



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 و الأمن الصناعي
Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle

Département de Sécurité industrielle et environnement

MÉMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Hygiène sécurité industrielle

Spécialité : Prévention et intervention

Thème

**Les risques liés aux vibrations mécaniques sur
la santé des travailleurs**

Présenté et soutenu publiquement par :

TAHRI Omar

KHENDEK Kada

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade	Etablissement	Qualité
ARBI Maachia	MCB	Université d'Oran2 /IMSI	Président
Aouimer Yamina	MAA	Université d'Oran2 /IMSI	Encadreur
Serat Zahira	MCB	Université d'Oran2 /IMSI	Examineur

Année 2021/2022

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier premièrement Dieu tous puissant pour la volonté, la santé et la patience, qu'il nous a donné durant toutes ces longues années.

Nous tenons également à exprimer notre vif remerciement à notre encadreur AOUIMER Yamina, pour avoir d'abord proposé ce thème et suivi le déroulement de ce mémoire et pour la confiance et l'intérêt qu'ils nous ont accordé tout au long de la réalisation de ce travail.

Nous tenons à citer dans ces remerciements les membres du jury qui ont bien voulu examiner et juger notre travail.

Nous remercions tous nos professeurs de l'IMSI qui ont contribué à notre formation.

Merci enfin à tous ceux qui, de près ou de loin, nous ont aidé et donc ont contribué au succès de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce travail:

À ALLAH le tout-puissant à qui je dois tout

À mes chers parents, pour tout leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études.

À mes chères frères pour leur encouragements permanents et leur soutien moral.

À toute ma famille et mes amis pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire.

À tous mes professeurs : Leur générosité et leur soutien m'oblige de leur témoigner mon profond respect et ma loyale considération.

À mon binôme

OMAR Tahri

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :
Aux êtres qui me sont les plus chers ma mère et mon
père.
Que Dieu préserve bonne santé et longue vie.
Qui ont tous fait pour m'encourager durant les années
de mes études
A mes Grands Parents que Dieu les protège et à toute
ma famille
A mes chers frères et mes chères sœurs
A mes chers amis
Ainsi que la promotion Master Spi sans oublier tous
Mes enseignants durant tout mon cursus
Merci à tous.

Khendek kada

SOMMAIRE

Résumé.....	<i>i</i>
Liste des figures.....	<i>ii</i>
Liste des tableaux.....	<i>iv</i>
Liste des graphes.....	<i>v</i>
Liste des abréviations.....	<i>vi</i>
Glossaire	<i>vii</i>
Introduction générale.....	<i>x</i>

Chapitre I : Généralités sur les risques industriels

I.1.Introduction.....	1
I.2. Histoire du concept « risque »	1
I.3. Définitions	2
I.3.1.Des visions disciplinaires et complémentaires du concept «risque».....	2
I.3.1.1 Définitions générales.....	2
I.3.1.2. La définition du concept «risque» en géographie.....	3
I.3.1.3. La définition du concept «risque» en science de l'environnement.....	3
I.3.1.4. La définition du concept «risque» en santé et sécurité humaine.....	3
I.3.1.5. La définition du concept «risque» en sécurité industrielle.....	3
I.3.1.6. Synthèse et définition du concept «risque».....	4
I.4. Composants du concept «risque».....	5
I.5. Danger, risque, accident : des notions communes.....	6
I.5.1. L'aléa.....	8
I.5.2 L'enjeu ou élément exposé.....	8
I.5.3. Vulnérabilité des éléments exposés.....	8
I.5.4. Exposition à un aléa authenticité.....	9
I.6. Concepts associés au risque.....	9
I.7. Risque majeur ou haut risque.....	9
I.8. L'accident majeur.....	12
I.8.1. Accidents technologiques majeurs.....	12

I.9. La Catastrophe	13
I.9.1. Catastrophes naturelles dans le monde.....	13
I.10 Classification des risques.....	14
I.11.Dimensions du risque.....	18
I.12. La réduction du risque : une équation compliquée.....	19
I.12.1. L'équation de la réduction du risque.....	19
I.12.2. La gestion des risques.....	20
I.12.3. La prévention des risques.....	21
I.12.4. Politique internationale de gestion des risques.....	23
I.13. La nécessité d'étudier les risques en milieu urbain.....	24
I.14. Risques Industriels Majeurs.....	24
I.15. Les risques industriels : Quel modèle de risque ?.....	30
I.15.1. Risques professionnels.....	30
I.15.2. Risques industriels majeurs.....	31
I.15.3. Définitions.....	33
I.15.3. Générateurs du risque industriel.....	33
I.15.4. Principaux phénomènes redoutés.....	33
I.15.4.1. Le B.L.E.V.E. : "Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion".....	33
I.15.4.2. Boil over.....	34
I.15.4.3. L'U.V.C.E. : "Unconfined Vapor Cloud Explosion".....	34
I.15.4.4. L'incendie d'un stock de produits.....	34
I.15.4.5. L'émission et la diffusion de produits toxiques.....	34
I.15.5. Causes et effets des risques industriels.....	35
I.15.5.1. Causes des risques industriels.....	35
I.15.6. Effets des risques industriels.....	36
I.16. Urbanisation et risques industriels majeurs.....	37
I.16.1. Contexte général.....	37
I.16.2. Proximité de la ville et des sites industriels : quel danger ?.....	38
I.16.3. Accidents majeurs en milieu urbain : Répercussions et enseignements.....	40
I.17. Prise de conscience des risques industriels en milieu urbain : La Prévention.....	43

I.17.1. La prévention des risques industriels.....	43
I.17.2. Politique internationale de prévention des risques.....	43
I.17.3. Politique de prévention des risques : cas de France.....	46
I.18. Conclusion.....	51
Bibliographie.....	53

Chapitre II : Evaluation du risque vibratoire

II.1. Introduction	56
II.2. Les risques liés à l'utilisation d'outils et d'engins émettant des vibrations.....	57
II.3. Vibrations mécaniques : définition et description d'un risque omniprésent dans le BTP.....	57
II.3.1. Différentes mesures des vibrations.....	58
II.3.2. L'exposition aux vibrations des machines, outils et engins de chantier.....	58
II.3.3. Exposition prolongée aux vibrations et outils inadaptés.....	58
II.3.4. L'utilisation d'outils défaillants.....	60
II.3.5. Les troubles musculo-squelettiques liés aux vibrations mécaniques.....	61
II.3.6. Cas particulier de la conduite prolongée (véhicules et engins de chantier).....	65
II.4. Exposition professionnelle aux vibrations mécaniques.....	66
II.5. Maladie professionnelle liée aux vibrations.....	67
II.6. Méthodes et outils de diagnostic ou d'évaluation.....	67
II.7. Démarche de prévention.....	68
II.7.1. Actions techniques.....	68
II.7.2. Actions organisationnelles.....	69
II.7.3. Actions médicale.....	69
II.8. Moyens de prévention.....	70
II.9. Moyens organisationnels.....	75

II.9.1. Organisation du travail.....	75
II.9.2. Entretien des équipements	75
II.9.3. Moyens techniques.....	75
II.10. Equipements de Protection Individuelle (EPI) :	76
II.11. Réglementation.....	76
II.12. Un marteau-burineur qui atténue les vibrations lors de travaux de démolition.....	77
II.12.1.Caractéristiques du marteau-burineur.....	77
II.13. Compacter le sol dans des lieux très accidentés.....	78
II.14. Une plaque vibrante sur pelle.....	79
II.14.1. Caractéristiques de la plaque de compactage.....	79
II.14.2. Compacter les tranchées efficacement avec une roue de compactage vibrante.....	79
II.14.3. Compacter en sécurité.....	80
II.14.4. Caractéristiques de la roue de compactage.....	80
II.14.5. Les mesures de prévention pour la mise en œuvre de palplanches.....	80
II.15. Les mesures de prévention pour la manutention et le levage des palplanches.....	83
II.15.1. Stockage.....	83
II.15.2.Dispositifs de préhension, accessoires de levage.....	83
II.15.3.Choix de l'appareil de manutention.....	83
II.15.3.1.Engins de levage.....	83
II.15.3.2.Manutention lors de la mise en fiche.....	84
II.15.4.Sécuriser l'opération de mise en fiche-enclenchement.....	84
II.15.4.1.Le guidage des palplanches	84
II.15.4.2. Mode d'assemblage	84
II.15.4.3.Prévenir le basculement.....	84
II.15.4.5.L'accès à la plate-forme.....	84

II.15.4.6. L'enclenchement de la palplanche	85
II.16.Vérification du matériel.....	85
II.16.1.Stockage du matériel.....	86
II.17.Protection du bruit : une obligation pour l'employeur.....	86
II.17.1.Valeurs limites d'exposition au bruit et port de protecteurs individuels.....	86
II.17.2.Règles de sécurité pour le recépage des palplanches.....	87
II.17.3 .Recycler le béton pour réduire les impacts humains et environnementaux.....	88
II.17.4..Impact en prévention.....	89
II.17.5 .Une ponceuse orbitale légère et compacte.....	89
II.17.5.1.Caractéristiques de la ponceuse orbitale.....	90
II.18.Bruits au travail	91
II.18.1.Principales sources de bruit en milieu professionnel.....	91
II.18.2.Les causes du bruit sur les lieux de travail.....	93
II.18.3.Le fonctionnement des outils de travail bruyants.....	94
II.18.4.La proximité d'un aéroport ou d'une voie ferrée.....	94
II.18.5.Les réglementations auxquelles les employeurs doivent se conformer.....	94
II.18.6.Le sonomètre : l'appareil favori pour une mesure du bruit au travail.....	96
II.18.7.L'audiotosimètre : un autre appareil pertinent pour la mesure du bruit.....	96
II.18.8.Pourquoi l'exposition au bruit coûte-t-elle si cher à la société ?.....	97
II.18.9. Les effets sur la santé du bruit au travail.....	98
II.18.9.1. Comment se rendre compte si la soumission au bruit est trop importante ?	99
II.18.9.2. Les nuisances liées au bruit dans un espace ouvert au bureau.....	99
II.18.9.3. Comment les entreprises doivent-elles gérer le problème du bruit au travail ?	99
II.18.9.4. La surdité professionnelle et autres effets sur la santé.....	99
II.18.9.5. Ce qu'en dit le Code du travail.....	100

II.18.9.6. Mesures à prendre pour la prévention de la nuisance sonore.....	100
II.18.9.6.1. La prévention légale et normative	101
II.19. Conclusion.....	104
Bibliographie	105

Chapitre III : Etude en milieu industriel

III.1. Introduction.....	109
III.2. Méthodologie utilisées.....	110
III.3. Au niveau de l'Etat d'Oran.....	112
III.3.1. Les chiffre de la sinistralité	112
III.4. Procédures de l'agence.....	115
III.5. Conclusion.....	117
Bibliographie.....	118
Conclusion générale.....	119

Résumé :

Dans cet humble ouvrage, nous essayons de présenter l'un des risques négligés qui menacent la vie du travailleur à long terme, qui est le danger des vibrations mécaniques pour la santé des travailleurs, en fournissant un contenu complet de ce qui résulte de ce danger. et comment il peut être réduit en fournissant des preuves et des exemples de la réalité et des études qui le confirment.

Abstract:

In this modest work, we try to present one of the neglected risks that threaten the life of the worker in the long run, which is the danger of mechanical vibrations to the health of workers, by providing a complete content of what results from this danger. And how it can be reduced by providing evidence and examples of reality and studies that confirm it.

LISTE DES FIGURES

Figure I.1	Équation et définition du risque.....	06
Figure I.2	Les bacs de stockage	08
Figure I.3	Risque transport de matières dangereuses-explosion d'un camion-citerne.....	13
Figure I.4	Classification des risques selon la loi 04-20 (Algérie).....	18
Figure I.5	Classification des risques urbains selon leur nature.....	19
Figure I.6	La dynamique de la maîtrise des risques d'après Wybo.....	22
Figure I.7	Action de prévention et de protection.....	23
Figure I.8	Processus de gestion des risques.....	25
Figure I.9	Différents zones d'effets d'intensité	29
Figure I.10	Typologie des risques industriels.	33
Figure I.11	Le risque industrie	34
Figure I.12	Principales causes des accidents industriels	37
Figure I.13	Conséquences et effets des accidents industriel.....	38
Figure I.14	Quartier résidentiel avoisinant un établissement industriel classé Seveso seuil haut.....	39
Figure II.1	Compacteur monobille.....	60
Figure II.2	Fréquence de vibration du véhicules.....	74
Figure II.3	Exemple deferent machine vibratoire	75
Figure II.4	Vibrations des outils et machine-outils	76
Figure II.5	Vibrations des engins et véhicules	77
Figure II.6	Un marteau - burineur	80
Figure II.7	Compacteur de sol.....	81
Figure II.8	Compacteur des tranches	82
Figure II.9	La mise en oeuvre de palpanches	84
Figure II.10	Recycler le béton... ..	91

Figure II.11	Une ponceuse orbitale	93
Figure II.12	Un ouvrier souffre de maux de tête à cause du bruit.....	94
Figure II.13	Le sonomètre.....	99
Figure III.1	L'Usine d'ORSIM.....	110
Figure III.2	Le pourcentage entre les travailleurs masculins et féminins.....	111
Figure III.6	Usine Tubex.....	115

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I.1.	Terminologie utilisée en prévention des risques.....	09
Tableau I.2.	Principaux accidents technologiques majeurs dans le monde.....	15
Tableau I.3.	Quelques catastrophes naturelles célèbres.....	16
Tableau I.4.	Echelle de probabilité d'occurrence d'un accident.....	28
Tableau I.5.	Seuils d'effet d'intensité.....	29
Tableau I.6.	L'échelle de gravité de conséquence.....	30
Tableau I.7	Principaux accidents industriels majeurs.....	44
Tableau II.1.	Pathologie du dos	67
Tableau II.2.	Les maladies professionnelles	68
Tableau III.3.	Niveaux sonores et de sensations auditives selon les lieux (poste) du travail	95
Tableau III.1.	Répartition des enquêtes selon le sexe.....	111
Tableau III.2.	Travailleurs exposées aux accédents	114

LISTE DES GRAPHES

Graphe I.1.	Evaluation des risques selon Beck Ulrich.....	04
Graphe I.2.	La courbe de Farmer	17
Graphe I.3.	Nombre des accidents industriels par an entre 1900 et 2005.....	40
Graphe III.1.	Le nombre de cas infectés entre 2005- 2011.....	114

LISTE DES ABREVIATIONS

ANAT	Agence Nationale d'Aménagement du Territoire
ACL	Agglomération Chef Lieu
AS	Agglomération Secondaire
BLEVE	Boiling Liquid Expanding Vapor
CADAT	Caisse Algérienne de Développement et d'Aménagement du Territoire
CNES	Conseil National Economique et Social
CL	Concentration létale
CLIC	Comite Local d'Information et de Concertation
DDRM	Dossier Départemental des Risques Majeurs
DGPC	Direction Générale de la Protection Civile
DPAT	Direction de la Planification et de l'Aménagement du Teritoire
DRIRE	Direction Régionale de l'Industrie et de la Recherche
ENGZIK	Entreprise de Gestion de la Zone Industrielle de Skikda
ENIP	Entreprise Nationale des Industries Pétrochimiques
ERP	Etablissement Recevant Public
GL /1K	Gaz Naturel Liquéfié (Skikda)
MATE	Ministère d'Aménagement du Territoire et de l'Environnement
MEEDD	Ministère de l'Ecologie, de l'Energie et du Développement Durable
INERIS	Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques
PPRT	Plan de Prévention des Risques Technologique
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ICPE	Installation Classée Pour l'Environnement
ONM	Office National de la Météorologie
ORSEC	Organisation des Secours
PDAU	Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme
POI	Plan d'Organisation Interne
PPI	Plan Particulier d'Intervention
POS	Plan d'Occupation du Sol
RA/1K	Raffinerie du pétrole (Skikda)
RGPH	Recensement Générale de la Population et de L'Habitat
SIG	Système d'Informations Géographiques
SELS	Seuil des effets létaux significatifs

SRAT Schéma Régional d'Aménagement du Territoire
SNAT Schéma National d'Aménagement du Territoire

GLOSSAIRE

Accident majeur : un événement tel qu'une émission, un incendie ou une explosion d'importance majeure résultant de développements incontrôlés survenus au cours de l'exploitation, entraînant des conséquences graves, immédiates ou différées.

Aléa : phénomène destructeur observé indépendant de l'enjeu exposé, il est caractérisé par une probabilité d'occurrence.

B.L.E.V.E. : "*Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion*" signifie l'explosion de gaz en expansion provenant d'un liquide en ébullition.

Boil over : Boule de feu accompagnée de projection de liquide enflammé.

Danger : situation susceptible d'altérer gravement l'intégrité physique d'une personne, c'est la cause capable de provoquer une lésion ou une atteinte à la santé.

Effets redoutés : dans le cadre de l'aléa industriel ,les effets redoutés sont de trois types :thermique,toxique ,de surpression.

Éléments exposés ou enjeux :ensemble des elements soumis à un danger .Il s'agit de la population,des batiùments et des autres infrastructures humaines (réseaux de communication,de transport...),des activités humaines(économique ,de loisirs,de service...)et du patrimoine culturel et environnemental(monuments ,paysges,biodiversité...)

Enveloppe : extension spatiale des effets redoutés d'un accident industriel potentiel.

Étude de danger : Étude de dangers : C'est un outil de démonstration de maîtrise des risques par l'exploitant, elle constitue le premier maillon réglementaire d'une chaîne de mesures destinées à protéger les riverains et l'environnement. (www.DRIRE.gouf.fr).

Gravité des conséquences : la combinaison de l'intensité d'effets et de la vulnérabilité

des éléments exposés.

Installations classées : désignent les lieux et les activités qui présentent des inconvénients ou des dangers potentiels pour le voisinage ou l'environnement

Perception : ensemble des mécanismes et des processus par lesquels l'organisme prend connaissance du monde et de son environnement sur la base des informations élaborées par ses sens [Cauvin,1984]

Probabilité d'occurrence : la fréquence à laquelle un incident peut se produire durant la durée de vie d'une installation.

Point source : réservoir, cuve, fût qui contient les substances dangereuses et qui sera le point de départ d'un accident industriel.

PPRT : est un document élaboré par l'Etat qui doit permettre de faciliter la maîtrise de l'urbanisation autour des sites industriels à hauts risques .

Plan d'Opération Interne (POI) : est un outil opérationnel d'aide à la décision utilisable à l'intérieur de l'installation et par les Secours Extérieurs lors de la survenance d'un accident.

Représentation cognitive : résultat d'une perception, mais également des croyances d'informations indirectes, différées, inconscientes.

Risque : combinaison d'un aléa et d'une vulnérabilité.

Risque majeur : risque caractérisé par une faible occurrence et une gravité importante, engendrant un nombre élevé de victimes et de nombreux dommages matériels et environnementaux.

Risque industriel majeur : la possibilité de la production d'un événement accidentel sur un site industriel entraînant des conséquences immédiates graves pour le personnel, les populations avoisinantes, les biens ou l'environnement.

Scénarios : Enchaînement d'événements conduisant d'un événement initiateur à un accident (majeur), décrit par l'étude de danger.

Site industriel : ou zone industrielle est une zone géographique prévue pour un usage industriel qui regroupe un ou plusieurs établissements industriels.

Vulnérabilité : la sensibilité plus ou moins forte d'un enjeu à un aléa donné. Elle exprime le niveau de conséquences prévisibles d'un événement sur les enjeux, des préjudices humains aux dommages matériels [GARNIER C, 2010].

Introduction générale

Le mot « risque » n'est plus aujourd'hui uniquement associé à des catastrophes naturelles ou à des risques personnels mais à des situations globales de menace résultant de l'activité humaine. Le risque est au cœur de la vie de notre société et de son organisation : il en est devenu un thème de réflexion majeur.

Spécialiste du thème, François Ewald a qualifié le risque de « *mot-valise qui sert à désigner tout type d'événement, individuel ou collectif, mineur ou catastrophique* ». Selon lui, le risque s'annonce comme la forme moderne de l'événement, la manière dans nos sociétés, dont nous réfléchissons sur ce qui fait problème.

Les sociétés contemporaines sont par conséquent des sociétés à haut risques dans lesquelles les risques sont situés dans un espace illimité, sans frontières, comme l'annoncent certains chercheurs en sciences sociales tels Ulrich Beck et Patrick Lagadec. Ainsi, le risque est d'autant plus élevé que la densité de population et les potentiels économiques exposés augmentent.

Le risque industriel, sujet d'actualité qui engendre un sentiment croissant d'insécurité et nourrit à lui de nombreuses réflexions, renvoie communément à la notion d'accident.

Les risques d'accidents, résultent de la présence des produits et/ou des procédés dangereux, sont quant à eux les plus redoutés, susceptibles de provoquer un accident entraînant des conséquences immédiates graves pour le personnel, et même au-delà des limites du site industriel, notamment sur les zones urbaines limitrophes. Ils peuvent être chroniques, résultant de différentes formes de pollutions, autrement dit des effets toxiques, susceptibles d'avoir un impact sur la santé des populations et sur l'environnement, telle que les émissions des métaux toxiques, dégagement des substances toxiques volatiles issue d'une décomposition chimique lors d'un incendie ou d'une réaction chimique. Ils peuvent être aussi accidentels, thermiques ou de surpressions, résultant d'un incendie ou d'une explosion peuvent être causés dans un établissement industriel.

A titre d'exemple, l'exposition d'un individu à un flux thermique de 5 kW/m² pendant une minute provoque la mort dans 1% des cas, un tel flux thermique pouvant être atteint à proximité d'un bâtiment en feu³. Parmi les victimes potentielles, seront par conséquent dénombrés non seulement les salariés de l'entreprise ou d'entreprises extérieures sous-

traitantes, mais également les personnes qui se trouvent à proximité des installations, soit en transit, soit résidant en permanence dans la zone exposée.

Depuis la fin des années soixante du 20^{ème} siècle, le nombre des accidents industriels majeurs n'apas cessé d'augmenter et la taille des problèmes a changé d'échelle. Lorsque de tels événements se produisent dans des zones habitées, dans des villes ou dans des sites stratégiques, ils se transforment certainement en catastrophes humaines, économiques et environnementales. Des accidents majeurs viennent nous rappeler que l'industrie pétrolière et gazière constitue une activité à haut risque et que le risque zéro n'existe pas. A titre d'illustration, on peut citer les catastrophes de Mexico le 19 novembre 1984 (*incendie dela raffinerie de la Pemex : 500 morts, 1200 disparus, 7000 blessés*), et de Bhopal le 3 décembre 1984 (*fuite d'isocyanate de méthyle : 2500 morts et 10 000 blessés*), *l'explosion* de l'usine AZF de Toulouse en 2001 qui a fait 30 morts et plus de 2000 blessés...etc. Ces catastrophes, par l'ampleur et la gravité des conséquences liées à la proximité et la densité de l'habitat, ont fait prendre conscience de l'acuité du problème.

L'Algérie comme les autres pays du monde, n'échappe pas à ce fléau, a vécu plusieurs expériences tragiques qui ont occasionné d'importantes pertes humaines et des dommages considérables à l'instar de l'explosion du complexe de liquéfaction de Skikda ,survenu le 19 janvier 2004, et d'autres qui ont marqué l'histoire récente de la sécurité industrielle dus à des sites industriels⁵ insérés à l'intérieur des zones urbaines.

Selon une étude réalisée en 2005 par le ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement (MATE), pas moins de 3876 installations industrielles à haut risque ont été recensées en Algérie, au milieu du tissu urbain

Il faut souligner que l'Algérie a privilégié au début des années 1970 l'investissement industriel de base, pour valoriser les matières premières nationales. Etant donné que la localisation de cette industrie lourde était dans les grandes villes du nord, les distorsions territoriales, déjà présentes au lendemain de l'indépendance, sont accentuées, et ont entraîné un déséquilibre régional et une urbanisation anarchique, marquées par la concentration de plus de 80% de la population dans la bande côtière et à proximité des zones industrielles.

L'évolution progressive de l'urbanisation autour des installations classées à haut risque devient un phénomène incontrôlable, aggravé, d'une part, par une politique urbaine male traitée ; le contexte institutionnel et sécuritaire durant les premières années de 1990, ont favorisé une urbanisation anarchique franchissant les sites industriels à haut risque. Et

d'une politique de prévention qui semble incapable de gérer un tel risque, d'autre part, exposant un grand nombre de populations et de leurs biens à plusieurs accidents majeurs.

I.1. Introduction

Le risque est au cœur de la vie de notre société et de son organisation, il constitue un thème de réflexion majeur, un objet d'étude complexe et pluridisciplinaire, c'est une notion qui se développe et se complexifie au cours du temps et qui demande des modes et des mesures de traitement bien déterminés.

Dans ce contexte, l'étude de ce concept, au cours de ce premier chapitre, sera une priorité intrinsèque, ce chapitre propose en premier lieu une présentation spécifique du concept risque de sa définition pluridisciplinaire, à travers de nombreuses disciplines, jusqu'à ses dimensions ; sociale, spéciale et légale. Ensuite, il aborde les différentes méthodes de traitement qui existe dans le monde en vue de la réduction de ses conséquences sur les personnes, les biens et l'environnement.

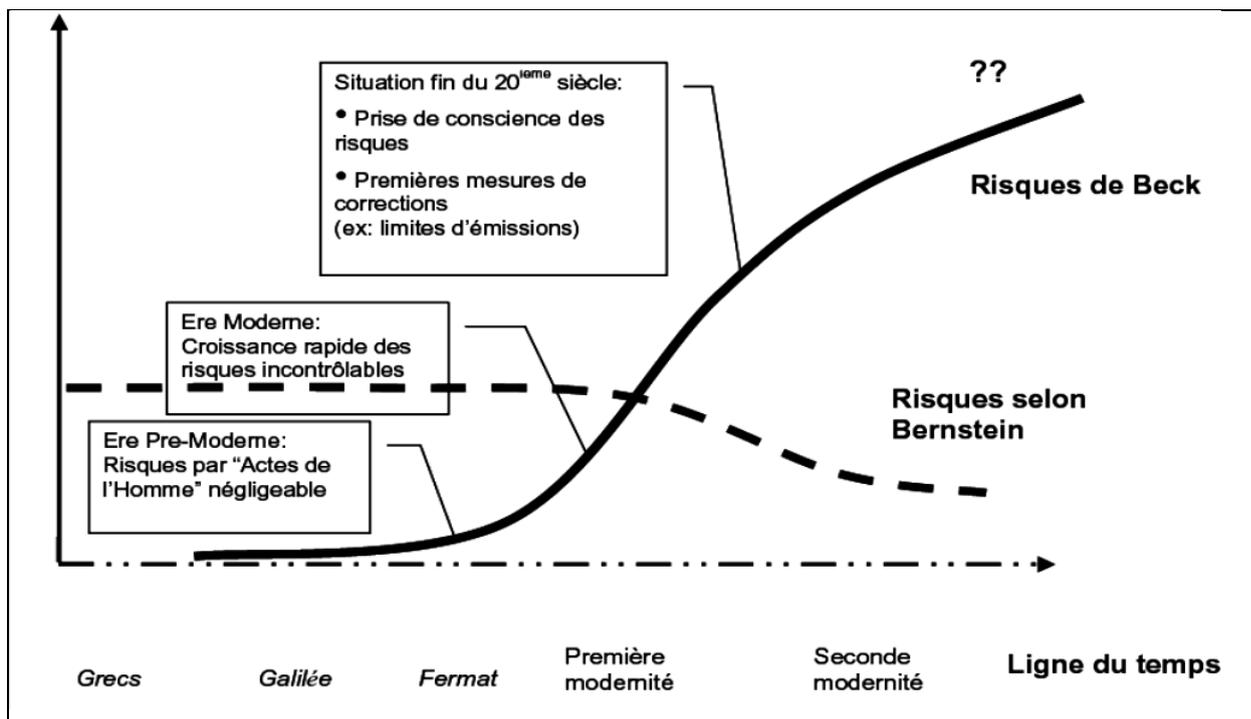
I.2. Histoire du concept « risque »

Le terme de « risque » est apparu bien plutôt dans la langue française, dès 1663, employait dans le domaine du commerce maritime. Auparavant, le risque tel que nous l'entendons aujourd'hui était remplacé par le terme « danger », apparu dans la langue française dès le 14^{ème} siècle [1]. Cette évolution de la terminologie du risque est liée à son appréhension et à sa perception par l'homme au cours de l'histoire. Comme le soulignent Fabiani et Theys, l'histoire du risque se décompose en trois périodes :

De l'antiquité à 1755, du milieu du 18^{ème} S au début du 20^{ème} S et de 1900 à nos jours.

De l'antiquité au milieu du 18^{ème} siècle, les hommes disposent peu de connaissances techniques et par conséquent, ils expliquaient les phénomènes catastrophiques (séismes, inondations, épidémies...) qu'ils subissent comme des colères et des châtements divins, en réponse à des péchés commis par les hommes sur terre. Durant la deuxième période (1755-début du 20^{ème} siècle), qui coïncide avec l'ère de la révolution industrielle d'où l'apparition des dangers a eu lieu, l'homme et la société sont devenus de plus en plus capable à intervenir pour limiter les catastrophes, ils cherchaient les causes des accidents et comprenaient les catastrophes et des mesures de préventions sont alors développées. La troisième période de l'histoire du risque, de 1900 à nos jours, est marquée par une diversification des menaces d'origine anthropique avec l'introduction de nouvelles énergies (pétrole, électricité), de nouvelles technologies et le développement des modes de transport. Pour y faire face à les éviter, les autorités nationales et internationales ont mis des mesures de prévention et multiplient les textes de loi règlementant les activités et l'aménagement urbain. Ainsi la perception des risques a évolué au cours de l'histoire, parallèlement à

l'évolution des connaissances.



Graphique I.1. Evaluation des risques selon Beck Ulrich.

Source : HUDON Marek, 2002

I.3. Définitions

1.3.1. Des visions disciplinaires et complémentaires du concept «risque»

Le risque fait l'objet de nombreux travaux de recherche dans des disciplines variées : géographie, écologie, sociologie... Chaque discipline possède sa propre vision du risque qui en résulte une multitude de définitions qui enrichissent la notion du risque par leur aspect complémentaire, les définitions qui ont été choisies sont ceux qui touchent notre thématique.

I.3.1.1 Définitions générales

Le risque est défini par le Petit Robert (Edition 1996) comme « un danger éventuel plus ou moins prévisible » : il s'agit de la première définition. Cette définition fait apparaître deux notions le « Danger » et sa « Probabilité », elle se ressemble ainsi la définition de Chalain :

« éventualité et probabilité d'un danger »

Dans la deuxième définition du petit robert : « éventualité d'un événement ne dépendant pas exclusivement de la volonté des parties et pouvant causer la perte d'un

objet ou tout autre dommage », les termes «Partie» et «Dommage » accentuent le caractère juridique du risque. Les parties responsables du risque ne sont pas exclues, mais se sont désignées. Le caractère destructif et négatif du risque (pertes, dommages) est aussi relevé

Enfin la troisième définition généraliste du risque revient au secrétariat d'état de l'environnement et de la prévention des risques technologiques et naturels majeurs : « le risque résulte de la conjonction d'un aléa (un événement qui peut affecter un système donné) et des enjeux en présence (à savoir les personnes, les biens et l'environnement) susceptible de subir des

dommages ou des préjudices »

Cette définition fait intervenir les notions d'aléa et d'enjeux qui seront définies plus tard.

I.3.1.2. La définition du concept «risque» en géographie

Les géographes, par contre, ont abordé le risque à partir de « l'Aléa », en étudiant les phénomènes naturels, leurs manifestations et mécanismes de déclenchement et leurs conséquences sur l'espace et la société

I.3.1.3. La définition du concept «risque» en science de l'environnement

La plupart des définitions du risque dans les sciences de l'environnement convergent vers la définition du centre d'expertise en analyse environnementale du Québec qui s'intéresse à la possibilité d'effets pervers sur des récepteurs de l'environnement suite à l'exposition d'un agent stressant. L'environnement est défini comme le milieu ambiant avec lequel les espèces vivantes entretiennent une relation, et un agent stressant correspond à tout contaminant capable de provoquer une réponse néfaste.

I.3.1.4. La définition du concept «risque» en santé et sécurité humaine

Le risque pour la santé humaine est défini comme la probabilité d'altération de la santé des individus attribuables à une exposition à un ou plusieurs facteurs de risque. Ces facteurs de risque peuvent être exogènes (agents microbiens, substance chimique), ou endogènes (facteurs génétiques, hormones)

I.3.1.5. La définition du concept «risque» en sécurité industrielle

La sécurité industrielle peut être définie comme suit : « l'application systématique de politique, de procédures et pratiques de gestion visant à analyser, évaluer les conséquences, contrôler (par la mise en œuvre des mesures de prévention, de préparation, d'intervention,

de rétablissement et de suivi) et communiquer les risques technologiques majeurs, de façon à protéger les employés, les populations, l'environnement et les biens de l'organisation

La sécurité industrielle est une spécialisation multidisciplinaire intègre les connaissances de plusieurs sciences, comme le génie, la biologie, la chimie, etc. Dans cette spécialisation, le risque est généralement défini comme suit : « La menace de la probabilité et de la gravité d'un effet néfaste sur la santé, les biens matériels et l'environnement. »

I.3.1.6. Synthèse et définition du concept «risque»

Il est possible de réunir les définitions de chacun des domaines présentés précédemment en une seule définition commune. Certains éléments sont identiques car ce sont des concepts qui reposent sur les mêmes fondements malgré les différences de terminologie.

Tel qu'il a été observé dans les sections précédentes, le risque est défini de plusieurs façons à travers les domaines ainsi qu'au sein de ces domaines mais ses fondements restent identiques :

➤ La définition du concept « risque » :

Le risque se définit par la probabilité de survenue d'un événement potentiellement néfaste (l'aléa) et par la gravité de ses conséquences (enjeux). C'est la combinaison d'enjeux soumis à un aléa. On le trouve ainsi traduit de façon simple en termes mathématiques :

Risque = Aléa (événement) x Vulnérabilité (enjeux) ou encore :

Risque = Probabilité x gravité >> Risques = Aléas x Vulnérabilité x Valeur.



Figure I.1. Équation et définition du risque.

Pas d'enjeu » pas de risque » Intérêt de ne pas développer l'urbanisation dans les secteurs exposés.

Enjeu à valeur importante » risque accru » Les modalités de prévention ne sont pas les mêmes en zone naturelle qu'en zone urbanisée (on peut laisser certaines pratiques agricoles en zone rouge, tandis que l'urbanisation y est interdite) ;

Enjeux moins vulnérables » risque limité » Le respect des bonnes pratiques de construction et d'utilisation des terrains est essentielle.

I.4. Composants du concept «risque»

D'après l'équation précédente le risque se compose du triptyque : aléa, enjeux et vulnérabilité.

$$\text{Risque} = \text{Aléa} \times \text{Vulnérabilité} \times \text{Valeur}$$

Enjeu

Qu'est-ce qu'un risque industriel ?

- Le risque industriel est défini comme un évènement accidentel se produisant sur un site industriel mettant en jeu des produits et/ou des procédés dangereux et entraînant des conséquences immédiates graves pour le personnel, les riverains, les biens et l'environnement. Afin d'en limiter la survenue et les conséquences, les établissements les plus dangereux sont soumis à une réglementation particulière (classement des installations) et à des contrôles réguliers. Néanmoins, ce n'est pas parce qu'un site n'est pas classé qu'il ne présente pas de danger, Ses principales manifestations sont : l'incendie dû à l'ignition de combustibles par une flamme ou un point chaud (risque d'intoxication, d'asphyxie et de brûlures),
- l'explosion due au mélange combustible / comburant (air) avec libération brutale de gaz (risque de décès, de brûlures, de traumatismes directs par l'onde de choc...),
- la pollution et la dispersion de substances toxiques, dans l'air, l'eau ou le sol, de produits dangereux avec une toxicité pour l'homme par inhalation, ingestion ou contact.

Ces différents phénomènes peuvent être associés, Ces risques industriels sont qualifiés de « risques majeurs » quand ils sont caractérisés par une probabilité faible et une gravité importante. Cette notion de « risques majeurs » ne concerne que les risques environnementaux.

On peut les regrouper en deux catégories :

- Risques naturels : avalanches, feux de forêt, inondations, mouvements de terrain, cyclones, séismes, éruptions volcaniques...

- Risques technologiques : risques de nature industrielle, nucléaires, liés à la radioactivité, aux transports de matières dangereuses (par voie maritime, terrestre ou fluviale), aux exploitations minières et souterraines ou encore liés à la rupture de barrages. Ils sont engendrés par l'activité humaine. Ils pèsent sur l'environnement considéré dans son acception la plus large (pollution de l'air, environnement du travail, pollution des sols...)



Figure I.2 : Les bacs de stockage

I.5. Danger, risque, accident : des notions communes

La prévention des risques industriels, qu'ils soient professionnels ou environnementaux, s'appuie sur les principales notions suivantes : danger, risque, accident ou dommage. La définition du risque au sens du Code du travail et du Code de l'environnement est similaire. La notion d'exposition d'une cible à un danger y est intégrée. Les deux codes exigent que soit menée une évaluation des risques, laquelle va reposer sur une identification des dangers puis une analyse détaillée des conditions d'exposition aux dangers.

Le tableau ci-dessous synthétise les trois principales définitions de danger, risque et accident ou dommage et donne quelques exemples.

TERMINOLOGIE UTILISÉE EN PRÉVENTION DES RISQUES		
DÉFINITIONS		EXEMPLES
Danger	Propriété intrinsèque des produits, des équipements, des procédés...pouvant entraîner un dommage.	<ul style="list-style-type: none"> - Substance volatile, inflammable, toxique, corrosive, explosive... - Système technique sous pression ou températures élevées - Masse des charges (levage, déplacement...) - Micro-organisme à caractère infectieux
Risque	Exposition d'une cible (salarié, entreprise, environnement y compris la population...) à un danger. Le risque est caractérisé par la combinaison de la probabilité d'occurrence d'un événement redouté (accident) et de la gravité de ses conséquences.	<ul style="list-style-type: none"> - Un salarié manipulant un produit chimique volatil est exposé à un risque par inhalation. - Une installation utilisant ce produit chimique est exposée à un risque d'incendie. - Un cours d'eau proche de l'installation est exposé à un risque de pollution, et le village avoisinant peut subir les effets d'un nuage toxique dégagé par l'incendie.
Accident Dommage	Conséquences négatives d'un phénomène dangereux.	<ul style="list-style-type: none"> - L'inhalation de vapeurs de solvants peut entraîner une irritation des voies aériennes supérieures (bouche, nez, pharynx, larynx). - L'incendie peut provoquer des atteintes aux personnes, aux biens et à l'environnement.

Tableau I.1. Terminologie utilisée en prévention des risques

I.5.1. L'aléa

L'aléa est le phénomène destructeur observé indépendamment de l'enjeu exposé, il est caractérisé par une probabilité d'occurrence. Trois composantes essentielles forment l'aléa : L'intensité, la probabilité et la période de référence.

Dans le contexte des risques technologiques, ou plus largement des risques d'origine anthropique, le terme aléa est peu souvent employé à cause de son caractère aléatoire.

I.5.2 L'enjeu ou élément exposé

Enjeux ou éléments exposés correspondent à la population, aux bâtiments et autres infrastructures humaines (réseau de communication, réseau de transports...), aux activités humaines (économiques, de loisirs, de service...) et au patrimoine culturel et environnemental (monuments, paysages, biodiversité...). Il existe une triple composante d'enjeu : Humaine, socio-économique, environnementale.

I.5.3. Vulnérabilité des éléments exposés

La vulnérabilité est la sensibilité plus ou moins forte d'un enjeu à un aléa donné. Elle exprime le niveau de conséquences prévisibles d'un événement sur les enjeux, des préjudices humains aux dommages matériels la vulnérabilité diffère selon la nature de l'élément exposé (la nature d'un bâtiment n'est celle d'un axe de réseau de communication). En outre, il n'y a pas une vulnérabilité intrinsèque, mais bien une vulnérabilité par nature d'aléa.

Plusieurs types de vulnérabilité ont été identifiés tels que la vulnérabilité physique ou technique, la fonctionnelle, sociale, biophysique ou des lieux...etc. la vulnérabilité des éléments exposés est influencée par différents facteurs, J-Thouret et R.D'Ercole proposent une classification synthétique de ces facteurs :

▪ Facteurs structurels

- Facteurs socio-démographiques et économiques : structure et mobilité de la population (densité, rythme de croissance, activité professionnelle.etc.), renouvellement de la population, origine démographique et migrations, ...etc. ;
- Facteurs socio-culturels : cognitifs, éducatifs, perceptifs ; connaissances acquises et expériences des sinistres vécus, perception du risque par l'individu et le groupe ;
- Facteurs physiques, techniques et fonctionnels : extension et qualité du bâti et des infrastructures, structure, accessibilité et disponibilité des secours.

▪ Facteurs géographiques et conjoncturels

- Facteurs géographiques : paramètres spatio-temporels de l'aléa ;

- Facteurs conjoncturels : dysfonctionnements urbains et techniques imprévisibles.

I.5.4 Exposition à un aléa authenticité

L'exposition à un aléa peut être définie comme le fait d'être soumis aux effets redoutés et potentiels d'une source de danger. Elle peut être représentée cartographiquement par l'extension spatiale d'un aléa d'une intensité donnée.

I.6 Concepts associés au risque

Le risque dans son contexte constitue l'origine de différents concepts : risques majeurs, accidents majeurs, catastrophes... Généralement, lorsqu'il s'agit d'un phénomène naturel, on parle simplement des catastrophes naturelles, mais lorsqu'ils sont anthropiques, alors on parle d'accidents technologiques majeurs ou catastrophiques

I.7 Le risque majeur ou haut risque

Qu'est-ce que le risque majeur ?

Le risque majeur ou haut risque est la possibilité d'un événement d'origine naturelle ou anthropique (qui résulte de l'action de l'homme), dont les effets peuvent mettre en jeu un grand nombre de personnes, occasionner des dommages importants et dépasser les capacités de réaction de la société [15]. Dans ce contexte Haroun Tazieff déclarait :

« La définition que je donne du risque majeur, c'est la menace sur l'homme et son environnement direct, sur ses installations, la menace dont la gravité est telle que la société se trouve absolument dépassée par l'immensité du désastre».

Pour qu'un risque soit majeur, il faut que l'aléa soit fort, et la vulnérabilité soit grande.

Cela implique :

- la présence de nombreux enjeux humains qui sont potentiellement des victimes,
- des coûts importants de dégâts matériels supposés,
- des impacts sur l'environnement importants et irréversibles.

«Le Risque Majeur est caractérisé par une faible occurrence et une gravité importante engendrant un nombre élevé de victimes et de nombreux dommages matériels et environnementaux»

Selon Beck deux critères caractérisent bien ces risques majeurs :

- une faible fréquence (de l'aléa), si faible qu'on pourrait être tenté de l'oublier et de ne pas se préparer à sa survenue ;

- une énorme gravité (sur les enjeux), de plus en plus mal acceptée (nombreuses victimes, dommages importants).

Ces définitions relèvent l'ampleur démesurée de la menace et ses conséquences sur l'environnement physique et la société. D'une manière générale, le risque majeur peut entraîner des dégâts matériels, des impacts sur l'environnement induisant une charge financière importante et/ou de nombreuses victimes.

$$\text{Aléa violent} + \text{Enjeux importants} = \text{Risque Majeur}$$

I.7.1 Catégories du risque majeur

Deux catégories font partie de ce qu'on appelle les risques majeurs ce sont : Les risques naturels et les risques technologiques.

▪ Le Risque naturel

Le risque naturel recouvre la notion de risque d'exposition à une catastrophe naturelle ou aux dangers de réalisation de certains aléas naturels. Plusieurs définitions du risque naturel selon les pays, les époques et les domaines traités[18] La définition récente communément admise du risque naturel insiste généralement sur le croisement entre un phénomène naturel et des vulnérabilités humaines, Selon l'équation suivante :

$$\text{Risque naturel} = \text{Phénomène naturel générateur du dommage} \times \text{Vulnérabilité.}$$

Le phénomène naturel ou géodynamique interne (géophysique) ou externe (hydrométéorologique, etc.) représente la menace et s'exprime par un champ d'action (espace), une magnitude (volume), une intensité ou un débit, une violence (impact) et une récurrence (fréquence)

▪ Le Risque technologique

Le risque technologique fait référence à la notion de danger qui est définie comme étant : « une situation physique et /ou chimique avec potentiel pour blessures pour les personnes, dommages des biens, dommages à l'environnement »

Il englobe quatre types du risque :

▪ Risque nucléaire

Le risque nucléaire est un événement accidentel, lié à l'utilisation de matériaux radioactifs, sources de rayonnements ionisants avec des risques d'irradiation ou de contamination pour le personnel, les populations, les biens et l'environnement

▪ Risque rupture de barrage

Le phénomène de rupture de barrage correspond à une destruction partielle ou totale d'un barrage. Les causes de rupture peuvent être diverses :

- Techniques : défaut de fonctionnement des vannes permettant l'évacuation des eaux, vices de conception, vieillissement des installations etc....
- Naturelles : séismes, crues exceptionnelles, glissements de terrain (soit de l'ouvrage lui-même, soit des terrains entourant la retenue).
- Humaines : insuffisance des études préalables et du contrôle d'exécution, erreurs d'exploitation, de surveillance et d'entretien, malveillance

▪ Risque transport de matières dangereuses

Le risque de transport de matières dangereuses TMD, est consécutif à un accident se produisant lors du transport de ces matières par voie routière, ferroviaire, maritime, fluviale ou par canalisations

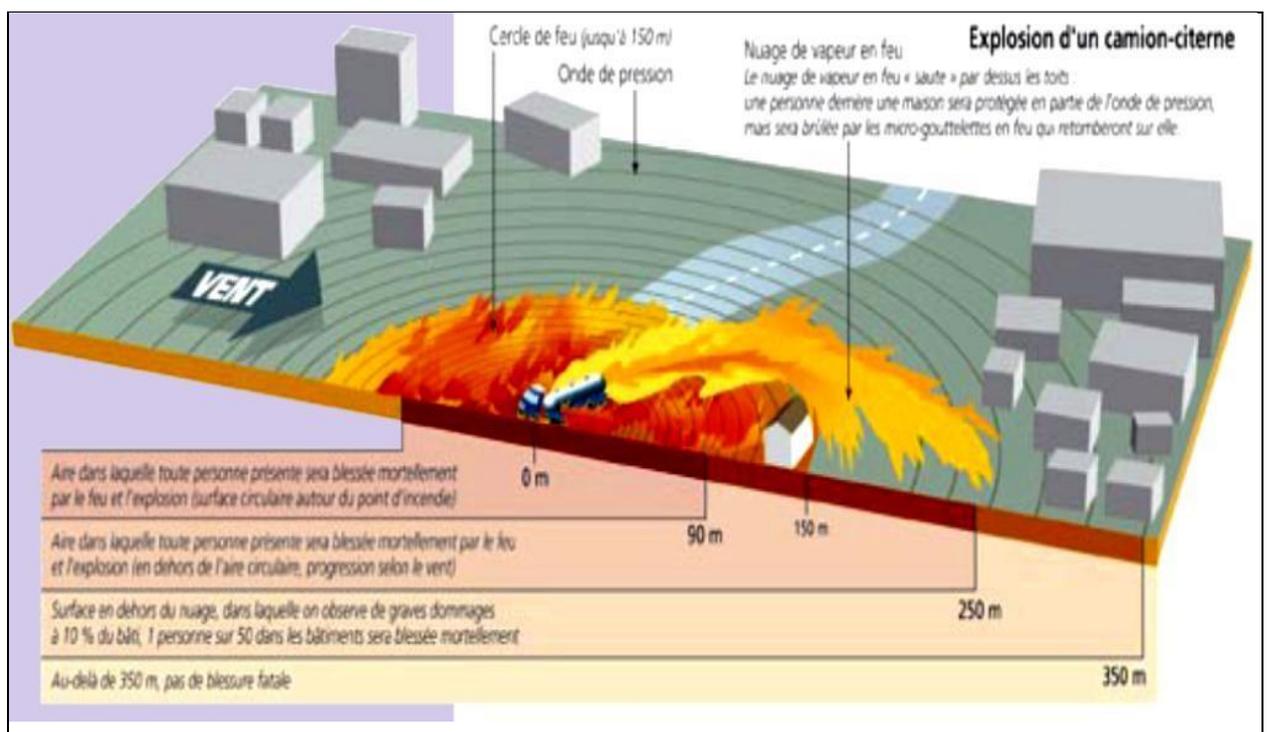


Figure I.3. Risque transport de matières dangereuses-explosion d'un camion citerne.

▪ Risque industriel

Le risque industriel se caractérise par un accident se produisant sur un site industriel et pouvant entraîner des conséquences graves pour le personnel, les populations, les biens, l'environnement ou le milieu naturel (on va entamer cette notion plus tard).

I.8. L'accident majeur

Qu'est ce qu'un accident majeur ?

Le terme accident majeurs ne caractérise que les risques technologiques

.L'accident est défini comme un événement imprévu et soudain, ayant entraîné des dégâts corporels et matériels qui peuvent être plus ou moins importants. Généralement, il n'existe pas une définition rigoureuse de l'accident majeur. Un accident est appelé majeur ou catastrophique, lorsqu'il répond conventionnellement aux trois critères suivants :

- Accident ayant causé un nombre élevé de victime, blessés ou mort et des dégâts importants ;
- Accident ayant nécessité la mise en place d'importants moyens de secours et interventions.
- Accidents ayant conduit à une pollution permanente ou sur une longue durée, l'environnement (faune, flore, constructions) avec des dégâts importants.
- En résumé, à l'origine de tout accident il existe un ou plusieurs risques ou dangers, et lorsque les nombreux périmètres sont réunis, le risque donne naissance à un accident qui peut devenir majeurs s'il répond aux trois critères précédents.

I.8.1. Accidents technologiques majeurs

Les accidents technologiques majeurs résultent des risques technologiques, autrement dit des risques créés par l'homme lors de ses activités. Le tableau 1 liste quelques accidents technologiques importants marqués depuis le 17^{ème} siècle..

15^{ème} siècle : Rupture de l'écluse de Dordrecht (pays- bas) ; inondation de grave ampleur
1645 : Explosion de la poudrerie de boston (Etats unis) ; le tiers de la ville détruite
1889 : Rupture de barrage de Johnstown (Etats unis) ; 2200 mort
1906 : Explosion de la mine de courrières (France) ; 1200 mort
1966 : Explosion de raffinerie de pétrole de Feyzin (France) ; 18 mort
1967 : Naufrage du pétrolier Torrey Cangnon (Angleterre), premier exemple d'un naufrage catastrophique ; pollution importante des cotes anglaise et françaises.
1979 : rupture du barrage de Machulu (Inde) ; 30000 morts
1984 : Explosion de l'usine chimique de Bhopal (Inde) plus de 2500 mort et de milliers d'intoxications

1986 : Explosion puis incendie de la centrale nucléaire de Tchernobyl (Ukraine); 32 morts à court terme, 135 000 personnes évacuées, 3,7 millions de personnes vivant dans les zones contaminées...
1999 : Accident de tunnel du mont blanc (France et Italie) ; 37 mort
2001 : Déversement accidentel de 100000 m ³ d'eau polluées affluent du Danube en Roumanie ; pollution catastrophique de la faune et de la flore du fleuve.
2002 : Naufrage pétrolier : très important pollution des cotes du Portugal jusqu'à la Bretagne .
2004 : Explosion d'une conduite de gaz naturel sous haute tension à Ghislenghienn (Belgique)
2004 : Explosion et Incendie du complexe GL1/K de Skikda (Algérie).
2005 : Explosion de l'usine pétrochimique près de Kharbin (Chine) ; 100 tonne de benzène déversés dans le fleuve.
2006 : Fumées toxiques au niveau de la raffinerie de pétrole de Skikda (Algérie).
2010 : Explosion de la plate-forme pétrolière au golf du Mexique : 17 morts avec un désastre écologique.
2011 : Accident nucléaire de Focochima au Japon : très important pollution nucléaire.

Tableau I.2. Principaux accidents technologiques majeurs dans le monde.

I.9. La Catastrophe

Une catastrophe est un événement brutal, d'origine naturelle ou humaine, ayant généralement des dégâts de grande ampleur, entraînant avec elle des situations tragiques pour les populations entières, ce terme est souvent utilisé pour les risques naturels majeurs.

I.9.1. Catastrophes naturelles dans le monde

L'histoire de l'humanité est jalonnée de catastrophes de grande ampleur ayants causées desdégâts matériels et humaines entraînant des situations tragiques.

Le tableau ci-dessous donne une liste des catastrophes naturelles les plus connues.

1755 : Tremblement de terre le plus meurtriers de l'histoire, Lisbonne (Portugal) ;un des plus destructeurs et des la vielle ville est entièrement détruite, 100 000 victimes
1883 : Eruptions volcaniques de l'île de Krakatoa (Indonésie) destruction partielle de la ville.
1900 : Cyclone frappa la ville de Galveston du Sud des États-Unis ; Il a fait plus de 8 000 morts. C'est jusqu'en 2008, la plus grave catastrophe naturelle de l'histoire des États-Unis.
1962 : pluies torrentielles et crue de la Vallès Occidental en Catalogne, (Espagne), un millier de morts
2003 : incendies de forets en Europe du sud (France, Espagne) et en Australie.
Sep 2004 : Haïti, 3 000 morts après le passage de l'ouragan Jeanne.
Déc.2004 : tsunami dans l'océan indien côtes de l'Indonésie, de la Malaisie, de la Thaïlande, Sri Lanka et de Inde ; 226 408 morts
2005 : L'ouragan katrina ravage le sud des États-Unis faisant 1 800 morts.
2006 : typhon Ewiniar provoque des inondations catastrophiques en Corée du Nord faisant 54 700 Morts
2008 : Le cyclone Nargis provoque des inondations faisant plus de 138 000 morts en Birmanie.
Jan 2010 : Séisme à Haïti de 7,3 de magnitude ; 250 000 morts, 300 000 blessés et 1,2 million sans-Abris
Fév.2010 : Tempête Xynthia, Charente-Maritime et Bretagne, faisant 52 morts.
Jui. 2010 : Inondation au Pakistan, la plus catastrophique de son histoire.

Tableau I.3. Quelques catastrophes naturelles célèbres

I.10 Classification des risques

Les risques peuvent être classés en grandes familles, selon deux critères principaux qui sont l'intensité du risque (fréquence et gravité) et sa nature (la nature de l'aléa)

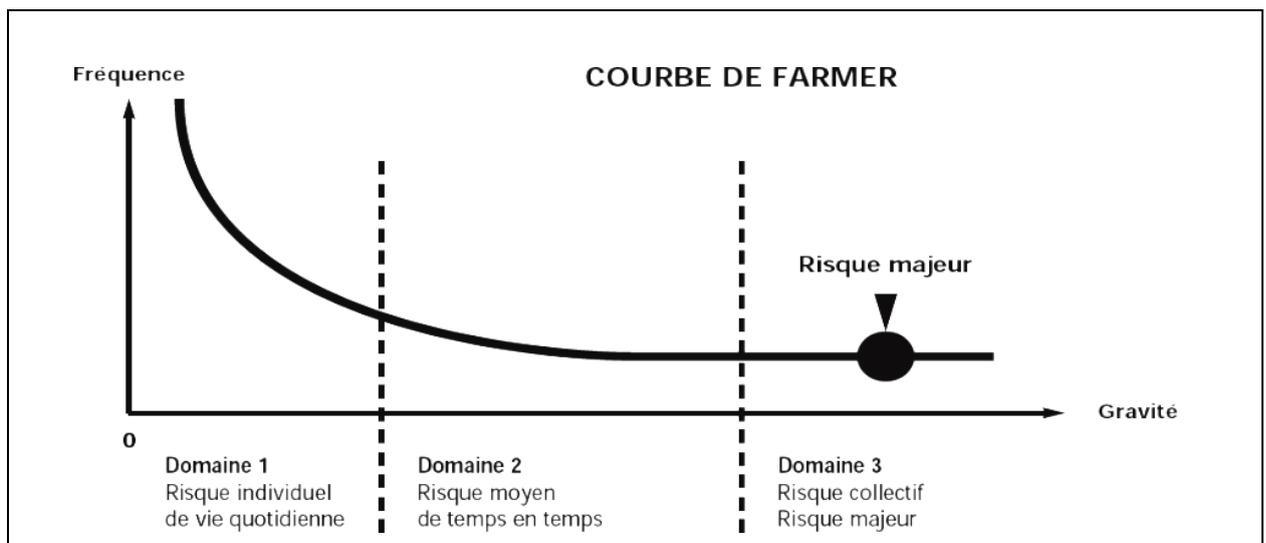
Classification selon la gravité et la fréquence

Chaque personne est exposée en permanence à des risques de toute nature. Ces risques peuvent faire l'objet d'une première classification : Risques de la vie quotidienne, Risques naturels,

Risques technologiques, Risques conflictuels, Risques de transports. Toutefois, cette typologie ne permet pas de distinguer les risques courants de ceux qu'on nomme majeurs (sur laquelle l'étude s'intéresse). Les critères fréquence et gravité peuvent permettre d'appréhender cette distinction à l'image de la courbe réalisée par Farmer.

Classement des risques selon la courbe de Farmer[25]

Farmer a réalisé une courbe (Graph.2) qui met en relation, pour le risque, la fréquence et la gravité : les accidents étant d'autant plus fréquents qu'ils sont peu graves. Cette courbe est en trois domaines qui peuvent être illustrés par l'exemple de l'accident routier :



Graphe I.2. La courbe de Farmer

Domaine 1 : Evénement à fréquence très élevée et de faible gravité qui sont du domaine de risque individuel ;

>> Ex : accident de voiture avec tôles froissées, dégâts matériels : plusieurs millions d'accidents par an.

Domaine 2 : Evénement à fréquence moyenne aux conséquences graves :

>> Ex : victimes et dégâts importants, plusieurs milliers de décès par an.

Domaine 3 : Evénements à fréquence faible et de grande gravité. Il s'agit d'un risque collectif :c'est le risque majeur.

>> Ex : accident d'un car à Beaune (France) en juillet 1982, 53 victimes - carambolage de Mirambeau en novembre 1993, 17 morts et 49 blessés graves).

I.2.1.1. Classement des risques selon la loi 04-20[26]

Les risques, selon les articles 10 et 26 de La loi 04/20 du 25 décembre 2004 relative à la Prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable sont classés comme suite (Sch.3).

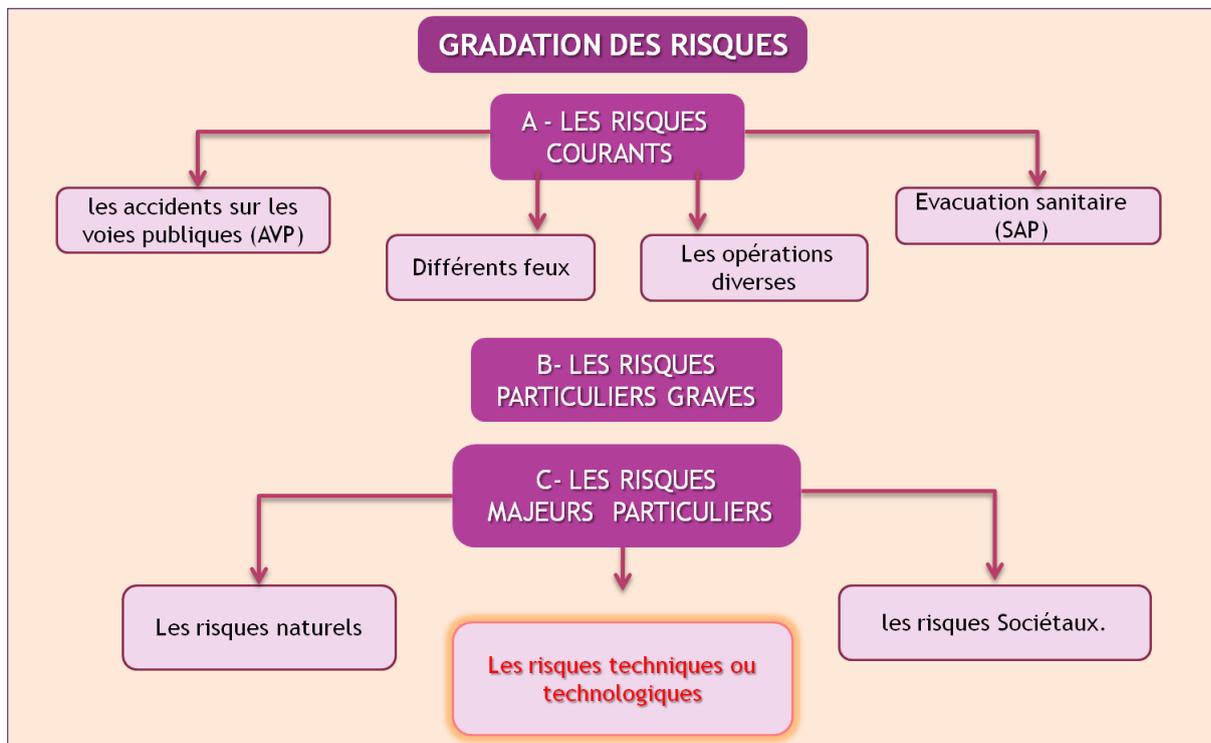


Figure I.4. Classification des risques selon la loi 04-20 (Algérie)

Classment des risques selon la nature

Elle constitue la classification la plus répandue, c'est la classification adoptée par l'ONU qui a identifiée pas moins de quatorze risques majeurs, réparties en deux groupes (voir tableau), parmi lesquelles l'Algérie a reconnu dix. Selon ce critère (nature du risque), les risques peuvent être divisés en deux catégories :

➤ Risques naturels : peuvent être classés en grandes catégories, selon la nature de l'aléa : d'origine tellurique (volcanisme, séismes), d'origine climatique et météorologique (inondations, tempêtes...), d'origine géologique (mouvements de terrain).

- Risques anthropiques : dus à l'action de l'homme comme les risques technologique (nucléaires, industriels...), les risques environnementaux...

Depuis l'introduction du développement durable les risques sont classés comme suite :

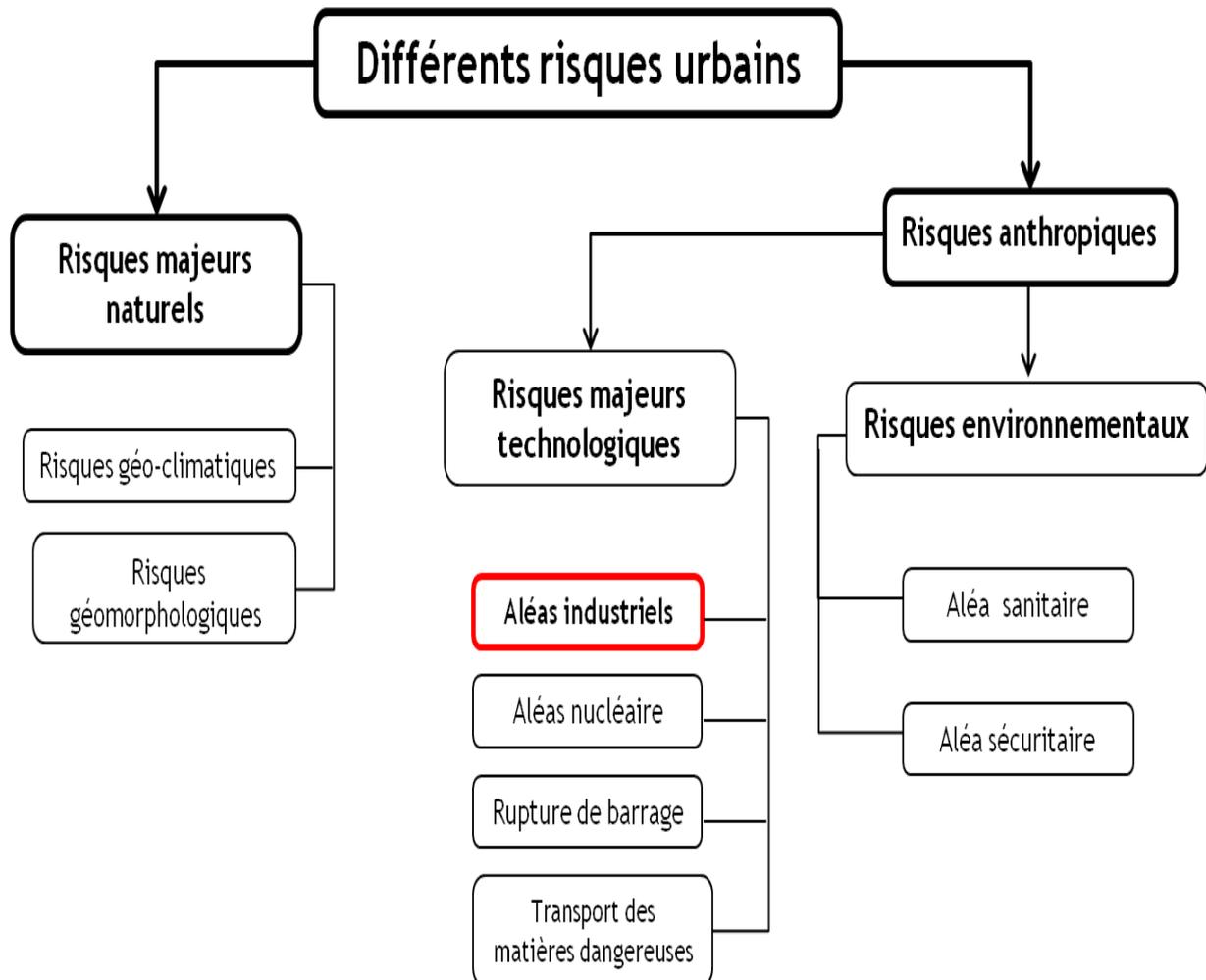


Figure I.5. Classification des risques urbains selon leur nature..

En résumé, il existe plusieurs critères selon lesquels on peut classer les risques, dans ce chapitre, on a entamé la classification des risques selon la nature et selon la gravité et la fréquence de ces risques. On peut aussi classer les risques selon la source de danger, selon ce critère, les risques sont classés en trois catégories ; risques naturels, risques technologiques.

I.11. Dimensions du risque

Comme le risque constitue un concept pluridisciplinaire, il sous-tend en trois dimensions : sociales, spatiales et législatives qui peuvent faciliter sa compréhension.

- Dimensions sociales du risque

La dimension sociale semble d'autant plus importante et participe à la construction du risque, au même titre que l'aléa, selon Beck la dimension sociale des risques intervient notamment par deux éléments : l'intermédiaire de la représentation cognitive des risques et par la culture des risques

- La représentation cognitive des risques

La perception est définie comme « l'ensemble des mécanismes et des processus par lesquels l'organisme prend connaissance du monde et de son environnement sur la base des informations élaborées par ses sens » [30], ainsi que la représentation cognitive est le résultat d'une perception (qui fait appel aux cinq sens), et des croyances d'informations indirectes. Elle constitue l'image qu'un individu se fait d'une situation.

- La culture des risques

D'après Glatron³¹, la culture des risques correspond à un « savoir, un bagage collectif commun à tous ce qui appartiennent à une société » [Glatron, 2003, p71]³², la culture du risque peut être définie comme étant la connaissance et la perception de la menace commune à un groupe [BECK, 2006]³³, elle constitue le résultat d'une construction collective, elle repose sur des perceptions et un savoir, inné ou acquis.

- Dimensions spatiale du risque

La dimension spatiale constitue un facteur important de l'appropriation du risque, elle se concrétise par l'étude de son territoire prenant tout son sens dans leur gestion préventive.

La multiplicité des cartes utilisées pour la représentation des différentes composantes des risques montre l'importance de leur dimension spatiale. Comme le risque est potentiel et invisible : sa représentation cartographique permet de l'identifier et de le rendre visible.

- Dimensions législative du risque

On a déjà vu que la dimension spatiale du risque est basée sur la représentation cartographique de ses composants, donc elle prend l'aspect préventif, car la présentation des risques par l'aménagement est basée sur l'élaboration de plans.

Dans le cadre réglementaire, ces plans élaborés sont suivit d'un ensemble de règles pour

leur donner un caractère exécutive et obligatoire ; dans le cadre de la réglementation française, certains plans ont été élaborés en matière de prévention des risques, des plans qui ne prennent pas seulement l'aspect cartographique mais aussi l'aspect législatif.

I.12. La réduction du risque : une équation compliquée

I.12.1. L'équation de la réduction du risque

Le terme réduction du risque signifie l'ensemble des opérations, des procédures ou des moyens qui servent à rendre le risque moins important, soit par la réduction de la probabilité de survenance des aléas ou par la diminution des dégâts causés. Trois concepts sont associés à la réduction des risques : la maîtrise, la gestion et la prévention des risques.

La maîtrise des risques correspond au «*maintien des risques à l'intérieur de limites considérées comme acceptables* », son objectif est de réduire les risques à un niveau acceptable pour les personnes, les biens et l'environnement. Ce qui nous indique que ce concept ne s'applique qu'à l'intérieur d'un établissement à risque et il repose sur une démarche générale d'évaluation des risques.

Le concept de gestion est introduit dans la démarche de maîtrise comme étant l'une des composantes de maîtrise : selon Vérot³⁵ la maîtrise des risques se compose de deux phases : phase d'évaluation des risques et phase de gestion des risques, différemment à Wybo³⁶ qui divise celle-ci en quatre étapes successives : anticipation, vigilance, gestion des urgences et retour d'expérience) sous forme d'une boucle, il la considère (la démarche de maîtrise) comme un processus dynamique :

- La phase d'anticipation qui constitue l'étape initiale indispensable permettant d'identifier les risques selon : la prévention, la surveillance et l'intervention.
- La phase de vigilance qui est définie comme une étape au cours de laquelle les acteurs doivent être capables d'identifier les signaux précurseurs pour éviter que le système n'aboutisse à un événement redouté.
- La gestion des urgences qui permettent la mise en œuvre des moyens définis au préalable en cas d'événement.
- Un système de retour d'expérience afin d'apprendre du passé et enrichir l'anticipation.

De même, le concept de maîtrise du risque comme le concept de prévention sont aussi introduit dans la démarche de gestion du risque selon la définition cette démarche « *elle vise à concilier la prise de risque avec la maîtrise des dangers qui l'accompagnent, elle repose sur : la connaissance des risques, l'élimination des risques, la prévention et la protection* ».

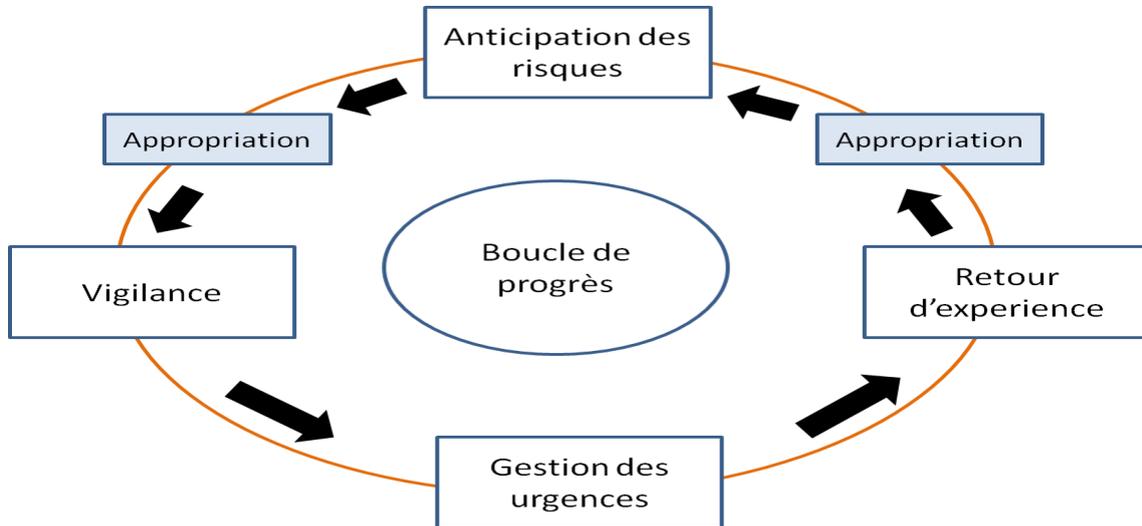


Figure I.6 .La dynamique de la maîtrise des risques d'après Wybo

On constate, qu'il existe une relation d'interactivité entre les trois concepts précédents. Généralement, le terme le plus souvent utilisé en matière de réduction des risques est « la gestion des risques » qui englobe la prévention des risques (avant la survenance d'un accident) et la protection qui détermine les mesures d'intervention (après l'accident), le concept maîtrise des risques ,qui fait partie du concept de gestion ,n'est utilisé qu'à l'intérieur d'un établissement(si on parle de la maîtrise du risque dans l'établissement).

I.12.2. La gestion des risques

Gérer un risque est d'être capable à caractériser l'aléa et ses composants à savoir son intensité, son extension spatiale et sa probabilité d'occurrence [BECK, 2006]³⁸. La connaissance du risque est nécessaire pour toute gestion efficace de celui-ci, on ne peut pas limiter un risque si on ne le connaît (on ne possède pas des connaissances sur l'aléa comme sur les éléments exposés).

La gestion des risques comprend toutes les actions qui peuvent être adaptées pour **réduire** le risque ainsi que la mise en place de toutes ces actions. Elle associe deux grands concepts : le concept de prévention et le concept de protection :

➤ **La prévention** concerne toutes les actions mises en place pour réduire la fréquence

d'occurrence d'un événement (avant que l'accident se produise).

- **La protection** qui précise les actions de protection qui ont pour objectif de réduire la gravité d'un événement.



Figure I.7. Action de prévention et de protection

I.12.3. La prévention des risques

La prévention des risques est définie comme étant : *« l'ensemble des moyennes mis en place pour supprimer ou du moins atténuer les risques et ainsi réduire, dans de large proportions, la probabilité de survenance d'un accident »*

Il prend en compte la démarche générale de prévention qui consiste à planifier des actions avant la survenue de l'événement et regroupe l'ensemble des dispositions à mettre en œuvre pour réduire l'impact d'un phénomène naturel ou anthropique prévisible sur les personnes et les biens. Elle s'inscrit dans une logique de développement durable, puisque, à la différence de la réparation post crise. La prévention tente de réduire les conséquences économiques, sociales et environnementales d'un développement imprudent de notre société. Le concept de prévention des risques est le plus souvent utilisé, notamment dans le cadre réglementaire et législatif des risques majeurs. La démarche générale de prévention des risques portent sur les différentes composantessuivantes :

- **La connaissance des phénomènes, de l'aléa et du risque**

Depuis des années, des outils de recueil des données collectées sur les phénomènes sont mis au point et utilisés, notamment par des établissements publics spécialisés (Météo par exemple). Les connaissances ainsi collectées se concrétisent à travers des bases de données (sismicité, climatologie), des atlas (cartes des zones inondables, etc.). Qui permettent d'identifier les enjeux et d'en déterminer la vulnérabilité face aux aléas.

- **La surveillance**

L'objectif de la surveillance est d'anticiper le phénomène et de pouvoir alerter les

populations à temps. Elle nécessite pour cela l'utilisation de dispositifs d'analyses et de mesures intégrés dans un système d'alerte des populations. La surveillance permet d'alerter les populations d'un danger, par des moyens de diffusion efficaces.

▪ **L'atténuation du risque**

L'atténuation du risque suppose notamment la formation des divers intervenants (architectes, ingénieurs, etc.) dont l'objectif est d'atténuer les dommages, en réduisant soit l'intensité de certains aléas, soit la vulnérabilité des enjeux.

▪ **La prise en compte des risques dans l'aménagement**

Afin de réduire les dommages lors des catastrophes naturelles, il est nécessaire de maîtriser l'aménagement du territoire, en évitant d'augmenter les enjeux dans les zones à risque et en diminuant la vulnérabilité des zones déjà urbanisées. A cette égard, quelque pays du monde ont adopté de nouveaux dispositifs appelés plan de Prévention des Risques (PPR).

▪ **Le retour d'expérience**

Des rapports de retour d'expérience sur les catastrophes naturelles sont également établis par des experts. Ces missions sont menées au niveau national, lorsqu'il s'agit d'événements majeurs.

L'objectif est de permettre aux services et opérateurs institutionnels, à mieux comprendre la nature de l'événement et ses conséquences. Ainsi chaque événement majeur fait l'objet d'une collecte d'informations.

▪ **L'information préventive**

La prévention va de pair avec l'information préventive des populations qui vise à renseigner le citoyen sur les risques naturels ou technologiques, ainsi que sur les mesures de sauvegarde prévues pour s'en protéger ou en réduire les effets. Dans la démarche de prévention, sont prises en compte les actions de prévention et de protection, ces deux notions sont à relier, seulement l'événement qui permettra de distinguer ces deux notions.

Pour une gestion efficace des risques, les collectivités doivent agir à chaque étape d'évènement à travers le triple processus du cycle de l'évènement :

- Activités pré-événement : La prévention ;
- Activités de prise en charge pendant l'évènement : la gestion de la crise ;
- Activités post-événement : c'est le retour à la normale. Reprise des activités et correction des erreurs passées.

C'est à travers ce cycle d'activités que seront testées et évaluées les dispositifs de prise en

charge des risques en relation avec le développement de l'urbanisation telle qu'elle s'est pratiquée, telle qu'elle est appelée à se développer et telle qu'elle devrait se développer pour réduire le plus possible la vulnérabilité des hommes et des biens.

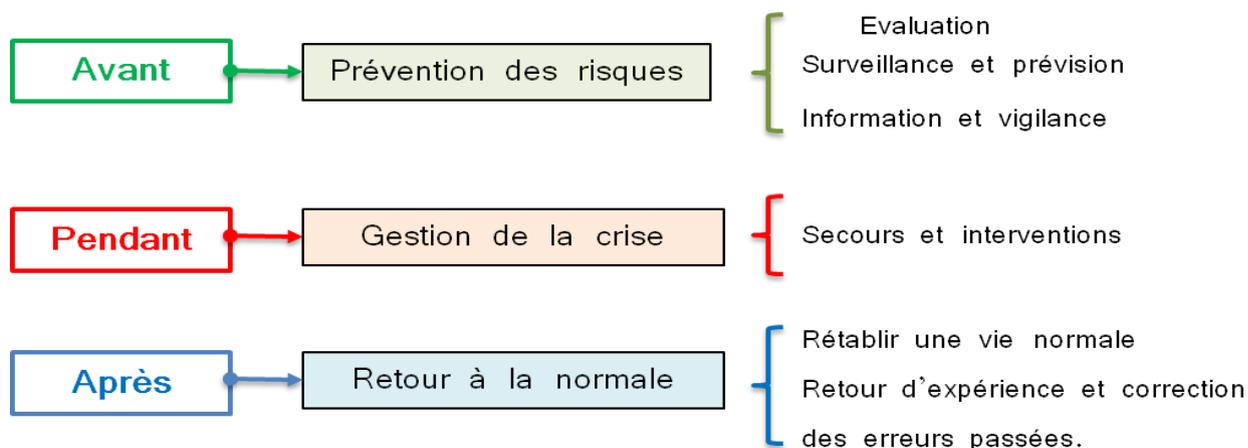


Figure I.8. Processus de gestion des risques.

I.12.4. Politique internationale de gestion des risques

Le monde est toujours secoué par de grandes catastrophes et accidents majeurs qui sont produites en milieu urbain mettant en péril la vie de milliers de personnes vivant dans les villes. Face à ces aléas, les Nations Unies ont souligné la nécessité absolue d'une politique de gestion des risques majeurs comme élément déterminant du développement durable.

▪ Forum des Nations Unies

Ce forum a eu lieu le 5 juin 2007 en présence de plus de 100 gouvernements et des organisations, il est consacré pour « *faire face aux nouveaux défis que posent les changements climatiques et les risques urbains sur les populations vulnérables* ». Ce forum fait suite aux conférences mondiales tenues par les NU. Il s'inscrit en droite ligne dans la décennie (2005-2015) des risques consacrés par la conférence mondiale de Hyōgo.

▪ Conférence de Kōbe

C'est la 2^{ème} conférence mondiale sur la Prévention des Catastrophes a été organisée à KOBE-

HYOGO au Japon du 18-22 janvier 2005 par le Secrétariat de la Stratégie Internationale pour la Prévention des Catastrophes. Elle concrétise l'adoption d'une charte dénommée «

cadre d'action de Hyōgo pour 2005-2015 » qui définit la stratégie à entreprendre durant les dix prochaines par les gouvernements pour la réduction de la vulnérabilité et l'exposition aux aléas.

▪ **Conférence Ministérielle de l'Afrique [2005-2010]**

La Première Conférence Ministérielle sur la Prévention des Risques de Catastrophes en Afrique est tenue à Addis-Abeba en décembre 2005, par la participation de plusieurs organismes internationaux des NU. Cette conférence a adopté un Programme d'Action [2005-2010] pour la mise en œuvre d'une Stratégie régionale africaine pour la réduction des risques de catastrophe (RRC), elle a pour objectif, conformément au Cadre d'Action de Hyōgo, le lancement d'une Plate-forme Régional Africaine sur la RRC.

Une deuxième conférence ministérielle sur la RRC en Afrique a eu lieu à Nairobi du 14-16 avril 2010, sous l'égide de la Commission de l'Union Africaine⁴⁰, en vue de renforcer le mécanisme d'expertise régionale pour des politiques plus coordonnées, définir des programmes régionaux pour la RRC.

I.13. La nécessité d'étudier les risques en milieu urbain

Il est d'autant plus nécessaire d'étudier les risques en milieu urbain que l'on observe une augmentation du nombre de catastrophes et des accidents auxquelles elles sont exposées et, dans certains cas, une absence de mémoire et de culture des risques :

- L'augmentation du nombre de catastrophe et d'accident

Les catastrophes naturelles et celles industrielles sont en augmentation, elles sont générés en milieu urbain causant des dommages matériels et des atteintes humaines considérables.

- L'absence de culture de mémoire des risques

La vulnérabilité des populations des villes est accrue par une culture des risques peu présente et par la méconnaissance de certains risques (Peu médiatisés voir peu maîtrisé).

I.14. Risques Industriels Majeurs

▪ **Danger**

Un danger, dans la signification anthropique⁷ la plus commune, est une situation susceptible d'altérer gravement l'intégrité physique d'une personne, c'est la cause capable de provoquer une lésion ou une atteinte à la santé.⁸ C'est la propriété intrinsèque à une substance dangereuse (butane, chlore...) à un système technique (mise sous pression), à une disposition d'élévation d'une charge ...etc., de nature à entraîner un dommage sur un

élément vulnérable⁹.

▪ **Phénomène Dangereux**

Phénomène physique tel qu'un incendie, une explosion, la dispersion d'un nuage toxique, susceptible de conduire à des dommages sur les personnes, l'environnement ou les biens.

▪ **Substances dangereuses**

Substances, mélanges ou préparations présents sous forme de matière première, de produits, de sous-produits, de résidus ou de produits intermédiaires, y compris ceux dont il est raisonnable de penser qu'ils sont générés en cas d'accidents dont les propriétés intrinsèques sont susceptibles de pouvoir provoquer des dommages pour la santé humaine et/ou l'environnement.

▪ **Risque**

Le risque est la possibilité de survenance d'un dommage résultant d'une exposition à un phénomène dangereux. Dans le contexte propre au risque technologique, le risque est, pour un accident donné, la combinaison de la probabilité d'occurrence d'un événement redouté /final considéré (incident ou accident) et la gravité de conséquence sur les éléments vulnérables.

Risque = probabilité d'occurrence x intensités des effets x vulnérabilités

Gravité de conséquence

▪ **Probabilité d'occurrence**

Il s'agit de la fréquence à laquelle un incident peut se produire durant la durée de vie d'une installation. Elle est évaluée par l'observation et l'expérience : l'exploitant dresse le bilan des incidents survenus sur ses équipements ou sur des installations similaires. L'échelle de la probabilité d'occurrence (Tab.1) représente le nombre d'événement potentiel susceptible de se produire en une année, une fréquence annuelle de 10^{-1} signifie qu'un événement a 1 chance sur 10 de se produire en une année. On distingue 5 niveaux de probabilité : faible, moyenne, élevée, forte, très forte.

Probabilité quantitative	Probabilité qualitative	Niveau
A : 10^{-2}	Événement courant	Très forte
B : 10^{-3} à 10^{-2}	Événement probable	Forte
C : 10^{-4} à 10^{-3}	Événement improbable	Élevée
D : 10^{-5} à 10^{-4}	Événement très	Moyenne

	improbable	
E : 10^{-5}	Événement possible mais extrêmement peu probable	Faible

Tableau I.4. Echelle de probabilité d'occurrence d'un accident.

▪ Gravité des conséquences

La gravité des conséquences est la combinaison de l'intensité d'effets et de la vulnérabilité des éléments exposés. Des valeurs de référence des seuils d'effet sont définies à développer a minima dans une étude de danger ce sont les seuils d'effet (thermiques, de surpression et toxiques) sur l'homme et les seuils d'effet (thermiques et de surpression) sur les constructions et d'effets dominos.

>> Pour les effets thermiques résultant d'un incendie, trois zones d'effets ont été recensées :

- Flux de 8 KW /m² (5%): seuil des effets dominos et des effets létaux significatifs correspondant à la zone des dangers très graves pour la vie humaine;
- Flux de 5 KW /m² (1%) : seuil des destructions significatives des vitres et des effets létaux correspondant à la zone des dangers graves pour la vie humaine ;
- Flux de 3 KW /m² : seuil des effets irréversibles correspondant à la zone des dangers significatifs pour la vie humaine.

>> Pour les effets de surpression résultant d'une explosion, trois zones ont été recensées :

- 200 mbar : seuil des effets dominos et des effets létaux significatifs sur l'homme correspondant à la zone des dangers très graves pour la vie humaine.
- 140 mbar : seuil des dégâts graves sur les structures et des effets létaux sur l'homme correspondant à la zone des dangers graves pour la vie humaine ;
- 50 mbar : seuils des dégâts légers sur les structures et des effets irréversibles correspondant la zone des dangers significatifs pour la vie humaine ;

>> Pour les effets toxiques, trois zones ont été recensées

- les seuils des effets irréversibles (SEI) délimitent la zone des dangers significatifs pour la vie humaine;
- Les seuils des effets létaux (SEL) correspondant à une CL1% délimitent la zone des dangers graves pour la vie humaine ;
- les seuils des effets létaux significatifs (SELS) correspondant à une CL 5 % délimitent la zone des dangers très graves pour la vie humaine.

	Seuil des effets	Thermiques	Toxiques	Surpression
Très grave	Létaux significatifs (SELS)	8kW/m ² ou 1800 (kW/m ²) ^{4/3} .s	CL 5%	200 mbar
Grave	Létaux (SEL)	5kW/m ² ou 1000 (kW/m ²) ^{4/3} .s	CL 1%	140 mbar
Significatif	Irréversibles (SEI)	3kW/m ² ou 600 (kW/m ²) ^{4/3} .s	SEI	50 mbar

Tableau I.5. Seuils d'effet d'intensité

Source : DDRM Tableau ci-dessus relatif aux valeurs de référence de seuils d'effets (SELS) : seuil des effets létaux Significatifs ; SEL : seuil des effets létaux ; SEI : seuil des effets irréversibles ; CL : concentration létale.

Les différentes zones correspondant aux différents seuils d'effets sont représentées sur une carte qui permet de bien délimiter le périmètre concerné par la maîtrise des risques.

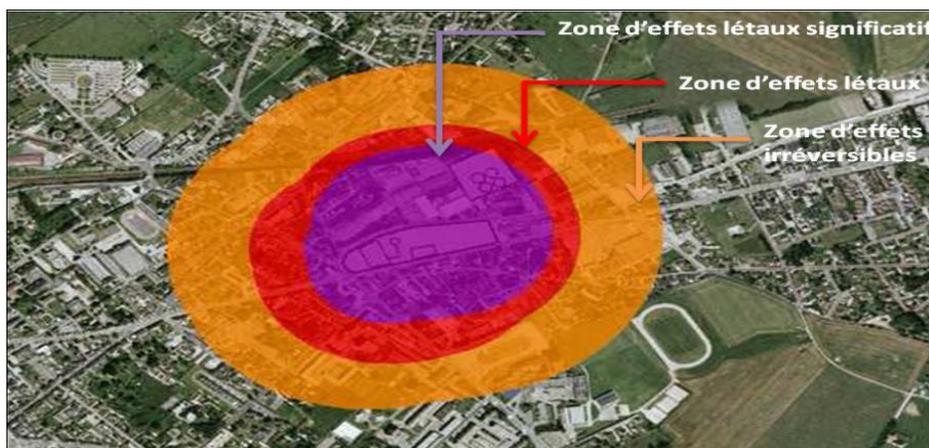


Figure I.9. Différents zones d'effets d'intensité.

Cinq niveaux de gravité en fonction du nombre de personnes exposées et de l'intensité d'effets ont été déterminés (Tab.5)

Echelle de gravité	Létaux significatifs	Premiers effets létaux	Effets irréversibles
Désastreux	> 10 personnes exposées	> 100 personnes exposées	> 1000 personnes exposées
Catastrophique	Entre 1 et 10 personnes exp.	Entre 10 et 100 personnes exp.	Entre 100 et 1000 personnes exp.
Important	Au plus 1 personne exp.	Entre 1 et 10 personnes exp.	Entre 10 et 100 personnes exp.
Sérieux	0 personne exp.	Au plus 1 personne exp.	Entre 1 et 10 personnes exp.
Modéré	La zone létale 5% ne sort pas.	La zone létale 1% ne sort pas.	Moins de 1 personne exp.

Tableau I.6. L'échelle de gravité de conséquence

▪ Accident majeur

Accident majeur est un événement tel qu'une émission, un incendie ou une explosion d'importance majeure résultant de développements incontrôlés survenus au cours de l'exploitation, entraînant des conséquences graves, immédiates ou différées, et faisant intervenir une ou plusieurs substances ou des préparations dangereuses .

▪ Étude de dangers

C'est un outil de démonstration de maîtrise des risques par l'exploitant, elle constitue le premier maillon réglementaire d'une chaîne de mesures destinées à protéger les riverains et l'environnement. Elle propose une démarche d'analyse approfondie¹⁰. L'étude de danger, qui est légalement obligatoire dans des pays industrialisés pour la majorité des installations industrielles, a pour objet d'identifier les risques directs ou indirects par lesquels l'activité de l'établissement classé met en danger, les personnes, les biens et l'environnement. Elle doit permettre de définir les mesures d'ordre technique propres à réduire la probabilité et les effets des accidents ainsi que les mesures d'organisation.

▪ **La gestion des risques**

La gestion des risques est une opération commune à tout type d'activité. Les objectifs poursuivis peuvent concerner par exemple : le gain de rentabilité, de productivité, la gestion des coûts et des délais, la qualité d'un produit... etc. De manière classique, la gestion du risque est un processus itératif qui inclut notamment les phases suivantes :

- Appréciation du risque (analyse et évaluation du risque) ;
- Acceptation du risque ;
- Maîtrise ou réduction du risque.

▪ **Site industriel**

Un site industriel ou zone industrielle est une zone géographique prévue pour un usage industriel il regroupe un ou plusieurs établissements industriels. Le terme de site industriel regroupe deux grandes catégories d'activités :

- les industries chimiques qui produisent ou qui utilisent des produits chimiques en grande quantité : fabrication des produits de base de la plasturgie, pharmaceutique, etc.
- les industries pétrolières (ou pétrochimiques) qui produisent, transforment ou stockent l'ensemble des dérivés du pétrole : fabrication des essences, stockage, distribution, etc.

▪ **Etablissement industriel**

L'établissement est l'ensemble installations placées sous le contrôle d'un exploitant où des substances dangereuses se trouvent dans une ou plusieurs installations, y compris les infrastructures ou les activités communes ou connexes ;

▪ **Installation industrielle**

Une installation est une unité technique à l'intérieur d'un établissement où des substances dangereuses sont produites, utilisées, manipulées ou stockées. Elle comprend tous les équipements, structures, canalisations, machines, outils, embranchements ferroviaires particuliers, quais de chargement et de déchargement, appontements desservant l'installation, jetées, dépôts ou structures analogues, flottantes ou non, nécessaires pour le fonctionnement de l'installation.

▪ **Scénario d'accident**

Enchaînement d'événements conduisant d'un événement initiateur à un accident (majeur), en général, plusieurs scénarios peuvent mener à un même phénomène dangereux pouvant conduire à un accident (majeur), on dénombre autant de scénarios qu'il existe de combinaisons possibles d'événements y aboutissant.

▪ Événement Redouté

Dans l'enchaînement des événements pouvant conduire à un accident, l'événement redouté central correspond aux conséquences ultimes d'une dérive ou défaillance affectant un équipement dangereux. Il se rapporte généralement à une perte de confinement ou une perte d'intégrité physique.

▪ Événement Initiateur

L'événement initiateur d'un accident correspond à une cause directe d'un événement redouté central (perte de confinement ou d'intégrité physique). La corrosion, les agressions d'origine externe, une montée en pression ou en température notamment sont généralement des événements initiateurs d'un accident.

I.15. Les risques industriels : Quel modèle de risque ?

Les risques industriels peuvent avoir plusieurs classifications. Wybo classifie ces risques, selon les mesures de prévention, en deux catégories : risque de dommages et risques de crises. *Les risques de dommages correspondent à des situations pour lesquelles des mesures de prévention et de protection ont été prises par l'organisation par contre aux risques de crises qui correspondent à des situations pour lesquelles il ya eu peu d'anticipation.* Généralement, les risques industriels sont divisés en deux groupes en fonction de la gravité des accidents auxquels ils peuvent donner naissance :

- Risques professionnels
- Risques industriels majeurs ou haut risques

Ce chapitre s'intéresse au deuxième type de risque (risque industriel majeur) dont il sera traité en détail.

I.15.1. Risques professionnels

Sont à l'origine des accidents de travail et des maladies professionnels ou à caractère professionnel. Les conséquences de ces risques sont modérées et affectent essentiellement les salariés qui travaillent sur les lieux de l'accident.

Il s'agit le plus souvent de blessures et d'intoxications plus ou moins graves quelquefois des décès ; dégâts matériels, impacts écologiques faibles et se limitent le plus souvent au périmètre de l'établissement.

Les principales familles de risques professionnels sont :

- Les risques mécaniques : coupures, écrasements, chocs, blessures diverses lors des

- travaux sur des machines-outils, et machines avec organes en mouvement rapide ;
- Les risques électriques : électrisation ou électrocution souvent mortelle lors des contacts avec les conducteurs nus parcourus par du courant électrique ;
 - Les risques physiques : acoustiques (surdité par exposition aux bruits intenses), vibratoires (troubles musculaires par les vibrations des machines vibrantes), etc. ;
 - Les risques chimiques : de même nature que les risques industriels majeurs ;
 - Les risques biologiques : maladies contractées par manipulation de germes pathogènes ;
 - Les risques dus aux manutentions manuelles musculo-squelettiques (TMS), risques de transport et de circulation, les risques rencontrés dans les travaux, etc.

I.15.2. Risques industriels majeurs

Le risque industriel majeur, haut risque ou bien risque d'accidents majeurs, (sera défini ultérieurement) englobe de sa part trois modèles de risque sont considérés dans ce travail comme manifestations ou effets du risque industriel majeur, se sont les risques thermiques, les risques toxiques et les risques de surpression (voir le schéma). Ces risques se différencient des précédents par l'ampleur des accidents et des dégâts causés : le nombre de victimes élevé non limité aux seuls salariés, destructions de bâtiments, etc.

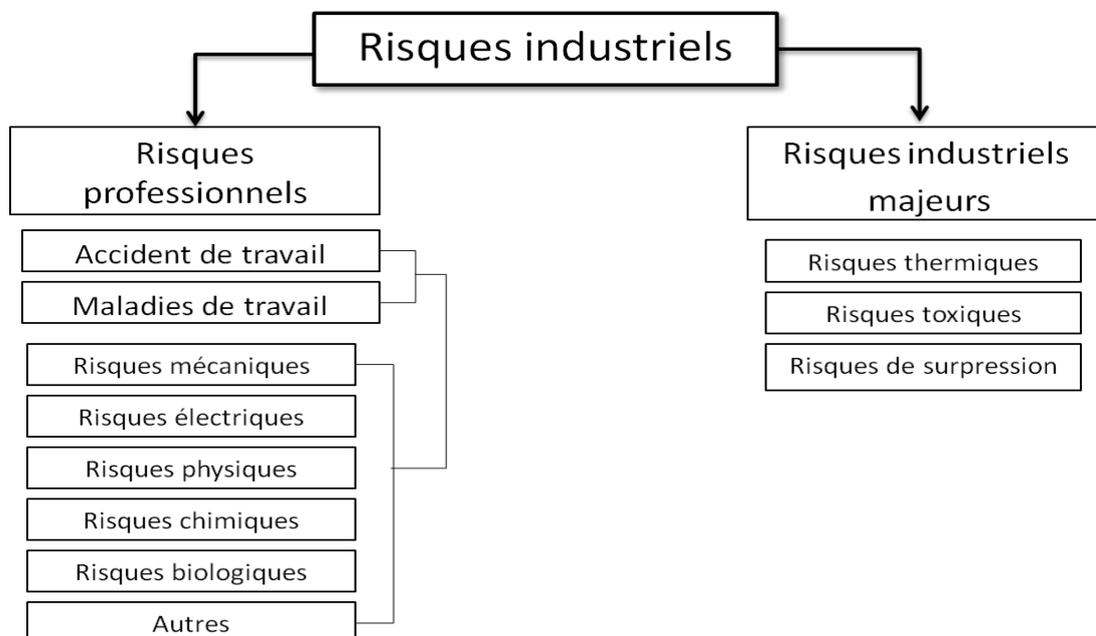


Figure I.10. Typologie des risques industriels

Dans ce qui suit on s'intéressera qu'aux risques et accidents industriels majeurs.

I.15.3. Définitions

Le risque industriel majeur, qui fait partie des risques industriels, constitue l'origine de tout accident industriel ce qui signifie qu'un accident industriel résulte d'un risque industriel.

« A l'origine de tout accident industriel, il existe un risque, autrement dit un danger potentielsusceptible d'introduire une situation plus ou moins grave» [Marcossian, 2006]¹²

Le risque industriel majeur est défini comme étant la possibilité de la production d'un événement accidentel sur un site industriel entraînant des conséquences immédiates graves pour le personnel, les populations avoisinantes, les biens ou l'environnement.



Figure I.11. Le risque industrie

Ce risque résulte de la combinaison des trois critères suivants :

- la probabilité d'occurrence des phénomènes dangereux pouvant se produire ;
- l'intensité des effets de ces phénomènes ;
- la vulnérabilité des intérêts.

Le risque industriel est un risque technologique, lié à la mise en œuvre de l'activité humaine à des fins industrielles. On constate qu'à l'origine de tout accident, même mineur, il existe un risque ou danger, qui, sous certaines conditions, conduit aux accidents.

Le bureau international du travail (BIT) à Genève donne la définition suivante :

« l'expression accident majeur (industriel) désigne un événement inattendu et soudain ,y compris en particulier une émission, un incendie ou une explosion de caractère majeur ,du à un développement anormale dans le déroulement d'une activité industrielle, entraînant un danger grave ,immédiat ou différé, pour les travailleurs ,la population et l'environnement à l'intérieur ou à l'extérieur de l'installation et mettant en jeu un ou plusieurs produits dangereux » .

I.15.3. Générateurs du risque industriel

Les risques industriels existent un peu partout dans les usines et les ateliers industriels, ces générateurs du risque sont regroupés en deux familles :

▪ Les industries chimiques

Le terme « d'industrie chimique » regroupe l'ensemble des activités qui produisent ou utilisent des produits chimiques en grande quantité. En effet, certaines entreprises utilisent largement des produits chimiques pour la fabrication de produits finis non chimiques, comme dans le cas de la chaîne du PVC.

▪ Les industries pétrochimiques

L'industrie pétrochimique correspond à l'ensemble des industries travaillant les produits pétroliers. Les raffineries sont l'élément principal et constitue généralement le premier maillon de la chaîne, tandis que pour le consommateur, le maillon final est la station-service permettant de faire le plein de carburant de son automobile.

I.15.4. Principaux phénomènes redoutés

Différents phénomènes pouvant avoir des conséquences graves sont redoutés au Sein des sites industriels :

I.15.4.1. Le B.L.E.V.E. : "Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion"

Elle signifie l'explosion de gaz en expansion provenant d'un liquide en ébullition (cas de l'accident de Feyzin, en 1967). Une augmentation de température, le plus souvent causée par un incendie, fragilise le métal de la sphère de stockage. La sphère peut éclater sous l'effet de la pression interne. L'éclatement, s'il a lieu, entraîne une projection de fragments et/ou missiles, et la libération du gaz liquide qui est instantanément vaporisé. Si le gaz en question est inflammable, il y a formation d'une boule de feu avec un rayonnement thermique intense. Les effets sont essentiellement des effets thermiques.

I.15.4.2. Boil over

Un Boil over signifie Boule de feu accompagnée de projection de liquide enflammé, c'est un phénomène de moussage brutal impliquant des réservoirs atmosphériques et résultant de la transformation en vapeur, d'eau liquide (fond d'eau, eau libre, émulsion) contenue dans un réservoir en feu. Ce phénomène est à l'origine de violentes projections de combustible, du bouillonnement du contenu du bac, de l'extension des flammes et de la formation d'une boule de feu. Pour avoir l'apparition de ce phénomène il faut plusieurs conditions simultanées.

Il faut tout d'abord qu'il y ait de l'eau dans le fond du réservoir. Cette eau peut être présente dans le bac suite aux précipitations, dans le cadre de la lutte contre un incendie ou pour une autre raison. Du fait de la différence de densité entre l'eau et les hydrocarbures, l'eau étant plus lourde elle s'accumule dans le fond d'un bac. En cas de feu dans le bac et au bout d'un temps assez important, la chaleur dégagée par l'incendie pourra vaporiser l'eau, projetant des gouttelettes d'hydrocarbure enflammées, sous la forme d'une boule de feu.

Ce phénomène a eu lieu dans un incendie au port Édouard Herriot de Lyon en juin 1987. L'incendie accidentel d'un réservoir a projeté un bac de plusieurs tonnes à deux cents mètres en l'air, la base du bac s'étant désolidarisée de son support. L'incendie qui en a résulté a enflammé un bac de stockage de gazole à proximité qui explose et forme une boule de feu de 300 m de hauteur et de 200 m de largeur.

I.15.4.3. L'U.V.C.E. : "Unconfined Vapor Cloud Explosion"

C'est-à-dire explosion d'un nuage de gaz en milieu non confiné (à l'air libre). (*Cas de Flixborough, en 1947*). Suite à une fuite de gaz combustible, le mélange du gaz et de l'air peut former un nuage inflammable qui en rencontrant une source d'allumage peut exploser. Les effets sont essentiellement des effets de surpression.

I.15.4.4. L'incendie d'un stock de produits

Ce phénomène du au stockage des produits peut être l'origine d'un risque d'explosion (*cas d'AZF à Toulouse, en 2001, 30 morts*)

I.15.4.5. L'émission et la diffusion de produits toxiques

Ce phénomène est causé suite à un incendie ou une fuite accidentelle, avec risque de pollution de l'air, de l'eau, du sol (*cas de Seveso en 1976 et Bhopal en 1984*).

I.15.5. Causes et effets des risques industriels

I.15.5.1. Causes des risques industriels

Les causes potentielles de défaillance des industries chimiques et pétrolières, qui conduisent aux accidents industriels majeurs sont diverses, et peuvent être classées en trois catégories

Les causes liées à une mauvaise gestion de la sécurité

Défaillances mécaniques liées à un mauvais entretien de l'outil de production (rupture d'une canalisation rouillée suite à un manque de surveillance et à son non remplacement, par exemple), mais aussi défaillances humaines liées à une méconnaissance des risques ou à une erreur de manipulation ;

Les causes externes

trop nombreuses pour que l'on puisse en établir une liste exhaustive. À titre d'exemple, cette catégorie comprend toutes les explosions externes qui pourraient engendrer une fuite ou une autre explosion sur le site. Les catastrophes naturelles peuvent également être une source de

danger (avalanche, chute de blocs, etc.), tout comme des risques plus exceptionnels, tels que les ruptures de barrage en amont d'un site, etc.

Les causes liées à la malveillance

Il peut s'agir d'un attentat, d'une dégradation volontaire d'un outil de production. Elle est prise en compte de manière spécifique : elle oblige les industriels à mettre en œuvre des moyens de protection élaborés, car c'est un risque imprévisible.

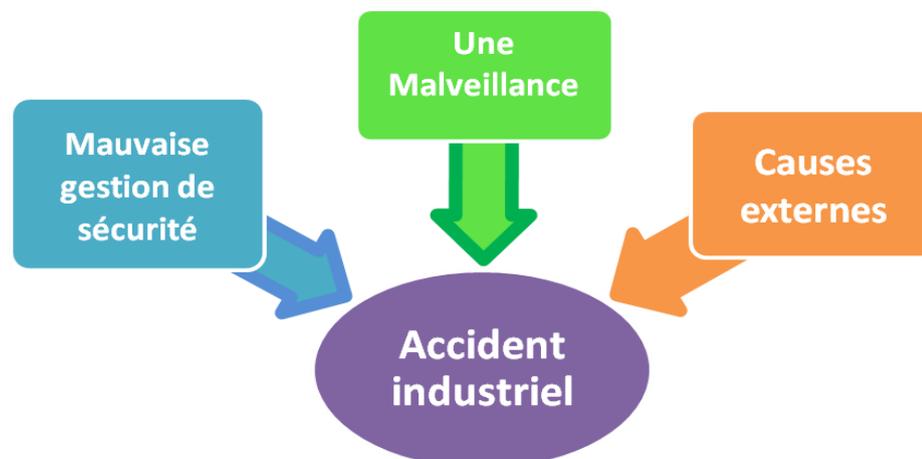


Figure I.12. Principales causes des accidents industriels.

I.15.6. Effets des risques industriels

Les principaux effets du risque industriel qui sont susceptibles d'être générés par les installations industrielles sont regroupés sous trois typologies d'effets :

▪ Effets thermiques

Sont liés à la combustion plus ou moins rapide d'une substance inflammable ou combustible. Ils provoquent des brûlures internes ou externes, partielles ou totales des personnes exposées. Ils peuvent enflammer des structures voisines.

▪ Effets mécaniques ou de surpression

Résultent d'une onde de pression (déflagration ou éclatement en fonction de la vitesse de propagation de l'onde de pression), provoquée par une explosion. Celle-ci peut être issue d'un explosif, d'une réaction chimique ou d'une combustion violente (combustion d'un gaz ou d'un nuage de poussières), d'une décompression brutale d'un gaz sous pression (éclatement d'une bouteille d'air comprimé par exemple). Les effets de surpression peuvent être directs et provoquer des lésions aux tympans et aux poumons, la projection de personnes à terre ou contre un obstacle. Ils peuvent être aussi indirects, comme par exemple l'effondrement des structures ou l'impact de projectiles sur des personnes.

▪ Effets toxiques

Résultent d'une fuite sur une installation ou du dégagement d'une substance toxique issue d'une décomposition chimique lors d'un incendie ou d'une réaction chimique. L'inhalation constitue généralement le risque toxique le plus important pour les populations exposées, Les conséquences qui découlent peuvent être, par exemple : une détresse respiratoire, un œdème du poumon, une atteinte au système nerveux central, etc.

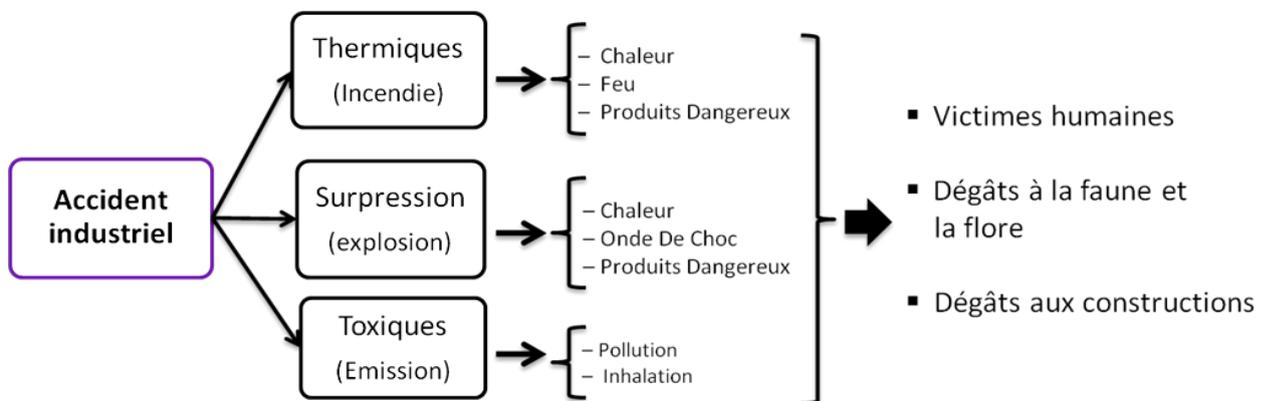


Figure I.13. Conséquences et effets des accidents industriels

II.2. Urbanisation et risques industriels majeurs

II.2.1. Contexte général

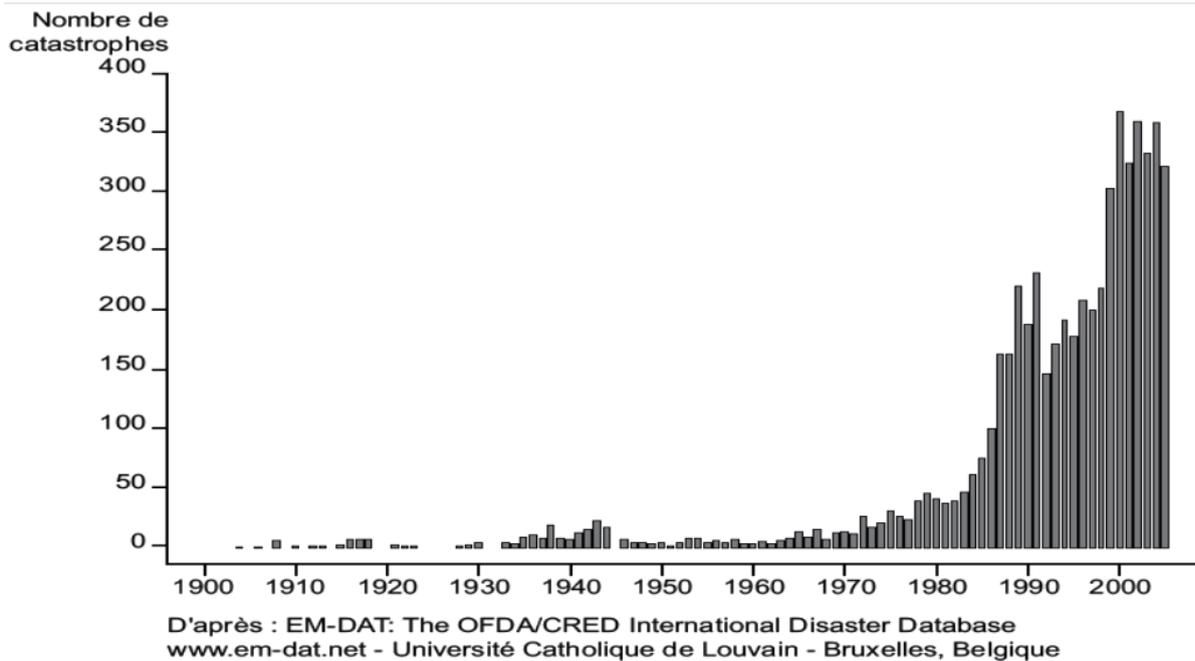
Cette partie illustre le problème du rapprochement entre les sites dangereux (générateurs du risque industriel), et les éléments exposés vulnérables de la ville, ces sites qui sont localisés à l'origine à l'extérieur des villes sont, sous l'impulsion de l'urbanisation, rattachés à la ville. De nombreuses

installations dangereuses se trouvaient initialement en dehors des agglomérations et loin des zones habitées. Pourtant à la faveur d'une absence de réglementation, d'un laxisme des pouvoirs publics et face à une pression démographique toujours plus forte, les villes se sont développées et les espaces urbanisés ont rattrapés les usines jusqu'à ses périmètres de danger (Pho.1)



Figure I.14. Quartier résidentiel avoisinant un établissement industriel classé Seveso seuil haut.

Il est donc difficile de ne blâmer que les industriels et de les accuser de s'être installés volontairement en pleine ville. Les autorités ayant délivré des permis de construire peuvent davantage être mises en cause. Depuis les années 1970, le nombre des accidents industriels est en augmentation exponentielle comme le présente cette graphique .



Graphe I.3 : Nombre des accidents industriels par an entre 1900 et 2005.

II.2.2. Proximité de la ville et des sites industriels : quel danger ?

Les accidents industriels peuvent avoir quatre caractéristiques principales ou bien quatre répercussions sur la ville qui les distinguent également des nombreux accidents et incidents habituels connus au milieu industriel tant par le nombre de victimes que par l'étendue des dégâts infligés à l'environnement. Les répercussions des sites industriels qui peuvent être générées en milieu urbain sont conjuguées par :

- **Un nombre élevé de victimes humaines**

Les accidents industriels peuvent causer un nombre élevé de victimes humaines, morts d'hommes, intoxications et blessures (chocs, écrasement, fractures, brûlures) plus ou moins graves. Les victimes sont en premier lieu les personnes qui sont présentes sur les lieux de travail. Viennent ensuite les personnes qui se trouvent occasionnellement (visiteurs, passants) ou, habituellement (habitants, commerçants et travailleurs) à proximité de l'usine à l'intérieur du rayon d'action (périmètres de sécurité) de l'accident majeur.

Outre les blessures, il y a aussi les traumatismes psychologiques susceptibles de marquer profondément les gens. En plus de victimes humaines, on dénombre également des victimes parmi les animaux domestiques, sans oublier la flore en cas de rejet de substances écotoxiques et biocides.

Le nombre de morts n'est pas le seul critère de l'accident majeur ; celui de Seveso n'a pas causé de morts directs, mais reste l'exemple même d'un accident industriel majeur par ses

conséquences par le nombre des personnes et d'animaux intoxiqués, marqués à vie et malades, ainsi que les conséquences catastrophiques sur l'écosystème : faune et flore, animaux domestiques, durée de la persistance de la pollution, etc.

▪ **Des dégâts matériels**

Les dégâts matériels sont constatés à l'intérieur et tout autour du lieu de l'accident majeur, sont conjugués par la destruction de divers immeubles et constructions, parmi les dégâts matériels susceptibles d'être provoqués on peut citer :

- Destructons totale ou partielles de constructions : immeubles et maisons d'habitations, bâtiments publiques, bâtiments industriels divers etc. ;
- Dégâts de la voie publique : routes, ponts, tunnels signalisation routières, chemin de fer, canalisations aériennes ou souterraines, poteaux électriques et téléphoniques, etc. ;
- Dégâts au niveau des véhicules : automobiles en arrêt ou en circulation.

▪ **Une pollution néfaste sur la nature environnante**

Lors d'un accident industriel, des produits nocif et écotoxique sont émis dans la nature qui polluent l'air, le sol, et le milieu aqueux (mers, lacs, étangs, cours d'eaux, nappes phréatiques) avec la destruction plus ou moins avancée de la faune et de la flore. Dans certain cas la nature

devient impropre à la vie pendant plusieurs années.

▪ **Nécessité d'organisation des secours à une grande échelle**

Cette tache est confiée aux autorités compétentes locales qui doivent mettre en place les secours prévus en cas d'accidents majeurs ainsi que prévoir la réparation des dégâts matériels causés. les interventions post-accident revêtent plusieurs aspects :

- Secours médical d'urgence des victimes, qui incombe principalement aux services de la protection civile du secteur ;
- Hospitalisation éventuelle des victimes dans des centres de soin spécialisés ;
- Organisation de la circulation et des déplacements à proximité de l'accident ;
- Expertises et enquêtes techniques à caractère judiciaire et recherche des responsabilités au niveau des services judiciaires compétents ;
- Indemnisation par les responsables des dégâts causés et mise en place de mesures réglementaires à la lumière des résultats de l'expertise technique.

II.2.3. Accidents majeurs en milieu urbain : Répercussions et enseignements

Ces accidents concrétisent ce qui a été abordé précédemment concernant les répercussions causées d'un côté, et permettent de connaître les mesures de prévention que les enseignements tirés ont fait origine d'un autre côté.

▪ **Explosion de la poudrerie de Grenelle (Paris, 1794)**

Un des premiers accidents graves connus, il était suivi d'une enquête officielle confiée à des savants de l'époque, physiciens et chimistes.

La poudrerie avait été construite vers 1751 sur les terrains du château de Grenelle datant des 17^{ème} -18^{ème} siècles. A l'époque, c'était encore la campagne, l'explosion avait détruit une grande partie des bâtiments et avait fait un millier de victimes.

>> Cette explosion avait fait l'origine de la législation des installations classées de 1810.

▪ **Explosion de la mine de charbon de Courrières (France, 1904)**

A la suite d'un incendie dans une veine où travaillaient près de 1500 mineurs, une violente explosion ravageait les 110 km des galeries faisant 1099 morts.

>> Cet accident a servi également à l'accélération de la mise en place des textes officiels relatifs à la sécurité et à la protection des salariés.

▪ **Explosion de la raffinerie de Feyzin (Rhône, 1966)**

La raffinerie, située au sud de Lyon, mise en service en 1964, produisait et stockait des hydrocarbures gazeux (butane, propane...). Une fuite de gaz a causé un incendie de grande ampleur, cet accident a fait 17 morts, 84 blessés et des dégâts matériels importants dans un rayon de 25 km, jusqu'à la ville de Vienne.

□ Cet accident a servi de révélateur de l'existence des risques d'explosion au niveau des raffineries et des usines pétrochimiques et a conduit à l'élaboration d'une réglementation sévère dans le domaine de l'industrie des hydrocarbures.

▪ **Explosion de l'usine chimique de Flixborough (Royaume-Uni, 1974)**

Cette usine était spécialisée dans la fabrication du nylon. Une fuite du réacteur a laissé échapper dans l'atmosphère un nuage de 50 tonnes de cyclohexane inflammable qui, au contact d'une torchère, a produit une explosion suivie d'un incendie. Cet accident a causé des dégâts énormes tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de l'usine, elle a conduit à 28 décès immédiats et plusieurs dizaines de blessés graves.

□ Cet accident a fait également l'origine des textes réglementaires tant au Royaume-Uni que dans les autres pays industrialisés d'Europe.

▪ Accident de l'usine chimique de Seveso (Italie, 1976)

Il reste l'archétype de l'accident industriel majeur ayant conduit à une importante pollution de l'environnement et à la mise en place d'un document officiel international sur la prévention des accidents industriels majeurs (directive européenne Seveso).

L'accident s'est produit à l'usine d'Icmésa de Meda, à côté de la ville Seveso, en Lombardie, appartenant à la société suisse du groupe pharmaceutique Hoffman-La Roche. Cet accident a causé plus de 40000 personnes intoxiquées à des degrés divers, et une surface de 2000 hectares de zones agricoles contaminées. Certes, il n'a pas eu de morts, mais plusieurs personnes ainsi qu'un grand nombre d'animaux domestiques ont été intoxiqués et gardent encore des séquelles. Il est à rappeler qu'entre 1949 et 1976, huit autres accidents similaires mais moins graves se sont produits, sans que les conséquences et la prévention soient sérieusement étudiées.

>> Cet accident a conduit à la mise en place d'un document officiel international sur la prévention des accidents industriels majeurs (directive européenne Seveso).

▪ L'accident de l'usine chimique de Bhopal (Inde ,1988)

L'accident qui s'est produit à l'usine d'Union Carbide à Bhopal, en Inde centrale, constitue certainement l'accident industriel récent le plus grave, du à la forte densité des habitations à proximité immédiate de l'usine. Cet accident a causé plus de 2500 morts et au moins de 250.000 personnes intoxiquées (parmi les salariés de l'usine qui en comptait un millier et la population environnante très nombreuse, dont plusieurs souffrent encore de séquelles graves et sont susceptibles de mourir dans les années à venir.

Cet accident s'est produit lors d'une infiltration d'eau dans un réservoir contenant des matières dangereuses s'est traduit par un échauffement suivi d'une explosion qui a formé un nuage très agressif et toxique.

>> Cet accident qui s'est produit douze ans après celui de Seveso, a accéléré la mise en place de la réglementation internationale sur la prévention des accidents industriels majeurs, dont les directives européennes dites Seveso.

▪ Accident de l'usine chimique AZF (Toulouse ,2001)

Il s'agit d'une explosion s'est produite à l'usine Azote de France de Toulouse du à une erreur technique .Cet accident a fait une trentaine de morts et plus de 300 blessés et des dégâts matériels considérables, évalués à plus de 2 ,3 milliards d'euros, jusqu'à quatre kilomètres de distance, essentiellement aux limites externes des vitres cassées ou fendues .

>> Suite aux événements d'AZF, de nombreux articles ont été insérés dans le Code de l'Environnement Français, pris pour application de la loi du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages.

>> Le tableau suivant donne une liste des principaux accidents industriels majeurs connus et ayant fait l'objet d'une analyse technique en vue de la prévention.

Année	Lieu	Type d'accident	Morts	Blessés	Evacués
1794	Grenelle, Paris	Explosion de la poudrerie.	1000	-	-
1921	Ludwigshafen, Allemagne	Explosion d'un stock d'ammonitrate		-	-
1966	Feyzin, France	Explosion de la raffinerie de pétrole	18	-	-
1971	Brunswick, Etats-Unis	Explosion à l'usine chimique	25	-	-
1974	Flixborough, Bretagne	Explosion de l'usine chimique	28	104	3000
1976	Seveso, Italie	Explosion et pollution		193	226000
1981	Madrid, Espagne	Contamination alimentaire	430	20000	222000
1984	Bhopal, Inde	Explosion et pollution à l'usine	2800	50000	200000
1993	Bangkok, Thaïlande	incendie au fabrique de jouets	240	547	-
2001	Toulouse, France	Explosion de l'usine chimique AZF	30	> 2 500	-
2005	Kharbin, Chine	Explosion de l'usine pétrochimique	-	-	-
2006	Abidjan, Côte d'Ivoire	Déchets toxiques	10	>100 000	-

Tableau I.7. Principaux accidents industriels majeurs.

On constate que ces accidents industriels majeurs malgré ses répercussions négatives causées sur la population, les biens et sur l'environnement ont joué un rôle positif : ils ont mobilisé l'opinion et les pouvoirs publics sur la question de la prévention des risques industriels par la mise en place d'un document officiel international sur la prévention des accidents industriels majeurs (directive Seveso en Europe).

I.17. Prise de conscience des risques industriels en milieu urbain : La Prévention

Dans le premier chapitre, on a développé la démarche de gestion des risques, qui est considérée comme la démarche représentative pour toute opération de réduction des risques, et qui englobe deux actions : l'action de prévention (avant que l'événement se produise) et l'action de protection (après la production de l'événement).

Concernant les risques et accidents industriels majeurs, on trouve que le monde en général et les grands pays industriels en particulier, qui ont connu chez eux plusieurs accidents industriels majeurs, consacrent toutes leurs importances à l'aspect préventif, à fin d'éviter ces accidents ou tout au moins diminuer l'importance des dégâts causés, tant au niveau des victimes que de l'environnement. Par conséquent, dans ce chapitre, on ne développera que la première action de gestion des risques celle de prévention des risques.

I.17.1. La prévention des risques industriels

La prévention des accidents industriels est définie comme l'ensemble des mesures administratives, législatives et techniques susceptibles d'éviter ces accidents ou du moins réduire leurs impacts sur la population et sur l'environnement [MAUPETIT, 2010] ¹⁴.

Prévenir les accidents, c'est intervenir avant que ces accidents ne se produisent. Mais c'est également l'ensemble des mesures prises pour diminuer les conséquences de ces sinistres ; par conséquent, les mesures de secours et d'interventions post-accident peuvent être considérées comme étant une partie de la prévention. Les enquêtes policières, juridiques et la recherche de responsabilité pour la réparation des dégâts causés postérieurement à l'accident ne sont pas considérées comme des mesures de prévention, même si elles peuvent avoir un effet indirect favorable sur la sécurité, ne serait-ce que par leurs impacts psychologiques sur les populations.

I.17.2. Politique internationale de prévention des risques

En réaction aux importantes catastrophes technologiques qui ont été produites, une prise de conscience est déclenchée. Dans l'ensemble de la communauté internationale, les autorités communautaires et internationales compétentes ont été amenées à se pencher sur les

problèmes des risques industriels majeurs et à mettre en place des mesures réglementaires obligatoires et incitatives. Ainsi, elles ont concentré leurs efforts sur la prévention de ces accidents majeurs impliquant des substances dangereuses et sur la limitation de leurs conséquences pour l'homme et pour l'environnement, afin d'assurer des niveaux de protection élevés. La communauté européenne a adopté une politique commune en matière de prévention des risques industriels majeurs.

Ce sont les directives du conseil de l'union européenne, appelées directives Seveso en matière de sécurité industrielle en Europe.

Les directives Seveso :

▪ Aperçu historique

Ces directives sont des textes législatifs européens, généralement proposés par la commission, préparés par le conseil européen et ratifiés par le parlement européen. Elles s'adressent aux gouvernements des Etats membre qui sont tenus de transcrire des mesures des directives dans leurs législations, pour que ces mesures soient obligatoires et appliquées ; les citoyens ne peuvent respecter les mesures des directives que si elles sont contenues dans les législations nationales. Depuis 1982, la Communauté européenne est intervenue dans ce domaine au travers de deux directives relatives aux risques d'accident majeur II s'agit de :

▪ Directive 82/501/CEE du 24 juin 1982 dite directive de Seveso I

C'est la première version de cette directive qui a été modifiée en 1986 et 1987 et révisée à plusieurs reprises à la suite de certains accidents survenus. Cette directive distingue deux classes d'établissements :

- Les installations dangereuses à risque réel, pour lesquels des mesures doivent être mises en place ;
- Les installations les plus dangereuses, à haut risque, appelées également installations Seveso, qui non seulement doivent respecter un certain nombre de mesures mais aussi doivent rester sous surveillance et contrôle permanent ;

>>> Les mesures prescrites tendent à assurer la maîtrise des risques industriels et empêcher les accidents industriels majeurs.

▪ Directive 96/82/CE du 9 décembre 1996 dite directive Seveso II

Cette directive du 1996 remplace celle de 1982 et introduit des changements relativement importants et des concepts nouveaux :

- La nouvelle directive remplace le terme installation par le terme établissement qui est une

notion plus large, car elle correspond à une entreprise ou une usine, susceptible de comprendre plusieurs installations ou se trouvent des substances dangereuses.

- La protection de l'environnement est rendue plus précise ;
- De nouvelles exigences plus sévères sont introduites en matière de gestion de sécurité et de plans d'urgences.
- Un plus grand relief est donné à l'aspect aménagement du territoire.
- Les inspections et contrôles périodiques sont renforcés.
- L'information du public sur les risques existants et les mesures de sécurité mises en application est exigée.

Des modifications ont été apportées à cette directive, notamment par la directive 2003/105/CE du 16 décembre 2003, qui a inclus les opérations de traitement et de stockage des matières minérales dans les industries extractives et le traitement des déchets activités.

La directive Seveso II

▪ Présentation de la directive Seveso II

La directive dite Seveso ou directive 96/82/CE est une directive européenne qui impose aux États membres de l'Union européenne d'identifier les sites industriels présentant des risques d'accidents majeurs. La directive, officialisée le 24 juin 1982, a été modifiée le 9 décembre 1996 et amendée en 2003 la directive 2003/105/CE.

Cette directive est nommée ainsi d'après la catastrophe de Seveso qui eut lieu en Italie (1976) et qui a incité les États européens à se doter d'une politique commune en matière de prévention des risques industriels majeurs.

Le tableau 3 montre le plan de cette directive, à la base de la législation en matière de prévention des risques industriels majeurs, pour les pays européens qui avaient déjà mis en place des textes pour la maîtrise des risques.

Cette directive comporte :

- Des raisons justifiant un tel texte, dont les rappels d'accident industriels majeurs ;
- Des articles traitant des différents aspects intéressant la maîtrise des risques industriels majeurs impliquant des substances dangereuses ;
- Des annexes qui apportent un certain nombre de précisions pratiques pour la mise en application des mesures dans les différents pays.

I.17.3. Politique de prévention des risques : cas de France

Suite aux évènements d'AZF, de nombreux articles ont été insérés dans le Code de l'Environnement, pris pour application de la *loi du 30 juillet 2003* relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages. La directive SEVESO II, n'est pas directement applicable en France, mais par l'intermédiaire de la transposition dans la réglementation Française. C'est la législation des installations classées qui a été choisie, en créant la catégorie des installations soumises à autorisation avec servitude d'utilité publique qui reprend presque exactement les critères de la directive Seveso.

Des arrêtés ministériels spécifiques à ces établissements viennent transposer cette directive : il s'agit entre autre de l'arrêté du 10 mai 2000, modifié fin 2005.

Installations classées

Elles font l'objet d'une réglementation spécifique dont les fondements datent de la loi du 19 juillet 1976 sur les installations classées.

Le terme «*installations classées*» pour la protection de l'environnement, est utilisé dans le Code de l'environnement : « *Les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement [ICPE] sont des installations pouvant présenter des dangers ou inconvénients pour la commodité du voisinage, la santé, la sécurité et la salubrité publiques, l'agriculture, la protection de la nature et de l'environnement...* » [Art. L511.1, Code de l'Environnement].

▪ Classification installations classées

La France compte environ 500 000 établissements relevant de la législation des installations classées en fonction de deux grands volets :

- Un classement des substances en fonction de la nature et de la quantité des produits (hydrocarbures, explosifs, engrais...) stockés et mis en œuvre ;
- Un classement des activités en fonction des opérations et risques qu'elles présentent.

Pour chaque niveau de danger, un régime réglementaire et des contraintes s'appliquent : Les installations soumises à la déclaration avec contrôle périodique (DC)

Les installations soumises à déclaration (D) ne présentent pas de graves dangers ou inconvénients mais doivent néanmoins respecter des prescriptions générales.

Un nouveau régime créé par le décret du 8 juin 2006, impose aux exploitants de faire

procéder à un contrôle de leurs établissements tous les cinq ans, leur permettant de s'assurer que leurs installations fonctionnent dans les conditions requises par la réglementation et de prendre, le cas échéant, les mesures correctrices nécessaires.

Les installations soumises à autorisation préfectorale d'exploiter (A)

Ces installations présentent de graves dangers ou inconvénients pour l'environnement ; ce sont des établissements présentant des risques d'incendie, d'explosion et d'intoxications. Ils doivent faire l'objet d'un dépôt de demande d'autorisation d'exploiter aux autorités compétentes, comprenant notamment une **étude de dangers**, une **étude d'impact** et une notice d'hygiène et de sécurité. La procédure d'instruction du dossier est plus longue que la procédure de déclaration et comprend entre autres, une enquête publique. L'autorisation préfectorale d'exploiter n'est pas automatique puisque le dossier est examiné précisément par l'autorité.

Installations soumises à autorisation préfectorale avec servitude d'utilité publique (AS)

La procédure administrative est identique au cas précédent, mais la nature des activités ou substances sont telles qu'elles présentent des dangers graves pour l'environnement et doivent donc être éloignées des populations. C'est pour cela que s'ajoute la servitude d'utilité publique, outil du Code de l'Urbanisme permettant notamment d'interdire les constructions dans le périmètre défini par cette dernière.

Les établissements Seveso

La directive européenne « Seveso II » Est reprise en France au travers notamment de l'arrêté du 10 mai 2000 (complétant la réglementation des ICPE), elle concerne les ICPE utilisant des substances ou des préparations dangereuses en quantités telles qu'elles présentent un potentiel de danger important. Chacune de ces substances possède deux seuils en fonction de la gravité :

- les « Seveso seuil bas » : présentant des risques forts,
- les « Seveso seuil haut » : présentant des risques majeurs.

Dans le langage courant, lorsque l'on parle de « sites Seveso », il est presque toujours fait référence aux sites seuil haut. En droit français, un site Seveso seuil haut est classé «AS » au titre des ICPE. [Institut des Risques Majeurs, 2008]¹⁵. Un établissement ne peut être classé Seveso que si au moins une de ses installations est soumise à autorisation au sens de la loi sur les ICPE. Cette directive renforce le dispositif de prévention des accidents majeurs et introduit des mesures de "bonnes pratiques" de gestion des risques :

- >> La prise en compte des aspects organisationnels de la sécurité par l'établissement de plans de secours (le **POI** et le **PPI**) ;
- >> Disposition sur l'utilisation des sols (maîtrise de l'urbanisation) ;
- >> Renforcement de la participation et de la consultation du public.

Introduction à la prévention

La prévention des risques professionnels recouvre l'ensemble des dispositions à mettre en œuvre pour préserver la santé et la sécurité des salariés, améliorer les conditions de travail et tendre au bien-être au travail.

Une démarche de prévention des risques professionnels se construit en impliquant tous les acteurs concernés et en tenant compte des spécificités de l'entreprise (taille, moyens mobilisables, organisation, sous-traitance, co-traitance, intérim, filialisation, implantation géographique multiple, présence de tiers externes comme du public ou des clients...). Pour mettre en place une démarche de prévention, il est nécessaire de s'appuyer sur les neuf grands principes généraux (L.4121-2 du Code du travail) qui régissent l'organisation de la prévention.

- Éviter les risques, c'est supprimer le danger ou l'exposition au danger.
- Évaluer les risques, c'est apprécier l'exposition au danger et l'importance du risque afin de prioriser les actions de prévention à mener.
- Combattre les risques à la source, c'est intégrer la prévention le plus en amont possible, notamment dès la conception des lieux de travail, des équipements ou des modes opératoires.
- Adapter le travail à l'Homme, en tenant compte des différences interindividuelles, dans le but de réduire les effets du travail sur la santé.
- Tenir compte de l'évolution de la technique, c'est adapter la prévention aux évolutions techniques et organisationnelles.
- Remplacer ce qui est dangereux par ce qui l'est moins, c'est éviter l'utilisation de procédés ou de produits dangereux lorsqu'un même résultat peut être obtenu avec une méthode présentant des dangers moindres.
- Planifier la prévention en intégrant technique, organisation et conditions de travail, relations sociales et environnement.
- Donner la priorité aux mesures de protection collective et n'utiliser les équipements de protection individuelle qu'en complément des protections collectives si elles se révèlent insuffisantes.
- Donner les instructions appropriées aux salariés, c'est former et informer les salariés afin qu'ils connaissent les risques et les mesures de prévention.

La démarche de prévention repose également sur des méthodes et des outils. Sa mise en œuvre respecte en particulier les trois valeurs essentielles (respect du salarié, transparence et dialogue social) et les bonnes pratiques de prévention (voir les brochures Politique de maîtrise des risques professionnels - Valeurs essentielles et bonnes pratiques de prévention (ED 902) et Cinq leviers pour organiser la prévention dans l'entreprise (ED 6179))

En d'autres termes, la démarche de prévention consiste à développer dans l'entreprise une culture de prévention en s'appuyant sur :

- La démarche d'évaluation des risques professionnels consistant à identifier les risques auxquels sont soumis les salariés, en vue de mettre en place des actions de prévention pertinentes.
- La démarche de conception et d'utilisation des lieux de travail qui est une démarche a priori pour prévenir les risques professionnels et améliorer les conditions de travail : une démarche à mettre en œuvre, en conséquence, le plus en amont possible d'un projet.
- La démarche de prévention des risques liés aux machines. Elle s'attache en priorité, lors de la conception, à développer la prévention intrinsèque.
- Le questionnement sur l'utilisation des protections collectives portant sur l'élimination ou la réduction des risques, la mise en place de mesures d'isolement par rapport au risque.
- L'action des équipes pluridisciplinaires des services de santé et sécurité au travail impliquées dans la mise en place et le suivi des mesures collectives de prévention des risques.
- La place des protections individuelles, dont l'utilisation ne doit être envisagée qu'en complément des autres mesures d'élimination ou de réduction des risques.
- La formation et l'information, qui font partie intégrante de la politique de l'entreprise.
- A cet ensemble, s'ajoute l'obligation faite à l'employeur d'organiser dans son entreprise les secours et soins d'urgence à donner aux salariés accidentés et aux malades

Fondamentaux en prévention des risques professionnels

Pour mettre en œuvre une démarche de prévention des risques professionnels, il est indispensable de connaître quelques fondamentaux. Il s'agit avant tout de principes généraux de prévention, de valeurs essentielles (reposant notamment sur le respect des personnes et le dialogue social) et de bonnes pratiques. Il s'agit aussi de s'appuyer sur des méthodes ou des outils permettant de mettre en œuvre la prévention, notamment lors de l'évaluation des risques.

La prévention des risques professionnels, c'est l'ensemble des dispositions à mettre en œuvre pour préserver la santé et la sécurité des salariés, améliorer les conditions de travail et tendre

au bien-être au travail. Il s'agit d'une obligation réglementaire qui s'impose à l'employeur et dont les principes généraux sont inscrits dans le Code du travail.

Elle s'inscrit dans une logique de responsabilité sociale des entreprises, visant à réduire les risques d'accidents du travail et de maladies professionnelles et à en limiter les conséquences humaines, sociales et économiques.

Afin d'assumer cette responsabilité et répondre à l'obligation de résultat qui lui est faite, l'employeur doit pouvoir adapter la démarche de prévention à la nature de l'activité et à l'organisation propres à l'entreprise, mais aussi anticiper ses évolutions.

Connaitre les fondamentaux de la prévention, s'appuyer sur des valeurs et s'inspirer de bonnes pratiques, permet de progresser et d'intégrer une démarche d'amélioration continue à la prévention des risques professionnels dans la vie de l'entreprise (politique globale, organisation, production, achat, environnement, qualité...).

Des principes généraux, des valeurs et des bonnes pratiques

La prévention des risques professionnels est un enjeu majeur pour l'entreprise. Elle nécessite en premier lieu un engagement et une volonté politique forte au sein même de l'établissement. Chacun à son niveau dans l'entreprise (employeur, représentant du personnel, chargé de prévention ou salarié) est directement concerné. La démarche est guidée par :

- les 9 principes généraux de prévention du Code du travail qui introduisent une même démarche de prévention applicable à tous les risques et permettent de guider l'action (comme par exemple l'élimination des risques à la source, la protection collective ou l'adaptation du travail à l'homme),
- des valeurs essentielles (respect des personnes, transparence dans la mise en œuvre de la démarche de prévention et dialogue social),
- des bonnes pratiques de prévention.
- Des méthodes et des savoir-faire

Dans la mise en œuvre d'une démarche de prévention des risques professionnels, il est nécessaire de s'appuyer sur des méthodes ou des savoir-faire, notamment pour :

l'évaluation des risques : obligation légale imposée à l'employeur, c'est une étape cruciale de la démarche de prévention qui permet de définir les actions de prévention les plus appropriées, couvrant les dimensions techniques, humaines et organisationnelles de l'activité de l'entreprise (dont les résultats sont formalisés dans le document unique).

la mise en place d'une démarche de prévention des risques professionnels visant à améliorer, de façon continue, la performance de l'entreprise en matière de santé et sécurité au travail.

ers une approche globale des risques ?

De façon schématique, le fonctionnement habituel d'une entreprise génère des risques susceptibles d'avoir un impact sur la santé des salariés (risques professionnels), sur les équipements de production ou sur l'environnement extérieur à l'entreprise (risques environnementaux). L'ensemble de ces risques est regroupé sous le terme de risques industriels.

Confrontée à des obligations réglementaires de prévention des risques professionnels et de protection de l'environnement, l'entreprise doit élaborer des solutions pragmatiques et adaptées, en privilégiant la maîtrise du risque à la source. Une gestion cohérente de ces différentes composantes du risque et la mise en place d'actions de prévention efficaces pourra s'appuyer utilement sur les similitudes existant à la fois dans le vocabulaire, les concepts ou les méthodes à mettre en œuvre.

I.18. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons tenté de donner la vision la plus complète possible, des différents aspects du concept « *risque* », pour qu'il soit une base solide et une approche introductive aux chapitres qui se suivent. Etant donné : la définition du risque dans de nombreuses disciplines touchant notre thématique, les composants que le concept renferme, sa typologie, ses dimensions sociales, spatiales et législatives, ainsi que sa politique internationale de gestion en vue de la réduction de ses conséquences sur les personnes, les biens et l'environnement.

Le risque, qui connaît une évolution dans sa perception au cours de l'histoire, est considéré comme un objet d'étude pluridisciplinaire ; il fait l'objet de nombreux travaux de recherche dans des disciplines variés dont on résulte une multitude de définitions qui enrichissent ce concept. Une définition plus précise dite scientifique, gravite autour de trois notions : aléa, probabilité et enjeux, définit le risque comme étant « *la probabilité de survenue d'un événement potentiellement néfaste en présence des enjeux susceptible de subir des dommages ou des préjudices* », c'est la combinaison d'enjeux soumis à un aléa.

L'aléa, qui constitue l'un des composants du risque avec les deux notions : vulnérabilité et enjeux, est considéré comme l'élément de base qui détermine la nature du risque en fonction de la variation de deux critères qui sont la fréquence et la gravité.

Le mot « *risque* » n'est plus aujourd'hui uniquement associé à des catastrophes naturelles ou à des risques personnels mais à des situations globales de menace résultant de l'activité humaine. L'occasion est trouvée dans ce chapitre, pour mettre à plat le contexte dans lequel ce travail s'inscrit c'est le concept « *risque majeur* », qui, par référence aux critères précédents, est caractérisé par une faible fréquence et une gravité très élevée. Deux grandes catégories de risques se déclinent de ce nouveau concept : ce sont les risques naturels et les risques technologiques dans lesquelles le risque industriel fait partie.

Ces risques, quelque soient leur origine ou nature, se manifestent dans des zones urbanisées mettant en péril la vie de plusieurs personnes et ses biens. De ce fait les autorités publiques ont adopté des stratégies de réduction du risque et de ses impacts, autrement dit politiques internationales de gestion des risques, qui servent à limiter les conséquences causées en adoptant des mesures de préventions, d'intervention et de précaution.

Cette étude sera consacrée aux risques et aux accidents industriels majeurs ce qui rend ce chapitre une plate forme initiale pour toute étude d'un type de risque, il peut être considéré comme chapitre introductif générale du travail.

Bibliographie

- (1) BECK E, 2006, *Approche multi-risques en milieu urbain. Thèse de doctorat en géographie des sciences de la terre et de l'univers, université Louis Pasteur, Strasbourg,*
- (2) FABIANI J -L, THEYS J., 1987, *La société vulnérable : Evaluer et maîtriser les risques. Presse de l'Ecole normale Supérieure,*
- (3) DAUPHINE A, 2001, *Risques et catastrophes : Observer – spatialiser – comprendre – gérer. Paris, Armand Colin,*
- (4) CHALINE C et J DUBOIS-MAURY, 1994. *La ville et ses dangers. Paris, Masson,*
- (5) HIEGEL C, BECK E, GLATRON S, 2004. *La représentation des risques par les riverains des usines dangereuses. Dans Actes des Journées de la Société d'Ecologie Humaine ,1- 3 décembre 2004, Bordeaux,*
- (6) BECK Elise, 2006, *Approche multi-risques en milieu urbain. Thèse de doctorat en géographie des sciences de la terre et de l'univers, université Louis Pasteur, Strasbourg,*
- (7) TRICART J, 1958. *Etude de la crue de la mi-juin 1957 dans des les vallées du Guil, de l'Ubaye et de la Cerveyrette et les aspects géomorphologiques de leur reconstruction, Thèse de doctorat, université Louis Pasteur, Strasbourg, ronéotypé.*
- (8) Gouvernement du Québec 2000.
- (9) CARRIER, 2002, *Cours en analyse du risque, Faculté de médecine, Université de Montréal.*

⁽¹⁰⁾ <http://fr.wikipedia.org/securitéindustrielle> consulté le 01/12/2010.

¹¹ BERNARD J-G et al, 2002, *Le risque « un modèle conceptuel d'intégration » Rapport de projet, centre interuniversitaire de recherche Montréal,*

⁽¹²⁾ GARNIER C, 2010. *Notions théoriques générales "Intégration raisonnée des risques dans l'aménagement du territoire et l'urbanisme », D.D.E de la Réunion-28 avril 2010*

⁽¹³⁾ BECK E, 2006. *Approche multi-risques en milieu urbain, Thèse de doctorat en géographie des sciences de la terre et de l'univers, université Louis Pasteur, Strasbourg,*

⁽¹⁴⁾ MARGOSSIAN N, 2006. *Risques et accidents industriels majeurs : caractéristiques. Réglementation. Prévention, Dunod, Paris,*

⁽¹⁵⁾ BERZOWSK A, KHEDOUCI N, 2006. *Les risques : ce qu'il ya lieu de savoir, revue de l'architecture et de l'urbanisme (vie de villes), Février 2004,*

⁽¹⁶⁾ http://fr.wikipedia.org/wiki/Risque_naturel. consulté le 21/11/2010.

⁽¹⁷⁾ BECK Elise. 2006, *Approche multirisques en milieu urbain, thèse de Doctorat, Université Louispasteur, Strasbourg,*

⁽¹⁸⁾ http://fr.wikipedia.org/wiki/Risque_naturel. consulté le 23/11/2010.

⁽¹⁹⁾ THOURET J-C, D'ERCOLE R, 1996, *Vulnérabilité aux risques naturels en milieu urbain: effets, facteurs et réponses sociales, Cash. SCI. Hum. 32 (2) 96, pp 407-422.*

(20) BERNARD J, et al, 2002, *Le risque un modèle conceptuel d'intégration, Rapport de projet*, centreinteruniversitaire de recherche, Montréal,

(21) www.risquesmajeurs.fr, Consulté le 10 /11/2010.

(22) [http : //www.risquesmajeurs.fr](http://www.risquesmajeurs.fr), Consulté le 10 /11/2010.

(23) *Le dossier départemental des risques majeurs – DDRM, Morbihan, juin 2009.*

(24) MARGOSSIAN N, 2006. *Risques et accidents industriels majeurs : caractéristiques. Réglementation. Prévention*, Dunod, Paris,

(25) <http://fr.wikipedia.org/wiki/>consulté le 20/11/2010.

(26) *Loi 04/20 du 25 décembre 2004, loi de la république algérienne, relative à la prévention des risquesmajeurs et à la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable.*

(27) *Direction générale de protection civile.*

(28) BEUCHER S et al, 2004, *Le risque*, Editions Bréal,

(29) BECK E. 2006, *Approche multirisques en milieu urbain, thèse de Doctorat, Université Louis pasteur, Strasbourg,*

(30) *Petit Larousse de la psychologie ,2008*

⁽³¹⁾ *Chargée de recherche en géographie, laboratoire, image, ville, environnement.*

⁽³²⁾ *GLATRON S, 2003, Culture des risques, in : Les risques, ouvrage coordonné par Vincent Moriniaux, Editions Du Temps, Collection Questions de géographie, p71, (pp. 71-87)*

⁽³³⁾ *BECK E, 2006, Approche multi-risques en milieu urbain, Thèse de doctorat en géographie des sciences de la terre, université Louis Pasteur, Strasbourg,*

⁽³⁴⁾ *Leroy, Signoret A. 1992. le risque technologique, PUF, paris, p109.*

⁽³⁵⁾ *http://fr.wikipedia.org/wiki/Risque_naturel. consulté le 23/11/2010.*

⁽³⁶⁾ *<http://www.eyrolles.com>. Consulté le 25/11/2010.*

⁽³⁷⁾ *DENIS-REMIS C, 2007, Approche de la maîtrise des risques par la formation des acteurs, Thèse de doctorat en Sciences et Génie des Activités à Risques, Ecole des mines, Paris,*

⁽³⁸⁾ *BECK E, 2006, Approche multi-risques en milieu urbain, Thèse de doctorat en géographie des sciences de la terre et de l'univers, université Louis Pasteur, Strasbourg,*

⁽³⁹⁾ *MARGOSSIAN N, 2006, Risques et accidents industriels majeurs, Dunod, Paris,*

⁽⁴⁰⁾ *Deuxième conférence ministérielle sur la réduction des risques de catastrophes en Afrique, 20 février.*

II. Introduction

On peut sentir les vibrations et l'on sait que des personnes peuvent être exposées à ces dernières. Cependant, on ne peut pas déterminer si ce que l'on ressent peut être dangereux. C'est pourquoi il faut mesurer l'exposition aux vibrations.

Les vibrations sont les oscillations mécaniques d'un objet près de son point d'équilibre. Les oscillations peuvent être régulières, comme le mouvement d'un pendule, ou aléatoires, comme le mouvement d'un pneu sur un chemin en gravier. L'étude des effets des vibrations sur la santé fait appel à la mesure des « ondes de compression » globales qui sont générées par la structure ou l'équipement vibrant.

Les vibrations sont transmises au corps par l'intermédiaire de l'organe en contact avec l'équipement vibrant. Lorsqu'un travailleur utilise des outils à mains, par exemple une scie à chaîne ou un marteau perforateur, ses mains et ses bras subissent les effets des vibrations. C'est ce qu'on appelle une exposition aux vibrations du système main-bras ou simplement aux vibrations main-bras. Lorsqu'un travailleur est assis ou se tient debout sur un plancher ou un siège vibrant, l'exposition produit des vibrations touchant presque tout le corps. C'est ce qu'on appelle une exposition aux vibrations globales du corps.

Le risque de blessures liées aux vibrations dépend de l'exposition journalière moyenne. Une évaluation tient compte de l'intensité et de la fréquence des vibrations, de la durée (en années) de l'exposition et de la partie du corps qui reçoit l'énergie de vibration.

Les vibrations du système main-bras causent des dommages aux mains et aux doigts. Les dommages apparaissent aux vaisseaux sanguins et aux nerfs des doigts. L'état qui en résulte est appelé maladie du doigt mort, phénomène de Raynaud ou syndrome des vibrations du système main-bras. Un des symptômes est les doigts atteints deviennent blancs, en particulier lorsqu'ils sont exposés au froid. Le doigt mort causé par les vibrations est accompagné d'une perte de force de préhension et d'une diminution de sensibilité tactile.

On comprend peu l'effet des vibrations globales du corps. Des études effectuées sur des chauffeurs de poids lourds ont révélé une incidence accrue de troubles de l'intestin et de l'appareil circulatoire, ainsi que des systèmes musculo-squelettique et neurologique.

Les troubles du système nerveux, de l'appareil circulatoire et de l'appareil digestif (intestin) ne sont pas des dérèglements qui découlent seulement d'une exposition de l'organisme entier à des vibrations, aussi appelée vibration globale du corps. Ces troubles peuvent être attribués à

autre qu'une combinaison de diverses conditions de travail et de facteurs liés au mode de vie plutôt qu'à un seul facteur physique. Vous trouverez de plus amples renseignements à ce sujet dans le document *Réponses SST* intitulé *Vibrations – Effets sur la santé*, qui décrit les effets sur l'organisme d'une exposition aux vibrations du système mains-bras, d'une part, et de tout le corps

II.2. Les risques liés à l'utilisation d'outils et d'engins émettant des vibrations

Marteau piqueur, perforateur, disqueuse, brise-roche hydraulique, compacteur, pelle, camion... De nombreux engins, machines et outils utilisés dans le BTP émettent des vibrations qui se transmettent par la main, par le siège opérateur ou par le sol. Des solutions alternatives permettent d'éviter qu'une exposition prolongée et régulière ne devienne problématique et ne favorise le développement de troubles musculo-squelettiques.

II.3. Vibrations mécaniques : définition et description d'un risque omniprésent dans le BTP

Une vibration est une oscillation mécanique de faible amplitude d'un objet qui se propage aux personnes en contact par les mains, les pieds ou par le siège au poste de conduite.

Une exposition prolongée des personnes à cette vibration aura un impact qui ira crescendo et des effets délétères sur certaines parties du corps. Les vibrations mécaniques peuvent impacter le corps entier lorsqu'elles sont produites par des engins ou des véhicules. Les conducteurs d'engins de chantier sont donc également concernés par ce risque qui peut à terme déclencher des pathologies au niveau du dos de type lombalgies.



Figure II.1. Compacteur monobille

II.3.1. Différentes mesures des vibrations

La vibration mécanique émise par une machine (principalement son accélération) est mesurable sur les chantiers, depuis la source émettrice (induite par son mouvement mécanique), jusqu'au point de contact des opérateurs.

Plus l'accélération d'une sera élevée, et plus le temps d'exposition de l'opérateur devra être réduit.

La fréquence de vibration est également une caractéristique intéressante à mesurer : elle contribue à déterminer le type de lésions induites.

Les basses fréquences (<50 Hz) sont réputées plutôt à l'origine des lésions des tendons, articulations, cartilages, y compris distants car la vibration se propage plus facilement.

Les hautes fréquences, quant à elles, ont un impact plus local, sur les terminaisons nerveuses, la vascularisation périphérique, etc.), les articulations en appui.

II.3.2. L'exposition aux vibrations des machines, outils et engins de chantier

Selon l'emploi qui est fait de la machine (ou l'outil, l'engin), le matériau travaillé, la cadence d'exécution, les réglages, les jeux fonctionnels, l'usure, etc..., la machine transmettra plus ou moins les vibrations qu'elle émet en y exposant la plupart des salariés du BTP.

Ce sont majoritairement les machines à moteur qui induisent ce risque mais il peut être aussi lié à l'utilisation d'outils électroportatifs et d'outils à main comme les marteaux, qui émettent également des vibrations (on parle de choc vibratoire). Leurs effets cumulés sur la journée, et au cours des années, auront des conséquences potentiellement irréversibles sur le corps entier ou certaines parties du corps majoritairement exposées comme la colonne vertébrale (surtout région lombaire) ou le système main-bras.

Ces dernières années, les fabricants ont intensifié leurs recherches pour diminuer le risque à la source en produisant des outils moins vibrants et développant des solutions antivibratiles. Malgré ces progrès, certaines machines utilisées dans le BTP continuent d'émettre des niveaux importants de vibrations.

Des valeurs limite d'exposition professionnelle aux vibrations mécaniques et des valeurs déclenchant des actions de préventions sont définies. La valeur d'exposition à une vibration est exprimée en mètre par seconde au carré (m/s^2). Elle se mesure à l'aide d'un accéléromètre.

L'évaluation du risque d'exposition des salariés pour une journée de travail de 8 heures est exprimé par l'indice A(8) en fonction des temps d'exposition et des valeurs d'accélération machines en m/s^2 . Il existe ainsi des seuils d'exposition à ne pas dépasser sur une journée.

Pour réduire ce risque, vous pouvez mettre en œuvre diverses mesures, parmi lesquelles :

- Réduisez l'intensité des vibrations, leur transmission et la résonance : fabrication, usure de la machine et de ses accessoires (forêts, disques, pics,...), suspension, amortissement,...
- Travaillez sur l'organisation : éviter le recours aux outils vibrants, prévoir l'entretien du matériel et ses accessoires, limiter la durée d'exposition, consécutive et cumulée (rotation, fréquence et durée des pauses,...)
- Aménagez le poste et son environnement pour permettre aux opérateurs des postures moins sollicitantes (permettant de réduire l'effort de poussée, la force à associer à la tâche,...) ; niveler les sols d'ateliers et pistes de roulement des engins ; éviter l'association vibrations + températures basses (pour réduire l'impact vasculaire),...
- En prévention secondaire et tertiaire, penser aux équipements « amortissants » (gants, semelles) et à la surveillance médicale des compagnons exposés.

Les tâches exposantes devront figurer dans le DU.

Les séquelles irréversibles surviennent lors d'une exposition prolongée aux vibrations de la machine, de l'engin ou du véhicule.

Autre facteur de risque : du matériel inadapté, vétuste ou défaillant qui émet et transmet des vibrations plus importantes au conducteur.

L'exposition prolongée aux vibrations

Les vibrations liées à l'utilisation d'une machine ou à la conduite d'un engin de chantier deviennent problématiques et irréversibles lorsque vous ou votre salarié y êtes exposé de façon prolongée

Il existe de nombreuses situations de travail concernées dans le BTP : maçon qui vibre le béton, démolisseur qui utilise un marteau-piqueur, manœuvre se servant d'une disqueuse, constructeur de route qui conduit un rouleau compresseur...

Idéalement, un perforateur ou une meuleuse ne devrait pas être utilisé plus de 2 heures par jour, un marteau-piqueur pas plus de quelques minutes. Pensez à vérifier les préconisations du fabricant.

Dans certains cas, des alternatives sont possibles. Pour serrer les banches métalliques, au lieu d'utiliser des marteaux, les coffreurs bancheurs utilisent aujourd'hui majoritairement des clés à cliquet, ce qui permet d'éliminer tout problème de vibration.

L'exposition prolongée d'un salarié à des vibrations, transmises lors de l'emploi d'une machine, risque de conduire à plus ou moins long terme à des TMS. Les études INRS montrent que de nombreux salariés du BTP, de l'industrie mécanique, de la métallurgie ou des espaces verts souffrent de douleurs du dos, du corps entier ou du système main-bras.

L'évaluation prédictive des seuils d'exposition journaliers peut se faire à partir des notices d'instructions des fabricants, en utilisant des outils d'aide au calcul. Cependant, seule la mesure directe, à l'aide d'un accéléromètre, des vibrations transmises à l'opérateur permettra de tenir compte des conditions réelles d'utilisation. Les services de santé au travail peuvent vous accompagner dans ces mesures.

Ainsi deux valeurs limites d'exposition journalières sur 8h de travail pour les vibrations transmises à l'ensemble du corps serviront de seuil:

- Celle déclenchant des actions de prévention visant à réduire cette exposition vibratoire qui est de **0,5 m/s²**
- Celle à ne pas dépasser qui est de **1,15 m/s²**

Dans le même sens deux valeurs limites d'exposition journalières sur 8h de travail pour les vibrations transmises au système main-bras existent:

- Celle déclenchant des actions de prévention visant à réduire cette exposition vibratoire qui est de **2,5 m/s²**
- Celle à ne pas dépasser qui est de **5 m/s²**

II.3.4.L'utilisation d'outils défaillants

Un outil usé, un accessoire inadapté, une machine ancienne ou un véhicule vétuste exposent à des risques plus élevés d'exposition aux vibrations mécaniques. Chaque année, les fabricants réalisent des innovations pour rendre les machines et engins moins vibrants. Des véhicules et machines fabriqués il y a vingt ou trente ans sont généralement moins performants que des machines et véhicules plus récents.

De même, un disque ou un foret usé peut générer davantage de vibrations et nécessite d'associer un effort plus important à la tâche.

Au moment de l'achat, choisissez une machine qui émet peu de vibrations : d'une marque à l'autre, il peut y avoir des différences importantes. Privilégiez les outils et engins équipés de dispositifs anti-vibratiles, ceux-ci isoleront l'opérateur de la source de vibration, utile à son travail par exemple dans le cas des compacteurs à guidage manuel.

Certaines machines télécommandées permettent par exemple de travailler sur un chantier de travaux publics et de démolition à distance en éloignant l'opérateur de la source de vibration. Inspirées des technologies développées dans le nucléaire qui permettent l'intervention dans des zones radioactives, ces machines mettent l'opérateur à l'abri des vibrations.

Les outils du matériel électroportatif à percussion seront contrôlés, entretenus et renouvelés aussi souvent que nécessaire pour optimiser leur rendement et réduire ainsi les temps d'exposition aux vibrations des opérateurs.

Les sièges des engins seront optimisés en vue d'accroître le confort du poste de conduite de l'opérateur en limitant la transmission des vibrations

II.3.5. Les troubles musculo-squelettiques liés aux vibrations mécaniques

L'exposition prolongée et répétée aux vibrations mécaniques peut, au bout de quelques années, impacter la santé de vos salariés et favoriser le développement de troubles musculo-squelettiques.

Les pathologies engendrées sur les articulations, les tendons, les muscles, impacteront également l'organisation du travail du fait de restrictions médicales d'aptitude au poste de travail des salariés concernés.

Les pathologies engendrées impactent également l'organisation du travail du fait des restrictions médicales d'aptitude, voire des inaptitudes, consécutives à l'exposition. Lésions aux mains et aux bras

Les vibrations émises par les machines portatives peuvent engourdir les nerfs et provoquer des picotements. Elles peuvent favoriser l'apparition de lésions au niveau des articulations notamment des poignets et des coudes.

Elles peuvent aussi engendrer des troubles de la sensibilité des doigts ainsi que des problèmes de circulation : maladie des doigts blancs ou doigts morts (syndrome de Raynaud).

Les conséquences principales de ce risque sont différées. Mais lorsque les pathologies apparaissent, elles sont généralement douloureuses au quotidien et peuvent être invalidantes.

En effet, les pathologies chroniques sont souvent le résultat d'un cumul d'expositions prolongées mais les symptômes eux peuvent survenir précocement après une exposition même de courte durée. Les pathologies retrouvées sont de 3 ordres :

- **ostéo-articulaires et tendineuses** : notamment **tendinites** du coude (épicondylite, épitrochléite), d'insertions musculaires, du poignet ou de l'épaule (long biceps, périarthrite scapulo-humérale,...) ; arthrose du coude et du poignet ; ostéonécrose du poignet,...
- **neurologiques** : atteintes des nerfs périphériques à l'origine de pertes de dextérité, de sensibilité, de force, des fourmillements persistants, des douleurs, etc. (par exemple : syndrome du canal carpien au niveau du poignet)
- **vasculaires** : altération des mécanismes de régulation de la circulation périphérique (par ex. Raynaud) ou dégradation des vaisseaux sanguins en lien avec les chocs sur le talon de la main (en utilisant la main comme un marteau) ou développement d'œdèmes.
- Ces pathologies sont susceptibles d'être reconnues comme maladies professionnelles au titre du tableau .
- Outre les caractéristiques propres des vibrations et de l'exposition, des facteurs aggravants sont identifiés, par exemple les efforts associés et les ambiances thermiques froides.
- A la fois cause et conséquence, il est souvent décrit une **anesthésie vibratoire**, provisoirement antalgique et qui s'estompe rapidement après l'exposition. Elle conduit souvent l'opérateur, ne ressentant pas de douleur, à sous-estimer le risque et poursuivre la tâche au-delà de ce qu'il devrait en aggravant ainsi les effets.

DÉSIGNATION DES MALADIES	DÉLAI de prise en charge	LISTE LIMITATIVE DES TRAVAUX SUSCEPTIBLES de provoquer ces maladies
- A -		
Affections ostéo-articulaires confirmées par des examens radiologiques :		
- arthrose du coude comportant des signes radiologiques d'ostéophytoses ;	5 ans	Travaux exposant habituellement aux vibrations transmises par : a) Les machines-outils tenues à la main, notamment : - les machines percutantes, telles que les marteaux piqueurs, les burineurs, les bouchardeuses et les fouloirs ; - les machines rotopercutantes, telles que les marteaux perforateurs, les perceuses à percussion et les clés à choc ; - les machines rotatives, telles que les polisseuses, les meuleuses, les scies à chaîne, les tronçonneuses et les débroussailleuses ; - les machines alternatives, telles que les ponceuses et les scies sauteuses. b) Les outils tenus à la main associés à certaines machines précitées, notamment dans des travaux de burinage ; c) Les objets tenus à la main en cours de façonnage, notamment dans les travaux de meulage et de polissage et les travaux sur machine à rétreindre.
- ostéonécrose du semi-lunaire (maladie de Kienböck) ;	1 an	
- ostéonécrose du scaphoïde carpien (maladie de Kølher).	1 an	
Troubles angioneurotiques de la main, prédominant à l'index et au médus, pouvant s'accompagner de crampes de la main et de troubles prolongés de la sensibilité et confirmés par des épreuves fonctionnelles objectivant le phénomène de Raynaud.	1 an	
- B -		
Affections ostéo-articulaires confirmées par des examens radiologiques :		

- arthrose du coude comportant des signes radiologiques d'ostéophytose ;	5 ans	Travaux exposant habituellement aux chocs provoqués par l'utilisation manuelle d'outils percutants : - travaux de martelage, tels que travaux de forge, tôlerie, chaudronnerie et travail du cuir ; - travaux de terrassement et de démolition ; - utilisation de pistolets de scellements ; - utilisation de clouteuses et de riveteuses.
- ostéonécrose du semi-lunaire (maladie de Kienböck) ;	1 an	
- ostéonécrose du scaphoïde carpien (maladie de K�lher).	1 an	
- C -		
Atteinte vasculaire cubito-palmaire en règle unilatérale (syndrome du marteau hypothénar) entraînant un phénomène de Raynaud ou des manifestations ischémiques des doigts confirmée par l'artériographie objectivant un anévrisme ou une thrombose de l'artère cubitale ou de l'arcade palmaire superficielle.	1 an (sous réserve d'une durée d'exposition de 5	

Tableau II.1 . Pathologies du dos

La conduite prolongée de véhicules et d'engins de chantiers, par la transmission des vibrations au corps du conducteur provoque des pathologies au niveau du dos : tassement des vertèbres, lombalgies chroniques, hernies discales... L'équipement employé, Brise Roche Hydraulique (BRH) par exemple, peut également engendrer un surplus de vibration.

Les pathologies concernent principalement le bas de la colonne vertébrale au niveau des charnières dorso-lombaire et lombo-sacrée (lombalgies, cruralgies, hernies discales, sciatiques,...). Les lésions résultent principalement de contraintes en compression et/ou en cisaillement.

Elles sont majorées lorsque l'opérateur exposé est en position assise prolongée (ex conducteur d'engins). Dans certains cas, elles peuvent concerner également la région cervicale (cervicalgies) soit via une exposition du tronc, soit via une contrainte transmise par les membres supérieurs. Les pathologies lombaires chroniques (+ hernie discale) sont alors susceptibles d'être reconnues au titre du tableau n  9 des maladies professionnelles.

DÉSIGNATION DES MALADIES	DÉLAI de prise en charge	LISTE LIMITATIVE DES TRAVAUX SUSCEPTIBLES de provoquer ces maladies
Sciatique par hernie discale L4-L5 ou L5-S1 avec atteinte radiculaire de topographie concordante. Radiculalgie crurale par hernie discale L2-L3 ou L3-L4 ou L4-L5, avec atteinte radiculaire de topographie concordante.	6 mois (sous réserve d'une durée d'exposition de 5 ans)	Travaux exposant habituellement aux vibrations de basses et moyennes fréquences transmises au corps entier : - par l'utilisation ou la conduite des engins et véhicules tout terrain : chargeuse, pelleuse, chargeuse-pelleuse, niveleuse, rouleau vibrant, camion tombereau, décapeuse, chariot élévateur, chargeuse sur pneus ou chenilleuse, boteur, tracteur agricole ou forestier ; - par l'utilisation ou la conduite des engins et matériels industriels : chariot automoteur à conducteur porté, portique, pont roulant, grue de chantier, crible, concasseur, broyeur ; - par la conduite de tracteur routier et de camion monobloc.

Tableau II.2. les maladies professionnelles (Les troubles musculo-squelettiques liés aux vibrations mécaniques)

II.1.6.Cas particulier de la conduite prolongée (véhicules et engins de chantier)

La conduite prolongée de véhicules et d'engins de chantiers, par la transmission des vibrations au corps du conducteur provoque des pathologies au niveau du dos et de la colonne vertébrale au niveau des charnières dorso lombaires et lombo-sacré. Lombalgies, cruralgies, hernies discales, sciatiques sont les lésions découlant de contraintes en compression et cisaillement du corps en position assise...

L'équipement employé, BRH par exemple, peut également engendrer un surplus de vibrations transmises au corps entier (y compris chez les autres salariés à proximité de l'engin dans le cas d'un BRH).

Dans le cas des conducteurs routiers, on évoque aussi :

- des troubles et signes avant-coureurs de type nausées vomissement et des troubles d'ordre visuel ou des vertiges
- des lésions du système neuro-végétatif an lien avec des vibrations de basse fréquence générant des nausées, vertiges ou des troubles visuels

L'organisation du travail devra tenir compte de cette exposition (durée de tenue du poste, pauses...)

Le choix des équipements et de leurs options (pour les éléments du poste de conduite et leur suspension par ex.) tiendra compte des caractéristiques spécifiées par le fabricant quant aux vibrations émises.

L'encadrement sera vigilant aux éventuelles restrictions médicales d'aptitude.

II.4. Exposition professionnelle aux vibrations mécaniques

Code du travail

Articles R4441-1 à R4447-1

Article R4441-1

Création Décret n°2008-244 du 7 mars 2008 - art. (V) Au sens du présent titre, on entend par :
1° Vibration transmise aux mains et aux bras, une vibration mécanique qui, lorsqu'elle est transmise aux mains et aux bras chez l'homme, entraîne des risques pour la santé et la sécurité des travailleurs, notamment des troubles vasculaires, des lésions ostéo-articulaires ou des troubles neurologiques ou musculaires ; 2° Vibration transmise à l'ensemble du corps, une vibration mécanique qui, lorsqu'elle est transmise à l'ensemble du corps, entraîne des risques pour la santé et la sécurité des travailleurs, notamment des lombalgies et des microtraumatismes de la colonne vertébrale.

Jurisprudence

II.5. Maladie professionnelle liée aux vibrations

Un intérimaire polisseur-ébavureur atteint d'ulcères digitaux a été pris en charge au titre des affections provoquées par les vibrations, tableau n° 69 des maladies professionnelles.

La cour d'appel l'a débouté de sa demande en faute inexcusable de son employeur et saisie de l'affaire, la Cour de cassation censure cette décision et demande à ce que l'affaire soit rejugée.

Le salarié souffrait de cette pathologie depuis plusieurs années et ne s'en était jamais plaint ; la maladie en cause n'avait entraîné aucune restriction d'aptitude. Les juges d'appel ont donc considéré qu'il était impossible pour l'employeur de savoir que les missions accomplies présentaient des risques particuliers nécessitant une formation renforcée. La Cour de cassation estime au contraire qu'il lui appartenait d'apporter la preuve qu'il avait satisfait aux mesures de prévention.

Au regard de la réglementation en vigueur en matière de prévention des risques d'exposition aux vibrations mécaniques, l'employeur aurait dû savoir que les outils de polissage utilisés étaient susceptibles de provoquer ce type d'affection. De plus, s'agissant d'un poste à risque, l'intérimaire aurait dû bénéficier d'une formation.

Les machines rotatives telles que les polisseuses sont répertoriées dans le tableau n° 69 des maladies professionnelles dues aux vibrations mécaniques. Le syndrome des vibrations dites « mains bras » est très présent dans le BTP et c'est un risque qui doit être identifié dans le Document Unique.

II.6. Méthodes et outils de diagnostic ou d'évaluation

Identifier les postes de travail concernés puis évaluer l'exposition vibratoire quotidienne à partir du niveau d'émission vibratoire et de la durée d'exposition. L'exposition s'évalue comme la valeur efficace de l'accélération (en m/s^2) pondérée en fréquence, mesurée selon 3 axes orthogonaux et moyennée sur 8 heures (normes ISO 2631-1 : 1997 pour les vibrations transmises à l'ensemble du corps et ISO 5349 -2 : 2001 pour les vibrations transmises au système main bras).

Pour estimer l'émission, il est possible de se référer aux valeurs déclarées par les fabricants en tenant compte de variables de corrections normalisées (norme FD CEN/TR15350 : 2006 pour les machines tenues à la main) ou à des bases de données obtenues par des mesures en situation réelle. Souvent le mesurage s'avère nécessaire par manque d'information. Dans ce cas, on utilise des vibromètres ou des dosimètres.

II.7. Démarche de prévention

La valeur d'exposition est fonction de l'amplitude de la vibration et de la durée de l'exposition ; c'est pourquoi, il est souhaitable d'agir simultanément sur ces deux paramètres. La démarche de prévention ciblée sur les vibrations s'inscrit dans une démarche plus générale de prévention des risques professionnels. Elle se traduit par des actions sur 4 niveaux :

- Supprimer ou réduire les vibrations à la source (action prioritaire),
- réduire l'effet de transmission des vibrations résiduelles (Ex : siège ou poignée anti vibratile)
- réduire la durée de l'exposition,
- réduire les cofacteurs (Ex : réduire les efforts et protéger du froid).

Votre accord ou votre plan d'action peut contenir par exemple des mesures parmi celles proposées ci-dessous.

II.7.1. Actions techniques

En premier lieu :

- bien choisir les machines en fonction de la tâche à effectuer ou du terrain pour les engins mobiles et des conditions de travail,
- entretenir le matériel et former les opérateurs sur les méthodes de travail à appliquer
- à l'achat, vérifier la valeur vibratoire déclarée par le fabricant dans la notice technique et sélectionner les machines les moins vibrantes dans leur catégorie. Réduire autant que possible les irrégularités des surfaces sur lesquelles se déplacent les véhicules mobiles et veiller aux vitesses de déplacement. Pour les camions, préférer les cabines équipées avec une suspension souple basse fréquence. A la différence des voitures et des camions, la plupart des véhicules tout terrain, des tracteurs agricoles et des chariots industriels sont dépourvus de suspension : c'est le siège du conducteur voire la cabine qui comporte des dispositifs de suspension. D'où l'importance de :
- bien choisir le siège,
- d'informer le conducteur pour qu'il puisse exploiter tous les réglages prévus et appliquer les consignes de maintenance

- prendre en compte tous les composants (suspension, sellerie, réglages) pour les adapter aux caractéristiques de l'opérateur et de la cabine.
- De nombreux modèles de machines tenus ou guidés à la main sont conçus pour limiter l'émission des vibrations (par exemple poignées suspendues pour les brise béton ou les dameuses, timons anti vibratiles pour les plaques vibrante), équilibrage des ponceuses et des meuleuses...). Les revêtements viscoélastiques de faible épaisseur ne peuvent pas atténuer les vibrations de fréquences dominantes sur la plupart des machines vibrantes. En conséquence, les équipements de protection individuelle du type gants "anti vibratiles" sont en règle générale inefficaces sauf bien sûr pour protéger la main du froid ou des coupures.
- Choisir la machine adaptée qui nécessitera le moins d'effort par l'opérateur et qui présente la meilleure ergonomie. Un opérateur supportera d'autant mieux l'environnement vibratoire que sa posture est optimale.

II .7.2.Actions organisationnelles

Compléter les moyens techniques par une formation des opérateurs (sensibilisation aux risques et au bénéfice d'appliquer des mesures de prévention) pour qu'ils participent activement aux actions de prévention en leur faisant prendre conscience des risques pour leur santé. Former les conducteurs d'engins mobiles à régler le siège à leur morphologie et à leur poids et s'assurer de la bonne mise en œuvre.

On peut dans certains cas éliminer ou réduire les vibrations en adoptant une organisation du travail différente (par exemple pour couper un revêtement de chaussée : utiliser une pelle équipée d'un brise-roche ou une scie de sol plutôt qu'un brise-béton tenu manuellement), choisir des techniques de production moins génératrices de vibrations (par exemple polissage chimique), entretenir régulièrement et selon les préconisations des constructeurs les machines et les outils.

Réduire les temps d'exposition en agissant sur l'organisation du travail (rotation des opérateurs aux postes les plus exposés). Suivre et exploiter les incidents.

II.5.3. Actions médicales

Le suivi médical consiste à mettre en place des procédures systématiques, régulières et appropriées pour détecter les signes précoces de maladies dues aux vibrations mécaniques, puis à encourager la mise en place d'actions de prévention et d'en vérifier l'efficacité à long terme. Ce suivi comprend notamment une visite médicale avant l'affectation au poste de travail et une

surveillance médicale renforcée au long cours en cas de dépassement des valeurs limites réglementaires.

La réglementation ne prévoit pas de contre-indication à l'exposition aux vibrations ; de même, elle ne définit pas le contenu de l'examen médical. Le médecin recherchera des douleurs rachidiennes et des épaules, des désordres digestifs et urinaires, un mal des transports et des troubles visuels pour les vibrations corps entier et des paresthésies aux mains et aux doigts, des troubles de la vascularisation ou des atteintes ostéoarticulaires pour les vibrations mains-bras. Les femmes enceintes et les jeunes de moins de 18 ans sont particulièrement sensibles aux vibrations.

Participation à la mise en place des dispositifs de suivi post expositions ou post professionnels.

II.8. Moyens de prévention

La réduction des risques professionnels repose sur trois niveaux d'actions :

- Humain
- Organisationnel
- Technique

Moyens humains : L'évaluation des risques : L'évaluation du risque vibratoire et son intégration dans le document unique permettent d'établir de manière factuelle le niveau d'exposition et d'orienter au mieux les éléments à améliorer. Afin d'établir une évaluation plus précise, voici une méthode simplifiée qui permet de situer l'exposition des agents dans la collectivité. Pour ce faire il convient de :

Définir l'émission vibratoire de l'engin ou de l'outil en se référant à la notice ou aux documents du fabricant. A défaut, ou si aucun élément n'est indiqué, utiliser les tableaux ci-dessous afin de déterminer l'émission vibratoire.

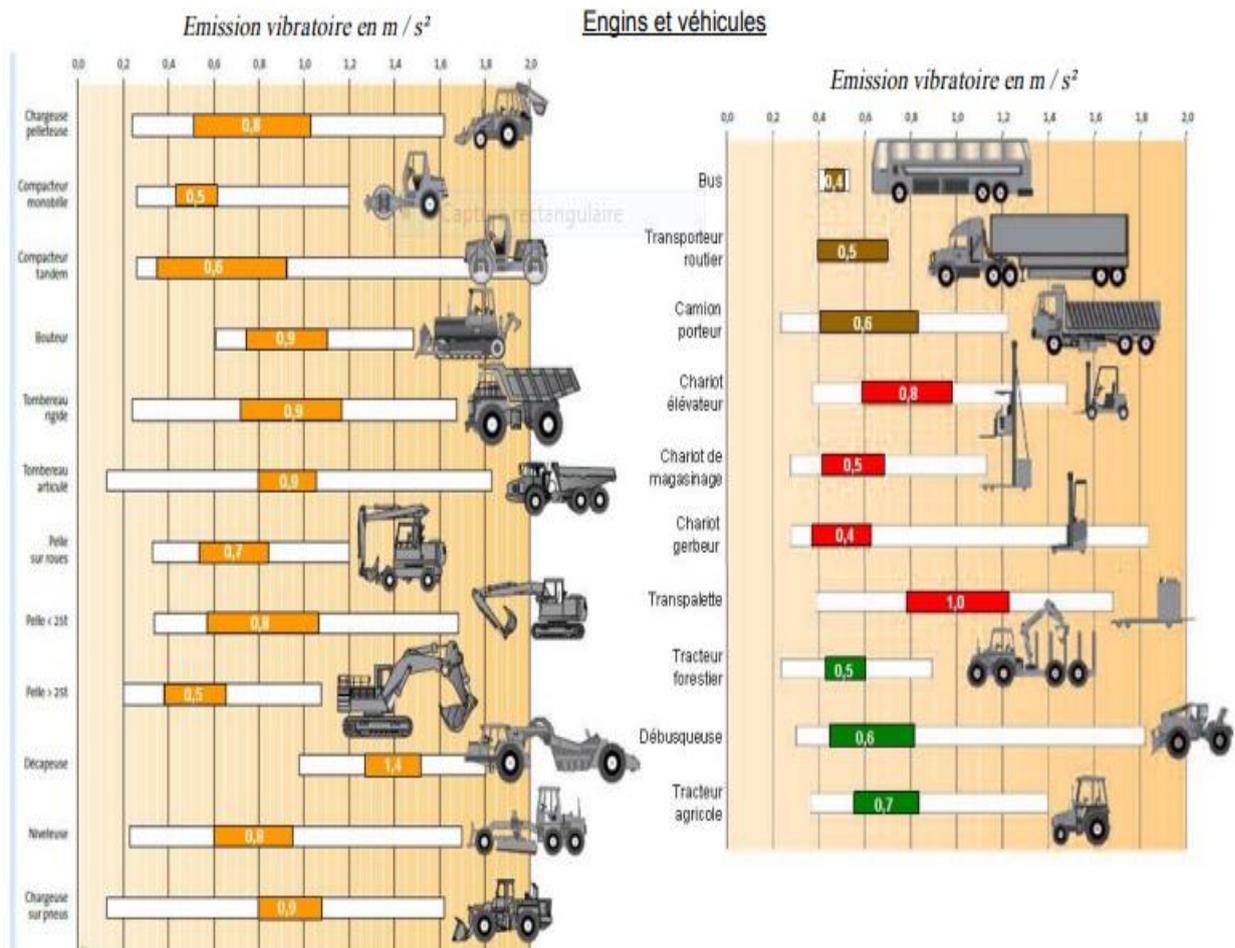


Figure II.2 Fréquence de vibration des véhicules

En fonction de l'utilisation et de l'état du véhicule/matériel on retiendra la valeur dans la zone colorée au plus proche de la réalité :

- conditions et état favorables (à gauche de la zone colorée) : équipements antivibratoires, bon entretien et réglages corrects, faible usure, conduite à faible vitesse, sol en bon état et régulier...
- conditions normales (valeur indiquée en blanc),
- conditions et état sévères (à droite de la zone colorée) : véhicule ou engin vétuste, défaut d'entretien, conduite sur de longues distances et parfois rapide, sol en mauvais état et irrégulier...

- Exemple pour une chargeuse sur pneu :

Conditions et état favorables : 0,8 m / s²

Conditions normales : 0,9 m / s²

Conditions et état sévères : $1,1 \text{ m / s}^2$

- Exemple pour une perceuse à percussion

Conditions et état favorables : $8,5 \text{ m / s}^2$

Conditions normales : 12 m / s^2

Conditions et état sévères : 16 m / s^2

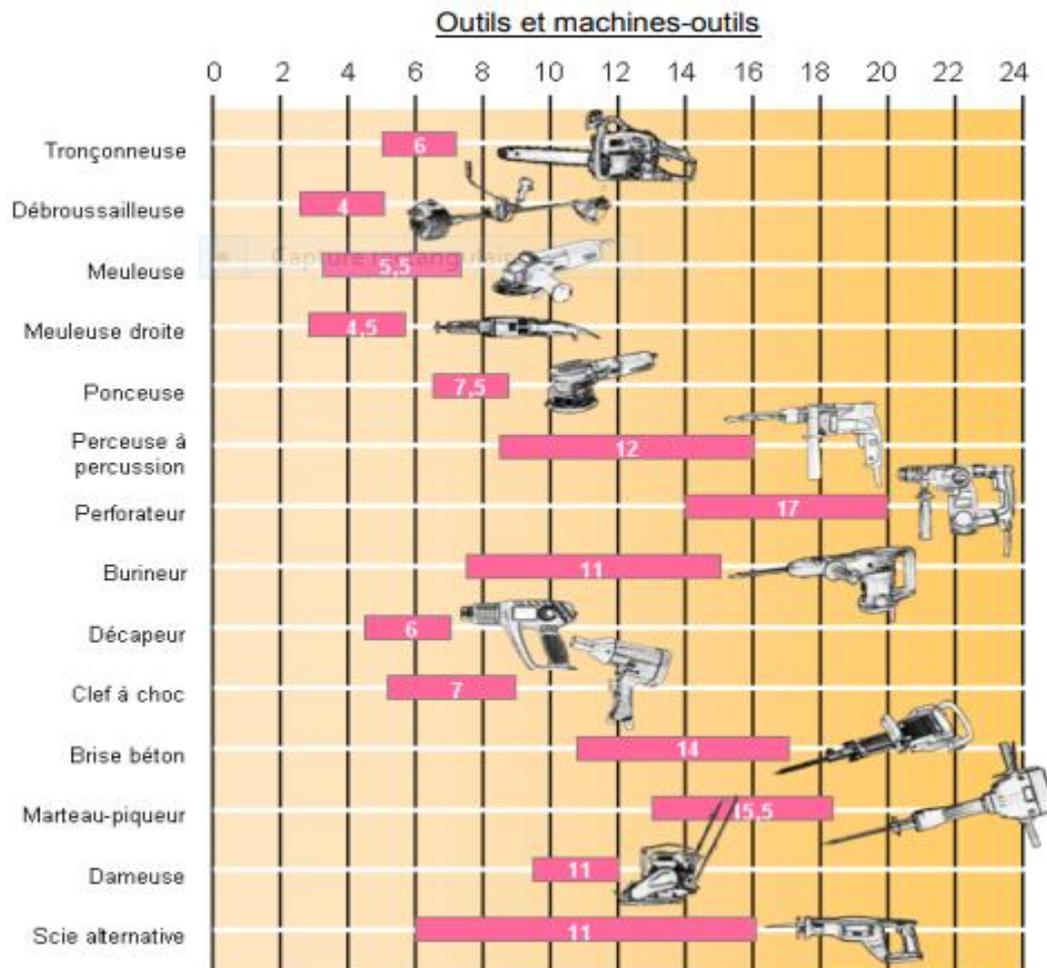


Figure II.3. Exemple de référent machine vibration

définir la ou les durées réelles d'exposition quotidiennes des agents (sur la base de 8 heures) pour chaque engin et/ou outil.

intégrer les deux données dans les tableaux correspondants ci-dessous afin de déterminer l'exposition aux vibrations. Le résultat obtenu est un indice équivalent :

Au niveau de la Valeur d'Action (VA) notée en orange soit l'indice $100 = 0,5 \text{ m} / \text{s}^2$ sur 8h pour les engins (vibrations transmises à l'ensemble du corps) et l'indice $100 = 2,5 \text{ m} / \text{s}^2$ sur 8h pour les outils (vibrations transmises aux bras et aux mains) ;

au niveau de la Valeur Limite d'Exposition (VLE) notée en rouge soit l'indice $529 = 1,15 \text{ m} / \text{s}^2$ sur 8h pour les engins (vibrations transmises à l'ensemble du corps) et l'indice $400 = 5 \text{ m} / \text{s}^2$ sur 8h pour les outils (vibrations transmises aux bras et aux mains).

m/s ²	Outils et machines-outils										
	5 mn	15 mn	30 mn	1	2	3	4	5	6	8	10
20	67	200	400	800	1600	2400	3200	4000	4800	6400	8000
19,5	63	190	380	761	1521	2282	3042	3803	4563	6084	7605
19	60	181	361	722	1444	2166	2888	3610	4332	5776	7220
18,5	57	171	342	685	1369	2054	2738	3423	4107	5476	6845
18	54	162	324	648	1296	1944	2592	3240	3888	5184	6480
17,5	51	153	306	613	1225	1838	2450	3063	3675	4900	6125
17	48	145	289	578	1156	1734	2312	2890	3468	4624	5780
16,5	45	136	272	545	1089	1634	2178	2723	3267	4356	5445
16	43	128	256	512	1024	1536	2048	2560	3072	4096	5120
15,5	40	120	240	481	961	1442	1922	2403	2883	3844	4805
15	38	113	225	450	900	1350	1800	2250	2700	3600	4500
14,5	35	105	210	421	841	1262	1682	2103	2523	3364	4205
14	33	98	196	392	784	1176	1568	1960	2352	3136	3920
13,5	30	91	182	365	729	1094	1458	1823	2187	2916	3645
13	28	85	169	338	676	1014	1352	1690	2028	2704	3380
12,5	26	78	156	313	625	938	1250	1563	1875	2500	3125
12	24	72	144	288	576	864	1152	1440	1728	2304	2880
11,5	22	66	132	265	529	794	1058	1323	1587	2116	2645
11	20	61	121	242	484	726	968	1210	1452	1936	2420
10,5	18	55	110	221	441	662	882	1103	1323	1764	2205
10	17	50	100	200	400	600	800	1000	1200	1600	2000
9,5	15	45	90	181	361	542	722	903	1083	1444	1805
9	14	41	81	162	324	486	648	810	972	1296	1620
8,5	12	36	72	145	289	434	578	723	867	1156	1445
8	11	32	64	128	256	384	512	640	768	1024	1280
7,5	9	28	56	113	225	338	450	563	675	900	1125
7	8	25	49	98	196	294	392	490	588	784	980
6,5	7	21	42	85	169	254	338	423	507	676	845
6	6	18	36	72	144	216	288	360	432	576	720
5,5	5	15	30	61	121	182	242	303	363	484	605
5	4	13	25	50	100	150	200	250	300	400	500
4,5	3	10	20	41	81	122	162	203	243	324	405
4	3	8	16	32	64	96	128	160	192	256	320
3,5	2	6	12	25	49	74	98	123	147	196	245
3	2	5	9	18	36	54	72	90	108	144	180
2,5	1	3	6	13	25	38	50	63	75	100	125

Figure II.4. Vibrations des outils et machines-outils

Engins et véhicules

Accélération (m/s ²)	2	100	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	2000
	1.9	90	181	361	542	722	903	1083	1264	1444	1805
	1.8	81	162	324	486	648	810	972	1134	1296	1620
	1.7	72	145	289	434	578	723	867	1012	1156	1445
	1.6	64	128	256	384	512	640	768	896	1024	1280
	1.5	56	113	225	338	450	563	675	788	900	1125
	1.4	49	98	196	294	392	490	588	686	784	980
	1.3	42	85	169	254	338	423	507	592	676	845
	1.2	36	72	144	216	288	360	432	504	576	720
	1.15	33	66	132	198	265	331	397	463	529	661
	1.1	30	61	121	182	242	303	363	424	484	605
	1	25	50	100	150	200	250	300	350	400	500
	0.9	20	41	81	122	162	203	243	284	324	405
	0.8	16	32	64	96	128	160	192	224	256	320
	0.7	12	25	49	74	98	123	147	172	196	245
	0.6	9	18	36	54	72	90	108	126	144	180
0.5	6	13	25	38	50	63	75	88	100	125	
0.4	4	8	16	24	32	40	48	56	64	80	
0.3	2	5	9	14	18	23	27	32	36	45	
0.2	1	2	4	6	8	10	12	14	16	20	
		0.5	1	2	3	4	5	6	7	8	10

Durée réelle d'exposition (h)

Figure II.5 : Vibrations des engins et véhicules

Dans l’hypothèse où un agent utilise plusieurs engins ou outils, les indices du même type peuvent être additionnés, il faut alors reporter la somme obtenue sur le tableau correspondant pour identifier le niveau de risque vibratoire complet de l’agent.

La formation des agents : La formation des agents permet, outre la sensibilisation à la thématique, un meilleur emploi des équipements afin d’éviter des conditions d’utilisation sévères.

formation au risque vibratoire comprenant : les pathologies et le signalement des symptômes, les valeurs d’exposition, le résultat de l’évaluation des risques et les moyens de prévention.

formation à l’utilisation des engins et des outils qu’ils sont amenés à utiliser et, notamment, aux nouveaux équipements.

II.9. Moyens organisationnels

II.9.1. Organisation du travail :

privilégier l'alternance des tâches lorsque les agents sont soumis au risque vibratoire. Ceci implique une polyvalence. Par exemple, les postes de ripeur et de conducteur ou l'utilisation de la débroussailleuse et du souffleur,

planifier le travail afin d'éviter la réalisation d'une activité exposant au risque vibratoire pendant toute une journée

II.9.2. Entretien des équipements :

Un bon entretien et une maintenance régulière des équipements assurent une diminution significative de leurs vibrations.

Planifier l'entretien et la maintenance de l'ensemble des outils et des engins : pour ce faire, suivre les recommandations du fabricant,

Réaliser des vérifications périodiques de manière systématique sur les équipements qui le nécessitent,

Organiser le signalement des équipements défectueux ou nécessitant une maintenance particulière,

Remplacer toutes pièces ou parties trop usées ou défectueuses, veiller au bon affutage des outils coupant et au bon graissage des parties mobiles de l'ensemble des équipements, apporter une attention particulière à l'usure des systèmes antivibratoires : silentbloks, poignets et plots anti-vibrations, amortisseurs, pneumatiques....

II.9.3. Moyens techniques

Choix des équipements : La politique d'achat peut intégrer les qualités de faible niveau de vibrations d'un outil ou d'un engin. La réduction des vibrations par substitution du matériel reste une des solutions les plus efficaces dans le cas d'équipement vétuste. Le choix doit tenir compte

- Des données vibratoires fournies par le fabricant ;
- De ses systèmes antivibratoires ;
- De l'ergonomie et du confort de l'outil ou du poste de conduite de l'engin ;
- Des possibilités de réglages ;

- De la facilité d'utilisation et de prise en main ;
- De la polyvalence en fonction des différentes conditions d'utilisations parfois difficiles. Systèmes antivibratoires :

Le siège ou le poste de conduite : il doit être sur suspension pour absorber les vibrations et réglable dans tous les axes. Sa forme doit être ergonomique afin d'avoir une position de travail correcte

Les poignées anti-vibratiles : elles doivent être homologuées ou prévues par le fabricant pour éviter un mauvais choix qui pourrait augmenter les vibrations plutôt que les réduire. Les amortisseurs, les plots anti-vibrations, les silentblochs : ils ne peuvent généralement pas être ajoutés à l'équipement, il est nécessaire de se rapprocher du fabricant avant toute modification.

Les matériaux absorbants en élastomères : présents à l'origine sur les équipements, leur usure est à surveiller, ils doivent garder une bonne élasticité.

II.10. Equipements de Protection Individuelle (EPI) :

Gants anti-vibration : ils peuvent être utilisés pour le maniement des outils vibrants. Ils doivent avoir le marquage CE et la norme EN ISO 10819.

Vêtements chauds : le froid accentue les risques de développer des pathologies lorsque les agents sont exposés aux vibrations.

Améliorer la sécurité sur vos chantiers Découvrez des solutions qui vont vous permettre d'investir dans la santé et la sécurité tout en améliorant les performances de votre entreprise.

II.11. Réglementation

Le cadre réglementaire de la prévention des risques liés à l'exposition aux vibrations est identique à celui de tout autre risque. Ainsi, il s'appuie sur une démarche édictée par les neuf principes généraux de prévention (article L. 4221-1). Des textes plus précis sur les vibrations viennent s'ajouter au cadre réglementaire général :

La directive européenne 2002/44/CE du 25 juin 2002 concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (vibration) ; Le décret 2005-746 du 4 juillet 2005 relatif aux prescriptions de sécurité et de santé applicables en cas d'exposition des travailleurs aux risques dus aux vibrations mécaniques ; L'arrêté du 4 mai 2007 déterminant les catégories d'équipements de travail susceptibles de ne

pas permettre de respecter les valeurs limites d'expositions fixées. Le décret n°2007-746 intégré dans le Code du Travail, précise notamment les éléments suivants :

- Obligation d'évaluer les risques vibratoires de l'ensemble des agents concernés et de transcrire les résultats de l'évaluation de ce risque dans le document unique (voir 3. Moyens de prévention).
- Définition de mesures de prévention visant à supprimer ou à réduire au minimum les risques résultants de l'exposition aux vibrations mécaniques ;

Rappel de l'obligation médicale renforcée pour les agents exposés à un niveau de vibrations supérieur aux seuils définis. Deux valeurs cibles sont déterminées dans ce texte : Les Valeurs d'Action (VA) : lorsque ces valeurs sont dépassées, l'autorité territoriale a l'obligation de déclencher des actions de prévention visant à réduire l'exposition des agents au risque vibratoire. Ces valeurs sont rapportées à une période de référence de 8h de travail (R.4443-2 du Code du Travail) :

- 0,5 m / s² pour les vibrations transmises à l'ensemble du corps
- 2,5 m / s² pour les vibrations transmises aux mains et aux bras

II.12. Un marteau-burineur qui atténue les vibrations lors de travaux de démolition

Équipé du système de réduction active des vibrations (AVR), ce marteau-burineur facilite les opérations de démolition de murs béton et maçonnerie. Il offre une prise en main confortable et réduit les vibrations (6,5 m/s²).



Figure II.6 : Un marteau-burineur

Les atouts du marteau-burineur : une meilleure prise en main et moins de vibrations

Le marteau-burineur TE 700-AVR de la gamme Hilti offre un grand confort de prise en main et une réduction notable des vibrations ($6,5 \text{ m/s}^2$).

Il bénéficie de la technologie « double AVR » de réduction active des vibrations. L'isolation du système de préhension de l'appareil est renforcée, ce qui limite la transmission des vibrations au bras, d'où un meilleur confort.

Sa forme longitudinale procure un bon équilibre et permet une meilleure prise en main.

II.12.1. Caractéristiques du marteau-burineur

- Poids selon la norme EPTA 01/2003 (donnée) : 7,9 kg
- Dimensions (L x l x H) : 564 x 125 x 248 mm
- Énergie d'impact simple : 11,5 J
- Performance max. de burinage : $1200 \text{ cm}^3/\text{min}$
- Système d'aspiration de poussière disponible : TE DRS-B
- Vibration triaxiale pour burinage dans le béton : $6,5 \text{ m/s}^2$
- Niveau de pression acoustique d'émission pondérée A : 86 dB (A)

II.13. Compacter le sol dans des lieux très accidentés

De nombreuses situations requièrent un compactage du sol. Celui-ci est généralement effectué à l'aide de plaques vibrantes ou de pilonneuses déplacées à la main.

Avec une plaque de compactage adaptable sur pelle, vous pouvez compacter tous types de surfaces, en améliorant la sécurité de l'opérateur qui travaille alors depuis la cabine

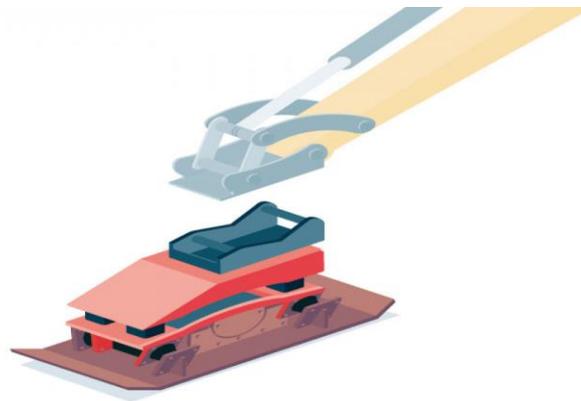


Figure II.7. Compacteur de sol

II.14. Une plaque vibrante sur pelle

La plaque vibrante ALLU VP est un équipement hydraulique qui se monte sur les pelles et les tractopelles grâce à un système d'attache rapide.

L'accrochage et le décrochage de la plaque sont automatiques (accrochage mécanique et connexion hydraulique) : le conducteur peut modifier l'équipement de son engin (plaque ou godet, par exemple) sans descendre de son poste de conduite.

La plaque de compactage ALLU VP permet de travailler dans des lieux très étroits, accidentés, sur des surfaces non planes comme les talus. L'opérateur travaille en sécurité depuis la cabine de la pelle sans risque d'être enfoui. La transmission des vibrations à la pelle est réduite grâce à une suspension adaptée.

II.14.1. Caractéristiques de la plaque de compactage

- Dimensions : à partir de 340 mm x 860 mm
- Fréquence : 60 Hz
- Puissance jusqu'à trois fois supérieure aux modèles traditionnels
- Adaptable sur toutes tailles de pelles

II.14.2. Compacter les tranchées efficacement avec une roue de compactage vibrante

Le compactage des tranchées peut être réalisé à l'aide d'une roue de compactage qui facilite les manutentions et améliore les postures et les conditions de travail des opérateurs



Figure II.8. Compacteur des tranchées

II.14.3. Compacter en sécurité

La roue de compactage est raccordée par une platine au balancier d'une pelle hydraulique.

La rotation de la roue est libre, c'est l'avancement de l'engin qui la fait tourner. Les matériaux sont compactés sur une largeur de 200 à 400 mm et jusqu'à une profondeur de 750 mm. Le fond de fouille est alors homogène et ne cède pas dans le temps, garantissant une sécurité maximale du trafic routier.

Les vibrations de la roue sont produites par des masselottes entraînées par un moteur hydraulique alimenté par le circuit de la pelle. La possibilité d'installer une rotation à 360° permet de compacter dans toutes les conditions atteignant ainsi les endroits les plus difficiles.

Des mesures de niveau de vibrations que la roue produit sur le corps du conducteur ont affiché un niveau inférieur à celui atteint lors d'une opération d'excavation au godet.

Des mesures complémentaires permettront d'affiner ultérieurement ces résultats et de calculer la durée d'utilisation maximale journalière.

II.14.4. Caractéristiques de la roue de compactage

- Un conteneur (en option) permet de transporter la roue sur le chantier et de la verrouiller sur le balancier sans intervention humaine (en cas de prédisposition attache-rapide).
- Le conteneur est équipé de coffres qui contiennent les patins amovibles qui s'adaptent aux différentes largeurs de tranchées

II.14.5. Les mesures de prévention pour la mise en œuvre de palplanches

Souvent très longs et lourds, ces profilés en acier sont utilisés dans le BTP et le génie civil pour le blindage de fouilles sur chantier, par exemple, ou le renforcement d'une digue. Quelle que soit la méthode de fonçage utilisée (battage, vibrofonçage, presse hydraulique), la mise en place de palplanches nécessite une étude préalable approfondie, un choix d'équipements de manutention adaptés et des mesures de prévention à toutes les phases des travaux. La pérennité de l'ouvrage et la sécurité des travailleurs en dépendent.



Figure II.9. La mise en œuvre de palplanches

L'étude technique préalable pour bien préparer le terrain

Les palplanches sont des profilés le plus souvent métalliques que l'on enfonce dans le sol pour la construction de toutes sortes d'ouvrages définitifs (confortement de digue, barrage, quai, écluse, protection de berges, mur de soutènement, parafouille pour empêcher un écoulement d'eau, etc.) ou d'ouvrages provisoires (écran d'étanchéité, blindage de fouille, tunnel, stabilisation de talus...).

Avant exécution des travaux, effectuez une visite de reconnaissance sur le site afin de visualiser les contraintes inhérentes au projet.

a-Reconnaissance sur le site

Certains lieux sont plus sensibles (racines des arbres, enrochement, réseaux électriques...) ; ils nécessitent une étude de sol et de l'environnement mitoyen : contexte géologique, hydrogéologique, sismique, etc.

b-Résistance et stabilité de l'ouvrage

L'étude géotechnique détermine les solutions techniques en fonction des contraintes. Elle porte notamment sur la stabilité du mur de soutènement, la stabilité au glissement et au renversement, la résistance des parois métalliques, la résistance du massif interne, les risques d'érosion interne

(renard hydraulique dans les barrages, par exemple) et les conditions de mise en fiche (selon le matériel utilisé).

c-Choisir les palplanches

Le type et le profil de palplanche doit permettre le fonçage à travers différentes couches de sol jusqu'à la profondeur requise :

- des profils fortement résistants à la flexion sont requis pour les rideaux classiques (en U, en Z, rideaux composés) ;
- des profils plats pour des rideaux fermés ;
- des palplanches spéciales pour une enceinte (angles, coins cornières, raccords...).

Ces calculs de dimensionnement intègrent les contraintes du chantier et le mode opératoire.

d-Étanchéité du mur

Les déplacements en tête augmentent rapidement avec la hauteur de fouille. Positionner un cadre de tête ou des liernes (poutres métalliques pour lier les palplanches) de manière à limiter les risques d'écartement.

e.Définir le mode d'exécution des terrassements

Le mode opératoire va pallier essentiellement deux risques liés à :

- L'écoulement d'eau. Le phénomène d'érosion interne présente des risques d'ensevelissement pour les opérateurs ou peut conduire à la ruine de l'ouvrage. Augmenter la fiche, utiliser un rabattement de nappe au moyen de puits filtrants et procéder éventuellement à un étanchement du fond de fouille.
- La purge. En site terrestre, le terrassement mécanique à l'intérieur de l'enceinte à l'aide d'une pelle hydraulique ne permet pas d'enlever les matériaux comprimés à l'intérieur des profilés et la purge est exécutée par un opérateur. Pour éviter les risques d'ensevelissement ou de choc avec l'engin, adapter un fer cureur au bras de la pelle ou adapter le phasage des travaux (terrassement mécanique puis purge par l'opérateur).

II.15. Les mesures de prévention pour la manutention et le levage des palplanches

II.15.1. Stockage

La zone de stockage des palplanches doit être plane et propre pour protéger les serrures des profilés et ne pas déformer l'acier. Si les palplanches sont utilisées par paires, assurer un bon calage pour éviter leur désenclenchement.

II.15.2. Dispositifs de préhension, accessoires de levage

La manutention et la mise en fiche de ces pièces souvent très longues et pesantes nécessitent une attention particulière et des accessoires spécifiques pour éviter leur chute.

- Pour les manutentions horizontales : adapter les dispositifs de préhension à la charge.
- Pour les manutentions verticales : utiliser des moyens de levage spécifiques permettant de soulever les palplanches en position horizontale pour les mettre en fiche (le plus souvent verticalement) et intégrant un système de décrochage des palplanches à distance (pour éviter la chute des opérateurs).

Des accidents mortels consécutifs au décrochage intempestif de la palplanche ont été observés avec les systèmes de décrochage à distance. Il faut veiller à ce qu'il soit parfaitement enclenché avant tout levage. Il faut être très rigoureux sur l'entretien de ce type de matériel.

Privilégier des pinces de manutention spéciales ou, si c'est impossible, une nacelle élévatrice (pour le décrochage/accrochage des manilles).

En cas de vent ou d'un danger à proximité, guider les palplanches en pied à l'aide d'une corde

II.15.3. Choix de l'appareil de manutention

II.15.3.1. Engins de levage.

Les mécanismes élévateurs (levage, relevage et télescopage) doivent être munis de freins ou de dispositifs équivalents capables d'arrêter la charge et l'appareil, quelle que soit leur position. La descente de la charge n'est autorisée qu'à deux conditions : présence d'un limiteur de vitesse et usage du frein nécessitant l'intervention d'un machiniste pendant toute la durée de la descente.

II.15.3.2. Manutention lors de la mise en fiche

Afin d'éviter tout risque de chute des charges, soit vous utilisez une grue de service pour la manutention et la mise en position de pose (la palplanche étant au préalable stabilisée en attendant sa mise en fiche), soit des modes opératoires ont été définis pour éloigner les salariés de la zone d'exposition aux risques et vous veillez au respect de ces consignes.

La vérification de ces engins de levage et accessoires est obligatoire, avant mise en service, lors de la remise en service, puis périodiquement. L'appareil est adapté à la nature des travaux et il est utilisé conformément à la notice du fabricant.

II.15.4. Sécuriser l'opération de mise en fiche-enclenchement

II.15.4.1. Le guidage des palplanches : Garantit une mise en place correcte du rideau en évitant le dévers des profilés (non-verticalité dans le plan du rideau), le faux-aplomb des profilés (non-verticalité dans le plan perpendiculaire au rideau).

II.15.4.2. Mode d'assemblage : Les gabarits de guidage, à un ou deux niveaux, sont constitués de deux poutres horizontales parallèles appelées moises (6 fois la largeur des paires de palplanches + 1,50 m). Elles guident les palplanches lors de l'enfoncement, servent de support de fixation du calage latéral de la première palplanche, constituent la matérialisation de l'implantation du rideau. Elles servent de plate-forme de travail pour la vérification de la verticalité, l'enclenchement des palplanches, et de zone de circulation des salariés. Le guide ne peut être fixé directement sur le rideau de palplanche par soudure, il ne supporterait pas les vibrations du fonçage.

II.15.4.3. Prévenir le basculement : Le guide est stabilisé au besoin par des contre-poids en béton solidement fixés.

II.15.4.4. Prévenir les chutes de hauteur : Les moises sont équipées de garde-corps rigides et de plinthes. Exceptionnellement, sous certaines conditions, on peut tolérer un garde-corps souple ou une ligne de vie (opérateurs munis de harnais par une longe norme EN 354 ne tolérant pas une chute supérieure à 0,50 m).

III.15.4.5. L'accès à la plate-forme est adapté au lieu de fonçage. Si l'on utilise un guide en hauteur, il se fait au moyen d'une échelle munie de garde-corps. Un panneau de danger « Chute de hauteur » est apposé. Des voies d'accès pour les piétons sont aménagées.

II.15.4.6. L'enclenchement de la palplanche : dans la serrure de celle déjà fichée a un triple but : fournir un guidage au cours de l'enfoncement, solidariser les palplanches et réaliser l'étanchéité du rideau. Il existe deux méthodes :

- soit l'emboîtement est réalisé à distance des palplanches à l'aide d'un enclencheur, système simple pouvant s'adapter sur différents profils par changement du drapeau ;
- soit on applique la technique dite de mise en fiche « à la ficelle » : effectuer au préalable une enture de la serrure de la palplanche à mettre en œuvre, et utiliser des cordes liées à la palplanche à l'aide de manille automatique pour guider celle-ci au droit de celle déjà fichée.

Lors de ces manutentions, ne pas rester sous les charges.

Mener cette opération sous la surveillance d'une personne compétente et formée.

Toujours vérifier la présence de ligne électrique à proximité et respecter les distances de sécurité. Au besoin, matérialiser les zones dangereuses.

Mesures de prévention pour le fonçage des palplanches

Il existe plusieurs méthodes pour mettre en place des palplanches :

- Le vibrofonçage (vibrations) est plus rapide et présente moins de nuisances sonores qu'un battage, mais peut dégrader les bâtiments voisins.
- La presse hydraulique (vérins) est idéale à proximité de bâtiments, présente peu de nuisances sonores, mais son rendement est plus lent.
- Le battage (à percussion) est efficace dans les terrains durs, son rendement est moyen, et il présente de fortes nuisances sonores pour le voisinage. Il peut endommager parfois les palplanches.

Dans certains cas, il faut stabiliser l'engin de battage avant d'enfoncer les palplanches, notamment si le terrain est mauvais ou en raison de fortes pluies.

II.16. Vérification du matériel

La vérification générale périodique des engins de fonçage-battage est obligatoire dans les 12 mois précédant l'utilisation.

À chaque utilisation, vérifier : le blocage des jambes de force, l'état des glissières, la fixation des lests de vibrofonçage, l'état des flexibles hydrauliques, les câbles électriques, l'état du casque de battage, du martyr et du mouton.

Changer le martyr chaque fois que l'écrasement devient irrégulier et ne permet plus la transmission uniforme de l'énergie de battage. Surveiller le centrage du casque.

II.16.1. Stockage du matériel

Aucun appareil de fonçage ou de battage ne doit être abandonné en tête de palplanche. Il est déposé ou stocké soit dans des berceaux prévus à cet effet, soit dans un lieu propre permettant d'assurer sa stabilité.

Toujours suivre les consignes du constructeur pour les conditions d'utilisation et l'entretien.

Cette opération pouvant entraîner des ruptures de pièces ou des chutes d'éléments matériels, elle doit être menée sous la surveillance d'une personne compétente et formée. Éloigner le personnel étranger aux opérations.

II.17. Protection du bruit : une obligation pour l'employeur

Quel que soit la méthode et le type d'engin utilisés, le bruit est très élevé. Une cartographie des niveaux sonores permet d'identifier tous les salariés exposés. L'employeur a l'obligation d'informer les travailleurs et de choisir avec eux des protecteurs individuels contre le bruit (PICB) : bouchons, casques...

II.17.1. Valeurs limites d'exposition au bruit et port de protecteurs individuels

- Au-dessus de 80 décibels (dB) pour une valeur d'exposition moyenne quotidienne, ou d'un niveau de crête de 135 dB pour une exposition instantanée, l'employeur doit mettre à disposition des travailleurs des protecteurs individuels contre le bruit (PICB), bouchons, casque, et informer les salariés sur les risques, les résultats des mesures et l'usage des protecteurs individuels. Un examen audiométrique préventif, réalisé par le médecin du travail, est proposé.
- Au-dessus de 85 dB (valeur d'exposition moyenne) ou d'un niveau de crête de 137 dB, l'employeur doit mettre en œuvre un programme de mesures de réduction d'exposition au bruit, signaler les endroits concernés (bruyants) et en limiter l'accès, contrôler l'utilisation effective des PICB.

- Au-dessus de 87 dB (valeur d'exposition moyenne) ou d'un niveau de crête de 140 dB, l'employeur doit déterminer les causes de l'exposition excessive et adopter des mesures de protection immédiates. Toutes les mesures de prévention et de protection doivent être prises pour éviter l'exposition à de tels niveaux sonores.

L'utilisation d'écrans phoniques, de capotage (encoffrement acoustique des machines) ou de techniques comme le lançage (jet d'eau sous pression pour ameublir le sol) qui améliorent l'enfoncement des palplanches, permettent de réduire le bruit à la source ou d'en limiter la portée.

Les travailleurs dont l'exposition au bruit dépasse 80 dB, bénéficient d'un examen audiométrique préventif réalisé par le médecin du travail, ou à sa demande.

Le fonçage de palplanches, notamment à l'aide de moutons thermiques, nécessite souvent une double protection en cumulant des bouchons et un casque antibruit pour atteindre le niveau de protection requis.

II.17.2.Règles de sécurité pour le recépage des palplanches

Le recépage consiste à découper la tête des profilés de manière à les aligner. Au-dessus de 20 cm, un examen des relevés d'enfoncement est nécessaire, afin de vérifier que la fiche prévue a été atteinte.

La découpe des métaux au chalumeau (oxycoupage), réalisée par une personne qualifiée, respecte toutes les précautions nécessaires :

- calage des bouteilles d'oxygène et d'acétylène en position verticale,
- vérification de l'état de marche du chalumeau,
- port des équipements de protection individuelle (lunettes ou masque, gants...),
- présence d'extincteurs.

Techniquement, la tête du profilé est stabilisée par des points d'attache et maintenue par l'engin de levage jusqu'à sa découpe complète. On procède ensuite au meulage (ou ébarbage) de la partie découpée

La plate-forme de travail, située entre 1 m et 1,30 m sous le niveau final de découpe, est munie de garde-corps et de plinthes.

Ouvrages provisoires : arracher les palplanches sans se blesser

En fin de chantier, l'arrachage des palanches est d'autant plus difficile qu'elles ont pu subir des dégradations (détérioration du pied lors du battage, sable et rouille dans les serrures, altération par un séjour prolongé dans le sol).

Cette opération est réalisée au moyen d'un engin d'arrachage (vibrateur, arracheur...) conçu et adapté à l'ouvrage : profil et longueur des palplanches, caractéristiques du sol, méthode de battage, etc.

Un revêtement lubrifiant à l'intérieur des serrures réduit les frottements.

En l'absence de courbe de battage, le choix de la première palplanche est important. Possibilité de renforcer la tête des barres pour faciliter l'arrachage.

La traction doit être réalisée dans l'axe du profilé.

Respecter les valeurs limites de charge pour les engins d'arrachage et les grues données par les fabricants.

Surdimensionner les pièces d'attaches (crochets, écrous...) et procéder régulièrement à leur inspection (cassure, cristallisation...).

Retenir les écrous par des goupilles de sûreté

II.17.3 .Recycler le béton pour réduire les impacts humains et environnementaux

Une entreprise de travaux routiers décide de ne plus envoyer le béton de déconstruction en décharge mais de le valoriser en granulats (tombes). Cette approche vertueuse au plan environnemental a aussi un impact positif pour ses chauffeurs, qui roulent deux fois moins pour transporter les matériaux. Leurs conditions de travail sont améliorées

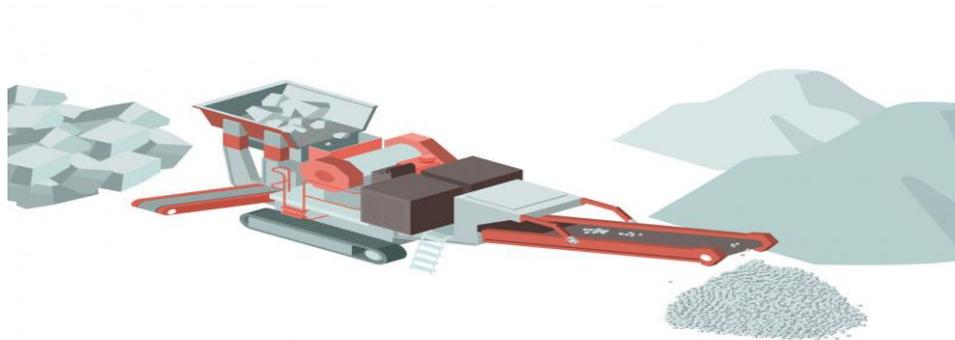


Figure II.10. Recycler le béton

II.17.4..Impact en prévention

En envoyant les bétons de déconstruction sur la plate-forme dédiée à leur stockage et valorisation, l'entreprise améliore directement les conditions de travail de ses chauffeurs. Ces derniers n'ont plus à multiplier les transports dans les différentes décharges de la région : le kilométrage moyen est divisé par deux.

Transformer les déchets de béton en bénéfices humains et environnementaux

Chaque année, cette entreprise de travaux routiers traite environ 15 000 tonnes de béton de déconstruction. La démarche de valorisation permet de transformer ces déchets en ressources pour les chantiers. Les bétons de déconstruction passent désormais au cribleur concasseur pour être réduits en granulats (graves), qui peuvent par exemple servir de couches d'assise pour les chaussées.

Ces opérations de valorisation sont centralisées sur une plate-forme dédiée, plus proche des chantiers de déconstruction que ne l'étaient les décharges. Les dix chauffeurs voient leurs trajets réduits de moitié, à 24 000 kilomètres en moyenne chaque année.

Pour ces salariés, la démarche de valorisation est source d'amélioration des conditions de travail : ils subissent moins la fatigue, le stress et les vibrations générées par le transport de charges lourdes.

II.17.5 .Une ponceuse orbitale légère et compacte pour gagner en rapidité et limiter les vibrations

Équipez-vous d'une ponceuse orbitale, compacte et légère. Facilement maniable, elle diminue les manutentions lors des opérations de ponçage. De plus, son système d'aspiration limite l'exposition aux poussières de bois

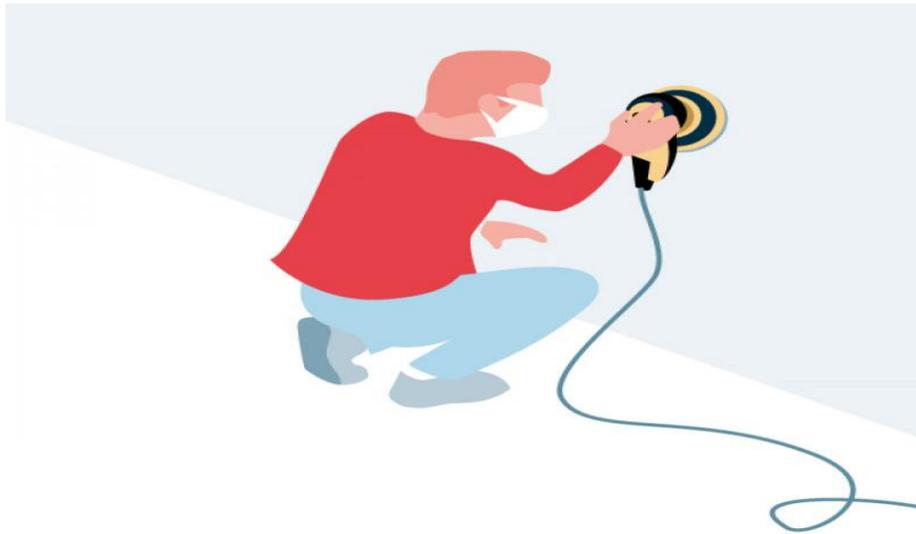


Figure II.11. Une ponceuse orbitale

Réduire les vibrations et capter la poussière

Mirka Deros est la première ponceuse électrique orbitale sans transformateur, intégrant un moteur sans charbons, ce qui limite son entretien. Son ergonomie et son faible niveau de vibrations apportent un confort d'utilisation appréciable. Un capteur de vibrations intégré et une connectivité Bluetooth permettent de transmettre ces informations.

Le démarrage de l'aspirateur mobile, combiné au démarrage de la machine, permet un ponçage sans aucune poussière.

II.17.5.1. Caractéristiques de la ponceuse orbitale

- Poids : 1 kg.
- Niveau sonore : 71 db(A).
- Diamètre du plateau : 125 mm ou 150 mm.
- Durée de vie du disque abrasif Abranet de structure polyamide et traité anti-encrassement de 3 à 5 fois supérieure à celle d'un abrasif traditionnel.
- La surface micro-perforée du disque permet l'extraction de 95 % des poussières

II.18. Bruits au travail

Les risques pour les salariés et pour l'entreprise employeur

L'inconfort acoustique qui règne au sein du milieu professionnel présente des méfaits sur les salariés pouvant également affecter leur efficacité au travail et donc pénaliser l'employeur. Source de multiples altérations de la santé aussi bien physique que mentale, les niveaux sonores trop élevés sont un obstacle à l'épanouissement d'une entreprise, quel que soit son domaine d'exercice.

Une mesure du bruit présent sur le lieu de travail s'avère donc nécessaire afin d'établir une évaluation du degré des nuisances sonores dans le milieu et appliquer les solutions adéquates pour y remédier. Découvrez tous les risques liés à la pollution acoustique au travail et les moyens efficaces pour les éviter.

À bas, moyen ou haut volume, les bruits sont presque omniprésents dans la majorité des lieux de travail, et ce quel que soit le secteur d'activité. Parfois négligées par les dirigeants, ces sensations auditives aussi gênantes que désagréables ont des impacts considérables, en cas d'exposition prolongée dans la durée, sur la santé des salariés, ainsi que leur productivité au travail.



Figure II.12. Un ouvrier souffre de maux de tête à cause du bruit.

II.18.1. Principales sources de bruit en milieu professionnel

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 exposant au bruit sont :

- La métallurgie.
- Le bâtiment et travaux publics.
- Le textile.
- L'industrie du bois.
- Le transport.

Des exemples de niveaux sonores et de sensations auditives selon les lieux (poste) du travail sont présentés dans le tableau :

Conversation	Sensation auditive	Niveau sonore dB(A)	Exemples
Voix chuchotée	Seuil d'audibilité	0	Laboratoire d'acoustique
	Très calme	10	Studio d'enregistrement, cabine de prise de son
	Calme	40	Bureau tranquille dans quartier calme
Voix normale	Courant	60	Conversation normale, rue résidentielle
		65	Bureau bruyant
Voix élevée	Bruyant mais supportable	70	Restaurant bruyant, circulation importante
		75	Atelier dactylo, usine moyenne
Voix très forte	Pénible	85	Atelier de tournage et d'ajustage, circulation intense
Voix criée	Peu supportable	90	Atelier de forage, trafic très intense
Voix extrême	Insupportable	100	Scie circulaire ou à ruban, presse à découper de moyenne puissance, marteau-piqueur à moins de 5m
		110	Atelier de chaudronnerie, rivetage à 10m
Impossible	Seuil de douleur	120	Banc d'essais de moteurs, bruit d'avion ou décollage
		130	Marteau-pilon
		140	Turboréacteur au banc d'essais

Tableau II.3. Niveaux sonores et de sensations auditives selon les lieux (poste) du travail

II.18.2. Les causes du bruit sur les lieux de travail

Plus de 7 millions de salariés algériens sont régulièrement exposés à des niveaux de bruit relativement importants dans leur activité professionnelle. Mais la situation est encore plus préoccupante pour 4 millions de personnes qui subissent en entreprise une exposition régulière, voire permanente à des bruits dont le niveau dépasse 85 dB.

Les conséquences de cette situation ne doivent pas être sous-évaluées. Une exposition excessive des salariés au bruit entraîne toujours des pertes pour l'employeur à cause d'un excès de stress, d'une fatigue accrue et d'une baisse de productivité.

De plus, le risque d'absentéisme est accru en raison des troubles de santé résultant du bruit et d'une difficulté accrue à entendre les alertes. Poussés à leur paroxysme, les bruits peuvent avoir des effets néfastes sur l'oreille pouvant conduire à une perte auditive totale du travailleur. Il est donc judicieux de procéder à la mesure du bruit au travail pouvant être subi par les salariés

II.18.3. Le fonctionnement des outils de travail bruyants

Les salariés qui travaillent sur des chantiers connaissent bien l'inconfort des sons provoqués par le fonctionnement des marteaux-piqueurs, des scies électriques ou des perceuses. Ceux qui travaillent dans des usines doivent subir le vacarme des machines-outils toute la journée.

Un tel contexte cause des problèmes pour eux-mêmes et pour leur employeur qui subit les conséquences d'une baisse de concentration et qui risque de devoir faire face à une hausse des accidents du travail, résultant d'une perte de vigilance des salariés. Il doit donc offrir à ses salariés une surveillance médicale renforcée pour que ceux dont la santé est compromise par un environnement sonore nocif puissent éventuellement bénéficier d'une mutation ou au moins d'un aménagement de leur poste de travail. Cette mesure de prévention doit être complétée par la mise à disposition de chaque salarié d'une protection individuelle capable de limiter les effets sur l'audition.

Une ambiance animée

Les bavardages des clients d'un restaurant ou l'ambiance d'un centre commercial constituent une source de bruit non négligeable. Le plus souvent, ce type d'environnement provoque des bruits se situant entre 60 et 70 dB. Si des salariés sont exposés en permanence à ce niveau de bruit, il est conseillé de les inciter à rencontrer le médecin du travail pour que celui-ci puisse procéder à une étude de leurs éventuels troubles auditifs.

Il est à noter que si le bruit ambiant dépasse 65 dB, le risque de maladie cardio-vasculaire est accru d'un cinquième pour les personnes qui sont constamment exposées. Une protection auditive individuelle peut donc être nécessaire dans certains cas.

Le cas des salariés travaillant dans des bureaux

Lorsqu'un salarié travaille dans un bureau suffisamment insonorisé, l'employeur n'a pas à se faire de souci dans la mesure où aucune source de nuisances sonores ne se trouve à proximité. En effet, les niveaux sonores habituellement constatés dans ces circonstances ne causent pas de problème particulier. Les travailleurs ne sont pas exposés à des problèmes de surdité professionnelle, car le bruit est au-dessous des valeurs limites.

Cependant, il y a lieu d'être plus vigilant pour les salariés qui travaillent dans des bureaux en open space. En effet, le bruit qui règne dans ces espaces peut atteindre une soixantaine de décibels, ce qui peut entraîner une fatigue accrue par une hyper sollicitation de l'ouïe

II.18.4. La proximité d'un aéroport ou d'une voie ferrée

Le décollage d'un avion ou le passage d'un train circulant à vive allure à moins de 100 m d'un lieu de travail provoque un bruit atteignant environ 140 dB. Un tel niveau d'exposition sonore se situe au-delà du seuil de 120 dB à partir duquel le bruit est considéré comme dangereux en raison d'un risque de perte d'audition irréversible.

Si un employeur a des salariés travaillant à proximité d'une telle source de bruit, il doit faire en sorte que les bureaux soient suffisamment insonorisés, notamment en faisant installer des fenêtres à double, voire à triple vitrage. Si cela ne suffit pas, l'employeur doit chercher des locaux plus silencieux pour éviter toute exposition dépassant les valeurs limites.

II.18.5. Les réglementations auxquelles les employeurs doivent se conformer

Tout employeur doit préserver des salariés des bruits excessifs. Les dispositions réglementaires varient en fonction de l'importance des bruits dans l'entreprise.

Dans tous les cas, il doit commencer par faire une évaluation sommaire en demandant à ses salariés s'ils peuvent parler entre eux sans être dérangés par le bruit.

Une mesure normalisée des niveaux d'exposition doit être faite si les salariés signalent des perturbations sonores importantes ou des troubles de santé liés à des sons excessifs

- Si le niveau moyen de bruit constaté sur le lieu de travail se situe autour de 80 dB, l'employeur doit informer ses salariés des mesures qui peuvent être prises et leur assurer

une formation spécifique. En outre, il doit leur proposer des protections individuelles et éventuellement un suivi médical de prévention comportant des examens audiométriques.

- À partir de 85 dB, l'employeur doit évaluer le bruit et donner à chaque salarié une consigne de port d'une protection individuelle. Il doit également faire en sorte qu'ils bénéficient d'un suivi médical renforcé.
- Enfin, pour sa propre santé aucun salarié ne doit être exposé à un bruit dépassant une moyenne quotidienne de 87 dB après prise en compte de l'efficacité de sa protection acoustique individuelle

Bruit au travail : des appareils de mesure pour le bien-être des employés

Ce n'est pas un secret, le bruit est partout. Dans la rue, dans les magasins, dans les centres de loisirs, mais aussi au travail. Et c'est bien dans ce dernier cas que les bruits émis peuvent nuire le plus. Selon la fonction professionnelle exercée, le niveau de bruit est plus ou moins conséquent. Si un employé exerçant son métier dans un bureau fermé a la chance d'être tranquille, ce n'est pas le cas des ouvriers en bâtiment ou bien des personnels en aéroport.

L'État a par ailleurs réajusté ses lois sur le sujet en donnant naissance à de nouvelles réglementations. Dans ce sens, un employeur n'a pas d'autres choix que de considérer avec soin les émissions de différents bruits dans ses locaux. Pour analyser le plus précisément possible ce le niveau sonore ambiant, de nombreux appareils de mesure sont accessibles aux professionnels. Regardons de plus près ces principaux appareils afin que le travail ne soit plus synonyme de torture auditive.

Pourquoi et comment mesurer l'exposition du bruit au travail ?

Sur un lieu de travail, on a souvent tendance à négliger le risque que peut avoir le bruit sur les employés. Et pourtant, les nuisances sonores représentent un fléau considérable pour la santé auditive. Facteur de stress, les bruits peuvent à plus long terme provoquer des règlements de l'oreille, tels que des bourdonnements ou des acouphènes. Dans les cas les plus extrêmes, le bruit peut même provoquer une surdité des travailleurs.

Comme nous l'avons évoqué précédemment, la loi a mis en place un cadre réglementaire strict pour préserver au mieux les travailleurs. C'est pourquoi il est essentiel d'effectuer des mesures du bruit sur un lieu de travail, aussi bien pour les employés que pour les risques encourus par l'employé, en cas d'un dépassement excessif de décibels. En optant pour des mesures sérieuses du bruit, il sera alors possible de dévoiler les lieux d'exposition au bruit à risque.

Pour ce faire, une mesure du niveau de pression acoustique doit être opérée. Des appareils sont disponibles sur le marché pour déterminer si le bruit émis est un véritable problème pour l'employé. Selon la nature du bruit ainsi que les valeurs à recueillir, certains appareils seront plus conseillés que d'autres.

II.18.6. Le sonomètre : l'appareil favori pour une mesure du bruit au travail

Parmi tous les appareils de mesure de bruit, le sonomètre est sans conteste le plus connu. Sa fonction est de relever le niveau de pression acoustique dans un endroit bien spécifique. Le sonomètre est idéal pour quantifier le bruit ainsi que les nuisances sonores. Le sonomètre est composé d'un microphone, de circuits électroniques. Le principe est simple, il suffit de capter grâce au microphone la pression de l'air créée par le bruit, qui se voit ensuite transformée en signaux électriques. Puis, le circuit électrique affiche le nombre de décibels relevé.

Porté à bout de bras, l'appareil se place au niveau des oreilles des employés subissant le bruit nocif. Peu importe l'orientation du microphone, seul compte la durée de mesure qui est généralement mentionné dans le guide d'utilisation. Plusieurs types de sonomètres sont disponibles. Si le type 1 se veut plus précis, et donc plus onéreux, le type 2 pourra convenir selon la nature de l'entreprise. Il faut toutefois éviter d'opter pour un sonomètre inférieur au type 2, sans quoi le bruit ne sera pas mesuré correctement

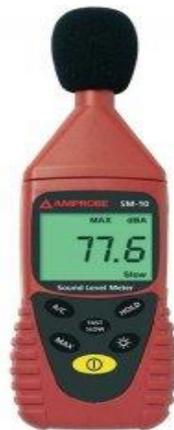


Figure II.13 : Le sonomètre

II.18.7. L'audiotosimètre : un autre appareil pertinent pour la mesure du bruit

Plus léger que le sonomètre, cet appareil est prévu pour se porter à la ceinture. L'audiotosimètre est relié à un microphone destiné à être accroché au col de l'utilisateur, pas très loin de son oreille. L'appareil a pour fonction l'évaluation des différents niveaux sonores

dans une pièce. L'intérêt premier est de pouvoir relever la mesure moyenne du bruit dans un espace où celui-ci varie au gré des déplacements des travailleurs.

Trois valeurs doivent être en amont actées :

- Le niveau de référence, étant de 85 décibels,
- Le taux d'échange, estimé à 3 ou 5 décibels
- Le seuil d'enregistrement, soit le niveau minimal pour mesurer le bruit.

Il faut savoir que cet appareil est normalement réglé au niveau de référence ainsi qu'au taux d'échange prévus par la loi. L'employeur devra ainsi adapter ces valeurs selon la courbe de pondération des décibels dictée par les directives de la région concernée.

Le sonomètre intégrateur : une alternative pour mesurer l'exposition au bruit des travailleurs

Ce dernier appareil est assez similaire à l'audiotosimètre. Sur un lieu de travail, les différents niveaux sonores sont loin d'être constants. En somme, sur une même durée de travail, les machines produisent du bruit de façon aléatoire. Ainsi, le niveau maximal d'exposition à ces nuisances n'est pas la seule donnée pertinente. Outre les niveaux sonores extrêmes risquant une détérioration aiguë de l'audition, l'exposition prolongée peut tout autant avoir un impact sur la santé auditive.

De ce fait, la fonction d'un sonomètre intégrateur est de mentionner l'équivalent d'une énergie sonore dans son intégralité. L'appareil convertit alors les valeurs reçues en communiquant le niveau d'exposition. Tenu à la main, le sonomètre intégrateur s'intéresse ainsi à l'environnement dans son ensemble. Quoi qu'il en soit, il est impératif de soumettre aux travailleurs des protecteurs d'oreille adaptés pour préserver leur santé auditive. Mieux vaut une protection optimale de ces employés pour ne subir aucun risque

II.18.8. Pourquoi l'exposition au bruit coûte-t-elle si cher à la société ?

Les deux grands axes permettant de mesurer et de chiffrer l'impact du niveau sonore sur les lieux de travail sont la santé des salariés et la perte de productivité, qui sont pourtant deux facteurs essentiels pour la compétitivité des entreprises.

Pour ce qui est de la santé des travailleurs, l'exposition aux nuisances sonores au travail se traduit par l'augmentation constante des reconnaissances de surdités professionnelles, dont le coût, à elles seules, est estimé à plus de 80 millions d'euros par an. Pour rappel, l'exposition prolongée au bruit professionnel est la deuxième cause de surdité, après le vieillissement. Viennent ensuite les effets secondaires du bruit sur l'ensemble de l'organisme : nervosité, fatigue, acouphènes, vertiges, mais aussi de nombreux troubles respiratoires et cardiaques.

Ces multiples problèmes de santé sont directement responsables d'un autre aspect de la facture sociale liée au bruit : les accidents du travail. Qu'ils surviennent en raison d'une perte de vigilance engendrée par la fatigue auditive ou l'impossibilité d'entendre les messages et signaux d'alerte, le coût de ces accidents du travail est au total de 1,2 milliards d'euros en France. Selon le Ministère des Affaires Sociales, 10 % des accidents du travail trouvent leur origine dans le niveau excessif des nuisances sonores.

En ce qui concerne la perte de productivité, le bruit intervient principalement en termes de possibilité de concentration, ou plutôt de déconcentration et de distractions acoustiques. Quand l'on demande à des salariés quels sont les critères favorisant la créativité et la productivité, ces derniers répondent à 65 % qu'ils ont avant tout besoin de calme et de silence. Sachant que 14 millions de salariés se disent exposés au bruit et que l'on estime que ce bruit est à l'origine de la perte quotidienne de 80 minutes de productivité par jour et par salarié, l'on comprend mieux le chiffre exorbitant de 18 milliards d'euros perdus, uniquement pour le secteur tertiaire.

Au total, un rapport publié en 2016 par le Centre National du Bruit, le CNB, avance une facture de 20 milliards d'euros pour l'impact des bruits sur les lieux de travail.

II.18.9. Les effets sur la santé du bruit au travail

Il existe de nombreux effets sur la santé liés au bruit subit au travail. Les plus importantes dépassant 85 décibels ou dB (a) se retrouvent dans l'industrie et la construction où l'on sait après des études menées sur place que de nombreux travailleurs seront atteints par une surdité irréversible. Les sources de ces bruits sont diverses, elles peuvent provenir de machines, d'outils ou de voix.

Dans des espaces partagés, s'il n'y a pas d'obstacles, le niveau sonore du bruit diminue de 6 décibels ou dB (a) en doublant la distance depuis l'émission du bruit. Si ce même bruit est émis dans des locaux, le bruit est réfléchi par les parois. Il est donc nécessaire de mesurer la dose du bruit ainsi que le temps d'exposition des travailleurs soumis à ce problème.

II.18.9.1. Comment se rendre compte si la soumission au bruit est trop importante ?

Un salarié soumis au bruit dans son espace de travail peut faire certains tests pour évaluer simplement si son environnement au travail est trop bruyant. Il peut :

- Élever la voix s'il doit parler à une autre personne située à plus d'un mètre de lui.
- Remarquer si ses oreilles bourdonnent en fin de journée.
- Évaluer le niveau sonore de sa TV pour qu'il puisse l'écouter normalement.
- Faire attention s'il entend moins bien dans le lieu commun comme le restaurant où il prend ses repas.

Si au moins une réponse est positive, alors il travaille dans un environnement trop bruyant qui est un risque pour sa santé pouvant générer une surdité professionnelle.

II.18.9.2. Les nuisances liées au bruit dans un espace ouvert au bureau

Dans les espaces ouverts de bureaux, le niveau sonore peut aussi être très perturbant comme les conversations, les sonneries de téléphone, la ventilation, le bruit des imprimantes, etc. Dans ce dernier cas, sur le lieu de travail, s'il n'y a pas de perte auditive, il peut exister une forte déconcentration et une baisse de productivité.

II.18.9.3. Comment les entreprises doivent-elles gérer le problème du bruit au travail ?

Pour agir positivement sur la nuisance du bruit au travail, les entrepreneurs peuvent commander un mesurage ponctuel. Cette méthode préventive s'effectue à l'aide d'un sonomètre avec micro et son électronique. Les mesures prises s'effectuent à la hauteur de l'oreille et dans les lieux de travail où il existe le plus de bruits. Des logiciels permettent d'établir une cartographie concernant le bruit en mesurant la pression acoustique en dB. Un travailleur peut aussi porter un exposimètre. Le niveau bruit va alors être évalué en continu.

II.18.9.4. La surdité professionnelle et autres effets sur la santé

Il faut savoir que la surdité professionnelle existe, qu'elle est traumatique et non opérable. Elle altère les cellules ciliées auditives de l'oreille interne et peut être reconnue comme maladie professionnelle. La surveillance de l'audition doit être assurée par un médecin du travail. Ce médecin est la seule personne habilitée à faire passer aux salariés d'une entreprise des bilans pour pertes auditives et à en établir le diagnostic.

Si la surdité professionnelle n'est pas établie, le bruit peut quand même être générateur d'effets non traumatiques. Dans ce cas, il peut induire des problèmes sur la physiologie et le comportement et peut entraîner un accident du travail, car il peut masquer les signaux d'alerte, perturber la communication verbale ou encore détourner l'attention d'un salarié

II.18.9.5.Ce qu'en dit le Code du travail

Dans le Code du travail, il est stipulé que l'exposition acoustique de la dose de bruit reçue par des employés ne doit pas dépasser 85 décibels ou dB(a). Les locaux doivent être correctement aménagés pour réduire la réverbération de ce bruit, car il y a un risque évident pour la santé.

Dans certains emplois, le niveau d'exposition au bruit peut dépasser 90 décibels ou dB(a). Dans ce cas, le personnel exposé est dans l'obligation de porter des protecteurs auditifs individuels comme des casques aux normes. Les employeurs ont aussi plusieurs obligations :

- Inspections avec évaluation des bruits par médecin du travail.
- Système de gestion du bruit.
- Contrôle du bruit à la source.
- Programme de la protection de l'ouïe.
- Correction acoustique des locaux.
- Protection individuelle avec casque ou bouchons.
- Protection des locaux et machines.
- Différentes mesures d'organisation du travail.
- Analyses et contrôles pour les différentes possibilités d'atténuation du bruit.

II.18.9.6.Mesures à prendre pour la prévention de la nuisance sonore

Les problèmes liés des niveaux sonores élevés dans un milieu de travail ne sont pas fatals et l'on peut parfaitement y mettre un terme. D'ailleurs, de nombreuses entreprises sont actuellement spécialisées dans le secteur de la prévention des risques auditifs.

La société Plantronics par exemple propose des solutions modernes et appropriées pour traiter dans la durée les effets relatifs aux bruits en environnement professionnel. L'employeur peut y

commander un équipement de protection auditif complet pour la prévention et la sécurité des travailleurs.

Voici quelques mesures pour rétablir le calme et le silence dans les locaux d'une entreprise :

Optimiser l'isolation acoustique du milieu (étanchéité des murs, barrière acoustique sur les portes, les planchers et les plafonds, etc.).

Installer des panneaux d'indications dans les zones où le silence est fortement recommandé.

Consacrer un lieu calme pour la réflexion et le repos, et un autre pour se défouler.

Préconiser l'utilisation d'équipements tels que des casques ou des écouteurs qui sont des protecteurs auditifs individuels.

En conclusion, tout employeur devra prendre sérieusement compte de l'impact des bruits au travail sur la santé de ses employés et sur le fonctionnement global de la société. Quoi qu'il en soit, opter pour des mesures de protection auditive spécifiques comme faire appel à Plantronics est indispensable pour optimiser la sécurité en milieu professionnel

Bases légales et normatives concernant la prévention du bruit en milieu professionnel

II.18.9.6.1. La prévention légale et normative repose sur plusieurs textes internationaux et nationaux :

La Convention 120 du bureau international du travail concernant l'hygiène dans le commLa loi n°69-39 du 26 Juillet 1969, ratifiée le 14 avril 1970, précise dans l'article 18 que : « Les bruits et les vibrations susceptibles de produire sur les travailleurs des effets nuisibles doivent être réduits autant que possible par des mesures appropriées et praticables ». erce et les bureaux

Le Code du travail (promulgué par la loi n°66-27 du 30 avril 1966) dont l'article 152.2, ajouté par la loi n°96-62 du 15/07/1996, stipule que : « Tout employeur est tenu de prendre les mesures nécessaires et appropriées pour la protection des travailleurs et la prévention des risques professionnels ».

Il doit notamment :

- Veiller à la protection de la santé des travailleurs sur les lieux du travail

- . Garantir des conditions et un milieu de travail adéquats.
- Protéger les travailleurs des risques inhérents aux machines, au matériel et aux produits utilisés
- . Fournir les moyens de prévention collective et individuelle adéquats et initier les travailleurs à leur utilisation.
- Informer et sensibiliser les travailleurs des risques de la profession qu'ils exercent.

Le décret N°68-83 du 23 Mars 1968 qui fixe la nature des travaux nécessitant une surveillance médicale spéciale tout en incluant les travaux exposant au bruit.

Arrêté des ministres de la santé publique et des affaires sociales fixant la liste des MP du 10 janvier 1995

Le tableau n°80, prévu par la loi n°94-28, portant régime de réparation des préjudices résultant des AT/MP, fixe le niveau d'exposition sonore quotidienne (LE_{ex,d}) seuil à 85dB(A) (voir annexe 1). Cet arrêté a été complété par les arrêtés du 15 avril 1999, du 5 janvier 2003 et du 15 août 2007.

Références internationales à titre indicatif

Directive 2003/10/CE du parlement européen relative à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (bruit). Elle définit deux seuils à partir desquels il faut déclencher une action préventive. Un seuil d'action inférieur et un seuil d'action supérieur. Ce sont la « valeur d'exposition inférieure déclenchant une action préventive » et la « valeur d'exposition supérieure déclenchant une action préventive ». Ces seuils ont été définis chacun en dose journalière de bruit (LE_{ex,8h}) et en niveau acoustique de crête (L_{p,c}). Par ailleurs, cette réglementation spécifie une « valeur limite d'exposition » à ne jamais dépasser : la VLE. Le tableau 4 montre les différents seuils d'exposition de la réglementation européenne

Décret exécutif n° 93-184 réglementant l'émission des bruits en algerie

Décrète : Article 1er . Le présent décret a pour objet de réglementer l'émission des bruits et ce en application de l'article 121 de la loi n ° 83-03 du 5 février 1983 , susvisée .

Art . 2.- Les niveaux sonores maximums admis dans les zones d'habitation et dans les voies et lieux publics ou privés sont de 70 décibels (70 DB) en période diurne (6 heures à 22 heures) et de 45 décibels (45 DB) en période nocturne (22 heures à 6 heures) .

Art . 3. Les niveaux sonores maximums admis au voisinage immédiat des établissements hospitaliers ou d'enseignement et dans les aires de repos et de détente ainsi que dans leur enceinte sont de 45 décibels (DB) en période diurne (6 heures à 22 heures) et de 40 decibels (DB) en periode nocturne (22 h à 6 h) .

Ar . 4. Sont considérés comme une atteinte à la quiétude du voisinage , une gêne excessive , une nuisance à la santé et une compromission de la tranquillité de la population toutes les émissions sonores superieures aux valeurs limites indiquées aux articles 2 et 3 ci - dessus

. Art . 5. Les méthodes de caractérisation et de mesurage des bruits sont effectuées conformément aux normes algériennes en vigueur .

Art . 6. Toute personne physique ou morale exploitant des activités exigeant l'emploi de moteurs , d'outils , de machines , d'équipements ou d'appareils générateurs de bruits de niveaux supérieurs aux valeurs limites telles que définies par le présent décret est tenue de mettre en place des dispositifs d'insonorisation ou des aménagements appropriés de nature à éviter d'incommoder la population ou de nuire à sa santé

II.19. Conclusion

Les vibrations, les chocs et les bruits rencontrés sur les structures industrielles ont des conséquences internes et externes dans des domaines variés. Il est donc nécessaire de les prendre en considération :

- en théorie, à partir du projet de structure ;
- en pratique, durant tout l'intervalle d'exploitation de la structure, depuis la mise en œuvre jusqu'à la mise en réforme.

En simplifiant, trois actions principales marquent les étapes à franchir :

Concevoir la structure ; au niveau du projet, déterminer par calcul les zones sensibles et l'importance des vibrations significatives ; c'est l'étape prédictive ;

Essayer la structure en vibration ; comparer les résultats d'essais à ceux du calcul ; interpréter les écarts en reprenant, si besoin est, les hypothèses de travail pour assurer l'accord essai/calcul ; apporter les modifications qui s'imposent : c'est l'étape corrective et de mise au point ;

Contrôler par les vibrations produites ou provoquées la réponse de la structure tout au long de sa vie, la signature de sa réponse ; c'est l'étape de la surveillance vibratoire.

Au-delà, faisant profit de l'expérience de ces trois étapes, il est possible d'imaginer une nouvelle disposition structurale plus performante que la précédente, c'est l'étape prospective qui valorise les résultats de calculs et d'essais obtenus et permet un progrès technologique continu.

Bibliographie

Documents INRS : <http://www.inrs.fr>

Vibrations et mal de dos Dossier Web La main en danger. Syndrome des vibrations ED 863

Vibrations plein le dos. INRS. Conducteurs d'engins mobiles ED 864

« Vibrations et mal de dos ». Guide des bonnes pratiques en application du décret 'Vibrations' ED 6018

« Les sièges à suspension pour chariots élévateurs ». Fiche pratique de sécurité. INRS. ED 42. 2008, 4 p.

Documents MSA : <http://referances-sante-securite.msa.fr>

Vibrations et mal de dos - Choix et utilisation d'un siège à suspension (ref 11204)

Les vibrations au volant des engins agricoles - Quels risques pour ma santé ? (ref 11127)

Conduite de Matériels Agricoles : les vibrations ont un effet néfaste pour la santé... Calculette vibration main bras

Calculette vibration corps entier Le Sulky d'entraînement, on en parle... (ref 11148)

Fiche SUMER N-II : expositions professionnelles des salariés agricoles aux ambiances et contraintes physiques (données 2002 2003)

III.1. Introduction :

Durant l'année 2016, l'Algérie a enregistré plus de 51.500 accidents de travail, ont été déclarés à la caisse nationale des assurances sociales des travailleurs salariés, dont 533 accidents mortels, et 514 maladies professionnelles ont été déclarées à la CNAS, dont les surdités avec un taux de 25%. Notamment, les accidents de travail et les maladies professionnelles ont généré 2.554.734 indemnités journalières (Haddam, 2016). De ce fait, les entreprises sont obligées d'instaurer et d'améliorer de bonnes conditions de travail pour leurs salariés, dans le but d'avoir une meilleure qualité de vie et un bon rendement dans la vie professionnelle ; à travers l'application de plusieurs systèmes de normalisations nationales et internationales.

Parmi ces derniers, ressort « ISO et AFNOR » et d'autres systèmes. Tant dis que le confort peut être défini comme le degré de désagrément ou de bien-être produit, par les caractéristiques de l'environnement intérieur d'un espace de travail. Puisque la sécurité, la santé et l'hygiène sont des paramètres très importants pour les directions des entreprises et les salariés, afin de réaliser leurs objectifs. Cependant, le niveau sonore, l'éclairage, l'humidité, la vibration, la poussière...etc, que nous appelons: les conditions de travail physiques, ou les conditions ergonomiques. Cet espace de travail non sain, est assuré par un ensemble de règles et de normes nationales et internationales, afin d'éviter les accidents de travail et les maladies professionnelles, pour garantir une bonne santé qui se résume par un état complet de bien-être physique, mental et social.

Pour dévoiler la réalité des conditions de travail physiques ergonomiques dans les entreprises algériennes ; Nous avons effectué une étude au sein de l'entreprise " ORSIM Relizane" à fin de savoir, si ces derniers répondent aux normes nationales et internationales telles que le niveau sonore, vibration, l'éclairage et l'humidité, avec l'existence et l'application des appareils de mesure pour réduire les risques professionnels

III.2. Méthodologies utilisées :

Pour réaliser cette recherche, nous avons opté pour la méthode qualitative à la base d'une observation directe descriptive, tout en basant, sur un guide d'entretien semi-directif. En outre, nous avons utilisé les appareils de mesure, pour mesurer les conditions de travail physiques grâce au sonomètre vibromètre. En effet, on a réalisé une pré-enquête au sein de l'entreprise privée ORSIM, spécialisée dans la production mécanique dans la zone d'activité industrielle de Oued Rhiou dans la wilaya de Relizane pour une période allant du 03/12/2015 jusqu'au 10/12/2015. Où on s'est renseigné sur l'existence des appareils de mesure « sonomètre, luxmètre, thermomètre ».

Ensuite notre étude s'est déroulée en 60 jours, à partir de 25 Janvier 2016 au 25 Mars 2016. Et vu le système de travail d'entreprise ORSIM qui adopte la politique de travail 3/8, cette situation nous a mis dans l'impossibilité de se renseigner auprès de toute la population de l'entreprise; nous avons opté pour un échantillonnage non probabiliste par « quotas », on s'adressant aux opérateurs qui travaillent dans les deux équipes, la première à partir de 05h00 jusqu'à 13h00, la deuxième équipe est de 13h00 à 21h00. Chaque équipe contient entre 40 à 50 opérateurs ; Du même, on s'est adressé aux employés qui travaillent dans l'administration, laboratoire et le magasin. De cette manière, on a pu toucher aux différents aspects de notre population. Donc, nous avons opté échantillonnage non probabiliste, en ciblant un échantillon d'étude des deux ateliers de production N°1 et N°2, laboratoire, magasin et administration. Ce qui explique qu'on a touché trois catégories socioprofessionnelles "agents de maîtrises", "agents d'exécutions" et la dernière catégorie socioprofessionnelle "cadre" seulement dans le service HSE, le médecin de travail de l'entreprise et le responsable de gestion des ressources humaines, soit 71 enquêtés parmi eux, 6 de sexe féminin et 65 de sexe masculin. Par contre, la population mère de Danone est de 600 personnes. D'une part, on a effectué des entretiens directs qui nous ont permis d'obtenir une complémentarité d'informations, d'autre part on a utilisé les appareils de mesure pour mesurer avec un sonomètre, un vibromètre et un thermomètre le degré des conditions de travail physiques.



Figure III.1 : L'Usine d'ORSIM

sexe	Effectifs	Pourcentage%
masculin	65	91,55%
Féminin	6	8,45%
total	71	100%

Tableau III.1. Répartition des enquêtés selon le sexe

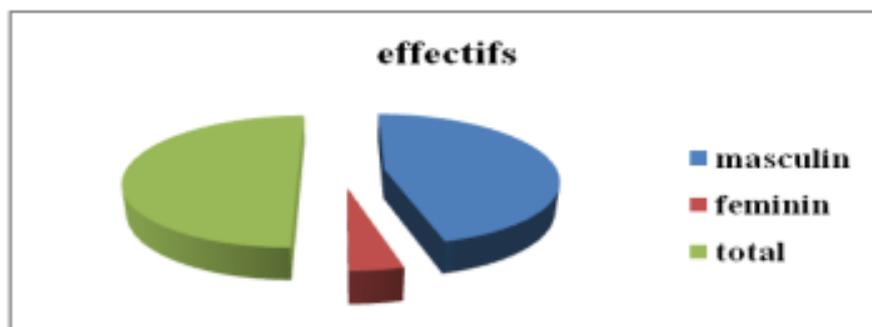


Figure III.2 . Le pourcentage entre les travailleurs masculins et féminins.

- **Les Remarques.**

- Le taux de bruit varie de 75 à 120 (dB)
- Le niveau de vibration varie d'une machine à l'autre
- Le taux de vibration varie de 4 et 40 hertz
- 2% des travailleurs souffre de déficience auditive

- 5% Il souffre de douleurs articulaires et osseuses dues aux fortes vibrations des machines

Remarque : Les cas indiqués sont simples et fonctionnent normalement au niveau de l'usine.

De plus, après l'expérience, nous avons découvert les effets des vibrations sur le corps humain

(1) Ligaments vertébraux affectés

Comme la vibration sur tout le corps a un impact sévère sur la colonne vertébrale et le système nerveux lorsque le travailleur est exposé à une vibration comprise entre 4 et 5 hertz.

(2) Les viscères internes sont affectés

Les viscères internes sont affectés par les vibrations dans tout le corps, avec une vibration comprise entre 4 et 5 Hz, et le crâne est affecté lorsqu'une vibration comprise entre 20 et 30 Hz est atteinte, ce qui peut entraîner la capacité de concentration et une bonne vision.

(3) Troubles vasculaires :

Cela se produit largement pour les travailleurs qui tiennent un outil vibrant, surtout si la période de maintien de la pièce dépasse plus de 15 minutes sans repos.

(4) os affecté

Lorsque les vibrations affectent les os et les articulations et les affaiblissent, en particulier les os de l'articulation lorsqu'ils sont exposés aux vibrations des mains.

(5) Troubles musculaires

À la suite de l'effort exercé par les muscles pour contrôler les pièces vibrantes et les dommages aux tissus mous.

III. 3. Au niveau de l'Etat d'Oran

III. .1. Les chiffres clés de la sinistralité (Source Assurance maladie- Risques professionnels)

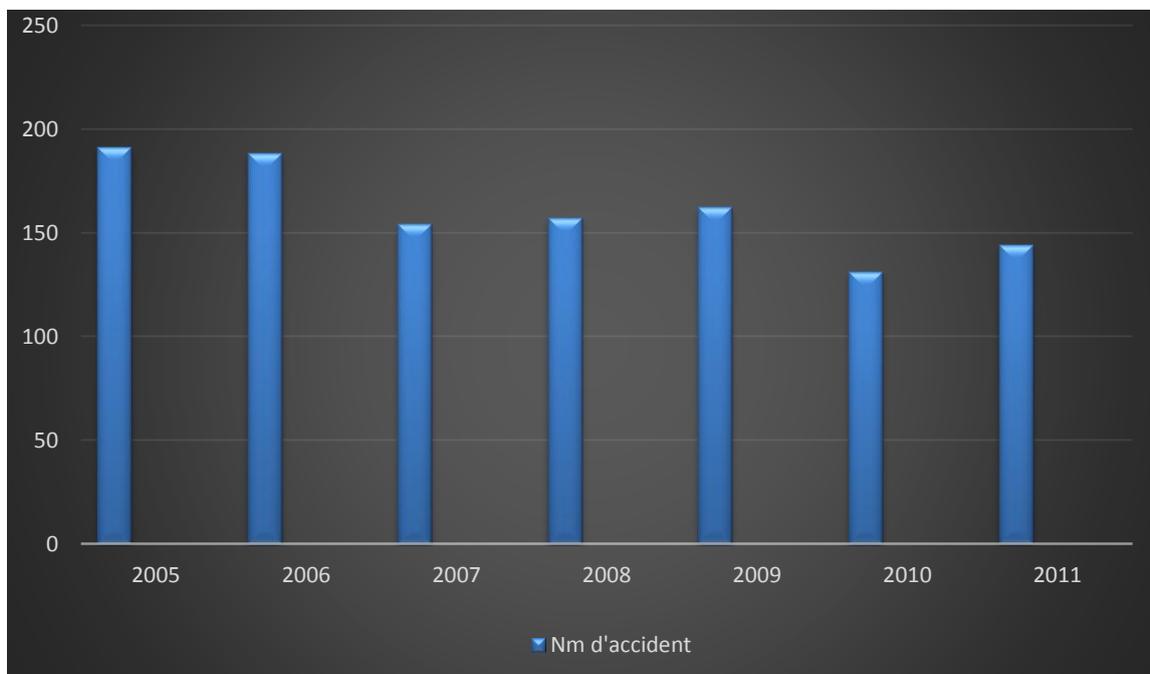
2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
191	188	154	157	162	131	144

- Les chiffres clés 2011

TYPE D'AFFECTIONS RECONNUES	NOMBRE DE CAS
Multi syndrome	4
Arthrose du coude	41
Ostéonécrose du semi-lunaire	54
Ostéonécrose du scaphoïde carpien	9
Troubles angioneurotiques de la main	16
Atteinte vasculaire cubito-palmaire	20
Total	144
PRINCIPAUX MÉTIERS CONCERNÉS	NOMBRE DE CAS
Maçons, ouvriers du bâtiment (gros œuvre)	46
Mécaniciens, ajusteurs	14

TYPE RECONNUES	D'AFFECTIONS	NOMBRE DE CAS
Charpentiers, zingueurs	couvreurs,	12
Electriciens, tuyauteurs	plombiers,	11
Tôliers chaudronniers		8
Autres		53
Total		144

Tableau III.2 : Travailleurs exposés aux accidents



Graphe III.1 : Le nombre de cas infectés entre 2005/2011

Après nous être rendus à la caisse de sécurité sociale située dans la région de Gambetta et avoir eu un dialogue avec le directeur de l'agence, il nous a dit ce qui suit :

Au cours des quatre dernières années, l'agence a enregistré 4 cas de maladies professionnelles causées par les vibrations mécaniques et le bruit, dont 3 cas maladie de perte auditive

Et 1 cas de hernie discale

3 cas de déficience auditive causée par des bruits forts de machines mécaniques dans les usines suivantes.

- l'usine de verre (zone industriel Es-senia) 2 cas
- Usine sidérurgique 1 cas

Une blessure de hernie discale et plusieurs blessures au niveau osseux ont été causées par les vibrations mécaniques des machines.

Usine TUBEX pour la fabrication de tubes



Figure III.3 : Usine Tubex

I. 3.Procédures de l'agence

Selon le directeur de l'agence

1. Après la déclaration de la maladie professionnelle, le patient est orienté vers une observation médicale
2. Le dossier est ensuite transmis au Service Prévention de l'Agence
3. Une enquête est ouverte sur le fait de la maladie (l'enquête a lieu dans l'usine) afin de contrôler si l'usine respecte les lois sur la prévention des maladies professionnelles et des risques professionnels

4. Il nous a également assuré que ces cas peuvent être évités grâce à l'utilisation de moyens de prévention et de surveillance permanente des travailleurs dans les usines, en particulier celles qui disposent de machines mécaniques de grande taille et de transformation.

Conclusion:

Concernant notre problématique sur : « les conditions de Travail physiques, ergonomiques, telles que le bruit (« nuisance sonore », l'éclairage et l'ambiance thermique (humidité), répondent aux normes nationales et internationales avec l'utilisation des appareils de mesure dans l'entreprise ORSIM ; cette dernière est non validée à travers la vérification de nos hypothèses.

De ce fait, l'amélioration des conditions de travail doit être conçue comme une stratégie sociale progressive pour réduire les nuisances dans l'environnement de travail, et de garantir la santé qui se résume par un état de bien-être physique, mental et sociale des salariés.

Cependant, les conditions de travail physiques ont un impact direct sur les salariés d'une manière positive, quand ces derniers répondent aux normes nationales et internationales AFNOR et ISO. Par contre, s'ils ne répondent pas aux normes, elles deviennent une source de nuisance indésirable à travers l'émergence des risques professionnels « accidents de travail et maladies professionnelles ». C'est dans ce sens-là, que Les entreprises nationales s'est investie dans le contexte des conditions de travail physiques dans le but de les améliorer, en achetant des appareils de mesure tels que: "sonomètre", "vibromètre" et "thermomètre", ainsi que la mise en place d'une équipe de travail qualifiée, pour sensibiliser et former les employés.

Le constat est amener, malgré tous les efforts consentis, mais, ils restent insuffisants, et les salariés subissent les effets négatifs de leurs conditions de travail, qui ne répondent pas aux normes, c'est-à-dire ne favorisent pas le bien-être et le confort. L'entreprise a acquis des appareils de mesures, et d'énormes moyens de protection, malheureusement ils ne sont pas exploités ni mis en service.

Bibliographie

Caisse national des assurances sociales gère l'assurance maladie et accident de travail (CNAS)

ORSIM : société des industries mécaniques et accessoires

Conclusion Générale

Dans ce travail, nous avons présenté une étude sur les vibrations mécaniques et leur effet sur les travailleurs et l'environnement de travail à travers une explication détaillée des types de vibrations et des maladies qui en découlent.

Nous avons commencé par donner un aperçu des risques industriels auxquels l'homme est confronté dans sa vie professionnelle, en particulier dans les usines, et des maladies qui en résultent, et comment le travail peut être organisé pour éviter les accidents.

Puis nous sommes passés à l'étude de la dangerosité des vibrations mécaniques et du bruit en donnant une perception générale et les risques qui en découlent pour la santé du travailleur et comment réduire leurs dangers, selon le système international et Algérien.

De plus, nous avons présenté des études de terrain afin d'apporter des preuves convaincantes pour imiter ce que nous avons trouvé précédemment, en menant des études sur les vibrations mécaniques et le bruit à l'ORSIM de l'Industrie Mécanique Nationale et à l'Organisation Nationale de la Sécurité Sociale. Pour trouver des solutions à ce problème.

Enfin, ce modeste travail nous a permis d'approfondir nos connaissances sur les vibrations mécaniques et leurs dangers et d'avoir l'expérience de faire une étude afin de réduire les dangers du travail.