



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

جامعة وهران 2 محمد بن أحمد
Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed
معهد الصيانة والأمن الصناعي
Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle

Jun 2018
Département de Sécurité Industrielle et Environnement

MÉMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Sécurité Industrielle
Spécialité : Sécurité Industrielle et Environnement

Thème

La cartographie du bruit en entreprise

Présenté et soutenu publiquement par :

Mr. BENRAHOU Ayoub

Mr. HASSOU Abdelkadir

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade	Etablissement	Qualité
Mr BENFEKIR Abderrahim	MCB	Université 2 IMSI	Président
Mme HEBBAR Chafika	MCA	Université 2 IMSI	Encadreur
Mr NADJI Abdelkader	Docteur	Université 2 IMSI	Examineur
Mr FERHAT Benyoucef	Associé	Université 2 IMSI	Invité

REMERCIEMENTS

En premier lieu, on tient à remercier notre **DIEU**, qui nous a guidé sur le chemin de la lumière, le savoir et de la connaissance.

Nous adressons nos vifs remerciements à notre encadreur **Mme Hebbar Chafika**, non seulement pour avoir accepté de diriger ce travail, mais aussi pour leurs compréhensions, leurs patiences, leurs remarques qui ont été précieuses et leurs soutiens dans des moments très difficiles.

Nos vifs remerciements et notre profonde gratitude à tout l'ensemble du personnel du complexe **SORFERT SPA Algérie**, Surtout celui des départements prévention pour leur accueil, leur aide, leur patience et leur gentillesse qui ont fait d'eux des personnes agréables.

*Nous désirons émettre un remerciement tout spécial à **Mme Nedjadi Mimouna** (Chef service prévention) pour ses conseils, soutiens et encouragements dispensés lors de la réalisation de ce travail et d'avoir mis à notre disposition tous les moyens nécessaires pour la réalisation de ce travail.*

*Nous exprimons nos plus sincères remerciements au Professeur **Benfekir Abderrahim** de l'Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle, pour nous avoir fait l'honneur de présider le jury de soutenance.*

*Nos sincères gratitudes vont au docteur **Mr Nadji Abdelkader** et au professeur **Mr Ferhat Benyoucef** de l'Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle, vous nous avez honorés d'accepter avec grande sympathie de siéger notre jury de mémoire.*

Nous exprimons notre profonde reconnaissance au doctorant Monsieur **ARBAOUI Iliace** pour ses conseils, soutiens et encouragements dispensés lors de la réalisation de ce travail.

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à tous les professeurs qui nous ont aidés tout au long de notre cursus universitaire.

Notre dernier remerciement et ce ne sont pas les moindres, vont à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour l'enrichissement et l'aboutissement de ce modeste travail.

Merci à tous

Dédicaces

Pour chaque début il y a une fin, et ce qui beau dans toute fin c'est la réussite et l'atteinte du but.

Je dédie ce modeste mémoire, fruit de très longues années de travail à :

Ceux qui méritent le plus ma reconnaissance, ma gratitude et mon grand amour, ceux qui m'ont apporté toujours soutien et bonheur dans la vie :

- ✚ Pour toi très chère mère, la source de mon inspiration et de mon courage, qui a toujours aimé me voir arriver à cette étape, à qui je dois de l'amour et la reconnaissance une grande salutation pour toi maman.*
- ✚ Pour toi très respectueux père, le secret de ma fierté qu'il veille sur moi pour devenir ce que je suis, et qui sacrifient leur bon moment pour m'éclairer le chemin du succès et de la réussite.*
- ✚ Pour vous, très chères frères Hamza et Amine, Mon exemple de la volonté, de la réussite et de la patiente.*
- ✚ Pour toi Nasr Allah mon petit frère.*
- ✚ Pour vous mes chères sœurs et votre petite famille. . .*
- ✚ Pour vous Ali, Dahia, Billal et tous mes amis pour tous les moments de joies et de peines qu'on a passés ensemble.*
- ✚ Pour Hassou Abdelkader mon binôme.*

A toutes les personnes qui me connaisse

Ayoub

Dédicaces

Avant tout Grâce à Allah miséricordieux tout puissant qui ma éclairer le chemin vers cette réussite et grâce à mes très chères parents qui m'ont toujours soutenu, j'ai le grand plaisir de dédier ce modeste travail à eux et en particulier :

***Ma mère** à sacrifier sa pour mon bien être, en souhaitant de tout mon cœur le bon dieu de me le garder.*

*A **mon père** ; qui m'a toujours soutenu dans le moment difficiles et pour ce sacrifice et ces encouragements que dieu le garder pour moi.*

*A mes chères sœurs : **Fatima, Aicha et Karima.***

*A mes chers frères : **Abdellah, Abdessalam et Mustapha.***

En leur souhaitant plus de réussite dans vie

*A mon binôme **Benrahou Ayoub***

A tous mes amis et collègues de cette promotion

A tous ceux qui m'ont aidé de loin ou de près afin de réaliser ce travail.

A tous ceux que j'aime et qui m'aiment

*A tous je **dédie** ce travail*

HASSOU Abdelkader

Résumé

Le bruit est un polluant parmi les plus fréquents et les plus menaçants. Classé quatrième sur l'échelle des pollutions après celles de l'eau, de l'air et des déchets solides, le bruit ne cesse de prendre des dimensions alarmantes et devient parfois une véritable hantise.

Le seuil de perception est à 0dB et le seuil de la douleur avoisine les 120 dB. Le décibel (dB) est l'unité de mesure des sons la plus utilisée qui correspond à la plus petite pression acoustique susceptible d'être perçue par l'homme.

Le bruit en milieu professionnel est en progression avec les progrès sans cesse croissants des technologies et l'utilisation à outrance d'outillages et de machines sophistiqués. Il demeure à l'origine de manifestations cliniques diverses dont la plus fréquente est la surdité professionnelle qui demeure une pathologie d'actualité malgré le développement des techniques de protection collective et la mise en œuvre de moyens de protection individuelle. Elle est grave par son caractère irréversible et par son évolution inéluctable vers le handicap avec toutes ses répercussions sanitaires, sociales et professionnelles.

La plupart des maladies professionnelles est lié à l'excès de bruit sur les lieux de travail et les solutions classiquement utilisées pour réduire l'exposition au bruit ne sont pas toujours suffisamment efficaces.

Ce mémoire a pour but d'évaluer les niveaux sonores générés par les sources bruyantes ponctuelles issues du complexe SORFERT SPA Algérie. La cartographie du bruit a été réalisée à l'aide d'un logiciel de simulation : le Code_TYMPAN, permettant ainsi de modéliser les problèmes d'acoustiques environnementales dans le but de connaître l'impact sonore d'un site industriel.

Les résultats de cette présente étude ont révélé que les trois zones du complexe ont enregistré des sources très bruyantes parmi lesquelles on peut citer : les compresseurs 94 dB(A), les pompes 92 dB (A), le four 88 dB (A), les réacteurs 89 dB (A), le compresseur de CO₂ 94 dB (A). Ces valeurs dépassent la réglementation algérienne en vigueur ; ceci incite l'organisme employeur à renforcer les moyens de prévention adéquats pour ne pas nuire à la santé des travailleurs.

Mots clefs : Bruit, cartographie, travailleur, surdité, SORFEL SPA Algérie.

Abstract

Noise is one of the most frequent and threatening pollutants. Ranked fourth on the scale of pollution after those of water, air and solid waste, the noise continues to take alarming dimensions and sometimes becomes a real obsession.

The perception threshold is at 0dB and the pain threshold is around 120 dB. The decibel (dB) is the most commonly used unit of sound measurement, which is the smallest sound pressure that can be perceived by humans.

Noise in the workplace is on the rise with ever increasing advances in technology and the excessive use of sophisticated tools and machines. It remains at the origin of various clinical manifestations, the most common of which is occupational deafness which remains a pathology of topicality despite the development of collective protection techniques and the implementation of personal protection means. It is serious because of its irreversible nature and its inevitable evolution towards disability with all its health, social and professional repercussions.

Most occupational diseases are related to excessive noise in workplaces and the solutions conventionally used to reduce noise exposure are not always effective enough.

This thesis aims to evaluate the sound levels generated by noisy point sources from the complex SORFERT SPA Algeria. The noise mapping was carried out using a simulation software: The Code TYMPAN, allowing to model the environmental acoustic problems in order to know the sound impact of an industrial site.

The results of this study revealed that the three zones of the complex recorded very noisy sources among which we can mention: the compressors 94 dB (A), the pumps 92 dB (A), the oven 88 dB (A), the 89 dB (A) reactors, the 94 dB CO₂ compressor (A). These values exceed the Algerian regulations in force; this encourages the employer organization to reinforce the appropriate means of prevention so as not to harm the health of workers.

Key words: Noise, cartography, worker, deafness, SORFEL SPA Algeria.

AESST : Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail

AFNOR : Agence Française de Normalisation

AFSSE : Agence française de sécurité sanitaire environnementale

ISO : Organisation Internationale de Normalisation

INRS : Institut National de Recherches Scientifiques

PNPATMP : Plan National de la Prévention des Accidents de Travail et des Maladies Professionnelles.

PICB : Protecteurs Individuels contre le Bruit

dB (A) : Le décibel Unité de bruit qui tient compte du filtre de certaines fréquences par l'oreille humaine.

Hz : Hertz Unité de mesure de fréquence

EPI : Équipements de Protection Individuelle

ORL : Oto-rhino-laryngologiste

SST : Service de Santé au Travail

SP : Surdité Professionnelle

RTO : Région Transport Ouest

HSE : Hygiène Sécurité Environnement

SST : service de Santé au Travail

EDF :  lectricit  de France

R&D : Recherche et développement

WHO : World Health Organization

	Page
Fig. 1 - Echelle des niveaux sonores	07
Fig. 2 -Domaine des fréquences audibles par l'oreille humaine	08
Fig. 3 - Les casques enveloppants	28
Fig. 4 - Les casques serre-tête	28
Fig. 5 - Les serre-têtes montés sur casques	29
Fig. 6 - Les casques serre-nuque	29
Fig. 7 - Les bouchons d'oreilles moulés individualisés	29
Fig. 8 - Les bouchons d'oreilles pré-moulés	30
Fig. 9 - Les bouchons d'oreilles reliés par une bande	30
Fig. 10 - Les bouchons d'oreilles façonnés par l'utilisateur	31
Fig. 11 - Signalisation normalisée d'avertissement d'obligation et d'interdiction	32
Fig. 12 - Situation géographique du complexe SORFERT ALGERIE	36
Fig. 13 – Les principales zones du complexe	38
Fig. 14 - Unité de production d'urée	41
Fig. 15 - Exemple de cartographie acoustique obtenue avec code TYMPAN	44
Fig. 16 - Création d'un nouveau projet	45
Fig. 17 - Création d'un nouveau projet	45
Fig. 18 - Introduction de l'image satellite du complexe SORFERT	46
Fig. 19 - Image satellite introduite	47
Fig. 20- Positionnement des sources et saisi des propriétés acoustiques	47
Fig. 21 - Paramétrage des informations de la source	48
Fig. 22 - Choix du « Récepteur surfacique »	49
Fig. 23 - Choix du paramétrage du calcul	49
Fig. 24 - Paramétrage et lancement du calcul	50
Fig. 24/1 – Prélèvement des échantillons du bruit avec le sonomètre	51
Fig. 25 - Cartographie du complexe SORFERT SPA	54
Fig. 26 - Niveau de bruit enregistré dans la zone 1	54
Fig. 27 - Niveau de bruit enregistré dans la zone 2	56
Fig. 28 - Niveau de bruit enregistré dans la zone 3	57

	Page
Tab. 1 - Les résultats de mesure au niveau de la zone 1	54
Tab. 2 - Les résultats de mesure au niveau de La zone 2	55
Tab. 3 - Les résultats de mesure au niveau de la zone 3	56

SOMMAIRE

SOMMAIRE

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

Partie Théorique

Chapitre 1 : Généralités sur le bruit industriel

Introduction	4
1.1. Définition du bruit industriel	4
1.2. Unité de mesure et échelle du bruit industriel	5
1.3. Les sources du bruit industriel	8

Chapitre 2 : Les effets du bruit industriel sur la santé humaine

Introduction	10
2.1 Nuisances sonores extérieures et intérieures	10
2.2. Risques liés à l'exposition au bruit en milieu du travail	12
2.2.1. Les troubles d'audition	12
2.2.2. Effets biologiques et extra auditifs du bruit	14
2.2.3. Effets subjectifs du bruit	18

Chapitre 3 : Aspect réglementaire et législatif du bruit

Introduction	21
3.1. Aspect réglementaire national	21
3.2. Aspect réglementaire international	22
3.2.1. Les normes générales	22
3.2.2. La réglementation et les normes françaises	23
3.2.3. Les normes européennes	23
Conclusion	24

Chapitre 4 : Prévention des risques liés à l'exposition au bruit en milieu professionnel

Introduction	25
4.1. Moyen de réduction de risque sonore	25
4.1.1. Prévention collective	25
4.1.2. Prévention individuelle	27

SOMMAIRE

4.3. L'information et la formation des salariés	31
4.3.1. La Formation	31
4.3.2. L'Information	32
4.3.3. La surveillance médicale renforcée	32

Partie Pratique

Chapitre 1 : Bilan de connaissances sur la zone d'étude

Introduction	36
1.1. Présentation du complexe industriel « SORFERT ALGERIE SPA »	36
1.2. Situation géographique du complexe SORFERT ALGERIE	36
1.3. Fiche technique du complexe SORFERT ALGERIE	37
1.4. Les matières premières et les produits finis	37
1.5. Les installations du complexe SORFERT ALGERIE	37

Chapitre 2 : Élaboration de la carte du bruit de SORFERT SPA Algérie

2.1. Présentation de Simulateur	43
2.2. Description du logiciel	43
2.3. Procédure de la simulation	44
2.4. Les étapes suivis au cours de la simulation	44

Chapitre 3 : Étude acoustique du bruit généré par SORFERT SPA Algérie

3.1. Cartographie du bruit du complexe SORFERT SPA Algérie	51
3.2. Résultats	54
Conclusion & Recommandations	58
Références bibliographiques	60



Introduction Générale

Introduction générale

Le bruit est un polluant parmi les plus fréquents et les plus menaçants. Classé quatrième sur l'échelle des pollutions après celles de l'eau, de l'air et des déchets solides, le bruit ne cesse de prendre des dimensions alarmantes et devient parfois une véritable hantise.

Le bruit est « un assemblage de sons ressenti subjectivement comme désagréable ou pénible ». Le même son peut être utile, agréable ou gênant selon la personne qui l'entend et à quel moment. Au-delà d'une certaine limite (niveau sonore très élevé), tous les sons sont gênants voire dangereux. Le seuil de perception est à 0dB et le seuil de la douleur avoisine les 120 dB.

Le décibel (dB) est l'unité de mesure des sons la plus utilisée qui correspond à la plus petite pression acoustique susceptible d'être perçue par l'homme. Pour prendre en compte le niveau réellement perçu par l'oreille, on utilise un décibel physiologique appelé décibel A [dB(A)].

Le sonomètre est un instrument destiné à mesurer les niveaux d'intensité sonore.

L'exposimètre acoustique personnel est un sonomètre conçu pour mesurer l'exposition au bruit d'un salarié et fournir comme résultat une mesure intégrée sur une certaine période de temps (en minute ou en heure).

La cartographie du bruit est une représentation graphique des niveaux sonores dans l'espace de travail. Cette cartographie peut aussi être simulée par calcul en fonction des caractéristiques des locaux et des sources de bruit. C'est un outil efficace pour définir les zones à risques et pour orienter les travailleurs vers les zones les moins bruyantes.

Le bruit est généré en milieu de travail par les machines, les outils et les autres équipements utilisés dans les activités industrielles, commerciales ou artisanales et dans les chantiers de travaux publics et du bâtiment. A titre indicatif les secteurs les plus exposés au bruit sont : La métallurgie, le bâtiment et travaux publics, le textile, l'industrie du bois et le transport.

Le bruit en milieu professionnel est en progression avec les progrès sans cesse croissants des technologies et l'utilisation à outrance d'outillages et de machines sophistiqués. Il demeure à l'origine de manifestations cliniques diverses dont la plus fréquente est la surdité professionnelle qui demeure une pathologie d'actualité malgré le

Introduction générale

développement des techniques de protection collective et la mise en œuvre de moyens de protection individuelle. Elle est grave par son caractère irréversible et par son évolution inéluctable vers le handicap avec toutes ses répercussions sanitaires, sociales et professionnelles.

Il n'est donc pas surprenant de relever que la surdité professionnelle, bien qu'elle soit un risque évitable, occupe les premiers rangs des maladies professionnelles déclarées et représente par delà même un grand handicap qui requiert une prise en charge onéreuse. Elle coûte cher à la collectivité nationale du fait du coût des soins, des explorations, de l'absentéisme engendré souvent répété et parfois de longue durée, et de la réparation. Elle est également à l'origine d'un accroissement du nombre des accidents de travail avec comme conséquence une réduction de la productivité de l'entreprise et de la compétitivité.

Le niveau sonore a été déterminé conformément au décret exécutif n°93-184 du 27 juillet 1993 réglementant l'émission des bruits.

Le bruit industriel apparaît complexe en raison de la diversité des sources de bruit impliquées : machines, ventilation, soupapes, moteurs, pouvant constituer un gêne pour les travailleurs ainsi que la population riveraine résidant à proximité.

L'étude de l'effet du bruit industriel sur la santé des travailleurs apparaît donc un sujet très important à explorer d'où l'intérêt de notre présente étude réalisée dans le complexe SORFERT.

Nous avons débuté notre étude par une introduction au sujet lui-même et nous l'avons réparti en deux parties distinctes : partie théorique et partie pratique.

La partie théorique est composée de trois chapitres : Dans le chapitre 1, nous avons défini le bruit et ses origines. Le chapitre 2 est relatif à l'étude des effets du bruit industriel sur la santé des travailleurs. Le chapitre 3 a exploré l'aspect juridique du bruit.

En revanche, la partie pratique est composée de quatre chapitres. Dans le chapitre 1, nous avons défini notre zone d'étude, lieu où nous avons réalisé notre stage. Le chapitre 2 est consacré à l'élaboration de la carte du bruit du complexe SORFERT SPA Algérie. Le chapitre 3 est relatif à l'étude acoustique du bruit généré dans le même

Introduction générale

complexe. Enfin, dans le quatrième et dernier chapitre, il nous a paru très intéressant d'explorer la prévention du risque industriel.

Nous terminons notre mémoire par une conclusion et quelques recommandations.



Partie théorique

Chapitre

1

Généralités sur le bruit industriel

Introduction

Le bruit est un polluant parmi les plus fréquents et les plus menaçants. Classé quatrième sur l'échelle des pollutions après celles de l'eau, de l'air et des déchets solides, le bruit ne cesse de prendre des dimensions alarmantes et devient parfois une véritable hantise.

Le bruit en milieu professionnel est en progression avec les progrès sans cesse croissants des technologies et l'utilisation à outrance d'outillages et de machines sophistiquées.

1.1 Définition du bruit industriel

1.1.1 Le son

Le son, vibration de l'air qui se propage en ondes acoustiques, est défini par sa fréquence, exprimée en Hertz (Hz) et son amplitude mesurée en décibel. La notion de son couvre toute variation de pression qui peut être détectée par l'oreille de l'être humain (**Lacroix et Vincens, 2005 ; PNPATMP, 2011**).

1.1.2 Le bruit

Un bruit, source de nuisance ou de risque, est défini comme un ensemble de sons générant une sensation auditive jugée désagréable ou gênante.

L'Organisation Internationale de Normalisation (ISO) définit le bruit comme « un phénomène acoustique (qui relève donc de la physique) produisant une sensation (dont l'étude concerne la physiologie) généralement considérée comme désagréable ou gênante (notions que l'on aborde au moyen des sciences humaines - psychologie, sociologie) » (**Drici et Hadjab, 2017**).

En revanche, l'Agence Française de Normalisation (AFNOR) définit le bruit comme « un phénomène acoustique produisant une sensation généralement considérée comme désagréable ou gênante ».

Le bruit constitue une problématique majeure et trouve son origine à différents niveaux : amplification des infrastructures de transport, essor des zones artisanales commerciales et industrielles, développement des grandes villes et agglomérations.

Chapitre 1 : Généralités sur le bruit industriel

L'activité humaine et économique engendre différents types de bruit qu'il convient de maîtriser : bruit des infrastructures de transport, bruit routier, bruit des activités industrielles, etc.

1.1.3 Le bruit industriel

Le bruit industriel est le bruit provenant de sites d'activité industrielle par exemple les bruits d'installations industrielles tels que les bruits de ventilation, de diverses machines et de transformateurs (Drici et Hadjab, 2017).

L'étendue du bruit dans les pays industrialisés de la communauté européenne, 40% de la population est exposée à un bruit de trafic routier qui excède 55 dBA durant le jour et à 20% à des niveaux supérieurs à 65 dBA (Lambert et Vallet, 1994).

1.1.4 Le risque sonore

C'est un risque d'accident généré par l'inconfort, l'entrave à la communication orale et la gêne lors de l'exécution de tâches délicates. Ce risque peut être lié notamment à l'utilisation de machine ou à la pratique, l'exposition, l'écoute régulière de musiques amplifiées.

Dans les cas d'exposition longue, la surdité irréversible peut être reconnue comme maladie professionnelle.

1.2 Unité de mesure et échelle du bruit industriel

1.2.1 L'unité de mesure de bruit

L'unité de mesure de bruit c'est le décibel qui correspond à la plus petite pression acoustique susceptible d'être perçue par l'Homme. Pour que la mesure sonore effectuée à l'aide d'un sonomètre corresponde à ce que perçoit l'oreille, les valeurs mesurées sont pondérées en appliquant un filtre à l'appareil de mesure (filtre A). Ce filtre ajoute des décibels dans les médiums et en retranche progressivement vers les fréquences graves ou aiguës. Le décibel A, ou dB(A), est l'unité de mesure obtenue avec le prélèvement A qui est utilisée pour les mesures de bruit de l'environnement et qui traduit la sensibilité de l'oreille de l'être humain (Drici et Hadjab, 2017 ; Nachi et Salmi, 2017).

Chapitre 1 : Généralités sur le bruit industriel

1.2.2 L'échelle de bruit

L'échelle de bruit est une classification acoustique répertoriant les différents niveaux de bruits.

L'étude acoustique est une science qui permet d'étudier les propriétés et caractéristiques des vibrations des particules d'un milieu susceptible d'engendrer des sons, infrasons ou ultrasons, de les propager et de les faire percevoir.

Les études et mesures acoustiques présentent un intérêt particulier, en permettant de connaître précisément le niveau de bruit de l'environnement dans lequel on évolue. Mais en permettant aussi de diffuser les conseils dont on a besoin pour tendre vers une relation harmonieuse avec le bruit dans son secteur d'activité, et non plus le subir.

Dans l'échelle des intensités, l'oreille humaine est capable de percevoir des sons compris entre 0 dB seuil minimal, en passant par le seuil dit de « danger » pour la santé (90 dB) et le seuil de douleur (et/ou de destruction cellulaire) (120dB)/ (**Drici et Hadjab, 2017**).

Le décibel (dB) est l'unité de mesure des sons la plus utilisée qui correspond à la plus petite pression acoustique susceptible d'être perçue par l'homme. Pour prendre en compte le niveau réellement perçu par l'oreille, on utilise un décibel physiologique appelé décibel A [dB(A)]. La figure 1 donne une idée de ce que notre oreille perçoit en rapport avec les valeurs mesurées en dB(A).

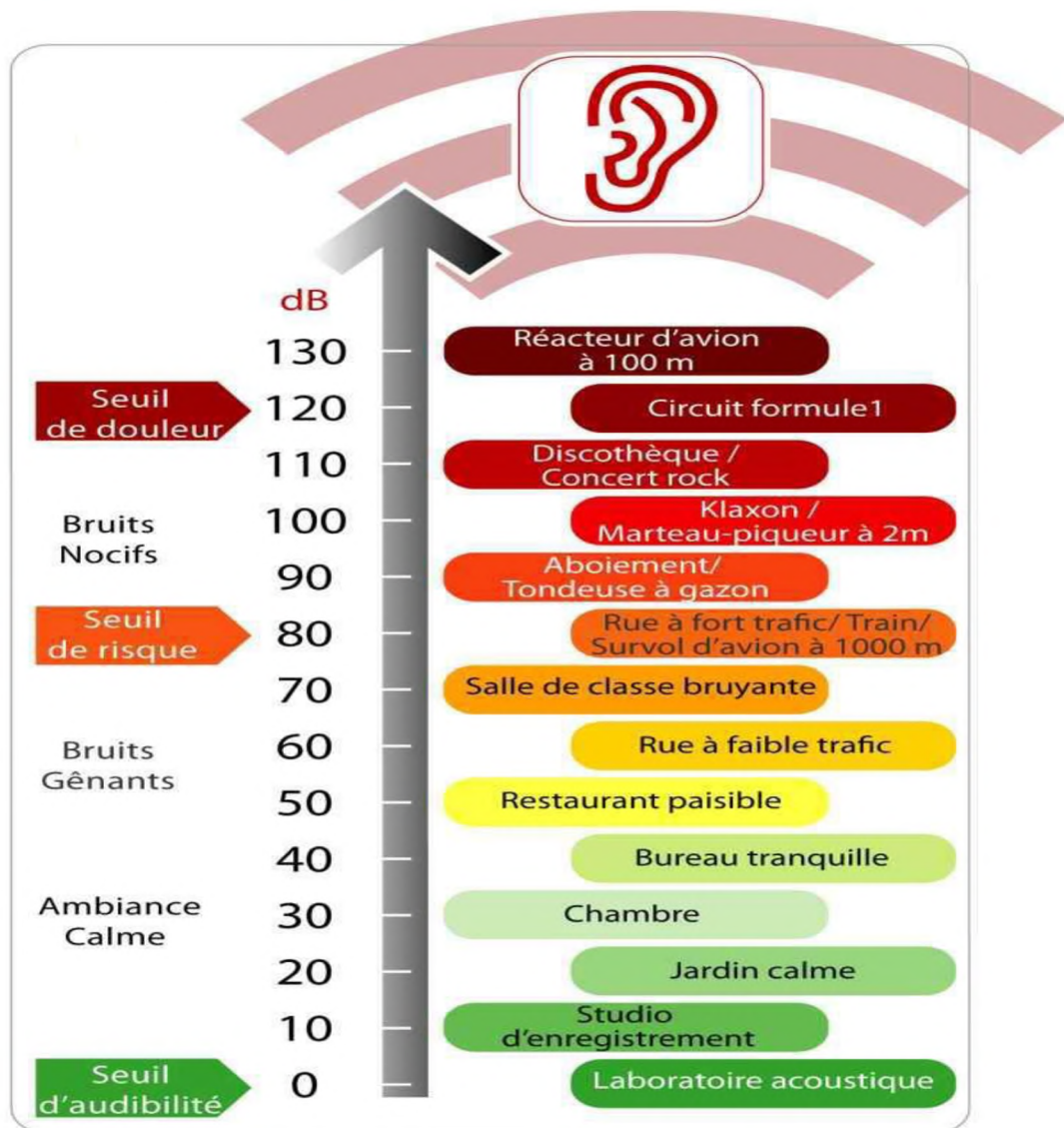


Fig. 1 - Echelle des niveaux sonores.

Dans l'échelle des fréquences, l'oreille humaine peut déceler des sons à des fréquences allant de 20 à 20000 Hz. L'oreille n'a pas la même sensibilité suivant les différentes fréquences ; elle est surtout sensible dans les fréquences médiums et beaucoup moins sensible lorsque l'on s'écarte vers les graves ou les aigus (fig. 2).

Chapitre 1 : Généralités sur le bruit industriel

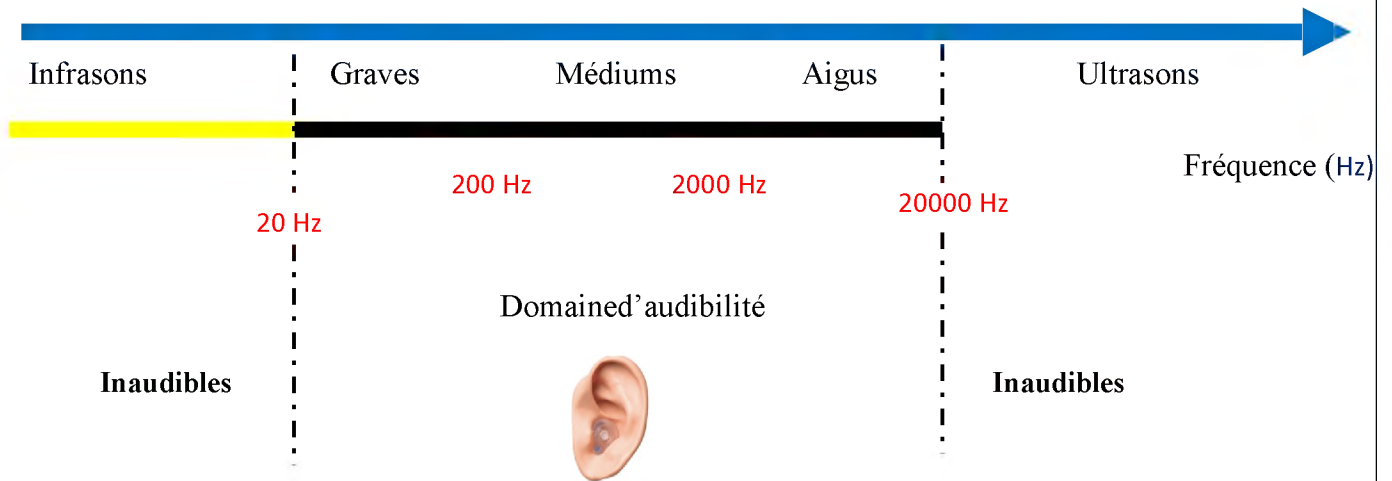


Fig. 2 -Domaine des fréquences audibles par l'oreille humaine.

Le sonomètre est un instrument destiné à mesurer les niveaux d'intensité sonore.

L'exposimètre acoustique personnel est un sonomètre conçu pour mesurer l'exposition au bruit d'un salarié et fournir comme résultat une mesure intégrée sur une certaine période de temps (en minute ou en heure).

1.3 Les sources du bruit industriel

Vu que les sources du bruit industriel sont diverses et variées, il en résulte qu'il existe une grande variété de bruits industriels présentant des caractéristiques spectrales diverses et variées. Le bruit émis par une installation industrielle est généralement de nature complexe.

Plusieurs études qui mettent en évidence l'effet nocif pour l'audition de sources de bruit environnementales qu'industrielles tels que le tir d'armes à feu, les jouets sonores et les feux d'artifices (**WHO, 2000**).

Plusieurs sources de bruit sont présentes sur un même site industriel et se combinent en induisant des bruits complexes émis dans l'environnement :

- Les bruits continus, générés par des machines fonctionnant sans interruption, toujours sur le même mode (ventilateurs, pompes, machines tournantes).
- Certaines sources, de niveau acoustique très élevé, même si elles sont temporaires, sont très perturbatrices (chantiers de quelques mois par exemple).

Chapitre 1 : Généralités sur le bruit industriel

- Une partie du bruit est liée à des modes opératoires (chutes d'objet, ouvertures de portes, décharges brutales d'air comprimé) ou est produite à des horaires perturbateurs (tôt le matin par exemple).
- Les bruits intermittents selon un cycle, le bruit croît puis décroît rapidement.
- Les bruits à caractères impulsifs répétitifs d'impacts ou d'explosions (pilonnage, estampage).
- Les bruits à tonalité marquée sont aussi très répandus. Les machines sont très souvent des machines tournantes (moteurs, ventilateurs) susceptibles de générer de l'énergie à des fréquences particulières liées à la vitesse de rotation. On parle alors de tonalité mais le langage courant est plus précis : ronronnements ou sifflements par exemple.
- Les activités industrielles sont aussi liées à des déplacements de véhicules, sources de bruit, à l'intérieur du site (chariots élévateurs) ou à l'extérieur (livraisons, mouvements de personnels). Ceci n'est cependant pas spécifique aux bruits industriels.
- Les bruits de basse fréquence issus de gros moteurs et de centrales énergétiques.
- Enfin, de nombreux bruits industriels sont émis par des machines très puissantes, souvent à l'origine de vibrations (AFSSE, 2004).

Chapitre

2

**Les effets du bruit
industriel sur la
santé humaine**

Introduction

La perte auditive constitue certainement l'effet néfaste le plus connu et probablement le plus grave du bruit. A cela, on peut ajouter d'autres effets indésirables tels que les acouphènes (sifflements et bourdonnements d'oreilles), la perturbation de la communication orale et la non-perception de signaux sonores de sécurité, la diminution des performances, la gêne et les effets extra-auditifs. Dans la majorité des cas, la protection de l'audition des travailleurs devrait les mettre à l'abri de la plupart des autres effets. Tous ces aspects constituent un argument supplémentaire pour inciter les entreprises à mettre en œuvre de bons programmes de lutte contre le bruit et de conservation de l'audition (Nachi et Salmi, 2017).

La surdité professionnelle, bien qu'elle soit un risque évitable, occupe les premiers rangs des maladies professionnelles déclarées et représente par delà même un grand handicap qui requiert une prise en charge onéreuse. Elle coûte cher à la collectivité nationale du fait du coût des soins, des explorations, de l'absentéisme engendré souvent répété et parfois de longue durée, et de la réparation. Elle est également à l'origine d'un accroissement du nombre des accidents de travail avec comme conséquence une réduction de la productivité de l'entreprise et de la compétitivité.

2.1 Nuisances sonores extérieures et intérieures

2.1.1 Nuisances sonores extérieures

Ces bruits résultent le plus souvent d'une addition de bruits produits par des sources multiples : machines, chutes d'objets, vibrations, etc. Ils se caractérisent par leur haut niveau sonore, leur moment d'émission (souvent tôt le matin) et/ou leur aspect ennuyeux. De manière générale, ces bruits sont perçus comme très gênants et perturbateurs.

Le bruit émis par des éléments mécaniques

- Impulsions associées aux mouvements spécifiques inhérents au travail de certains matériaux (utilisation de presses ou de marteaux par exemple) ou aux chutes de certaines pièces. Les impulsions sont l'une des causes principales de bruit dans le secteur de la fabrication.

Chapitre 2 : Les effets du bruit industriel sur la santé humaine

- Micro-impulsions associées à la rotation d'un engrenage, au mouvement des roulements à billes, au contact des outils avec les pièces en cours de fabrication et aux systèmes de transport.
- Déséquilibre de masses en rotation et déplacement latéral.
- Friction.
- Phénomènes associés aux champs magnétiques, provoqués dans les machines électriques tournantes (irrégularité du champ magnétique) ou les machines fixes (magnétostriction) (AESST, 2005).

Le bruit émis par des liquides ou des gaz en mouvement

- Turbulence : interaction d'un flux liquide ou gazeux avec un obstacle (grille à la sortie d'une canalisation par exemple) ou causée par la variation brutale des conditions d'écoulement (coude dans une canalisation, orifice d'échappement d'air comprimé) ou interaction du flux avec une cavité ou des évidements.
- Pulsations : Les machines contenant des éléments en rotation génèrent souvent des variations périodiques de volume et de pression du fluide (gazeux ou liquide), auxquelles sont associées des émissions de bruit à composantes tonales.
- Impulsions : Phénomène survenant habituellement lorsqu'un fluide sous pression pénètre brutalement dans l'atmosphère (ouverture de vannes par exemple) et qui peut être généré à une fréquence égale au nombre de révolutions de certaines machines (pompe haute pression par exemple) (AESST, 2005).
- Cavitation : Phénomène se produisant dans un liquide lorsque la pression gazeuse devient inférieure à la tension de surface du liquide et qui génère des bulles qui implosent lorsqu'elles sont comprimées.

2.1.2 Nuisances sonores intérieures

Beaucoup de gens passent leur vie professionnelle dans des bureaux ou des ateliers bruyants, avec des conversations, des bourdonnements de machines de bureau, des sonneries de téléphones, ...

Le contexte économique pousse les entreprises à réduire les coûts liés à leurs infrastructures et notamment en cherchant à rentabiliser au maximum les espaces de travail. C'est ainsi que de nombreuses entreprises décident de créer des open-spaces (ou

Chapitre 2 : Les effets du bruit industriel sur la santé humaine

plateaux ouverts) où les collaborateurs ne sont plus séparés par des cloisons. Dans ce genre d'environnement, les sources de bruit peuvent être de différents types :

1. Bruits continus : ventilation, climatisation, etc...
2. Bruits évènementiels : ouverture/fermeture porte, bruits de pas sur le sol ;
3. Bruits produits par les équipements : photocopieuse, imprimante, etc. ;
4. Bruits de conversation : ceux-ci sont pénibles lorsqu'ils sont intelligibles. Il s'agit d'un facteur de distraction plus gênant que le bruit de la circulation routière.

2.2 Risques liés à l'exposition au bruit en milieu du travail

2.2.1 Les troubles d'audition

Les troubles auditifs produits par une exposition à un environnement bruyant sont de deux types :

- Temporaires : comme la fatigue auditive, les acouphènes et l'hyperacousie le plus fréquemment.
- Irréversibles : comme les pertes auditives partielles ou totales qui peuvent avoir un effet sur l'avenir professionnel et/ou social de l'individu (**Drici et Hadjab, 2017**).

2.2.1.1 La fatigue auditive

La fatigue auditive est la baisse de l'acuité auditive temporaire et/ou la production d'acouphènes dues à une surexposition au bruit. Elle constitue l'un des signes précurseurs d'une surdité définitive chez le travailleur. À la fin d'une journée de forte exposition au bruit, le travailleur ressent une difficulté à entendre, sa voix lui semble lointaine avec l'impression d'oreilles bouchées. Après un repos de plus de 12 heures, tout redevient normal. Si ce phénomène se reproduit tous les jours, un déficit auditif s'installe et la récupération devient difficile (**Nouaigui, 2011**).

Au cours d'une journée bruyante, l'oreille se fatigue et le travailleur présente une baisse auditive correspondante à un déplacement temporaire de seuils d'audition appelée fatigue auditive. Entre la fin d'un poste de travail et le début du suivant, l'oreille récupère en général une grande partie du déficit transitoire, mais souvent une partie de la perte subsiste. Après des jours, des mois et des années d'exposition, le déficit transitoire devient permanent et une nouvelle fatigue auditive vient se surajouter à la perte de venue irréversible. Un bon programme de surveillance audiométrique essaiera d'identifier ces

Chapitre 2 : Les effets du bruit industriel sur la santé humaine

déficits auditifs temporaires pour permettre d'instaurer des mesures préventives avant que la perte ne devienne permanente (Nachi et Salmi, 2017).

2.2.1.2 Les acouphènes et l'hyperacousie

L'exposition à un bruit intense (concert fortement sonorisé par exemple) peut provoquer un bourdonnement des oreilles. Ces symptômes appelés acouphènes se caractérisent par des sons émis par l'oreille interne elle-même, ou dus à une mauvaise circulation sanguine dans les structures de l'oreille. A la suite d'une exposition à un niveau de bruit élevé, une surdité passagère peut également apparaître. Elle correspond à une augmentation temporaire du seuil d'audibilité (hyperacousie)/ (Drici et Hadjab, 2017).

L'hypersensibilité auditive devient une véritable phobie des stimulations sonores, l'individu "traumatisé" passant son temps à développer des stratégies pour les éviter. L'hyperacousie représente alors un véritable handicap avec lequel il devient impossible de poursuivre une vie normale (Drici et Hadjab, 2017).

2.2.1.3 La surdité professionnelle

La surdité professionnelle est une atteinte irréversible puisqu'elle s'accompagne de la destruction des cellules auditives ciliées de l'organe de Corti, qui peut être accompagnée d'autres troubles acouphènes. C'est aussi l'élévation du seuil auditif par atteinte cochléaire provoquée par l'exposition au bruit lésionnel (Nouaigui, 2011). Il faut plusieurs dizaines d'années d'exposition à des bruits forts pour constater une surdité professionnelle très prononcée, pourtant le diagnostic d'une surdité professionnelle peut être posé précocement à partir des audiogrammes quand ils se manifestent par une perte auditive, peu perceptible pour le sujet atteint.

Les surdités d'origine professionnelle sont de deux types :

- soit la surdité brutale liée à un accident du travail, consécutive à un traumatisme sonore (barotraumatisme, éclatement ou explosion),
- soit la surdité liée à une exposition chronique au bruit (maladie professionnelle), d'installation insidieuse (www.officiel-prevention.com).

Le diagnostic de la surdité professionnelle est généralement facile si l'on est en présence d'un travailleur exposé au bruit présentant ou non une hypoacousie plus ou

Chapitre 2 : Les effets du bruit industriel sur la santé humaine

moins importante avec acouphènes, alors que l'examen ORL est normal (tympan normaux) et sans aucun antécédent otologique. L'hypoacousie touche initialement les fréquences autour de 4000 Hz puis cette bande de déficit s'élargit peu à peu pour concerner les hautes fréquences de façon prédictive, puis couvrir la bande des fréquences conversationnelles (500Hz à 3000Hz). L'audiométrie tonale apporte généralement le diagnostic en confirmant la présence d'une surdité de perception bilatérale et symétrique (Nouaigui, 2011).

Il n'existe malheureusement pas de traitement médical de la surdité professionnelle seule reste la prévention.

La surdité professionnelle évolue de façon lente et insidieuse en quatre stades audiométriques et cliniques :

1^{er} stade : Le scotome auditif irréversible : Dans ce stade, le sujet ne se rend compte de rien et le déficit ne gêne pas sa vie relationnelle.

2^{ème} stade : La période de latence : A ce stade, le sujet ne prend conscience de son hypoacousie que dans des conditions limites d'audition.

3^{ème} stade : La surdité manifeste : A ce stade, le sujet fait répéter, n'entend plus certains sons surtout s'ils sont aigus, et l'intelligibilité des mots devient difficile surtout s'ils sont courts ou monosyllabiques. Il ne comprend plus distinctement ce qui se dit surtout quand plusieurs personnes parlent. De ce fait, il commence à subir une gêne sensible dans sa vie sociale et professionnelle. De légers troubles tels que les acouphènes, sifflements et sensation d'oreilles bouchées peuvent apparaître.

4^{ème} stade : Le handicap auditif (ou surdité profonde) : A ce stade le travailleur, devient un handicapé sensoriel et professionnel (INRS, 2018).

La surdité d'origine professionnelle reconnue est due à l'exposition au bruit selon les dispositions du tableau n°42 de la liste des maladies professionnelles algériennes (annexe 1).

2.2.2 Effets biologiques et extra auditifs du bruit

Les effets du bruit ne se limitent pas seulement à l'appareil auditif, aux voies nerveuses et aux aires cérébrales spécifiques à l'audition (effets spécifiques ou effets

Chapitre 2 : Les effets du bruit industriel sur la santé humaine

auditifs). Du fait de l'étroite interconnexion des différentes voies nerveuses entre elles, les messages nerveux d'origine acoustique atteignent de façon secondaire d'autres centres nerveux et provoquent ainsi des réactions plus ou moins spécifiques et plus ou moins marquées au niveau d'autres fonctions biologiques ou d'autres systèmes physiologiques. Ce sont ces réactions observées hors du champ du système de l'audition que l'on appelle les effets non spécifiques ou effets extra-auditifs du bruit (AFSSE, 2004).

Ces effets extra-auditifs touchent le bien-être physique, en particulier le système nerveux central (troubles du sommeil), le psychisme (rendement, concentration, irritabilité, agressivité) ainsi que le système nerveux végétatif (pression artérielle, circulation sanguine, rythme cardiaque, troubles de la digestion, métabolisme, stress). Tous ces effets sont des symptômes de la diffusion des réactions d'alerte dans l'organisme, qui sont déclenchées et gérées par une augmentation de l'état d'excitation du système nerveux végétatif. Ils apparaissent avec un niveau sonore continu inférieur à 85 dB(A). Le diagnostic proprement dit des atteintes à la santé d'ordre végétatif n'est pas toujours aisé. Ce fait ne doit cependant pas faire renoncer à la prise de mesures de prévention des atteintes à la santé (Beat et *al.*, 2008).

2.2.2.1 Les effets du bruit sur la sphère végétative

La sphère végétative comprend divers systèmes dont le fonctionnement n'est pas placé sous la dépendance de la volonté ; c'est le cas du système cardio-vasculaire, du système respiratoire ou encore du système digestif. Ainsi, le bruit entraîne une réponse non spécifique au niveau du système cardio-vasculaire en accélérant la fréquence cardiaque et en provoquant une vasoconstriction (diminution du calibre des petites artères). Ces modifications cardio-vasculaires sont propices à l'élévation de la pression artérielle et celle-ci peut être élevée de façon permanente chez les personnes soumises de manière chronique à des niveaux de bruit élevés. Le bruit entraîne également une accélération du rythme respiratoire sous l'effet de la surprise. La stimulation acoustique provoque également des modifications au niveau du système digestif. Les plus fréquentes sont une diminution de la fonction salivaire et du transit intestinal. Les modifications de la sécrétion et de la composition du suc gastrique peuvent constituer le lit de troubles graves tels que l'ulcère gastrique ou l'ulcère du duodénum (AFSSE, 2004).

Chapitre 2 : Les effets du bruit industriel sur la santé humaine

Toutes ces modifications indiquent à l'évidence une souffrance du système cardio-vasculaire liée à une exposition prolongée à des bruits intenses, comme on peut la trouver dans certaines situations professionnelles (AFSSE, 2004).

2.2.2.2 Les effets du bruit sur le système endocrinien

L'exposition au bruit entraîne une modification de la sécrétion des hormones liées au stress que sont l'adrénaline et la noradrénaline. Les concentrations de ces hormones surrénaliennes sont augmentées de façon significative lors de l'exposition au bruit au cours du sommeil et ceci se traduit par une excrétion urinaire accrue de leurs produits de dégradation. L'élévation du taux nocturne de ces hormones peut entraîner des conséquences sur le système cardio-vasculaire tels que l'élévation de la fréquence cardiaque et de la pression artérielle ou encore des arythmies cardiaques, des agrégations plaquettaires ou encore une augmentation du métabolisme des graisses (AFSSE, 2004).

Selon AFSSE (2004), plusieurs études rapportent également une élévation du taux nocturne du cortisol sous l'effet du bruit. Le cortisol est une hormone qui traduit le degré d'agression de l'organisme et qui joue un rôle essentiel dans les défenses immunitaires de ce dernier.

2.2.2.3 Le stress

Le stress lié au travail se produit lorsque les exigences de l'environnement de travail dépassent la capacité des travailleurs à y faire face. La manière dont le bruit affecte le niveau de stress d'un travailleur dépend d'une conjugaison complexe de facteurs, parmi lesquels on peut citer la nature du bruit (volume, tonalité, prévisibilité), la complexité de la tâche à effectuer ou l'état de fatigue (INRS, 2007).

Lorsque l'organisme n'est plus en mesure de supporter la situation bruyante, le phénomène de stress apparaît. Il peut être identifié à partir des perturbations physiologiques et organiques qu'il engendre (sécrétion d'hormones : noradrénaline, adrénaline, cortisol). Il évolue en trois phases : une réaction d'alarme, une étape de résistance et un stade d'épuisement (Nachi et Salmi, 2017).

Chapitre 2 : Les effets du bruit industriel sur la santé humaine

En réponse à un bruit, l'organisme réagit comme il le ferait de façon non spécifique à toute agression physique ou psychique. Le bruit, s'il se répète, va entraîner une multiplication des réponses de l'organisme, et peut induire, à la longue, un état de fatigue, voire un épuisement. Au-delà de cette réaction, l'organisme peut ne plus être capable de répondre de façon adaptée et voir ses systèmes de défense devenir inefficaces (Nachi et Salmi, 2017).

2.2.2.4 Les effets du bruit sur le sommeil

Le sommeil a une fonction réparatrice sur la fatigue physique et mentale et participe au métabolisme et donc à la conservation de la santé. Un mauvais sommeil chronique risque de nuire à la santé (Mouret et Vallet, 1995). La structure du sommeil est sensible à la fatigue physique, à l'âge, aux modifications hormonales ainsi qu'aux troubles psychiatriques (Laroche et al., 2003).

Le bruit altère la structure du sommeil, qui ressemble alors à celle d'un dormeur dépressif ou âgé (Laroche et al., 2003). La perturbation du sommeil par le bruit est polymorphe. Le bruit provoque des difficultés d'endormissement, des éveils au cours de la nuit, le raccourcissement de certains stades du sommeil et une dégradation de la qualité du sommeil qui ne sont pas perçus par le dormeur (Jansen, 1998).

L'exposition au bruit pendant le travail a des conséquences négatives sur la qualité du sommeil. Par exemple, une exposition diurne de 12 heures à 85 dB(A) provoque une réduction du nombre et de la durée des cycles de sommeil ; si bien que le bruit interfère avec la fonction récupératrice du sommeil et peut entraîner une fatigue chronique. C'est d'autant plus vrai chez les personnes travaillant de nuit et devant dormir pendant la journée (INRS, 2018).

Il apparaît important de considérer les travailleurs de nuit permanents et les travailleurs postés comme constituant d'une population spécifique à risque en regard de leur exposition au bruit (Carter et al., 2002). Leur protection contre ce type de nuisance ou tout autre facteur environnemental perturbateur, doit être assurée pendant leur sommeil (AFSSE, 2004).

Chapitre 2 : Les effets du bruit industriel sur la santé humaine

Il est évident qu'une perturbation du sommeil entraîne une réduction de sa durée et que la durée totale de sommeil peut être modifiée, dans certaines limites, sans entraîner pour autant des modifications importantes des capacités individuelles ou du comportement. La question la plus critique, pour les praticiens de la médecine, concerne les répercussions à long terme sur la santé d'une réduction quotidienne de la durée du sommeil répétée jour après jour pendant des mois ou des années (AFSSE, 2004).

Selon AFSSE (2004), le coût le plus important de la privation de sommeil pour la santé, prise ici dans son sens le plus large, est la réduction de la qualité de vie. Pour ces auteurs, la privation de sommeil entraîne une fatigue chronique excessive et de la somnolence, une réduction de la motivation de travail et une baisse des performances conduisant souvent à un sentiment de frustration et à des conflits avec les autres travailleurs.

Pour des travailleurs qui ont besoin de maintenir un très haut niveau de vigilance, tels que les opérateurs de centrales nucléaires ou les contrôleurs du trafic aérien, l'anxiété liée à la privation chronique de sommeil peut être particulièrement marquée car ils savent que cette dernière affecte leurs possibilités de concentration sur la tâche et entraîne des baisses momentanées de l'attention. Cet état anxieux peut également se traduire par une augmentation des erreurs et peut générer des plaintes médicales associées à l'anxiété chronique.

Les absences, les fausses réponses, le ralentissement intellectuel, les problèmes de mémorisation et la diminution rapide de l'état de vigilance sont des manifestations classiques des effets de la privation de sommeil évalués à l'aide de tests de courte durée. Il est donc nécessaire de s'interroger sur les répercussions exactes que peut entraîner la perturbation chronique du sommeil par le bruit, sur la qualité des activités diurnes et notamment sur les risques d'incidents voire d'accidents liés à l'activité professionnelle (AFSSE, 2004).

2.3 Effets subjectifs du bruit

2.3.1 L'interférence avec la communication

Il est évident que le bruit risque de gêner la communication orale et la perception des signaux acoustiques de sécurité ou de créer un effet de masque, phénomène qui se

Chapitre 2 : Les effets du bruit industriel sur la santé humaine

produit lorsque deux sons d'intensité différente, sont émis. A ce moment, le bruit le plus fort peut masquer partiellement ou totalement le second. L'effet de masque est d'autant plus grand que les fréquences sont voisines et les sons graves masquent mieux les sons aigus que l'inverse (AFSSE, 2004 ; Nachi et Salmi, 2017).

Dans un bon nombre de cas, les travailleurs doivent s'accommoder de la situation en faisant des efforts pour comprendre les paroles dans le bruit, en forçant la voix ou en communiquant par gestes. Un effort excessif risque de provoquer chez certaines personnes un ou même plusieurs nodules ou d'autres anomalies des cordes vocales qui peuvent nécessiter des soins médicaux (Nachi et Salmi, 2017).

Il est généralement admis que le bruit peut être préjudiciable à la sécurité, mais seul un petit nombre d'études a été consacré à ce problème. Par contre, nombreux sont les rapports signalant des cas de travailleurs dont les vêtements ou les mains ont été happés par une machine et qui ont été gravement blessés sans que leurs collègues de travail aient pu entendre leurs appels au secours (Nachi et Salmi, 2017). Pour pallier ce problème de communication en milieu bruyant, certains employeurs ont installé des avertisseurs visuels.

Autre problème : les équipements de protection individuelle peuvent parfois gêner la perception de la parole et des signaux acoustiques de sécurité. C'est surtout le cas quand ceux qui portent ces protecteurs sont déjà atteints de perte auditive et que le niveau sonore tombe au-dessous de 90 dB(A).

2.3.2 Effets du bruit sur les performances

Il a été montré, principalement pour les travailleurs que le bruit peut compromettre l'exécution de tâches cognitives. En revanche, il est plus difficile de penser et de réfléchir dans un environnement bruyant.

Bien que l'éveil dû au bruit puisse produire une meilleure exécution de tâches simples à court terme, les performances diminuent sensiblement pour des tâches plus complexes. La lecture, l'attention, la résolution de problèmes et la mémorisation sont parmi les effets cognitifs les plus fortement affectés par le bruit. Le bruit peut également

Chapitre 2 : Les effets du bruit industriel sur la santé humaine

produire des troubles et augmenter les erreurs dans le travail, et certains accidents peuvent être un indicateur de réduction des performances (Nachi et Salmi, 2017).

2.3.3 Le risque accru d'accident

Sur le plan professionnel, le bruit crée des conditions d'augmentation de la charge de travail, particulièrement :

- du fait de la pénibilité et de la fatigue éprouvées,
- de l'augmentation de la charge mentale,
- des troubles de l'attention et de la mémoire,
- des gênes en matière de communication,
- de la sensation d'isolement (surdité ou ports des EPI),
- des risques accrus d'accident du travail ou de trajet,
- de la dégradation des relations sociales au travail, en famille ou dans la vie quotidienne.

Le bruit favorise la survenue d'accidents et peut être une source d'accidents de différentes manières, notamment :

- En empêchant les travailleurs de bien entendre et de comprendre correctement les paroles et les signaux ;
- En masquant le son émis par un danger imminent ou les signaux d'avertissement (par exemple les avertisseurs sonores de recul sur certains véhicules) ;
- En distrayant les travailleurs, notamment les conducteurs, et fait baisser leur capacité de concentration ;
- En contribuant au stress lié au travail qui augmente la charge cognitive et accroît ainsi le risque d'erreurs.

Chapitre

3

**Aspect
réglementaire et
législatif du bruit**

Introduction

La santé au travail et la protection sonore de l'environnement sont des enjeux à prendre en compte quelle que soit la localisation de l'établissement industriel dans le monde. Le cadre réglementaire et normatif international tend à se renforcer fortement et à s'harmoniser de plus en plus en particulier en Europe. Ainsi, vis-à-vis de la protection de l'environnement, la localisation d'une implantation et son intégration dans l'environnement deviennent des éléments stratégiques d'un projet (Nachi et Salmi, 2017).

La normalisation, élément clé de prévention et de maîtrise du risque, fournit des solutions pour mieux caractériser, mesurer, réduire et prévoir le bruit sur les lieux de travail.

3.1 Aspect réglementaire national

En Algérie, le problème concernant les nuisances dues aux bruits a été pris en charge par les pouvoirs publics dès 1983 en promulguant la loi n° 83-03 du 5 février 1983 relative à la protection de l'environnement. La réglementation acoustique algérienne actuelle est composée principalement par deux lois et un décret :

- La loi n° 83-03 du 05 février 1983 relative à la protection de l'environnement (Chapitre 5, articles 119, 120 et 121).
- Décret exécutif n°93-184 du 27 juillet 1993 réglementant l'émission des bruits.
- La loi n° 03-10 du 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable (Chapitre 2, article 72 à 75).

3.1.1 La loi n° 83-03 du 05 février 1983

Cette loi concerne le bruit dans trois articles (119, 120 et 121).

- D'une part, l'article 119 rend responsable toute personne physique ou morale lorsqu'il y a émission de bruits susceptibles de causer une gêne excessive à autrui.
- D'autre part, l'article 120 oblige les responsables de bruits gênants à mettre en œuvre toutes les dispositions utiles pour les supprimer.

Le décret exécutif n°93-184 du 27 juillet 1993

Le décret exécutif n° 93-184 du 27 juillet 1993 réglementant émission du bruit, dont prend en charge les articles 119 et 120 de la loi 83-03.

Chapitre 3 : Aspect réglementaire et législatif du bruit

- La réglementation algérienne limite les niveaux sonores maximaux admis dans les zones d'habitation et dans les voies et les lieux publics ou privés à 70 décibels en période diurne (6H00-22H00) et de 45 décibels au voisinage immédiat des établissements hospitaliers ou d'enseignement et les aires de repos et de détente en période diurne (6H00-22H00) et de 40 décibels en période nocturne (22H00-6H00) (article 2 et 3).
- Les articles qui restent (de l'article 4 au 14) sont juste destinés pour :
 - Obliger les personnes de ne pas dépasser les seuils recommandés (article 4).
 - Recommande de prendre des insonorisations, des aménagements appropriés, ou des dispositifs d'atténuateur de bruit lorsqu'ils sont utilisés à moins de 50 m des locaux à usage d'habitation ou des lieux de travail (article 6 et 9).
 - Les derniers articles sont destinés pour l'interdiction de toute source de bruit générée par la réparation des véhicules, motorcycle, etc., ou bien générée par les animaux dans les lieux publics.

3.1.2 La loi n°03-10 du 19 juillet 2003

Les articles 72, 73, 74 et 75 donnent des prescriptions de protection contre les nuisances acoustiques.

- L'Article 72 concerne les prescriptions de protection contre les nuisances acoustiques.
- L'article 73 concerne sans préjudice des dispositions législatives en vigueur, les activités bruyantes susceptibles de causer des nuisances sonores et qu'ils sont soumises à des prescriptions générales.

3.2 Aspect réglementaire international

3.2.1 Les normes générales

L'une des normes en matière de bruit la plus largement employée en ISO (Organisation internationale de normalisation) est la norme ISO 1999 (1990) intitulée (Acoustique - Détermination de l'exposition au bruit en milieu professionnel et estimation du dommage auditif induit par le bruit).

Cette norme internationale a été révisée par ISO 1999 : 2013, elle peut être utilisée pour prévoir quantitativement la perte auditive susceptible de survenir dans les différents

Chapitre 3 : Aspect réglementaire et législatif du bruit

centiles de la population exposée à diverses fréquences audiométriques en fonction du niveau et de la durée de l'exposition, de l'âge et du sexe.

L'ISO est actuellement très active dans le domaine des normes acoustiques visant à évaluer l'efficacité des programmes de conservation de l'audition.

3.2.2 La réglementation et les normes françaises

La réglementation française constitue ainsi un ensemble cohérent qui porte sur trois domaines :

- La protection des travailleurs contre le bruit,
 - La réduction du bruit émis par les machines ou les équipements professionnels,
 - La conception des locaux de travail, en vue du contrôle de leurs qualités acoustiques.
- a. Décret n° 88-405 du 21 avril 1988 concernant la protection des travailleurs contre le bruit et commentaires relatifs à son application : circulaire du 6 mai 1988.
 - b. Décret n° 92-767 du 29 juillet 1992 concernant la réduction du bruit des machines.
 - c. Décret n° 88-930 du 20 septembre 1988 concernant l'insonorisation des locaux au travail.

A ces textes réglementaires, s'ajoutent des normes qui précisent les spécifications techniques :

- La norme **NF EN ISO 9612 Mai 2009** : qui spécifie une méthode d'expertise permettant de mesurer l'exposition au bruit des travailleurs dans un environnement de travail et de calculer le niveau d'exposition au bruit.
- Norme française NF EN 61 672 décrivant les caractéristiques techniques d'instruments de mesure acoustique.
- Norme française NF S 31-013 qui définit une méthode d'évaluation du bruit auquel les travailleurs sont exposés dans leurs activités professionnelles.

3.2.3 Les normes européennes

La protection contre les effets du bruit occupe une place prioritaire depuis les prémices de l'élaboration d'une politique européenne en matière de sécurité et de santé au travail. Dès 1986, en effet, le conseil avait adopté la directive 86/188/CEE du 12 mai 1986, dite "Directive Bruit", concernant la protection des travailleurs contre les risques dus à l'exposition au bruit pendant le travail (Nachi et Salmi, 2017).

Chapitre 3 : Aspect réglementaire et législatif du bruit

La directive 2003/10/CE du parlement européen et du conseil du 6 février 2003 concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition aux risques dus aux agents physiques (bruit). Cette nouvelle directive 2003/10/CE abrogera la directive 86/188/CEE à dater du 15 février 2006, échéance fixée pour la transposition de la nouvelle directive.

Cette norme introduit des mesures visant à protéger les travailleurs des risques dus au bruit étant donné ses incidences sur la santé et la sécurité des travailleurs. Elle crée pour l'ensemble des travailleurs de la communauté un socle minimal de protection auquel les états membres peuvent déroger qu'en établissant des règles plus strictes. La directive fixe des objectifs à atteindre, les principes à respecter et les valeurs fondamentales à utiliser (**Lacroix et Vincens, 2005**).

Conclusion

Le confort acoustique a une forte influence sur la qualité de vie au quotidien, au travail. Au contraire, il est fréquent qu'un mauvais confort acoustique, procure, au bout d'un moment, des effets négatifs (nervosité, sommeil contrarié, fatigue) et peut à terme poser des problèmes de santé.

Chapitre

4

Prévention des risques liés à l'exposition au bruit en milieu professionnel

Introduction

L'organisme employeur doit prescrire des mesures de protection des travailleurs exposés aux risques du bruit. Les mesures adoptées par l'employeur pour garantir la santé et la sécurité des travailleurs exposés au bruit, sont déterminées sur le fondement des principes généraux de prévention précisés dans l'article 72 de la loi n° 03-10 du 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable où l'employeur doit veiller à réduire au minimum les risques d'exposition au bruit en tenant compte du progrès technique et de la disponibilité de mesures de maîtrise du risque à sa source si c'est possible. A cela s'ajoute le choix des équipements de protection individuelle adéquats.

4.1 Moyen de réduction de risque sonore

4.1.1 Prévention collective

Les risques liés au bruit dans une entreprise doivent être maîtrisés et les protections collectives doivent être mises en place dans un seul but réduire le niveau sonore. Pour cela, on doit :

4.1.1.1 Agir à la source, c'est-à-dire agir sur la machine qui est source de bruit. Pour réussir cela, on doit avoir recours à quelques solutions, par exemple :

- **L'ingéniosité**, représentée par le remplacement des pièces en métal par des pièces en plastique, par exemple l'utilisation des lames en caoutchouc pour freiner la chute d'objets, réduit fortement le bruit du choc.
- **Un changement de technologie** par exemple le rivetage par pression presque silencieux, peut remplacer le rivetage par choc très bruyant.
- **Des matériaux nouveaux** : par exemple l'emploi de tôles amorties pour les structures métalliques d'une machine permet de réduire l'émission sonore due aux vibrations internes.
- **Des dispositifs spécifiques** par exemple l'installation de tapis en caoutchouc sous les machines vibrantes permet d'absorber les ondes sonores et empêche la propagation du son. La maintenance régulière et le changement des pièces usées d'une machine peuvent également réduire le bruit.

4.1.1.2 Prendre en compte le bruit dès la conception des locaux

Il est préférable de prévoir des actions de réduction du bruit dès la conception des locaux en particulier lors de la construction de nouveaux locaux ou de réaménagements par des actions portant sur l'organisation du travail et le choix du procédé ou d'équipements moins bruyants. Il faut donc s'assurer que la machine est conforme aux normes en vigueur et que le constructeur transmet bien les documents qui contiennent le niveau de bruit de la machine.

4.1.1.3 Agir sur la propagation du bruit

Pour réduire l'exposition des travailleurs au risque du bruit, il existe plusieurs solutions permettant de limiter la propagation du bruit dans le local de travail selon trois niveaux :

- **L'organisation de travail** : caractérisée par la mise en place de nouveaux modes de travail, l'alternance au travail sur les zones bruyantes, et le maintien du matériel en bon état.
- **Les équipements de travail** : l'emplacement des machines et la manière dont elles sont installées peuvent contribuer à une réduction du bruit pour les travailleurs.
- **Le lieu de travail** : insonoriser les enceintes de travail pour éviter la réverbération et la propagation du bruit [utilisation de matériaux et de revêtements spécifiques pour le sol, les murs, utilisation de baffles acoustiques au plafond par exemple]. Les niveaux d'exposition des travailleurs au bruit peuvent donc être significativement diminués (**Drici et Hadjab, 2017**).

D'autres solutions ont été proposées par **Perrot et Clabaut** pour réussir la prévention collective :

- **Eloignement des travailleurs** des zones plus bruyantes pendant un temps de la journée ou faire tourner les travailleurs entre des postes bruyants et non bruyants ou déplacer tout simplement les équipements bruyants.
- **Traitement acoustique du local** par le revêtement de ses parois (plafond, murs et cloisons) par un matériau possédant la propriété d'absorber fortement le son. L'efficacité de cette technique est limitée aux zones éloignées des sources de bruit ; elle ne permet pas de réduire le bruit aux postes de travail de machines bruyantes.

- **Cloisonnement** : qui consiste à mettre en place une paroi hermétique permettant de séparer les travailleurs à l'ensemble des sources de bruit.
- **Encoffrement des machines** : qui consiste à placer la machine bruyante dans une boîte présentant un isolement phonique élevé. Cette méthode est efficace si la machine est automatique ou nécessite peu d'interventions manuelles, et si l'encoffrement fait l'objet d'un entretien minutieux. Un joint de panneaux ou de porte défectueux peut diminuer fortement l'efficacité de cet encoffrement.
- **Écran acoustique** : La réduction du niveau sonore apportée par l'écran à quelques mètres derrière lui n'excède jamais quelques décibels et n'atteint son maximum d'efficacité que si le local a été préalablement rendu absorbant par un traitement acoustique de ses parois. Les boxes formés par trois écrans permettent d'isoler les postes de travail bruyants surtout s'ils sont associés à un traitement acoustique du plafond.
- **Cabines insonorisées** Ces cabines permettent d'isoler un ou plusieurs salariés du reste dans un atelier bruyant. Elles comportent souvent un poste de commande et des vitrages permettant aux opérateurs de surveiller le processus de fabrication. L'enceinte de travail est donc un espace à ne surtout pas négliger dans l'évaluation des risques et la mise en place de mesures de réduction des bruits.

4.1.2 Prévention individuelle

Lorsqu'il s'avère impossible pour des raisons (techniques ou financières) de réduire le niveau d'exposition à un niveau sonore compatible avec la santé des personnes exposées, il est alors nécessaire d'avoir recours aux équipements de protection individuelle adéquats de l'ouïe qui procurent un affaiblissement global de 15 à 30 dB(A) environ, voire plus.

On distingue deux catégories des protecteurs individuels contre le bruit : les protections à coquilles et les bouchons d'oreilles.

4.1.2.1 Les protections à coquilles sont non jetables et constituent un obstacle au niveau du pavillon de l'oreille. Ils sont recommandés pour un port occasionnel ou intermittent car facile à mettre en place et à retirer ; ils veillent à l'état des coussinets, les remplacent lorsqu'ils deviennent durs ou présentent des fissures.

- ✚ **Les casques enveloppants** : recouvrent une bonne partie de la tête et comportent des coquilles qui viennent s'appliquer sur l'ensemble des oreilles (**fig. 3**).



Fig. 3 - Les casques enveloppants.

- ✚ **Les casques serre-tête** : ils sont également composés de coquilles et d'oreilles qui viennent s'appliquer sur l'ensemble des oreilles. Les deux coquilles sont reliées entre elles par un passant au-dessus de la tête qui a pour but un bon maintien sur la tête du travailleur. La protection est bonne et efficace pour toutes les fréquences. L'oreille n'est pas bouchée et le confort est meilleur. Ils permettent également de protéger le travailleur contre d'éventuelles projections solides pendant les opérations (**fig. 4**).



Fig. 4 - Les casques serre-tête.

- ✚ **Les serre-têtes montés sur casques** : ils sont composés de serre-tête classique et d'un casque de sécurité. Ce type de protection a une double utilité : protection contre les chutes d'objets et protection contre les bruits. Ils permettent également d'enlever les protections auditives temporairement (dans une zone non bruyante) tout en conservant le casque de sécurité (**fig. 5**).



Fig. 5 - Les serre-têtes montés sur casques.

- ✚ **Les casques serre-nuque** : sont identiques aux casques serre-têtes, sauf que le passant de maintien se trouve derrière la nuque (**fig. 6**).



Fig. 6 - Les casques serre-nuque.

4.1.2.2 Les bouchons d'oreilles

Les bouchons d'oreilles constituent un dispositif que l'on insère dans le conduit auditif dans le but de protéger le travailleur, des effets dangereux du bruit sur sa santé. Plusieurs types de bouchons d'oreilles existent :

- ✚ **Les bouchons d'oreilles moulés individualisés** : l'utilisateur se fait faire ses propres bouchons d'oreille sur mesure. Ils sont fabriqués en matière plastique moulée, en résine acrylique ou en résine silicone. Ils sont réutilisables et peuvent coûter relativement cher. Ils font partie des bouchons d'oreilles les plus efficaces (**fig. 7**). On distingue :



Fig. 7 - Les bouchons d'oreilles moulés individualisés.

- ✚ **Les bouchons d'oreilles pré-moulés** :

-Ils ont déjà une forme prédéterminée à l'avance et s'introduisent dans le conduit auditif sans façonnage.

-Ils sont fabriqués en matériaux composites (résines, silicone, caoutchouc, matières souples, ...).

-Ils sont utilisés pour des expositions intermittentes ou occasionnelles. Certains modèles sont reliés entre eux par un cordon ou un arceau (**fig. 8**).



Fig. 8 - Les bouchons d'oreilles pré-moulés.

- ✦ **Les bouchons d'oreilles reliés par une bande** : Ce sont des bouchons d'oreilles façonnés par l'utilisateur ou moulés directement. Les deux bouchons sont reliés par une bande élastique pour un meilleur maintien et sont soit insérés directement dans le conduit auditif ou alors déposés juste à l'entrée de l'oreille (**fig. 9**).



Fig. 9 - Les bouchons d'oreilles reliés par une bande.

- ✦ **Les bouchons d'oreilles façonnés par l'utilisateur** : sont fabriqués en matériaux susceptibles d'être comprimés ou modelés au préalable. L'utilisateur doit les chauffer et les mouler comme il le désire avant de les insérer dans le conduit auditif. Une fois dans le conduit auditif, le matériau utilisé a tendance à vouloir reprendre sa forme initiale (expansion des mousses par exemple). Cela va créer une certaine étanchéité au niveau du conduit auditif. Ils sont jetables en général, mais peuvent être réutilisés (**fig. 10**).



Fig. 10 - Les bouchons d'oreilles façonnés par l'utilisateur.

Chapitre 4 : Prévention des risques liés à l'exposition au bruit en milieu professionnel

Après avoir détaillé l'ensemble des équipements de protections individuelles, nous pouvons maintenant mieux apprécier leurs différentes utilisations et également adapter leur emploi aux différents travaux. Les PICB sont indispensables pour la protection des salariés et doivent être conservées et entretenues de manière très stricte pour une meilleure efficacité. Elles sont très sensibles aux différentes agressions extérieures.

Pour qu'un PICB joue bien le rôle de protection, il doit être :

- Efficace, c'est-à-dire affaiblir suffisamment le bruit auquel est exposé le sujet.
- Le plus confortable possible.
- Porté en permanence.
- Ils doivent être stockés dans de bonnes conditions d'hygiène et manipuler avec des mains propres.

4.3 L'information et la formation des salariés

Dans le cadre général de la sécurité, l'employeur doit former et informer les salariés sur les risques qu'ils encourent. Si l'évaluation des risques fait apparaître que les travailleurs sont exposés à un niveau sonore égal ou supérieur aux valeurs d'exposition inférieures, 80 dB(A) sur leur lieu de travail, l'employeur doit veiller à ce que ces travailleurs reçoivent des informations et des formations en rapport avec les résultats de l'évaluation des risques et avec le concours du service de santé au travail.

4.3.1 La Formation

Les formations sont réalisées à l'aide du service de santé au travail (SST) et comportent :

- La nature du risque ;
- Les mesures de prévention et de protection mises en place ;
- Les valeurs seuils réglementaires à ne pas dépasser ;
- Les résultats des évaluations des risques liés au bruit et des mesurages ;
- Les équipements de protections individuels à disposition et leur utilisation correcte ;
- La surveillance médicale spécifique et la façon de dépister des symptômes d'altération de l'ouïe ;
- Les dangers de l'exposition au bruit ;

Chapitre 4 : Prévention des risques liés à l'exposition au bruit en milieu professionnel

- Les pratiques professionnelles sûres afin de réduire au minimum l'exposition au bruit.

Le médecin du travail peut se joindre au SST lors des formations et des campagnes d'informations pour sensibiliser le personnel aux risques physiques d'une exposition prolongée au bruit.

4.3.2 L'Information

Dans le cas d'une indispensable protection individuelle, il faut consulter le médecin du travail, et informer le personnel sur les risques liés au bruit. La consultation porte sur les moyens à mettre en œuvre et les conditions d'utilisation. L'employeur doit veiller à la constante mise à disposition des protecteurs individuels et au port de ceux-ci par les personnes exposées au bruit. Toutefois, il demeure conseillé dans tous les cas où les niveaux instantanés d'exposition atteignent et dépassent habituellement 85 dB(A) ou 135 dB de signaler et d'afficher des symboles normalisés d'obligation ou d'interdiction ; cela permet d'informer tous les salariés et de rappeler la nécessité du port des protections (fig. 11).



Fig. 11 - Signalisation normalisée d'avertissement d'obligation et d'interdiction.

4.3.3 La surveillance médicale renforcée

Le médecin du travail exerce une surveillance médicale renforcée pour les travailleurs exposés à des niveaux de bruit supérieurs aux valeurs d'exposition limites. Cette

Chapitre 4 : Prévention des risques liés à l'exposition au bruit en milieu professionnel

surveillance a pour objectif la préservation de la fonction auditive et le diagnostic précoce de toute perte auditive due au bruit.

Le rôle du médecin du travail est primordial dans la prévention de la SP. Cette prévention peut se décliner en trois niveaux : Primaire, Secondaire et Tertiaire.

4.3.3.1 Prévention primaire

Elle repose sur les mesures applicables à une maladie pour en bloquer les causes avant qu'elles n'agissent sur l'homme et empêcher sa survenue. À ce niveau de la prévention, le rôle du médecin du travail consiste à :

- ✓ Dépister, parmi les sujets candidats aux postes exposant au bruit, ceux qui présentent une contre-indication à l'exposition à ce risque,
- ✓ Fournir des éléments de référence pour suivre l'état de santé et la fonction auditive du sujet qu'il faut conserver dans le dossier médical du travailleur,
- ✓ Informer le salarié sur les risques liés au bruit, et sur les moyens de prévention.
- ✓ S'assurer lors du tiers temps que les mesures préventives préconisées sont appliquées.

Pour s'assurer de l'intégrité de l'oreille externe, le médecin du travail pratique :

- ✓ Un examen médical avec otoscopie,
- ✓ Une audiométrie liminaire tonale en conduction aérienne. L'audiométrie tonale est l'examen de base de l'audition. Elle permet de mesurer la conduction du son par voie aérienne, c'est-à-dire par le tympan et les osselets et la conduction osseuse du son à travers les os du crâne.
- ✓ En cas d'anomalie de la première, une audiométrie complète tonale avec conduction aérienne et osseuse. Cet examen sera complété par un avis spécialisé en ORL afin d'étudier les possibilités thérapeutiques, l'évolutivité de la maladie et l'utilisation de PICB en cas d'atteinte auditive et/ou neuropsychiatrique.

- **En cas d'atteinte auditive** : La surdité, quelle que soit son origine, constitue une cause d'inaptitude dans les métiers où la sécurité individuelle ou collective repose sur la perception auditive de signaux sonores et dans ceux pour lesquels les relations vocales sont essentielles.

Chapitre 4 : Prévention des risques liés à l'exposition au bruit en milieu professionnel

- **En cas d'atteinte neuropsychiatrique** : Il existe des cas particuliers qui contre-indiquent d'emblée l'exposition aux travaux bruyants. Ce sont les troubles neuropsychiques, les troubles du sommeil et l'épilepsie.

4.3.3.2 Prévention secondaire

Elle se base sur les mesures destinées à interrompre un processus morbide en cours pour prévenir ou limiter de futures complications et séquelles. Elle se concrétise à travers la visite médicale périodique.

Une fois le salarié est embauché à un poste exposant au bruit, le médecin du travail doit assurer une surveillance médicale spéciale. Cependant, il faut noter l'importance de la première visite périodique (1 an après l'embauche) qui doit rechercher une éventuelle susceptibilité individuelle au bruit. Ce contrôle périodique a pour objectifs :

- ✓ Le dépistage précoce de tout déficit auditif à son début,
- ✓ Le renforcement de l'information sur les risques inhérents à l'exposition au bruit,
- ✓ L'incitation à l'utilisation correcte des PICB.

4.3.3.3 Prévention tertiaire

Elle repose sur la réadaptation : ensemble de mesures visant à mettre aux personnes handicapées de recouvrer leurs fonctions les ou d'utiliser au maximum les capacités restantes.

À l'issue de l'examen médical d'embauche et/ou périodique le médecin du travail doit communiquer sa décision concernant l'aptitude du candidat suivant le modèle de la fiche d'aptitude. Le candidat est déclaré apte au poste exposant au bruit en l'absence de risque d'aggravation de son état de santé antérieur et/ou de risque pour autrui.



Partie pratique

Chapitre

1

Bilan de connaissances sur la zone d'étude

Chapitre 1 : Bilan de connaissances sur la zone d'étude

Introduction

Par son tonnage produit dans le monde, l'ammoniac (NH_3), situé au deuxième rang derrière l'acide sulfurique, est l'un des plus importants produits de synthèse. 87% de la production d'ammoniac est utilisée pour la fertilisation des sols.

L'Algérie a lancé plusieurs projets visant à réaliser de nouveaux sites pétrochimiques, parmi lesquels on peut citer le mégaprojet d'ammoniac et d'urée SORFERT.

Le présent chapitre présente le complexe pétrochimique « SORFERT ALGERIE SPA » avec toutes ses unités de production et les utilités pour les besoins de l'usine

1.1. Présentation du complexe industriel « SORFERT ALGERIE SPA »

Le complexe industriel d'ammoniac SORFERT est, parmi les plus importantes réalisations industrielles de la chaîne de transformation des hydrocarbures. Cette usine fait partie d'un partenariat entre l'entreprise égyptienne ORASCOM construction et industries et l'entreprise algérienne SONATRACH établie le 10 juin 2007, sous la loi 51/49 exploitée par la société SONATRACH en Algérie. Il a été conçu pour assurer le transport, d'ammoniac sous forme liquide et de l'urée granulée.

1.2. Situation géographique du complexe SORFERT ALGERIE

Le complexe SORFERT, de superficie de 37 hectares, est situé dans la zone industrielle d'Arzew à l'ouest de Bethioua, à 6km de la ville d'Arzew, à 40 km à l'est d'Oran (**fig. 12**). Il se compose notamment de plusieurs zones.

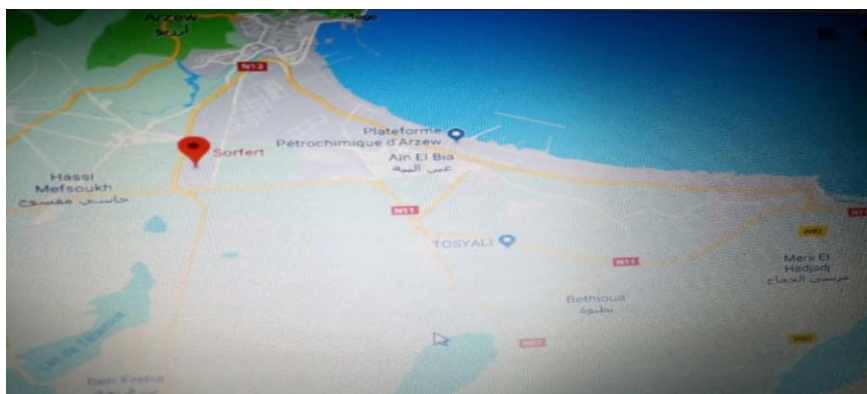


Fig. 12 - Situation géographique du complexe SORFERT ALGERIE.

Chapitre 1 : Bilan de connaissances sur la zone d'étude

1.3. Fiche technique du complexe SORFERT ALGERIE

Localisation	Zone industrielle d'Arzew
Superficie	37 hectares
Partenaires	ORASCOM Construction et industrie 51%
	SONATRACH 49%
Date de création	10 JUIN 2007
Date de début de production	Décembre 2011
Alimentation en gaz naturel	RTO (Région Transport Ouest)
Procédé	Thyssen Krupp UHDE
Capacité de production	Ammoniac : 02 unités de 2200 Tonnes/jour Urée : 01 unité de 3450 tonnes/jour
Température de chargement du produit	-33 °C

1.4. Les matières premières et les produits finis

Les matières premières nécessaires au complexe des fertilisants de SORFERT sont :

- Le gaz naturel provenant du RTO.
- L'oxygène et l'azote (Nitrogène) de l'Air atmosphérique.
- Le dioxyde de carbone (CO₂) de l'unité d'extraction du CO₂.
- La vapeur d'eau générée par la récupération de chaleur et produite aux niveaux des chaudières autonomes.

Les produits finis du Complexe des Fertilisants de SORFERT sont :

- L'ammoniac (NH₃) stockée à l'état liquide au site et au port.
- L'urée (CO(NH₂)₂) granulée stockée au site et expédiée par camion au port.

1.5. Les installations du complexe SORFERT ALGERIE

Les installations de SORFERT se composent de :

- deux unités de production d'ammoniac de capacité de 2200 tonnes/jour pour chacune.
- Une unité de production de 3 450 tonnes/jour d'urée engraulés.
- Une usine de dessalement d'eau de mer.
- des installations électriques.

Chapitre 1 : Bilan de connaissances sur la zone d'étude

- un réservoir d'eau d'une capacité de 6000m³
- un bac de stockage d'urée.
- Deux réservoirs des tockages d'ammoniac d'une capacité de 30000tonnes à proximité du port.
- un corridor technique comprenant :
 - une conduite d'amenée d'eau demer.
 - un pipeline de transfert de l'ammoniac.
 - une conduite de retour d'eau de mer.
 - Une ligne en fibre optique pour le transport de l'information,
 - des câbles pour le transport de l'énergie électrique.

Le complexe est doté de trois zones principales (**fig. 13**) :

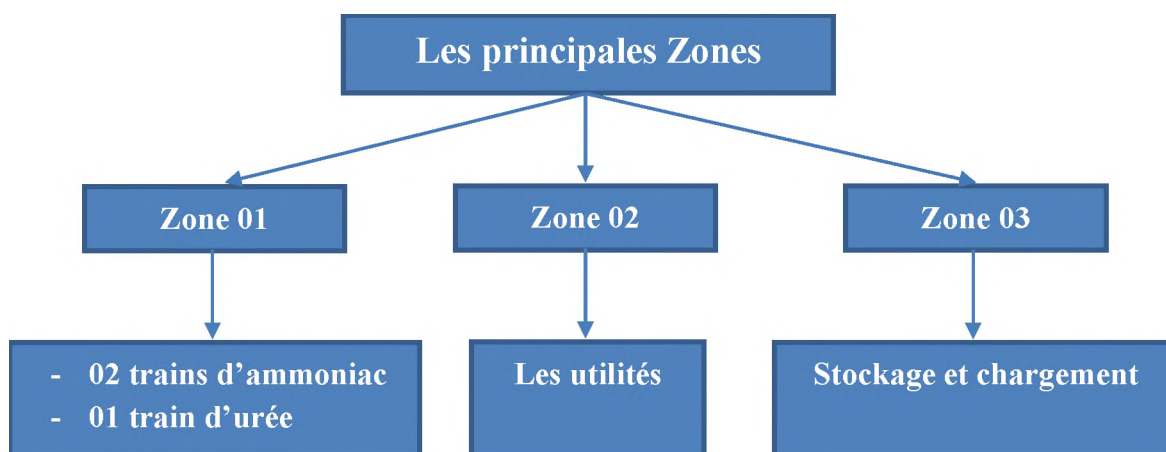


Fig. 13 – Les principales zones du complexe.

Les installations du procédé comportent les unités de procédé ainsi que des services et installations hors site.

1.5.1. Unité de production d'ammoniac

L'unité de production d'ammoniac comprend 02 trains complètement identiques. Un train est composé de plusieurs sous-unités dont chacune d'elles a un rôle bien précis dans le procédé.

Sachant que tout ce qui est compris dans le train 1 est désigné par le chiffre de centaines 1 et le chiffre 2 pour tout ce qui est compris dans le train 2 tel que : la sous-

Chapitre 1 : Bilan de connaissances sur la zone d'étude

unité de conversion de CO est désignée par 104 pour le train 1 et par 204 pour le train 2, les sous-unités de l'unité de production d'ammoniac sont les suivantes :

Unité 000 : Dans l'échelle des intensités, l'oreille humaine est capable de percevoir des sons compris entre 0 dB seuil minimal, en passant par le seuil dit de danger pour la santé (90 dB) et le seuil de douleur (et/ou de destruction cellulaire) (120dB).

Unités 101, 201 : Comme toute autre unité c'est une unité très importante, elle est chargée de désulfurer et de compresser le gaz naturel.

Unité 102, 202 : Presque toutes les usines ont besoin de l'air comprimé, même si ce n'est pas pour le procédé on l'utilise dans le système de régulation comme air instruments. Dans notre cas l'air est surtout utilisé comme matière première, pour cela cette unité est conçue pour compresser l'air industriel.

Unité 103, 203 : Cette unité parmi les unités clés du procédé, est chargée du reformage à la vapeur et la récupération de chaleur.

Unité 104, 204 : C'est aussi une unité préparatrice du gaz de la synthèse, elle est chargée de convertir le monoxyde de carbone (CO) en dioxyde du carbone (CO₂).

Unité 105, 205 : Les quantités du dioxyde de carbone eu dans l'unité (104 et 204) et aussi le dioxyde de carbone qui existe bien avant dans le procédé, sont éliminées dans cette unité.

Unité 106, 206 : Cette unité assure l'élimination totale de tout le monoxyde de carbone et du dioxyde de carbone par méthanisation.

Unité 107, 207 : Cette unité assure la compression du gaz de synthèse déjà préparé par les unités précédentes.

Unité 108, 208 : Toutes les unités précédentes ont pour but de préparer et de compresser le gaz de synthèse qui entre dans cette unité afin que l'ammoniac soit synthétisé, donc c'est l'unité de synthèse d'ammoniac.

Chapitre 1 : Bilan de connaissances sur la zone d'étude

Unité 109, 209 : C'est l'unité de réfrigération conçue pour assurer les trois objectifs :

- Refroidir l'ammoniac liquide aux conditions de stockage -33°C .
- Séparation du gaz inerte dissous dans l'ammoniac.
- Provision de réfrigération requise dans les unités d'ammoniac et d'urée.

Unité 110, 210 : Des quantités assez importantes d'ammoniac se trouvent dans le gaz inerte obtenue dans le système de synthèse, C'est pour cela tout un système de récupération de l'ammoniac est conçu, et nommé l'unité (110,210).

Unité 111, 211 : La production de l'hydrogène est assez couteuse, ce qui fait que les pertes de ce dernier sont intolérables, pour cela l'unité (111,211) est conçue.

Unité 180, 280 : Cette unité est conçue pour faire un stripage à la vapeur MP aux condensats afin de les décomposées des produits indésirables.

Unité 182, 282 : Cette unité comprend le dégazeur qui prépare la vapeur, et aussi les pompes d'alimentation des chaudières.

1.5.2. Unité de production d'urée

C'est une unité conçue pour faire la combinaison entre l'ammoniac liquide et le dioxyde de carbone afin de produire de l'urée (**fig. 14**). Elle comprend les sous-unités suivantes :

Unité 020 : Sachant que le procédé d'urée est basé sur le dioxyde de carbone, cette unité est conçue afin de compresser le CO_2 nécessaire.

Unité 021 : Cette unité assure le pompage de l'ammoniac nécessaire dans la production d'urée.

Unité 022 : Cette unité représente presque tout le procédé de synthèse d'urée, c'est dans cette unité que la réaction de synthèse se déroule, ce qui fait elle est nommée l'unité de synthèse d'urée.

Unité 023 : Dans cette unité la majeure partie de l'ammoniac et du dioxyde de carbone non transformé sont récupérées. Elle est nommée l'unité de recirculation.

Unité 024 : Afin d'augmenter la concentration de l'urée synthétisée on procède à une évaporation, donc c'est l'unité d'évaporation.

Chapitre 1 : Bilan de connaissances sur la zone d'étude

Unité 027 : L'urée déjà synthétisé précédemment est sous forme liquide, dans cette unité on procède à une granulation, c'est pour cela qu'elle est nommée, l'unité de granulation.

Unité 028 : C'est une unité qui traite les condensats de procédé, afin d'avoir de faibles quantités de réactifs dans la phase liquide, c'est pour ça qu'elle est appelée unité de désorption et hydrolyse.

Unité 029 : Cette unité comprend tout le système de vapeur de l'unité et aussi celui de condensats et d'eau de refroidissement.



Fig. 14 - Unité de production d'urée.

1.5.3. Services utilités et installations hors site (Offsites)

Unité 051 : C'est l'unité de stockage d'ammoniac de l'unité, sous forme liquide et à une température de $-32,6^{\circ}\text{C}$.

Unité 052 : C'est l'unité de stockage du NH_3 au port, et c'est aussi utile s'il a un excédent de production d'ammoniac de l'unité, et même l'unité comprend la conduite de transfert d'ammoniac.

Unité 056 : Vue l'ampleur du risque de l'industrie, cette unité est conçue afin d'assurer une intervention en cas ou un évènement fâcheux, c'est l'unité des douches de sécurité en eau potable.

Unité 070, 072 et 073 : Ces unités assurent le stockage d'urée d'export et de chargement par camions.

Chapitre 1 : Bilan de connaissances sur la zone d'étude

Unité 083 : Pour couvrir les besoins en vapeur des unités de production, cette unité comprend 03 chaudières autonomes.

Unité 084 : C'est une unité qui assure l'air service et l'air instrument.

Unité 085 : L'usine est alimentée par l'électricité par elle-même et pour cela cette unité de production d'énergie électrique est conçue.

Unité 086 : L'usine a besoin d'azote pour plusieurs utilisations pour cela cette unité est conçue et nommée unité d'azote.

Unité 087 : L'eau de mer est utilisée pour refroidir, et cette unité est chargée de cette tâche.

Unité 088 : Deux circuits indépendants de refroidissement en boucle fermée alimentent en eau de refroidissement la totalité du complexe SORFERT.

Unité 089 : C'est tout un système de dessalement de l'eau de mer par Osmose Inverse.

Unité 090 : Les unités de production ont besoin de l'eau déminéralisée, pour cette raison cette unité est conçue, et nommée l'unité de déminéralisation.

Unité 091 : C'est tout un réseau d'eau anti-incendie, il alimente toutes les conduites d'incendie, les bouches d'incendie... etc.

Unité 097 : L'eau de mer utilisée dans les unités précédentes a une unité de prise d'eau de mer.

1.5.4. Autres installations :

Autres installations existent dans l'usine tel que :

- Deux unités de production d'ammoniac de capacité de 2 200 tonnes/jour pour chacune.
- L'unité 040 Système d'analyse.
- L'unité 060 Système d'automatisation et de contrôle.
- L'unité 061 Système de communication.
- L'unité 063 Système d'alarme incendie et détection des gaz.
- L'unité 095 Climatisation.
- L'unité 096 Tuyauterie d'interconnexion.
- L'unité 098 Réseau de routes de l'unité.

Chapitre

2

**Élaboration de la
carte du bruit de
SORFERT SPA
Algérie**

2.1 Présentation de Simulateur

La simulation est la représentation d'un phénomène physique à l'aide des modèles mathématiques simples permettant de décrire son comportement.

Pour le tracé de la carte du bruit au niveau du site industriel où nous avons réalisé notre stage, nous avons utilisé le code Tympan dédié au calcul du bruit industriel dans l'environnement.

2.2. Description du logiciel

Le Code TYMPAN est un logiciel open source, développé par l'équipe acoustique d'EDF, dédié aux études d'impact acoustique dans l'environnement des sites industriels. Son but c'est prédire le bruit des sites industriels (**Chacun et al., 2016**).

Le Code TYMPAN est un logiciel de propagation acoustique dans des scènes 3D complexes, destiné à l'évaluation et la prévision de l'impact sonore de sites industriels. Il a été développé par EDF R&D au début des années 2000 pour permettre la réalisation d'études d'ingénierie en acoustique environnementale (**Chacun et al., 2016**).

Le Code TYMPAN dispose d'une librairie d'objets métier spécifique, d'un solveur de résolution acoustique basé sur la norme ISO9613 et de deux méthodes géométriques de recherche de chemin acoustique : une approche par enveloppes convexes et une lance de rayons. (*in* **Drici et Hadjab, 2017**).

Le Code TYMPAN est donc un outil principalement dédié à la problématique de la propagation du bruit industriel dans l'environnement (**fig. 15**). Il possède aussi une interface homme-machines riche permettant la construction 3D de modèles réalistes, la saisie des propriétés acoustiques des objets, l'exécution des calculs de propagation acoustique et l'exploitation des résultats. Ses structures de données permettent de maintenir la pérennité des modèles et de capitaliser l'historique acoustique des sites. Son architecture ouverte permet l'application à l'évaluation des besoins (**Chacun et al., 2016**).

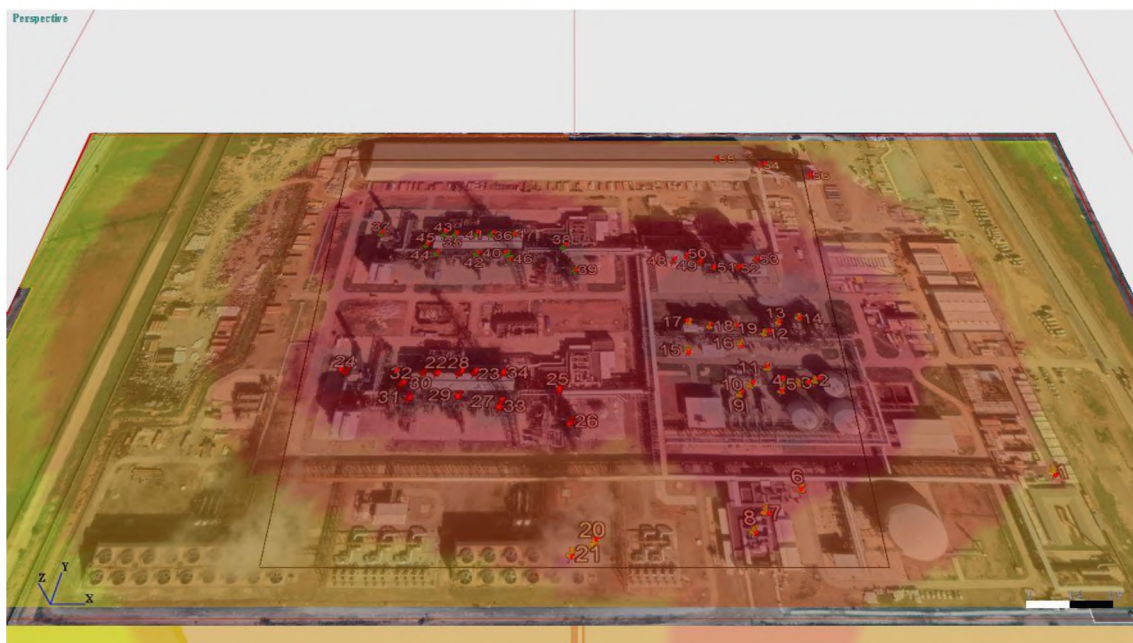


Fig. 15 - Exemple de cartographie acoustique obtenue avec code TYMPAN.

2.3. Procédure de la simulation

La procédure de calculs et de simulation nécessite les données suivantes :

- Le plan de masse des sites étudiés.
- La détermination de l'échelle.
- La détermination des sources qui existent dans les sites.
- L'introduction des valeurs des niveaux de bruit.
- L'introduction des paramètres métrologiques: température, pression, humidité.
- La détermination des périmètres des sites.

2.4. Les étapes suivis au cours de la simulation

2.4.1. La première étape

Elle consiste à créer un nouveau projet par un simple clic dans fichier/nouveau.../nouveau projet. Ensuite on fait un double clic sur « projet » dans la fenêtre « gestion de projet », pour ouvrir le modulaire de site de projet de la fenêtre d'affichage (fig. 16).

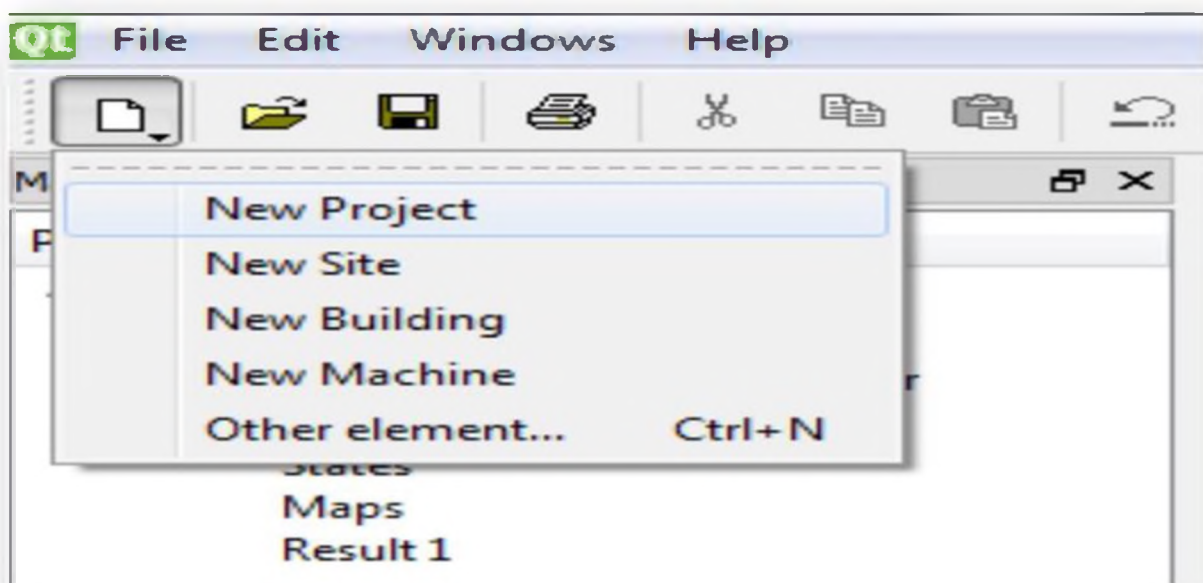


Fig. 16 - Création d'un nouveau projet.

2.4.2. La deuxième étape :

Elle consiste à choisir et à introduire l'image satellite du site choisi pour faire la simulation. L'importation d'une image satellite se fait de la façon suivante : Un clic droit sur « site » dans la fenêtre « gestion de site ». Un menu contextuel apparaît. Un clic « propriété » la boîte de dialogue « site » apparaît (fig. 17).

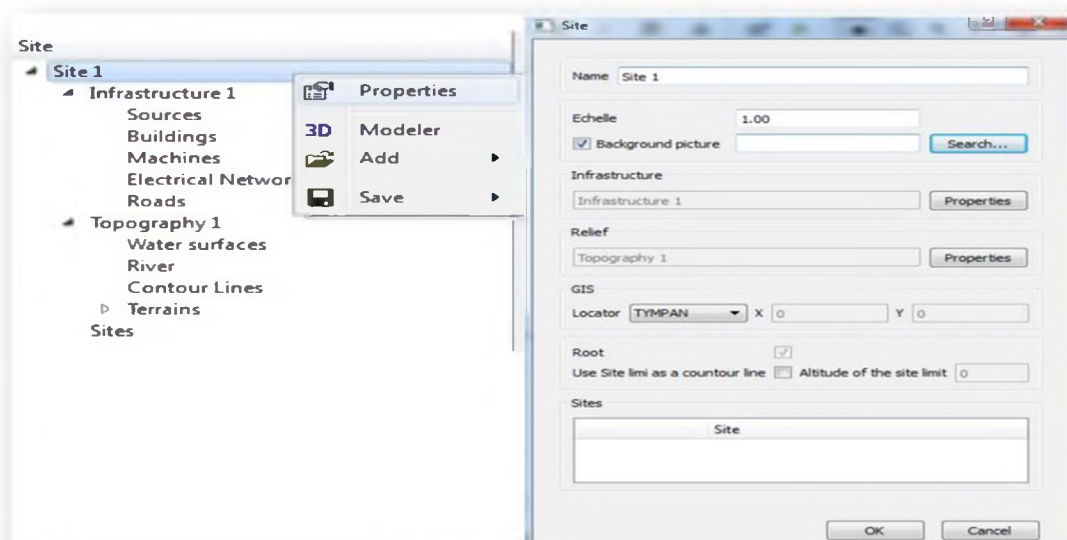


Fig. 17 - Choix de l'image satellite.

Chapitre 2 : Élaboration de la carte du bruit de SORFERT SPA Algérie

En couche dans « image de fond », puis on clique sur le bouton « parcourir » afin de sélectionner les fichiers de la carte satellite et on valide le choix par « ouvrir ».

Un clic sur le bouton « ok » pour terminer. La carte satellite apparait dans la fenêtre d'affichage du code tympan en vue 2D (**fig. 18**).

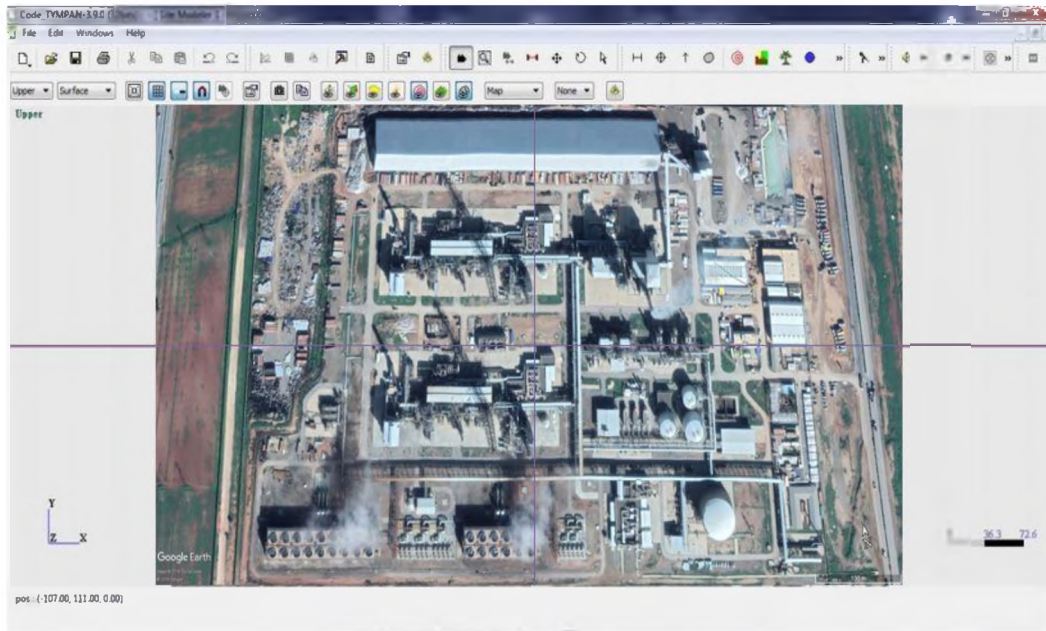


Fig. 18 - Introduction de l'image satellite du complexe SORFERT.

2.4.3. La troisième étape

Elle consiste à faire positionner les sources et saisir les propriétés acoustiques par :

-Un clic sur l'icône « Source ponctuelle ». On place ensuite les « Sources ponctuelles » en cliquant sur la fenêtre principale du modeleur de site au niveau des endroits désirés. Dans la figure, les endroits des sources sont sous forme de points rouges, verts et jaunes (**fig. 19**).

Chapitre 2 : Élaboration de la carte du bruit de SORFERT SPA Algérie

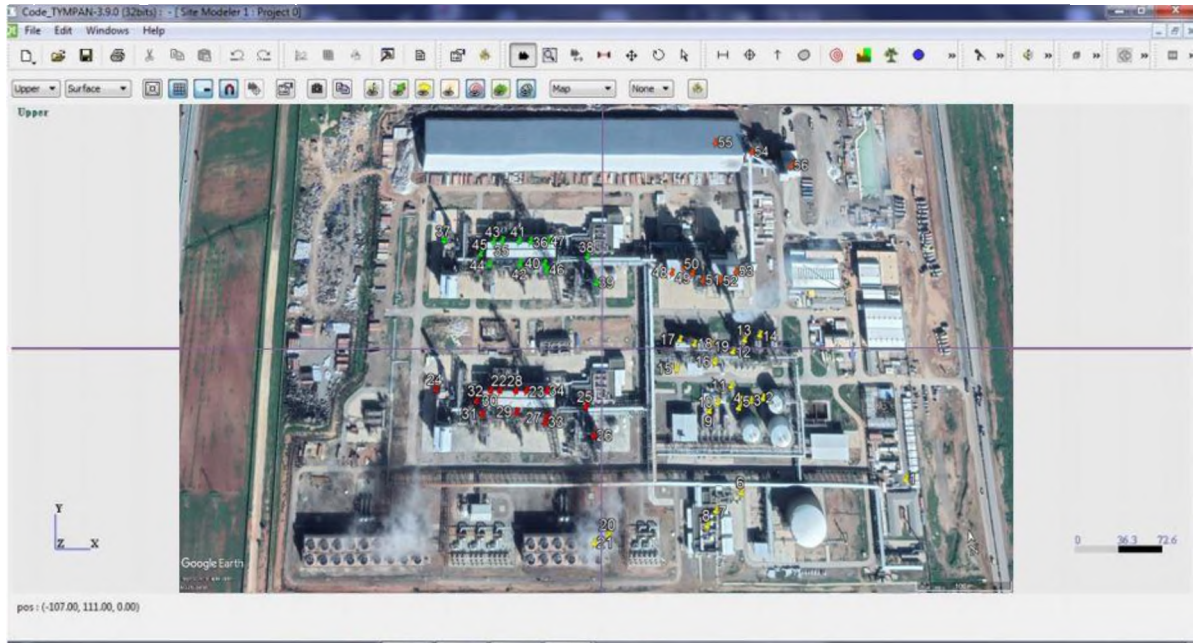


Fig. 19 - Image satellite introduite.

Nous avons bien placé les sources sur notre terrain plat, mais les caractéristiques n'ont pas été définies. Pour ce faire :

- Après, un clic-droit sur la « source » : un menu contextuel apparaît (fig. 20).

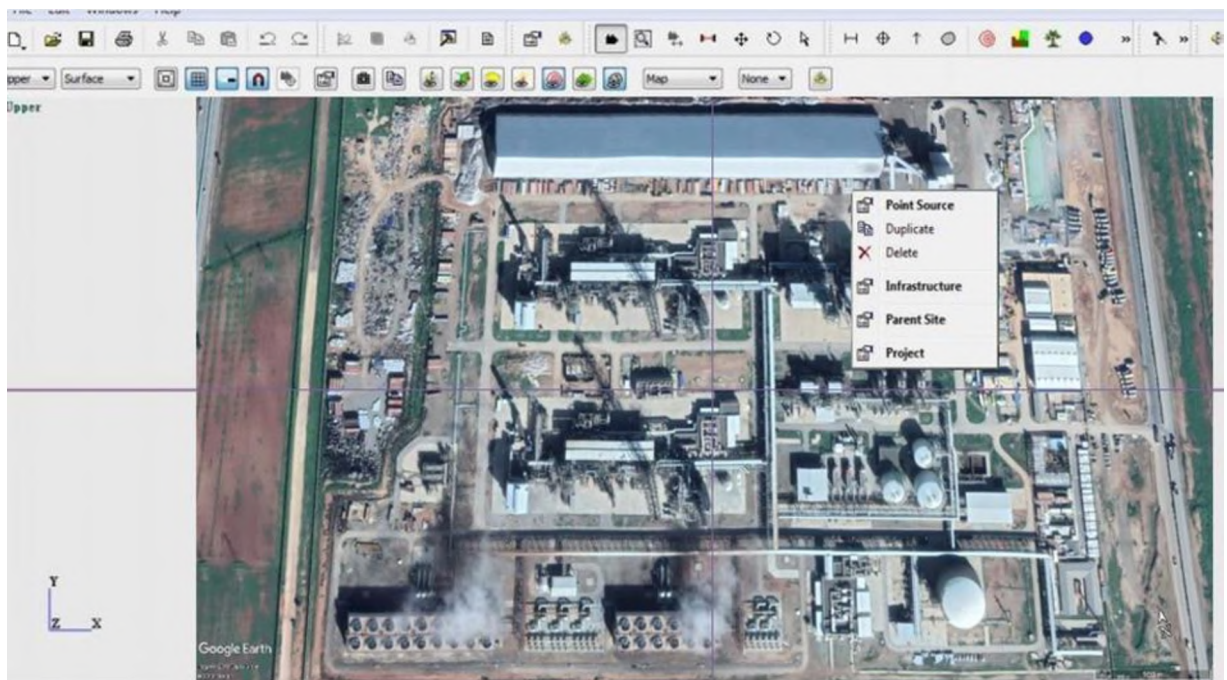


Fig. 20- Positionnement des sources et saisi des propriétés acoustiques.

Chapitre 2 : Élaboration de la carte du bruit de SORFERT SPA Algérie

On clique sur l'item « source ponctuelle ».

La boîte de dialogue des propriétés de la source apparaît (**fig. 21**). Elle permet en outre, d'obtenir un grand nombre d'informations de la source comme : le nom, les caractéristiques acoustiques, les types de rayonnement, la hauteur au sol, la position 3D, la forme visuelle...etc.

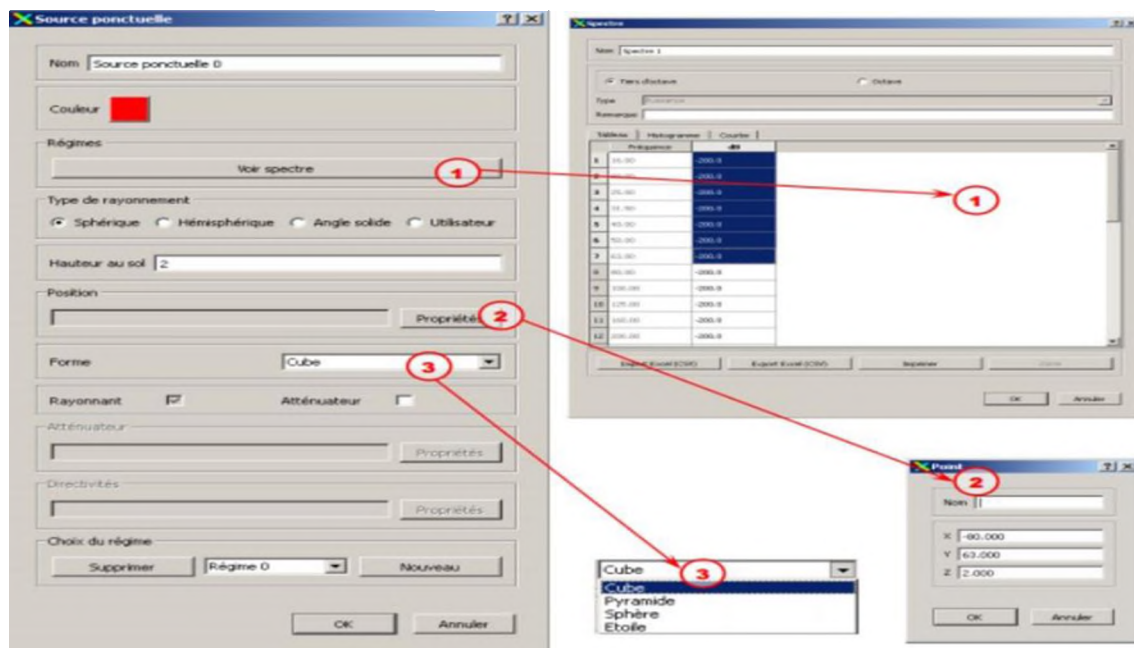


Fig. 21 - Paramétrage des informations de la source.

2.4.4. La quatrième étape

Cette étape consiste à faire choisir le « Récepteur surfacique » qui permet d'effectuer un calcul sur un champ acoustique et sur un domaine large qui peut être positionné précisément par l'utilisateur.

Pour créer un récepteur surfacique, on sélectionne l'outil « Récepteur surfacique ». Un outil en forme de croix apparaît. On délimite ensuite, le domaine du Récepteur surfacique. En lâchant le bouton gauche de la souris, Code TYMPAN propose de saisir la hauteur au sol et la densité de points dans les deux directions. L'emploi des Récepteurs surfaciques peut servir à :

- donner une information claire à destination des décideurs par exemple.
- caractériser l'effet d'un élément (source, atténuateur, directivité, etc.).

Le récepteur apparaît alors (**fig. 22**).

Chapitre 2 : Élaboration de la carte du bruit de SORFERT SPA Algérie

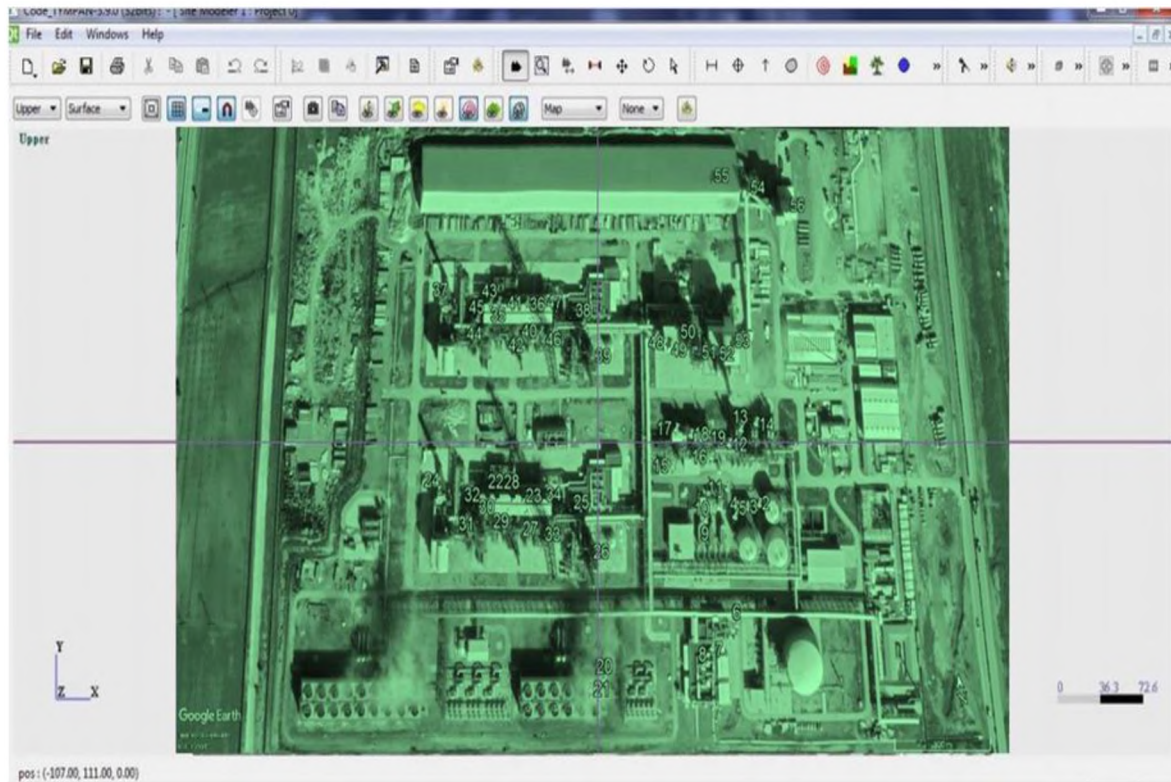


Fig. 22 - Choix du « Récepteur surfacique ».

2.4.5. La cinquième étape de notre simulation est le paramétrage et le lancement du calcul qui se fait dans l'arborescence de projet, de la manière suivante :

- Double clic sur l'item « Calcul » ou clic-droit sur l'item Calcul / Propriétés, dans la fenêtre Gestion de Projet / Projet / (fig. 23).

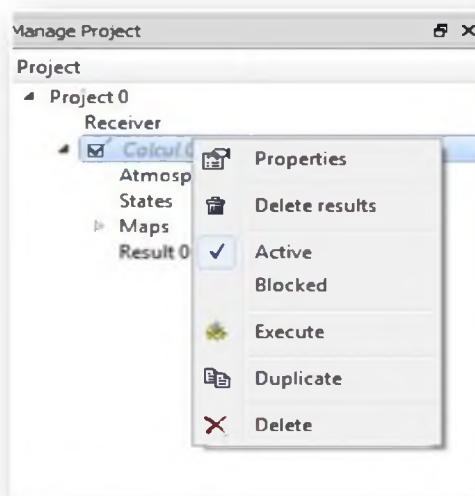


Fig. 23 - Choix du paramétrage du calcul.

Chapitre 2 : Élaboration de la carte du bruit de SORFERT SPA Algérie

La boîte de dialogue des propriétés des calculs apparait. Elle permet de spécifier toutes les options possibles de calcul dans les différents onglets (fig. 24).

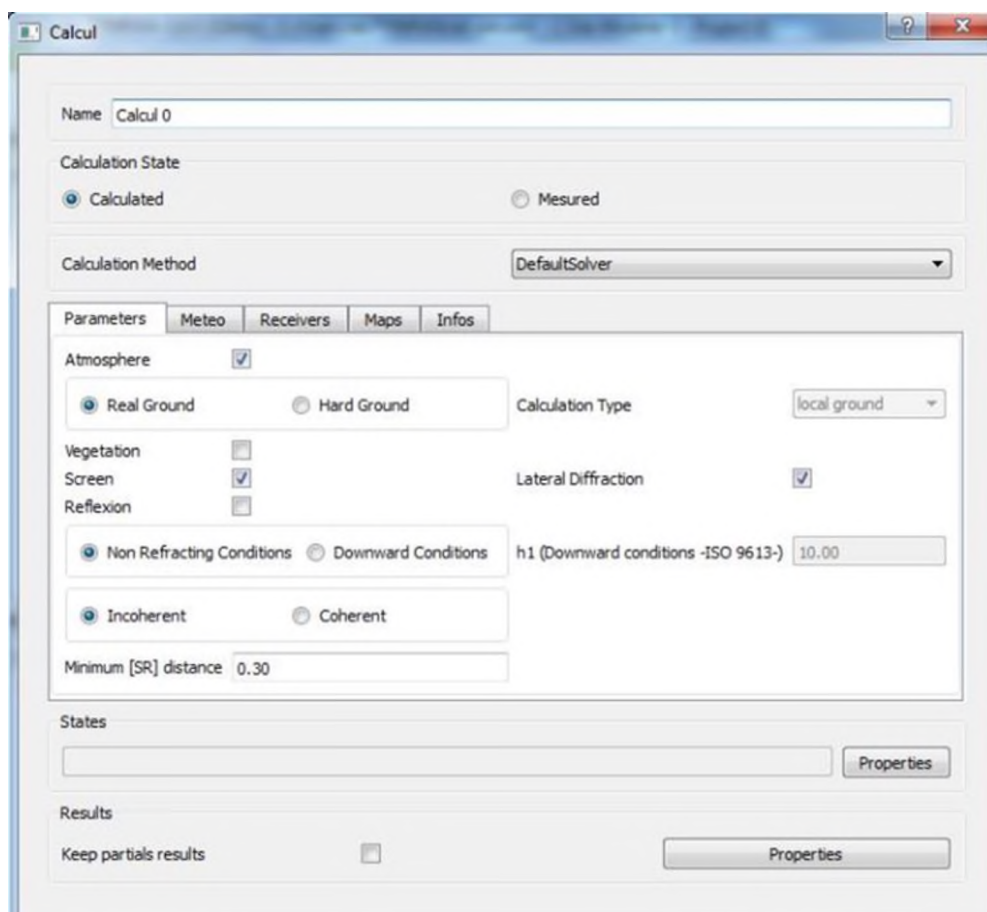


Fig. 24 - Paramétrage et lancement du calcul.

Pour terminer nous lançons les calculs par un clic sur l'icône « lance le calcul courant ». La « fenêtre de message » affiche passivement toute sorte de messages destinés à l'utilisateur et indique quand les calculs sont terminés.

Chapitre

3

**Étude acoustique
du bruit généré
par SORFERT
SPA Algérie**

3.1 Cartographie du bruit du complexe SORFERT SPA Algérie

La mesure du bruit nécessite un matériel spécifique (sonomètre) et une connaissance rigoureuse des paramètres à relever, des étapes et des techniques de mesure. L'ensemble de ces précautions est normalisé.

La cartographie du bruit est une représentation graphique des niveaux sonores dans l'espace de travail. Cette cartographie peut aussi être simulée par calcul en fonction des caractéristiques des locaux et des sources de bruit. C'est un outil efficace pour définir les zones à risques et pour orienter les travailleurs vers les zones les moins bruyantes.

Nous avons effectué un stage au niveau du complexe SORFERT SPA Algérie du 21.05.18 au 20.06.18 où nous avons prélevé des valeurs du bruit à l'aide du sonomètre du complexe dans différentes unités à savoir : L'unité Ammonia 1 et 2, l'unité de l'urée et la zone d'utilités (**fig. 24/1**).



Fig. 24/1 – Prélèvement des échantillons du bruit avec le sonomètre.

Chapitre 3 : Étude acoustique du bruit généré par SORFERT SPA Algérie

La **figure 25** représente la cartographie de bruit du complexe SORFERT SPA qui nous a permis, d'une part, de faire le bilan sonore général du complexe et, d'autre part, d'identifier les sources les plus bruyantes à l'intérieur du complexe.

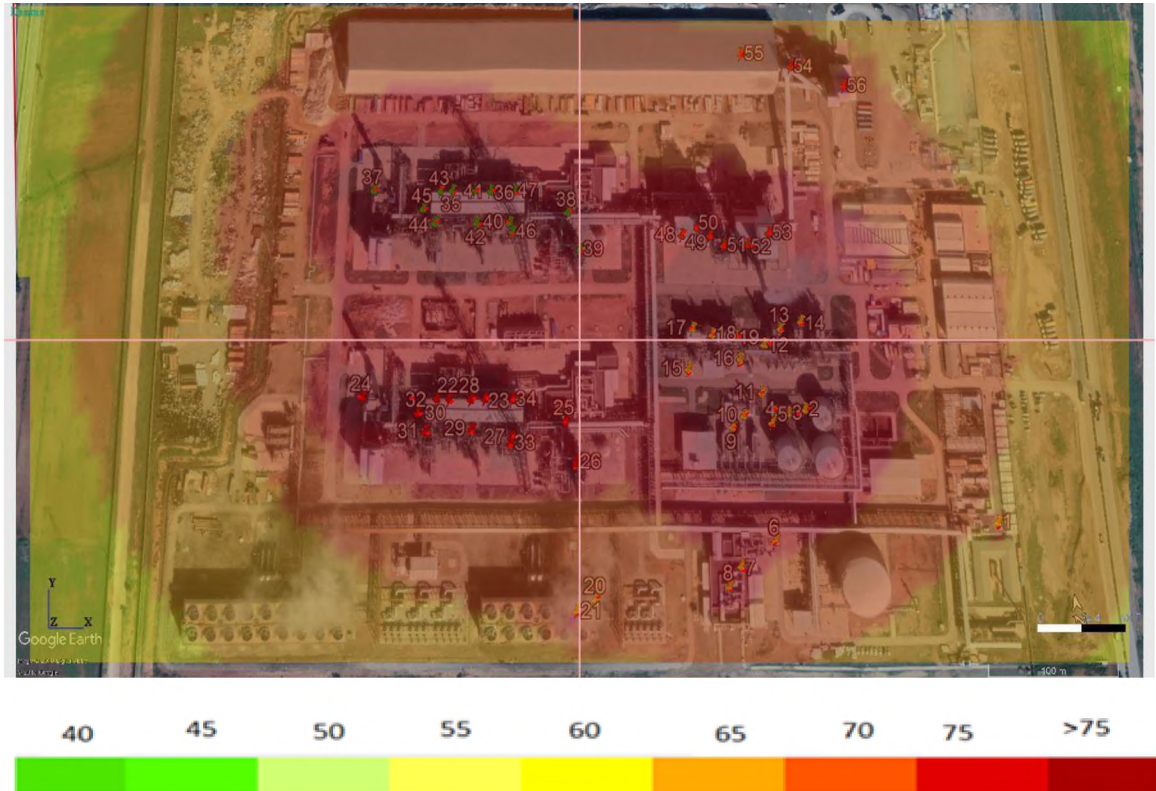


Fig. 25 - Cartographie du complexe SORFERT SPA.

Nous remarquons que les zones les plus bruyantes sont indiquées par la couleur rouge où on trouve les équipements suivants : les compresseurs, les chaudières, les dessaleurs, les pompes, les turbo alternateurs, les coules tour, les échangeurs thermiques, le granulater et le four. Ces équipements possèdent des niveaux de bruit plus élevés, 102dB, 95dB, 85dB, etc. Ces bruits dépendent principalement de plusieurs paramètres :

3.1.1 Paramètres mécaniques

Les bruits d'origine mécanique sont dus aux :

- Micro-impulsions associées à la rotation d'un engrenage, au mouvement des roulements à billes, au contact des outils avec les pièces en cours de fabrication et aux systèmes de transport.
- Déséquilibre de masses en rotation et déplacement latéral.

Chapitre 3 : Étude acoustique du bruit généré par SORFERT SPA Algérie

- Phénomènes associés aux champs magnétiques provoqués dans les machines électriques tournantes (irrégularité du champ magnétique) ou les machines fixes (magnétostriction).

3.1.2 Paramètres aérodynamiques

- Turbulence : l'interaction d'un flux liquide ou gazeux avec un obstacle (grille à la sortie d'une canalisation, par exemple) ou causée par la variation brutale des conditions d'écoulement (coude dans une canalisation, orifice d'échappement d'air comprimé), ou interaction du flux avec une cavité ou des évidements.
- Pulsations : les machines contenant des éléments en rotation génèrent souvent des variations périodiques de volume et de pression du fluide (gazeux ou liquide), auxquelles sont associées des émissions de bruit à composantes tonales.
- Impulsions : phénomène survenant habituellement lorsqu'un fluide sous pression pénètre brutalement dans l'atmosphère (ouverture de vannes par exemple) et qui peut être généré à une fréquence égale au nombre de révolutions de certaines machines ou à un multiple de ce nombre (pompe haute pression, par exemple).
- Cavitation : phénomène se produisant dans un liquide lorsque la pression gazeuse devient inférieure à la tension de surface du liquide et qui génère des bulles qui implosent lorsqu'elles sont comprimées.

3.1.3 Paramètre de processus

Les débits d'alimentation jouent un rôle indispensable dans la génération de bruit. Quand un équipement est alimenté par un faible débit (fluide), le niveau du bruit sera faible, par contre, lorsque le débit d'alimentation est supérieur le bruit sera maximal en raison de l'augmentation des nombres de tour des arbres, des ventilateurs, de la circulation de fluide, etc.

D'après l'étude et la réalisation de la cartographie du bruit, nous identifions les zones les plus bruyantes déterminées par le sonomètre que l'ingénieur HSE du complexe nous a mis à notre disponibilité :

La **zone 1 (Ammonia 1 et Ammonia 2)** : où on trouve les compresseurs, les pompes (le pompage de l'ammoniac nécessaire dans la production d'urée), le four, les réacteurs, les échappements de l'air et de vapeur.

Chapitre 3 : Étude acoustique du bruit généré par SORFERT SPA Algérie

La **zone 2 (l'unité de l'urée)** où on trouve le granulateur, les compresseurs, les réacteurs, les échappements de l'air et le condenseur.

La **zone 3 (zone d'utilités)** : où on trouve les dessaleurs, les chaudières, les turbo-alternateurs, les pompes, les échappements de l'air.

3.2 Résultats

- **Zone 1 (Ammonia 1 et Ammonia 2)** : Les résultats de mesure au niveau de cette zone sont regroupés dans le **tableau 1** et la **figure 26**.

Tab. 1 - Les résultats de mesure au niveau de la zone 1.

Les sources sonores	Le niveau sonore (dB)
Les compresseurs	94
Les pompes	92
Le four	88
Les réacteurs	89
Les échappements d'air	100

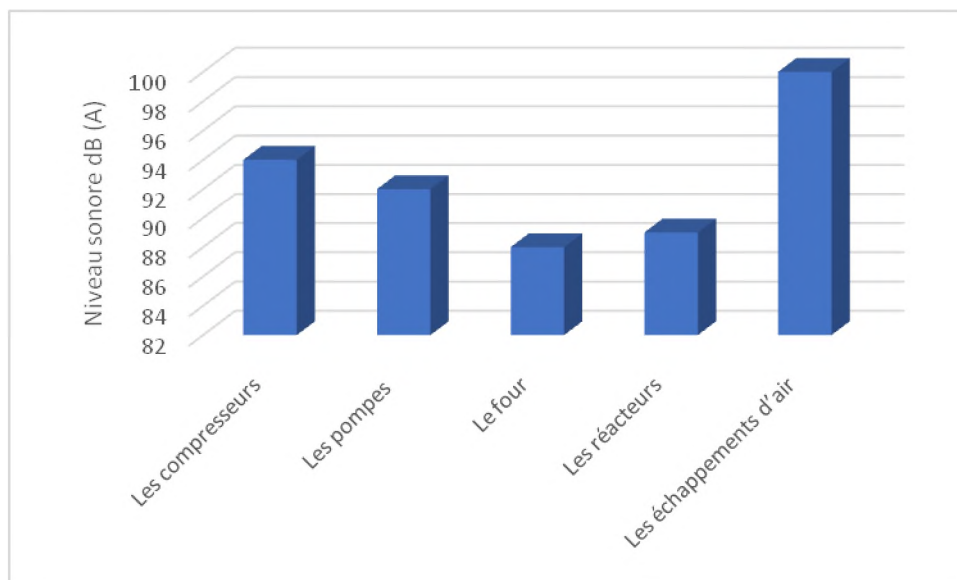


Fig. 26 - Niveau de bruit enregistré dans la zone 1.

Dans cette zone on trouve les sources les plus bruyantes dans toute l'installation ; se sont :

- Les compresseurs 94 dB(A). On trouve 3 compresseurs à boulet en parallèles.

Chapitre 3 : Étude acoustique du bruit généré par SORFERT SPA Algérie

- Les échappements d'air 100 dB(A). Cette valeur est très grande que le seuil réglementaire de 70 à 80 dB(A), et plus proche au seuil de la douleur.
- Les pompes 92 dB (A).
- Le four 88 dB (A).
- Les réacteurs 89 dB (A).

L'employeur doit prendre les mesures adéquates dans cette zone et met à la disposition des travailleurs les moyens disponibles pour les protéger et les épargner des ambiances sonores favorables, Tels que :

- Former et informer les travailleurs au risque « bruit »
- Fournir aux travailleurs les PICB adaptés et adéquats, les faire sur leur port
- Sensibiliser les travailleurs à l'importance des PICB

-Zone 2 (l'unité de l'urée) : Les résultats de mesure au niveau de cette zone 2 sont regroupés dans le **tableau 2** et la **figure 27**.

Tab. 2 - Les résultats de mesure au niveau de La zone 2.

Les sources sonores	Le niveau sonore (dB)
Le granulateur	99
Le compresseur de CO ₂	94
Les réacteurs	87
Les échappements d'air	98
Le condenseur	87

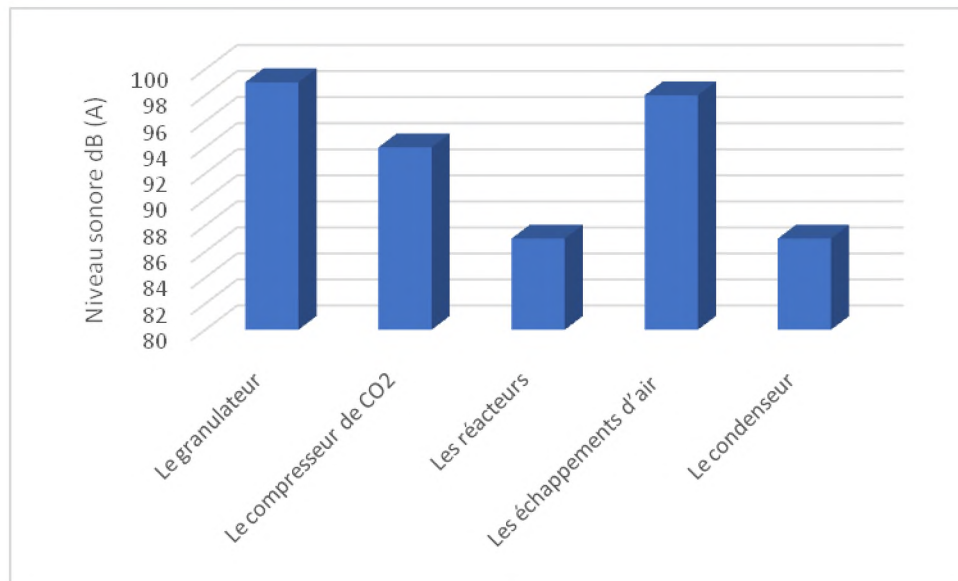


Fig. 27 - Niveau de bruit enregistré dans la zone 2.

On peut constater d'après cette illustration des niveaux sonores dans la zone 2 que le bruit est important et il dépasse le seuil réglementaire 70 à 80 dB(A) régi par la loi algérienne en vigueur. Ce bruit est dû principalement aux échappements d'air 100 dB(A). La prévention existe à :

- Minimiser la durée d'exposition des opérateurs au bruit.
- Octroyer les conducteurs par des PICB.
- Les opérateurs doivent subir des visites médicales et des tests audiogrammes périodiques. Ces derniers vont permettre de déterminer l'apparition des symptômes, des anomalies afin que les traiter à temps s'il y a lieu.

- **Zone 3 (zone d'utilités)** : Les résultats de mesure au niveau de cette zone 3 sont regroupés dans le **tableau 3** et la **figure 28**.

Tab. 3 - Les résultats de mesure au niveau de la zone 3.

Les sources sonores	Le niveau sonore dB
Les dessaleurs	95
Les chaudières	93
Les turbo-alternateurs	88
Les pompes	90
Les échappements d'air	101

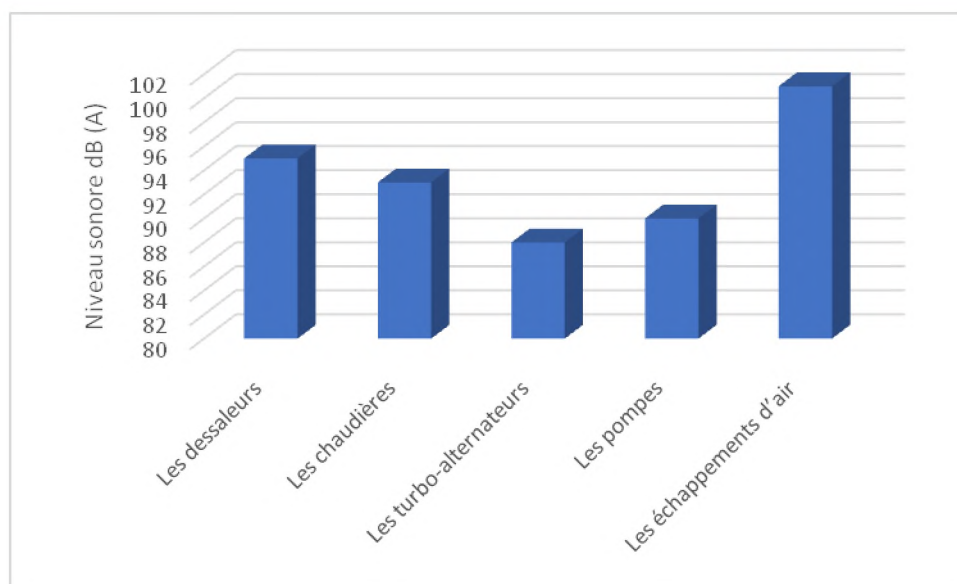


Fig. 28 - Niveau de bruit enregistré dans la zone 3.

Dans la zone de cuisson, nous observons qu'il y a plusieurs sources de bruits, parmi lesquels on peut citer :

- Les dessaleurs, 95 dB(A)
- Les chaudières, 93 dB(A)
- Les pompes. 90 dB(A)
- Les turboalternateurs, 88 dB(A)
- Les échappements d'air, 101 dB(A)

Les niveaux sonores sont toujours supérieurs à 70 dB(A). Dans cette zone : la maintenance périodique des équipements est nécessaire pour éviter toute augmentation du niveau sonore et toute aggravation des états de santé des opérateurs.



Conclusion & Recommandations

Conclusion & Recommandations

Les ambiances de travail (bruits, éclairage, ambiance thermique...) sont des éléments essentiels pour une bonne exécution d'une tâche, tant leur impact sur l'individu (fatigue physique, stress, irritabilité) est important.

La nuisance engendrée par les ondes sonores est communément appelée bruit. Celui-ci est plus ou moins gênant selon la source qui est à son origine et selon la sensibilité de celui qui le reçoit (critère de tolérance).

Les ondes sonores sont caractérisées par leur aptitude (ou niveau de pression sonore) et leur fréquence. L'amplitude s'exprime en décibels (dB) selon une échelle logarithmique et la fréquence en hertz (Hz).


Le bruit ne doit pas compromettre la santé, le bien-être et la sécurité des travailleurs. En priorité, le niveau sonore doit être réduit au niveau le plus bas adapté aux conditions d'exploitation par des mesures prises à la source.

Suite au travail mené et qui concerne l'enregistrement des niveaux sonores générés par les équipements de l'unité industrielle SORFERT, nous pouvons conclure que les niveaux sonores sont plus importants. De ce fait, nous suggérons aux autorités et aux travailleurs de l'organisme quelques recommandations qui nous semblent très importantes par leur efficacité dans la résolution des problèmes liés à la pollution sonore générés par les installations :

- Mettre en place des mesures de prévention au niveau de conception, pour réduire le bruit à la source et d'agir sur la propagation de ce dernier dans les lieux de travail.
- Mettre en place des mesures de protection aux travailleurs exposés à des niveaux sonores importants pour éviter toute maladie professionnelle.
- Mettre en place un programme de suivi médical pour les travailleurs exposés à des niveaux sonores importants.
- Assurer la sensibilisation et la formation du personnel au risque sonore.
- Le port obligatoire permanent des protecteurs individuels par le personnel intervenant au niveau des installations.
- Installer des silencieux à l'aspiration ou à l'échappement des pompes, des compresseurs et des ventilateurs
- Veiller au bon entretien des pompes et des chaudières.

Conclusion & Recommandations

- Installer la laine isolante sur les parois et les portes des locaux pour absorber le bruit.
- Installer les compresseurs dans un local séparé construit avec des matériaux lourds comme des blocs de béton.



Références Bibliographique

Références bibliographiques

AFSSE, 2004 – Impacts sanitaires du bruit. Etat des lieux : Indicateurs Bruit-Santé. 304 p.

AESST, 2005 – Le bruit au travail

Beat H., Walter L., Heinz W., 2008 - Bruit dangereux pour l'ouïe aux postes de travail. 82p.

Carter N., Henderson R. et al., 2002

Chacun PO., Hamrouche B., Schmich-Yamane I., 2016 – Méthodes de développement participatif appliqué à un code de propagation acoustique : retour d'expérience du Hackathon code Tympon. CFA VISHNO. LEMANS. 2107-2113 : pp.

Drici A et Hadjab S.E., 2017 – Etude comparative acoustique du bruit généré par deux zones industrielles en Algérie. Mémoire de fin d'études. IMSI. Université d'Oran 2/Mohamed BenAhmed. 80p.

INRS, 2018 – Le bruit. Santé et Sécurité au travail. 32p. www.inrs.fr/risques/bruit.html

INRS, 2007 – Le bruit en milieu du travail. 5p. www.inrs.fr/htm/le_bruit.html

Jansen, G., 1998 – Health concept and noise effect. Proceedings of the seventh International Congress on noise as a Public Health Problem, Sydney, pp : 697-702.

Lacroix F et Vincens B., 2005 – Bruits en locaux de travail : Connaissances de base, réglementation, normes et référentiels, principes à la conception et à la correction, mesurage. Mémoire de Master en Prévention des risques et nuisances technologiques. 26p.

Lambert J et Vallet M., 1994 – Study related to the preparation of a communication on a future EC noise policy. France. Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité. Rapport n°9420, 1994.

Laroche C., Vallet M., Aubrée D., 2003 – Bruit in : Environnement et santé publique – Fondement et pratiques, pp : 479-497. Edisem/Tech & Doc, Acton Vale/Paris.

Mouret J et Vallet M., 1995 – The effects of noise on health. Ministère de la santé. Paris. Centre d'information et de documentation sur le bruit (CIDB), 114p.

Nachi F.Z et Salmi F.Z., 2017 – Etude acoustique du bruit généré par les unités industrielles d'Arzew. Mémoire de fin d'études. IMSI. Université d'Oran 2/Mohamed BenAhmed. 84p.

Nouaigui H., 2011 - La Prévention des Risques Liés à l'Exposition au Bruit en Milieu Professionnel. 44p.

Références bibliographiques

PNPATMP, 2011 - La Prévention des Risques Liés à l'Exposition au Bruit en Milieu Professionnel. Guide de Prévention N°4. Avril 2011.

WHO, 2000 - Rapport sur la santé dans le monde, 2000 – Pour un système de santé plus performant

Webographie :

www.officiel-prevention.com



Annexes

Annexes

Tableau N°42 des maladies professionnelles : Affections professionnelles provoqués par les bruits

Désignation Des Maladies	Délais de prise en charge	Liste limitative des travaux susceptibles de provoquer ces maladies
<p>Déficit audiométrique, bilatéral, par lésion cochléaire, irréversible et ne s'aggravant plus après cessation de l'exposition au risque.</p> <p>Ce déficit sera confirmé par une nouvelle audiométrie effectuée de trois semaines à un an après cessation de l'exposition aux bruits lésionnels.</p> <p>Cette audiométrie doit faire apparaître au minimum sur la meilleure oreille un déficit moyen de 35 décibels calculé en divisant par 10 la somme des déficits mesurés sur les fréquences 500, 1000, 2000 et 4000 hertz, pondérés respectivement par les coefficients 2, 4, 3 et 1.</p>	<p style="text-align: center;">1 an (sous réserve d'une durée d'exposition au risque de 1 an, réduite à 30 jours en ce qui concerne la mise au point des propulseurs, réacteurs et moteurs à pistons)</p>	<p>Travaux exposant aux bruits provoqués par :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les travaux sur métaux par percussion, abrasion, ou projection, tels que : <ul style="list-style-type: none"> * Le décolletage, l'emboutissage, l'estampage, le broyage, le fraisage, le martelage, le burinage, le rivetage, le laminage, l'étirage, le tréfilage, le découpage, le sciage, le cisailage, le tronçonnage. * L'ébarbage, le meulage, le polissage, le gougeage par procédé arcaïr, la métallisation, - le câblage, le toronnage et le bobinage de fils d'acier, - l'utilisation de marteaux et perforateurs pneumatiques, - la manutention mécanisée de récipients métalliques, - les travaux de verrerie à proximité de fours, machines de fabrication, broyeurs et concasseurs, l'embouteillage, - le tissage sur métiers à navette battante, - la mise au point, les essais et l'utilisation des propulseurs, réacteurs, moteurs thermiques ou électriques, groupes électrogènes, groupes hydrauliques, installations de compression ou de détente fonctionnement à des pressions différentes de la pression atmosphérique, - l'emploi ou la destruction de munitions ou d'explosifs, - l'utilisation de pistolets de scellement, - le broyage, le concassage, le criblage, le sciage et l'usinage de pierres et de produits minéraux, - les procédés industriels de séchage de matière organique par ventilation, - l'abattage et le tronçonnage des arbres, - l'emploi des machines à bois en atelier, - l'utilisation d'engins de chantier : bouteurs, décapeurs, chargeuses, moutons, chariots de manutention tous terrains, pelles mécaniques, - le broyage, l'injection et l'usinage des matières plastiques et du caoutchouc, - le travail sur les rotatives dans l'industrie graphique, - la fabrication et le conditionnement mécanisé du papier et du carton, - l'emploi de matériel vibrant pour l'élaboration de produits en béton, - les essais et la réparation en milieu industriel des appareils de sonorisation, - les travaux effectués sur les pistes d'aéroports.

Annexes

Zone La Date	Administration (Extérieur)	Zone Utilities unité 090	Zone Utilities unité 091			Zone de stockage 051			Zone Utilities unité 089			Zone Utilities unité 083			Zone Utilities Unité 084	Zone Utilities unité 086	Unité 085			Unité 087
			F.V à 50m	F.V à 10m	F.V à 3m	50m au C	10m au C	03m au C	50m	10m	3m	F.V à 50 m	F.V à 10 m	F.V à 03 m			F.V à 50m	F.V à 10m	F.V à 3m	
21/05/18	75	85	89	97	105	79	82	89	84	92	101	93	98	102	101	99	101	104	110	79
22/05/18	74	84	88	98	105	80	85	92	84	91	99	94	98	101	98	97	98	106	113	81
23/05/18	74	86	88	100	106	78	84	91	86	93	102	96	100	107	90	92	94	104	112	78
24/05/18	71	83	86	95	100	75	83	88	82	87	96	92	97	102	97	96	99	101	109	76
27/05/18	74	87	91	101	106	77	86	90	83	89	98	95	101	106	99	97	99	109	114	83
28/05/18	72	82	89	96	103	76	87	91	85	92	100	96	102	108	98	97	100	107	113	82
29/05/18	75	89	92	99	105	79	89	92	83	90	99	97	103	108	94	95	98	102	110	79
30/05/18	74	84	90	101	105	80	88	90	83	91	102	93	99	105	98	100	102	105	111	78
31/05/18	73	81	88	98	103	75	83	86	82	88	97	92	98	103	92	94	100	104	109	75
03/06/18	74	82	87	96	102	78	84	87	84	92	101	93	97	102	100	99	101	104	108	77
04/06/18	74	88	90	97	104	79	87	90	85	94	103	95	100	105	102	101	104	101	106	80
05/06/18	72	83	90	102	105	81	86	89	83	90	98	96	103	107	96	95	98	100	108	77

Tableau 01 : Les valeurs des niveaux de bruit (Services utilisés et installations hors site) « SOREFERT »

Du 21/05/2018 au 05/06/2018

Annexes

Zone La Date	Adm (Ext)	Zone Utilities unité 090	Zone Utilities unité 091			Zone de stockage 051			Zone Utilities unité 089			Zone Utilities unité 083			Zone Utilit ies Unit é 084	Zone Utilit ies unité 086	Unité 085			Unité 087
			F.V à 50m	F.V à 10m	F.V à 3m	50m au C	10m au C	03m au C	50 m	10m	3m	F.V à 50m	F.V à 10m	F.V à 03m			F.V à 50m	F.V à 10m	F.V à 3m	
21/05/18	75.2	82	88.2	94.3	99.7	78.2	83.1	89.3	83.4	89.2	98.3	91.2	97.4	102.4	90.6	98.5	99.7	103.9	108.2	78.2
22/05/18	75	83.6	84.7	92.8	102.0	74.9	83.3	89.5	84 .2	90.2	99.3	90.5	96.7	101.5	92.5	96.9	99.6	104.2	107.1	79.2
23/05/18	74.8	84.3	80.5	98.2	104	76.5	84.2	88.4	84.5	89.1	98.4	94.2	98.7	101.3	94.4	94.4	102.1	103.7	106.9	80.4
24/05/18	73	82.0	83.6	100.3	104.3	75.3	85.1	89.2	83.3	88.7	99.9	92.5	98.9	101.7	93.6	99.3	101.5	103.9	108.3	79.5
27/05/18	74.3	82.1	86.1	95.4	104.2	75.8	86.5	87.6	82.5	87.3	96.3	91.0	94.8	93.7	91.9	95.8	96.0	104.3	109.2	83.5
28/05/18	75	83.8	91.9	101.3	104.4	77.7	84.8	90.8	85.9	90.7	100. 1	95.1	99.0	98.7	94.1	98.1	104.2	103.9	109.1	81.4
29/05/18	72.7	85.2	87.0	96.2	106.1	76.3	85.7	91.9	85.0	92.4	97.8	90.5	96.8	102.6	92.0	97.4	102.6	104	113.2	80.5
30/05/18	73.4	82.5	88.5	94.7	105.7	75.8	83.8	88.8	83.5	87.8	98.4	89.4	97.2	98.4	87.9	92.5	98.5	102.2	110.6	78.4
31/05/18	75.1	83.2	90.3	93.2	102.3	74.5	86.5	89.3	84.3	92.6	102	93.6	98.5	94.7	88.4	93.6	102	105.1	110.8	78.5
03/06/18	73.4	84.3	89.1	97.1	103.6	75.9	82.7	88.6	81.4	90.5	97.6	92.6	98.7	104.5	89.9	94.7	100	104.2	109.1	75.2
04/06/18	74.2	85.1	89.2	99.5	102.4	76.5	85.4	87.9	82.9	91.6	98.4	93.5	98.2	100.9	94.2	95.3	101.3	103.3	110.9	76.1
05/06/18	75.1	84.7	83.8	98.7	104.5	76.3	84.6	88.4	84.2	90.8	99.5	94.3	97.9	99.4	88.7	94.6	102.1	103.1	109.8	75.8

Tableau 02 : Les valeurs des niveaux de bruit (Services utilisés et installations hors site) « SOREFERT »

Du 05/06/2018 au 20/06/2018

Annexes

Unité La Date	Unité 000	Unité 101	Unité 102	Unité 103	Unité 104	Unité 105	Unité 106	Unité 107	Unité 108	Unité 109	Unité 110	Unité 111	Unité 180	Unité 182
21/05/18	85	94	99	102	103	104	103	102	108	102	105	107	103	102
22/05/18	84	97	102	102	104	103	105	105	106	103	106	106	106	104
23/05/18	85	96	101	101	102	104	106	103	108	104	107	104	104	106
24/05/18	83	89	99	100	101	102	103	104	107	105	108	102	102	107
27/05/18	92	101	105	107	106	107	105	107	106	108	109	108	105	103
28/05/18	84	93	103	105	104	105	106	108	108	109	108	107	103	104
29/05/18	84	97	104	104	105	104	104	105	108	107	108	105	104	102
30/05/18	83	95	100	103	103	103	104	102	106	103	101	107	106	101
31/05/18	91	95	98	99	101	101	103	104	104	108	104	109	104	100
03/06/18	86	97	105	105	107	106	105	106	105	108	106	102	108	103
04/06/18	81	92	103	105	108	106	106	109	108	106	108	104	104	105
05/06/18	81	93	104	106	107	109	108	107	106	108	105	103	102	102

Tableau 03 : Les valeurs des niveaux de bruit (Unité de production d'ammoniac « AMONIA 1 ») « SOREFERT »

Du 21/05/2018 au 05/06/2018

Annexes

Unité La Date	Unité 000	Unité 101	Unité 102	Unité 103	Unité 104	Unité 105	Unité 106	Unité 107	Unité 108	Unité 109	Unité 110	Unité 111	Unité 180	Unité 182
21/05/18	85.8	94.7	97.3	99.3	84.5	87.3	97.3	103.4	103.7	101.1	94.3	94.2	79.9	80.3
22/05/18	85.4	95.2	96.5	98.4	90.8	88.7	96.5	103.2	102.5	102.0	93.9	96.9	80.7	77.4
23/05/18	84.1	90.9	95.2	98.6	91.7	88.9	95.2	103.4	106.7	101.4	95.9	84.7	83.2	79.4
24/05/18	85.5	92.5	95.7	97.5	91.7	89.2	95.7	103.5	103.4	101.7	89.6	96.2	82.4	78.5
27/05/18	83.0	94.3	95.3	98.4	90.3	87.7	95.3	102.7	100.7	101.4	93.7	95.7	89.1	77.9
28/05/18	92.6	94.7	96.2	99.2	85.6	86.9	96.2	103.4	101.7	101.8	92.7	89.1	80.1	79.4
29/05/18	84.2	95.2	97.3	98.4	90.7	87.9	97.3	103.6	103.2	102.1	90.7	94.3	90.5	84.6
30/05/18	84.4	95.3	98.2	99.5	91.5	89.0	98.2	102.8	102.3	100.9	93.4	93.2	89.9	77.6
31/05/18	83.7	94.8	96.5	98.7	92.4	88.6	96.5	102.7	102.5	101.5	87.7	94.5	83.7	80.3
03/06/18	91.4	95.7	98.3	99.4	90.8	87.6	98.3	103.2	100.6	101.8	90.3	88.9	83.5	78.3
04/06/18	86.3	93.7	95.2	99.2	91.7	90.3	95.2	103.6	103.7	100.7	92.8	91.7	81.7	81.5
05/06/18	81.8	95.3	97.3	98.5	90.7	86.8	97.3	102.9	99.4	101.8	94.7	90.9	83.2	83.2

Tableau 04 : Les valeurs des niveaux de bruit (Unité de production d'ammoniac « AMONIA 1 ») « SOREFERT »

Du 05/06/2018 au 20/06/2018

Annexes

Unité La Date	Unité 000	Unité 201	Unité 202	Unité 203	Unité 204	Unité 205	Unité 206	Unité 207	Unité 208	Unité 209	Unité 210	Unité 211	Unité 280	Unité 282
21/05/18	87	89	92	92	84	91	91	93	94	97	92	93	92	94
22/05/18	86	91	89	89	83	93	93	96	93	93	91	94	90	93
23/05/18	85	90	90	92	85	90	92	94	93	94	93	95	92	92
24/05/18	90	88	91	90	86	94	94	94	92	91	91	92	93	89
27/05/18	91	93	93	92	83	93	93	97	95	92	92	93	91	90
28/05/18	92	92	91	90	84	95	94	93	94	93	91	94	94	94
29/05/18	88	90	93	94	85	96	89	91	94	94	93	95	93	92
30/05/18	84	91	89	91	85	92	90	93	92	92	94	92	90	91
31/05/18	87	89	93	92	84	93	91	95	96	90	93	94	92	93
03/06/18	86	93	91	93	86	94	94	94	96	91	93	95	94	90
04/06/18	92	93	90	91	87	92	95	97	94	94	90	93	94	91
05/06/18	91	91	93	92	85	93	93	91	93	95	92	92	90	90

Tableau 05 : Les valeurs des niveaux de bruit (Unité de production d'ammoniac « AMONIA 2 ») « SOREFERT »

Du 21/05/2018 au 05/06/2018

Annexes

Unité La Date	Unité 000	Unité 201	Unité 202	Unité 203	Unité 204	Unité 205	Unité 206	Unité 207	Unité 208	Unité 209	Unité 210	Unité 211	Unité 280	Unité 282
21/05/18	87.6	90.3	91.4	97.2	93.6	87.3	88.4	91.2	101.1	93.1	94.3	84.2	69.5	75.3
22/05/18	86.5	89.9	91.7	96.8	94.2	88.4	89.2	91.2	98.4	94.1	93.9	84.9	70.3	75.0
23/05/18	85.0	90.4	90.9	95.9	93.7	89.2	88.5	91.4	99.2	93.4	94.3	83.9	73.2	75.1
24/05/18	90.3	90.3	92.0	96.9	93.4	87.5	88.5	91.5	99.7	95.5	95.2	84.2	72.9	76.1
27/05/18	91.7	90.4	91.5	97.2	92.6	87.7	89.1	92.1	100.0	90.2	93.7	80.7	74.3	77.2
28/05/18	92.2	90.3	92.2	96.5	93.6	86.9	89.2	92.3	101.3	91.5	94.4	80.7	79.1	75.2
29/05/18	88.8	90.4	90.6	95.9	93.7	87.4	90.1	91.5	101.4	93.3	95.1	85.1	80.4	77.1
30/05/18	84.3	91.2	91.3	96.4	93.6	88.5	89.5	92.1	100.5	93.7	94.8	85.5	75.4	76.8
31/05/18	87.4	90.3	91.4	96.7	93.6	88.5	88.7	91.7	99.7	95.4	95.6	84.6	75.2	77.2
03/06/18	86.9	90.5	90.8	95.8	93.5	87.8	89.2	91.8	100.4	94.8	93.8	83.8	73.8	75.2
04/06/18	92.4	90.3	92.1	96.3	93.7	88.7	87.9	92.5	100.3	95.1	94.7	84.3	74.8	76.4
05/06/18	91.8	90.4	91.2	96.5	94.1	86.9	88.4	92.4	99.4	93.7	95.2	84.6	73.5	77.1

Tableau 06 : Les valeurs des niveaux de bruit (Unité de production d'ammoniac « AMONIA 2 ») « SOREFERT »

Du 05/06/2018 au 20/06/2018

Annexes

Unité La Date	Unité 020	Unité 21	Unité 22	Unité 23	Unité 24	Unité 27	Unité 28	Unité 29	Unité 070	Unité 072	Unité 073
21/05/18	83	86	85	89	89	87	86	88	81	67	80
22/05/18	82	85	86	88	90	88	85	86	79	68	79
23/05/18	81	86	87	87	86	88	85	84	82	69	83
24/05/18	84	87	84	86	85	83	84	87	78	68	73
27/05/18	85	86	86	89	89	84	85	82	79	71	83
28/05/18	86	87	87	87	88	86	84	86	80	70	74
29/05/18	84	86	85	86	87	87	86	84	79	76	82
30/05/18	81	85	84	86	86	85	84	82	77	75	79
31/05/18	83	84	83	84	84	84	82	83	78	74	82
03/06/18	84	85	88	87	85	87	85	87	74	75	84
04/06/18	86	87	86	88	86	89	86	85	80	67	78
05/06/18	80	86	87	89	87	87	84	84	72	68	77

Tableau 07 : Les valeurs des niveaux de bruit (Unité de production d'urée) « SOREFERT »

Du 21/05/2018 au 05/06/2018

Annexes

Unité La Date	Unité 020	Unité 21	Unité 22	Unité 23	Unité 24	Unité 27	Unité 28	Unité 29	Unité 070	Unité 072	Unité 073
21/05/18	77.8	87.2	97.3	83.4	99.4	79.2	72.5	92.4	77.8	87.2	97.3
22/05/18	78.2	87.7	97.2	82.5	101.2	78.9	76.1	93.1	78.2	87.7	97.2
23/05/18	78.4	88.2	96.9	89.2	100.9	78.3	74.2	94.3	78.4	88.2	96.9
24/05/18	78.1	88.4	97.4	86.7	101.3	79.5	75.3	92.4	78.1	88.4	97.4
27/05/18	77.6	87.5	95.9	84.9	101	79.3	76.2	90.7	77.6	87.5	95.9
28/05/18	75..9	85.9	97.4	83.5	100.8	79.3	76.2	92.6	75..9	85.9	97.4
29/05/18	77.9	79.7	96.8	82.9	98.9	80.5	78.4	91.3	77.9	79.7	96.8
30/05/18	76.5	87.7	97.7	83.9	100.9	79.4	77.5	93.4	76.5	87.7	97.7
31/05/18	78.6	86.6	96.8	84.8	100.7	78.4	78.3	93.3	78.6	86.6	96.8
03/06/18	77.9	87.7	95.8	84.7	99.8	79.0	76.9	94.1	77.9	87.7	95.8
04/06/18	77.9	84.8	97.4	84.8	100.0	78.9	77.3	93.7	77.9	84.8	97.4
05/06/18	77.4	79.8	97.3	84.8	100.4	80.1	75.9	94.2	77.4	79.8	97.3

Tableau 08 : Les valeurs des niveaux de bruit (Unité de production d'urée) « SOREFERT »

Du 05/06/2018 au 20/06/2018