusions auprès des travailleurs lors de votre évaluation des risques.
Afin de simplifier les termes utilisés et d'avoir un seul vocabulaire dans votre analyse de risques, je vous conseille de définir que :

- Les niveaux de restriction de base correspondent à des Valeurs Limites d'Exposition (VLE), car elles sont complexes à mesurer ou calculer, ce sont des mesures internes au corps humain.
- Les niveaux de référence correspondent à des Valeurs déclenchant l'Action (VDA), ce sont des valeurs dans une atmosphère de travail.

2.8.2. Valeurs Limites d'Exposition (VLE)

Le décret 2016-1074 fixe des Valeurs Limites d'Exposition (VLE) pour les effets sensoriels et sur la santé en matière de protection des travailleurs, résultants ou susceptibles de résulter d'une exposition à des champs électromagnétiques. Le respect des VLE garantit la protection de la santé et la sécurité des travailleurs, si elles ne sont pas dépassées, car elles ont été conçues en appliquant des coefficients de sécurité (appelés « K » dans la littérature) par rapport aux effets des CEM.

Les VLE sont définies en termes de quantités absorbées par le corps qu'il est très complexe de mesurer directement ou de déterminer par un calcul simple.

2.8.3. Valeurs déclenchant l'action (VDA) du décret CEM pour les effets directs

Les Valeurs déclenchant l'action (VA ou VDA) sont dérivées des VLE sur la base d'hypothèses prudentes, de sorte que le respect de la VDA concernées garantit toujours le respect de la VLE correspondante :

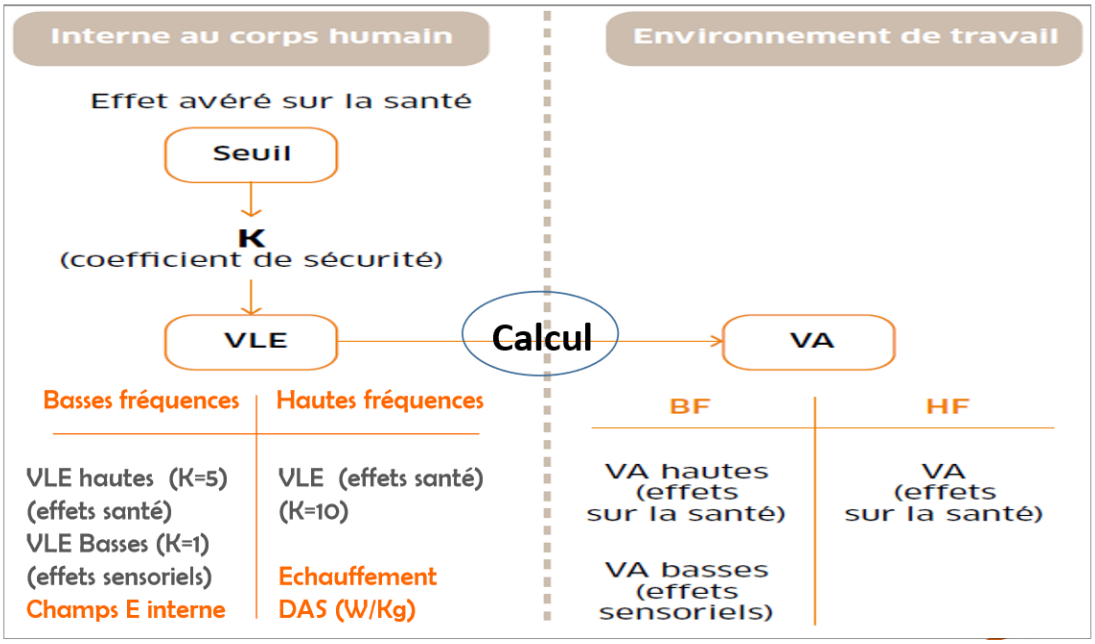


Figure 12 : Relation entre VLE et VDA de la réglementation

Ces valeurs déclenchant l'action sont données en fonction de la fréquence et du type de champ électromagnétique. Pour les travailleurs, elles sont définies dans le décret CEM par le tableau suivant :

FREQUENCE (f) (1)	VALEURS DECLENCHANT L'ACTION						
	Effets biophysiques directs		Pour l'exposition aux champs électriques	Pour l'exposition aux champs magnétiques			Pour les courants induits
				VA ($B_{eff.}$) (4)			VA ($I_{Leff.}$) (5)
			VA ($E_{eff.}$) (2) (3)	VA basse (6)	VA haute (6)	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			$1x10^6/f$ V.m^{-1}				-
300 Hz ≤ f < 1,64 kHz				$3x10^5/f$ 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		$3x10^2$ µT	-
100 kHz ≤ f < 1 MHz (7)		Effets thermiques	$6,1x10^2$ V.m^{-1} (non thermique et thermique)	$1x10^2$ µT (non thermique) $2x10^6/f$ µT (thermique)			-
1 MHz ≤ f < 10 MHz (7)			$6,1x10^2$ V.m^{-1} (non thermique) $6,1.10^8/f$ V.m^{-1} (thermique)				-
10 MHz ≤ f < 110 MHz		Effets thermiques	61 V.m^{-1}	0,2 µT		-	100 mA
110 MHz ≤ f < 400 MHz						-	-
400 MHz ≤ f < 2 GHz			$3x10^{-3}$ $f^{1/2}$ V.m^{-1}	$1x10^{-5}$ $f^{1/2}$ µT		-	-
2 GHz ≤ f < 300 GHz			$1,4x10^{-2}$ V.m^{-1}	$4,5x10^{-1}$ µT		-	-

(1) La fréquence f est exprimée en hertz (Hz)
(2) Les valeurs déclenchant l'action pour une exposition aux champs électriques sont des valeurs d'intensité de champ électrique exprimées en volt par mètre.
(3) Sur la gamme de fréquences comprises entre 1 et 400 hertz, pour une exposition à des champs électriques, la valeur déclenchant l'action permet de respecter les valeurs limites d'exposition relatives aux effets sensoriels et aux effets sur la santé mentionnées à l'article R. 4453-2
(4) Les valeurs déclenchant l'action pour une exposition à des champs magnétiques sont des valeurs d'induction magnétique exprimées en microtesla
(5) La valeur déclenchant l'action pour les courants induits est exprimée en milliampère
(6) Sur la gamme de fréquences comprises entre 1 et 400 hertz, pour une exposition aux champs magnétiques, la valeur déclenchant l'action basse permet de respecter les valeurs limites d'exposition relatives aux effets sensoriels pour une exposition localisée de la tête tandis que la valeur déclenchant l'action haute permet de respecter les valeurs limites d'exposition relatives aux effets sur la santé mentionnées à l'article R. 4453-2
(7) Dans la gamme de fréquences comprises entre 100 kilohertz et 10 mégahertz, les effets thermiques et non thermiques agissant concomitamment pour les expositions à des champs électriques et à des champs magnétiques, les valeurs déclenchant l'action pour les deux types d'effets et les deux types de champs doivent être considérées

Figure 13 : VDA des effets directs du décret CEM pour les travailleurs

Lorsque vous avez identifié la ou les fréquences de votre source de CEM, vous pourrez alors déterminer les VDA en vous plaçant dans la plage de fréquence qui encadre votre source. La VDA la plus pénalisante sera retenue.
Exemple : Votre source émet à une fréquence de 13,56 MHz.
Sa VDA électrique est de 61 V/m et sa VDA magnétique est de 0,2 µT.
La même logique est appliquée pour les travailleurs à risques particuliers avec les seuils réglementaires de la Recommandation CE qui seront plus restrictifs.
Si les champs mesurés ne dépassent pas les VDA, le respect des VLE relatives aux effets sur la santé et aux effets sensoriels est garanti dans tous les cas de figure.

La conformité à ces VDA assure donc la conformité aux valeurs limites pertinentes d'exposition comme l'indique le décret CEM par la modification de l'article R. 4453-1 du code du travail :
« *Les valeurs déclenchant l'action sont les niveaux d'exposition opérationnels au-delà desquels des mesures ou moyens de prévention prévus par le présent chapitre doivent être mis en œuvre et, pour celles concernant les effets biophysiques, en deçà desquels les valeurs limites d'exposition sont considérées comme respectées* ; ».

Si une VDA est dépassée, on doit alors vérifier le niveau de la VLE par calcul ou par une mesure plus complexe. Il convient soit d'évaluer directement la conformité avec les VLE, soit des mesures doivent être prises pour éviter que l'exposition dépasse les VLE.

2.8.4. Valeurs déclenchant l'action (VDA) du décret CEM pour les effets indirects

Le décret précise également des niveaux d'expositions opérationnels au-delà desquels des mesures ou moyens doivent être mis en œuvre en prévention des effets indirects des champs électromagnétiques.
La particularité de ces VDA pour les effets indirects est que l'une d'entre elles concerne une catégorie de travailleurs à risques particuliers : les porteurs d'implants actifs. (Voir tableau en annexe 1).

2.9. Quels impacts

2.9.1. Pour les entreprises

Obligation pour les employeurs de déterminer les niveaux d'exposition des travailleurs aux champs électromagnétiques par la réalisation d'une analyse des risques.

2.9.2. Pour STMicroelectronics

Comme pour les autres entreprises, ST est dans l'obligation d'évaluer les risques d'exposition de ses travailleurs aux CEM. Le retour d'expérience de la société sur ce risque montre que par les technologies et les processus mis en jeux sur les différents sites de la société, l'évaluation des risques peut entrainer des dépassements de VDA pour les travailleurs à risques particuliers et pour les travailleurs dans certaines situations de travail qu'il faudra identifier.

2.9.3. Pour le public

Lors de son évaluation, une entreprise prendra en compte les valeurs limites d'exposition du public pour déterminer les risques des travailleurs à risques particuliers.
Cette analyse servira de référence pour savoir si certaines zones du site doivent être interdites au public (dépassement des seuils réglementaires).

3. Guide d'évaluation des risques des champs électromagnétiques

3.1. Objectif du guide

L'objectif de ce guide d'évaluation des risques des CEM est d'aider les entreprises à procéder à l'évaluation de ce risque par eux-mêmes à chaque fois que cela est possible. Il se base sur le retour d'expérience de l'évaluation qui a été menée sur le site de Rousset de la société STMicroelectronics.
Nous allons voir qu'une évaluation des risques liés aux CEM est composée de deux parties :

- Une évaluation simplifiée des risques par voie documentaire.
- Une évaluation approfondie des risques.

L'application du guide vous permettra de faire l'état des lieux de votre entreprise en termes de sources de CEM, réaliser votre analyse documentaire et une méthode d'analyse approfondie des risques par la mesure.

3.2. Pourquoi mettre en place une méthodologie d'évaluation

Afin de répondre aux exigences de la réglementation, et donc du décret CEM, il faut procéder à l'évaluation des risques liés aux champs électromagnétiques présent dans votre entreprise. Pour cela, il faut procéder à une évaluation qui sera composée de plusieurs étapes :

- Etude de la réglementation
- Définition d'une stratégie d'évaluation
- Déploiement de la stratégie d'évaluation
- Intégration de l'évaluation dans le document unique

La finalité est de parvenir à déterminer le niveau d'exposition de votre personnel, afin de savoir s'il est en sécurité ou s'il faut mettre en place des mesures de prévention/protection. Toute la démarche d'évaluation sera à intégrer dans votre document unique.

3.3. Etude de la réglementation

3.3.1. Obligations de l'employeur d'une entreprise

Conformément à l'article R. 4453-6 du code du travail issu du décret CEM : « L'employeur évalue les risques résultant de l'exposition des travailleurs à des champs électromagnétiques ».
Il doit comparer les sources de CEM auxquelles sont exposées ses travailleurs aux seuils réglementaires pour déterminer le niveau de sécurité et si nécessaire les mesures de prévention/protection à mettre en œuvre.

3.3.2. Guides pour déployer une stratégie d'évaluation des risques des CEM

Afin de répondre aux exigences de la réglementation, plusieurs organismes reconnus ont élaborés des documents explicatifs sur les champs électromagnétiques. Ces documents permettent aux entreprises d'avoir une base sur laquelle s'appuyer afin de procéder à leur évaluation.

Le guide d'évaluation qui va suivre dans ce document s'appuie entre autres sur les textes suivants :

- Fiches ED de l'INRS traitant des CEM,
- Une présentation de la CARSAT sur les CEM,
- 2 guides non-contraignants de l'UE pour la bonne application de la directive CEM de 2013.

L'utilisation de ces documents m'a permis de réaliser un guide évaluation des risques liés aux CEM. De plus, l'utilisation de guide permet lors de la présentation des résultats aux partenaires sociaux (CHSCT par exemple) de mettre en avant la légitimité des résultats à la vue des outils et sources utilisés.

3.3.3. Surveiller l'évolution de la réglementation

La réglementation française sur les champs électromagnétiques pour les travailleurs est assez récente puisqu'elle est applicable depuis le 01 janvier 2017. Néanmoins, il se peut que dans un futur plus ou moins proche, elle soit amenée à évoluer suivant les prochaines découvertes qui seront faites et donc le guide d'évaluation devra être adapté en conséquence.

En effet, aujourd'hui on ne parle pas des éventuels effets à long terme des CEM sur les personnes. Si ce point évolue, de nouvelles notions seront normalement à ajouter dans la réglementation actuelle tels que :

- La définition de durée d'exposition selon les plages de fréquences et les champs concernés (aujourd'hui il existe des seuils avec les VLE et les VDA de la réglementation mais aucune notion de durée n'est évoquée).
- La définition d'une réglementation nationale pour les « travailleurs à risques particuliers » sera sûrement mise en place si la Recommandation CE de 1999 devient inapplicable en l'état (durée d'exposition à ajouter).
- L'ajout d'une fréquence de réalisation de mesures entre deux campagnes de mesures des CEM (comme cela existe déjà en hygiène industrielle).

Enfin, alors qu'à ce jour il est très difficile de faire des évaluations en se basant directement sur les VLE, les évolutions des technologies pourraient permettre d'y arriver et donc de pouvoir employer des termes connus par un plus grand nombre de personnes.

3.4. Définition d'une stratégie d'évaluation

3.4.1. Benchmark avec d'autres sites de l'entreprise ou similaire

La première étape à mener par une entreprise, est de savoir, si et comment a été effectué l'évaluation des risques liés aux CEM sur d'autres sites utilisant les mêmes types d'activités. Pour cela, il est possible de prendre contact soit :

- Avec d'autres sites de votre entreprise (si existants).
- Des entreprises travaillant dans le même domaine d'activité.

Cette action a pour but de connaitre le type de sources que vous pourrez retrouver dans votre domaine d'activité, s'il y a des éléments sensibles sur lesquels vous risquez d'avoir des problématiques. Enfin, en réalisant cette action, vous allez récupérer des données sur des mesures de CEM qui pourront vous servir de base de données documentaires pour la suite de votre étude.

3.4.2. Analyse de la méthodologie mise en place sur d'autres sites

A la suite de votre benchmark, il est important de savoir si la ou les méthodes d'évaluations mises en place peuvent être transposées dans votre entreprise afin de réaliser votre évaluation des CEM.

Pour cela, les questions suivantes sont à se poser :

- Quel sont mes connaissances sur les sources présentent sur le site ?
- Quel sont les moyens mis en place par le site pour déployer sa méthode ?
- Quel sont les moyens à votre disposition et que vous allez pouvoir mettre en œuvre ? (Y a-t-il une différence de moyens humains, financiers, organisationnels, …) ?
- Achat d'un matériel de mesures des CEM ou mesures par un cabinet d'études spécialisé ?
- Quel délai pour réaliser l'évaluation ?

Il est important de comprendre, que d'un site à un autre d'une même entreprise, les moyens disponibles peuvent varier, et donc la stratégie de mesure peut être différente.
Néanmoins, l'objectif final sera commun à toutes les entreprises : **Evaluer les niveaux d'expositions de ses travailleurs pour déterminer si l'on respecte les seuils réglementaires afin de garantir la préservation de la santé et de la sécurité des travailleurs.**

3.5. Stratégie d'évaluation des risques liés aux champs électromagnétiques

La stratégie d'évaluation qui suit, s'appuie sur plusieurs guides (UE, INRS, CARSAT) afin d'être la plus complète et synthétique possible.
Cette démarche a été déployée sur le site STMicroelectronics de Rousset (exemples d'application dans le § 4). L'évaluation des risques sera composée de 5 étapes principales :

- Etape 1 : Etat des lieux de l'existant sur le site
- Etape 2 : Mise à jour de votre inventaire
- Etape 3 : Analyse simplifiée des risques par voie documentaire
- Etape 4 : Analyse approfondie des risques par la réalisation de mesures
- Etape 5 : Analyse des résultats de l'évaluation et conclusion

Un rappel des principales étapes d'évaluation a été effectué sous forme de logigramme et se trouve en Annexe 3.

3.5.1. Etape 1 : Etat des lieux de l'existant

Votre entreprise peut avoir effectué des actions avant la parution de la réglementation française. En procédant à un état des lieux des actions déjà menées sur cette thématique, vous allez pouvoir récupérer des informations qui vous serviront lors de la réalisation de votre analyse des risques.

A) Inventaire des sources de CEM existant

Un inventaire des sources de CEM présentes sur votre site peut avoir déjà été élaboré. Même si cet inventaire est incomplet ou s'il n'est pas récent, il vous permettra d'avoir une base sur laquelle vous pourrez le mettre à jour, d'identifier les zones et acteurs qui seront impliqués dans votre évaluation.
Vous pourrez le trouver au sein de votre service HSE, ou bien auprès de votre personnel de maintenance qui peut tenir à jour la liste des équipements du site.

B) Campagnes de mesures déjà réalisées sur le site

La réglementation applicable en France sur les CEM est entrée en vigueur le 1er janvier 2017 pour les travailleurs. Cependant, les directives européennes sur les CEM datent respectivement de 2004 et 2013 (qui a abrogée celle de 2004). Il se peut que votre entreprise ait réalisé des mesures en se basant sur l'un de ces deux référentiels en prévision de la parution de la réglementation française.

Même si ces mesures sont antérieures à la réglementation applicable en France, il est important de les prendre en compte pour plusieurs raisons :

- Les ajouter dans la base de données des mesures de CEM effectuées sur votre site que vous allez constituer lors de votre évaluation des risques.
- Les utiliser pour mettre à jour votre inventaire de sources de CEM de votre site.
- Les comparer aux VDA de la réglementation travailleur (décret CEM de 2016) et travailleurs à risques particuliers (Recommandation CE de 1999).

Cette première comparaison vous permettra d'avoir une première idée de la situation de votre entreprise par rapport aux limites de la réglementation. Toutefois, en admettant que certaines mesures ne soient pas conformes, il est conseillé de refaire ces mesures lors d'une nouvelle campagne avec les dernières techniques de mesures existantes afin de vérifier les résultats.

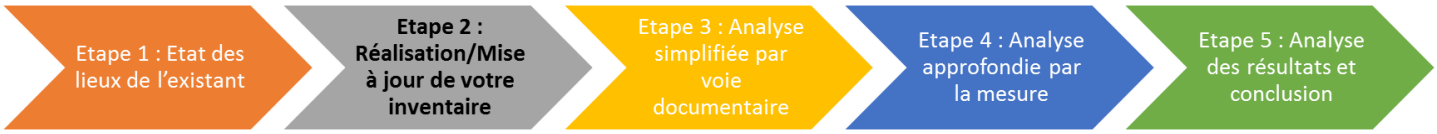
C) Base de données des campagnes de mesures de CEM

Pour chaque campagne de mesures, un rapport de synthèse (si cabinet d'études) sera réalisé afin de faire le bilan de l'analyse par rapport à la réglementation en vigueur.
Il faudra créer une base de données reprenant l'ensemble des mesures effectuées sur votre site afin d'avoir un historique du site en termes de CEM.

Ce document vous permettra de synthétiser les informations principales sur vos campagnes et il faudra retrouver dans ce document les informations suivantes :

- Année de la campagne de mesure : pour connaitre le contexte réglementaire.
- Entreprise ayant réalisé la campagne : cabinet spécialisé ou mesures en interne par service HSE ou le service dédié dans votre entreprise.
- Zone géographique de la mesure : zoom sur zone selon taille de l'entreprise.
- Type de mesures : d'ambiance ou de caractérisation d'équipements.
- Spécification des champs mesurés : électrique, magnétique.
- Plages de fréquence étudiées.
- Comparaison aux VDA réglementation décret CEM 2016 : savoir si on respecte la réglementation pour les travailleurs.
- Comparaison aux VDA réglementation Recommandation CE 1999 : savoir si on respecte la réglementation pour les travailleurs à risques particuliers.

La constitution de cette base de données vous permettra d'avoir un suivi des mesures effectuées sur votre site. Elle vous permettra de savoir si vous avez des « zones » plus sensibles que d'autres par rapport aux CEM en vous fournissant un historique des mesures déjà effectuées.
Cette base pourra être jointe à votre évaluation des risques.



3.5.2. Etape 2 : Inventaire des sources de CEM de votre entreprise

A) But de l'inventaire

Le but d'un inventaire des sources de CEM de votre site est de connaitre les générateurs de risques en termes de CEM auxquels sont exposés vos salariés. C'est à partir de cet inventaire que vous pourrez procéder à l'évaluation des risques pour votre personnel.

B) Informations à trouver dans votre inventaire

Afin que votre inventaire soit le plus complet possible, il est important qu'il contienne les informations suivantes :

- La zone de votre entreprise où est localisée la source de CEM.
- Le nom de l'équipement utilisé dans votre entreprise qui possède une source de CEM.
- Pour chaque source, la quantité présente sur votre site.
- Un descriptif de la localisation de la source CEM dans l'équipement.
- Les plages de fréquences d'émission de la source CEM.
- Les puissances d'utilisation de la source CEM.

Afin de distinguer les types de sources de CEM de votre entreprise, il est conseillé de réaliser un inventaire en distinguant :

- Les sources de champ électrique.
- Les sources de champ magnétique.
- Les sources de champ micro-ondes : sources de champ électrique émettant toujours à une fréquence de 2,45 GHz, seul leur puissance varie d'un équipement à un autre selon les besoins de vos process de fabrication. Comme les seuils de la réglementation dépendent de la fréquence d'émission des sources, il sera alors facile de déterminer le risque d'exposition car leur limite sera toujours la même pour les travailleurs et les travailleurs à risques particuliers.

Votre inventaire va être composé de deux types de sources de CEM principalement :

- Les équipements bureautiques et électriques que l'on peut retrouver dans toute entreprise (Téléphone, DECT, Antenne-borne Wifi, équipements informatiques et bureautiques).
- Les équipements propres à vos besoins de fabrication qui vont engendrer des émissions de CEM (équipements de fabrication avec un générateur de radiofréquence ou un magnétron, des bancs de test de RF, électro-aimants, aimants permanents …).

C) Comment réaliser (ou mettre à jour) votre inventaire

Pour réaliser ou mettre à jour votre inventaire des sources de CEM de votre entreprise, plusieurs facteurs vont rentrer en compte :

- La taille de votre entreprise,
- L'organisation de vos services,
- Votre secteur d'activité.

L'idéal est de pouvoir vous appuyer sur les deux services suivants dans votre entreprise :

- Un service Telecom-informatique qui pourra vous renseigner sur les sources bureautiques et électriques.
- Un service de maintenance qui pourra vous aider pour les équipements utilisés lors des process de fabrication.

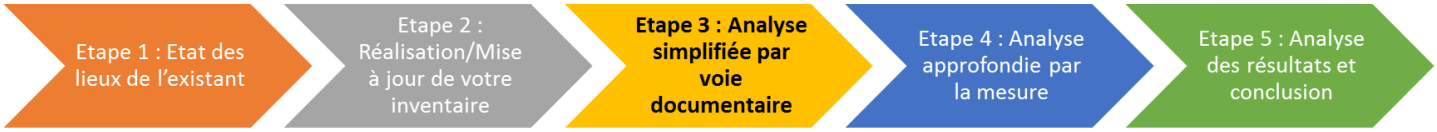
Il se peut que ces services n'existent pas dans votre entreprise. Dans ce cas, il faudra alors prendre contact avec les personnes responsables des zones de vos études et/ou les responsables de l'achat des équipements afin de procéder à la récupération des informations nécessaires à la réalisation de votre inventaire.

D) Mise en place d'un suivi de la mise à jour de l'inventaire de sources de CEM

Lorsque votre inventaire sera à jour, vous allez pouvoir procéder à l'analyse des risques liés aux CEM dans votre entreprise. Lorsque celle-ci sera terminée, vous aurez alors fait un statut de l'état de votre entreprise à la date de votre évaluation. A ce jour, le décret CEM n'impose pas de périodicité pour la réalisation de nouvelle évaluation par la suite.

Cependant, votre évaluation devra être retranscrite dans votre document unique. Il vous sera donc obligatoire de vérifier à minima annuellement que votre inventaire, et donc votre évaluation, correspondent toujours à la réalité de votre entreprise.
Pour cela, il faudra mettre en place un suivi de l'évolution de votre inventaire avec l'aide des différents interlocuteurs ayant participé à l'évaluation en déterminant plusieurs critères :

- Le responsable du suivi.
- Les interlocuteurs par zones (en fonction des sources identifiées).
- La démarche/processus à définir pour que les nouvelles sources de CEM soient identifiées et que l'information soit remontée jusqu'au service HSE.



3.5.3. Etape 3 : Analyse simplifiée par voie documentaire des risques des CEM

A) But

L'objectif de l'analyse documentaire des risques d'exposition aux CEM des travailleurs est de déterminer par une analyse simplifiée que l'on peut conclure à l'absence de dépassement des seuils réglementaires pour les travailleurs et les travailleurs à risques particuliers sans avoir à effectuer de mesures, calculs ou modélisation numérique.

Cette analyse doit être menée pour chaque source de CEM que vous avez identifié dans votre entreprise et retranscrite dans votre inventaire.

B) Moyens à disposition

Afin de procéder à votre analyse documentaire des risques, plusieurs moyens sont à votre disposition :

- Des campagnes de mesure des CEM effectuées sur votre site en prévision de la parution de la réglementation française, que vous avez intégrées dans votre base de données de vos mesures de CEM.
- Les campagnes de mesures effectuées sur d'autres sites de votre entreprise ou par des entreprises travaillant dans votre domaine d'activité. Ces mesures n'ayant pas été effectuées sur votre site, il faut considérer ces mesures comme étant une donnée documentaire pour votre évaluation.

- Le Guide non contraignant de bonnes pratiques pour la mise en œuvre de la directive 2013/35/UE « Champs électromagnétiques » Volume 2 — Études de cas, dans lequel vous retrouverez 12 études de cas décrivant les analyses menées dans plusieurs secteurs d'activités.
- Les documentations des fabricants d'équipements. Dans ces documents, vous allez pouvoir retrouver des informations/recommandations sur les travailleurs à risques particuliers, (interdiction d'accès, distance de sécurité, …) et parfois sur les valeurs maximales d'émissions en CEM des équipements.
  Pour récupérer ces documents, il faut vous adresser à l'interlocuteur de votre entreprise avec lequel vous aurez identifié cet équipement comme source de CEM. Cette personne devrait avoir un contact chez le fabricant de l'équipement afin d'obtenir les documents.
- L'outil OSERAY, qui a été conçu par l'INRS, afin de procéder à une évaluation simplifiée des risques des CEM (voir détail plus bas).

C) Méthode d'évaluation documentaire

Afin de procéder à l'évaluation documentaire des risques liés aux CEM pour vos travailleurs, vous devez pour chaque source de CEM :

1) Vérifier que votre source de CEM est traitée dans les moyens documentaires que vous aurez choisis => Si **OUI** : vous pouvez continuer l'analyse simplifié des risques.
   Si **NON** : analyse documentaire insuffisante pour évaluer les risques et vous allez devoir procéder à une analyse approfondie (voir point E du chapitre).
2) Récupérer les valeurs documentaires auxquelles peuvent émettre votre source de CEM en déterminant si elles sont considérées comme des valeurs interne au corps humain (comparaison aux VLE) ou des valeurs dans l'atmosphère de travail (comparaison aux VDA).
3) Identifier vos VDA ou VLE de la source CEM pour les travailleurs (décret CEM) et les travailleurs à risques particuliers (Recommandation CE 1999) en utilisant les fréquences d'émission des sources.
4) Comparaison des valeurs documentaires à ces valeurs seuils.
5) Conclusion sur le niveau de risque de la source de CEM pour vos travailleurs.

D) L'outil OSERAY de l'INRS

Lors de votre évaluation documentaire, il se peut que pour certaines sources de CEM, vous manquiez d'informations ou que vous cherchiez une confirmation de vos résultats.

L'INRS a développé un outil appelé « OSERAY » ayant pour but de procéder à une analyse simplifiée des risques « documentaire » des CEM. Il a été créé par l'INRS en s'appuyant sur le Guide non contraignant de bonnes pratiques pour la mise en œuvre de la directive 2013/35/UE «Champs électromagnétiques» Volume 1 — Guide pratique.

Cet outil vous précise s'il est nécessaire ou non de procéder à une analyse plus approfondie des risques pour plusieurs famille de sources de CEM pour :

- Les travailleurs en se basant sur le décret CEM 2016-1074.
- Les travailleurs à risques particuliers en se basant sur la Recommandation CE 1999/519/CE relative à l'exposition du public aux CEM.

En indiquant la fréquence d'émission de vos sources, cet outil vous permettra également de vérifier vos VDA et VLE pour les travailleurs (ne calcule pas celles des travailleurs à risques particuliers).

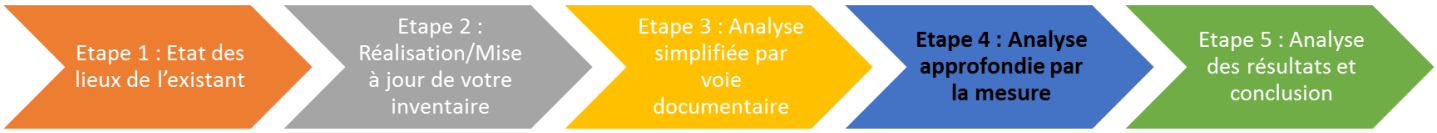
E) Conclusion analyse documentaire

A ce stade de l'évaluation, vous serez confronté aux deux cas suivants :

1) Vous avez garanti l'absence de risques pour les travailleurs et les travailleurs à risques particuliers, dans toutes les situations où ils sont exposés aux sources de CEM dans votre entreprise par le respect des VDA ou VLE de la réglementation.
   Vous pouvez intégrer votre évaluation dans votre document unique, et la prise en compte de ce risque n'aura pas d'impact sur les situations de travail. Vous devez alors informer votre CHSCT des résultats de l'analyse et le médecin du travail.
   Votre évaluation est terminée.
2) Vous ne pouvez pas garantir que les VDA et VLE de la réglementation ne seront jamais dépassés à la suite de votre analyse documentaire pour une ou plusieurs sources de CEM.
   Dans ce cas vous allez devoir appliquer l'article suivant du décret CEM :

« *Art. R. 4453-7. – Lorsque l'évaluation des risques réalisée à partir des données documentaires ne permet pas de conclure à l'absence de risque de dépassement des valeurs déclenchant l'action ou des valeurs limites d'exposition, l'employeur procède à la mesure, au calcul ou à la simulation numérique des niveaux de champs électromagnétiques auxquels les travailleurs sont susceptibles d'être exposés* ».

Le décret vous laisse le choix sur la méthode à mettre en place pour procéder à la suite de l'évaluation.
Dans ce guide, seule la partie « réalisation de mesures » sera traitée, car c'est la manière la plus simple de procéder à votre évaluation.
Les autres techniques sont plus complexes à mettre en œuvre et n'ont pas été mises en application lors de mon alternance.



3.5.4. Etape 4 : Analyse approfondie des risques des CEM par la mesure

A) But

Lors de votre évaluation des risques liés aux CEM, vous devez procéder à la réalisation d'une analyse approfondie des risques par la réalisation de mesures sur votre site pour les sources de CEM pour lesquelles vous n'aurez pas pu conclure à une absence de risque lors de l'exposition de vos travailleurs par une analyse documentaire.

B) Mesures internes ou mesures par un cabinet d'études

A l'heure actuelle, il n'existe pas d'attestation pour manipuler les appareils de mesure de CEM, tel que le CAMARI pour les appareils de mesures en radioprotection.
Pour procéder à votre analyse des risques liés aux CEM par la mesure il y a deux cas possibles :

- Réalisation des mesures par un cabinet d'études de votre choix.
- Réalisation des mesures en interne, à la suite de l'achat des équipements de mesures nécessaires.

Le choix que vous ferez dépendra de plusieurs critères :

- Avez-vous déjà effectué des campagnes de mesures de CEM sur votre site ?
- Le nombre de sources à caractériser.
- L'échantillonnage de vos mesures.
- L'objectif de vos mesures (confirmation par rapport à votre analyse documentaire ou mesures nécessaire par manque d'informations).

Si vous choisissez de prendre un cabinet de mesures cela pourra :

- Vous aider à réaliser votre évaluation si vous rencontrez des difficultés.
- Vous indiquer si votre inventaire de sources de CEM est « cohérent » avec vos activités.
- Légitimer votre analyse auprès de vos partenaires sociaux et donc de vos travailleurs, lorsque vous leur ferez une synthèse de l'évaluation (dépendra du climat social de votre entreprise).
- En cas de dépassement des valeurs seuils de la réglementation, vous aurez des conseils sur les actions à réaliser pour chaque catégorie de travailleurs selon les cas de figures.
- Selon les sources concernées par la campagne de mesure, si elles génèrent des champs non sinusoïdaux riches en harmoniques, pour évaluer les champs émis à ces différentes fréquences, la méthode de crête pondérée pourra être appliquée. Cette méthode permet d'indiquer directement un pourcentage unique par rapport aux limites de la réglementation dans une large plage de fréquence. Ce choix de mesures ne peut être décidé que par un bureau d'études spécialisé.
- Déterminer les cas de figures dans lesquels il sera nécessaire ou non de mesurer les effets indirects des CEM.

Cette campagne pourra vous servir de référence, si par la suite vous souhaitez procéder à la réalisation de mesures en interne.

Concernant la réalisation des mesures en interne, il faut prendre en compte les points suivants :

- Il est nécessaire de définir quelles sont les personnes habilitées à procéder aux mesures (service HSE, personnel de maintenance, autre selon votre organisation) pour avoir une cohérence en rapport avec les mesures par un bureau d'études spécialisé.
- En cas d'achat d'équipements de mesure, attention, il est nécessaire d'avoir en plus des appareils de mesure, des sondes qui seront adaptées aux sources de CEM mesurées (type de champ et plage de fréquence).
- Cela vous permettra d'effectuer des mesures de manière régulière.

C) Définition des besoins pour la campagne de mesure : Définition de l'échantillonnage

C'est une étape importante de votre analyse approfondie. Elle a pour but de définir vos besoins en termes de mesure et d'ensuite procéder à la sélection du bureau d'étude (ou effectuer vos mesures en internes). Pour les sources de CEM dont l'analyse documentaire est insuffisante, vous allez devoir procéder à la réalisation de mesures. Cependant, il n'est pas nécessaire d'effectuer des mesures sur toutes vos sources de CEM. Vous allez devoir décider d'un échantillonnage de vos sources de CEM, pouvant également être appelée « caractérisation », qui aura pour but d'être représentatif des sources présentes sur votre site.

L'échantillonnage dépendra de plusieurs critères :

- Des données documentaires récoltées lors de votre analyse simplifiée sur vos sources de CEM.
- Du nombre d'équipements présents sur votre site pour lesquels vous devez faire une analyse.

Pour que votre échantillonnage soit représentatif de votre inventaire de sources de CEM, vous devrez réaliser au moins 3 mesures par familles d'équipements.

Exemple 1 : vous devez effectuer des mesures sur vos bornes Wifi. Il y a 30 bornes wifi dans votre entreprise. La réalisation de mesures sur 3 bornes (vous pouvez choisir d'en faire plus) vous permettra d'évaluer le risque pour vos travailleurs pour cette source de CEM.

Exemple 2 : Dans une zone de votre atelier, vous avez plusieurs équipements de production utilisant la même source de CEM, à la même fréquence d'émission, mais à des puissances de process différentes. 3 séries de mesures sur les équipements avec la puissance la plus grande (cas pire) sera suffisante si elles sont inférieures aux valeurs limites d'exposition.

Dans votre évaluation, vous définirez si vous allez procéder à des mesures :

- dans les conditions normales d'exploitation de vos équipements,
- dans les conditions de maintenance de vos équipements de fabrication,
- dans les situations d'utilisation pire-cas de vos équipements.

Cela dépendra de vos processus de fabrication (possibilité ou non de changer les conditions d'utilisation des équipements) et des sources CEM mesurés. Il sera important de le préciser pour chaque zone de votre entreprise où vous effectuerez des mesures.
Vos mesures de CEM concerneront :

- les travailleurs en vous référent aux VDA du décret CEM 2016-1074.
- les travailleurs à risques particuliers en vous référent aux VDA de la Recommandation CE 1999 sur l'exposition du public aux CEM.

Les champs mesurés dépendront des caractéristiques de vos sources de CEM pour les effets directs.
Pour les effets indirects des CEM, vous pourrez définir au cas par cas avec le bureau d'étude retenu s'il est nécessaire ou non de procéder à la réalisation des mesures.

D) Définition des besoins pour la campagne de mesure : Mesures sur les équipements

Lors de cette étape de votre évaluation, vous allez définir le nombre de mesures nécessaires sur les équipements, appelées également mesures de « caractérisations d'équipements ». Ces mesures auront pour but de définir les niveaux d'exposition des travailleurs lors de leur utilisation (en process ou en maintenance).
Elles seront réalisées :

- Au contact de vos sources de CEM,
- Plusieurs points sur vos équipements : poste de travail des salariés, avant-arrière équipement, connecteurs de puissance des équipements.
- Pour les champs électrique et/ou magnétique selon les plages de fréquences de vos sources de CEM (à définir avec le bureau d'études selon les prépondérances des champs électriques et magnétiques).
- Elles devront encadrer les plages de fréquences de vos sources de CEM mesurées.

L'objectif de ces mesures sera de procéder à une fiche de poste des travailleurs au niveau des sources de CEM utilisées.

E) Définition des besoins pour la campagne de mesure : Mesures d'ambiances

Comme cela a était expliqué au point C) de ce paragraphe, il n'est pas nécessaire d'effectuer une mesure sur toutes vos sources de CEM, mais plutôt des mesures de caractérisation des équipements les plus pénalisants par la réalisation d'un échantillonnage de vos sources.
Dans les zones de votre entreprise où vous procédez aux mesures sur vos équipements, vous pourrez les compléter par des mesures d'ambiances de vos locaux.
Ces mesures vous permettront :

- De procéder à une cartographie de vos locaux d'un point de vue des CEM.
- D'évaluer le niveau d'exposition de vos travailleurs pouvant réaliser des taches dans ces zones, sans pour autant travailler à proximité direct de vos sources de CEM.
- D'identifier d'éventuelles zones à risques manquées lors des mesures de caractérisation d'équipements.

Elles seront réalisées :

- Pour le champ électrique et le champ magnétique à chaque fois.
- Pour les champs électriques les mesures seront effectuées sur la plage de fréquence [100 kHz – 6 GHz].
- Pour les champs magnétiques les mesures seront effectuées sur la plage de fréquence [1 Hz – 400 kHz].
- A une hauteur de 1m à 1m50 et au milieu des zones de circulation dans les locaux.

Selon le bureau d'études que vous allez choisir, la stratégie de mesure variera : un nombre de mesure au m² vous sera proposé, qui selon les entreprises ira de 50 à 100 m².
Cette logique peut être utilisée afin de déterminer le nombre de points de mesures nécessaires à effectuer. En revanche, je vous conseille de localiser ces points au niveau des zones où se trouvent vos sources de CEM en priorité.

F) Mesures par un cabinet d'études : Sélection de l'entreprise

Le choix de l'entreprise qui procédera aux mesures sera défini selon un appel d'offre que vous pourrez établir à l'aide :

- De votre inventaire de sources de CEM.
- De vos besoins en mesures de caractérisation d'équipements.
- De vos besoins en mesures d'ambiances.
- Du temps estimé de la prestation qui diffère d'une entreprise à une autre.

En plus du cahier des charges que vous allez réaliser pour procéder à votre appel d'offre, je vous conseille de réaliser un « Maaping de vos sources de CEM par localisation géographique ».
Ce document a pour but de localiser vos différentes sources et de contenir les informations suivantes :

- Les plans de masse de votre entreprise (qui vous seront demandés dans tous les cas pour chiffrage du nombre de points de mesures).
- Les sources CEM de votre inventaire.

Cela permettra aux entreprises d'avoir une meilleure représentation de celles-ci et donc de vous faire une réponse la plus adaptée possible à vos besoins.

G) Préparation de la campagne de mesures

Suite à la sélection du bureau de mesure, vous devrez alors procéder à la préparation de la campagne de mesures :

- Avec le bureau d'études : plan de prévention, programme de mesure, besoins de l'entreprise pour les mesures.
- Avec les collaborateurs de votre entreprise : phase très importante où il faudra identifier les personnes référentes lors des mesures de caractérisation d'équipements.
  Ces personnes vous permettront de localiser les sources de CEM sur vos équipements pour les besoins des mesures et les conditions de l'utilisation de ceux-ci au moment de la campagne.

En relation avec ces deux entités, vous devrez définir une période pour la réalisation des mesures où :

- Le bureau d'études sera disponible.
- Les collaborateurs de votre entreprise pourront se rendre disponible le temps des mesures de caractérisation d'équipements.

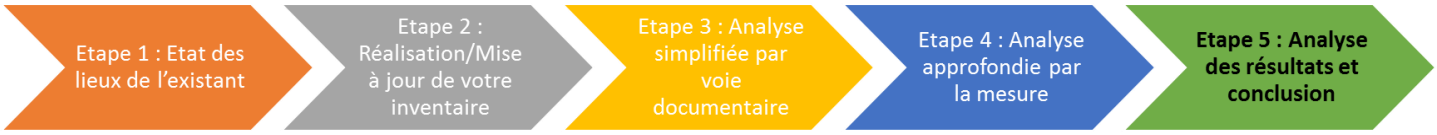
Afin que la campagne de mesure dans votre entreprise se déroule bien, je vous conseille de mettre en place les actions suivantes :

- Définir un planning de mesure avec vos équipes et les personnes qui vous assisteront lors de la réalisation des mesures sur vos sources de CEM.
- Informer les responsables d'atelier, d'équipes, des dates de la campagne de mesure.

H) Réalisation de la campagne de mesures

Lors de la campagne de mesure, il faudra accompagner la personne du bureau d'études afin :

- D'informer votre personnel des raisons de ces mesures, en cas de questions lors de la campagne de mesures.
- Pouvoir adapter, si nécessaire, le planning des mesures en cas d'indisponibilités des personnes pour les mesures de caractérisation d'équipements.
- Gérer tout impondérable pouvant arriver lors de la campagne.



3.5.5. Etape 5 : Analyse des résultats de l'évaluation et conclusion

Lors de vos mesures vous serez confronté aux cas de figures suivants pour vos sources de CEM :

- Cas 1 : Respect des seuils réglementaires.
- Cas 2 : Dépassement des seuils réglementaires pour les travailleurs et/ou les travailleurs à risques particuliers lors de la campagne de mesure : recherche des causes du dépassement.
- Cas 3 : Dépassement des seuils réglementaires pour les travailleurs à risques particuliers.
- Cas 4 : Dépassement des seuils réglementaires pour les travailleurs et les travailleurs à risques particuliers.

Si votre campagne de mesure est effectuée par un bureau d'études, je vous conseille de bien détailler dans votre appel d'offre ce qui sera à sa charge et ce qui sera à votre charge dans la réalisation des actions en fonction des différents cas de figures possibles énumérés ci-après.

A) Cas 1 : Respect des seuils réglementaires

Si toutes vos mesures sont inférieures aux seuils réglementaires, cela signifie que vous pouvez conclure à une absence de risques pour tous vos travailleurs. Vous pourrez alors :

- Intégrer l'évaluation des risques dans le Document Unique de l'entreprise.
- Informer le CHSCT.
- Informer le médecin du travail pour le recensement des travailleurs à risques particuliers.

B) Cas 2 : Dépassement des seuils réglementaires pour les travailleurs et/ou les travailleurs à risques particuliers lors de la campagne de mesure : analyses des causes du dépassement

Lors de votre campagne de mesures, vous pouvez observer un ou plusieurs dépassements des seuils réglementaires. Vous êtes donc en écart par rapport aux limites d'exposition pour certaines catégories de votre personnel. Si vous faite intervenir un cabinet d'études, il vous indiquera alors qu'il faut mettre en place des actions de prévention/protection pour répondre aux exigences de la réglementation et diminuer le risque pour vos travailleurs.

Avant de décider de mettre en place ces actions, il faut déterminer les causes du/des dépassements des niveaux réglementaires de vos sources de CEM.

Pour rappel, vous allez effectuer une série de mesures sur les sources de CEM sélectionnées lors de votre échantillonnage.
Il faut que vous déterminiez si le dépassement est dû :

- A l'équipement de la source de CEM sélectionnée uniquement pour la campagne de mesure.
- A tous les équipements de la source de CEM.

Exemple : Lors de votre analyse approfondie par la mesure, vous avez décidé de faire une campagne sur 3 électro-aimants sur les 10 identifiés dans votre entreprise. Lors des mesures, vous respectez les seuils réglementaires pour 2 électro-aimants, mais vous dépassez les VDA sur le dernier équipement pour les travailleurs à risques particuliers. Cela montre une incohérence entre vos mesures alors qu'elles ont toutes étaient faites dans les mêmes conditions.
En analysant les causes du dépassement des VDA sur l'équipement, vous identifiez qu'il manque un cache de protection sur l'équipement concerné. À la suite de la remise du cache, vous effectuez 3 nouvelles mesures sur 3 nouveaux électro-aimants (dont celui qui était supérieur aux VDA). Lors de ces nouvelles mesures, vous respectez les seuils réglementaires à chaque fois. Vous avez alors démontré qu'il n'est pas nécessaire de mettre en place des mesures de prévention/protection pour cette source de CEM.
Si vous effectuez les mesures en interne, il sera facile de refaire des mesures lorsque vous aurez trouvé la cause du dépassement.
Lorsque vous faites intervenir un bureau d'études, il faudra définir dans votre appel d'offre, qu'en cas de mesures supérieures aux limites réglementaires, les causes du dépassement seront recherchées, puis 3 nouvelles mesures (1 sur l'équipement problématique + 2 nouveaux équipements de la source de CEM) seront effectuées pour confirmer ou infirmer les résultats d'analyse sur demande du client (vous).
Cela vous permettra d'intégrer dans votre budget, les recherches et les nouvelles mesures et vous éviterez alors d'avoir à faire revenir un cabinet d'études, qui vous facturera une nouvelle intervention.

Remarque : Si lors de vos mesures, vous observez un dépassement des seuils pour tous les équipements échantillonnés de votre source de CEM, et que vous ne trouvez pas d'anomalies sur ces équipements, vous pouvez normalement en conclure que vous ne respectez par la réglementation dans ce cas de figure et alors vous n'êtes pas obligé de refaire des mesures.

À la suite de l'analyse des résultats (et de vos éventuelles nouvelles mesures) vous serez alors dans l'un des deux cas de figures suivants :

- Respect des seuils réglementaires : voir cas 1 (point A ci-dessus).
- Dépassement d'un ou plusieurs seuils réglementaires confirmés (voir points C et D ci-dessous).

C) Cas 3 : Dépassement des seuils réglementaires pour les travailleurs à risques particuliers

Votre analyse a montré le respect des VDA du Décret CEM pour les travailleurs. Néanmoins, des dépassements des valeurs limites d'exposition ont été identifiés pour certaines catégories de travailleurs à risques particuliers.
Pour les zones concernées, il faut :

- Identifier les distances de sécurité à partir desquelles on respecte les seuils réglementaires.
- Mettre en place sur les équipements/zones une signalétique pour informer les travailleurs à risques particuliers des risques pour leur santé s'ils se trouvent à proximité des équipements concernés.
- Intégrer l'évaluation des risques dans le Document Unique de l'entreprise.
- Informer le CHSCT.
- Informer le médecin du travail pour le recensement des travailleurs à risques particuliers.

Si vous ne pouvez pas mettre en place de distance de sécurité dans ces zones, il faudra alors, en accord avec la médecine du travail, interdire l'accès à ces lieux de travail à ces travailleurs pour garantir leur sécurité et afin de préserver leur santé.

D) Cas 4 : Dépassement des VDA des travailleurs et des travailleurs à risques particuliers du site

Des dépassements de la Recommandation 1999/519/CE pour les travailleurs à risques particuliers et des dépassements des VDA du Décret 2016-1074 pour les travailleurs ont été observés dans certaines zones du site. Pour ces zones il faut :

- Signaler les lieux de travail à l'aide de pictogrammes adaptés et limiter éventuellement l'accès.
- Identifier sur les lieux les distances de sécurité à partir desquelles on respecte les VDA.
- Mettre en place sur les équipements ou zones une signalétique pour informer les travailleurs à risques particuliers des risques pour leur santé s'ils se trouvent à proximité des équipements concernés.
- Intégration du risque champs électromagnétiques aux fiches de poste des salariés.
- Rédaction d'une fiche d'exposition à transmettre à la médecine du travail.
- Intégrer l'évaluation des risques dans le Document Unique de l'entreprise.
- Informer le CHSCT.
- Informer le médecin du travail pour le recensement des travailleurs à risques particuliers

Si les mesures et moyens de prévention mis en place ne permettent pas de maintenir les expositions du personnel en deçà des valeurs limites d'exposition ou si l'employeur n'arrive pas à démontrer le respect des VLE sur ces équipements, des mesures complémentaires doivent être mises en œuvre :

- Délimiter et signaler les zones à risques d'exposition avec restriction et/ou contrôle d'accès.
- Formation d'un conseiller à la prévention des risques liés aux champs électromagnétiques.
- Mise en place d'un dispositif permettant aux travailleurs de remonter tout effet sensoriel au conseiller à la prévention.
- Formation renforcée du personnel.
- Démonstration de l'absence d'alternative possible au dépassement des VLE relatives aux effets sensoriels et consignation dans le document unique.

3.6. Maintien de l'état de conformité de votre analyse dans le temps

La réglementation impose à toutes les entreprises de procéder à une évaluation des risques. Pour celles qui effectuent des mesures lors de leur analyse, aucune obligation réglementaire n'impose la réalisation de mesures de manière périodique afin de vérifier l'état de conformité de votre entreprise, comme cela peut être imposé pour certains produits chimiques en hygiène industrielle par exemple.

Votre analyse a été faite dans des conditions précises de fonctionnement de vos installations, toute dégradation de celles-ci, peut entrainer une modification de l'exposition de vos travailleurs et donc un dépassement des seuils réglementaires.
De plus, certaines sources de votre site nécessitent la réalisation d'opérations de maintenance. Il se peut que des blindages de protection contre les CEM de l'équipement soient démontés pour les besoins de l'opération. S'ils sont mal remis, cela peut engendrer une exposition de votre personnel lors de la réutilisation de l'équipement en condition d'exploitation.

Afin de prévenir la dégradation des conditions d'exposition aux CEM de votre personnel, il sera nécessaire que vous réalisiez des mesures de manière périodique.
L'intervalle entre deux séries de mesures sur votre site dépendra :

- Des modes de fonctionnements possibles de vos sources de CEM.
- Du nombre d'opérations de maintenance effectuées sur les équipements de votre site,
- Du délai entre deux opérations de maintenance pour chacun des équipements concernés.

Si vous choisissez de faire des mesures par un cabinet d'études, il faudra procéder à des mesures d'échantillonnage de vos sources de CEM au moins une fois par an.
Selon la taille de l'inventaire des sources de CEM et celle de votre entreprise, il sera alors nécessaire de procéder à l'achat des équipements de mesure pour procéder aux mesures en interne afin de diminuer les coûts de fonctionnement.

3.7. Réalisation de nouveaux projets dans votre entreprise

Lorsque vous envisagez de réaliser un projet, qui va impacter votre entreprise sur plusieurs points tels que : la sécurité, le gain de production, …, vous allez déterminer si les avantages sont supérieurs aux inconvénients avant son éventuel déploiement.

Désormais, vous devez penser à prendre en compte la notion des risques liés à l'exposition de vos travailleurs aux champs électromagnétiques sur votre site, afin de savoir si la réalisation de votre projet peut engendrer un dépassement des valeurs seuils de la réglementation.
La réalisation de projets important est souvent composée des phases suivantes :

- Phase de réflexion.
- Phase de conception.
- Phase de test en entreprise.
- Phase de déploiement dans votre entreprise.

Vous devez désormais vous demander dès la phase de réflexion si ce nouveau projet peut engendrer de nouveaux risques pour vos travailleurs en vous basant sur l'analyse des risques que vous avez effectué sur les sources présentes sur votre site.

Si ce projet utilise une source de CEM qui n'est pas encore présente sur votre site, vous devrez alors procéder à une nouvelle démarche d'évaluation des risques.

Lors de ce type de projet, une phase de test est souvent programmée sur site, pour voir si un déploiement complet est possible. Si vous avez intégré la démarche d'évaluation des sources de CEM dès la phase de réflexion, vous pourrez alors, si cela est nécessaire, effectuer des mesures de CEM lors de ces phases test pour vérifier la conformité réglementaire.

Cette méthode vous permettra d'intégrer le coût éventuel des mesures dans le budget du projet et non dans le budget de votre service HSE. Il sera l'un des outils qui vous permettra de mettre à jour l'inventaire des sources de CEM de votre installation.

4. Application du guide d'évaluation sur le site STMicroelectronics de Rousset

J'ai appliqué le guide proposé dans le chapitre 3, sur le site de Rousset, afin de procéder à l'évaluation des risques liés aux CEM pour les travailleurs et les travailleurs à risques particuliers du site.
Cette partie a pour but de procéder à une synthèse de cette évaluation et servir d'illustration du guide détaillé dans le chapitre 3 pour plusieurs sources de CEM rencontrées en milieu industriel.

4.1. Benchmark avec les autres sites de STMicroelectronics

STMicroelectronics possède plusieurs sites en France : Rousset, Crolles, Tours. Dans un premier temps j'ai pris contact avec les services HSE des sites de Crolles et Tours afin de savoir où en était leur évaluation des risques liés aux CEM.
Le site de Crolles avait déjà réalisé son évaluation par la réalisation de plusieurs campagnes de mesures des CEM et le site de Tours en était à la phase de réflexion comme le site de Rousset.
Ce benchmark m'a permis de récupérer les résultats des campagnes de mesure du site de Crolles et d'échanger sur les stratégies de mesure déployées sur les deux sites et de déterminer les points suivants :

- La stratégie d'évaluation des CEM à mettre en place sur Rousset ne pourrait pas être identique que sur le site de Crolles ou Tours : organisation des services différents, équipements utilisés ne sont pas tous pareils.
- Nécessité de réaliser une analyse par la mesure à la suite de l'analyse documentaire.
- Identifier les sources de CEM du site afin d'avoir une évaluation des risques des CEM exhaustive.

4.2. Etat des lieux de l'existant sur le site

Le site ST de Rousset utilise plusieurs équipements contenant des sources de CEM afin de :

- Réaliser les étapes de ses process de fabrication dans les salles blanches de production.
- Vérifier l'état de ses produits dans ses laboratoires.

Le site de Rousset a commencé à prendre en compte la problématique liée aux CEM à partir de la parution de la première directive européenne sur les CEM en 2004. Plusieurs campagnes de mesures ont été effectuées entre les années 2004 et 2016. J'ai recensé toutes ces mesures dans une « Base de données des campagnes de mesures de CEM ».
Cette base m'a permis de voir que :

- Certains laboratoires risquaient d'avoir des zones où l'on dépasserait les seuils réglementaires.
- Les salles blanches de production semblaient être conformes à la réglementation.
- La majorité des mesures effectuées ce sont basées sur les directives européennes de 2004 ou 2013.
- Peu de mesures sur le niveau d'exposition des travailleurs à risques particuliers.

Ces mesures m'ont permis d'avoir une idée de la situation sur le site de Rousset. Néanmoins, elles n'étaient pas suffisantes pour procéder à toute l'évaluation des risques liés aux CEM.

4.3. Inventaire des sources CEM du site

Le site de Rousset avait un inventaire de sources de CEM mis à jour en 2012 composé de 3 parties :

- Les sources micro-ondes.
- Les sources électriques.
- Les sources magnétiques.

L'inventaire des sources micro-ondes du site a été mis en annexe de ce document pour illustrer un inventaire de sources de CEM (voir annexe 4).

J'ai pris contact avec les responsables de zone de chaque partie du site identifié dans l'inventaire de 2012 pour pouvoir le mettre à jour. Pour chaque zone, j'ai procédé à une réunion avec les responsables ou leurs correspondants afin de mettre à jour leur sources de CEM et leur expliquer que j'étais en train de préparer l'évaluation des risques liés aux CEM sur le site à la suite de la rentrée en application du décret CEM.
A l'inventaire existant, a été ajoutée une rubrique « Site de Rousset », afin de prendre en compte les sources considérées comme potentiellement présente sur l'ensemble du site : Equipements informatiques, Wifi, DECT, … qui n'avaient pas été recensés auparavant.

Après la mise à jour de l'inventaire des sources de CEM, j'ai pu commencer l'évaluation des risques liés aux CEM du site. Celle-ci a été menée en effectuant une analyse des risques par zones de travail de l'entreprise. L'évaluation des risques sera détaillée pour 3 zones :

- Un bureau de travail « classique » : exemple pour les sources ordinateurs et téléphone.
- Une zone de notre process de production en salle blanche appelée la zone **Implant.**
- Un laboratoire du site : le laboratoire **SMARTCARDS.**

Ces trois exemples présentent les conditions dans lesquelles les travailleurs peuvent être exposés aux sources de CEM de l'entreprise.

4.4. Analyse documentaire du risque liés aux CEM

Pour rappel, des campagnes de mesures ont déjà été effectuées sur le site de Rousset et sur le site de Crolles. Ces mesures sont considérées comme des « données documentaires » car elles sont antérieures à la réalisation de l'évaluation des risques qui a été commencée fin 2017.

4.4.1. Bureaux

Il n'est pas nécessaire de procéder à une évaluation approfondie des risques pour les ordinateurs et matériels informatiques que l'on retrouve sur ce type de poste de travail selon l'outil OSERAY.
Cela a été confirmé par les données documentaires récoltées en amont de l'analyse où des mesures dans des bureaux avaient été effectuées.
Pour les moyens de communication utilisés sur le site, les DECT, il faut procéder à une évaluation des risques pour les travailleurs à risques particuliers (porteurs d'implants actifs) du site. Celle-ci a été effectuée en 2 parties :

- Récupération documentation constructeur DECT.
- Référence aux campagnes de mesures déjà effectuées sur les DECT en 2016.

La réglementation du fabricant a mis en avant que la puissance maximale d'utilisation des DECT était limitée à 250 mW au niveau des antennes/bases (Puissance faible pour une source de CEM).
Les campagnes de mesures déjà effectuées sur les DECT (sur les antennes, les DECT en fonctionnement et sur leurs bases) ont montrées que toutes les conditions d'exposition des travailleurs aux DECT étaient nettement inférieures aux VDA des travailleurs et travailleurs à risques particuliers.
L'analyse documentaire pour les sources présentes aux niveaux des bureaux est suffisante car elle permet de **conclure à une absence de risque** pour toutes les catégories de travailleurs exposées.

4.4.2. Salle blanche : zone Implant et Laboratoire SMARTACARDS

Afin de procéder à l'évaluation documentaire des risques pour les sources de CEM identifiées au niveau des zones Implants et du Laboratoire SMARTCARDS, il a été utilisé les documents suivants :

- La campagne de mesure effectuée par le site de Crolles.
- Demande de documentation auprès des fabricants des équipements par les responsables de zone.

Les données documentaires récupérées sur les sources de CEM de ces zones n'ont pas permis de s'assurer qu'il n'y avait pas de risques pour les travailleurs dans toutes les conditions d'utilisation. Il a fallu procéder à une évaluation des risques par la mesure pour ces deux zones.

4.5. Analyse par la mesure des CEM

La campagne de mesure menée en 2018 pour l'analyse des risques liés aux CEM sur le site de Rousset est la seule qui sera abordée dans ce rapport. Elle a été réalisée dans le cadre de l'évaluation des risques sur le site STMicroelectronics de Rousset.

4.5.1. Choix méthode de mesures

La réalisation de la campagne de mesures a été faite par un cabinet d'études externe afin :

- D'avoir l'avis d'experts sur les CEM par rapport au travail effectué.
- Définir une référence pour l'ensemble des zones mesurées par rapport à la réglementation en vigueur.
- Car le site de Rousset ne possédait pas les équipements nécessaires pour des mesures en interne.

4.5.2. Echantillonnage des mesures à effectuer

En se basant sur les datas récupérées sur le site de Crolles, il a été décidé de procéder à des mesures afin de vérifier les résultats attendus, validés par le bureau d'études retenu, en réalisant l'échantillonnage suivant :

- Mesures d'ambiances afin de cartographier les zones de la salle blanche du site
- Mesure de caractérisation de l'équipement le plus pénalisant (puissance) des zones de la salle blanche + dépassement lors d'anciennes mesures (1 à 2 mesures par zones).
- Mesures sur les manipulations de plusieurs laboratoires.

4.5.3. Choix de l'entreprise

Afin de procéder à la sélection de l'entreprise qui allait effectuer la campagne de mesure des CEM sur le site de Rousset, j'ai rédigé les documents suivants :

- Un cahier des charges définissant les besoins de mon entreprise en termes de mesures d'ambiance et sur les équipements (cf. aux points C), D), E) du § 3.5.4).
- Un document avec la localisation de l'ensemble des sources de CEM par zones du site.

J'ai procédé seul à la phase d'entretien avec les entreprises et la sélection de l'entreprise a été effectuée avec le responsable Environnement – Hygiène Industrielle du site selon les critères suivants :

- Explication des bureaux d'études sur leurs propositions.
- Emplacement des points de mesures d'ambiance.
- Méthodologie de mesure sur les équipements.

4.5.4. Mesures en salle blanche – Zone Implant

A) Mesures en salle blanche

Afin de procéder aux mesures en salle blanche, un planning de mesure a été réalisé avec les responsables de zone et de maintenance pour avoir un interlocuteur lors des mesures sur les équipements.

J'ai accompagné le bureau d'étude lors des mesures et j'ai procédé à la coordination avec le personnel de maintenance de chaque zone, afin de toujours avoir l'aide du personnel lors des mesures sur les équipements pour identifier les équipements en marche et la localisation des sources de CEM.
Pour toute cette zone, les mesures ont été réalisées dans les conditions de fonctionnement normal de production afin de ne pas gêner les équipes de production du site.

B) Mesures d'ambiance

Le cabinet d'études avait défini un nombre de mesures par rapport à la superficie des zones de la salle blanche. Le nombre de mesures retenu n'a pas été modifié par rapport à ce mode de calcul. Cependant, en accord avec ce cabinet d'études, il a été décidé de localiser les points de mesures à proximité des sources de CEM. Toutes les mesures d'ambiances ont été réalisées pour les champs électriques et magnétiques cf. aux prescriptions du point E) du § 3.5.4.
En annexe 5 se trouve la trame des résultats de la campagne de mesures d'ambiance de la zone Implant.

C) Mesures sur les équipements

Pour chaque zone de la salle blanche, il a été décidé de procéder à la mesure :

- De l'équipement le plus pénalisant en termes d'émission de CEM (puissance la plus grande).
- Des équipements pour lesquels d'anciennes campagnes de mesures avaient montré des valeurs supérieures aux VDA de la réglementation.
- Les équipements pour lesquels les responsables de maintenance souhaitaient procéder à des mesures.

Pour les mesures sur ces équipements, le bureau d'études a effectué les actions suivantes :

- Relevé des champs magnétiques et/ou électriques en fonction des fréquences identifiées (dans les conditions de champ lointain ou de prépondérance magnétique ou électrique, une seule des composantes du champ électromagnétique sera mesurée).
- Selon les sources concernées par la campagne de mesure, si elles génèrent des champs non sinusoïdaux riches en harmoniques, pour évaluer les champs émis à ces différentes fréquences, la méthode de crête pondérée recommandée, par le guide ICNIRP 2010, la directive 2013/35/UE et la norme IEC 61786-2, dans le domaine temporel pour l'évaluation de l'exposition des effets non thermiques dans la plage de fréquence de 1 Hz à 10 MHz pourra être appliquée.
- Mesure des effets des champs indirects lorsque la probabilité d'apparition était avérée selon son retour d'expérience.

En annexe 6 se trouve la trame des résultats des mesures de caractérisation des équipements de la zone Implant.

4.5.5. Mesures en laboratoire – Laboratoire SMARTCARDS

A) Mesures en laboratoire

Les laboratoires du site de Rousset vérifient plusieurs critères de compatibilité des produits fabriqués en salle blanche de production. Parmi ces critères, il y a des critères de compatibilité électromagnétiques. Pour les vérifier, les laboratoires vont réaliser des « manipulations » selon les produits analysés.

Lors de la réalisation de l'inventaire des sources de CEM présentes dans ces laboratoires, il a été défini que les situations dans lesquelles leur personnel était le plus exposé aux CEM s'avéraient être lors de ces « manipulations de tests des produits ».

Pour chaque laboratoire, les « manipulations pire-cas » ont été identifiées afin de déterminer le niveau d'exposition le plus important auquel pouvait être exposé les travailleurs. Il a été décidé, en accord avec

les laboratoires et le bureau d'études, que la campagne de mesure sur les laboratoires se concentrerait uniquement sur ces manipulations qui seraient les plus représentatives des risques pour les travailleurs.

B) Réalisation des mesures

Il a été appliqué la même logique que celles des caractérisations d'équipements en salle blanche de production. Le bureau d'études a donc pris les mêmes critères de mesures (cf. point C) du § 4.5.4).

La différence majeure étant que l'on pouvait régler les paramètres de mesures pour se placer dans la situation « pire-cas » alors que lors des mesures en salle blanche on utilisait le fonctionnement normal des équipements comme référence.
En annexe 7 se trouve, les résultats de la campagne de mesure pour les 2 manipulations du laboratoire SMARTCARDS.

4.6. Analyse des résultats et conclusion de l'évaluation des risques liés aux CEM

L'évaluation des risques liés aux CEM sur le site de Rousset a permis de procéder à un état des lieux de l'entreprise par rapport à la réglementation des travailleurs et des travailleurs à risques particuliers pour les effets directs (champ variable) et les effets indirects (champ statique).
Plusieurs cas de figures ont été rencontrés lors de cette évaluation :

- Cas 1 : Respect des seuils réglementaires.
- Cas 2 : Dépassement des seuils réglementaires au niveau de la salle blanche.
- Cas 3 : Dépassement des seuils réglementaires au niveau des laboratoires.

4.6.1. Cas 1 : Respect des seuils réglementaires

Pour les zones concernées du site, nous avons pu conclure à une absence de risque pour tous les travailleurs vis-à-vis des CEM. Nous avons pu appliquer le point A) du § 3.5.5.

4.6.2. Cas 2 : Dépassement des seuils réglementaires au niveau de la salle blanche

Des dépassements des VDA travailleurs et/ou travailleurs à risques particuliers ont été observés au niveau de 2 équipements dans deux zones de la salle blanche du site.
Le responsable hygiène industrielle a trouvé ces mesures étranges par rapport au passif des campagnes sur le site et celles du site ST de Crolles. Afin de vérifier les résultats, il a été décidé de procéder à de nouvelles mesures en interne, avec les équipements de mesure de ST Crolles. Un ingénieur de leur service HSE est venu à Rousset afin de réaliser les mesures.

Les mesures ont été effectuées sur les équipements où les dépassements avaient été observés afin de vérifier si les résultats étaient ou non confirmés. Afin d'avoir un échantillonnage plus représentatif des zones, des mesures ont également été faites sur d'autres équipements utilisant les mêmes technologies de fonctionnement dans chacune des zones.

Les résultats de ces nouvelles mesures en interne ont montré que :

- Zone 1 : Les dépassements de la première zone n'étaient confirmés que sur 1 seul équipement. Pour les autres équipements utilisant la même technologie, les seuils réglementaires étaient respectés. Il a été découvert que sur l'équipement où des dépassements ont été identifiés à deux reprises, il manquait un cache de protection à l'arrière de la machine, alors qu'il était présent sur les autres équipements. Il est envisagé que ce soit l'explication des dépassements. De nouvelles

mesures avec le cache de protection seront à programmer pour confirmer cette hypothèse. Si c'est le cas, cela mettra en avant la nécessité de bien suivre le déroulement des opérations de maintenance.

- Zone 2 : Les dépassements de la seconde zone n'ont pas été confirmés lors du remesurage. Par contre, de nouveaux dépassements ont été observés à plusieurs reprises sur d'autres zones des équipements au niveau des connecteurs de puissances. Un point avec le fabricant de ces équipements devra être effectué afin de comprendre les raisons de ces dépassements.

La réalisation des nouvelles mesures à mis en avant les points suivants :

- La nécessité d'avoir un échantillonnage représentatif du parc d'équipements.
- L'importance du suivi des opérations de maintenances afin de garantir le maintien en état de la conformité des sources de CEM.
- Le besoin de prendre en compte les connectiques de puissance lors des mesures sur les équipements.

4.6.3. Cas 3 : Dépassement des seuils réglementaires au niveau des laboratoires

Dans les laboratoires, les dépassements ont été expliqués par la configuration des manipulations « pire cas » de fonctionnement et le fait que l'on se trouve au contact des sources de CEM sans protection.
Il n'a pas été jugé nécessaire de refaire des mesures car elles ont confirmé nos anciennes campagnes de mesures.

Les actions décrites au point C) et D) du § 3.5.5 selon les cas de figures vont être appliquées. Les mesures de prévention/protection des zones concernées seront définies avec le service sécurité et les personnes en charge des laboratoires. A la vue des besoins des laboratoires, l'axe principal sera d'agir en mettant en place des distances de sécurités à respecter. Avec les laboratoires, une réflexion sur la matérialisation des balisages des zones sera menée et elle sera complétée par la mise en place de pictogramme de rappel des risques et des distances de sécurité à respecter au niveau des sources de CEM. (Voir exemple en annexe 8).

4.7. Retour du bureau d'études sur la stratégie de mesure mise en place sur le site

A la fin de la campagne de mesures, l'intervenant du bureau d'études a fait une première synthèse orale au responsable Sécurité du site de Rousset pour faire un bilan du travail qu'il avait effectué. Lors de ce bilan il a souligné que j'avais effectué un travail de préparation important (inventaire des sources, plages de fréquences de sources identifiées) et que la campagne s'était bien déroulée par mon suivi au quotidien du planning de mesure et son adaptation à plusieurs reprises lorsque cela était nécessaire.

4.8. Synthèse de l'évaluation des risques sur le site de Rousset

Une synthèse des résultats de l'évaluation est en préparation afin :

- De présenter les résultats de l'évaluation des risques au CHSCT et à la médecine du travail.
- De disposer de l'état des différentes zones du site en termes d'exposition des travailleurs sur un seul document.
- De présenter les résultats des mesures de la campagne effectuée au personnel concerné.
- De présenter les actions en cours/réalisées afin de prévenir les risques liés aux CEM pour les travailleurs (établissement d'un plan d'actions sur suivi par le service HSE)
- De préparer et réaliser l'intégration de l'évaluation dans le document unique du site.

4.9. Intégration de l'évaluation des risques des CEM dans le Document Unique du site

Il est normalement prévu que j'effectue l'intégration de l'évaluation des risques des CEM dans le document unique du site lorsque toutes les actions à mettre en œuvres (sur les zones avec dépassement de VDA) auront été mises en place.

Si je n'ai pas le temps de le faire, ce travail pourra être réalisé par le service sécurité du site en se basant sur la synthèse de l'évaluation des risques et les actions de prévention/protections qui seront mises en place.

4.10. REX sur la stratégie d'évaluation menée sur le site de Rousset

Les étapes de préparation à l'analyse (état des lieux, mise à jour inventaire) doivent être réalisées avec rigueur et de manière exhaustive si l'on veut pouvoir effectuer une analyse documentaire des risques efficace par la suite.

La stratégie initiale de mesure et d'échantillonnage avait été validée par le bureau d'études sélectionné, néanmoins, son application a fait apparaître les points suivants :

- Lors de la préparation de la campagne, il n'a pas été prévu qu'en cas de dépassement d'une VDA, l'analyse des causes du dépassement et la réalisation d'autres mesures sur le parc d'équipements concerné soient effectuées. Seule la recherche des distances de sécurité a été déterminée et cela a nécessité la réalisation de nouvelles mesures en interne par la suite.
- Echantillonnage des points de mesures sur les équipements en salle blanche insuffisants : en cas de dépassement des seuils réglementaires, il ne pouvait pas être conclu si le dépassement était causé par un problème sur l'équipement ou si cela était engendré par les configurations d'utilisations à cause du manque de mesures effectué dans cette zone.
- La réalisation de mesures au niveau des connecteurs de puissance n'a pas été prévue lors de la campagne de mesure initiale. Le besoin est apparu lors de la réalisation des mesures de vérifications en interne.
- L'importance du suivi des opérations de maintenances afin de garantir le maintien en état de la conformité des sources de CEM dans le temps.

Malgré tout cela, le déploiement de la stratégie d'évaluation sur le site de Rousset a permis de faire un état des lieux des niveaux d'exposition des travailleurs sur leur lieu de travail dans la plupart des cas. Des compléments de mesure seront nécessaires en salle blanche de production pour confirmer les résultats de certaines zones. Cette campagne a permis d'améliorer le guide d'évaluation proposé dans le § 3 en reprenant les faiblesses identifiées et en vérifiant qu'il était applicable sur un site industriel.

Enfin, il est apparu que pour les sites industriels importants (type STMicroelectronics), il semble indispensable de procéder à l'achat des équipements de mesure. Cela vous permettra de procéder aux mesures en interne et de suivre l'évolution de la conformité de ses sources de CEM, notamment au niveau des équipements des process de fabrication qui nécessitent la réalisation d'opérations de maintenance.

Il est possible de passer à chaque fois par un bureau d'études, mais ce choix semble être à privilégier pour les petites et moyennes entreprises qui ne détiennent pas ou très peu de sources de CEM et pour lesquelles un achat serait difficile à amortir rapidement par le faible nombre de mesures nécessaires à chaque fois.

Conclusion

Les champs électromagnétiques sont présents partout dans notre environnement. De nombreuses situations de travail vont engendrer l'exposition des travailleurs à des champs électromagnétiques. L'utilisation d'équipements électriques, les dispositifs de communication, les sources incorporées dans les outils de production des entreprises, les électro-aimants des microscopes.

Ces champs électromagnétiques peuvent engendrer des effets directs et indirects sur la santé et la sécurité des travailleurs. Cependant, sur la plupart des lieux de travail, les niveaux d'expositions sont très faibles et n'entraînent aucun risque pour les travailleurs. De plus, les champs s'atténuent avec la distance, diminuant rapidement les risques si les travailleurs n'ont pas à s'approcher à proximité des sources de champs électromagnétiques.

Les connaissances sur les champs électromagnétiques ont évolué aux cours des dernières années, engendrant une modification de la réglementation européenne et retardant sa transcription dans la réglementation française. C'est finalement en 2016, qu'est apparu le décret 2016-1074, « Décret CEM », afin d'appliquer la directive européenne de 2013. La réglementation française est entrée en vigueur au 1er janvier 2017. Depuis ce jour, toutes les entreprises doivent procéder à l'évaluation des risques résultant de l'exposition de ses travailleurs à des champs électromagnétiques.

Afin de procéder à cette évaluation, les entreprises doivent procéder en deux étapes, une analyse simplifiée par voie documentaire à l'aide des textes et des outils existants sur le sujet. Si cela est insuffisant pour démontrer l'absence de risque de dépassement des seuils réglementaires pour leurs travailleurs, les employeurs devront procéder à une analyse approfondie des risques par la mesure, le calcul ou la modélisation numérique, en sachant que la méthode d'évaluation la plus simple à mettre en œuvre est la réalisation de mesures en interne ou par un bureau d'études.

Pour aider ces entreprises dans les différentes étapes de leur évaluation, j'ai proposé un guide créé en me basant sur l'analyse des risques de l'exposition aux champs électromagnétiques des travailleurs du site de Rousset de la société STMicroelectronics.

Une fois votre évaluation terminée et intégrée dans votre document unique, vous aurez fait l'état des lieux de votre entreprise à la date de l'analyse des risques. Vous devrez maintenir le niveau de conformité de votre entreprise dans le temps en suivant l'état des sources de CEM présentes sur le site. Il est important que vous preniez également en compte le suivi des opérations de maintenances de vos sources de CEM, qui peuvent engendrer l'exposition à des risques de votre personnel si elles sont mal effectuées.

Il faut prendre conscience que la réglementation actuelle sur les champs électromagnétiques est susceptible d'évoluer au cours des prochaines années. En effet, des laboratoires effectuent des recherches sur les éventuels effets à long terme des champs électromagnétiques. S'ils sont avérés, de nouvelles notions devront être intégrées aux textes en vigueurs, tels que des durées maximales d'exposition et des délais entre deux évaluations des risques par la mesure, par exemple.

Apport personnel

Au cours de cette année chez STMicroelectronics, j'ai pu m'impliquer dans la gestion de différents projets, ce qui m'a permis d'appréhender plusieurs facettes du métier d'ingénieur environnement- hygiène industrielle et de renforcer mes connaissances dans ces domaines.

J'ai tout d'abord travaillé en tant que responsable de projet sur l'évaluation des risques liés à l'exposition des travailleurs aux champs électromagnétiques. Cette expérience m'a permis de mieux appréhender le travail nécessaire dans la conduite de projet. J'ai pu voir les difficultés que l'on peut rencontrer sur le long terme qui se rajoutent à la charge de travail quotidienne. Le rôle du responsable de projet est d'expliquer et convaincre les différents collaborateurs, afin d'avoir les remontées d'informations nécessaires à son avancement. Il a également un rôle de coordination entre les différents acteurs afin de faire avancer le projet.

Lors de projet sur le long terme, des phases avec de fortes charges de travail et des phases plus calmes lors de l'attente d'informations ou de résultats vont s'alterner. Il faudra alors prévoir ces phases de projets le plus en amont possible afin de ne pas être dépassé par les évènements. L'ingénieur basculera sur des projets du quotidien lors des phases plus calmes et il sera pleinement impliqué dans le projet lors des phases avec de fortes charges de travail. Il y a donc une gestion du temps et des priorités à prendre en compte au quotidien. J'ai pu mettre en pratique cette gestion de planning en devant planifier, tous les 15 jours, mes priorités lors de mes retours en entreprises à la suite d'une période universitaire.

Malgré les progrès que j'ai pu faire lors de cette année, je dois encore m'améliorer sur plusieurs points, tels que la capacité à convaincre et la confiance en soi. Ces points d'améliorations me permettront sur le long terme de devenir un ingénieur efficient et réactif aux problèmes que je rencontrerai dans mes prochaines missions ou lors de mon travail quotidien.

Lors de cette année j'ai également pu travailler sur des missions du quotidien sur les thèmes des déchets de l'hygiène industrielle et sur le système de management environnemental de l'entreprise lors d'un audit de recertification.

En travaillant sur ces différents projets, j'ai pu acquérir des savoir-faire et mesurer l'ampleur des connaissances et du savoir-être nécessaire qu'un ingénieur environnement-hygiène industrielle doit maitriser, tels que la réglementation en vigueur, la gestion des plannings et des projets, ou encore la capacité à convaincre et motiver les acteurs d'une mission commune.

J'ai dû pour ma part, appliquer une méthode de travail, effectuer des recherches et aussi faire preuve d'autonomie.

Bibliographie

- Présentation Compagnie ST 2018
- Mémoire de Jeremy GOUT - Master PRNT Année 2016 – 2017 « L'intégration des nouveautés de la norme ISO 14 001 : 2015 dans un système de management existant : L'exemple de STMicroelectronics. »
- Site de l'IRSN – Les différents types de rayonnements : http://www.irsn.fr/FR/connaissances/Nucleaire_et_societe/education-radioprotection/bases_radioactivite/Pages/8-rayonnement-ionisant.aspx#.Ww-jKEiFOUm
- Site de l'INRS : Les rayonnements ionisants : http://www.inrs.fr/risques/rayonnements-ionisants/generalites.html
- Site de l'INRS : Les champs électromagnétiques : http://www.inrs.fr/risques/champs-electromagnetiques/ce-qu-il-faut-retenir.html
- INRS – Fiche ED 4201 – Généralités sur les champs électromagnétiques jusqu'à 300 GHz : http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%204201
- INRS – Fiche ED 4202 – Les sources de rayonnement non ionisants (jusqu'à 60 GHz) : http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%204202
- INRS – Fiche ED 4203 – Les effets des rayonnements non-ionisant sur l'homme : http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%204203
- INRS – Site Internet sur les Rayonnement Optiques : http://www.inrs.fr/risques/rayonnements-optiques/ce-qu-il-faut-retenir.html
- INRS – Fiche ED 42 04 – La réglementation en milieu professionnel : http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%204204
- CNRS – Rayonnements non-ionisant : http://www.cnrs.fr/aquitaine/IMG/pdf/Rayonnements-non-ionisants.pdf
- Santé au Travail Provence : http://www.stprovence.fr/contenu/uploads/2016/06/stp-documentation-Fiche-repere-7-rayonnements-non-ionisants.pdf
- Liste des fiches INRS sur les champs électromagnétiques : https://www.magnetic-sante-travail.org/single-post/2015/09/13/Fiches-techniques-INRS-ED-4200-%C3%A0-4218
- Présentation INRS « Exposition aux champs électromagnétiques - EVALUER LE RISQUE EN ENTREPRISE SANS MESURE »
- INRS – Outil OSERAY : http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=outil61
- Guide non contraignant de bonnes pratiques pour la mise en œuvre de la directive 2013/35/UE « Champs électromagnétiques » Volume 1 - Guide pratique
- Guide non contraignant de bonnes pratiques pour la mise en œuvre de la directive 2013/35/UE « Champs électromagnétiques » Volume 2 - Études de cas
- Présentation de la CARSAT « Rayonnements électromagnétiques au travail « De l'exposition à la prévention» [0 –300 GHz] » de Jean-Michel SCOTTO d'ANIELLO Contrôleur de sécurité
- Rapports de mesures de champs électromagnétiques effectués sur le site de Rousset

Annexes

Annexe 1 : Tableau des VDA pour les effets indirects des champs électromagnétiques du Décret 2016-1074 (Décret CEM)

Annexe 2 : Résumé des principales étapes de l'analyse des risques de l'exposition des travailleurs aux CEM

Annexe 3 : Logigramme des étapes de l'évaluation des risques liés aux CEM

Annexe 4 : Inventaire des sources micro-ondes de Rousset

Annexe 5 : Résultats des mesures d'ambiance de la zone Implant (salle blanche)

Annexe 6 : Résultat des mesures de caractérisation des équipements de la zone Implant

Annexe 7 : Résultats campagne de mesure du laboratoire SMARTCARDS

Annexe 8 : Pictogramme rappelant les distances de sécurité à respecter à apposer sur les sources de CEM pour les travailleurs et les travailleurs à risques particuliers

Annexe 1 : Tableau des VDA pour les effets indirects des champs électromagnétiques du Décret 2016-1074 (Décret CEM)

FREQUENCE (f) (1)	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 de source 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) (2)	AL(B_0) (2)	VA (E_{eff}) (3)	VA (I_C) (4)
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	-	-		0,4 f mA
3 kHz ≤ f < 100 kHz	-	-	$1,7x10^2$ V.m^{-1}	
100 kHz ≤ f < 10 MHz	-	-		40 mA
10 MHz ≤ f ≤ 110 MHz	-	-	-	

(1) La fréquence f est exprimée en hertz (Hz) à l'exception de la valeur déclenchant l'action pour les courants de contact dans la gamme de fréquences comprises entre 2,5 et 100 kilohertz où elle est exprimée en kilohertz
(2) Les valeurs déclenchant l'action pour une exposition à des champs magnétiques statiques sont des valeurs d'induction magnétique exprimées en millitesla
(3) Les valeurs déclenchant l'action pour la limitation du risque de décharges d'étincelles sont des valeurs d'intensité de champ électrique exprimées en volt par mètre
(4) Les valeurs déclenchant l'action pour les courants de contact sont exprimées en milliampère

Annexe 2 : Résumé des principales étapes de l'analyse des risques de l'exposition des travailleurs aux CEM

Etape 1 : Etat des lieux de l'existant
- Inventaire des sources
- Campagnes de mesures
- Base de données des mesures existantes

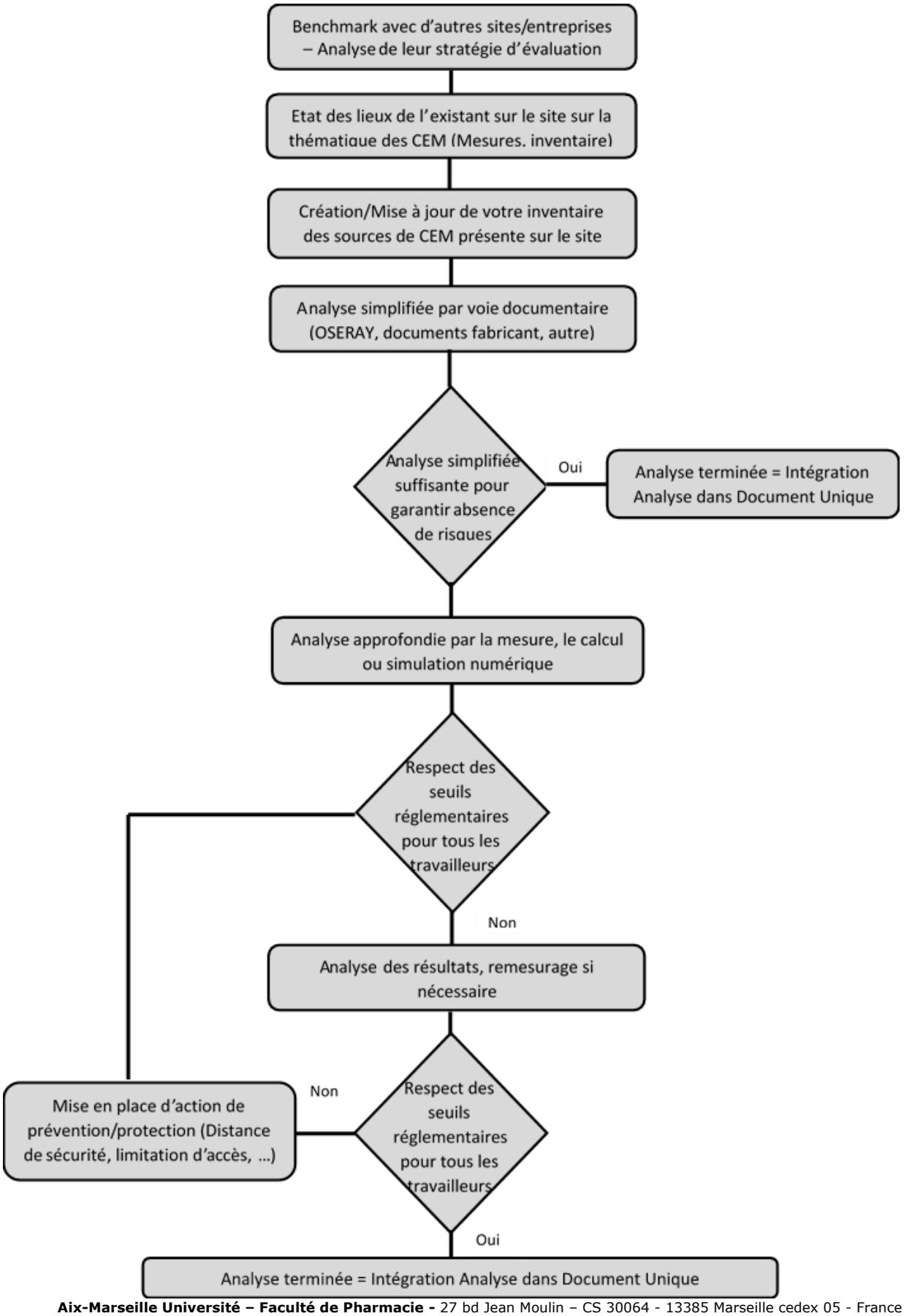
Etape 2 : Réalisation/Mise à jour de votre inventaire
- Recensement des sources présentent sur votre site
- Identification des zones « sensibles »
- Identification des acteurs de l'évaluation

Etape 3 : Analyse Simplifiée des risques
- Analyse par voie documentaire (Docs fabricants, infos récupérées lors de l'étape 1, outil OSERAY, …) de l'exposition aux champs électromagnétiques des travailleurs
- A faire pour toutes les sources de votre entreprise
- Insuffisant si on ne peut pas garantir l'absence de dépassement des seuils réglementaires

Etape 4 : Analyse approfondie des risques
- Analyse par la mesure, le calcul ou à la simulation numérique
- Analyse par la mesure = méthode la plus simple à mettre en œuvre
- Mesures par un cabinet d'études ou en interne
- Echantillonnage des mesures selon les besoins pour l'évaluation
- Comparaison aux seuils réglementaires pour les travailleurs et les travailleurs à risques particuliers

Etape 5 : Analyse des résultats et conclusion
- Un dépassement des seuils sur 1 mesure peut engendre plusieurs cas de figures
- Mise en place de moyens de prévention si nécessaire (Distance de sécurité, procédures, éloignement des travailleurs, …)
- Intégration de l'évaluation des risques dans le document unique

Annexe 3 : **Logigramme des étapes de l'évaluation des risques liés aux CEM**



Annexe 4 : Inventaire des sources micro-ondes de Rousset

EWS	EQUIPEMENT	TYPE	Qté	SOUS-ENSEMBLE	SOURCE	FREQUENCE	PUISSANCE
					magnetron	**2,45 GHz**	**2250W**

PHOTO	EQUIPEMENT	TYPE	Qté	SOUS-ENSEMBLE	SOURCE	FREQUENCE	PUISSANCE
					magnetron	**2.45 GHz**	**2x2250W**
					magnetron	**2.45 GHz**	**2250W**

GRAVURE	EQUIPEMENT	TYPE	Qté	SOUS ENSEMBLE	SOURCE	FREQUENCE	PUISSANCE
					magnetron	**2.45 GHz**	**<2000W**
					magnetron	**2.45 GHz**	**3000W**
					magnetron	**2.45 GHz**	**<2000W**
					magnetron	**2.45 GHz**	**<2000W**

CVD	EQUIPEMENT	TYPE	Qté	SOUS ENSEMBLE	SOURCE	FREQUENCE	PUISSANCE
					magnetron	2.45GHz	3000 W
					magnetron	2.45GHz	3000 W

LABOS	EQUIPEMENT	TYPE	Qté	SOUS ENSEMBLE	SOURCE	FREQUENCE	PUISSANCE
					magnétron	2.45 GHz	1950 W

Annexe 5 : **Résultats des mesures d'ambiance de la zone Implant (salle blanche)**

FICHE N°1	MESURES D AMBIANCE - ZONE IMPLANT	
Mesures de rayonnement électromagnétique		
▶ Respect des valeurs déclenchant l'action du Décret 2016-1074 *(Exposition des travailleurs)*		OUI
▶ Respect du niveau de référence de la Recommandation 1999/519/CE *(Exposition des travailleurs à risques particuliers)*		OUI

CONDITIONS D'INTERVENTION					
Intervenant	Gilles Pommier	*Date des mesures*	22/05/2018	*Heure début*	-
				Heure fin	-

CARACTERISTIQUES EQUIPEMENTS					
Désignation					
Equipement(s)		*Type*	cavités résonnantes	*Quantité*	
Sous- ensemble		*Type Source*	RF	*Quantité*	
Caractéristiques électriques de la source					
Fréquence(s)	13.56 MHz	*Puissance*	3 kW		
Désignation					
Equipement(s)		*Type*	cavités résonnantes	*Quantité*	
Sous- ensemble		*Type Source*	RF	*Quantité*	
Caractéristiques électriques de la source					
Fréquence(s)	13.56 MHz	*Puissance*	3 kW		
Désignation					
Equipement(s)		*Type*	Electro-aimant	*Quantité*	
Sous- ensemble		*Type Source*	Magnétique	*Quantité*	
Caractéristiques électriques de la source					
Fréquence(s)	-	*Puissance*	-		
Désignation					
Equipement(s)		*Type*	Electro-aimant	*Quantité*	
Sous- ensemble		*Type Source*	Magnétique	*Quantité*	
Caractéristiques électriques de la source					
Fréquence(s)	13.56 MHz	*Puissance*	3 kW		
Désignation					
Equipement(s)		*Type*	Electro-aimant	*Quantité*	
Sous- ensemble		*Type Source*	Magnétique	*Quantité*	
Caractéristiques électriques de la source					
Fréquence(s)	-	*Puissance*	-		
Désignation					
Equipement(s)		*Type*	Electro-aimant	*Quantité*	
Sous- ensemble		*Type Source*	Magnétique	*Quantité*	
Caractéristiques électriques de la source					
Fréquence(s)		*Puissance*			
Equipement(s)		*Type*	Electro-aimant	*Quantité*	
Sous- ensemble		*Type Source*	Magnétique	*Quantité*	
Caractéristiques électriques de la source					
Fréquence(s)	-	*Puissance*	-		

DESCRIPTION DE LA MESURE

Les équipements concernés par cette partie de la campagne de mesure se trouvent en salle blanche de production (appelée « FAB »).
Les mesures en salle blanche ont pour but de quantifier l'exposition des travailleurs vis-à-vis des champs électromagnétiques dans une zone de production du site, où plusieurs équipements générant des champs électromagnétiques sont présents.
Les mesures ont été effectuées avec des process de fonctionnement « normaux » de production afin d'établir le niveau d'exposition des travailleurs en salle blanche en condition d'exploitation habituel.
Selon les sources concernées par la campagne de mesure, si elles génèrent des champs non sinusoïdaux riches en harmoniques, pour évaluer les champs émis à ces différentes fréquences, la méthode de crête pondérée recommandée, par le guide ICNIRP 2010, la directive 2013/35/UE et la norme IEC 61786-2, dans le domaine temporel pour l'évaluation de l'exposition des effets non thermiques dans la plage de fréquence de 1 Hz à 10 MHz est appliquée. Le résultat de calcul est donné directement en pourcentage vis à vis des seuils réglementaires.
Cartographie de la zone : 1 point de mesure tous les 100m2 par zone.
Hauteur de mesure par rapport au sol technique : 1m

IMPLANTATION DES POINTS DE MESURES

RESULTATS DES MESURES - CHAMP ELECTRIQUE Hautes Fréquences

Les mesures de champ Electriques ont été réalisées au milieu des circulations entre les équipements situées en salle blanche.
Elles ont été réalisées sur la bande 100KHz-6GHz, sur une moyenne glissante de 6 minutes. Elles ont été réalisées à la hauteur de 1m. Cartographie de la zone : 1 point de mesure tous les 100m2 par zone. Hauteur de mesure par rapport au sol technique : 1m

MATERIEL DE MESURE UTILISE

Fabricant	NARDA	**N° de série**	2402/14B - H0400
Type	NBM550	**N° APAVE**	205170091
Sonde	EF0691	**Date étalonnage**	04/10/2017
Bande de fréquences	100kHz-6GHz	**Validité**	24 mois

Sous-ensemble		*Type source*	*Magnétique*	*Quantité*
Caractéristiques électriques de la source			
Fréquence(s)	-	*Puissance*	-

RESULTATS DES MESURES				
			Exposition travailleurs à risques	Exposition travailleurs
Point de mesure	Précision concernant l'emplacement de la mesure	Champ électrique (en V/m)	Pourcentage par rapport au niveau de référence 28 V/m	Pourcentage par rapport à la VA 61 V/m
1	Au milieu de la circulation face à la machine de production	0.7	2.5%	1.1%
2	Au milieu de la circulation face à la machine de production	0.39	1.4%	0.6%
3	Au milieu de la circulation face à la machine de production	1.09	3.9%	1.8%
4	Au milieu de la circulation face à la machine de production	0.89	3.2%	1.5%
5	Au milieu de la circulation face à la machine de production	0.86	3.1%	1.4%
6	Au milieu de la circulation face à la machine de production	0.65	2.3%	1.1%

RESULTATS DES MESURES - CHAMP MAGNETIQUE Basses Fréquences

Mesures selon la méthode des crêtes pondérées (1Hz-400kHz)

MATERIEL DE MESURE UTILISE			
Fabricant	WAVECONTROL	N° de série	18WP100397
Type	SMP2	N° APAVE	205180103
Sonde	WP400	Date étalonnage	23/04/2018
Bande de fréquences	1Hz-400kHz	Validité	24 mois

RESULTATS DES MESURES				
		Exposition travailleurs à risques	Exposition travailleurs	
Point de mesure	Précision concernant l'emplacement de la mesure	Indice d'expo par rapport au niveau de référence en %	Indice d'expo par rapport à la VA basse en %	Indice d'expo par rapport à la VA haute en %
1	Au milieu de la circulation face à la machine de production	0.3%	0.1%	0.1%
2	Au milieu de la circulation face à la machine de production	0.4%	0.1%	0.1%
3	Au milieu de la circulation face à la machine de production	0.3%	0.1%	0.1%
4	Au milieu de la circulation face à la machine de production	0.3%	0.1%	0.1%
5	Au milieu de la circulation face à la machine de production	0.1%	0.1%	0.1%
6	Au milieu de la circulation face à la machine de production	0.2%	0.1%	0.1%

NM : Non mesuré - le respect des seuils travailleurs à risques implique le respect des seuils travailleurs.

MESURES TECHNIQUES ET/OU ORGANISATIONNELLES A METTRE EN OEUVRE
• Consignation de l'évaluation des risques dans le document unique de l'entreprise (Art. R.4453-10) • Information du CHSCT (Art. R.4453-10) • Information du médecin du travail pour le recensement des travailleurs à risques particuliers (Art. R.4453-8)

Annexe 6 : Résultat des mesures de caractérisation des équipements de la zone Implant

FICHE N°1	Zone Implant –	
Mesures de rayonnement électrique et magnétique		
▶ Respect des valeurs déclenchant l'action du Décret 2016-1074 *(Exposition des travailleurs)*		OUI
▶ Respect du niveau de référence de la Recommandation 1999/519/CE *(Exposition des travailleurs à risques particuliers)*		OUI

CONDITIONS D'INTERVENTION

Intervenant	Gilles Pommier	*Date des mesures*	22/05/2018	*Heure début*	9h59
				Heure fin	10h15

CARACTERISTIQUES EQUIPEMENT

Désignation					
Equipement(s)		*Type*	cavités résonnantes	*Quantité*	
Sous- ensemble		*Type Source*	RF	*Quantité*	
Caractéristiques électriques de la source					
Fréquence(s)		*Puissance*			
Environnement					
Localisation	Zone Implant	*Moyen de prévention existant*	Pictogramme Porteur Implant (sur les ouvrants		

DESCRIPTION DE LA MESURE

INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES

Les mesures de caractérisation d'équipements ont pour objectif d'évaluer le niveau d'exposition des travailleurs vis-à-vis des champs électromagnétiques au contact des équipements présents dans la salle de production.
Les mesures ont été effectuées machines enproduction.
Les mesures ont été réalisées au plus près des sources de champ électriques ou magnétiques aux emplacments auxquels les travailleurs ont accès dans le cadre de leur travail (opérateur ou position des travailleurs pendant les opérations de maintenance. les points de mesure ont été choisis conjointement avec les personnes présentes.
Puissance RF lors de nos mesures vairant de [illegible]W à [illegible].KW sur les 10 générateurs RF

IMPLANTATION DES POINTS DE MESURES

RESULTATS DES MESURES - CHAMP ELECTRIQUE Hautes Fréquences

Les mesures ont été réalisées, majoritairement, à une hauteur par rapport au sol comprise entre 90 cm et 1,90 m (travailleur en position debout) avec toujours comme objectif de rendre compte de l'exposition d'une personne au niveau du tronc, de la tête, et des membres supérieurs et inférieurs. Mesure de champ électrique large bande. Les valeurs mesurées sont intégrées sur une moyenne de 6 minutes glissantes.

MATERIEL DE MESURE UTILISE

Fabricant	NARDA	**N° de série**	2402/14B - H0400
Type	NBM550	**N° APAVE**	205170091
Sonde	EF0691	**Date étalonnage**	04/10/2017
Bande de fréquences	100kHz-6GHz	**Validité**	24 mois

RESULTATS DES MESURES

			Exposition travailleurs à risques	Exposition travailleurs
Point de mesure	**Précision concernant l'emplacement de la mesure**	**Champ électrique (en V/m)**	**Pourcentage par rapport au niveau de référence 28 V/m**	**Pourcentage par rapport à la VA 61 V/m**
1	Salle grise -flanc gauche de la machine	**1.52**	**5.4%**	**2.5%**
2	Salle grise -flanc gauche de la machine	**1.44**	**5.1%**	**2.4%**
3	Salle grise -flanc gauche de la machine	**1.04**	**3.7%**	**1.7%**
4	Salle grise - à l'arrière de la machine	**1.12**	**4.0%**	**1.8%**
5	Salle grise - flanc droit de la machine	**0.88**	**3.1%**	**1.4%**
6	Salle grise - flanc droit de la machine	**0.83**	**3.0%**	**1.4%**
7	Salle grise - flanc droit de la machine	**0.75**	**2.7%**	**1.2%**

RESULTATS DES MESURES - CHAMP MAGNETIQUE Hautes Fréquences

Mesure de champ magnétique large bande 300KHz- 60MHz. Le pourcentage calculé est donné par rapport au seuil le plus contragnant de la bande mesurée.

MATERIEL DE MESURE UTILISE

Fabricant	WAVECONTROL	**N° de série**	18WP11022
Type	SMP2	**N° APAVE**	205180103
Sonde	WPH60	**Date étalonnage**	23/04/2018
Bande de fréquences	300KHz 60MHz	**Validité**	24 mois

RESULTATS DES MESURES

			Exposition travailleurs à risques	Exposition travailleurs
Point de mesure	**Précision concernant l'emplacement de la mesure**	**Champ Magnétique (en µT)**	**Pourcentage par rapport au niveau de référence (0,092 µT)**	**Pourcentage par rapport à la VA (0.2 µT)**
1	Salle grise -flanc gauche de la machine	0.06	65.2%	30.0%
2	Salle grise -flanc gauche de la machine	0.06	65.2%	30.0%
3	Salle grise -flanc gauche de la machine	0.06	65.2%	30.0%
4	Salle grise - à l'arrière de la machine	0.06	65.2%	30.0%
5	Salle grise - flanc droit de la machine	0.06	65.2%	30.0%
6	Salle grise - flanc droit de la machine	0.06	65.2%	30.0%
7	Salle grise - flanc droit de la machine	0.08	87.0%	40.0%

MESURES TECHNIQUES ET/OU ORGANISATIONNELLES A METTRE EN OEUVRE

- Consignation de l'évaluation des risques dans le document unique de l'entreprise (Art. R.4453-10)
- Information du CHSCT (Art. R.4453-10)
- Information du médecin du travail pour le recensement des travailleurs à risques particuliers (Art. R.4453-8)

FICHE N°2	Zone Implant –	
Mesures de rayonnement électrique et magnétique		
▶ Respect des valeurs déclenchant l'action du Décret 2016-1074 *(Exposition des travailleurs)*		OUI
▶ Respect du niveau de référence de la Recommandation 1999/519/CE *(Exposition des travailleurs à risques particuliers)*		OUI

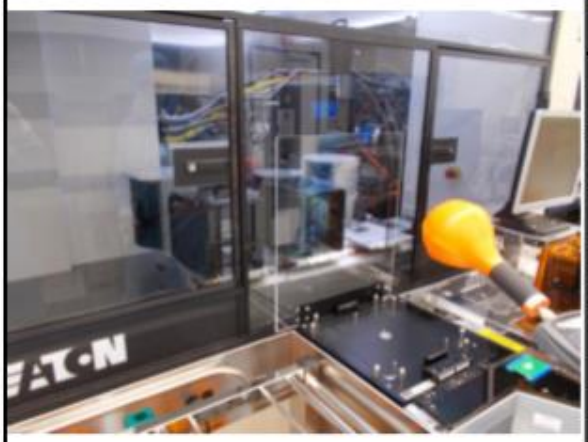
CONDITIONS D'INTERVENTION

Intervenant	Gilles Pommier	*Date des mesures*	22/05/2018	*Heure début*	10h13
				Heure fin	10h20

CARACTERISTIQUES EQUIPEMENT

Désignation					
Equipement(s)		*Type*	cavités résonnantes	*Quantité*	
Sous- ensemble		*Type Source*	RF	*Quantité*	
Caractéristiques électriques de la source					
Fréquence(s)		*Puissance*			
Environnement					
Localisation	Zone Implant	*Moyen de prévention existant*	Pictogramme Interdits au personnes portant un DMIA		

DESCRIPTION DE LA MESURE



INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES

Les mesures ont été réalisées, majoritairement, à une hauteur par rapport au sol comprise entre 90 cm et 1,90 m (travailleur en position debout) avec toujours comme objectif de rendre compte de l'exposition d'une personne au niveau du tronc, de la tête, et des membres supérieurs et inférieurs. Mesure de champ électrique large bande. Les valeurs mesurées sont intégrées sur une moyenne de 6 minutes glissantes.

Puissance des 4 sources RF lors de nos mesures :

- W
- W
- W
- W

IMPLANTATION DES POINTS DE MESURES

RESULTATS DES MESURES - CHAMP ELECTRIQUE Hautes Fréquences

Les mesures ont été réalisées, majoritairement, à une hauteur par rapport au sol comprise entre 90 cm et 1,90 m (travailleur en position debout) avec toujours comme objectif de rendre compte de l'exposition d'une personne au niveau du tronc, de la tête, et des membres supérieurs et inférieurs. Mesure de champ électrique large bande. Les valeurs mesurées sont intégrées sur une moyenne de 6 minutes glissantes.

MATERIEL DE MESURE UTILISE

Fabricant	NARDA	**N° de série**	2402/14B - H0400
Type	NBM550	**N° APAVE**	205170091
Sonde	EF0691	**Date étalonnage**	10/04/2017
Bande de fréquences	100kHz-6GHz	**Validité**	24 mois

RESULTATS DES MESURES

			Exposition travailleurs à risques	Exposition travailleurs
Point de mesure	**Précision concernant l'emplacement de la mesure**	**Champ électrique (en V/m)**	**Pourcentage par rapport au niveau de référence 28 V/m**	**Pourcentage par rapport à la VA 61 V/m**
1	Salle grise - flanc droit de la machine	1	3.6%	1.6%
2	Salle grise - flanc droit de la machine	1.14	4.1%	1.9%
3	Salle grise - flanc droit de la machine	1	3.6%	1.6%
4	Salle grise - arrière de la machine	1.05	3.8%	1.7%
5	Salle - grsie - flanc gauche de la machine	1.11	4.0%	1.8%
6	Salle - grsie - flanc gauche de la machine	1.2	4.3%	2.0%
7	Position de l'opérateur en salle blanche	1.49	5.3%	2.4%

RESULTATS DES MESURES - CHAMP MAGNETIQUE Hautes Fréquences

Mesure de champ magnétique large bande 300KHz- 60MHz. Le pourcentage calculé est donné par rapport au seuil le plus contragnant de la bande mesurée.

MATERIEL DE MESURE UTILISE

Fabricant	WAVECONTROL	**N° de série**	18WP11022
Type	SMP2	**N° APAVE**	205180103
Sonde	WPH60	**Date étalonnage**	23/04/2018
Bande de fréquences	300KHz 60MHz	**Validité**	24 mois

RESULTATS DES MESURES

			Exposition travailleurs à risques	Exposition travailleurs
Point de mesure	**Précision concernant l'emplacement de la mesure**	**Champ Magnétique (en µT)**	**Pourcentage par rapport au niveau de référence (0,092 µT)**	**Pourcentage par rapport à la VA (0.2 µT)**
1	Salle grise - flanc droit de la machine	0.07	76.1%	35.0%
2	Salle grise - flanc droit de la machine	0.05	54.3%	25.0%
3	Salle grise - flanc droit de la machine	0.05	54.3%	25.0%
4	Salle grise - arrière de la machine	0.05	54.3%	25.0%
5	Salle - grsie - flanc gauche de la machine	0.05	54.3%	25.0%
6	Salle - grsie - flanc gauche de la machine	0.05	54.3%	25.0%
7	Position de l'opérateur en salle blanche	0.05	54.3%	25.0%

MESURES TECHNIQUES ET/OU ORGANISATIONNELLES A METTRE EN OEUVRE

- Consignation de l'évaluation des risques dans le document unique de l'entreprise (Art. R.4453-10)
- Information du CHSCT (Art. R.4453-10)
- Information du médecin du travail pour le recensement des travailleurs à risques particuliers (Art. R.4453-8)

Annexe 7 : Résultats campagne de mesure du laboratoire SMARTCARDS

FICHE N°33	Labo SMARTCARDS – Banc RF	
Mesures de rayonnement électromagnétique		
▶ Respect des valeurs déclenchant l'action du Décret 2016-1074 *(Exposition des travailleurs)*		NON
▶ Respect du niveau de référence de la Recommandation 1999/519/CE *(Exposition des travailleurs à risques particuliers)*		NON

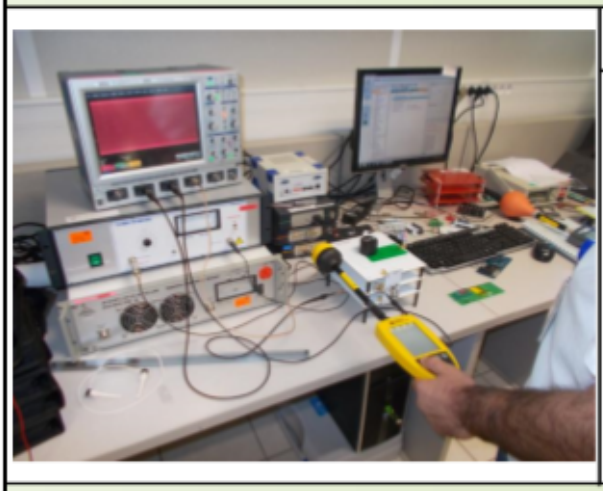
CONDITIONS D'INTERVENTION

Intervenant	Gilles Pommier	*Date des mesures*	25/05/2018	*Heure début*	10h20
				Heure fin	10h34

CARACTERISTIQUES EQUIPEMENT

Désignation			
Marque	Banc ISO RFID	*Type*	-
		Numéro de série	-
Caractéristiques électriques			
Fréquences de fonctionnement	13,56 MHz	*Intensité de courant*	-
		Tension d'alim (V)	230V
Environnement			
Localisation	Laboratoire Smart Card Appli	*Moyen de prévention existant*	Aucun

DESCRIPTION DE LA MESURE



INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES

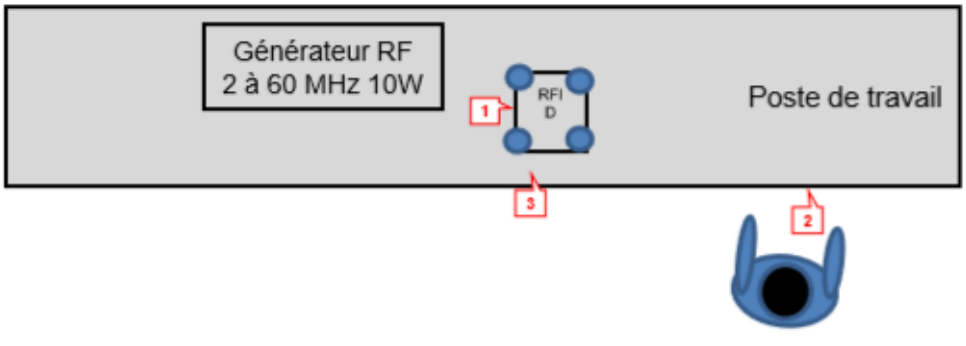
1 mesure effectuée au contact de la manipulation qui se trouve à l'air libre dans le laboratoire.

La mesure est effectuée sur les champs électriques et magnétiques pour couvrir la fréquence 13.56MHz

L'antenne RFID a été portée à la puissance maximale de 8 A/m durant nos mesures.

Le signal est généré à partir d'un Générateur RF variable 2 à 60 MHz associé à un ampli de 50W.

IMPLANTATION DES POINTS DE MESURES



RESULTATS DES MESURES - CHAMP ELECTRIQUE Hautes Fréquences

Les mesures de Champ Electrique sur la Bande 100KHz – 6GHz, seront moyennées sur 6 minutes glissantes pour statuer sur les effets thermiques.

MATERIEL DE MESURE UTILISE

Fabricant	NARDA	**N° de série**	2402/14B - H0400
Type	NBM550	**N° APAVE**	205170091
Sonde	EF0691	**Date étalonnage**	10/04/2017
Bande de fréquences	100kHz-6GHz	**Validité**	24 mois

RESULTATS DES MESURES

			Exposition travailleurs à risques	Exposition travailleurs
Point de mesure	**Précision concernant l'emplacement de la mesure**	**Champ électrique (en V/m)**	**Pourcentage par rapport au niveau de référence 28 V/m**	**Pourcentage par rapport à la VA 61 V/m**
1	au contact du banc de test ISO	**57.5**	**205.4%**	**94.3%**
2	au poste de travail	**2.13**	**7.6%**	**3.5%**
3	à 10cm du banc de test ISO	**10.11**	**36.1%**	**16.6%**

RESULTATS DES MESURES - CHAMP MAGNETIQUES Hautes Fréquences

Mesure de champ magnétique large bande 300KHz- 60MHz. Le pourcentage calculé est donné par rapport au seuil le plus contragnant de la bande mesurée.

MATERIEL DE MESURE UTILISE

Fabricant	WAVECONTROL	**N° de série**	18WP11022
Type	SMP2	**N° APAVE**	205180103
Sonde	WPH60	**Date étalonnage**	23/04/2018
Bande de fréquences	300KHz 60MHz	**Validité**	24 mois

RESULTATS DES MESURES

			Exposition travailleurs à risques	Exposition travailleurs
Point de mesure	**Précision concernant l'emplacement de la mesure**	**Champ Magnétique (en µT)**	**Pourcentage par rapport au niveau de référence (0,092 µT)**	**Pourcentage par rapport à la VA (0.2 µT)**
1	au contact du banc de test	**1.47**	**1597.8%**	**735.0%**
2	au poste de travail	**0.03**	**32.6%**	**15.0%**
3	à 10cm du banc de test ISO	**0.06**	**65.2%**	**30.0%**

MESURES TECHNIQUES ET/OU ORGANISATIONNELLES A METTRE EN OEUVRE

- Consignation de l'évaluation des risques dans le document unique de l'entreprise (Art. R.4453-10)
- Information du CHSCT (Art. R.4453-10)
- Information du médecin du travail pour le recensement des travailleurs à risques particuliers (Art. R.4453-8)

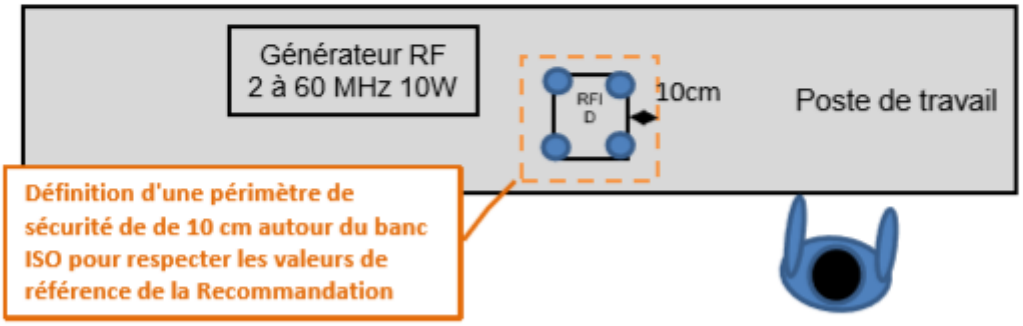
→ ***Dépassement niveau de référence de la Recommandation 1999/519/CE***

- Mettre en place des mesures de préventions pour interdire ces zones aux femmes enceintes.

→ ***Dépassement des valeurs déclenchant l'action du Décret 2016-1074***

- Signaler les lieux de travail à l'aide de pictogrammes adaptés et limiter éventuellement l'accès (Art. R.4453-10) si son accès n'est pas restreint au titre des risques d'origine électrique (Art. R.4453-17).
- Intégration du risque champs électromagnétiques aux fiches de poste des salariés (Art. R.4453-18)
- Rédaction d'une fiche d'exposition à transmettre à la médecine du travail (Art. R.4453-26)
- Limitation du temps de présence au poste de travail (Art. R.4453-13).
- Modification des caractéristiques de la source d'émission (fréquence utilisée, intensité, durée d'émission, remplacement de l'équipement, etc.) (Art. R.4453-13)
- Mise en place d'Equipements de Protection Collective EPC (Art. R.4453-13)
- Mise à disposition d'équipements de protection individuelle EPI appropriés (Art. R.4453-13)

PERIMETRE DE SECURITE



FICHE N°34	Labo SMARTCARDS – Injecteur electromagnetique
Mesures de rayonnement électromagnétique	

▶ **Respect des valeurs déclenchant l'action du Décret 2016-1074** *(Exposition des travailleurs)*	OUI
▶ **Respect du niveau de référence de la Recommandation 1999/519/CE** *(Exposition des travailleurs à risques particuliers)*	OUI

CONDITIONS D'INTERVENTION

Intervenant	Gilles Pommier	***Date des mesures***	25/05/2018	***Heure début***	11h00
				Heure fin	11h30

CARACTERISTIQUES EQUIPEMENT

Désignation			
Marque	Banc injection EM Smart Card	***Type***	Banc injectionSmart Card
		Numéro de série	-
Caractéristiques électriques			
Fréquences de fonctionnement	10Hz - 2 KHz(pulse 100 nS	***Intensité de courant***	-
		Tension d'alim (V)	230V
Environnement			
Localisation	Laboratoire SmartCard	***Moyen de prévention existant***	Cage de Faraday

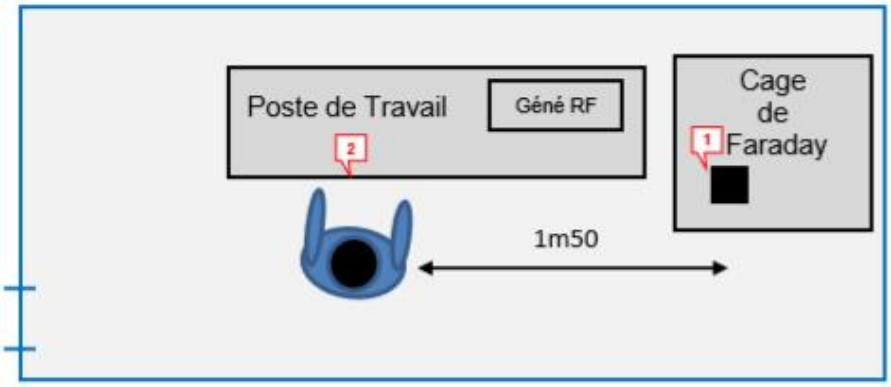
DESCRIPTION DE LA MESURE

INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES

Les manipulations ont normalement lieu à l'intérieur d'une cage de Faraday par la réalisation d'impulsions RF.
Les Mesures au contact de la manipulation ont été réalisées sans la cage de Faraday.

Les mesures ont été réalisées, majoritairement, à une hauteur par rapport au sol comprise entre 90 cm et 1,90 m (travailleur en position debout) avec toujours comme objectif de rendre compte de l'exposition d'une personne au niveau du tronc, de la tête, et des membres supérieurs et inférieurs.

IMPLANTATION DES POINTS DE MESURES



RESULTATS DES MESURES - CHAMP MAGNETIQUE Basses Fréquences

Mesures selon la méthode des crêtes pondérées (1Hz-400kHz)

MATERIEL DE MESURE UTILISE

Fabricant	NARDA	**N° de série**	2404/03 - 100WY61252
Type	NBM550	**N° APAVE**	205170091
Sonde	EHP50F	**Date étalonnage**	10/04/2017
Bande de fréquences	1Hz-400kHz	**Validité**	24 mois

RESULTATS DES MESURES

		Exposition travailleurs à risques	Exposition travailleurs	
Point de mesure	**Précision concernant l'emplacement de la mesure**	**Indice d'expo par rapport au niveau de référence en %**	**Indice d'expo par rapport à la VA basse en %**	**Indice d'expo par rapport à la VA haute en %**
1	A contact du solénoïde (cage de faraday ouverte)	17.5%	3.8%	NM
2	Au niveau du poste de travail (à 1m50 de la zone de test)	1.0%	1.0%	NM

NM : Non mesuré - le respect des seuils travailleurs à risques implique le respect des seuils travailleurs.

RESULTATS DES MESURES - CHAMP ELECTRIQUE Basses Fréquences

Mesures selon la méthode des crêtes pondérées (1Hz-400kHz)

MATERIEL DE MESURE UTILISE

Fabricant	NARDA	**N° de série**	2404/03 - 100WY61252
Type	NBM550	**N° APAVE**	205170091
Sonde	EHP50F	**Date étalonnage**	10/04/2017
Bande de fréquences	1Hz-400kHz	**Validité**	24 mois

RESULTATS DES MESURES

		Exposition travailleurs à risques	Exposition travailleurs	
Point de mesure	**Précision concernant l'emplacement de la mesure**	**Indice d'expo par rapport au niveau de référence en %**	**Indice d'expo par rapport à la VA basse en %**	**Indice d'expo par rapport à la VA haute en %**
1	A contact du solénoïde (cage de faraday ouverte)	6.2%	2.8%	NM
2	Au niveau du poste de travail (à 1m50 de la zone de test)	1.0%	1.8%	NM

NM : Non mesuré - le respect des seuils travailleurs à risques implique le respect des seuils travailleurs.

MESURES TECHNIQUES ET/OU ORGANISATIONNELLES A METTRE EN OEUVRE

- Consignation de l'évaluation des risques dans le document unique de l'entreprise (Art. R.4453-10)
- Information du CHSCT (Art. R.4453-10)
- Information du médecin du travail pour le recensement des travailleurs à risques particuliers (Art. R.4453-8)

<u>Annexe 8 :</u> Pictogramme rappelant les distances de sécurité à respecter à apposer sur les sources de CEM pour les travailleurs et les travailleurs à risques particuliers

Distance de sécurité de 4**0 cm** pour les porteurs d'implants actifs

Distance de sécurité de 4**0 cm** pour les femmes enceintes

Distance de sécurité de **40 cm** pour les porteurs d'implants

Rayonnements non ionisants

Champ magnétique

Distance de sécurité de **40 cm** pour les travailleurs

Résumé

L'unité de production de STMicroelectronics de Rousset fabrique des composants électroniques sur des plaquettes de silicium de 200mm.

Protéger l'environnement et préserver la santé et la sécurité des employés et toutes autres personnes présentes sur le site est un impératif à satisfaire au quotidien.

Début janvier 2017, une nouvelle réglementation est entrée en vigueur en France sur les risques d'exposition des travailleurs aux champs électromagnétiques. Nous allons voir les particularités de cette nouvelle réglementation, quelles sont désormais les obligations des entreprises et comment l'on peut réaliser une analyse des risques liés aux champs électromagnétiques.

Afin de répondre à cette nouvelle réglementation, un guide d'application vous expliquera les principales étapes de l'évaluation des risques liés aux champs électromagnétiques.

Des exemples d'applications issus de l'évaluation menée sur le site de ST Rousset compléteront ce guide.

Mots clefs : Hygiène Industrielle – Champ électromagnétique – Evaluation des risques – Guide d'évaluation Méthodologie d'évaluation – Travailleurs à risques particuliers – Valeurs déclenchant l'action

Abstract

Production unit of STMicroelectronics Rousset manufactures electronic components on 200mm silicon wafers.

Protecting the environment, health and safety of employees and other individuals present on the site is an everyday imperative.

In early January 2017, a new regulation came into force in France on the risks of exposure of workers to electromagnetic fields. We will see the peculiarities of this new regulation. What are the obligations of companies and how can they carry out an analysis of the risks related to electromagnetic fields.

To meet this new regulation, an application guide will explain the main stages of the assessment of the risks related to electromagnetic fields.

This guide will be complete by examples of application from the evaluation on ST Rousset.

Keywords: Industrial Hygiene - Electromagnetic Field - Risk Assessment - Evaluation Guide Evaluation Methodology - Workers at Particulars Risks - Values for Action