

Chapitre I

Aspect normatif de la sécurité des machines

I.1. Introduction

La sécurité est définie comme l'absence de risque non acceptable. Depuis quelques années, on a vu naître en Suède et puis en Suisse et dans d'autres pays le concept « vision zéro » qui s'est substitué à celui de « risque zéro » qui s'est avéré utopique. Dans une optique « vision zéro » on s'efforce à éliminer le maximum de risques résiduels y compris ceux qui sont en dessous du seuil de l'acceptabilité. Le seuil d'acceptabilité est généralement imposé par la réglementation ou bien précisé dans les référentiels de sécurité.

Malgré la richesse de la terminologie de la sécurité, les concepts de base souffrent d'une inquiétante fluctuation d'usage. Nous considérons que les divergences dans l'emploi des termes et les nuances des interprétations qui en découlent sont un frein au partage de connaissances et de savoir-faire en matière de sécurité. Ce problème prend une dimension impraticable quand un industriel s'apprête à élaborer le dossier d'analyse de risque du système global et qui se trouve contraint de rassembler un éventail d'analyses de risque relatives à des sous-systèmes réalisés par des sous-traitants disposant chacun de ses propres terminologie, méthode et savoir-faire [6].

Dans ce premier chapitre nous allons bien situer les différents concepts associés à la sécurité en regroupant les concepts en sous-ensembles ayant une forte dépendance causale, à l'image de danger et phénomène dangereux ou bien dommage et conséquence. Nous adopterons une démarche inductive dans la présentation des différents concepts.

I.2. Généralité sur le système

Ensemble complexe de matériels, logiciels, personnels et processus d'utilisation, organisés de manière à satisfaire les besoins et à remplir les services attendus, dans un environnement donné [5].

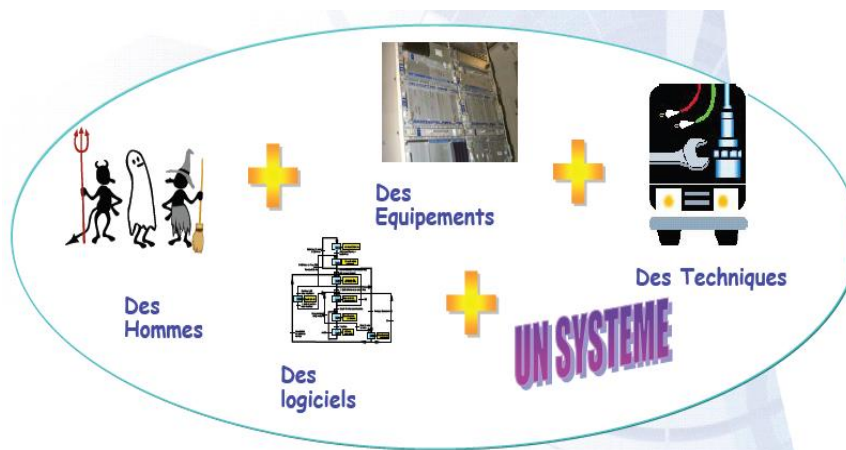


Figure I.1 Généralité sur le système [5].

I.3. Sécurité d'une machine

Aptitude d'une machine à accomplir sa fonction, à être transportée, installée, mise au point, entretenue et mise au rebut dans les conditions d'utilisation normale spécifiées dans la notice d'instructions, sans causer de lésion ou d'atteinte à la sante [4].

I.4. Sécurité des systèmes

Depuis de nombreuses décennies, la sûreté de fonctionnement (Dependability) et plus particulièrement la sécurité (Safety) sont devenues des enjeux cruciaux à la survie des sociétés. Cette considération repose essentiellement sur le concept de risque.

L'évaluation de la sécurité est un exercice crucial qui ne peut être intègre sans l'apprentissage des mécanismes de matérialisation des risques car la compréhension du risque est une manière forte de consolider la défense et d'optimiser, d'organiser et de mieux orienter les études de management des risques [6].

I.5. Introduction au contexte normatif

Afin de parler le même langage en sécurité industrielle et avoir la même compréhension des différents termes utilisés dans la discipline de la sécurité et la sûreté de fonctionnement des systèmes, il est indispensable d'unifier le langage.

Pour cette raison il est indispensables de se référer aux normes en vigueur et donc nous présentons quelques-unes des plus importantes relative à la sécurité industrielle [1].

L'industrie américaine est dotée d'une bonne réglementation en matière de sécurité industrielle suite à la collecte de toutes les normes existantes au sein de son industrie puis la sélection des meilleurs normes afin d'en faire une réglementation représentée par l'OSHA act 1970 (occupational safety and health association) qui a instauré ces normes techniques de sécurité et veille à leurs application dans l'industrie en procédant à des inspections techniques et au contrôle de qualité des produits et services (National safety product) [11].

La première norme américaine en matière de sécurité (American Standard Safety Code, ASSC) fut approuvée en 1921 et visait la protection des yeux et têtes des travailleurs industriels [12]. De même à la fin des années 1980 on a vu le passage de l'Europe passer d'une normalisation diversifiée d'un pays à un autre, à une normalisation européenne unifiée qui harmonise les règlements des différents pays.

I.6. Les normes européennes harmonisées

La normalisation est le complément de la réglementation pour aider les concepteurs, les fabricants de machines et même les exploitants de ces machines.

Les normes européennes harmonisées transposent en termes techniques les prescriptions correspondant aux exigences essentielles de sécurité définies par une ou plusieurs directives. Ces normes ne sont pas d'application obligatoire ; seules les règles techniques des directives le sont.

Le respect d'une norme donne présomption de conformité à la directive correspondante. D'une manière très brève on peut présenter les principales normes européennes de sécurité industrielle (dans la figure suivante) [19].

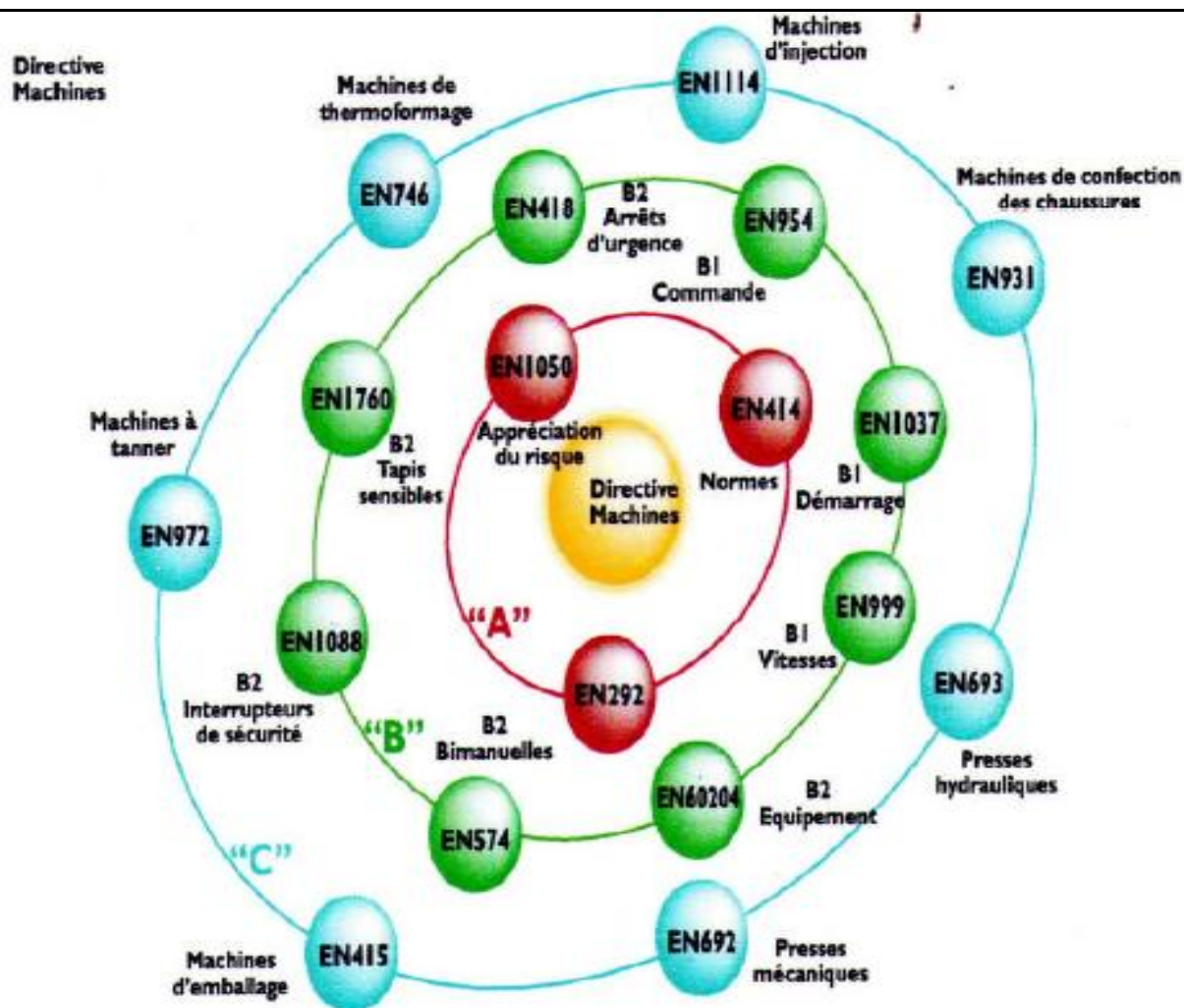


Figure I.2 Normes européennes harmonisées [1]

I.6.1. Présentation de quelques normes

Les principales normes relatives au domaine de la sécurité industrielle sont présentées dans le tableau suivante [1] :

Tableau I.1 Présentation des normes européennes relative à la sécurité des machines [1].

Normes	Caractérisation
EN 292 (ISO12100, parties 1 et 2)	Notions fondamentales, principes généraux de conception : c'est une norme A qui résume toutes les notions fondamentales incluant l'estimation du risque, les protecteurs fixes et amovibles, les interrupteurs de sécurité, les arrêts d'urgence, les systèmes de déclenchement, les distances de sécurité, etc. elle fait référence à d'autres normes et comporte les exigences essentielles de sécurité de la directive Machines.
EN 60204-1	Équipement électrique des machines-parties exigences générales : C'est une norme importante qui donne des recommandations générales concernant les problèmes liés à la sécurité des câblages et des équipements électriques des machines.
EN 294 (ISO 13852)	Distances de sécurité pour empêcher l'atteinte des zones à risque par les membres supérieurs : Fournit des données pour le calcul de la taille des ouvertures, de la position des équipements de protection, etc. assurant une bonne sécurité.

EN 811 (ISO 13853)	Distances de sécurité pour empêcher l'atteinte des zones à risques par les membres inférieurs: Fournit des données pour le calcul de la taille des ouvertures, de la position des équipements de protection, etc. assurant une bonne sécurité.
EN 349 (ISO 13854)	Distances minimales pour prévenir l'écrasement de parties du corps humain : Fournit des données pour le calcul des distances de sécurité entre les pièces en mouvement, etc.
EN 1088 (ISO 14119)	Interrupteur de sécurité associé à des protecteurs-principe de conception de choix. Donne des principes de conception et le choix d'interrupteurs de sécurité associés à des protecteurs. Utile pour vérifier les capteurs mécaniques en référence à la norme CEI 60947 5-1— appareillage électromécanique.
EN 954 (ISO 13849-1)	Parties des systèmes de commande relative à la sécurité-partie 1 : principes généraux de conception. Cette norme résume les exigences de sécurité pour les parties critiques des systèmes de commande des machines et décrit cinq catégories de performances B, 1, 2, 3 et 4.
EN 1050 (ISO 14121)	Vitesse d'approche de partie du corps pour le positionnement des dispositifs de protection. Elle fournit les méthodes de conception pour calculer la distance minimale de sécurité pour les appareils de sécurité spécifiques et en particulier pour les équipements électro sensibles comme les barrières immatérielles, les tapis et planchers sensibles à la pression et les commandes bi manuelles. Elle contient les principes pour le positionnement des appareils basés sur la vitesse d'approche, le temps d'arrêt de la machine. Ils peuvent être raisonnablement extrapolés pour couvrir les interrupteurs de sécurité avec ou sans verrouillage ou inter verrouillage du protecteur.
EN 574	Organe de commande bimanuelle-Aspects de fonctionnement Principes de conception. Elle fournit les exigences et les conseils pour la conception et la sélection des organes de commande bimanuelle, incluant la prévention des pannes et des défauts de fonctionnement.
EN 418 (ISO 13850)	Équipements d'arrêt d'urgence – Aspects fonctionnels – Principes de conception. Elle donne les principes de conception et les exigences des arrêts d'urgence.
EN 61496-1	Équipement de protection électro-sensibles partie 1 : Exigences générales et tests. La partie 1 donne des exigences et des procédures de tests pour le contrôle et la surveillance pour les équipements de protection électro-sensibles
CEI 61496-2	Partie 2 : Exigences particulières pour les équipements utilisant des appareils de protection actifs optoélectroniques. La partie 2 donne des exigences particulières pour la sécurité des barrières immatérielles.
EN 1760-1	Dispositifs de protection sensibles à la pression-partie 1 : Tapis et planchers Définit les prescriptions et procédures de tests.
EN 1760-2	Dispositifs de protection sensibles à la pression-partie 2 : Bourrelets et barres sensibles. Définit les prescriptions et procédures de tests.
EN 11161	Sécurité des systèmes industriels – Exigences fondamentales. Cette norme définit les prescriptions de sécurité pour les cas où deux machines ou plus interconnectées et manœuvrées par un organe de commande pouvant être reprogrammé pour la fabrication de pièces seules ou de sous-ensembles.
EN 1037 (ISO 14118)	Prescriptions générales pour la conception et la construction de protecteurs. Fournit les définitions, descriptions de conception applicables aux protecteurs fixes et amovibles.

EN 1038	Isolement et dissipation de l'énergie – Prévention d'une mise en marche intempestive. Elle définit les mesures destinées à l'isolement en énergie des machines et à la dissipation du stockage de l'énergie pour prévenir la mise en marche inopinée de la machine. Elle permet une intervention sûre dans une zone à risques.
----------------	--

Nous remarquons que ces normes concernent la sécurité industrielle d'une manière générale ainsi que les systèmes, les sous-systèmes, et les composants.

A travers cette recherche bibliographique nous avons constaté qu'il n'existe pas de méthode ou technique appropriée pour l'évaluation des risques industriels afin d'améliorer la sûreté des machines ou installation stratégique [1].

I.7. Aspect normatif et réglementaire en Algérie

En Algérie les normes spécifiques relatives à la sécurité et plus précisément celles concernant l'évaluation des risques sont totalement inexistantes, cependant les entreprises industrielles algériennes utilisent les normes européennes les normes ISO ou autres normes répondant le plus à leurs besoins en matière de sécurité aussi bien pour la conception que pour l'exploitation des installations industrielles. Nos recherches nous ont toutefois permis de découvrir qu'il existe quelques normes techniques de sécurité dans la réglementation algérienne (journal officiel). Nous présentons, dans le tableau suivante, quelques lois et décrets relatifs à la sécurité industrielle [19] :

Tableau I.2 Présentation de quelques lois et décrets relatifs à la sécurité [1].

Lois/Décret	Domaine
Loi No.83-13 du 2/07/1983	Relative aux accidents de travail et aux maladies professionnelles (jora No.28)
Loi No.85-05 du 16/02/1985	Relative à la protection et à la promotion de la santé (jora No8)
Loi No.88-07 du 26/01/1988	Relative à l'hygiène, à la sécurité et la médecine du travail (jora No4)
Loi No.89-23 du 19/12/1989	Relative à la normalisation (jora No54)
Loi No.90-03 Du 6/02/1990	Relative à l'inspection du travail (jora No.06)
Loi No.90-11 du 21/04/1990	Relative aux relations de travail
Décret No74-255 du 28/12/1974	Relatif aux modalités de constitution, les attributions et le fonctionnement de la C.H.S. (jora No.2)
Décret No76-34 du 20/02/1976	Relatif aux établissements dangereux, insalubres et incommodes (jora No21)
Décret No84-55 du 3/3/1984	Relatif à l'administration des zones industrielles (jora No.10)
Décret No84-105 du 12/05/1984	Relative à l'institution d'un périmètre de protection des installations et infrastructures. (jora No.20)
Décret No84-385 du 22/12/1984	Relatif aux mesures destinées à protéger les installations, ouvrages et moyens. (jora No.69)

Décret No93-184 du 27/7/93	Réglementant l'émission des bruits (jora No50)
Décret No84-387 du 22/12/84	Relatif aux mesures destinées à protéger les installations, ouvrages et moyens (jora No69)
Décret No85-231 du 25/8/1985	Relatif au plan d'organisation des secours (jora No.361)
Décret No85-232 du 25/8/1985	Relatif aux risques de catastrophes (jora No.361)
Décret No86-132 du 27/5/1986	Fixant les règles de protections des travailleurs contre les risques de rayonnements ionisants. (jora No35)
Décret No90-79 du 27/2/1990	Portant réglementation du transport de matières dangereuses (jora No10)
Décret No90-24 du 18/8/90	Portant réglementation des appareils à pression de gaz (jora No36)
Décret No90-246 du 18/8/1990	Portant réglementation des appareils à pression de vapeur (jora No36)
Décret No92-42 du 4/2/1992	Relatif aux autorisations préalables à la fabrication des produits toxiques ou présentant un risque particulier (jora No09)
Loi No88-07 du 26/01/1988	Relative à l'hygiène, à la sécurité et la médecine du travail
Arrêté interministériel du 10/2/1988	Fixant la délimitation et la signalisation particulière des zones réglementées et interdites (jora No.35)

Malgré que notre longue recherche en matière de lois et réglementation, Il est important de noter qu'il est possible de trouver et de rajouter d'autres lois et décrets relatifs à la sécurité industrielle à ce listing. Cependant, nous avons remarqué d'une manière générale que la réglementation en vigueur n'est pas techniquement très spécifique afin de l'utiliser en tant que norme.

Au niveau du tribunal, il est recommandé d'utiliser les normes internationales les plus appropriées en cas de d'absence de normes algériennes.

Nous avons aussi constaté que dans la réglementation algérienne il n'existe pas de méthodes ou de techniques concernant l'étude, l'analyse et l'évaluation des risques industriels. Pour ces raisons et pour des raisons d'échanges industriels, commerciaux et autres que nous avons présenté les normes européennes de sécurité afin de les prendre en considération [1].

I.8. Approche Théorique du Système Engineering

Le système engineering étant une approche interdisciplinaire qui nous permet de réaliser des systèmes réussis ou sûrs. Cette approche insiste sur les besoins et exigences de l'utilisateur ou exploitant (client) et les fonctionnalités requises très tôt dans le développement, la documentation, la conception de synthèse et la réalisation du système en prenant en considération le problème au complet :

- Opération,
- Coût et délais,
- Performances,
- Formation et support,

- Tests,
- Mise au rebut,
- Fabrication en série ou à la chaîne.

Le Système engineering intègre toutes les disciplines et tous les groupes de spécialistes dans une équipe de spécialistes formant un développement structuré du processus qui travail de la conception, la production et enfin à l'opération du système.

Cette approche prend en considération l'aspect technico-économique c'est-à-dire le respect des besoins et exigences de qualité requises du client tout en assurant une bonne rentabilité économique [20].

I.8.1. Domaine d'intérêt « notions de processus industriels »

I.8.1.1. Définition du processus industriel

Un processus industriel est un : « Ensemble d'activités corrélées ou interactives qui transforme des éléments d'entrée en éléments de sortie » [13].

Les procédés industriels permettent d'obtenir en grande quantité des produits qui autrement seraient relativement difficiles ou coûteux à obtenir. Ces produits peuvent alors être considérés comme des « commodités », c'est-à-dire des produits d'usage banal et disponibles en très grandes quantités. En rendant les produits fabriqués nettement moins chers, les procédés industriels permettent en effet de les consommer à grande échelle, par exemple l'acier, issu d'un procédé industriel, est lui-même utilisé pour la fabrication de machines. La fabrication d'un produit peut nécessiter l'utilisation de plusieurs procédés. Il est fréquent que la mise en place d'un procédé industriel ait un coût élevé. La rentabilité de cet investissement est alors liée à la production en grande quantité.

En plus des produits désirés, l'utilisation des procédés industriels engendrent souvent des sous-produits qui peuvent parfois être néfastes pour l'environnement, voire la santé des êtres vivants.

Le schéma ci-dessous représente de façon simple un processus industriel [1].

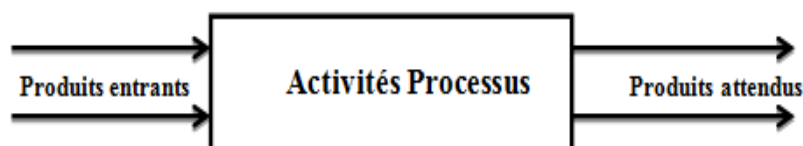


Figure I.3. Représente un Processus industriel [1].

Dans cette figure, nous remarquons que :

- L'unité de base est le processus,
- Les produits entrants sont les données d'entrée du processus,
- Les produits attendus sont les données de sortie (résultats) du processus.

L'activité représente l'acte de transformer et d'utiliser les ressources en résultats. Nous notons également que :

- Les éléments d'entrée d'un processus sont généralement les éléments de sortie d'autres processus,
- Les processus d'un organisme sont généralement planifiés et mis en œuvre dans des conditions maîtrisées afin d'apporter une valeur ajoutée,

- Lorsque la conformité du produit résultant ne peut être immédiatement ou économiquement vérifiée, le processus est souvent qualifié de « procédé spécial ».

Un processus peut être une activité complexe (comme par exemple le processus global d'une entreprise) qui peut être déclinée en sous-processus. Ces sous-processus, selon leur complexité peuvent être eux-mêmes déclinés en n-sous processus [1].

I.8.1.2. Description du processus

Cette description est applicable pour tout type de processus, décrire un processus revient à faire les opérations suivantes :

- Décrire les données de sortie du processus
- Décrire les données d'entrée du processus
- Décrire l'activité du processus
- Décrire le pilotage du processus

Pour assurer les objectifs fonctionnels, le processus fait appel à un ensemble de système interconnectés ou en interaction. Chaque système assure une ou plusieurs fonctions bien définies [14].

Les réacteurs d'un avions ont un rôle de propulsion, dans une centrale d'énergie nucléaire, le générateur de vapeur a pour mission d'évacuer la chaleur du circuit primaire et de produire la vapeur. Les systèmes peuvent être décomposés en sous-systèmes assumant à leur tour, généralement, un seul objectif fonctionnel.

L'étape suivante concerne la décomposition des systèmes ou sous-systèmes en composants ou matériels bien déterminés.

En général, on considère composants ou matériels de manière équivalente. Par exemple des moteurs électriques, des moteurs diesels, des vannes des pompes ou des unités centrales d'ordinateur des composants ou des matériels bien identifiés sur lesquels sera réalisé la maintenance. Donc c'est sur ces composant et matériels que s'effectuera la maintenance et non sur les systèmes [1].

Chaque composant ou matériel peut être ensuite décomposé en pièces élémentaires et chaque pièce est en général l'élément qui fera l'objet d'un échange standard.

Selon la profondeur de l'étude du risque, du diagnostic retenu, on remarque que cette notion de décomposition est dans un certain sens subjectif. C'est avant tout un choix de l'utilisateur et de ses motivations particulières, La figure suivante Donne un exemple de la décomposition hiérarchique d'un processus industriel avec systèmes, sous-systèmes et composants [1].

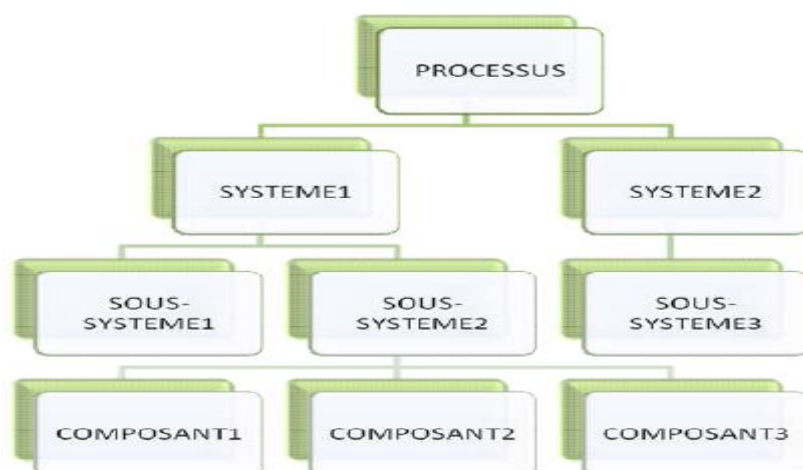


Figure I.4 Décomposition hiérarchique d'un processus [1].

I.8.2. Notion de systématique dans l'approche théorique du système engineering

Les méthodes d'analyse des risques et de diagnostic ne possèdent pas des caractères universel en fonction de la nature des processus, systèmes, sous-système, composants ou matériels, il faudra mettre en œuvre à chaque fois des méthodes spécifiques tenant compte des technologies déployées :

- Systèmes mécaniques dynamiques : moteurs, pompes, turbines, réacteur...,
- Système mécaniques statiques : tuyauterie, enceintes...,
- Systèmes numériques programmés,
- Systèmes thermo hydrauliques : échangeurs, fours, colonnes de distillation, tours de craquage...
- Systèmes électriques ou électroniques, analogiques ou logiques : capteurs, régulateurs et automates programmables...

Un système assure une ou plusieurs fonctions ou missions grâce à ses composants ou ses matériels. Ces fonctions possèdent une hiérarchie en termes d'importance et il convient de se demander sur les aspects technico-économiques avant de mettre en place une méthode d'analyse des risques ou de diagnostic [1].

Pour effectuer cette analyse il est nécessaire d'identifier les caractéristiques des systèmes et composants :

- Les fonctions du système en distinguant les missions principales et secondaires et leurs importances relatives ;
- La structure du système en analysant les liens entre systèmes et composants ;
- Les modes de fonctionnement des systèmes et des caractéristiques des composants;
- Les conditions d'exploitation du système ;
- L'environnement du système pour connaître ses délimitations et l'influence des facteurs extérieurs;
- L'inventaire des moyens de mesures.

Cette réflexion est toujours nécessaire avant toute étude des risques d'un système.

En effet, deux cas de figures se présentent : soit le projet qui se situe à la phase de conception, soit on doit prendre en compte l'existence du système existant (en état de fonctionnement ou à l'arrêt).

Dans le premier cas, il est possible de procéder à une analyse des risques ou un analyse de la sûreté de fonctionnement pour se fixer les objectifs a priori de disponibilité [15].

Dans ce cas on peut prévoir des matériels redondants et une instrumentation nous permettant d'accéder aux informations indispensables au diagnostic et l'analyse de la sûreté de fonctionnement.

Dans le second cas, il faudra très souvent se contenter de l'information existante ce qui limitera l'exhaustivité du diagnostic.

I.8.3. Démarches d'approche théorique du système engineering

I.8.3.1. Démarche basée sur la notion du cycle de vie

L'approche du model de cycle de vie du système est représentée par la figure suivante qui décrit les différentes phases du cycle de vie du système :

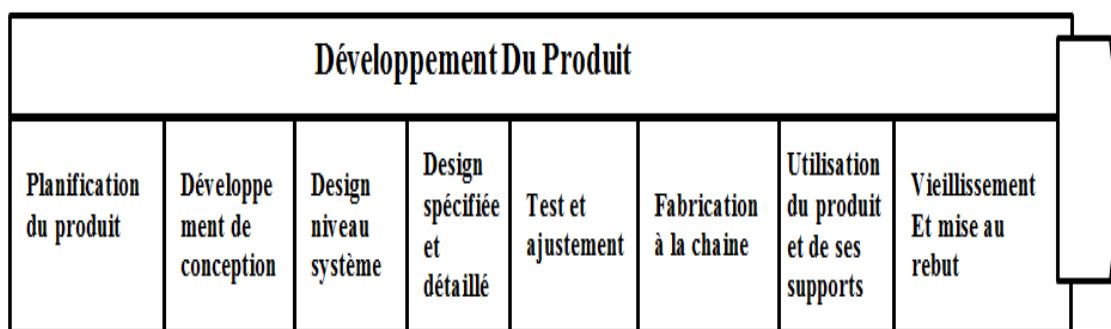


Figure I.5 Développement du produit [1].

Le cycle de vie du système est une séquence de phases, lesquelles contiennent des rôles et missions précises. Le cycle de vie total du système à partir du concept initial à la disposition du produit (decommissioning) est couvert [1]. Une approche sur l'accomplissement du cheminement des étapes de management est présente à la figure suivante :

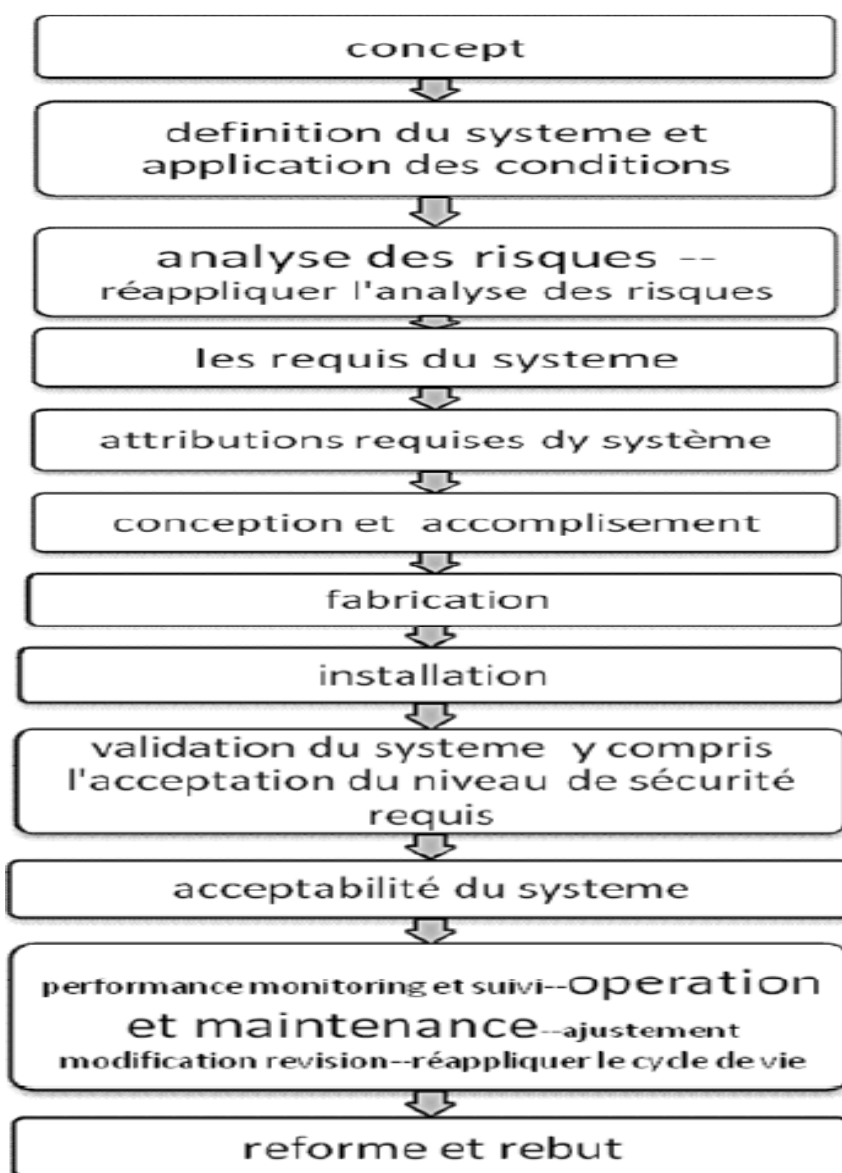


Figure I.6 Management du cycle de vie du système.

I.8.3.2. Démarche basée sur la notion du Risk Assessment

Selon la norme ISO 14121 « sécurité des machines » le risk assessment ou évaluation des risques est une série d'étapes logiques qui permet l'évaluation des risques associée aux machines. Cette évaluation est suivie d'une diminution du risque si cela est nécessaire. L'itération de ce processus peut être nécessaire pour éliminer le hasard et ce afin de réduire le risque par la mise en place de mesures protectives. D'après cette norme, le risk assessment inclut l'analyse des risques et l'évaluation des risques (la figure suivante).

L'analyse des risques inclut la détermination des limites de la machinerie, l'identification des hasards et l'estimation [1].

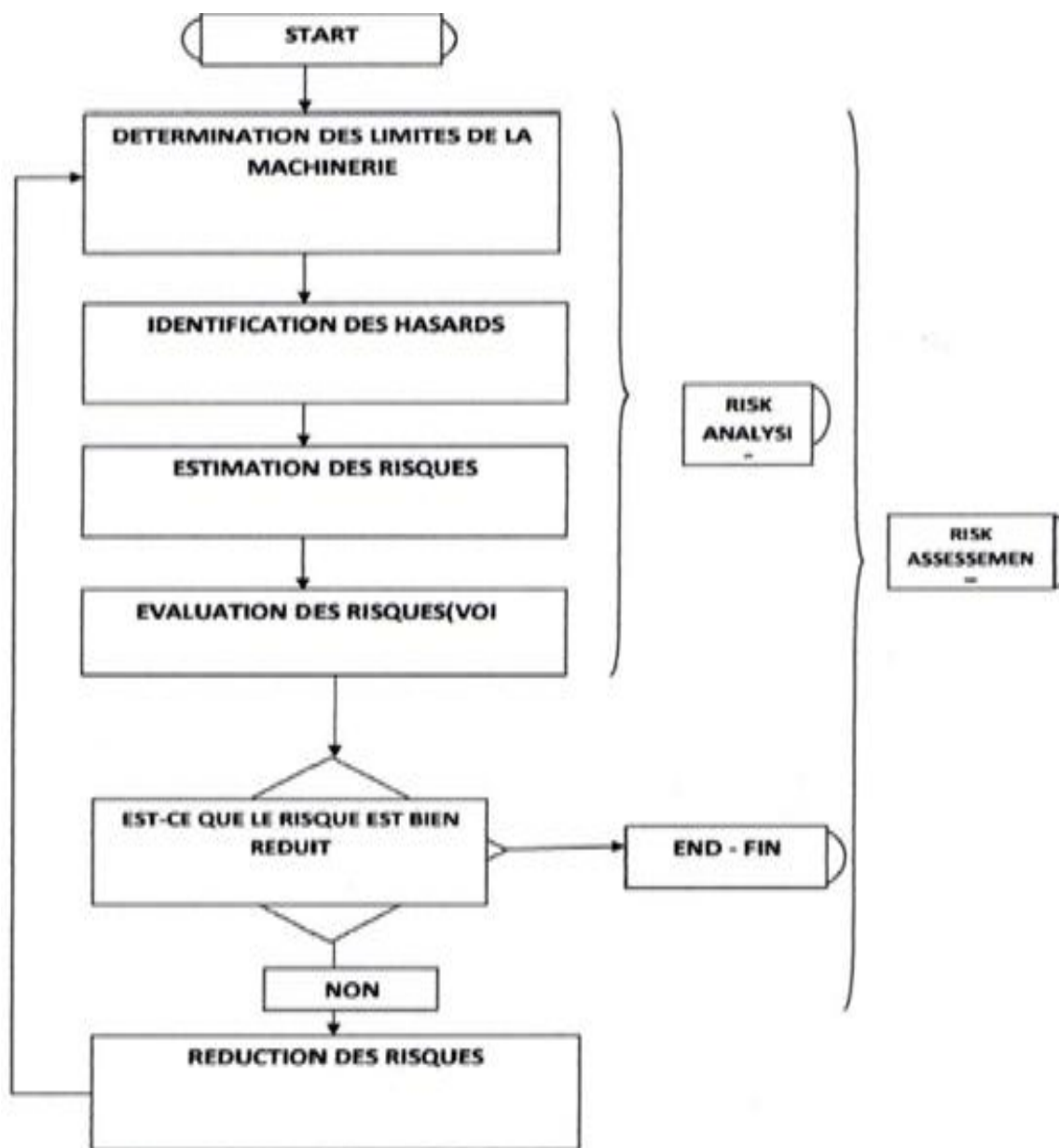


Figure I.7 Processus d'analyse des risques (ISO 14121) [1].

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté des normes européennes unifiées relatives à la sécurité industrielle d'une manière générale, les systèmes, sous-systèmes, et composants ainsi que certains aspects normatifs de la sûreté de fonctionnement et d'analyse des risques.

De même, qu'une recherche dans la réglementation en vigueur issue du journal officiel Algérien présentée sous forme de listing et énumération des lois et décrets relatifs à la sécurité industriels nous a montré qu'il y a un manque de réglementation technique spécifique en matière de sûreté de fonctionnement.

Par conséquent, en cas de manque de normes et spécification technique, l'expert en sécurité fait recours aux normes internationales les plus adaptées à notre situation. A travers ce recherche bibliographique nous avons constaté qu'il n'existe pas de méthode ou technique idéale pour l'amélioration de la sûreté des machines ni comment évaluer le niveau de bon fonctionnement d'une installation ou machine stratégique.

