

الجمهورية الجزائرية الشعبية وزارة التعليم العالي  
و البحث العلمي.

UNIVERSITE BADJI MOKHTAR - ANNABA  
BADJI MOKHTAR – ANNABA UNIVERSITY



جامعة بابي مختار – عنابة

**Faculté : Sciences de L'Ingéniorat**  
**Département : Électromécanique**  
**Domaine : Sciences et Technologie**  
**Filière : Hygiène et Sécurité Industrielle**  
**Spécialité : Hygiène et Sécurité Industrielle**

## Mémoire

**Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master**  
**Thème:**

**Sécurisation et maitrise des sources d'énergie  
dangereuses pour une économie en industrie**

**Présenté par :**

BOUNAB Mohamed Amin  
BERROGTANE Hafid

**Encadrant :** LAKHEAL Ali

MAA

UNIVERSITE BADJI MOKHTAR - ANNABA

### Jury de Soutenance :

|                       |            |                                      |           |
|-----------------------|------------|--------------------------------------|-----------|
| HADJADJ Aoul<br>Elyes | Professeur | Université Badji<br>Mokhtar - Annaba | Président |
| LAKHEAL Ali           | MAA        | Université Badji<br>Mokhtar - Annaba | Encadrant |
| ABDEREZZAK Hocine     | MCA        | Université Badji<br>Mokhtar - Annaba | Examineur |

**Année Universitaire : 2019/2020**

# REMERCIEMENTS

Nous remercions 'ALLAH' qui nous a donné le courage pour achever ce modeste travail, ainsi que nos parents et toutes nos familles qui nous ont apporté le soutien nécessaire et leurs réconforts durant toute la période de nos études.

Nous tenons tout d'abord à remercier notre encadreur LAKHEAL Ali, pour son aide et ses précieux conseils au cours de réalisation de ce présent travail. Pour sa sympathie, sa disponibilité, ses idées et conseils, ainsi son aide précieuse durant tous les jours de réalisation de cette thèse.

On remercie tous le personnel du groupement SIDAR AL HADJAR rencontrés lors des recherches effectuées et qui ont accepté de répondre à nos questions avec une grande compréhension et générosité.

Enfin, nos remerciements les plus sincères à toutes les personnes qui auront contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire ainsi qu'à la réussite de cette formidable année universitaire.



Merci

## Liste des tableaux

| <b>n/</b> | <b>Titre</b>   | <b>page</b> |
|-----------|--|-------------|
| <b>1</b>  | La réglementation stipule des valeurs maximales de WBGT en fonction de la charge du travail  | 13          |
| <b>2</b>  | Article R4212-6  | 15          |
| <b>3</b>  | Article R4222-6  | 16          |
| <b>4</b>  | Processus itératif de réduction du risque  | 27/28       |
| <b>5</b>  | Exemples illustrant différents risques d'origine   | 29          |
| <b>6</b>  | Les différents moyens de protections détaillés   | 33/34       |
| <b>7</b>  | Valeurs de vitesse réduite de la littérature, classées par ordre croissant, avec indication des références   | 45          |
| <b>8</b>  | Valeurs de force/effort de la littérature avec indication des références.  | 46/47       |
| <b>9</b>  | Valeurs d'énergie cinétique de la littérature avec indication des références.  | 47          |
| <b>10</b> | Valeurs de pression de la littérature avec indication des références   | 48          |
| <b>11</b> | correspondance des unités principales de mesure de l'énergie   | 53          |
| <b>12</b> | les principales utilisations finales de l'énergie dans l'industrie   | 55          |
| <b>13</b> | LES CHANGEMENTS LES PLUS IMPORTANTS DANS L'EDITION 2018 DE LA NORME EN COMPARAISON AVEC ISO 50001:2011 :<br>Planning ; Mise en place ; suivi et vérification | 63/64/65/66 |

## Liste des figures

|             |  |         |
|-------------|--|---------|
| Figure [1]  | d'estimation du risque   | Page 32 |
| Figure [2]  | Représentation schématique de la stratégie pour le choix des mesures de prévention intégrée                      | Page 32 |
| Figure [3]  | Protection par éloignement (zone dangereuse)   | Page 34 |
| Figure [4]  | Distances de sécurité à appliquer aux ouvertures régulières pour les membres supérieurs                          | Page 35 |
| Figure [5]  | protection par limitation des efforts  | Page 36 |
| Figure [6]  | Architecture des phases de vie d'un équipement de travail.   | Page 37 |
| Figure [7]  | Répartition des accidents hors production par facteurs des risques   | Page 39 |
| Figure [8]  | Répartition des accidents hors production par type des facteurs de risque  | Page 39 |
| Figure [9]  | Répartition des accidents hors production par phase  | Page 40 |
| Figure [10] | Répartition des accidents hors production par type de phases   | Page 40 |
| Figure[11]  | Mise en sécurité de l'observation d'un processus par activation de protections de zones                          | Page 43 |
| Figure [12] | ARRÊT D'URGENCE « MOBILE » ET DISPOSITIF DE VALIDATION   | Page 44 |
| Figure [13] | Secteurs industriels/types de machine répartis en fonction du nombre de valeurs /références au mode V/E réduits. | Page 46 |
| Figure [14] | Extraite de la norme iso 13732-1 les valeurs seuil de température pouvant cause des brulures                     | Page 49 |
| Figure [15] | Proportion des déverse sources d'énergies dans l'approvisionnement mondial total en énergie primaire en 2008     | Page 53 |
| Figure [16] | Répartition de la consommation d'énergie finale par secteur d'activité en 2012                                   | Page 53 |
| Figure [17] | La consommation d'énergie finale secteur d'activité entre 1973 et 2012 en France                                 | Page 54 |
| Figure [18] | Consommation d'énergie totale selon l'activité industriel en 2010  | Page 54 |
| Figure[19]  | Consommation mondiale d'énergie primaire d'ici 2035  | Page 56 |
| Figure[20]  | présentation de cycle de iso 50001   | Page 60 |
| Figure[21]  | Cycle « Planifier-Réaliser Vérifier-Agir »   | Page 61 |

## Liste des abréviations

**IGCE** : Grandes Consommatrices d'Energie

**ISO** : l'Organisation internationale de normalisation

**ANSI** : (USA) American National Standards Institute

**ABNT (Brésil)** : Associação Brasileira de Normas Técnicas - ISO

**SMÉ** : Système de management de l'énergie

**PDCA**: (Plan-Do-Check-Act)

**IPÉ** : indicateurs de performance énergétique

**UES** : usages énergétiques significatifs

**SER** : les situations énergétiques de référence

**PNME** : programme national de maîtrise de l'énergie

**COP21**: stands for Conference of Parties

**PV** : Photovoltaïque

**IANOR** : L'organisme national de la normalisation

**APRUE** : l'agence de promotion et de rationalisation sur l'utilisation de l'énergie

**PPA** : fonctionnement avec les Protections Production Actives. Il correspond aux fonctionnements « classiques » de production en mode automatique, mode manuel et leurs dérivés avec les protections associées actives

**PPN** : fonctionnement avec les Protections Production Neutralisées. Dans ce cas, les protections actives en mode production sont partiellement ou totalement neutralisées (c'est-à-dire que leur effet est annulé), soit par démontage des protecteurs, soit en rendant inactifs des dispositifs de protection. Le fonctionnement PPN est lié à la mise en place d'un mode spécifique tel que le mode « observation », ce dernier a pour objectif de protéger les opérateurs situés en zone d'observation

**l'INRS** : Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des maladies et risques professionnels

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| 0. Introduction générale..... | 1 |
|-------------------------------|---|

## **Chapitre 1: Sécurité industrielle**

|   |    |
|---|----|
| 1. Introduction .....   | 2  |
| 2. Définitions.....   | 3  |
| 2.1. Sécurité industrielle .....  | 3  |
| 2.2. Hygiène.....   | 4  |
| 2.3. Santé.....   | 4  |
| 2.4. La sécurité .....  | 4  |
| 2.5. Plaintes .....   | 5  |
| 2.6. Maladie professionnelle .....  | 5  |
| 2.7. Danger .....   | 5  |
| 2.8. Dommage.....   | 6  |
| 2.9. Risque .....   | 6  |
| 2.10. Situation dangereuse .....  | 6  |
| 2.11. Presque accident ou quasi accident.....   | 6  |
| 2.12. Un accident .....   | 7  |
| 2.13. Les unités de travail.....  | 7  |
| 2.14. Risque professionnelle .....  | 7  |
| 3. Quelques chiffres .....  | 8  |
| 4. Les employeurs et la prévention des risques professionnels .....                   | 9  |
| 4.1. Les employeurs concernés par la prévention .....                                 | 9  |
| 4.2. La prévention des risques professionnels .....                                   | 10 |
| 4.3. Les systèmes anti-effractions et prévention des intrusions.....                  | 10 |
| 4.4. L'évaluation risque avec le DUERP .....  | 11 |
| 5. La sécurité sur les lieux de travail .....   | 11 |
| 6. L'employeur est dans l'obligation de respecter des normes qui concernent .....     | 11 |
| 6.1. L'éclairage .....  | 11 |
| 6.1.1. Les mesures d'éclairement .....  | 12 |
| 6.1.2. Valeurs minimales d'éclairement .....  | 12 |
| 6.2. Le chauffage .....   | 12 |
| 6.3. L'assainissement des locaux et leur aération .....                               | 14 |
| 6.3.1. La pollution des locaux .....  | 15 |
| 6.3.2. Valeurs maximales d'exposition.....  | 15 |
| 7. La signalisation des zones de travail par la mise en place de panneaux.....        | 17 |
| 7.1. Prescriptions minimales générales concernant les panneaux de signalisation ..... | 17 |
| 7.2. Panneaux d'interdiction .....  | 17 |
| 7.3. Panneaux d'avertissement et signalisation de risque ou de danger .....           | 18 |
| 7.4. Panneaux d'obligation .....  | 18 |

|   |    |
|---|----|
| 7.5. Panneaux de sauvetage et de secours .....  | 19 |
| 7.6. Panneaux concernant le matériel ou l'équipement de lutte contre l'incendie ..... | 19 |
| 8. Les sanctions pour non-respect de la sécurité .....                                | 20 |
| 9. La responsabilité de l'employeur .....   | 20 |
| 10. Conclusion .....  | 20 |

## **Chapitre 2** Maitrise des sources d'énergies dangereuses : sécurité de machine

|   |    |
|---|----|
| I. Introduction .....   | 22 |
| 1. Définition d'énergie dangereuse.....   | 22 |
| 2. Les types d'énergies .....   | 22 |
| 3. Le cadenassage et la maîtrise des sources d'énergie dangereuses .....  | 24 |
| 4. L'objet d'un programme de maîtrise des sources d'énergie dangereuses.....  | 24 |
| 5. Les méthodes de maîtriser des sources d'énergie dangereuses .....  | 24 |
| 6. Les étapes à suivre pour élaborer un programme de maîtrise des sources d'énergie dangereuses .....   | 25 |
| 6.1. Collecte d'information .....   | 25 |
| 6.2. Analyse des tâches .....   | 25 |
| 6.3. Analyse des dangers et des risques.....  | 26 |
| 6.4. Mise en œuvre de mesures de maîtrise .....   | 26 |
| 6.5. Communication .....  | 26 |
| II. Sécurité des machines .....   | 27 |
| 1. Définition de machine .....  | 27 |
| 2. Processus itératif de réduction du risque.....   | 27 |
| 3. Identification des phénomènes dangereux d'origine mécanique .....  | 28 |
| 3.1. Les principaux facteurs à prendre en compte concernant les éléments de machines, outils, pièces pouvant être à l'origine de risques mécaniques sont..... | 28 |
| 3.2. Les autres risques, non traités dans ce recueil, que peuvent engendrer les machines sont les suivants.....   | 29 |
| 4. Exemples illustrant différents risques d'origine mécanique .....   | 29 |
| 5. Description et estimation du risque.....   | 29 |
| 5.1. La gravité du dommage possible .....   | 30 |
| 5.2. La probabilité d'occurrence de ce dommage .....  | 30 |
| 6. Exemple d'estimation du risque .....   | 31 |
| 7. Choix des moyens de protection .....   | 31 |
| 8. Exemple de grille de détermination d'un indice de risque.....  | 32 |
| 9. Les différents moyens de protections détaillés dans ce recueil .....   | 33 |
| 10. Distances de sécurité, limitation d'efforts et d'énergie.....   | 34 |
| 10.1. Protection par éloignement.....   | 34 |
| 10.1.1. Distances de sécurité à appliquer aux ouvertures régulières pour les membres  |    |

|   |    |
|---|----|
| supérieurs .....  | 35 |
| 10.2. Protection par limitation des efforts et de l'énergie                 | 35 |
| 10.2.1. Facteurs à prendre en compte .....                                  | 35 |
| 11. Intervention sûre les machine .....                                     | 37 |
| 11.1. Identification des interventions sur une machine .....                | 37 |
| 12. Quelques chiffres sur les accidents .....                               | 39 |
| 13. Les conditions d'intervention en fonctionnement PPN .....               | 40 |
| 14. Les mesures de prévention .....   | 41 |
| 14.1. En fonctionnement PPA.....  | 42 |
| 14.2. En fonctionnement PPN .....   | 42 |
| 15. PROTECTION PAR ZONES .....  | 42 |
| 15.1. Principes de sécurisation .....                                       | 42 |
| 16. ARRÊT D'URGENCE « MOBILE » ET DISPOSITIF DE VALIDATION .....            | 44 |
| 16.1. Principes de sécurisation .....                                       | 44 |
| 17. Protection par réduite .....  | 45 |
| 17.1. Vitesse réduite .....   | 45 |
| 17.2. Effort réduit .....   | 46 |
| 17.3. Énergie cinétique réduite .....                                       | 47 |
| 17.4. Pression réduite .....  | 47 |
| 17.5. Énergie thermique réduite .....                                       | 49 |
| 18. Études spécifiques pour déterminer les valeurs d'énergie réduite .....  | 49 |
| 18.1. Détermination d'une vitesse réduite sécuritaire pour les robots ..... | 49 |
| 19. Conclusion .....  | 50 |

### **Chapitre 3 : Management des énergies**

|  |    |
|--|----|
| I) Introduction.....   | 51 |
| II) LA NECESSITE DE GERER DURABLEMENT L'ENERGIE INDUSTRIELLE .....           | 52 |
| 1 L'utilisation de l'énergie dans l'industrie.....                           | 52 |
| 1.1 L'énergie au quotidien.....  | 52 |
| 1.2 Les unités de mesure de l'énergie.....                                   | 52 |
| 1.3 Les sources d'énergie .....  | 53 |
| 1.4 La consommation d'énergie : évolutions et activités consommatrices ..... | 53 |
| 1.5 Les utilisations finales de l'énergie dans l'industrie .....             | 54 |
| 1.6 Une augmentation constante de la demande d'énergie.....                  | 55 |
| 1.7 Un état critique des réserves en ressources énergétiques .....           | 56 |
| III) Normalisation de management d'énergie .....                             | 56 |
| 1 Définition .....   | 56 |
| 2 Définition de norme iso 50001 .....  | 57 |
| 3 Système de management de l'énergie<SMÉ> .....                              | 58 |



|      |   |    |
|------|---|----|
| 4    | Système de management .....   | 58 |
| 5    | Politique énergétique .....   | 58 |
| 6    | Équipe de management de l'énergie .....   | 58 |
| 7    | Les objectifs de la norme ISO 50001 .....   | 58 |
| 8    | La méthodologie d'application de iso 50001 .....  | 59 |
| 9    | Les avantages ISO 50001 .....   | 61 |
| 10   | La certification.....   | 61 |
| 11   | La révisé de iso 50001.....   | 61 |
| 12   | La famille ISO 50001 .....  | 62 |
| 13   | Domaine d'application.....  | 62 |
| 14   | LES CHANGEMENTS LES PLUS IMPORTANTS DANS L'EDITION 2018 DE LA NORME EN<br>COMPARAISON AVEC ISO 50001:2011 ..... | 63 |
| 15   | Les pratiques de management de l'énergie d'organismes certifiant iso 50001.....                                 | 66 |
| 16   | ISO-50001 : une norme méconnue en Algérie.....  | 68 |
| 17   | Quelques chiffres .....   | 68 |
| 18   | COP 21 et les engagements de l'Algérie .....  | 69 |
| 18.1 | Les enjeux réglementaires en Algérie .....  | 69 |
| 19   | Potentialités et perspectives énergétiques en Algérie.....  | 70 |
| 20   | Conclusion.....   | 70 |
| 21   | Conclusion générale .....   | 71 |
| 22   | Bibliographie .....   | 73 |

## 0. Introduction

La consommation énergétique mondiale augmente encore d'environ 2% par an. Et Selon les statistiques mondiales, l'industrie enregistre une perte de 30% de l'énergie dans l'éclairage inapproprié et les régimes de machines Irréguliers et Secondaires ; d'où notre intérêt en sécurité industrielle est le traitement d'un thème en sécurité des machines.

### 0.1. Problématique

Comment gère les énergies dans l'industrie? Pour assurer une sécurité générale des machines, des personnels et sécurité industrielle !. Pour but d'une économie d'énergie qui aide et contribue au développement de l'Entreprise à travers deux objectifs. A Savoir la gestion pertinente d'énergie et une sécurité machine d'actualité et performante.

### 0.2. Généralité :

L'objet du présent document est la sécurité industrielle et la sécurité des machines ainsi que la gestion des énergies industrielles pour se conformer à l'application de à la norme iso 50001. Pour une économie des énergies et une sécurité industrielle

# Chapitre 1

## Sécurité industrielle

*Nous ne pouvons pas résoudre un problème en utilisant le même état d'esprit que celui que j'ai créé. Albert Einstein (physicien)*



## 1. Introduction :

Quand la chaire de sécurité industrielle a commencé son travail en 2006, sa motivation initiale était de mener des recherches qui unifieraient les sciences de l'ingénieur et les sciences sociales. Cette motivation est en soi une prise de conscience que les challenges de la sécurité industrielle ne peuvent plus être résolus par les seules sciences de l'ingénieur. La sécurité ne se limite plus à garantir que les composants techniques opèrent sans dysfonctionnements, pannes ou défaillances. En effet, l'enjeu est aujourd'hui de s'assurer que le fonctionnement des systèmes sociotechniques est sûr et fiable.

L'histoire de la sécurité industrielle est marquée par plusieurs « âges » distincts : l'âge de la technologie, l'âge des facteurs humains, puis l'âge du management de la sécurité. Cette terminologie indique combien les centres d'intérêt ont fluctué en matière de sécurité. Depuis le début (vers le commencement de la Révolution industrielle dans les années 1760), l'objectif était tout naturellement de s'assurer que la technologie était sûre et fiable. Après des débuts assez lents, la technologie s'est considérablement développée au cours des deux siècles suivants, en particulier lorsque les technologies de l'information se sont répandues à partir des années 1960. Une manière de caractériser ces développements consiste à noter que pendant que les composants devenaient de plus en plus petits et polyvalents, les systèmes grandissaient à la fois de façon disproportionnée et complexe. Vers les années 1960, l'ingénierie de la sécurité et de la fiabilité étaient des champs établis, dont l'évaluation probabiliste du risque constituait le point culminant. Cependant, la confiance accordée à l'ingénierie de la fiabilité fut sévèrement entamée avec la fonte partielle du réacteur de la centrale nucléaire de Three Mile Island en 1979.

Cet accident montrait clairement que des efforts technologiques sont nécessaires mais pas suffisants : le facteur humain devait lui aussi être pris en compte. Cela dit, en l'espace d'une à deux décennies, il est devenu évident que même cette combinaison de facteurs techniques et humains était insuffisante. Un nombre croissant d'événements montrait que l'impact du facteur humain sur la sécurité imposait que soient prises en compte les conditions organisationnelles du travail.

Cette évolution a préparé le terrain à l'avènement de l'âge du management de la sécurité et à l'attention croissante portée aux accidents organisationnels.

La deuxième partie du xx<sup>e</sup> siècle a été marquée par une série d'accidents industriels majeurs (Tenerife, Bhopal, Tchernobyl, Challenger, Herald of Free Enterprise, etc.). Ces accidents, combinés à de nombreux autres événements de moindre amplitude, ont fait prendre conscience que pour assurer une sécurité industrielle, il était nécessaire de considérer les humains et la technologie comme un tout. Il devint également de plus en plus accepté que les problèmes de sécurité industrielle ne pouvaient pas être résolus par une combinaison de



diverses perspectives (par exemple, technologique + humaine + organisationnelle) mais par une intégration de ces dimensions en une perspective systémique unique.

Le début de la chaire a coïncidé avec l'introduction du concept d'ingénierie de la résilience, une nouvelle approche visant à traiter les enjeux de sécurité industrielle mentionnés plus haut. La recherche en ingénierie de la résilience et son élévation au rang de discipline part entière sont rapidement devenues une des pierres angulaires des activités de la chaire.

Cela s'est traduit par l'organisation de deux symposiums internationaux ainsi que plusieurs cours de formation pour l'industrie. Concrètement, les efforts de recherche en ingénierie de la résilience ont produit des outils tels la méthode d'analyse de la résonance fonctionnelle (FRAM), la grille d'analyse de la résilience (RAG), ainsi que d'autres développements méthodologiques et théoriques publiés dans plusieurs ouvrages, articles et actes de conférences. Renforçant encore la légitimité de la chaire, plusieurs événements dramatiques survenus ces dernières années ont renforcé la motivation initiale. Ces événements ont également démontré que la sécurité des systèmes sociotechniques requiert une perspective qui transcende les frontières traditionnelles. Dans certains accidents, il a été difficile de déterminer les causes précises. Ce fut le cas de l'incendie du terminal pétrolier du Hertfordshire (2005) et de la perte du vol AF 447 entre le Brésil et la France (2009). Cependant, dans d'autres accidents, des dimensions non techniques telles que l'économie ou la culture de sécurité ont clairement joué un rôle. Ce fut le cas de la collision aérienne d'Uberlingen (2002), de l'accident de la navette Columbia (2003), de l'explosion de la raffinerie de Texas City (2005) et du déraillement d'un train à Viareggio (2009). La démonstration la plus spectaculaire a sans aucun doute été l'écroulement du système financier. Celui-ci avait grandi en dehors de tout contrôle et n'obéissait plus à la notion élémentaire de marché rationnel. Aujourd'hui et dans un futur proche, les challenges majeurs en matière de sécurité industrielle ne viendront pas de menaces connues ou de probabilités de défaillance. Ils viendront de conditions qui se mettent en place de façon imprévue, c'est-à-dire d'accidents sans défaillances. Ces conditions ne sont pas captées par les méthodes traditionnelles d'analyse de la sécurité. Les indicateurs de sécurité classiques ne fournissent pas non plus d'avertissements. Il faut donc de nouvelles façons de penser et des approches innovantes. La chaire se situe parmi les leaders internationaux capables de relever ces défis, et l'a d'ailleurs fait avec succès pendant les cinq premières années de son existence. La confiance bâtie sur l'obtention de ces résultats fournit la meilleure base possible pour la tâche qui lui reste à accomplir. [4]

## 2. Définitions:

### 2.1. Sécurité industrielle :

Dans la gestion des entreprises, la sécurité industrielle, au sens large, consiste de façon générale à garantir la sécurité des biens, des personnes et également la pérennité de l'entreprise. Il s'agit alors de concilier les exigences de rentabilité à court terme, avec les exigences de sécurité des biens et des personnes visant à réduire les risques, sur le plan environnemental, social, économique, générés par l'activité de l'entreprise sur un plus long terme, pouvant affecter ses parties prenantes .



Dans les entreprises industrielles, dont les activités présentent des dangers et donc des risques technologiques avérés ou plausibles, la sécurité industrielle se focalise alors sur l'analyse de ces risques et sur leur maîtrise.

## 2.2. Hygiène :

**Définition 1** : l'hygiène, c'est l'ensemble des moyens collectifs ou individuels, les principes et les pratiques visant à préserver ou à favoriser la santé.

## 2.3. Santé :

La santé est une notion de nature polysémique et évolutive, c'est à la fois :

- L'absence de maladie
- Un état biologique souhaitable
- Un état complet de bien-être physique, mental et social (définition de l'OMS – 1946),
- La capacité d'une personne à gérer sa vie et son environnement, c'est-à-dire à mobiliser les ressources personnelles (physiques et mentales) et sociales en vue de répondre aux nécessités de la vie. La santé au travail est le résultat de l'influence de l'environnement professionnel sur un individu.

## 2.4. La sécurité :

**Définition 1** : C'est la situation dans laquelle quelqu'un ou quelque chose n'est exposé :

- À aucun danger,
- À aucun risque d'agression physique, d'accident, de vol ou de détérioration.

**Définition 2** : C'est l'ensemble des mesures législatives et administratives qui ont pour objet de garantir les individus et les familles, contre certains risques appelés risques sociaux. Sécurité Industrielle [5]

**Définition 3** : La sécurité fait souvent référence à des notions telles que le risque, le danger, la prévention, la protection mais aussi la responsabilité et l'assurance. La sécurité au travail est de l'ordre de la protection et la prévention des accidents et des maladies dans le monde professionnel. Santé et sécurité sont indissociables et font l'objet d'une même politique. La préservation de la santé et de la sécurité au travail est un enjeu majeur de santé publique mais également un enjeu économique décisif en raison du nombre de jours de travail perdus du fait des accidents du travail.



## 2.5. Plaintes :

On se plaint quand on ne se sent pas bien. Ces plaintes peuvent avoir diverses causes : travail de routine, mauvaises conditions de travail, fatigue, mauvaise position, contrainte de travail trop élevée, odeur désagréable, problèmes familiaux, harcèlement, être surestimé ou sous-estimé, température, ... Les plaintes sont des signaux essentiels de mal-être des travailleurs et elles doivent dès lors être prises sérieusement en considération. Exemple : un ouvrier se plaint de maux de dos, bien qu'il ne doive rien porter durant son travail. Suite à une analyse, il apparaît que sa table de travail est 10 cm trop basse. Après une adaptation, tout revient dans l'ordre.

## 2.6. Maladie professionnelle :

Parfois, un travailleur peut être malade à cause du travail qu'il fait ou des produits auxquels il est exposé. Il se peut que la maladie ne se manifeste qu'après une plus longue période, parfois, même alors que le travailleur n'est plus exposé au produit ou qu'il n'effectue plus ce travail. Exemple : une personne travaille ou travaillait dans un environnement bruyant et a une perte de l'audition. Une maladie est une maladie professionnelle quand on trouve sa cause dans le travail que la personne concernée effectue. Chaque métier connaît ses maladies professionnelles. Burnout chez les enseignants et les représentants, infection du travailleur dans les égouts, maladie de Lyme chez les travailleurs forestiers, syndrome psycho organique chez les peintres, hernies chez les paveurs, eczéma chez les maçons, cancers dans l'industrie d'amiante, surdité dans l'industrie chez les travailleurs sur machine, etc. [5]

## 2.7. Danger :

**Définition 1 :** Un danger est une propriété intrinsèque ou le pouvoir d'un objet, d'un procédé, d'une situation, d'une méthode de travail, d'une personne, d'une habitude... qui peut mener à des conséquences néfastes. Cette propriété en elle-même n'entraîne pas de dommage pour la santé. 'Par exemple la toxicité d'un produit toxique'.

**Définition 2 :** Le « danger » est une situation, une condition ou une pratique qui comporte en elle-même un potentiel à causer des dommages aux personnes, aux biens ou à l'environnement.

**Définition 3 :** Danger (ou phénomène dangereux) : Cause ou source ayant le potentiel de provoquer des préjudices ou des dommages : des blessures humaines, un mauvais état de santé, des dégâts matériels, des dommages à l'environnement ou plusieurs de ces causes.

Les dangers peuvent se matérialisés par des :



- Produits dangereux : inflammables, toxiques, explosifs...
- Réactions chimiques dangereuses : incompatibilité, corrosion, dégagement de produits toxiques.
- Conditions opératoires extrêmes : pression, températures, rayonnement, électricité...
- Erreurs de conception non détectées
- Énergie potentielle : la hauteur
- Énergie électrique : conducteur nu sous tension
- Énergie pneumatique : gaz sous pression
- Énergie mécanique : organe mobile

### **2.8. Dommage:**

Le dommage est lésion physique ou atteinte à la santé, aux biens ou à l'environnement

- Fractures
- Allergie
- Intoxication
- La mort [5]

### **2.9. Risque :**

Le « risque » est la possibilité de survenance d'un dommage résultant d'une exposition à un danger. Le risque est la composante de deux paramètres : la « gravité » et la « probabilité ». Plus la gravité et la probabilité d'un événement sont élevées, plus le risque est élevé.

### **2.10. Situation dangereuse :**

Une situation dangereuse immédiate sur le lieu de travail qui, si l'on n'y fait rien, peut avoir un accident comme conséquence. Par exemple : un couvercle de puits non placé, un trou dans le sol qui n'est pas protégé, un échafaudage sans balustrade, etc.

### **2.11. Presque accident ou quasi accident :**

Un événement non voulu, qui n'a pas eu de lésion ni de dégât comme conséquence mais qui aurait pu, dans des circonstances moins favorables, mener à un accident. Par exemple : sur un chantier, un marteau tombe de l'échafaudage et manque d'un cheveu un travailleur occupé à travailler en dessous de l'échafaudage. Il n'y a pas de dégât ou de lésion mais cela aurait été le cas dans des circonstances moins favorables.





### 2.12. Un accident :

Un événement non voulu qui a mené à une lésion (chez les hommes) ou à des dégâts (pour le matériel), on comprend ici les pertes de production et les arrêts de travail. Par exemple : dans l'exemple ci-dessus, si le marteau n'est pas tombé sur le sol mais sur la personne ou sur une voiture qui était parkée là. Dans le premier cas, on parle de lésion et dans le second, de dégât.

### 2.13. Les unités de travail :

L'unité de travail, ce n'est pas nécessairement un poste de travail, une fonction, une activité, un processus mais bien une situation de travail dans laquelle un ou des salariés, avec une ou des fonctions différentes et en charge d'activités différentes, est (sont) exposé(s) à un même danger. La notion d'Unité de Travail (UT) ne doit pas conduire à développer une approche purement analytique (type « poste de travail »), fastidieuse, coûteuse et peu exploitable en termes de décisions car non globale.

En revanche, cette notion trouve un intérêt si elle décrit des ensembles homogènes de situations d'expositions à des dangers. Sur la base d'une cartographie des conditions similaires d'exposition, les unités de travail peuvent être ainsi définies et structurées. Elles constituent le cadre de l'analyse des risques.

A titre d'exemple, certains dangers ou nuisances (bruit, vapeurs,) dépassent le périmètre du « poste de travail » et peuvent concerner d'autres salariés proches de celui-ci. Dans ce cas, l'unité de travail pourrait être la totalité de l'atelier de production considéré. [6]

### 2.14. Risque professionnelle :

Un ouvrier qui se blesse sur un chantier, une employée de caisse qui souffre de douleurs au poignet et au coude, un technicien de laboratoire qui inhale des substances toxiques... Dans le cadre de leur activité professionnelle, les salariés encourent certains risques pour leur santé, leur bien-être ou leur intégrité physique : ce sont les risques professionnels.

Les risques professionnels sont donc de natures extrêmement différentes, en fonction bien sûr de l'activité de l'entreprise et du poste occupé. Mais les fameux troubles musculo-squelettiques, ou TMS, représentent plus de 87 % des maladies professionnelles reconnues ! Ces troubles sont généralement provoqués par des mouvements normaux du bras et de la main, comme la flexion, l'extension, la préhension, la torsion, le fait de tenir ou de serrer un objet ou d'allonger le bras. Anodins dans la vie quotidienne, ces gestes, lorsqu'ils sont répétés de manière continue et intensive, peuvent aboutir à des douleurs ou des lésions.



♣ Outre ces TMS, les risques encourus dans une situation de travail sont :

- Les risques mécaniques : liés à l'usage des machines ou des outils de travail, projections de matériaux solides (bois, métal, roches) ou incandescents, etc.
- Les risques physiques : liés à la température du lieu de travail, aux intempéries pour les personnes travaillant en extérieur, à la qualité de l'air respiré, au niveau sonore, etc.
- Les risques chimiques : liés à l'exposition à des substances toxiques, par inhalation ou contact cutané.
- Les risques biologiques : liés à l'exposition à des agents infectieux (bactéries, virus, champignons...) ou à des piqûres, morsures, etc.
- Les risques radiologiques : liés à l'exposition aux radiations ionisantes, rayonnements laser, radiations, etc.
- Les risques psychologiques : liés aux agressions physiques ou verbales, aux différentes formes de harcèlement (moral, sexuel...), au stress, à la charge de travail...

♣ Un risque professionnel peut se manifester de manière immédiate et visible la manifestation la plus visible étant l'accident du travail, mais aussi de manière retardée dans la vie du collaborateur : déclenchement de certaines maladies respiratoires chroniques, de cancers professionnels liés aux matières toxiques, de troubles musculo-squelettiques sur le long terme. , dont on parle beaucoup ce risque psychologique dernières années, peuvent être insidieux et conduire au burnout, à la dépression, voire au suicide dans les cas extrêmes.

♣ On l'aura compris, l'éventail des risques professionnels est tellement large qu'aucune entreprise n'y échappe ! Tous les chefs d'entreprise sans exception doivent donc s'en préoccuper, non seulement dans le souci légitime du bien-être et de la sécurité de leurs salariés – gage de la bonne santé de l'entreprise mais aussi parce que la loi leur confère des obligations dans ce domaine.

♣ La liste exhaustive des risques professionnels est consultable sur le site de l'INRS (Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des maladies et risques professionnels) [7]

### 3. Quelques chiffres

♣ En 2016, plus d'un million de sinistres (accidents du travail, de trajet et maladies professionnelles) ont été reconnus et pris en charge.

De manière générale, tous secteurs confondus, la fréquence des accidents du travail (AT) a atteint son niveau le plus bas depuis 70 ans avec près de 34 accidents pour 1 000 salariés.



♣ Les efforts des entreprises en matière de prévention et de sécurité portent donc leurs fruits, y compris dans les secteurs traditionnellement les plus touchés. Ainsi, le BTP compte 60 accidents du travail pour

1 000 salariés, soit une baisse de 29 % en 10 ans. En revanche, le secteur de l'aide et des services à la personne compte 94,6 accidents du travail pour 1 000 salariés, soit trois fois plus que la moyenne générale. En 10 ans, les accidents du travail de ce secteur ont ainsi augmenté de 45 %.

♣ Le nombre de « nouvelles » maladies professionnelles prises en charge par l'Assurance Maladie – Risques professionnels a diminué de 4,3 % entre 2015 et 2016. Si les TMS (troubles musculo-squelettiques) sont toujours la première cause de maladie professionnelle en France, le nombre de déclarations a baissé de 4,1 % en un an. Mais les pathologies psychiques connaissent une véritable explosion : + 40 % en un an.

♣ L'assouplissement de la réglementation et une meilleure connaissance, pour les travailleurs, de leurs droits, expliqueraient cette hausse. La France est le pays européen qui reconnaît le plus le syndrome d'épuisement professionnel.

♣ Le nombre de cancers a également augmenté de 10 % (hors amiante), avec une forte représentation des cancers de la vessie. [8]

#### **4. Les employeurs et la prévention des risques professionnels :**

♣ La sécurité en entreprise est non seulement l'affaire des employeurs, mais également des salariés. La loi oblige l'employeur à prendre toutes les mesures qui s'imposent pour garantir la sécurité physique et mentale de ses salariés.

♣ Des procédures vont donc être mises en place pour sécuriser les entreprises et leurs employés dans des conditions optimales.

♣ Les responsables qui ne respectent pas leurs obligations en matière d'hygiène, de sécurité et d'améliorations des conditions de travail des employés engagent leur responsabilité civile et/ou pénale. De même, les salariés qui ne respectent pas les procédures mises en place s'exposent à des sanctions disciplinaires.

♣ L'employeur se doit de respecter des règles concernant l'utilisation des locaux de travail et leur aménagement.

##### **4.1. Les employeurs concernés par la prévention**

La sécurité obligatoire concerne :

- Les employeurs privés



- Les établissements publics à caractère administratif (Epa)
- Les établissements publics de santé ainsi que les structures sociales et médico-sociales

Tous les salariés sans exception, qu'ils soient en CDI, intérimaires ou stagiaires, doivent bénéficier de ces obligations employeur.

#### 4.2. La prévention des risques professionnels

Les obligations employeur consistent à :

- Mener des actions préventives des risques professionnels et de la pénibilité sur le lieu de travail
- Informer et former les salariés sur la santé et la sécurité
- Assurer l'organisation et la mise en place de moyens de travail adaptés

Ces mesures doivent permettre d'optimiser les conditions de travail existantes et s'appuient sur les actions de prévention suivantes :

#### 4.3. Les systèmes anti-effractions et prévention des intrusions :

- Limiter au maximum les risques et, si possible, les éradiquer.
- Remonter les risques jusqu'à la source pour mieux les combattre
- Analyser les risques qui ne peuvent être évités et les analyser au mieux pour protéger les salariés
- Adapter les postes de travail pour limiter le travail répétitif et monotone
- Prendre en compte les progrès techniques
- Remplacer les conditions de travail dangereuses par des conditions plus sécuritaires (remplacer par exemple les produits chimiques dangereux par des produits sains)
- Mettre en place des systèmes anti-effractions en prévention des intrusions
- Prioriser les mesures de protection collective aux mesures de protection individuelle  
Adapter
- Les mesures préventives en prenant en compte les relations sociales, la technique, les conditions de travail et les risques liés au harcèlement moral et sexuel
- Informer les travailleurs sur les risques inhérents à leur poste de travail et sur les mesures prises pour diminuer ou supprimer ces risques
- Organiser des sessions de formation pour les salariés



#### **4.4. L'évaluation risque avec le DUERP (Document Unique d'Evaluation des Risques Professionnels) :**

La sécurité en entreprise passe par l'évaluation des risques pour les salariés. Ces risques sont étroitement liés à l'activité de l'entreprise qui dépend :

- Du lieu de travail
- De l'aménagement des postes de travail
- Des équipements des salariés
- Des produits chimiques
- Des différents procédés de fabrication

Dès que cette analyse sera terminée, l'employeur va instaurer des actions de prévention et des méthodes de travail pour assurer la protection et la santé des salariés. Les résultats de cette évaluation vont être répertoriés dans un DUERP.

Ce document comprend un inventaire des différents risques relevés au sein de l'entreprise et les actions qui doivent être mises en place pour pallier ces risques. Ces risques sont classés en fonction de la pénibilité et de la dangerosité du travail.

La rédaction du DUERP fait partie des obligations employeur.

#### **Important :**

Le DUERP doit être remis à jour tous les ans. Il peut être consulté aussi bien par les salariés que par les représentants du personnel ou encore l'inspecteur du travail. Au cas où le DUERP ne serait pas rédigé et donc que l'employeur aurait failli à son travail de sécurité obligatoire, il s'expose à des amendes pouvant aller de 1500 à 3000 euros !

#### **5. La sécurité sur les lieux de travail**

Chaque employeur doit mettre à la disposition des salariés tous les moyens nécessaires pour garantir leur sécurité. Ainsi, les locaux de travail doivent toujours être propres, présenter les conditions de salubrité et d'hygiène indispensables et ne pas être encombrés.

Toutes les installations techniques comme les systèmes d'alarme en prévention des intrusions ainsi que les systèmes anti-effractions pour garantir la protection des biens et des salariés doivent être vérifiés périodiquement et toujours être opérationnels.

#### **6. L'employeur est dans l'obligation de respecter des normes qui concernent :**

##### **6.1. L'éclairage (lumière suffisante dans les locaux) :**



### 6.1.1. Les mesures d'éclairage

Sont réalisées à l'aide d'un luxmètre, le résultat s'exprime en lux.

- Soit par un organisme agréé pour ce type de mesures.
- Soit par le médecin du travail, un ergonome ou un technicien en ergonomie du service de santé au travail.

### 6.1.2. Valeurs minimales d'éclairage

Article R. 4223-4 du code du travail:

Pendant la présence des travailleurs dans les lieux mentionnés à l'article R. 4223-1, les niveaux d'éclairage mesurés au plan de travail ou, à défaut, au sol, sont au moins égaux aux valeurs indiquées dans la liste suivante :

♣ Pour des locaux affectés au travail

- Voies de circulation intérieure: 40 lux.
- Escaliers et entrepôts : 60 lux.
- Locaux de travail, vestiaires, sanitaires: 120 lux.
- Locaux aveugles affectés à un travail permanent: 200 lux.

♣ Pour les espaces extérieurs

- Zones et voies de circulation extérieure : 10 lux.
- Espaces extérieurs où sont effectués des travaux permanents : 40 lux.
- Travaux de bureau, mécanique moyenne : 200 lux.
- Bureau de dessin, travail de petites pièces : 300 lux.
- Gravure, industrie du vêtement, mécanique fine : 400 lux.
- Travail sur écran : 300 à 500 lux si écran à fond clair, 200 à 300 lux si écran à fond sombre.
- Contrôles divers, électronique fine, mécanique de précision : 600 lux.
- Tâches très difficiles dans l'industrie ou les laboratoires : 800 lux.

## 6.2. Le chauffage;

Exemples des normes internationales:

♣ Norme X35-203 (mars 2006)

Cette norme internationale présente des méthodes de prévision de la sensation thermique générale et du degré d'inconfort (insatisfaction thermique) général des personnes exposées à des



ambiances thermiques modérées. Elle permet de déterminer analytiquement et d'interpréter le confort thermique. Spécifiquement développée pour les environnements de travail, elle peut cependant être appliquée à d'autres types d'environnement. Cette norme préconise des échelles de températures à respecter:

- Dans les bureaux à 20 à 22 °C
- Dans les ateliers avec faible activité physique à 16 à 18 °C
- Dans les ateliers avec forte activité physique à 14 à 16 °C.

♣ Norme ISO 7243 : L'indice WBGT « Ambiance chaude »

Cette norme internationale prescrit une méthode pour l'estimation de la contrainte thermique subie par un travailleur en ambiance chaude. Elle permet ainsi d'effectuer un diagnostic rapide, fiable et facilement utilisable en milieu industriel.

Cette méthode se base sur l'indice de contrainte thermique WBGT (Wet Bulb Globe Thermomètre). Cet indice est applicable pour l'évaluation de l'effet moyen de la chaleur sur les travailleurs durant une période représentative de leurs activités. (Il ne s'applique donc pas pour des contraintes thermiques de courtes durées ou proches de la zone de confort).

Il est dérivé de la formule suivante : **WBGT = 0,7 Tw + 0,2 Tg + 0,1 Td**

Tw = Température du thermomètre mouillé.

Tg = Température du thermomètre à globe noir.

Td = Température de l'air.

A l'intérieur, lorsque le rayonnement solaire est négligeable, on utilise la formule suivante :

**WBGT = 0,7 Tw + 0,2 Tg**

Attention, l'indice WBGT ne doit pas être confondu avec une température. Le tableau suivant présente quelques relevés dans des bureaux et des industries et illustre la différence entre température et indice WBGT.

| Situation        | Température de l'air | Température globe noir | Humidité relative | WBGT |
|------------------|----------------------|------------------------|-------------------|------|
| Bureau en hivers | 22°C                 | 22°C                   | 40 %              | 16,8 |
| Bureau en été    | 30°C                 | 30°C                   | 30 %              | 22,2 |
| Atelier fermé    | 35°C                 | 35°C                   | 30 %              | 26,3 |



|                       |      |      |      |      |
|-----------------------|------|------|------|------|
| Atelier<br>ensoleillé | 35°C | 51°C | 36 % | 35,0 |
|-----------------------|------|------|------|------|

**Tableau1** : La réglementation stipule des valeurs maximales de WBGT en fonction de la charge du travail [15]

**Exemples** : Sur un travail de 5 jours à raison de 8 heures par jours :

Pour effectuer une tâche légère qui utilise seulement les mains ou les bras, et qui concerne moins de 25 % du temps de travail, l'indice WBGT ne devra pas dépasser 32,5.

Par contre, pour une tâche lourde comme tirer/pousser une charge, et ce pendant 50 à 75 % du temps de travail, l'indice WBGT ne devra pas dépasser 27,5.

### 6.3. L'assainissement des locaux et leur aération :

- ♣ Les particules et les gaz dans l'air des lieux de travail ont un effet néfaste sur l'organisme s'ils sont irritants, corrosifs, toxiques, allergisants, ou pathogènes.
- ♣ Une augmentation de la pollution de l'air intérieur peut ainsi induire des pathologies allergiques, respiratoires, oculaires, rhumatologiques ou divers symptômes peu précis, peu spécifiques et isolés.
- ♣ La dispersion de produits chimiques ou de matériaux divers dans l'atmosphère de travail peut conduire à des maladies d'origine professionnelle, à l'intoxication de personnes exposées si les produits sont toxiques ou nocifs, ou être à l'origine d'incendies ou d'explosions lorsqu'ils sont inflammables.
- ♣ La ventilation et l'aération des lieux de travail jouent donc un rôle essentiel pour limiter la concentration de l'ensemble des polluants dans l'air ambiant des lieux de travail et le temps d'exposition et éviter ainsi les conséquences sur la santé des travailleurs.
- ♣ Ventilation et aération des lieux de travail doivent permettre à chaque salarié de respirer un air qui ne nuise pas à sa santé. L'employeur doit renouveler l'air de façon à maintenir un état de pureté de l'atmosphère, à éviter les élévations de température, les odeurs désagréables et les condensations, et à évacuer les polluants.
- ♣ Une utilisation correcte des installations de ventilation et d'aération, adaptée aux besoins des utilisateurs des lieux de travail, ainsi qu'une maintenance conforme aux règles de la technique font partie des obligations du chef d'entreprise. Si l'employeur n'en a pas la compétence, il chargera l'exploitant ou le propriétaire de l'installation de faire le nécessaire.





### 6.3.1. La pollution des locaux

- ♣ La pollution non spécifique n'est liée qu'à la présence humaine (dans les bureaux et les salles de réunion, par exemple)
- ♣ La pollution spécifique concerne certaines substances potentiellement présentes dans l'atmosphère du lieu de travail, et la ventilation s'efforce d'en limiter, avec des marges de sécurité, les risques, en proposant des valeurs de concentration inférieures à des valeurs maximales déterminées.

### 6.3.2. Valeurs maximales d'exposition

On introduit donc, pour diverses substances réglementées très diverses telles que les substances biologiques (bactéries, virus, champignons ...) ou chimiques (solvants, hydrocarbures, aérosols, fibres (bois, amiante ...), silice, gaz divers (CO, CO2, NO, NO2, formaldéhyde ...) des valeurs maximales d'exposition :

- VLE Valeurs Limites d'Exposition, pour des durées d'exposition courtes (inférieurs à 15 minutes),
- VME Valeurs Moyennes d'Exposition, pour des durées de l'ordre d'une journée de travail (base 8 h),
- VLEP Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle.

♣ Exemples des règles relatives à l'aération et l'assainissement des locaux de travail :

Article R4212-6 : Le maître d'ouvrage prévoit dans les locaux sanitaires l'introduction d'un débit minimal d'air déterminé par le tableau suivant : .....tableau 2.

| Désignation des locaux   | Débit minimal d'air introduit (en mètres cubes par heure et par local) |
|--|--|
| Cabinet d'aisances isolé (**)  | 30   |
| Salle de bains ou de douches isolé (**)  | 45   |
| Commune avec un cabinet d'aisances   | 60   |
| Bains, douches et cabinets d'aisances groupés  | 30 + 15 N (*)  |
| Lavabos groupés  | 10 + 5 N (*)   |
| N (*) : nombre d'équipements dans le local   |  |
| (**) : pour un cabinet d'aisances, une salle de bains ou de douches avec ou sans cabinet d'aisances, |  |



le débit minimal d'air introduit peut être limité à 15 mètres cubes par heure si ce local n'est pas à usage collectif.

Article R4222-6 : Lorsque l'aération est assurée par ventilation mécanique, le débit minimal d'air neuf à introduire par occupant est fixé dans le tableau suivant : .....tableau 3

| Désignation des locaux                                     | Débit minimal d'air introduit<br>(en mètres cubes par heure et par local) |
|--|---|
| Bureaux, locaux sans travail physique                      | 25  |
| Locaux de restauration, locaux de vente, locaux de Réunion | 30  |
| Ateliers et locaux avec travail physique léger             | 45  |
| Autres ateliers et locaux                                  | 60  |

Article R4222-7 : Les locaux réservés à la circulation et les locaux qui ne sont occupés que de manière épisodique peuvent être ventilés par l'intermédiaire des locaux adjacents à pollution non spécifique sur lesquels ils ouvrent.

Article R4222-8 : L'air envoyé après recyclage dans les locaux à pollution non spécifique est filtré. L'air recyclé n'est pas pris en compte pour le calcul du débit minimal d'air neuf prévu à l'article R. 4222-6. En cas de panne du système d'épuration ou de filtration, le recyclage est arrêté.

Article R4222-9 : Il est interdit d'envoyer après recyclage dans un local à pollution non spécifique l'air pollué d'un local à pollution spécifique.

Décret n°84-1094 du 7 décembre 1984 fixant les règles relatives à l'aération et l'assainissement des locaux de travail : « ...objectifs à atteindre par ordre de priorité :

- ♣ Suppression des émissions de substances insalubres gênantes ou dangereuses...
- ♣ Captation au plus près possible des sources d'émission...
- ♣ Dilution et évacuation des polluants résiduels par la ventilation générale.

La ventilation générale ne peut être admise comme technique principale d'assainissement... »



## 7. La signalisation des zones de travail par la mise en place de panneaux :

### 7.1. Prescriptions minimales générales concernant les panneaux de signalisation :

La forme et les couleurs des panneaux sont définies aux points 2 à ci-après, en fonction de leur objet spécifique (panneaux d'interdiction, d'avertissement, d'obligation, de sauvetage ou de secours, signalisation du matériel ou de l'équipement de lutte contre l'incendie).

Les pictogrammes doivent être aussi simples que possible sans détails inutiles à la compréhension.

Les pictogrammes utilisés peuvent légèrement varier ou être plus détaillés par rapport aux présentations reprises aux points 2 à 6 à condition que leur signification soit équivalente et qu'aucune différence ou adaptation n'en obscurcisse la signification.

Les panneaux peuvent comporter un panneau additionnel.

Les panneaux sont constitués d'un matériau résistant le mieux possible aux chocs, aux intempéries et aux agressions dues au milieu ambiant.

Les dimensions ainsi que les caractéristiques colorimétriques et photométriques des panneaux doivent garantir une bonne visibilité et compréhension de ceux-ci.

Les panneaux sont installés, en principe, à une hauteur et selon une position appropriée par rapport à l'angle de vue, compte tenu d'éventuels obstacles soit à l'accès à une zone pour un risque général, soit à proximité immédiate d'un risque déterminé ou de l'objet à signaler, et dans un endroit bien éclairé et facilement accessible et visible.

En cas de mauvaises conditions d'éclairage naturel, des couleurs phosphorescentes, des matériaux réfléchissants ou un éclairage artificiel doivent être, selon le cas, utilisés.

Un panneau doit être enlevé lorsque la situation le justifiant disparaît.

### 7.2. Panneaux d'interdiction

Caractéristiques :

Forme ronde ; pictogramme noir sur fond blanc, bordure et bande (descendant de gauche à droite à 45° par rapport à l'horizontale) rouges (le rouge doit recouvrir au moins 35 p. 100 de la surface du panneau).

Panneaux à utiliser :



Eaunonpotable



Entrée interdite  
aux personnes  
non autorisées



Interdit aux véhicules  
de manutention



Ne pas tou

### 7.3. Panneaux d'avertissement et signalisation de risque ou de danger :

Caractéristiques :

Forme triangulaire ; pictogramme noir sur fond jaune, bordure noire (le jaune doit recouvrir au moins 50 p. 100 de la surface du panneau).

Panneaux à utiliser



Matières inflammables ou  
hautetempérature



Matièrestoxiques



Matières corrosiv

### 7.4. Panneaux d'obligation

Caractéristiques :

Forme ronde ; pictogramme blanc sur fond bleu (le bleu doit recouvrir au moins 50 p. 100 de la surface du panneau).

Panneaux à utiliser :



Protection obligatoire de la  
vue



Protection  
obligatoire de  
latête



Protection obligatoire  
de l'ouïe



Protection obligatoire  
des voies respiratoires

### 7.5. Panneaux de sauvetage et de secours

Caractéristiques :

Forme rectangulaire ou carrée ; pictogramme blanc sur fond vert (le vert doit recouvrir au moins 50 p. 100 de la surface du panneau).

Panneaux à utiliser :



Premiers secours



Civière



Douche de sécurité



Rinçage des yeux

### 7.6. Panneaux concernant le matériel ou l'équipement de lutte contre l'incendie

Caractéristiques :

Forme rectangulaire ou carrée ; pictogramme blanc sur fond rouge (la couleur rouge doit recouvrir au moins 50 p. 100 de la surface du panneau).



## 8. Les sanctions pour non-respect de la sécurité

Le droit du salarié

Si le salarié sent un danger grave ou imminent portant pouvant porter atteinte à son intégrité mentale ou physique, celui-ci peut exercer son droit d'alerte et de retrait.

Ce droit peut être appliqué également si le salarié constate un défaut avec les systèmes de protection. Dans ce cas, le travailleur doit alerter son employeur du danger ou un représentant du personnel ou en parler au CHSCT.

Le salarié peut arrêter son travail sans l'accord de son employeur et ne reprendre que lorsque tout danger sera écarté. Si le droit de retrait est exercé de manière légitime, aucune sanction ne pourra être appliquée ! Cependant, si ce droit de retrait est injustifié ou utilisé de manière abusive, le salarié s'expose à des sanctions comme une mise à pied, un retrait sur salaire ou un licenciement.

## 9. La responsabilité de l'employeur

L'inspection du travail peut venir contrôler si les règles de sécurité sont bien respectées dans l'entreprise. A défaut, l'employeur s'expose à des sanctions comme :

- Un procès-verbal et la mise en demeure en cas d'infraction constatée
- L'arrêt des travaux sur un chantier en cas de danger grave et imminent
- La saisie du juge des référés si l'intégrité physique d'un travailleur est atteinte

Tout employeur qui ne respecte pas les obligations de sécurité engage sa responsabilité civile si le salarié subit un accident du travail ou se retrouve dans un cas de maladie professionnelle.

## 10. Conclusion

Dans cette partie un état global et un historique sur la sécurité industrielle incluant une technique avec procédure pour la projection d'une organisation inspirée sur un document international 5(1) Cette initiative a été proposée suite au constat au niveau de l'entreprise SIDER « LAF »

Lieu de notre stage. Malgré la période de notre stage qui a été écourtée par le covid19, une entente avec le staff technique nous à orienter pour l'inclusion de notre : sujet « sécurisation et maitrise des sources des énergies dangereuses pour économie en industrie » toujours dans un esprit d'amélioration des conditions de sécurité au sien de cette entreprise.

La suite de notre projet va inclure des intitulés incitateurs pour une pertinence et une adaptation plus rentable à la situation des installations en place.



A savoir :

Sécurité de machine et maîtrise des sources d'énergies dangereuses.

Mangement des énergies.

La conception du projet va maitre sur pied deux grands soucis d'actualité à l'échelle international et national qui se résume à l'amélioration des conditions sécuritaires à travers le traitement de la sécurité machine ainsi que la rentabilité des futures projections en matière de longévité (durée de vie) et la consommation énergétique réduite.

## Chapitre 2

Maitrise des sources d'énergies  
dangereuses : sécurité de machine

*If you want a new idea, read an old book»*

*« Pour comprendre la glace il faut comprendre un tas de choses  
qui n'ont rien avoir avec la glace »*



### I. Introduction :

Introduction : Les accidents liés aux machines ou aux installations électriques sont souvent causés par le dégagement imprévu d'une source d'énergie lors de travaux autres que ceux liés à la phase de la production. Chaque année, des travailleurs se blessent ou meurent en exécutant des travaux d'entretien, d'ajustement, de déblocage ou de réparation d'équipements ou de machines sans méthode de contrôle des énergies. Il est à signaler qu'une machine quelque possède trois régime de travail, le premier et le régime transitoire (démarrage, freinage, inversion de sens et variation de charge), le second c'est le régime permanent de fonctionnement normal, le troisième est le régime permanent auxiliaire ou intermédiaire, ce dernier est destinée pour le réglage de la machine contrôle et maintenance ...etc., généralement la présence du travailleur s'impose d'où en aura une probabilité de risque encouru. Cette dernière phase de fonctionnement va faire l'objet d'une analyse et d'une étude plus accentuée vu notre thème. Donc ce chapitre fractionné en deux partie, la première : c'est étude et analyse ainsi que la maîtrise des énergies à travers une proposition d'actualité. La deuxième partie : elle prend en charge la sécurité machine à travers différentes propositions qui fait ressortir une offre de sécurité de qualité du moment que le risque mécanique est le principal danger et/ou l'incident qui se présente dans les installations industrielles à aux risques

#### 1. Définition d'énergie dangereuse :

Une énergie dangereuse est définie par le Groupe CSA comme suit :  
« Énergie électrique, mécanique, hydraulique, pneumatique, chimique, nucléaire, thermique, gravitationnelle ou autre qui peut blesser le personnel » (CSA Z460-13 « Maîtrise des énergies dangereuses : cadenassage et autres méthodes »). Le danger est manifeste pour certaines sources d'énergie, comme l'électricité, la chaleur d'un appareil de chauffage ou un objet qui risque de tomber.



D'autres dangers peuvent être « dissimulés », comme la pression d'air dans un système ou un ressort de machine enroulé très serré.

Dans le présent document, le terme " énergie " désigne toute source pouvant alimenter un système afin qu'il puisse fonctionner. Le terme " système " désigne de la machinerie, de l'équipement et/ou des procédés

#### 2. Les types d'énergies :

♣ **L'énergie électrique** est la forme d'énergie la plus couramment utilisée dans un milieu de travail. Elle peut provenir directement des lignes électriques ou peut être emmagasinée, par exemple, dans des batteries ou des condensateurs. L'énergie électrique peut causer des blessures de trois façons :

- Par choc électrique.
- Par lésion secondaire.
- Par exposition à un arc électrique.

♣ **L'énergie potentielle hydraulique** est l'énergie emmagasinée dans un liquide sous pression, lequel peut être utilisé pour déplacer des objets lourds, de la machinerie ou de l'équipement, par

exemple, des ponts élévateurs pour voitures, des presses à injection, des presses mécaniques et le système de freinage de voitures. Lorsque l'énergie hydraulique est libérée de manière incontrôlée, elle peut causer des blessures par écrasement, et des employés peuvent être heurtés par des pièces de machinerie, d'équipement ou d'autres éléments mobiles.

♣ **L'énergie potentielle pneumatique** est l'énergie emmagasinée dans un volume d'air sous pression. Comme dans le cas de l'énergie hydraulique, l'air sous pression peut servir à déplacer des objets lourds et de l'équipement d'alimentation, par exemple, des dispositifs de pulvérisation, des laveuses à pression ou de la machinerie. Lorsque l'énergie pneumatique est libérée de manière incontrôlée, elle peut causer des blessures par écrasement, et des employés peuvent être heurtés par des pièces de machinerie, d'équipement ou d'autres objets mobiles.



♣ **L'énergie chimique** est l'énergie libérée lorsqu'une substance est soumise à une réaction chimique. L'énergie est généralement libérée sous forme de chaleur, mais elle peut être libérée sous d'autres formes, notamment la pression. Une réaction chimique dangereuse se produit couramment par suite d'un incendie ou d'une explosion.

♣ **L'énergie de rayonnement** est l'énergie qui provient de sources électromagnétiques. Elle concerne tous les types de rayonnement allant de la lumière visible, aux lasers, aux micro-ondes, à l'infrarouge, aux ultraviolets et aux rayons X. L'énergie de rayonnement peut avoir divers effets sur la santé, depuis les dommages cutanés et oculaires (lasers et lumière UV) jusqu'au cancer (rayons X).

♣ **L'énergie thermique** correspond à l'énergie qui se dégage d'une explosion, d'une flamme, d'objets dont les températures sont élevées ou basses ou du rayonnement de sources de chaleur. Les blessures courantes sont les brûlures, les squames, la déshydratation, les engelures, etc.

♣ **L'énergie de rayonnement** est une énergie liée au rayonnement ionisant, au rayonnement électromagnétique à basse fréquence, au rayonnement optique ou au rayonnement électromagnétique radiofréquence. Ses effets comprennent des blessures, des changements touchant le matériel génétique ou les systèmes reproductifs, ou des troubles fonctionnels (maux de tête, insomnie, dépression nerveuse, etc.).

♣ **L'énergie potentielle gravitationnelle** est l'énergie liée à la masse d'un objet et de sa distance de la Terre (ou du sol). Plus un objet est lourd et qu'il est loin du sol, plus son énergie potentielle gravitationnelle est grande. Par exemple, un objet d'un kilogramme (kg) élevé à deux mètres du sol aura une énergie potentielle gravitationnelle supérieure à un objet de 1 kg tenu à 1 mètre du sol.

♣ **L'énergie mécanique** est l'énergie contenue dans un objet sous tension. Par exemple, l'énergie contenue dans un ressort comprimé ou enroulé sera libérée sous la forme d'un mouvement lorsque la tension du ressort sera relâchée. La libération de l'énergie mécanique peut causer une blessure par écrasement ou par impact.

Il est important de comprendre que tous ces types d'énergies peuvent être considérés comme source d'énergie primaire ou énergie résiduelle ou accumulée (énergie pouvant résider ou demeurer dans le système). La source d'énergie primaire est l'alimentation en énergie nécessaire pour effectuer un

## Chapitre 02 : maîtrise des sources des énergies dangereuses : sécurité de machine

travail. L'énergie résiduelle ou accumulée est l'énergie non utilisée qui est emmagasinée dans le système. Une fois libérée, cette énergie peut entraîner l'exécution d'un travail.

Par exemple, lorsque vous fermez une soupape sur un système d'alimentation pneumatique (air) ou hydraulique (liquide), vous isolez le système de sa source d'énergie primaire. Toutefois, de l'énergie résiduelle demeure emmagasinée dans l'air ou tout liquide qui demeure dans le système. Dans cet exemple, pour libérer l'énergie résiduelle, il convient entre autres de purger le liquide ou d'expulser l'air du système. Ce n'est que lorsque l'énergie résiduelle est libérée que le travail peut s'effectuer, soit intentionnellement ou par inadvertance.

L'une des principales causes d'incidents en milieu de travail mettant en cause une source d'énergie dangereuse est attribuable à une mauvaise évaluation de l'énergie accumulée et à l'omission de la libérer convenablement. Parmi les mesures de maîtrise de l'énergie dangereuse, on compte l'isolement du système de sa source d'énergie primaire et de l'énergie résiduelle.

### 3. Le cadenassage et la maîtrise des sources d'énergie dangereuses :

Les expressions « cadenassage » et « maîtrise des sources d'énergie dangereuses » sont parfois confondues; elles ne désignent EN AUCUN CAS la même chose. La maîtrise des sources d'énergie dangereuses est une expression générale décrivant l'utilisation de procédures, de techniques, de plans et de méthodes visant à protéger le personnel contre des blessures causées par la libération involontaire d'énergie dangereuse. Quant au cadenassage, il désigne l'installation d'un cadenas ou d'une étiquette sur un dispositif d'isolement des sources d'énergie, conformément à une procédure établie. On y indique ainsi que ce dispositif ne doit pas être utilisé tant que le cadenas ou l'étiquette n'a pas été retiré. Le cadenassage est donc un moyen utilisé pour maîtriser l'énergie dangereuse.

### 4. L'objet d'un programme de maîtrise des sources d'énergie dangereuses :

Dans la plupart des cas, l'équipement ou les systèmes sont dotés de dispositifs de sécurité « Intégrés », notamment des cages et des dispositifs de protection qui aident à protéger les travailleurs durant les heures d'activité normales. Toutefois, pendant les périodes de maintenance ou de réparation, ces dispositifs peuvent être retirés ou contournés. Dans de tels cas, il est nécessaire de mettre en application un programme de maîtrise des sources d'énergie dangereuses.

Un programme de maîtrise des sources d'énergie dangereuses sert à préserver la sécurité des travailleurs en empêchant :

- ♣ La libération involontaire d'énergie emmagasinée
- ♣ Toute mise sous tension involontaire
- ♣ Tout mouvement involontaire
- ♣ Tout contact avec une source de danger lorsque des cages sont retirées ou que des dispositifs de protection sont retirés ou contournés

### 5. Les méthodes de maîtriser des sources d'énergie dangereuses :

Le cadenassage est généralement perçu comme la méthode la plus fiable pour protéger une personne contre des sources d'énergie dangereuses, car le système est amené à un état énergétique zéro et, par le fait même, le danger est éliminé et aucune source d'énergie dangereuse n'existe.

Cependant, dans certains cas, le cadenassage n'est pas pratique en raison de son incidence sur les opérations et sur diverses autres fonctions. Par conséquent, d'autres mesures de maîtrise peuvent être mises en œuvre, pourvu qu'elles permettent de réduire le niveau de risque adéquatement. Ce type de contrôle nécessite le suivi d'une gamme complète de procédures pour déterminer les dangers et les risques liés à chacune des tâches exécutées, puis de déterminer les mesures de maîtrise à appliquer pour minimiser et réduire le risque à un niveau adéquat. S'il est impossible d'atteindre un niveau de risque adéquat, le cadenassage devient la méthode de maîtrise par défaut à utiliser.

### **6. Les étapes à suivre pour élaborer un programme de maîtrise des sources d'énergie dangereuses :**

L'élaboration de programmes de maîtrise des sources d'énergie dangereuses comporte 5 étapes générales :

- ♣ Collecte d'information.
- ♣ Analyse des tâches.
- ♣ Analyse des dangers et des risques.
- ♣ Mise en œuvre de mesures de maîtrise.
- ♣ Communication (y compris la formation).

#### **6.1. Collecte d'information**

Déterminer tous les types d'énergie dangereuse dans votre milieu de travail qui devraient être couverts par le programme. Rassembler ensuite les documents du fabricant ou du concepteur de chaque système portant sur les aspects suivants :

L'endroit où se trouvent les dispositifs d'isolement des sources d'énergie et les procédures à suivre pour les utiliser.

Les procédures étape par étape pour l'entretien ou la maintenance du système.

Comment résoudre de façon sécuritaire des problèmes comme les défaillances, les obstructions, les défauts d'alimentation ou d'autres interruptions de service planifiées ou non.

Comment installer, déplacer et retirer des pièces, ou l'ensemble des pièces, du système de façon sécuritaire.

Cette information permet de comprendre comment utiliser le système conformément à la façon dont il a été conçu. Elle fournit également des recommandations sur l'exécution sécuritaire des tâches.

#### **6.2. Analyse des tâches**

L'analyse des tâches est effectuée par le biais d'un examen de tous les usages du système, du point de vue du fabricant et de l'utilisateur. On liste ensuite toutes les tâches et toutes les étapes requises pour accomplir une tâche. Cette analyse doit également inclure toutes les tâches à accomplir par suite d'une mauvaise utilisation du système. Pour déterminer les tâches à accomplir, il convient de prendre en compte au moins les catégories ci-dessous :

- Réglage des machines / mise en œuvre des processus
- Enseignement et programmation de la machinerie
- Mise à l'essai et mise en marche
- Tous les modes opérationnels
- Alimentation des machines en produits / processus
- Produit retiré de machines / processus
- Processus / changement d'outils
- Arrêts normaux et redémarrage
- Arrêt non planifiés (contrôle des pannes ou des blocages) et redémarrage
- Arrêts d'urgence et redémarrage
- Mise en marche non prévue
- Détection des pannes et dépannage
- Nettoyage et entretien
- Maintenance et réparation planifiées
- Maintenance et réparation non planifiées

### 6.3. Analyse des dangers et des risques

D'après l'information tirée des deux premières étapes, on effectue une analyse des dangers et des risques fondés sur la façon dont les travailleurs interagissent avec le système. Cette analyse doit indiquer les endroits où se trouvent les dangers possibles et le risque associé à chaque danger.

Les normes CSA Z460-13 « Maîtrise des énergies dangereuses : cadenassage et autres méthodes » et ISO 12100: 2010 (R2015) « Sécurité des machines - Principes généraux de conception - Appréciation du risque et réduction du risque » décrivent un processus recommandé permettant de repérer les dangers et le risque associé.

L'analyse des dangers et des risques décrit toutes les situations où un travailleur pourrait être exposé à des dangers. Voici quelques exemples :

- Une presse est enclenchée accidentellement pendant qu'un travailleur change une matrice
- La porte d'une presse à injection se ferme alors qu'un travailleur se trouve à l'intérieur
- Un robot se déplace pendant qu'un travailleur tente de le programmer
- Un tuyau hydraulique libère un liquide sous pression pendant qu'il est retiré aux fins de maintenance
- Une cage ou un écran est retiré ou contourné

### 6.4. Mise en œuvre de mesures de maîtrise

Les mesures de maîtrise requises sont prises une fois que des dangers et des risques ont été repérés au cours de l'analyse et de l'évaluation. Par exemple, il faut déterminer quels sont les sources d'énergie dangereuses présentes dans un système et devant être maîtrisées, de même que les types de dispositifs d'isolement des sources d'énergie et de mise hors tension requis.

### 6.5. Communication

Communiquer avec le personnel approprié et l'éduquer et le former quant au fonctionnement du programme, à leur rôle dans le programme et à leurs responsabilités.

## Chapitre 02 : maîtrise des sources des énergies dangereuses : sécurité de machine

Comme pour toutes les politiques ou procédures de système de gestion en santé et sécurité au travail, inclure les mécanismes relatifs à la documentation, aux dossiers, à la rétroaction et à l'amélioration continue

### Prévention intrinsèque

Mesures de sécurité qui consistent à :

- Éviter ou réduire autant de phénomènes dangereux que possible en choisissant convenablement certaines caractéristiques de conception et,
- Limiter l'exposition des personnes aux phénomènes dangereux inévitables ou qui ne peuvent être suffisamment réduits ; ceci s'obtient en réduisant le besoin, pour l'opérateur, d'intervenir dans des zones dangereuses

## II. Sécurité des machines

### 1. Définition de machine :

Ensemble de pièces ou d'organes liés entre eux, dont au moins un est mobile et, le cas échéant, d'actionneurs, de circuits de commande et de puissance, etc., réunis de façon solidaire en vue d'une application définie, notamment pour la transformation, le traitement, le déplacement et le conditionnement d'un matériau.

Est également considéré comme "machine" un ensemble de machines qui, afin de concourir à un seul et même résultat, sont disposées et commandées de manière à être solidaires dans leur fonctionnement

### 2. Processus itératif de réduction du risque

|   |  |
|---|--|
| 1 | <p>Déterminer les limites de la machine: limites d'utilisation, limites dans l'espace et limites dans le temps.</p> <p>Durée et fréquence d'utilisation, vitesse maximale de déplacement, surface et/ou volume d'évolution, etc.</p>   |
| 2 | <p>Identifier les phénomènes dangereux d'origine mécanique que peut engendrer la machine dans tous ses modes de fonctionnement (voir § 2.1).</p> <p>Risque de choc avec un robot, au moment de la programmation par apprentissage local, ou d'une reprise manuelle, si une défaillance survient ou si l'opérateur fait une fausse manœuvre et que la vitesse d'évolution est élevée.</p> |
| 3 | <p>Estimer le risque engendré pour chaque phénomène dangereux identifié (voir § 2.2).</p> <p>Déterminer les paramètres suivants : gravité, exposition, probabilité d'occurrence, possibilité d'évitement.</p>  |
| 4 | <p>Définir les objectifs de sécurité.</p> <p>Réduire la gravité, supprimer le besoin d'intervenir, étudier les modes de défaillances techniques, améliorer l'ergonomie du poste de travail, donner à l'opérateur la maîtrise des mouvements du robot.</p>  |
| 5 | <p>Déterminer les prescriptions et/ou mesures nécessaires afin d'éliminer et/ou de limiter les risques.</p> <p>Réduire l'inertie ou le couple, réaliser un apprentissage hors ligne, concevoir un système redondant, réduire la vitesse d'évolution, imposer une commande à action maintenue.</p>  |

- |   |
|---|
| <p><b>6</b> Valider la réduction du risque et renouveler la démarche si nécessaire.<br/>Refaire une appréciation du risque sur la machine incorporant les mesures de sécurité retenues.</p> |
|---|

Tableau 4 : Processus itératif de réduction du risque.

### 3. Identification des phénomènes dangereux d'origine mécanique

Risques<sup>1</sup> mécaniques (NF EN 292-1, § 4.2) :

« On appelle ainsi l'ensemble des facteurs physiques qui peuvent être à l'origine d'une blessure par l'action mécanique d'éléments de machines, d'outils, de pièces, ou de matériaux solides ou de fluides projetés. » En conséquence, les risques mécaniques se présentent généralement sous les formes suivantes :

- ♣ Risque d'écrasement,
- ♣ Risque de cisaillement,
- ♣ Risque de coupure ou de sectionnement,
- ♣ Risque de happement, d'enroulement,
- ♣ Risque d'entraînement ou d'engagement,
- ♣ Risque de chocs,
- ♣ Risque de perforation ou de piqûre,
- ♣ Risque d'abrasion,
- ♣ Risque d'éjection de fluides sous haute pression,
- ♣ Risque de projection de pièces, outils, poussières, etc.

#### 3.1. Les principaux facteurs à prendre en compte concernant les éléments de machines, outils, pièces pouvant être à l'origine de risques mécaniques sont

:

- ♣ Leur forme : éléments coupants, arêtes vives, etc.,
- ♣ Leur disposition relative pour les pièces en mouvement,
- ♣ Leur masse et leur stabilité (chute),
- ♣ Leur masse et leur vitesse (énergie cinétique),
- ♣ Leur accélération,
- ♣ Leur résistance mécanique (rupture, éclatement, flexion),
- ♣ Leur énergie potentielle (ressorts, éléments élastiques, gaz et liquides sous pression).

## 3.2. Les autres risques, non traités dans ce recueil, que peuvent engendrer les machines sont les suivants :

- ♣ Risque électrique,
- ♣ Risque thermique,
- ♣ Risque engendré par le bruit,
- ♣ Risque engendré par les vibrations,
- ♣ Risque engendré par les rayonnements,
- ♣ Risque engendré par des matériaux et des produits,
- ♣ Risque engendré par le non-respect des principes ergonomiques

## 4. Exemples illustrant différents risques d'origine mécanique

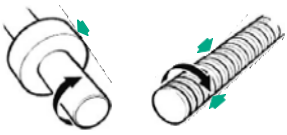
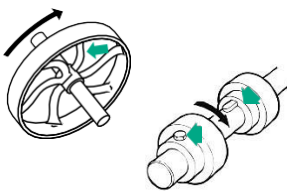
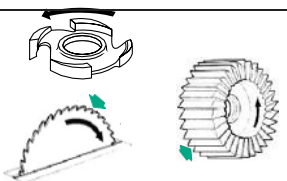
| Schémas   | Risques mécaniques  | Paramètres à considérer   | Exemples non limitatifs  |
|---|---|---|--|
|   | ENTRAÎNEMENT  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Couple,</li> <li>• Diamètre,</li> <li>• Inertie(masse+ vitesse),</li> <li>• Forme, état de surface,</li> <li>• accessibilité.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Accouplement,</li> <li>• Broche,</li> <li>• Plateau,</li> <li>• Barre,</li> <li>• etc.</li> </ul>   |
|  | CHOC<br>ÉCRASEMENT<br>ENTRAÎNEMENT<br>SECTIONNEMENT<br>CISAILLEMENT | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Couple,</li> <li>• Diamètre,</li> <li>• Inertie (masse + vitesse),</li> <li>• Forme, dimensions des ouvertures, des saillies,</li> <li>• Distances entre partie tournante et partie fixe,</li> <li>• accessibilité.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Poulie,</li> <li>• Volant,</li> <li>• Clavette,</li> <li>• Vis d'arrêt,</li> <li>• Ventilateur,</li> <li>• Bras de mélangeur,</li> <li>• etc.</li> </ul>  |
|  | COUPURE<br>PROJECTION<br>ENTRAÎNEMENT<br>SECTIONNEMENT              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vitesse,</li> <li>• Dimensions,</li> <li>• Forme, état de surface</li> <li>• Fixation des éléments en rotation,</li> <li>• Accessibilité,</li> <li>• résistance mécanique.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Barre d'alésage,</li> <li>• Fraise de toupie,</li> <li>• Lame de scie circulaire,</li> <li>• Fraise,</li> <li>• Denture rapportée,</li> <li>• Disque de tronçonnage,</li> <li>• etc.</li> </ul> |

Tableau5 : Exemples illustrant différents risques d'origine.

## 5. Description et estimation du risque

L'identification des phénomènes dangereux est insuffisante pour décrire à elle seule un risque. Il est nécessaire de déterminer un certain nombre d'éléments complémentaires tels que :



### 5.1. La gravité du dommage possible

La gravité peut être estimée en prenant en compte :

- ♣ La nature de ce qui est à protéger : personnes, biens, environnement,
- ♣ La gravité des blessures (dans le cas des personnes) : lésion ou atteinte à la santé légères (généralement réversibles), lésion ou atteinte à la santé graves (généralement irréversibles), mort,
- ♣ L'importance du dommage (pour chaque machine). Dans le cas des personnes : une personne, plusieurs personnes.

### 5.2. La probabilité d'occurrence de ce dommage

La fréquence et la durée d'exposition des personnes au phénomène dangereux.

L'exposition peut être estimée en prenant en compte :

- ♣ Le besoin d'accès à la zone dangereuse (par exemple pour des raisons de production, de maintenance ou de réparation),
- ♣ La nature de l'accès (par exemple alimentation manuelle de matières),
- ♣ Le temps passé dans la zone dangereuse,
- ♣ Le nombre de personnes demandant l'accès,
- ♣ La fréquence d'accès.
- ♣ La probabilité d'occurrence d'un événement dangereux qui « déclenche » le scénario de l'accident. Cet événement peut être d'origine technique ou humaine, celui-ci peut être estimé en prenant en compte :
  - ♣ Les données de fiabilité et autres données statistiques,
  - ♣ Les historiques d'accidents et/ou les historiques d'atteintes à la santé,
  - ♣ La comparaison de risques.

La possibilité d'évitement, d'origine technique ou humaine. Il s'agit ici d'un facteur de pondération des conséquences dont il ne faut tenir compte

Qu'en quatrième facteur car c'est la dernière barrière avant l'accident. Les éléments permettant d'estimer ce facteur sont :

- ♣ Le mode d'exploitation de la machine (avec ou sans conducteur, par des personnes expérimentées ou non),
- ♣ La rapidité d'apparition de l'événement dangereux (soudaine, rapide, lente),
- ♣ La conscience du risque (par information générale, par observation directe, au moyen de dispositifs d'indication),

## Chapitre 02 : maîtrise des sources des énergies dangereuses : sécurité de machine

- ♣ La possibilité humaine d'éviter ou de limiter le dommage (par exemple, action réflexe, agilité, possibilité de fuite),
- ♣ L'expérience et la connaissance pratiques de la machine ou d'une machine similaire.

Cette décomposition du risque en quatre éléments relativement faciles à décrire permet de satisfaire les objectifs suivants :

- ♣ Décrire le risque par une suite d'éléments présentés chronologiquement,
- ♣ Fournir des axes de recherche pour réduire ce risque, montrer l'ordre de priorité des différentes mesures de sécurité envisageables, établir une grille reliant le risque réel à un indice théorique utile dans le choix et la comparaison des priorités d'action.

### 6. Exemple d'estimation du risque

L'évaluateur définit une grille de sélection (voir figure ci-après) d'un indice de risque supposé représenter le niveau réel du risque (non mesurable). Au cours du processus itératif de réduction du risque, chaque variation du risque réel est représentée par une variation correspondante de l'indice de risque. Quand celui-ci atteint un minimum, le risque réel est supposé avoir également atteint un minimum.

Note : dans le cas particulier d'une estimation de risque faisant commande relatives à la sécurité, la probabilité d'occurrence dangereux est en relation avec le choix des composants et la conception du système de commande

### 7. Choix des moyens de protection

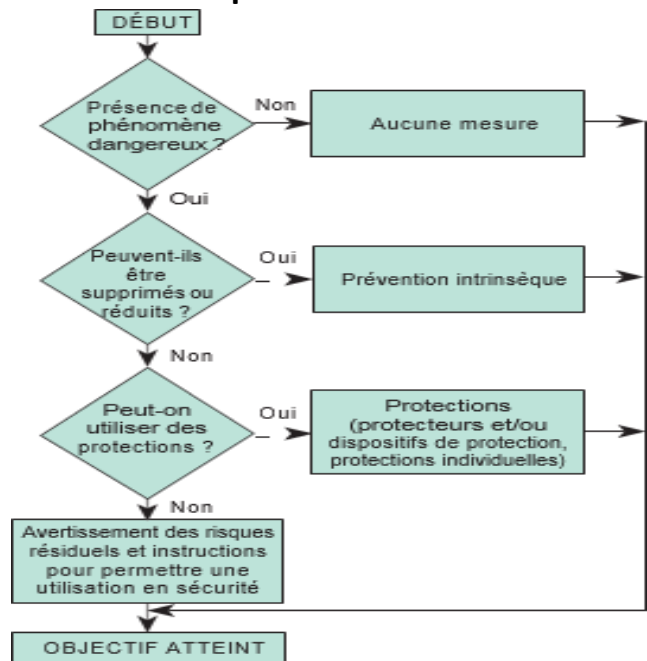
La démarche à suivre pour le choix des moyens de protection à mettre en œuvre peut se résumer par le schéma ci-après

## 8. Exemple de grille de détermination d'un indice de risque

Comme le montre cette figure, lors de la conception, la mise en place de protecteurs ou de dispositifs de protection ne doit être faite que si les phénomènes dangereux n'ont pu être supprimés par le choix de mesures de sécurité relevant de la prévention intrinsèque.

Dans le cas de machines en service, l'utilisateur interviendra essentiellement au niveau de la mise en place de protections (protecteurs ou dispositifs de protection).

Cependant, avant d'envisager le choix et l'adaptation de dispositifs de protection, il est primordial d'examiner les divers composants ou organes de la machine dont le fonctionnement est fondamental pour assurer la sécurité.



1. Figure [1] d'estimation du risque

Figure [2] Représentation schématique de la stratégie pour le choix des mesures de prévention intégrée

| GRAVITÉ                                    | EXPOSITION                                       | PROBABILITÉ D'OCCURRENCE DE L'ÉVÉNEMENT DANGEREUX | POSSIBILITÉ D'ÉVITEMENT    |                   |
|--|--|---|----------------------------|-------------------|
|  |  |   | possible dans certains cas | rarement possible |
| 1 : Blessure légère (réversible)           | 1 : Peu fréquent et/ou faible durée d'exposition | 1 : faible  | -                          | -                 |
|  |  | 2 : moyenne                                       | 1                          | 1                 |
|  |  | 3 : grande ou fréquente                           | 1                          | 2                 |
|  | 2 : Fréquent et/ou longue durée d'exposition     | 1 : faible (peu probable)                         | 2                          | 3                 |
|  |  | 2 : moyenne (une fois au moins la vie durant)     | 3                          | 4                 |
|  |  | 3 : grande ou fréquente                           | 4                          | 5                 |
| 2 : Blessure grave (irréversible) ou décès |  |   |                            |                   |
|  |  |   | Indice de risque           |                   |

Particulier, il y a lieu de remédier aux divers dysfonctionnements des actionneurs et/ou pré actionneurs susceptibles de mettre en jeu la sécurité des intervenants.

En effet, lorsque la sécurité repose sur des dispositifs de commande ou sensibles (commandes biannuelles, barrages immatériels...), seul le bon fonctionnement et la fiabilité des dispositifs de mise en marche et d'arrêt permet de garantir la sécurité de l'opérateur.

La fiabilité de ces organes concourt à réduire l'ex- position au risque, la probabilité d'occurrence de l'événement dangereux et, par conséquent, l'indice de risque.

## 9. Les différents moyens de protections détaillés dans ce recueil :

| Moyens de protection<br><br>Principe  | Chapitre 3<br><br>Distances de sécurité     | Chapitre 4<br><br>Protecteurs   | Chapitre 5<br><br>Dispositifs électro-sensibles pour la détection des personnes                                       | Chapitre 6<br><br>Commandes bimanuelles   | Chapitre 7<br><br>Dispositifs d'arrêt d'urgence | Chapitre 8<br><br>Consignations et déconsignations |
|---|---|---|---|---|---|--|
| Protection par éloignement<br><br>Maintien du corps humain ou d'une partie du corps humain hors de la zone de danger      | - Éloignement<br><br>- Écartements minimaux | - Protecteurs fixes<br><br>- Protecteurs réglables  |   | - Commandes bimanuelles électriques<br><br>- Commandes bimanuelles pneumatiques |   |  |
| Protection par contrôle d'accès périphérique<br><br>Détection du franchissement du périmètre délimitant la zone de danger |   | - Protecteurs mobiles associés à un dispositif de verrouillage et/ou d'inter-verrouillage | - Barrages immatériels<br><br>- Cellules monofaisceau<br><br>- Bords et barres sensibles                              |   |   |  |
| Protection de zone surfacique<br><br>Détection de la présence humaine dans la zone de danger                              |   |   | - Barrages immatériels<br><br>- Tapis et planchers sensibles<br><br>- Balayage de zone                                |   |   |  |
| Protection de zone volumétrique<br><br>Détection de la présence humaine dans la zone de danger                            |   |   | - Balayage de zone<br><br>- Infrarouge passif et/ou actif<br><br>- Vision<br><br>- Ultrasons<br><br>- Hyperfréquences |   |   |  |
| Protection de proximité<br><br>Détection au voisinage immédiat d'un organe dangereux                                      |   |   | - Bordures sensibles (bords, barres, pare-chocs)<br><br>- Cellules monofaisceau                                       |   |   |  |

|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|
| Protection par suppression du risque       |  |  |  |  | - Boutons « coup de poing »<br>- Dispositifs à câble<br>- etc. | - Transfert de clé<br>- Cadenas<br>- Dissipation d'énergie<br>- etc. |
| Mise ou maintien de la machine en sécurité |  |  |  |  |  |  |

**Tableau 6 :** Les différents moyens de protections détaillés.

## 10. Distances de sécurité, limitation d'efforts et d'énergie :

♣ **Principe :** La suppression de la plupart des risques d'origine mécanique peut être obtenue par construction en respectant des distances de sécurité minimales. Le respect de ces distances de sécurité permet de maintenir la zone dangereuse éloignée du corps humain ou d'une partie du corps humain. En conséquence, les principaux facteurs à prendre en compte pour une protection efficace sont :

- L'accessibilité de la zone dangereuse avec le corps humain ou avec les différentes parties du corps humain,
- Les dimensions anthropométriques du corps humain et des différentes parties du corps humain,
- Les dimensions des zones dangereuses

### 10.1. Protection par éloignement

La détermination des distances de sécurité vers le haut ou par-dessus les structures de protection est fonction de l'évaluation du risque, grave ou faible (risque grave conduisant à des lésions non réversibles ; risque faible conduisant à des lésions réversibles).

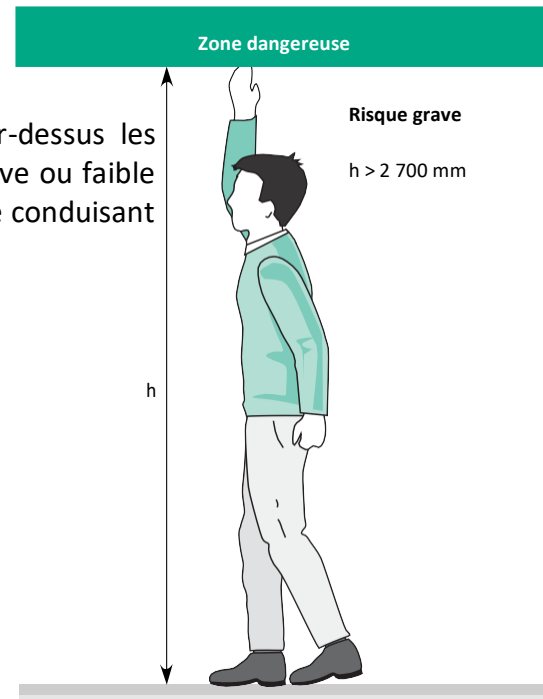


Figure [3] protection par éloignement (zone dangereuse)

## 10.1.1. Distances de sécurité à appliquer aux ouvertures régulières pour les membres supérieurs (Personnes âgées de 14 ans et plus)

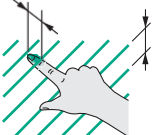
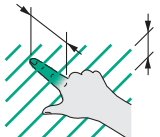
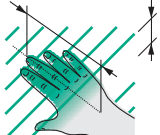
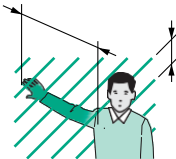
| Partie du corps   | Illustration   | Ouverture (mm)    | Distances de sécurité sr (mm) |            |            |
|---|--|-------------------|-------------------------------|------------|------------|
|   |  |                   | Fente                         | Carré      | Rond       |
| Extrémité du doigt                                      |   | $e \leq 4$        | $\geq 2$                      | $\geq 2$   | $\geq 2$   |
|   |  | $4 < e \leq 6$    | $\geq 10$                     | $\geq 5$   | $\geq 5$   |
|   |  | $6 < e \leq 8$    |                               | $\geq 15$  | $\geq 5$   |
| Doigt jusqu'à l'articulation à la base du doigt ou main | <br> | $6 < e \leq 8$    | $\geq 20$                     |            |            |
|   |  | $8 < e \leq 10$   | $\geq 80$                     | $\geq 25$  | $\geq 20$  |
|   |  | $10 < e \leq 12$  | $\geq 100$                    | $\geq 80$  | $\geq 80$  |
|   |  | $12 < e \leq 20$  | $\geq 120$                    | $\geq 120$ | $\geq 120$ |
|   |  | $20 < e \leq 30$  |                               | $\geq 120$ | $\geq 120$ |
|   |  | $30 < e \leq 40$  |                               | $\geq 200$ | $\geq 120$ |
| Bras jusqu'à l'articulation de l'épaule                 |   | $20 < e \leq 30$  | $\geq 850^*$                  |            |            |
|   |  | $30 < e \leq 40$  | $\geq 850$                    |            |            |
|   |  | $40 < e \leq 120$ | $\geq 850$                    | $\geq 850$ | $\geq 850$ |

Figure [4] Distances de sécurité à appliquer aux ouvertures régulières pour les membres supérieurs

### Protection par limitation des efforts et de l'énergie

#### ♣ Principe

Limitation des efforts et de l'énergie à des valeurs non dangereuses. Ce principe, qui relève de la prévention intrinsèque, ne peut être utilisé que dans le cas où les caractéristiques de l'actionneur sont suffisantes pour assurer la fonction requise (poussée, serrage, fermeture, etc.).

### 10.1.2. Facteurs à prendre en compte

- ♣ Accessibilité de la zone dangereuse,
- ♣ Dimensions anthropométriques,
- ♣ Énergie cinétique,

## Chapitre 02 : maîtrise des sources des énergies dangereuses : sécurité de machine

- ♣ Pression sur des parties du corps,
- ♣ Forme et dimensions des surfaces de contacts,
- ♣ Temps de réponse des mécanismes

| Série de valeurs n° 1 :                                       | Série de valeurs n° 2 :  |
|---|--|
| Effort maximaux s'exerçant sur des parties du corps :<br>75 N | Effort maximaux s'exerçant sur des parties du corps :<br>150 N |
| Énergie cinétique maximale de la partie mobile :<br>4 joules  | Énergie cinétique maximale de la partie mobile :<br>10 joules  |
| Pression de contact maximale :<br>50 N/cm <sup>2</sup>        | Pression de contact maximale :<br>50 N/cm <sup>2</sup>         |

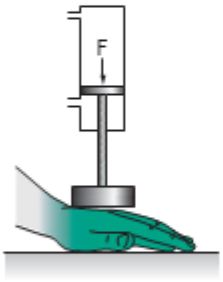

|  |   |
|--|---|
|  <ul style="list-style-type: none"> <li>• S'il n'y a pas de remontée automatique du piston, il ne faut pas dépasser la série de valeurs n°1.</li> <li>• Si le piston remonte automatiquement, par exemple par relâchement d'une pédale à action maintenue, il ne faut pas dépasser la série de valeurs n°2.</li> </ul> |  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si la porte n'est pas équipée d'un dispositif de protection qui provoque automatiquement sa réouverture, il ne faut pas dépasser la série de valeurs n°1.</li> <li>• Si la porte est équipée d'un bord sensible qui provoque automatiquement sa réouverture, il ne faut pas dépasser la série de valeurs n°2.</li> </ul> |
|--|---|

Figure [5] protection par limitation des efforts

## 11. Intervention sur les machines

L'analyse des accidents révèle la nécessité d'améliorer la sécurité des interventions hors production. Cette amélioration passe par une meilleure identification de ces interventions dans les différentes phases de vie d'un équipement de travail et plus particulièrement dans la phase « utilisation » (voir fig. 6). Une analyse de la terminologie utilisée dans les principaux textes relatifs aux équipements de travail et aux activités de maintenance.

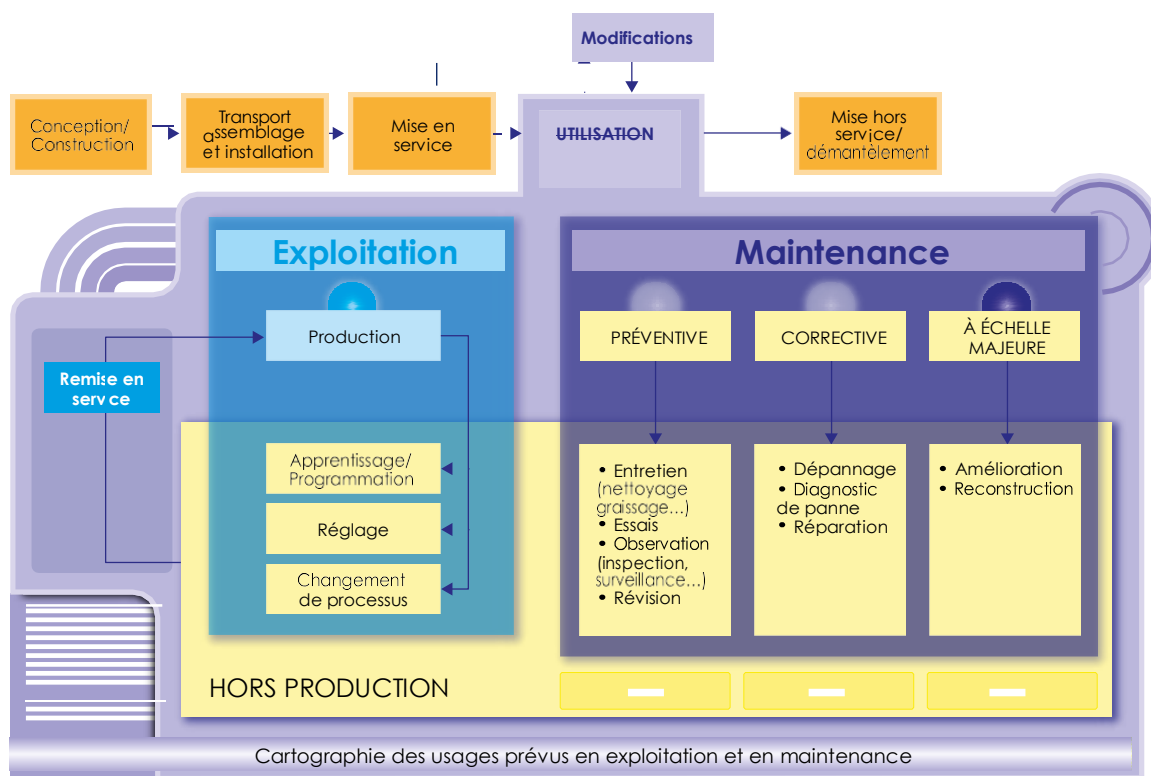


Figure 6. Architecture des phases de vie d'un équipement de travail.

### 11.1. Identification des interventions sur une machine

En se basant sur cette identification, une synthèse des types d'activités hors production normale est proposée.



## Chapitre 02 : maîtrise des sources des énergies dangereuses : sécurité de machine

Elle indique la nature des interventions potentielles sur une machine et non pas les services de l'entreprise responsables de ces interventions. Par exemple :

Le réglage, activité d'exploitation, peut être réalisé par du personnel d'exploitation ou du personnel de maintenance ;

L'entretien, activité de maintenance, peut être réalisé par du personnel d'exploitation ou du personnel de maintenance la phase de conception/construction inclut la mise au point et les tests de l'équipement de travail chez le concepteur.

Le transport, l'assemblage et l'installation sont regroupés comme dans la norme ISO 121002 ; l'installation comprend la mise au point et les tests réalisés chez l'utilisateur.

La phase de mise en service correspond aux essais de production et à la montée en cadence pour atteindre les conditions prévues d'exploitation.

La modification d'un équipement de travail est une phase particulière de sa vie ; elle fait l'objet de la part du Ministère en charge du travail, du guide technique du 18 novembre 2014 relatif aux opérations de modification des machines en service.

Concernant la phase utilisation, on distingue donc l'exploitation et la maintenance :

♣ **Exploitation** : elle comprend les différentes étapes de la préparation (changement de processus de fabrication, réglage, apprentissage, programmation) au fonctionnement. En fonctionnement, différents modes de productions peuvent être utilisés ainsi que des modes particuliers (communément appelés dégradés) prévus et non prévus (ces derniers sont appelés « dysfonctionnements » dans l'ISO 12100).

Le changement de processus couvre un panel très large ; d'un changement simple, tel que le paramétrage, en passant par un changement d'outillage jusqu'à des travaux qui nécessitent de reconsidérer une ou plusieurs parties de la machine. Dans ce cas, il s'agit d'activités d'amélioration, de modification ou de reconstruction.

♣ **Maintenance** : Les différentes interventions de maintenance peuvent être répertoriées selon les 3 types suivants : préventif, correctif et à échelle majeure

La phase de mise hors service (sous-entendu définitive) inclut le démantèlement, la mise au rebut et éventuellement le recyclage de tout ou partie de l'équipement.

La directive « Machines » rappelle au concepteur qu'une machine doit être conçue sans exposer quiconque à un risque, et ceci durant l'ensemble des phases de son cycle de vie.

L'analyse de la terminologie met plus particulièrement en évidence deux aspects. Tout d'abord, elle montre le grand nombre et la grande diversité des activités sur un équipement de travail. Globalement, les interventions « hors production » concernent la maintenance, mais également diverses activités d'exploitation telle que le réglage.

Ensuite, les documents de référence comme la directive « Machines » confirment, s'il était besoin, que toutes les phases de vie et l'ensemble des activités en utilisation sont à prendre en compte par le concepteur elles ne sont toutefois pas toujours aisées à identifier par ce dernier.

## Chapitre 02 : maîtrise des sources des énergies dangereuses : sécurité de machine

La mise en évidence des différentes interventions possibles est un premier pas pour prendre en compte ces activités et mettre en place des modes de fonctionnement adaptés avec les mesures de prévention appropriées.

### 12. Quelques chiffres sur les accidents

Une analyse de la base de données EPICEA4 concernant des accidents entre 1998 et 2008 sur l'ensemble des interventions autres que production, révèle 88 accidents mortels. Les principaux résultats de cette analyse, à savoir la répartition de ces accidents par facteurs de risques (fig. 2 et 3) et par phases (fig. 7 et 8) sont présentés ici.

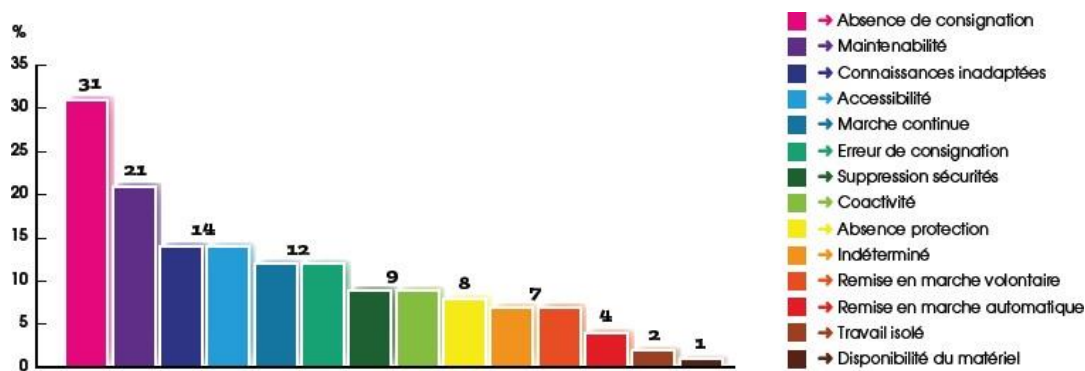


Figure [7] Répartition des accidents hors production par facteurs de risques.

Les facteurs de risque identifiés dans l'analyse peuvent être rassemblés selon trois composantes, technique, humaine et organisationnelle :

- ♣ Les facteurs techniques regroupent la maintenabilité, l'absence de protection ou les protections inadaptées ;
- ♣ Les facteurs humains regroupent les connaissances insuffisantes des opérateurs, notamment liées à l'appréhension du risque ;
- ♣ Enfin, les facteurs organisationnels correspondent principalement au respect des procédures, notamment à l'absence ou aux erreurs de consignation, à la coactivité et au travail isolé.

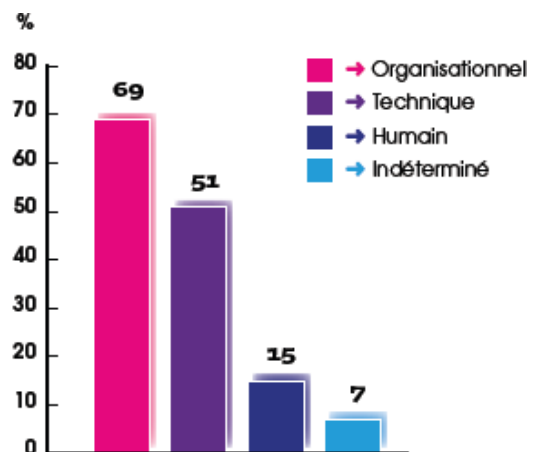
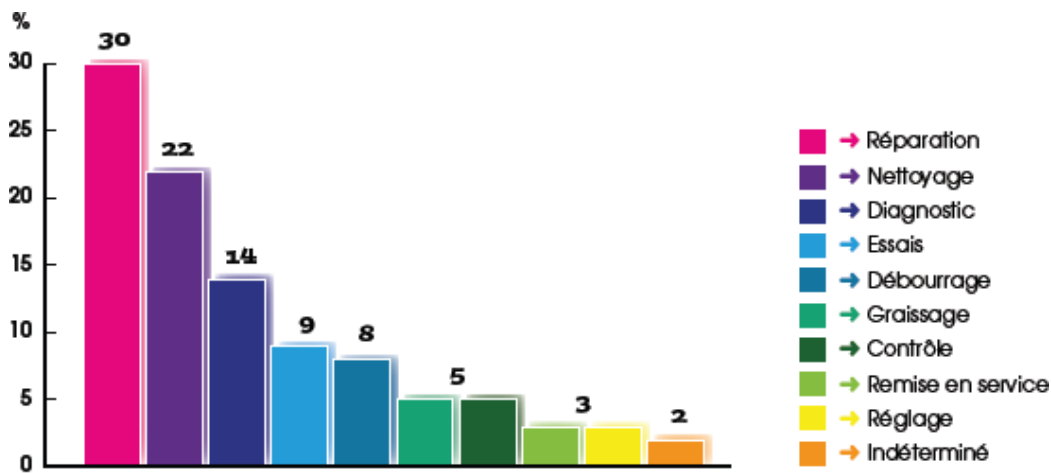


Figure [8] Répartition des accidents hors production par type de facteurs de risques.



La

Figure 9 Répartition des accidents hors production par phases.

Dénomination utilisée est celle trouvée dans les récits, ou induite par le récit car non décrite explicitement.

Les phases décrites dans les récits d'accidents sont regroupées par rapport à l'architecture proposée en figure 9. La maintenance préventive regroupe les activités de nettoyage, d'essai, de contrôle et de réglage (réglage effectué dans ces accidents suite à une activité de maintenance). La maintenance corrective regroupe les activités de réparation ou de dépannage. Le diagnostic est réparti en maintenance corrective ou préventive, selon qu'il est effectué suite à une panne ou non. Enfin, le dysfonctionnement correspond à des activités visant à « rattraper » des aléas de production – principalement dus au bourrage de matière première – donc à rétablir la fonction requise. Il s'agit en fait de maintenance pour laquelle il n'est pas possible de distinguer le préventif du correctif, ne sachant si une panne est survenue ou pas.

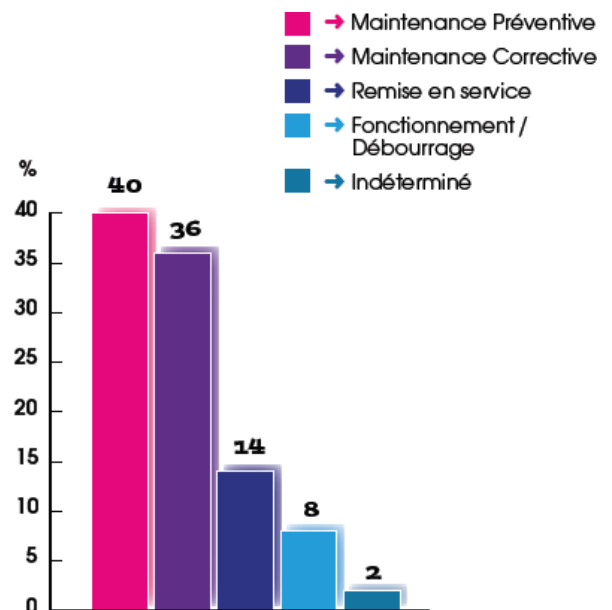


Figure 10 Répartition des accidents hors production par types de phases.

Même si la maintenance corrective reste très accident gène, principalement du fait de l'absence de consignation, les activités de maintenance

### 13. Les conditions d'intervention en fonctionnement PPN

L'intervention est à privilégier en maintenant le fonctionnement PPA. Toutefois, si le besoin d'intervention en fonctionnement PPN se justifie, les 4 conditions de la directive 2006/42/CE sont à respecter pour mettre en place le mode « observation

« Si, pour certaines opérations, la machine doit pouvoir fonctionner alors qu'un protecteur a été déplacé ou retiré et/ou qu'un dispositif de protection a été neutralisé, le sélecteur de mode de commande ou de fonctionnement doit simultanément :

- ♣ Désactiver tous les autres modes de commande ou de fonctionnement,
- ♣ N'autoriser la mise en œuvre des fonctions dangereuses que par des organes de service nécessitant une action maintenue,
- ♣ N'autoriser la mise en œuvre des fonctions dangereuses que dans des conditions de risque réduit, tout en évitant tout danger découlant d'un enchaînement de séquences,
- ♣ Empêcher toute mise en œuvre des fonctions dangereuses par une action volontaire ou involontaire sur les capteurs de la machine. »

Dans ce cas, les solutions telles que présentées dans le document INRS, référence ED 61226 peuvent être appliquées.

Il peut s'avérer que, pour des besoins d'observation du processus, certaines des conditions ci-dessus ne soient pas respectées. Ce cas est prévu par la directive qui introduit une « dérogation » :

♣ Les circonstances qui conduisent à ne pas pouvoir respecter les quatre conditions énoncées précédemment peuvent être respectivement :

♣ La nécessité d'observer le fonctionnement de la machine avec les caractéristiques d'un fonctionnement normal (par exemple en mode automatique). Les protections mises en place pour ce fonctionnement peuvent rendre inaccessibles la zone à observer ; il est donc nécessaire de les neutraliser.

♣ Les commandes à action maintenue ne peuvent pas être conservées si l'intervenant a besoin de ses deux mains ou encore si le maintien d'un dispositif de commande soulève des problèmes d'ergonomie, si un arrêt intempestif par relâchement des commandes est dangereux (bris, projection), etc.

♣ Le risque ne peut pas être réduit car l'intervention nécessite une vitesse normale d'usage par exemple.

♣ L'enchaînement de séquences à vitesse normale nécessite d'être vérifié (restitution d'un programme par exemple). Certaines interventions, notamment de diagnostic, nécessitent d'agir volontairement sur des capteurs provoquant le déclenchement de fonctions dangereuses.

Certaines applications nécessitent d'ailleurs de déroger à plusieurs des quatre conditions simultanément. Mais, l'objectif reste d'en remplir le maximum.

Dans ce cas, d'autres mesures de protection compensatoires doivent être mises en œuvre. Elles doivent être conçues et construites de manière à garantir une zone de travail la plus sûre possible. Pour cela, l'annexe D de la norme ISO 111618, relative à la mise en place d'un mode observation du processus, préconise un logigramme d'analyse. Mais, celui-ci conduit « trop facilement » le concepteur de la machine à se contenter de fournir des informations pour l'utilisation et à se reporter sur les mesures prises par l'utilisateur.

### 14. Les mesures de prévention

### 14.1. En fonctionnement PPA

Les mesures de prévention intrinsèque suivantes suppriment le besoin d'intervention en zone dangereuse et permettent de se placer dans le mode de fonctionnement PPA pour observer le processus :

- Fiabiliser l'équipement et déterminer les critères de remplacement des pièces d'usure dans la notice d'instructions. L'utilisateur doit respecter ces instructions, par exemple en programmant les actions de maintenance préventive et en ne les reportant pas ;
- Choisir à la conception les solutions qui suppriment les dysfonctionnements liés par exemple au bourrage, à la variabilité des matières travaillées, aux contraintes (mécaniques, environnementales...)
- Intégrer des outils d'aide au diagnostic, par exemple des systèmes de vidéo et d'analyse d'images, des fonctions de diagnostic via auto- mate, des systèmes d'analyse vibratoire, de contrôle d'huile, de thermographie infrarouge...
- Choisir une disposition adaptée des organes à observer et utiliser des protections qui permettent une bonne visibilité sur ces organes en conservant un fonctionnement PPA.

De plus, la définition très précise des performances et limites de la machine dans les documents commerciaux facilite le choix de la machine adaptée aux besoins de l'utilisateur et évite qu'une mauvaise utilisation conduise à des interventions dangereuses en fonctionnement.

### 14.2. En fonctionnement PPN

Les solutions qui respectent les quatre conditions de la directive sont à privilégier ; sinon d'autres mesures de protection doivent être mises en œuvre. La grande diversité des situations nécessitant un fonctionnement PPN ne permet pas de décrire de façon exhaustive les mesures pouvant être mises en œuvre. Des principes de solutions pour sécuriser ces situations sont proposés ci-après à travers deux exemples

## 15. PROTECTION PAR ZONES

### 15.1. Principes de sécurisation

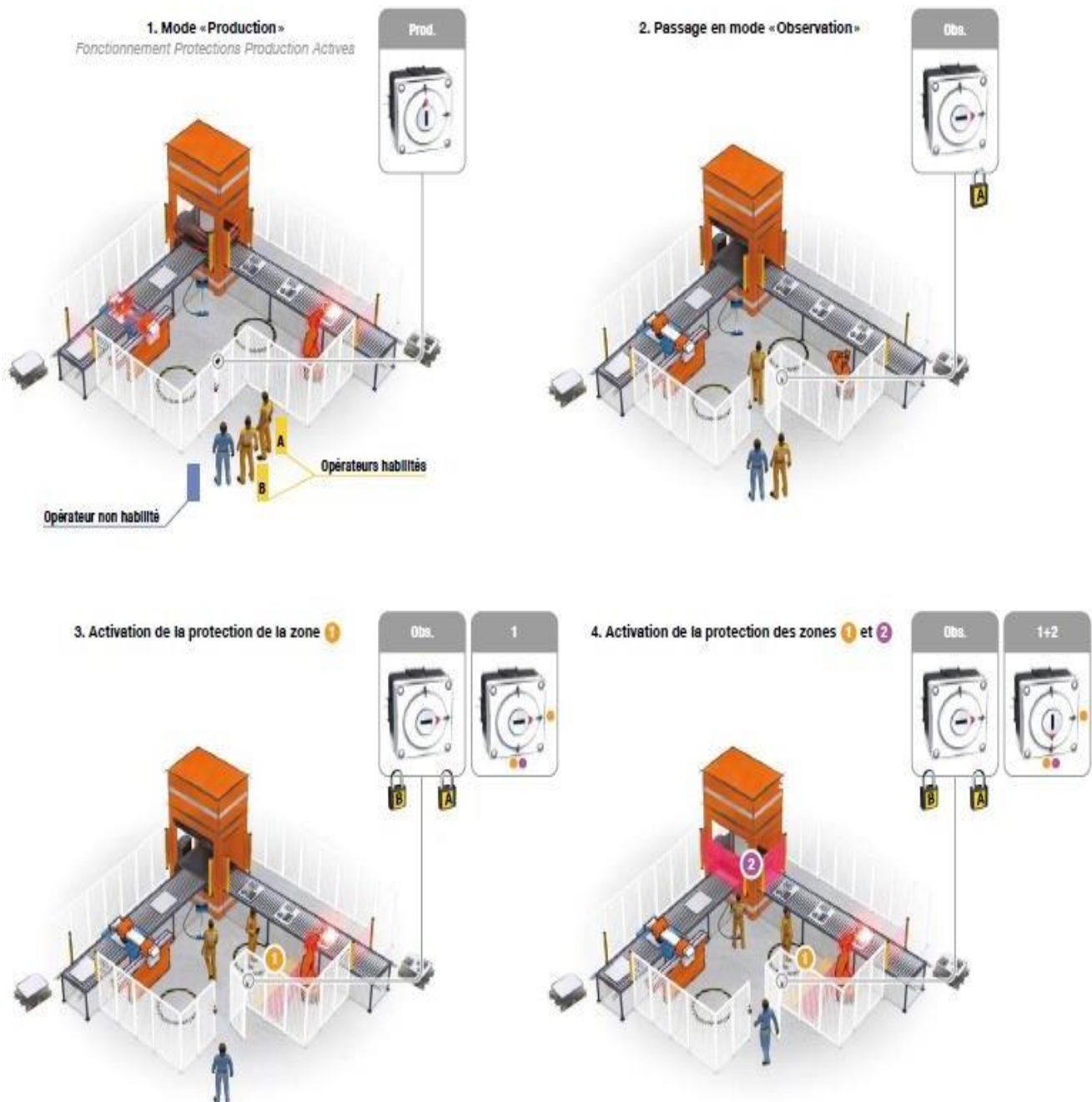
Les dispositifs de protection de la zone dangereuse à observer sont activés.

S'il existe plusieurs zones dangereuses, seule la zone dangereuse à observer est mise en marche, les autres restent à l'arrêt.

## Chapitre 02 : maîtrise des sources des énergies dangereuses : sécurité de machine

Dans ce cas de figure, il peut y avoir plusieurs observateurs possibles. Un seul organe de service pour la mise en marche peut être suffisant. Sinon, au cas où chaque observateur peut commander des éléments différents, les risques tels que les collisions d'axes sont à prendre en compte.

Figure [11]. Mise en sécurité de l'observation d'un processus par activation de protections de zones



Selon la nature des risques résiduels liés à la protection de la zone dangereuse à observer, il peut être nécessaire ou non de fermer l'accès à l'espace contrôlé vis-à-vis des tiers

### 16. ARRÊT D'URGENCE « MOBILE » ET DISPOSITIF DE VALIDATION

#### 16.1. Principes de sécurisation

Dans certains cas, il n'est pas possible d'arrêter le processus pour passer en mode « observation » ; dans cette configuration, l'opérateur ne dispose d'aucune autre sécurité qu'un arrêt d'urgence mobile permettant d'arrêter les mouvements dangereux.

Un arrêt d'urgence doit venir à l'appui d'autres mesures de protection et non les remplacer (section 1.2.4.3 de la directive 2006/42/CE). Cette solution n'est donc pas sans risques. D'une façon générale, le recours à cette solution n'est pas souhaitable.

Si toutefois, il s'avère que c'est la seule alternative, l'analyse du risque doit démontrer que l'opérateur est toujours en situation d'évitement possible. Elle peut cependant être utilisée en complément d'autres mesures telles que celles évoquées précédemment car elle permet à l'opérateur de se déplacer tout en agissant sur un dispositif de validation (sans utilisation conjointe d'un dispositif de commande) et en actionnant si nécessaire un arrêt d'urgence.

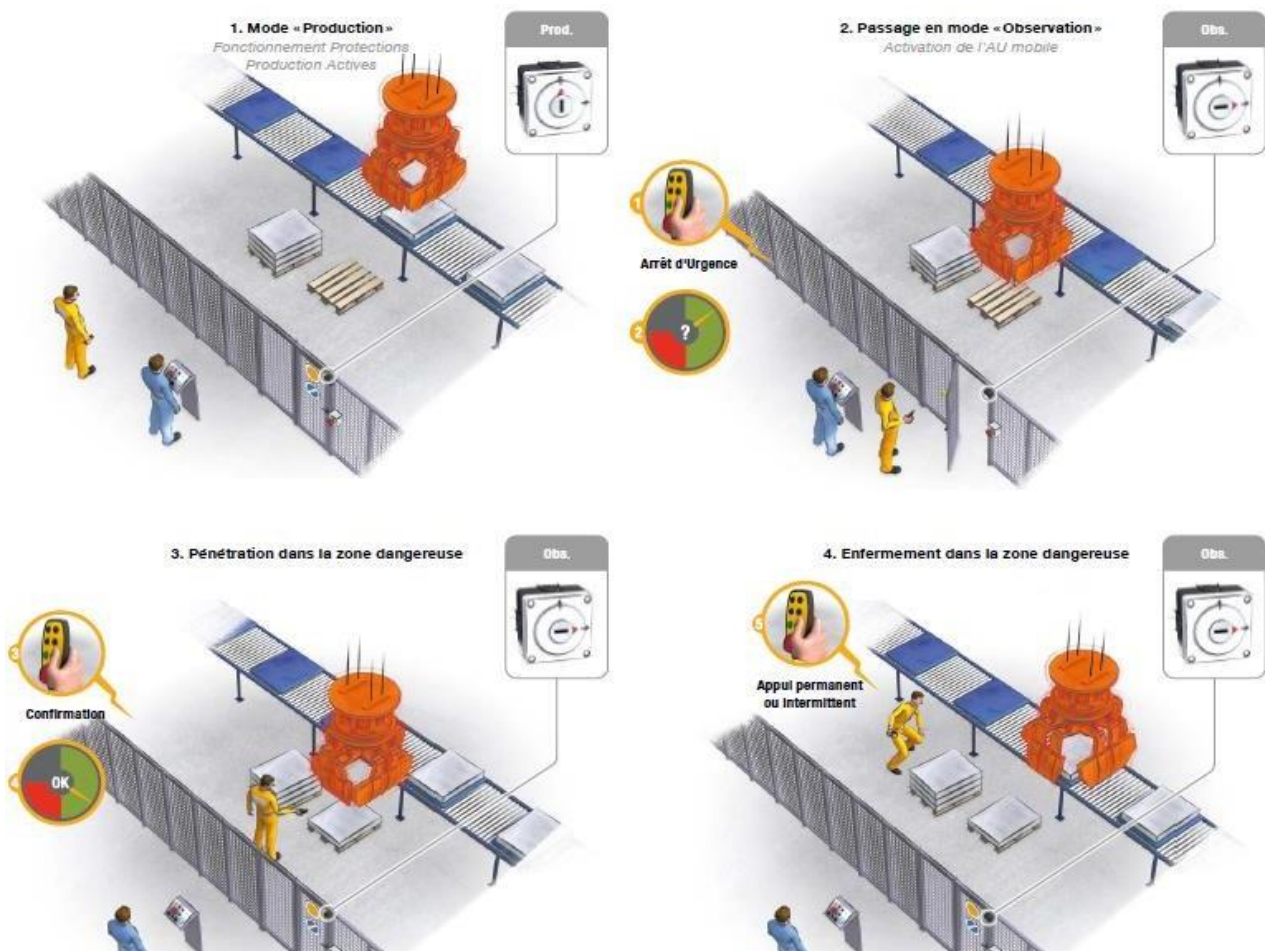


Figure [12] : ARRÊT D'URGENCE « MOBILE » ET DISPOSITIF DE VALIDATION

## 17. Protection par réduite

### 17.1. Vitesse réduite :

Le tableau 7 présente toutes les valeurs de vitesse réduite issues de la littérature, exprimées en Millimètres par seconde (mm/s), par ordre croissant, avec les références des documents desquels ces valeurs sont tirées.

| SECTEUR           | MACHINE - ÉLÉMENT DE LA MACHINE<br>(si précisé)  | PRESCRIPTION DE VITESSE*<br>(mm/s) | SOURCE |
|-------------------|--|------------------------------------|--------|
| Imprimerie        | Presse à imprimer  | 8                                  | [9]    |
| Imprimerie        | Machine d'impression à feuilles de vernissage (sauf machines à sérigraphie)  | 8                                  | [10]   |
| Imprimerie        | Machine d'impression et de transformation du papier – Gouffreuse   | 8                                  | [11]   |
| Imprimerie        | Onduleuse – colleuse double face<br>Plieuse – colleuses<br>Machine en ligne – margeur<br>Presse à platine à alimentation automatique – Margeur | 8                                  | [12]   |
| Imprimerie        | Gouffreuse   | 8                                  | [13]   |
| Manufacturier     | Presse plieuse hydraulique   | 10                                 | [14]   |
| Industrie textile | Machine à tisser   | 10                                 | [19]   |

**Tableau 7 : Valeurs de vitesse réduite de la littérature, classées par ordre croissant, avec indication des références.**

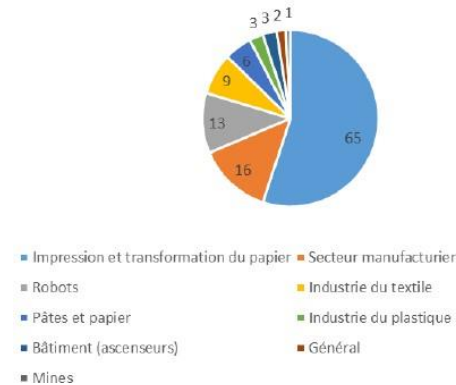
Les vitesses prescrites sont des vitesses linéaires (vitesse d'un objet en translation ou vitesse périphérique d'un objet en rotation)

La figure 13 montre la répartition des secteurs industriels (ou types de machine) en fonction du nombre de références au mode vitesse et/ou effort réduits (en des termes qualitatifs comme en valeurs précises ; une même valeur peut être comptée plusieurs fois dans un même document). Les robots et les machines-outils pouvant être utilisés dans plusieurs secteurs sont considérés indépendamment



Figure [13] Secteurs industriels/types de machine répartis en fonction du nombre de valeurs /références au mode V/E réduits.

Secteurs industriels répartis en fonction du nombre de valeurs/références au mode V/E réduits



On remarque que le secteur de l’impression et de la transformation du papier est de loin celui qui est le plus riche en recommandations (65 sur 118, soit 55 %). En effet, ce secteur comprend une multitude de machines différentes (presses à feuilles, presses rotatives, massicots, enrouleurs, dérouleurs, etc.) sur lesquelles les interventions sont fréquentes. Le domaine manufacturier, ainsi que celui des machines-outils et des robots sont également relativement bien documentés (respectivement 16 et 13 sur 118, soit 14 % et 11 %). En considérant les machines et non le secteur au sens strict du terme, les robots sont les machines pour lesquelles on recense le plus d’informations sur le fonctionnement à vitesse réduite.

## 17.2. Effort réduit

Le tableau 8 présente toutes les valeurs d’effort réduit issues de la littérature, exprimées en Newton (N), par ordre croissant, avec les références des documents desquels ces valeurs sont tirées.

| DOMAINE    | MACHINE - ÉLÉMENT DE LA MACHINE – PHÉNOMÈNE DANGEREUX  | PRESCRIPTION D’EFFORT (N) | SOURCE* |
|------------|--|---------------------------|---------|
| Imprimerie | Presse à platine à alimentation manuelle   | 20                        | [12]    |
| Imprimerie | Presse à imprimer  | 50                        | [32]    |
| Imprimerie | Système de reliure et de finitions (Binding and finish ING system) – Protecteurs mobiles   | 50                        | [13]    |
| Imprimerie | Presse à imprimer – Protecteurs mobiles Motorisés  |                           | [10]    |
| Imprimerie | Brocheuse à fil métallique, riveteuse, machine à poser les œillets et machine àagrafer (alimentation manuelle)<br>Encarteuse – piqueteuse Machine à fabriquer les enveloppes – Table de recette avec disques de séparation | 50                        | [11]    |
| Imprimerie | Plieuse-colleuse – Courroie de traction  | 70                        | [12]    |
| Général    | Général  | 75                        | [41]    |
| Général    | Général  | 75                        | [42]    |
| Imprimerie | Plieuse-colleuse – Zone de pressage  | 100                       | [12]    |
| Bâtiment   | Ascenseur – Porte  | 135                       | [44]    |
| Général    | Général  | 150                       | [42]    |

|            |  |     |      |
|------------|--|-----|------|
| Imprimerie | Presse à imprimer  | 150 | [32] |
| Imprimerie | Système de reliure et de finition <sup>4</sup> (Binding and finish ING system) | 150 | [13] |
| Général    | Général  | 150 | [43] |

**Tableau 8 – Valeurs de force/effort de la littérature avec indication des références.**

\* Des sources portant parfois sur plusieurs machines ou variantes de machine, certaines peuvent recommander à plusieurs reprises la même valeur.

### 17.3. Énergie cinétique réduite

Le tableau 9 présente les valeurs d'énergie cinétique issues de la littérature, exprimées en joules (J), par ordre croissant, avec les références des documents desquels ces valeurs sont tirées.

| DOMAINE  | MACHINE - ÉLÉMENT DE LA MACHINE – PHÉNOMÈNE DANGEREUX | PRESCRIPTION D'ÉNERGIE (J) | SOURCE* |
|----------|---|----------------------------|---------|
| Bâtiment | Ascenseur – Porte                                     | 3,5                        | [44]    |
| Général  | Général   | 4                          | [42]    |
| Général  | Général   | 4                          | [43]    |
| Général  | Général – Protecteurs mobiles                         | 4                          | [45]    |
| Bâtiment | Ascenseur – Porte                                     | 4                          | [46]    |
| Général  | Général   | 10                         | [42]    |
| Général  | Général   | 10                         | [43]    |
| Général  | Général – Protecteurs mobiles                         | 10                         | [45]    |
| Bâtiment | Ascenseur – Porte                                     | 10                         | [46]    |

**Tableau 9– Valeurs d'énergie cinétique de la littérature avec indication des références.**

\* Des sources portant parfois sur plusieurs machines ou variantes de machine, certaines peuvent recommander à plusieurs reprises la même valeur.

### 17.4. Pression réduite

Le tableau 10 présente toutes les valeurs de pression issues de la littérature, exprimées en Newton par centimètre carré (N/cm<sup>2</sup>), par ordre croissant, avec les références des documents desquels ces valeurs sont tirées

| DOMAINE   | MACHINE - ÉLÉMENT DE LA MACHINE – PHÉNOMÈNE DANGEREUX | PRESCRIPTION DE PRESSION (N/CM2) | SOURCE * |
|-----------|---|----------------------------------|----------|
| Général   | Général   | 10                               | [52]     |
|           | Machine d'emballage                                   |                                  | [53]     |
| Général   | Général   | 20                               | [52]     |
|           | Machine d'emballage                                   |                                  | [53]     |
| Emballage | Cercleuse   | 25                               | [48]     |
| Emballage | Machine de groupe et d'emballage secondaire           | 25                               | [59]     |
| Général   | Général   | 25                               | [52]     |
|           | Machine d'emballage                                   |                                  | [53]     |
| Général   | Général   | 30 ; 35 ; 45                     | [52]     |
|           | Machine d'emballage                                   |                                  | [53]     |
| Général   | Général   | 50                               | [42]     |
|           | Machine d'emballage                                   |                                  |          |
|           | Machine de groupe et d'emballage secondaire           | 50                               | [59]     |
| Général   | Général   | 50                               | [52]     |
|           | Machine d'emballage                                   |                                  | [53]     |
| Général   | Général   | 60 ; 70 ; 75 ; 80                | [52]     |
|           | Machine d'emballage                                   |                                  | [53]     |

**Tableau 10 – Valeurs de pression de la littérature avec indication des références.**

\* Des sources portant parfois sur plusieurs machines ou variantes de machine, certaines peuvent recommander à plusieurs reprises la même valeur

### 17.5. Énergie thermique réduite

La température d'un élément de machine peut évidemment être à l'origine de blessures graves pour les travailleurs. Au même titre que les autres formes d'énergie dont il a été question jusqu'à présent, la réduction de la température des éléments jugés dangereux peut être considérée comme un moyen utile de réduction du risque. La norme ISO 13732-1 [49] donne les valeurs seuils de température pouvant causer des brûlures lorsque la peau de l'être humain entre en contact avec une surface solide chaude pour des durées de contact de 0,5 seconde ou plus. Comme le montre l'exemple du graphique à la figure 14, les valeurs de température et de temps d'exposition sont définies et peuvent servir à déterminer de façon précise les risques auxquels les travailleurs peuvent être exposés. Bien qu'aucun exemple n'ait été recensé dans la littérature dans le cadre de ce projet, il est possible de penser que la réduction de la température peut aisément être utilisée comme moyen de réduction du risque dans le contexte de l'application de l'article 186 du RSST et des informations contenues dans la norme ISO 13732-1.

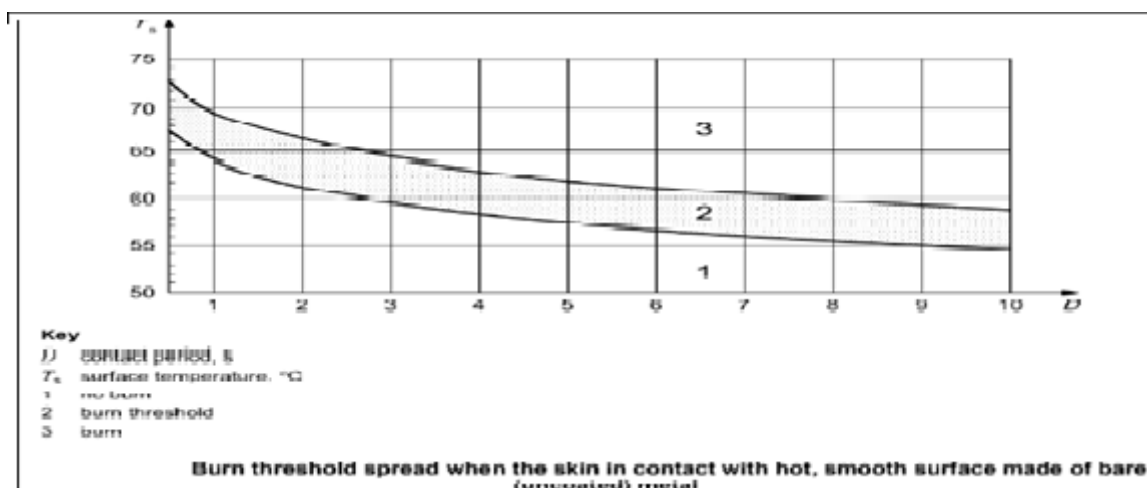


Figure 13: exemple extraite de la norme 13732-1 sur les valeurs seuils des températures peuvent causées des brulures.

### 18. Études spécifiques pour déterminer les valeurs d'énergie réduite

#### 18.1. Détermination d'une vitesse réduite sécuritaire pour les robots

Les résultats de deux études (Beauchamp et coll. [34], Kuivanen et coll. [50]) visant à déterminer une vitesse réduite sécuritaire pour les robots ont été recensés dans la littérature scientifique.

Ces deux études présentent un protocole semblable : le sujet se trouve dans l'enceinte du robot et effectue une tâche pour simuler un travail. Le robot exécute un programme avec des « erreurs programmées pouvant survenir de façon aléatoire. Le temps de réaction du sujet à la détection de l'anomalie ou à l'impact simulé est alors mesuré en fonction de plusieurs paramètres : luminosité, contraste des couleurs du robot et de l'arrière-plan pour Beauchamp et coll., vitesse du robot et position du sujet par rapport au robot au moment de l'anomalie pour Beauchamp et coll. et pour Kuivanen et coll.

## Chapitre 02 : maîtrise des sources des énergies dangereuses : sécurité de machine

Beauchamp et coll. ont conclu que la vitesse de 250 mm/s recommandée dans les normes n'est valable que si le travailleur utilise un pendant de programmation équipé d'une poignée de validation (mouvements du robot stoppés si relâchée). Cependant, à l'époque de la rédaction de l'article décrivant cette étude (1991), peu de pendants de programmation étaient équipés de telles poignées. Les auteurs recommandaient donc une vitesse réduite de 170 mm/s, en se basant sur leurs résultats.

Quant à Kuivanen et coll., leurs résultats montrent que le nombre de collisions augmente significativement à partir de vitesses supérieures à 150 mm/s. D'après le mode opératoire, l'opérateur n'a pas le contrôle du robot en permanence (n'utilisant pas de pendant de programmation). Ils concluent donc également qu'il faudrait revoir à la baisse la recommandation de 250 mm/s et baser la nouvelle recommandation sur des études tenant compte de la capacité d'un humain à détecter et à éviter une collision avec un robot.

Une seule étude servant à déterminer un modèle mathématique de collision, qui permettrait de limiter le recours à des études expérimentales longues et coûteuses, a été recensée [51]. Dans cette étude de Park et coll., les données issues des simulations d'impact avec un robot au niveau de la tête et de la poitrine ont été comparées à des données expérimentales (obtenues avec un mannequin, ou un cadavre dans le cas d'un choc au nez). La surface de contact utilisée était contondante. La variable restante qui entre en jeu dans la détermination d'une vitesse sécuritaire était alors la masse de l'ensemble bras de robot et charge. Bien que l'objectif de l'article soit différent, on peut tout de même en retenir que la vitesse maximale sécuritaire serait différente d'un robot à l'autre, en fonction de sa masse. Park et coll. concluent que le modèle mathématique est relativement fiable et peut être utilisé pour étudier des mécanismes de sécurité passive (c'est à-dire ne nécessitant pas d'intervention humaine, comme pour un coussin gonflable d'une voiture, contrairement à un bouton d'arrêt d'urgence par exemple), ou pour des systèmes de commande relatifs à la sécurité. De plus, Park et coll. constatent que des dommages importants comme une fracture du nez ou de la thyroïde et du cartilage cricoïde, pourraient survenir avec la plupart des robots industriels (sauf si la masse du bras et de la charge est inférieure à 4 kg).

### 19. Conclusion :

En conclusion les parties présentés dans ce chapitre ce charge d'exposer des méthodes et procédures afin de prendre en considération la sécurisation des machines tant sur les risques encourus que les protections et les préventions à prendre en compte pour l'amélioration des conditions de travail et une exploitation rentable et sécurisée.

Cette partie constitue un atout tant pour l'employeur à travers deux points essentiels :

- L'économie d'énergie suite à l'exploitation de la machine en régime auxiliaire.
- La durée de vie améliorée (défaut d'échauffement et usure).

Et pour l'employé (travailleur), un régime de fonctionnement plus sécurisé.

La sécurisation de la machine dans l'actuel soucis nous permet des fonctionnements auxiliaires a couple (force et charge active) réduits et à vitesse limite et réduite.

Ces deux paramètres essentiels sont définis par des normes internationales destinées au future concepteur de machine.

De plus la puissance et l'énergie consommées en régime réduit va consommer moins que régime ordinaire, cette situation sera en conformité à la norme 50001.

## Chapitre 3

Mangement des énergies :

*Il n'y a rien dans la vie que nous devrions craindre, nous devrions plutôt seulement le comprendre. Il est temps que notre compréhension augmente, que notre peur diminue. Marie Curie (physicienne et chimiste polonaise)*



### I) Introduction

Indispensable au fonctionnement des organismes quelles que soient leurs activités, l'énergie représente un poste de coût majeur. Il suffit d'évaluer l'énergie utilisée tout au long de la chaîne d'approvisionnement d'une entreprise, des matières premières au recyclage, pour s'en représenter l'ampleur.

Outre son coût économique pour les organismes, l'énergie a également un coût environnemental et sociétal du fait de l'épuisement des ressources et de certains problèmes, comme le changement climatique.

Il faut beaucoup de temps pour développer et déployer des technologies permettant d'exploiter de nouvelles sources d'énergie et des énergies renouvelables.

Un organisme n'a aucune maîtrise sur les prix de l'énergie, les politiques publiques ou l'économie mondiale. Il peut en revanche améliorer sa gestion de l'énergie, dès à présent.

L'amélioration de la performance énergétique permet aux organismes d'obtenir des résultats rapides, en optimisant l'utilisation de leurs sources d'énergie disponibles et de leurs biens énergétiques, d'où une réduction du coût et de la consommation d'énergie.

L'organisme jouera également un rôle positif en préservant les ressources d'énergie et en atténuant l'impact de l'utilisation de l'énergie sur la planète, comme le réchauffement climatique.





### I) LA NECESSITE DE GERER DURABLEMENT L'ENERGIE INDUSTRIELLE :

### II) L'utilisation de l'énergie dans l'industrie :

Cette section présente l'énergie dans sa définition la plus courante. Elle démontre également que le secteur industriel et plus largement, la société, dépendent de l'utilisation de l'énergie à grande Échelle. Enfin, la connaissance de la consommation et de l'utilisation de l'énergie dans l'industrie est essentielle pour pouvoir prioriser des leviers d'actions.

#### 1.1 L'énergie au quotidien :

D'après le dictionnaire de l'Académie française, l'étymologie du mot « énergie » est grecque et représente « une force en action ». En d'autres termes, l'énergie représente la capacité d'un système physique à produire un effet (mouvement, chaleur, vitesse etc.). On peut la classer de diverses manières (énergie électrique, thermique, nucléaire etc.). Par ailleurs, l'énergie ne peut être ni créée ni détruite. C'est la loi de la conservation de l'énergie : au sein d'un système défini, la quantité d'énergie est invariante au cours du temps. Cependant, elle peut passer d'une forme à l'autre, ou être échangée d'un système à un autre : dans la chaîne énergétique, on qualifie le degré de conversion de l'énergie, de secondaire, de finale et d'utile (via le vecteur énergétique). L'énergie primaire est la source d'énergie brute, regroupant les ressources épuisables et les renouvelables, elle n'est donc pas convertie. L'énergie secondaire et l'énergie finale sont, elles, le fruit d'un processus de transformation essentiel à la production de services énergétiques, notamment à des fins industrielles

#### 1.2 Les unités de mesure de l'énergie :

L'énergie n'est ni visible ni palpable, mais elle tout à fait mesurable. Au niveau international, l'unité officielle de mesure de l'énergie est le Joule (J). Il s'agit d'une unité très petite, peu utilisée dans l'industrie : par exemple, une heure de chauffage par un radiateur électrique se comptera en millions de joules (ou mégajoules, MJ). Nous parlons donc souvent avec les multiples de l'unité : kilojoule (kJ) pour 1000 joules, million de joules (MJ) ou milliard de joules (GJ). Il existe des unités plus pratiques, qui peuvent aussi correspondre aux différentes formes prises par l'énergie. Ainsi, on utilise souvent une expression en wattheure (Wh), généralement pour l'électricité. L'expression de l'énergie en wattheure permet de se représenter l'énergie comme une puissance disponible pendant un certain temps : une ampoule de 100 W qui reste allumée pendant une heure consommera une quantité d'énergie de 100 Wh. Au besoin, on parle de kilowattheure (kWh), de mégawattheure (MWh) ou de gigawattheure (GWh). Enfin, on utilise aussi couramment la Tonne équivalent pétrole (tep), développée dans les années 1970 du fait de la position dominante du pétrole. Elle représente l'énergie produite par la combustion d'une tonne de pétrole. Cette unité est très utilisée dans l'industrie puisqu'elle permet de comparer facilement des formes d'énergie différentes (charbon, bois, fuel, gaz, électricité.).



| Unité de mesure | Joules        | KWh          | TEP                  |
|-----------------|---------------|--------------|----------------------|
| 1 Joule         | 1             | 0,000 002 77 | 0,000 000 000 002 38 |
| 1 kWh           | 36 00 000     | 1            | 0,000 0857           |
| 1 Tep           | 4 200 000 000 | 11 666       | 1                    |

Tableau 11 *Correspondance des unités principales de mesure de l'énergie*

## 1.3 Les sources d'énergie

Les sources d'énergie sont les matières premières et les phénomènes naturels utilisables par l'homme pour produire de l'énergie sous une forme utile. On parle également d'énergie primaire, captées dans la nature, donc non-transformées et directement utilisables. Les différentes énergies primaires sont les combustibles fossiles (charbon, pétrole, gaz naturel), les combustibles nucléaires (dont l'uranium) et les énergies renouvelables (énergies de flux, biomasse, géothermie). Les sources d'énergie non renouvelables résultent de transformations matérielles dont certaines, comme les

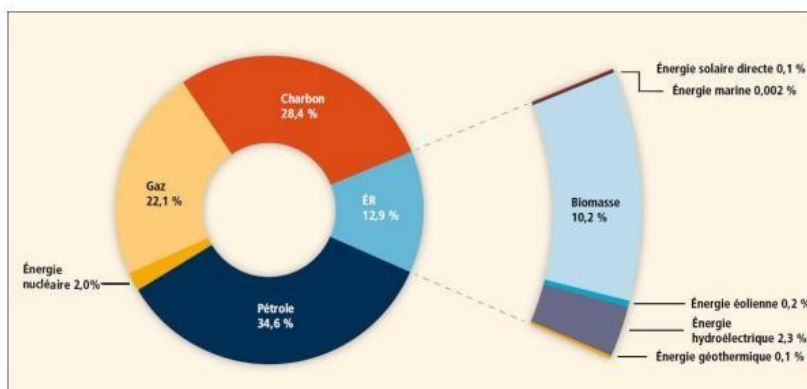


Figure 15 *Proportion des diverses sources d'énergie dans l'approvisionnement mondial total en énergie primaire en 2008*

combustibles fossiles, se sont constituées sur des millions d'années et dont d'autres, sont à l'état natif mais limité comme l'uranium. Leur utilisation implique la diminution et la destruction irréversible des quantités naturellement stockées sur Terre. Et malgré la présumée disponibilité des énergies renouvelables, il est toutefois possible d'exploiter la biomasse plus vite qu'elle ne se renouvelle où d'extraire de la chaleur d'un gisement géothermique plus vite que les flux de chaleur ne peuvent le reconstituer.

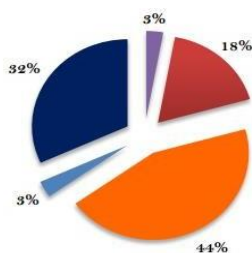


Figure 16 *Répartition de la consommation d'énergie finale par secteurs d'activités en 2012 (%)*

Il en ressort que le pétrole reste la source d'énergie dominante et que 85% de la production mondiale d'énergie repose sur les combustibles fossiles. Si l'on ajoute la source nucléaire, on constate que la production mondiale d'énergie primaire est basée sur des ressources non renouvelables.

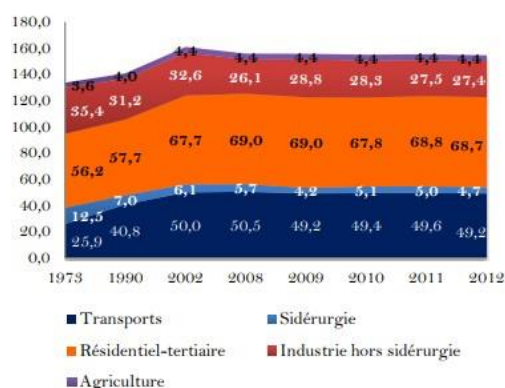
### 1.4 La consommation d'énergie : évolution et consommatrice

Une consommation technologique qui ont eu des effets notables sur la consommation d'énergie : la part de la consommation finale énergétique de 36 % en 1973 (y compris la sidérurgie) n'était plus que de 21 % en 2012. Depuis les années 2000, la consommation d'énergie finale décroît, alors que la production industrielle se stabilise.

La Figure montre que l'industrie se classe juste derrière le transport, comme le troisième secteur le plus consommateur d'énergie, avec environ 20% des quantités annuelles consommées., on remarque qu'au cours de la période 1973-2012, seules les consommations d'énergie finales de l'industrie y compris la sidérurgie, ont fortement diminué (de 47,9 à 32,1 Mtep).

#### ♣ L'énergie, un facteur de production très concentré dans l'industrie

*Figure 17. Consommation d'énergie finale par secteurs d'activités entre 1973 et 2012 en France (Mtep)*



*Figure 18 : Consommation d'énergie totale selon l'activité industrielle en 2010 (%)*



La production énergétique dépend de l'activité et de l'intensité de la consommation associée. Ainsi, des disparités importantes existent entre les différentes branches de l'industrie. En 2010, la chimie consommait 23% de l'énergie utilisée dans l'industrie, la sidérurgie 22%, les industries agroalimentaires 16%, le papier-carton 10%. Ces industries lourdes sont réputées pour être de «Grandes Consommatrices d'Énergie» (IGCE), en opposition aux industries légères dédiées pour l'essentiel aux biens de consommation : l'alimentaire, chimie légère (produits pharmaceutiques, cosmétiques, détergents...), l'électronique (téléphonie mobile, ordinateurs...), l'automobile, le textile etc. La liste complète des secteurs d'activités industrielles.

Il est cependant à noter que les industries lourdes, malgré leur poids prédominant dans la consommation d'énergie totale, sont aujourd'hui en déclin depuis la dernière crise économique contrairement aux industries légères qui progressent.

### 1.5 Les utilisations finales de l'énergie dans l'industrie :

#### ♣ Le process industriel

Le process représente les installations et équipements proprement dits, nécessaires à la ligne de production et comprenant tous les appareils nécessaires à la transformation des matières premières. Les équipements nécessaires au fonctionnement du process, on peut relever :

- Les équipements statiques pour les opérations de transport et de stockage (tuyauteries, bacs) ;
- Les équipements dynamiques pour les opérations de transformation (fours, tours de distillation, séparateurs, échangeurs, etc.).

Et les équipements nécessaires au contrôle du process (instrumentation) :

- Des prises de mesure (essentiellement de pression, débit, niveau, température) disposées sur les équipements (compteurs d'énergie thermique, frigorifique.) ;
- Des instruments de mesure (monitoring, transmetteurs.)
- Des organes de contrôle (régulateurs) ;
- Des organes de sécurité (alarmes, systèmes de commandes automatiques.) ;
- Des organes de commande permettant de moduler ou de sectionner les flux de matières (vannes motorisées de sectionnement, vannes régulatrices, pompes, ventilateurs, etc.) ;
- Des organes de protection (soupapes de sécurité.)

### ♣ Les utilités

Les utilités quant à elles représentent l'ensemble des "fluides" alimentant les lignes de production et nécessaires au fonctionnement des installations industrielles, mais n'entrant pas directement en contact avec le produit fabriqué, transformé : il s'agit d'électricité, de vapeur, de gaz, d'air comprimé ainsi que des eaux (de refroidissement, eau chaude, de lavage etc.). Les fluides dits énergétiques, circulent et alimentent les procédés grâce à des systèmes de pompage.

### ♣ Les principales utilisations finales

Les principales utilisations finales de l'énergie dans le secteur industriel sont utilisées à des fins thermiques et électriques, dont le Tableau 12 ci-dessous illustre les systèmes. On notera à cet égard que 70% de l'énergie électrique industrielle consommée dans le monde est directement liée aux seuls moteurs électriques [11].

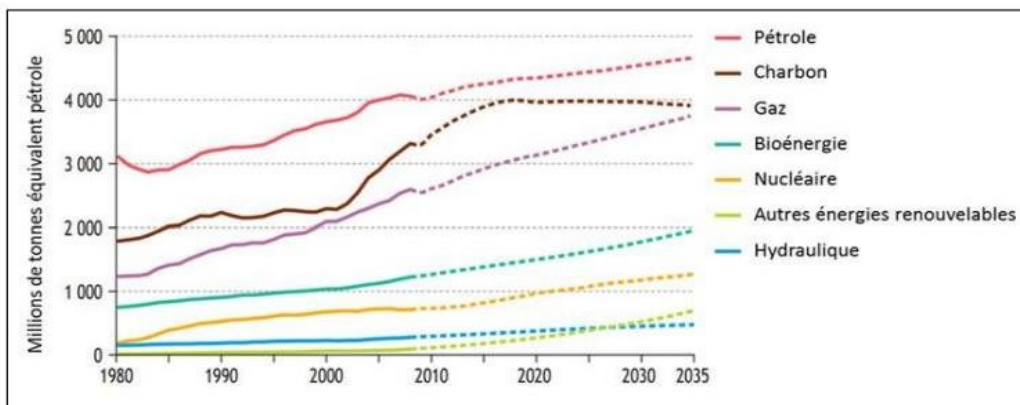
Tableau 12: Les principales utilisations finales de l'énergie dans l'industrie<sup>12</sup>

| Energie thermique   | Energie électrique  |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fours</li> <li>- Chaufferies</li> <li>- Climatisation</li> <li>- Réfrigération</li> <li>- Cuisson</li> <li>- Séchage</li> <li>- Chauffage domestique et climatisation, y compris la ventilation</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Moteurs</li> <li>- Pompes</li> <li>- Ventilateurs</li> <li>- Convoyeurs</li> <li>- Concassage, broyage, fraisage</li> <li>- Usinage, façonnage, fabrication</li> <li>- Systèmes à vide</li> <li>- Eclairage</li> </ul> |

### 1.6 Une augmentation constante de la demande d'énergie :

Selon l'Agence Internationale de l'Energie (AIE), la demande d'énergie pourrait augmenter d'un tiers entre 2011 et 2035 (Figure 19). La part des énergies fossiles restera dominante, puisqu'elle atteindra environ 75% à cet horizon malgré le développement des énergies renouvelables.

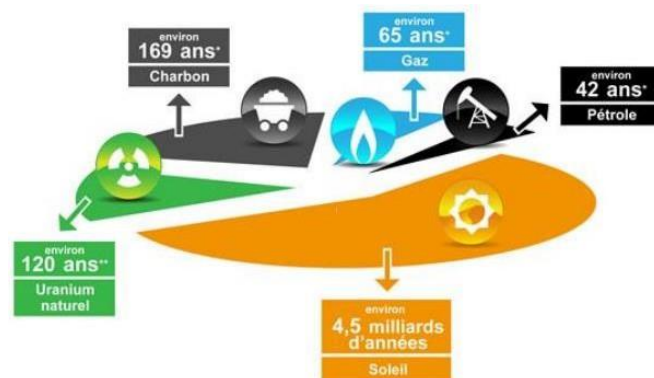
**Figure 19:** Consommation mondiale d'énergie primaire d'ici 2035 (Mtep)<sup>1,2</sup>



Aussi, en tenant compte des projections démographiques qui prévoient que la population mondiale devrait atteindre 9 à 10 milliards d'habitants à l'horizon 2050, c'est 50 Gtep d'énergie primaire qui seraient consommées chaque année. Une telle situation n'est pas seulement « non durable », elle est tout simplement impossible. Le système énergétique ne serait pas capable de répondre à une telle demande : il faudrait 5 « Planètes Terre » pour satisfaire l'ensemble de ces besoins énergétiques. Cette croissance, qui touche tous les secteurs, reflète bien le besoin de plus de performance et d'efficacité dans les différents usages de l'énergie.

## 1.7 Un état critique des réserves en ressources énergétiques

Il y a encore de grandes quantités de ressources énergétiques sur Terre, mais nous les consommons de plus en plus rapidement (Figure 19). La Figure 19 fait état des réserves dont nous disposons au rythme actuel de consommation.



♣ **Figure 19 :** Etat des réserves mondiales en ressources énergétiques en 2010 Il nous resterait encore 40 ans de pétrole et une soixantaine d'années de gaz. Les réserves d'uranium et de charbon seraient les plus abondantes. Réciproquement, nous en disposerions pendant encore 120 et 170 ans.

### III) Normalisation de management d'énergie :

#### 1 Définition :

Le management dont l'objectif est d'améliorer l'efficacité énergétique d'une entreprise., les entreprises diminuent durablement leur facture énergétique en s'appuyant sur

- ♣ La mise en place d'un processus d'amélioration continue correspondant à des objectifs régulièrement renouvelés,
- ♣ La définition des plans d'action associés,
- ♣ La mesure des résultants,
- ♣ La mise en place d'éventuelles actions correctives,
- ♣ La définition des rôles et responsabilités de chacun

## 2 Définition de norme iso 50001 :

### Carte d'entité :

Création en 2008 :  
Comité de projet, ISO/CP 242, Management de  
l'énergie, Secrétariat de l'ISO/CP 242 : ANSI (USA) et  
ABNT (Brésil).

ISO/CP 242: 44 pays membres + 14 autres pays en qualité d'observateurs + la participation  
l'ONUDI et le Conseil mondial de l'énergie (CME).

Publication de ISO 50001: Juin 2011 par le comité de projet ISO/CP 242.

Inspiration: Spécifications et réglementations nationales ou régionales en matière de management



de l'énergie (Chine, Japon, États-Unis, l'Union Européenne...).

ISO 50001 est fondée sur le modèle de système de management déjà connu et mis en  
œuvre par les organismes dans le monde entier. Elle offrira des avancées concrètes aux  
organismes de tous types à brève échéance,



### 3 Système de management de l'énergie <SMÉ> :

Système de management visant à établir une politique énergétique des objectifs, des cibles énergétiques, des plans d'actions et un ou plusieurs processus afin d'atteindre ces objectifs et cibles énergétiques

### 4 Système de management :

Ensemble d'éléments corrélés ou en interaction d'un organisme utilisés pour établir des politiques, des objectifs et des processus de façon à atteindre lesdits objectifs

♣ Note 1 à l'article: Un système de management peut traiter d'un seul ou de plusieurs domaines.

♣ Note 2 à l'article: Les éléments du système comprennent la structure, les rôles et responsabilités, la planification et le fonctionnement de l'organisme.

♣ Note 3 à l'article: Dans certains systèmes de management, le domaine d'application d'un système de management peut inclure l'ensemble de l'organisme, des fonctions spécifiques et identifiées de l'organisme, des sections spécifiques et identifiées de l'organisme, ou une ou plusieurs fonctions dans un groupe d'organismes.

Le domaine d'application du SMÉ inclut tous les types d'énergie dans son périmètre.

### 5 Politique énergétique

Expression formelle par la direction des intentions, orientations générales et engagements relatifs à la performance énergétique, d'un organisme.

### 6 Équipe de management de l'énergie

Personne(s) ayant la responsabilité et l'autorité pour la mise en œuvre effective d'un système de management de l'énergie et pour l'obtention de l'amélioration de la performance énergétique.

### 7 Les objectifs de la norme ISO 50001 :

ISO 50001 offrira aux organismes du secteur privé et du secteur public des stratégies de management qui leur permettront d'accroître l'efficacité énergétique, de réduire les coûts et d'améliorer la performance énergétique. La norme fournira aux organismes un cadre reconnu pour intégrer la performance énergétique dans leurs pratiques de management. Les multinationales disposeront d'une norme unique et harmonisée, à mettre en œuvre sur l'ensemble de leurs sites, à l'aide d'une méthodologie logique et cohérente pour identifier et mettre en application les améliorations à apporter.

La norme poursuit les objectifs suivants :

♣ Aider les organismes à utiliser plus judicieusement les ressources en place consommatrices d'énergie.



- ♣ Établir des conditions de transparence et faciliter la communication sur le management des ressources énergétiques.
- ♣ Promouvoir les meilleures pratiques de management de l'énergie et renforcer les bons comportements dans ce domaine.
- ♣ Aider les unités d'exploitation à évaluer et à privilégier la mise en application de nouvelles technologies à haut rendement énergétique.
- ♣ Fournir un cadre pour favoriser l'efficacité énergétique tout au long de la chaîne d'approvisionnement.
- ♣ Faciliter l'amélioration en matière de management de l'énergie dans le contexte des projets de réduction des émissions de gaz à effets de serre.
- ♣ Permettre l'intégration à d'autres systèmes de management déjà en place.

### 8 La méthodologie d'application de iso 50001 :

ISO 50001 suit la méthodologie dite PDCA pour l'amélioration continue du système de management de l'énergie.

Ces caractéristiques permettent désormais aux organismes de prendre en compte le management de l'énergie dans leurs initiatives générales destinées à améliorer le management de la qualité, le management environnemental et à répondre aux autres enjeux visés par leurs systèmes de management. ISO 50001 définit un cadre d'exigences permettant aux organismes d'agir sur plusieurs plans :

- ♣ Élaborer une politique pour une utilisation plus efficace de l'énergie,
- ♣ Fixer des cibles et des objectifs pour mettre en œuvre la politique,
- ♣ S'appuyer sur des données pour mieux cerner l'usage et la consommation énergétiques et prendre des décisions y relatives, Evaluer les résultats,
- ♣ Examiner l'efficacité de la politique,
- ♣ Améliorer de façon continue le management de l'énergie.



ISO 50001 peut être mise en œuvre seule, ou intégrée à d'autres systèmes de management.

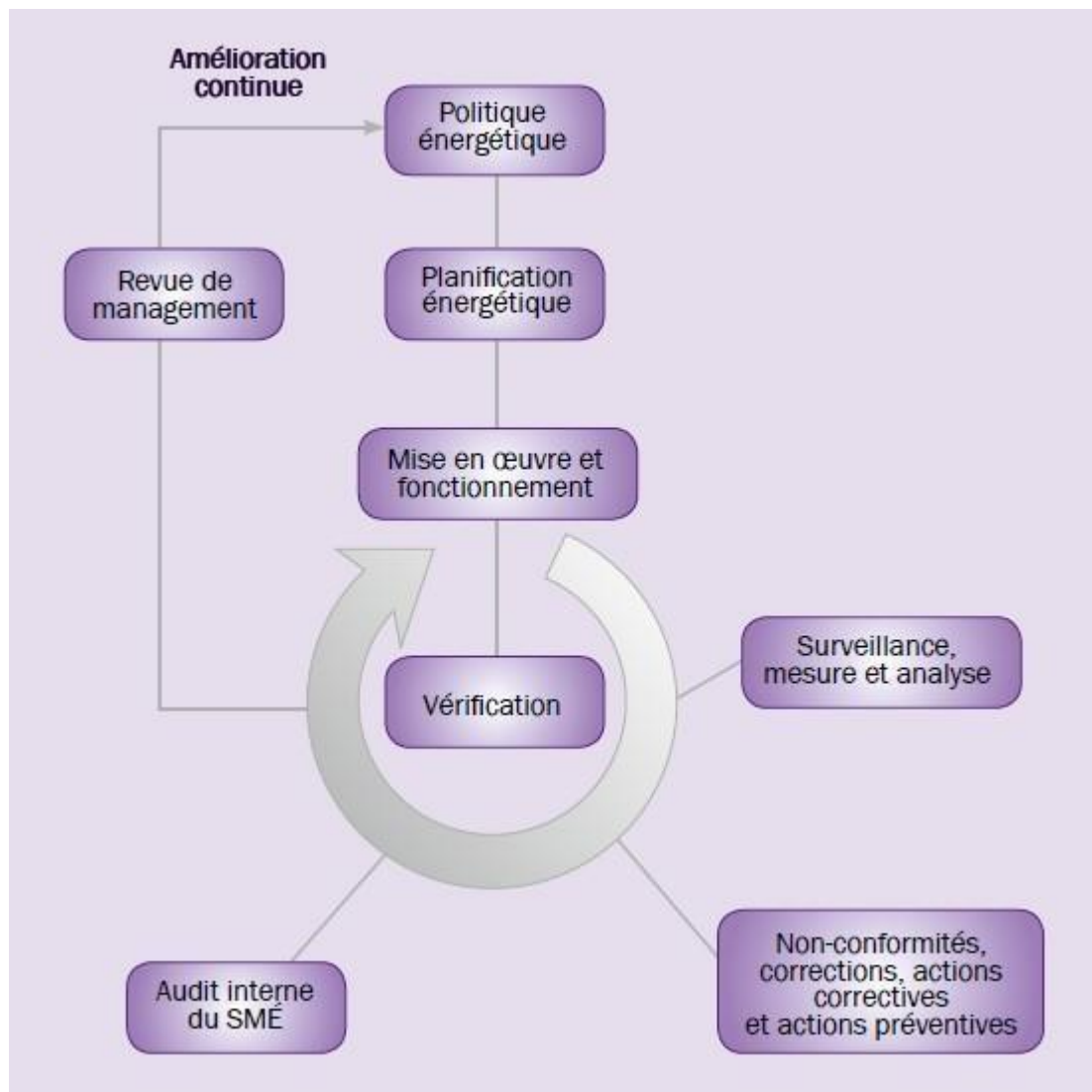


Figure 20 : présentation de cycle de iso 50001

### ♣ Cycle PDCA (Plan-Do-Check-Act)

Le SMÉ décrit dans le présent document se fonde sur le principe d'amélioration continue dit PDCA (Plan- Do-Check-Act), Planifier-Réaliser-Vérifier-Agir) et intègre le management de l'énergie dans les pratiques existantes de l'organisme, comme illustré à la Figure 21. Dans le contexte du management de l'énergie, le cycle PDCA peut être décrit succinctement comme suit.

\* **Planifier:** comprendre le contexte de l'organisme, mettre en place une politique énergétique et une équipe de management de l'énergie, envisager les actions à mettre en œuvre face aux risques et opportunités, réaliser une revue énergétique, identifier les usages énergétiques significatifs (UES) et définir les indicateurs de performance énergétique (IPÉ), les situations énergétiques de référence (SER), les objectifs et cibles énergétiques.

\* **Réaliser**: mettre en œuvre les plans d'actions, les contrôles opérationnels et de maintenance et la communication, assurer la compétence et prendre en considération la performance énergétique dans le cadre de la conception et des achats.

\* **Vérifier**: surveiller, mesurer, analyser, évaluer, auditer et mener des revues de management de la performance énergétique et du SMÉ.

\* **Agir**: mener les actions pour traiter les non-conformités et améliorer en permanence la performance énergétique et le SMÉ.

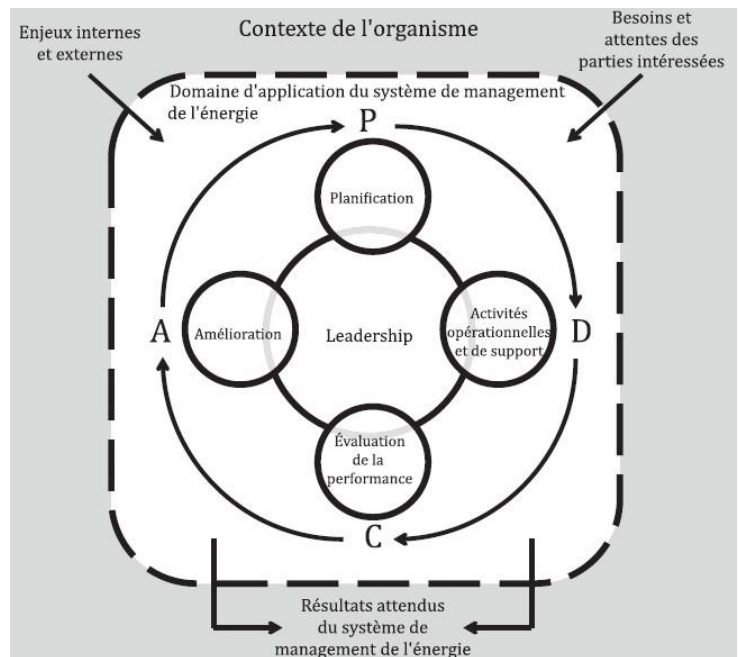


Figure 21 — Cycle « Planifier-Réaliser Vérifier-Agir »

## 9 Les avantages ISO 50001 :

ISO 50001 est conçue pour aider votre organisme à améliorer sa performance énergétique grâce à une meilleure utilisation des actifs énergivores. L'amélioration de la performance énergétique portera rapidement ses fruits en optimisant l'utilisation des sources d'énergie disponibles et des ressources, d'où une réduction du coût et de la consommation d'énergie.

ISO 50001 est utilisée par tous types d'organismes, grands ou petits, partout dans le monde. Ses avantages sont multiples. Pour certains, elle permet de réduire leur impact environnemental et d'améliorer leur image. Pour d'autres, elle vise à diminuer les coûts et améliorer leur compétitivité

## 10 La certification

Comme toutes les normes de systèmes de management ISO, ISO 50001 peut être mise en œuvre uniquement pour les avantages internes et externes qu'elle offre aux organismes, à leurs parties prenantes et à leurs clients. La certification de la conformité à ISO 50001 par un auditeur indépendant n'est pas une exigence de la norme. C'est l'organisme qui décide de solliciter la certification, à moins que la réglementation ne l'impose

## 11 La révision de iso 50001 :

Comme toutes les normes ISO, ISO 50001 fait l'objet d'une révision tous les cinq ans afin de vérifier qu'elle répond toujours aux exigences du marché. La mise à jour d'ISO 50001 visait principalement à s'assurer qu'elle se conforme aux exigences de l'ISO relatives aux normes de systèmes de management



La nouvelle édition apporte également d'autres améliorations importantes, comme la mise en avant du rôle de la direction, une mise à jour des termes et définitions, ainsi que la normalisation et la clarification des textes relatifs aux indicateurs de performance énergétique et à la situation énergétique de référence (SER) pour permettre une meilleure compréhension de ces concepts

### 12 La famille ISO 50001 :

Depuis la publication en 2011 de la première édition d'ISO 50001, le comité Technique ISO/TC 301, Management de l'énergie et économies d'énergie, a élaboré d'autres normes connexes pour compléter la collection de normes ISO ayant trait à l'énergie, notamment :

- ♣ ISO 50002, Audits énergétiques – Exigences et recommandations de mise en œuvre
- ♣ ISO 50003, Systèmes de management de l'énergie – Exigences pour les organismes procédant à l'audit et à la certification de systèmes de management de l'énergie
- ♣ ISO 50004, Systèmes de management de l'énergie – Lignes directrices pour mise en œuvre, la maintenance et l'amélioration d'un système de management de l'énergie
- ♣ ISO 50006, Systèmes de management de l'énergie – Mesurage de la performance énergétique à l'aide des situations énergétiques de référence (SER) et des indicateurs de performance énergétique (IP<sup>2</sup>) – Principes généraux et lignes directrices
- ♣ ISO 50007, Services énergétiques – Lignes directrices pour l'évaluation et l'amélioration du service énergétique aux utilisateurs
- ♣ ISO 50015, Systèmes de management de l'énergie – Mesure et vérification de la performance énergétique des organismes – Principes généraux et recommandations
- ♣ ISO 50047, économies d'énergie – Détermination des économies d'énergie dans les organismes
- ♣ ISO 17741, Règles techniques générales pour la mesure, le calcul et la vérification des économies d'énergie dans les projets
- ♣ ISO 17742, Calcul de l'efficacité énergétique et des économies d'énergie pour les pays, villes et régions
- ♣ ISO 17743, économies d'énergie – Définition d'un cadre méthodologique pour le calcul et le rapport d'économies d'énergies

### 13 Domaine d'application

Le présent document spécifie les exigences pour établir, mettre en œuvre, entretenir et améliorer un système de management de l'énergie (SMÉ). Le but recherché est de donner la possibilité à un organisme de parvenir, par une démarche méthodique, à l'amélioration continue de sa performance énergétique et du SMÉ. Le présent document:

a) est applicable à tout organisme quel que soit son type, sa taille, sa complexité, son emplacement géographique, sa culture organisationnelle, ou les produits et services qu'il fournit;



- b) Est applicable aux activités affectant la performance énergétique qui sont gérées par l'organisme et dont il a la maîtrise;
- c) Est applicable quels que soient la quantité, l'usage ou les types d'énergie consommée;
- d) Requier la démonstration d'une amélioration continue de la performance énergétique mais ne définit pas de niveaux d'amélioration de la performance énergétique à atteindre;
- e) Peut être utilisé indépendamment, être harmonisé avec d'autres systèmes de management ou y être intégré

### 14 LES CHANGEMENTS LES PLUS IMPORTANTS DANS L'EDITION 2018 DE LA NORME EN COMPARAISON AVEC ISO 50001:2011 [2]

- Des termes et définitions ont été mis à jour dans la version 2018, ainsi que certaines des définitions d'efficacité énergétique. La nouvelle version souligne également le rôle de la - direction de l'organisation, clarifie la méthode permettant d'améliorer de façon continue ses performances énergétiques et simplifie l'intégration d'ISO 50001 avec d'autres systèmes de management (ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001).

Afin d'illustrer plus clairement les modifications apportées à la version révisée, nous avons créé un tableau montrant l'élément de la norme, une brève explication concernant les changements apportés, ainsi qu'une référence à la section pertinente de la norme ISO dans les versions 2011 et 2018.

Les éléments de la norme sont regroupés selon les étapes de planification, de mise en œuvre, de suivi et de test. Les exigences de la version mise à jour de la norme ISO, qui n'étaient pas incluses dans la version précédente, sont affichées dans une couleur différente. Vous pourrez trouver une description plus détaillée de ces derniers dans les sections suivantes :

| 1 PLANNINGE          |   |                |                |
|----------------------|---|----------------|----------------|
| Éléments de la norme | Brève explication des changements   | ISO 50001:2011 | ISO 50001:2018 |
| Contexte             | Ce nouvel ajout nécessite une analyse du contexte de la Collectivité, y compris des contextes internes et externes Qui pourraient impacter la mise en place du SME et l'adaptation du SME a ces derniers (si nécessaire). | -              | 4.1            |



|   |   |   |     |
|---|---|---|-----|
| Parties intéressées (parties prenantes) | Nouvel ajout aux parties prenantes de la Collective (employés, clients, prestataires, fournisseurs, etc.).<br>Implication des parties prenantes qui pourraient impacter la performance énergétique de la Collectivité.<br>Inclusion de l'identification et prise en considération des besoins/aspirations des parties prenantes lorsqu'elles planifient le SME. | - | 4.2 |
|---|---|---|-----|

|   |  |       |     |
|---|--|-------|-----|
| Périmètre et limites                          | Ajout : Lors de la définition du périmètre et des limites d'un SME municipal, les circonstances internes et externes pouvant avoir de l'influence sur ce dernier (4.1), ainsi que l'intérêt des partis impliqués dans la démarche (4.2) doivent être pris en compte. Le champ d'activités et les limites sont définies en fonction du contrôle dont dispose la Collectivité sur l'efficacité énergétique et la consommation d'énergie, toutes formes d'énergies incluses.  | 4.1   | 4.3 |
| Gestion des responsabilités                   | L'accent a été mis sur le «rôle du leadership »de l'autorité municipale qui doit démontrer son engagement à améliorer continuellement son efficacité énergétique et l'efficacité du SME. Accentuation de la gestion des responsabilités pour assurer une mise en place stratégique de l'Unité de Management de l'Energie pour atteindre les objectifs prévus.  | 4.2.1 | 5.1 |
| Politique Energétique                         | Aucun changement significatif n'a eu lieu.   | 4.3   | 5.2 |
| Rôles et responsabilités                      | Aucun changement significatif n'a eu lieu.   | 4.2.2 | 5.3 |
| Risques et opportunités                       | Nouvelle exigence pour évaluer les risques et les opportunités internes et externes qui peuvent influencer l'atteinte des résultats planifiés et la performance énergétique du SME. L'évaluation des risques et des opportunités doit être faite en tenant compte du cadre ou du contexte (4.1) de l'activité de la Collectivité, des intérêts des parties concernées (4.2) et des procédures et processus de la Collectivité qui affectent la performance énergétique.<br>La norme ne comprend pas de méthode spécifique pour évaluer les risques et les opportunités, mais exige que cette évaluation soit prise en compte dans la formulation de la politique énergétique de la Collectivité. | -     | 6.1 |
| Plan d'action                                 | Aucun changement significatif n'a eu lieu.   | 4.4.6 | 6.2 |
| Revue énergétique                             | Les exigences pour l'évaluation énergétique (revue énergétique) sont expliquées plus en détail.  | 4.4.3 | 6.3 |
| Indicateurs de performance énergétique (IPEn) | Le but est que les indicateurs de performance énergétique doivent pouvoir de montrer l'amélioration de la  | 4.4.5 | 6.4 |



|                                   |   |       |     |
|-----------------------------------|---|-------|-----|
|                                   | performance énergétique au sein de la Collectivité.   |       |     |
| Baseline(s)                       | Aucun changement significatif n'a eu lieu.  | 4.4.4 | 6.5 |
| Données de consommation d'énergie | La Collectivité doit établir et mettre en place un plan pour collecter des données qui précise quel type de données est nécessaire, comment elles seront obtenues, qui est responsable de leur collecte et à quelle fréquence. Les consommations significatives d'énergie, les opérations et facteurs statiques, les données définies dans les plans d'actions doivent être compris dans l'analyse. | 4.6.1 | 6.6 |

| 2. MISE EN PLACE     |   |                 |                 |
|----------------------|---|-----------------|-----------------|
| éléments de la norme | Brève explication des changements   | ISO 50001: 2011 | ISO 50001: 2018 |
| Ressources           | Aucun changement significatif n'a eu lieu.  | 4.2.1           | 7.1             |
| Compétences          | Aucun changement significatif n'a eu lieu.  | 4.5.2           | 7.2             |
| Sensibilisation      | Aucun changement significatif n'a eu lieu.  | 4.5.2           | 7.3             |
| Communication        | Il a été clarifié que l'autorité locale doit établir une procédure de communication interne et externe, qui précise les rôles et buts des groupes, types, fréquences, personnes responsables de la communication pour s'assurer que l'information est pertinente et fiable pour le SME.   | 4.5.3           | 7.4             |
| Documentation        | Aucun changement significatif n'a eu lieu.  | 4.5.4           | 7.5             |
| Planning et Contrôle | La nécessité d'établir, de mettre en œuvre et d'utiliser des critères de gestion pour le rendement des secteurs présentant de fortes consommations d'énergie a été clarifiée. En outre, il est nécessaire de contrôler les changements prévus et les processus de sous-traitance dans les domaines où la consommation d'énergie est importante. | 4.5.5           | 8.1             |
| Conception           | Aucun changement significatif n'a eu lieu.  | 4.5.6           | 8.2             |
| Achats               | Aucun changement significatif n'a eu lieu.  | 4.5.7           | 8.3             |

| 3. SUIVI ET VERIFICATIONS |                                   |                 |                 |
|---------------------------|-----------------------------------|-----------------|-----------------|
| éléments de la norme      | Brève explication des changements | ISO 50001: 2011 | ISO 50001: 2018 |
|                           |                                   |                 |                 |

|   |  |       |            |
|---|--|-------|------------|
| Suivi, mesures et analyses                      | La procédure est clarifiée afin de garantir la réalisation des indicateurs de performance et des objectifs de la politique énergétique. L'estimation se base sur les critères de performance énergétique développés par la procédure de planning énergétique, la consommation de référence et le plan d'acquisition de données. La Collectivité doit définir clairement ce qui va être mesuré et suivi, comment cela va être fait et à quelle fréquence. | 4.6.1 | 9.1        |
| Conformité avec les exigences légales et autres | Aucun changement significatif n'a eu lieu.   | 4.4.2 | 4.2, 9.1.2 |
| Audit interne                                   | Aucun changement significatif n'a eu lieu.   | 4.6.3 | 9.2        |
| Compte rendu de gestion                         | Le rapport de gestion est fourni avec toutes les mises à jour de la norme : champs d'action (contexte), intérêt des parties prenantes, risques et opportunités, suivi et résultat des mesures, etc.  | 4.7   | 9.3        |
| Actions préventives et correctives              | Aucun changement significatif n'a eu lieu.   | 4.6.4 | 10.1       |
| Continuous improvements                         | Un nouvel ajout pour préciser les façons dont une Collectivité peut faire preuve d'une amélioration constante de sa performance énergétique. L'échelle, le périmètre et la fréquence de ces événements sont déterminés par la Collectivité, en accord avec le cadre (contexte), les finances, etc.   | -     | 10.2       |

**Tableau 13 :** LES CHANGEMENTS LES PLUS IMPORTANTS DANS L'ÉDITION 2018 DE LA NORME EN COMPARAISON AVEC ISO 50001:2011 .

### 15 Les pratiques de management de l'énergie d'organismes certifiés ISO 50001

L'ISO 50001 reste un incontournable levier d'économies d'énergie et de compétitivité. On y fait désormais aussi appel pour réduire ses émissions de gaz à effet de serre et l'impact du prix du carbone. C'est l'un des enseignements de la 3<sup>e</sup> édition de l'étude AFNOR Energies.

Qu'est-ce qui motive entreprises et autres organismes à se lancer dans un système de management de l'énergie (SMEn) certifié ? Quels sont les bénéfices apportés par cette démarche, les économies d'énergie générées et le retour sur investissement obtenu ? Quelles ont été les difficultés vécues et comment sont-elles été résolues ? AFNOR Energies répond à toutes ces questions en une étude de 16 pages menée auprès de 174 organismes certifiés ISO 50001, en France et en Allemagne essentiellement. Cette étude internationale, réalisée avec l'appui du cabinet Time to Be, actualise les données des premières et deuxièmes éditions

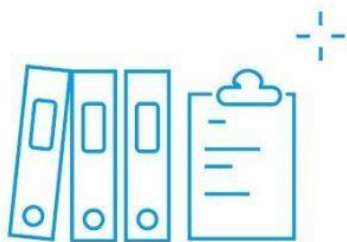


## Chapitre 03 : management d'énergie



parues respectivement en septembre 2015 et mars 2017.

### A. Les trois chiffres à retenir



# 77 %

se lancent dans une certification ISO 50001 pour répondre à la réglementation.



# 65 %

jugent le coût de la démarche peu élevé au regard des bénéfices qu'elle engendre.



# 54 %

perçoivent un retour sur investissement supérieur ou en phase avec les estimations.

L'édition 2019 montre que l'ISO 50001 reste un incontournable levier d'économies d'énergie et de compétitivité. Les certifiés appuient cette vérité avec des chiffres et des verbatim.

Désormais, ils y font aussi appel pour réduire leurs émissions de gaz à effet de serre et l'impact du prix du carbone, une tendance nouvelle par rapport à 2017. La démarche s'ancre dans les organismes tout en se professionnalisant : ceux-ci y consacrent un budget et n'hésitent plus à recruter pour constituer une équipe projet ad hoc. « Plus globalement, la certification ISO 50001 a un impact direct positif sur le fonctionnement et l'image des organismes qui la détiennent. En 2019, elle est reconnue comme un outil opérationnel et structurant pour s'engager dans une transition énergétique et la mettre en œuvre », commente Béatrice Poirier, responsable de l'ISO 50001 chez AFNOR Certification, l'une des entités d'AFNOR Energies, le réseau des experts du groupe AFNOR sur les sujets liés à la transition énergétique.

### B. Audit énergétique réglementaire et décret tertiaire

Vous officiez dans une entreprise de plus de 250 salariés ? Cette étude tombe à point nommé. En effet, vous devez faire votre deuxième audit énergétique réglementaire, après la première vague de 2015, un exercice né d'une directive européenne de 2012 et qui ne tolère qu'une exception : si vous détenez la certification ISO 50001 ! « *De même, si vous officiez dans le tertiaire, cette étude vous intéressera car l'ISO 50001 vous permettra de vous organiser en interne sur le long terme et de répondre efficacement, sur la durée, aux exigences du décret tertiaire du 23 juillet 2019* », ajoute Catherine Moutet, responsable d'AFNOR Energies. En effet, ce texte demande aux propriétaires ou bailleurs de bâtiments hébergeant des activités tertiaires sur plus de 1 000 m<sup>2</sup> de réaliser des actions pour réduire leur consommation d'énergie finale jusqu'en 2050, avec une première étape à - 40 % en 2030, par rapport à une année de référence qui ne peut être antérieure à 2010. Dans l'échantillon de certifiés ayant répondu à l'enquête AFNOR Energies 2019 figurent d'ailleurs de nombreux acteurs du tertiaire : 7 % de commerces et 19 % de services et administrations.**[3]**

## **16 ISO-50001 : une norme méconnue en Algérie**

Depuis l'adoption de la norme NA/ISO 50001, en Algérie en 2012, deux entreprises seulement se sont certifiées, a indiqué aujourd'hui à Alger, Mohammed KHEDDAM, assistant du DG chargé de la coopération internationale et de la communication à l'IANOR.

M. KHEDDAM a expliqué, lors d'un séminaire organisé aujourd'hui, avec le concours de l'Organisation internationale de normalisation (ISO) et l'Agence suédoise de coopération internationale au développement (SIDA), portant sur « La norme NA/ISO 50001 Management énergétique », que son organisme mettra plus de moyens techniques pour faire la promotion de cette norme méconnue en Algérie. L'objectif de ce séminaire, est de sensibiliser les entreprises pour qu'elles adoptent cette norme internationale créée en 2011. « Cette norme est encore méconnue en Algérie, donc il lui faut de la sensibilisation et de la promotion », va-t-il estimé, en précisant que les coûts du produit tournent au tour de 1 million de dinars.

Quant à elle la représentante de l'ISO, Mme. Paule NUSA a indiqué que l'Algérie a fait un grand saut en matière de cette norme (ISO 50001), tout en sachant, souligne-t-elle, que l'Algérie ne l'a adoptée qu'en 2012. Mais, il reste encore à faire de la promotion et de la sensibilisation auprès des entreprises. Selon elle, la maîtrise de l'ISO 50001 se base sur 3 leviers, à savoir la ressource humaine (éviter le gaspillage), le volet technique et aussi la performance de la mesure.

Par ailleurs, M. KHEDDAM a tenu également à présenter le projet « Mena Star », déployé sur 4 ans (2013-2017) et qui vise à « appuyer le développement durable dans la région Moyen-Orient et Afrique du nord (MENA) ». Il est financé par l'Agence suédoise de coopération internationale au développement (Sida) et géré par l'ISO, l'Organisation internationale de normalisation. Selon lui, le projet en question a pour but le renforcement de l'infrastructure institutionnelle sur les normes et les règlements en appui aux entreprises et à l'industrie au MENA.

Les objectifs de ce projet, indiquent M. KHEDDAM, est de soutenir une participation accrue au commerce international en renforçant les performances à l'exportation et la compétitivité, en particulier en renforçant l'organisme national de normalisation (ONN) et les organismes de promotion du commerce. Il est également question d'encourager le secteur privé et autres parties prenantes à utiliser les normes internationales pertinentes qui peuvent soutenir le développement durable, particulièrement celles liées à l'énergie, à l'environnement et à la gestion de l'eau.

Il est à souligner qu'un bon nombre de pays en développement sont pénalisés par l'insuffisance d'infrastructures nationales de la qualité (INQ), qui peut représenter un obstacle majeur à leur intégration aux marchés régionaux et mondiaux, limiter leurs débouchés commerciaux et freiner leur capacité à améliorer le bien-être social dans des



domaines cruciaux comme la santé, la sécurité et la protection de l'environnement. <sup>(1)</sup>

### 17 Quelques chiffres :

Selon la commission européenne, l'efficacité énergétique pourrait réduire de 20% la consommation d'énergie finale en 2020, et de 40% à l'horizon 2050 (feuille de route Énergie 2050). La notion de \*NégaWatt\* désigne la quantité d'énergie pouvant être économisée en exploitant ce que l'on nomme des gisements d'économie d'énergie. Elles sont réalisées grâce à une action préalable réduction, fruit d'une innovation technologique ou d'un changement de comportement. Ces gisements concernent principalement l'industrie, les transports, le bâtiment, etc....

### 18 COP 21 et les engagements de l'Algérie :

Le but du sommet de la COP21 est de limiter le réchauffement climatique à 2°C d'ici 2100 :

- Réduire les émissions de gaz à effet
- De serre (GES) de 7% à l'horizon 2030
- Réduire de 9% de la consommation globale
- D'énergie à l'horizon 2030 (l'efficacité énergétique).
- Augmenter la part de l'électricité à partir des énergies renouvelables à 40%

en 2030. La réalisation de ces objectifs nécessite:

- Financements extérieurs.
- Renforcement des capacités.
- Transfert technologique.

#### 18.1 Les enjeux règlementaires en Algérie :

Réglementation et cadre législatif portant sur la gestion de l'énergie en Algérie

- La loi sur la maîtrise de l'énergie: Elle traduit un des objectifs fondamentaux de la politique énergétique nationale, à savoir la gestion rationnelle de la demande d'énergie.
  - La notion de maîtrise de l'énergie, dans la loi, couvre l'utilisation rationnelle de l'énergie, le développement des énergies renouvelables et la protection de l'environnement des effets néfastes du système énergétique.
  - La loi réaffirme, dans son préambule, les options du modèle de consommation énergétique nationale: (cadre de référence pour le développement et la rationalisation de l'utilisation de l'énergie). Parmi ces options, on peut citer: l'utilisation prioritaire du gaz naturel, la promotion des énergies renouvelables, l'économie d'énergie
  - La contribution au défi du développement durable. La loi consacre le caractère d'utilité publique de la maîtrise de l'énergie
  - **L'enjeu de la maîtrise de la technologie**  
La loi algérienne sur la maîtrise de l'énergie, en tant que loi cadre, se distingue surtout par l'énoncé du principe d'introduction de réglementations spécifiques qui



établiront des exigences et des normes nationales d'efficacité énergétique appliquées aux bâtiments neufs et aux appareils.

- **Les mesures de contrôle**

Un contrôle d'efficacité énergétique (contrôle de conformité aux normes), s'appliquant aux bâtiments neufs, aux appareils et aux véhicules à moteurs, est institué par la loi.

- **Les moyens d'action**

La mise en œuvre de la loi relative à la maîtrise de l'énergie repose principalement sur le programme national de maîtrise de l'énergie (PNME), un programme à moyen terme.

Autres lois...

- Loi n° 04-09 du 27 Joumada Ethania 1425 correspondant au 14 août 2004 relative à la promotion des énergies renouvelables dans le cadre du développement durable (JO n° 52 du 18 août 2004);
- Loi n° 09-09 du 13 Moharram 1431 correspondant au 30 décembre 2009 portant loi de finances pour 2010, notamment son article 64 portant création du fond national pour les Energies renouvelables et la cogénération (FNER) (JO n°78 du 31 décembre 2009);
- Arrêté interministériel du 19 avril 2008, portant Adoption du règlement technique relatif au « Module Photovoltaïque (PV) au silicium cristallin pour application terrestre ».

### Cadre réglementaire en Algérie

- La loi sur la maîtrise de l'énergie encourage fortement la mise en place d'un système de management de l'énergie selon la norme internationale ISO 50001.
- Grand saut déjà effectué (adoption 2012)
- Restent à faire de la promotion et de la sensibilisation auprès des entreprises.
- Respect des 3 leviers (Personnes impactés, Innover avec la technologie, Performance de la mesure)
- L'organisme national de la normalisation (IANOR), l'agence de promotion et de rationalisation sur l'utilisation de l'énergie (APRUE)... assurent la formation des personnes et l'accompagnement des entreprises de tous les secteurs d'activités vers la certification ISO 50001.

### Article 20

Il est institué un système d'audit énergétique obligatoire et périodique pour établir le suivi et le contrôle de la consommation d'énergie des établissements grands consommateurs d'énergie dans les secteurs de l'industrie, du transport et du tertiaire, en vue d'assurer l'optimisation énergétique de leur fonctionnement.

### 19 Potentialités et perspectives énergétiques en Algérie

Aujourd'hui, l'Algérie dispose d'un grand potentiel de ressources énergétiques qui lui permet



de répondre à ses besoins sur le long terme. En 2015, l'Algérie a été classée comme étant le 18 ième producteur de pétrole, le 10 ième producteur de gaz naturel et le 6 ième exportateur de gaz naturel au monde.

Ces potentialités permettent à l'Algérie de sécuriser son approvisionnement énergétique à long terme et de garder son rang sur la scène énergétique internationale.

Cette position de l'Algérie a été atteinte grâce à l'effort consenti pour doter notre pays d'une industrie pétrolière et gazière moderne et performante, répondant aux besoins du développement économique et social du pays et en conformité avec les exigences du marché mondial de l'énergie.

Selon l'indice mondial de la performance de l'architecture énergétique, Global Energy Architecture Performance Index Report 2017, les indicateurs socio-économiques sont:

- Taux d'électrification au niveau national est d'environ 100%
- Taux de pénétration du gaz naturel est de 55.4%.

### 20 Conclusion

Dans ce chapitre l'actuelle situation du pays nous motive pour inclure la norme 50001 qui nous offre des propositions de réduction des coûts d'énergie nettement amélioré suite à l'étude de la sécurisation des machines.

En présente une étude sur les énergies et leur répertoires technique et économique.

Les différentes énergies aux niveau de l'entreprise à savoir le laminage à froid des métaux sont :

- Electrique.
- Mécanique.
- Hydraulique.

Et constitue une source à risque dans le système de fonctionnement des principales opérations de laminage' les opérations de LAF

Les principaux éléments de fonctionnement des différentes machines observé sont composées essentiellement des circuits de commande et de puissance.

Donc la grande consommation réside dans les circuits de puissance (électrique, hydraulique, pneumatique), et notre proposition pour une sécurisation de qualité va se localiser à la création de régime de fonctionnement auxiliaire 'secondaire' en partant des principes de réduction des paramètres essentielles de fonctionnement.

Les principaux paramètres d'entraînement sont en permanente étude par les différents concepteurs des machineries.

Actuellement des normes à l'échelle européenne et internationale sont en études permanentes pour réduire les couples force et vitesse rotatives et limites pour éviter les différents accidents dangereux d'ordre mécanique (risque mécanique).

Donc l'application de la norme 50001 constitue un enjeu pour une économie et en même temps une sécurité efficace surtout pour la situation algérienne.

### 21 Conclusion générale



En général l'apport et la contribution pour l'exploitation de ce principe :

La création de régime intermédiaire ou auxiliaire incapable de happer surtout les membres supérieur et inférieure grâce à la réduction des paramètres mécanique et cinématique, de plus cette alternative (qui peut être normative) et/ou réglementaire peut nous offrir une conciliation en économie d'énergie.

La première partie nous fait ressortir une situation globale et un historique sur la sécurité industrielle en référence une technique avec procédure pour une projection d'actualité inspirée sur des documents performants.

Cette initiative a été proposée suite au constat au niveau de l'entreprise SIDER « LAF » Lieu du stage. Malgré la période de notre stage qui a été perturbée par le covid19, une entente avec le staff technique qui nous a orienter pour réaliser notre thème dans un esprit d'amélioration des conditions de sécurité au sien de cette entreprise.

La deuxième partie ce charge d'exposer des méthodes et procédures afin de prendre en compte la sécurisation des machines tant sur les risques encourus que les protections et les préventions à prendre en considération pour l'amélioration des conditions de travail et une exploitation fructueuse et sécurisée.

Elle constitue un atout tant pour l'employeur à travers deux paramètres essentiels :

- L'économie d'énergie suite à l'exploitation de la machine en régime auxiliaire.
- La durée de vie améliorée (défaut d'échauffement et usure).

Et pour le travailleur, un régime de fonctionnement plus sécurisé.

La sécurisation de la machine dans l'actuel souci nous permet des fonctionnements auxiliaires a couple (force et charge active) réduits et à vitesse limite et réduite.

Ces deux paramètres essentiels sont définis par des normes internationales destinées au futur concepteur de machine.

De plus la puissance et l'énergie consommées en régime réduit va consommer moins que régime ordinaire, cette situation sera en conformité à la norme 50001.

Dans la troisième partie la présente situation du pays nous pousse pour inclure la norme 50001 qui nous crée des propositions de réduction des coûts d'énergie amélioré suite à l'étude de la sécurisation des machines.

En présente une étude sur les énergies et leur répercussions technique et économique.

Les principaux éléments de fonctionnement des différentes machines observé sont composées essentiellement des circuits de commande et de puissance.

Donc la grande consommation réside dans les circuits de puissance (électrique, hydraulique, pneumatique), et notre proposition pour une sécurisation de qualité va se localiser à la création de régime de fonctionnement auxiliaire 'secondaire' en partant des principes de réduction des paramètres essentielles de fonctionnement

En finalité nous recommandons les points suivants :

-pour toute entreprise il est intéressant de réaliser une analyse et constat sur la sécurité de

## Chapitre 03 : management d'énergie



machine qui va être une complémentaire aux préventions sécuritaire en général.

-pour une conformité aux réglementations en matière de sécurité il est indispensable de rechercher les différentes recommandations normatives et de les analyser par rapport à la réglementation de notre pays.

-il est impératif de faire un bilan énergétique et de se conformé à la norme 50001.



## Bibliographie

- [1] web site : <https://www.algerie360.com/iso-50001-une-norme-meconnue-en-algerie/a> partir de la date lundi 23 mai 2016
- [2] guide \_SME\_ANNEXE\_ISO50001\_2018\_ web site : [www.compete4secap.eu](http://www.compete4secap.eu)
- [3] <https://www.afnor.org/actualites/etude-certifies-iso-50001-font-des-economies-denergie/> \_Octobre 2019
- [4] Web site: [www.officiel-prevention.com](http://www.officiel-prevention.com)
- [5] | ISET Jendouba | Ahmed MEFTAH 2
- [6] La circulaire n°6 DRT du 18 avril 2002 précise la notion d'unité de travail.
- [7] <http://www.inrs.fr/risques.html>
- [8] Source : Assurance Maladie, rapport 2016 sur les maladies professionnelles
- [9] American National Standards Institute (ANSI), "American national standard: graphic technology - safety standard - printing press systems", *ANSI*, ANSI B65.1, 2005.
- [10] Association française de normalisation (AFNOR), "Sécurité des machines prescriptions de sécurité pour la conception et la construction de machines d'impression et de transformation du papier. Partie 2, machines d'impression et de vernissage y compris les machines et les équipements de préresse", *AFNOR*, NF EN 1010-2, 2010. 60 Étude sur la sécurité des machines lors des interventions en mode de vitesse ou d'efforts réduits - IRSST
- [11] Association française de normalisation (AFNOR), "Sécurité des machines : prescriptions de sécurité pour la conception et la construction de machines d'impression et de transformation du papier. Partie 4, machines à relier les livres, machines de transformation et de finitions du papier ", *AFNOR*, NF EN 1010-4, 2010.
- [12] Association française de normalisation (AFNOR), "Sécurité des machines prescriptions de sécurité pour la conception et la construction des machines d'impression et de transformation du papier - Partie 5 : machines de fabrication du carton ondulé et machines de transformation du carton plat et du carton ondulé", *AFNOR*, NF EN 1010-5, 2005.
- [13] American National Standards Institute, "American national standard: graphic technology: safety requirements for binding and finishing systems and equipment", *ANSI*, ANSI B65.2, 2005.
- [14] Association sectorielle paritaire pour la santé et la sécurité du travail du secteur de la fabrication de produits en métal, de la fabrication de produits électriques et des industries de l'habillement (ASPHME), "Grille d'autodiagnostic en santé et en sécurité du travail – Presses plieuses", ASPHME, Québec, Canada. [En ligne]. Disponible : <http://www.asphme.org/upload/pdf/GADplieuses.pdf>. [Dernière consultation : 27 juin 2014].
- [15] web site ,<http://www.deparisnet.be>.
- [19] Organisation internationale de normalisation (ISO), "Matériel pour l'industrie textile: exigences de sécurité. Partie 6, machines de production d'étoffes", *ISO*, ISO 11111-6, 2009. IRSST - Étude sur la sécurité des machines lors des interventions en mode de vitesse ou d'efforts réduits 61

- [32] American National Standards Institute (ANSI), "American national standard: graphic technology: safety requirements for graphic technology equipment and systems. Part 1, general requirements ", *ANSI*, ANSI B65.1, 2011.
- [41] Ambrose, D.H., Bartels, J.R., Kwitowski, A.J., Gallagher, S., Battenhouse Jr., T.R., "Computer simulations help determine safe vertical boom speeds for roof bolting in underground coal mines", *Journal of safety research*, vol. 36, pp. 387-397, 2005.
- [42] Association internationale de sécurité sociale, "Prévention des risques mécaniques, solutions pratiques", *ISSA prevention series*, no. 2014, Genève, 1994.
- [43] Lupin, H., Marsot, J., "Sécurité des machines et des équipements de travail : moyens de protection contre les risques mécaniques", *Institut national de recherche et de sécurité*, France, Guide ED-807, 2006.<sup>10</sup>
- <sup>10</sup> Ce document a été remplacé par le guide ED-6122 de l'INRS [56].
- IRSST - Étude sur la sécurité des machines lors des interventions en mode de vitesse ou d'efforts réduits 63
- [44] Association canadienne de normalisation (CSA), "Code de sécurité sur les ascenseurs et monte-charge", *CSA*, CSA B44-00, 2003.
- [45] Organisation internationale de normalisation (ISO), "Sécurité des machines : protecteurs : prescriptions générales pour la conception et la construction des protecteurs fixes et mobiles", *ISO*, ISO 14120, 2007.
- [46] Association française de normalisation (AFNOR), "Règles de sécurité pour la construction et l'installation des ascenseurs. Partie 1, ascenseurs électriques", *AFNOR*, NF EN 81-1+A3,2010.
- [48] Association française de normalisation (AFNOR), "Sécurité des machines d'emballage. Partie 8, cerceuses", *AFNOR*, NF EN 415-8, 2008.
- [49] Organisation internationale de normalisation (ISO), "Ergonomie des ambiances thermiques : méthodes d'évaluation de la réponse humaine au contact avec des surfaces. Partie 1, surfaces chaudes", *ISO*, ISO 13732-1, 2008.
- [50] Kuivanen, R., Kwarowski, W., "Experimental study to determine safe limit for reduced speed of robot motions", *Ergonomics of Hybrid Automated Systems III. Proceedings of the Third International Conference on Human Aspects of Advanced Manufacturing and Hybrid Automation*, p 475-80, 1992.
- [51] Park, J.-J., Song, J.-B., Haddadin, S., "Collision analysis and safety evaluation using a collision model for the frontal robot-human impact", *Robotica*, pp. 1-15, 2013.
- [52] Institut für Auslandsbeziehungen (IFA), "BG/BGIA risk assessment recommendations according to machinery directive: design of workplaces with collaborative robots", *Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung*, 2011.
- [53] Association française de normalisation (AFNOR), "Sécurité des machines d'emballage. Partie 10, prescriptions générales", *AFNOR*, EN 415-10, 2014.
- [59] Association française de normalisation (AFNOR), "Sécurité des machines d'emballage.