

PROCESSUS ACCIDENTEL

1. Introduction

Dans toute démarche d'analyse des risques, il est important d'utiliser, implicitement ou explicitement, un modèle de processus accidentel. Ceci permet une analyse plus complète et plus efficace, de même qu'une meilleure recherche de solutions pour réduire les risques.

Il existe plusieurs modèles de processus accidentel; celui retenu n'a pas la prétention d'être le meilleur, mais il est à la fois simple et complet, compte tenu des objectifs poursuivis dans cette formation. Il s'agit d'un modèle graphique, proposé par M. David [3] et représenté à la figure suivante. Ce modèle introduit différents termes, définis dans les prochaines sections, et présente différentes couleurs, qui seront utiles lors de l'analyse des risques. En quelque sorte, il s'agit des ingrédients nécessaires pour concocter un accident...

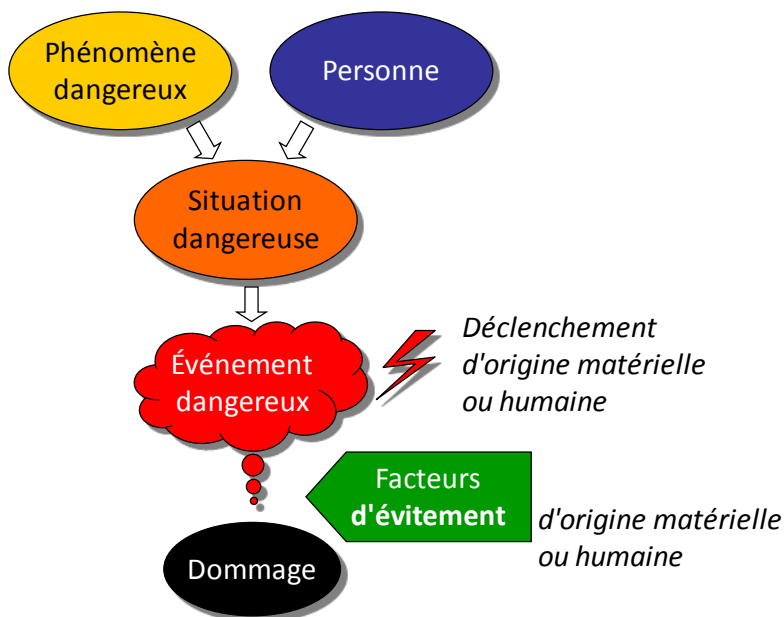


Figure 1 : Modèle accidentel général relatif aux accidents machine [3]

Pour aider à la compréhension de ce modèle, l'exemple suivant sera utilisé.

Machine pour le traitement chimique de feuilles de métal

Dans une usine de production de feuilles de métal (comme du papier d'aluminium, des feuilles de cuivre pour les circuits électroniques, etc.), un opérateur doit exécuter une tâche de nettoyage de certains rouleaux afin de s'assurer qu'aucune particule ne vienne endommager le fini de surface de la feuille (voir la figure 2). Pour ce faire, il doit monter sur une passerelle et passer doucement un chiffon sur la surface des rouleaux. Or, il doit exécuter cette tâche pendant le fonctionnement de la machine. À quels dommages s'exposerait-il et de quelle manière pourrait-il en être victime?

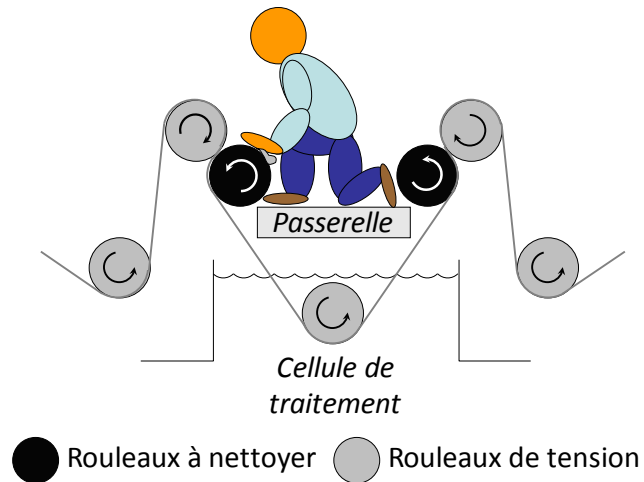


Figure 2 : Exemple de la machine pour le traitement chimique de feuilles de métal

2. Définition des termes

Le modèle fait apparaître six termes. Une bonne compréhension de leur définition est essentielle à la compréhension de toute la démarche d'analyse des risques qui sera utilisée.

2.1 Phénomène dangereux

La notion de phénomène dangereux est définie par la norme ISO/CD 12100-1 comme étant une « **source potentielle de blessure ou d'atteinte à la santé** » [4]. Autrement dit, n'importe quoi susceptible de causer une blessure ou un dommage, comme :

- le tranchant d'un couteau;
- le poids d'un objet lourd;
- les vapeurs d'un produit toxique;
- les mouvements répétitifs lorsqu'on travaille à l'ordinateur;
- l'énergie potentielle lorsqu'on se trouve en hauteur.

Les phénomènes dangereux sont multiples et peuvent engendrer des genres d'accidents différents selon leur nature. On peut les regrouper en diverses catégories, comme celles présentées au tableau 1 (page suivante).

À titre indicatif, le document *DEMARCHE D'ANALYSE DES RISQUES* présente plusieurs exemples de phénomènes dangereux retrouvés à la Faculté de génie.

Tableau 1 : Exemples de phénomènes dangereux

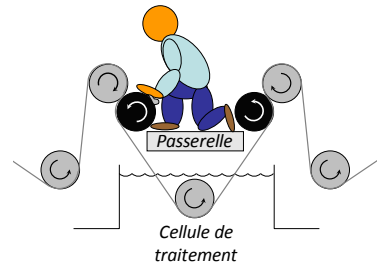
Catégories de phénomènes dangereux	Exemples
Mécaniques ¹	<ul style="list-style-type: none"> • énergie cinétique d'éléments en mouvement; • forme tranchante, pointue, rugueuse; • élément en mouvement, angle rentrant; • accumulation d'énergie à l'intérieur d'un système (ressort, pression, vide, etc.); • énergie potentielle due à une masse soumise à la force gravitationnelle.
Électriques	<ul style="list-style-type: none"> • conducteurs sous-tension; • éléments d'un système devenus sous tension; • phénomènes électrostatiques.
Thermiques	<ul style="list-style-type: none"> • objets ou matériaux à température extrême; • flammes, explosions; • environnement de travail extrême (chaud ou froid).
Bruits ou vibrations ²	<ul style="list-style-type: none"> • bruit constant ou intermittent; • impacts, vibrations de diverses fréquences.
Rayonnements	<ul style="list-style-type: none"> • basses fréquences, radiofréquences et micro-ondes; • rayonnement infrarouge, visible et ultraviolet; • rayon X et gamma; • lasers.
Engendrés par les matériaux et substances	<ul style="list-style-type: none"> • matériaux et substances nocives, toxiques, corrosives, humides, cancérigènes ou irritantes; • substances combustibles, inflammables ou explosives.
Engendrés par le non-respect de principes ergonomiques	<ul style="list-style-type: none"> • visibilité restreinte; • accès difficile à l'espace de travail; • espace de travail encombré; • déplacement de charges lourdes; • mouvements répétitifs; • posture contraignante.
Combinaison de phénomènes dangereux	<ul style="list-style-type: none"> • phénomènes dangereux qui paraissent mineurs lorsqu'ils sont pris isolément, mais dont la combinaison peut amplifier les effets sur l'humain.

¹ La manifestation de ces phénomènes dangereux d'origine mécanique pourra se faire sous la forme d'écrasement, de cisaillement, de coupure ou sectionnement, de happement, d'enroulement, d'entraînement ou d'emprisonnement, de choc, de perforation ou de piqûre, de frottement ou d'abrasion, d'éjection de fluide sous haute pression, de projection d'éléments de la machine ou de matière travaillée, de perte de stabilité de la machine ou d'élément de la machine, de glissade, de perte d'équilibre et de chute.

² Le bruit peut entraîner une détérioration de l'acuité auditive, mais aussi des interférences avec la communication orale ou des signaux acoustiques.

Dans l'exemple de la machine de traitement chimique des feuilles de métal, voici quelques exemples de phénomènes dangereux :

- angles rentrants (près de la main et près d'un pied);
- effets de la gravité (travail sur une passerelle);
- produits chimiques utilisés (vapeur montant du bassin);
- force de tension exercée sur la feuille de métal;
- éléments de machine pouvant être devenus sous tension.



2.2 Personne

Pour que l'on puisse parler d'accidents ou d'atteintes à la santé et à l'intégrité physique, deux ingrédients sont absolument nécessaires : l'existence de phénomènes dangereux et la présence d'une ou de plusieurs personnes.

En matière de *santé et sécurité en milieu de travail et d'études* (SSMTE), les personnes qui seront d'abord prises en considération pour l'analyse des risques sont évidemment :

- l'étudiante ou l'étudiant;
- la professeure ou le professeur;
- l'assistante ou l'assistant.

Bien que l'accès aux laboratoires de la Faculté de génie soit généralement limité à ces personnes, il importe aussi de considérer que d'autres personnes peuvent occasionnellement s'y retrouver : des personnes en visite (incluant des jeunes), des travailleuses et des travailleurs d'une entreprise sous contrat, etc.

2.3 Situation dangereuse

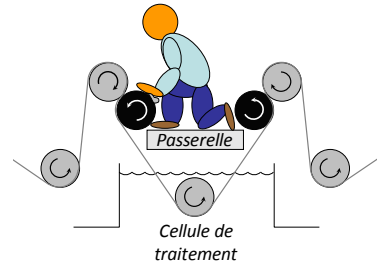
Une situation dangereuse, telle que définie dans la norme par ISO/CD 12100-1, se produit lorsqu'« **une personne est exposée à un ou des phénomènes dangereux** » [4].

Selon cette définition et lorsqu'on y réfléchit bien, l'être humain se trouve presque continûment en situation dangereuse. En effet, dès qu'il marche sur une surface glissante (exposition aux effets de la gravité terrestre), dès qu'il coupe une pomme (exposition au tranchant d'un couteau), dès qu'il monte dans un autobus (exposition à une énergie cinétique importante) ou même lorsqu'il mange tranquillement un repas (exposition à des aliments pouvant obstruer les voies respiratoires), l'humain est en situation dangereuse.

Subira-t-il forcément un dommage ? Non, et heureusement, c'est rarement le cas ! La section 2.4 présente comment une situation dangereuse peut créer un dommage. Pour l'heure, il suffit de se rappeler qu'une situation dangereuse se définit tout simplement comme étant une personne exposée à un phénomène dangereux.

Dans l'exemple de la machine pour le traitement chimique de feuilles de métal, voici quelques exemples de situations dangereuses :

- opérateur exposé à des angles rentrants (près de la main et près d'un pied);
- opérateur exposé aux effets de la gravité (travail sur une passerelle);
- opérateur exposé aux produits chimiques utilisés (vapeur montant du bassin);
- opérateur exposé à la tension dans la feuille de métal;
- opérateur exposé à des éléments de machine devenus sous tension.

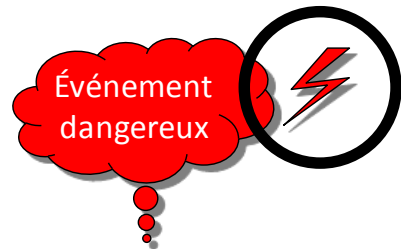


2.4 Événement dangereux

Comme indiqué plus haut, l'être humain se trouve quasi continuellement en situation dangereuse, c'est-à-dire qu'il est exposé à différents multiples phénomènes dangereux. Souvent, il ne s'en rend plus compte, étant donné son habitude à se trouver dans de telles situations sans subir de dommage, jusqu'à ce qu'un événement dangereux se produise...

Selon la norme ISO /CD 12100-1, un événement dangereux est une « **circonstance dans laquelle une situation dangereuse peut entraîner une blessure ou une atteinte à la santé** » [4]. David précise que l'événement dangereux peut être d'origine technique ou humaine [3]. On le définit parfois comme un « **événement qui peut être à l'origine d'un préjudice** » [1] ou un « **événement susceptible de causer un dommage** » [2].

Les événements dangereux sont en quelque sorte des déclencheurs, qui font qu'une situation dangereuse peut dégénérer en un accident ou une atteinte à la santé et à l'intégrité physique des personnes. Ils sont très variés et peuvent être d'origine matérielle ou humaine. La meilleure analogie qui puisse être offerte est celle de la **foudre** : tout comme l'événement dangereux, nul ne sait à quel endroit ni à quel moment elle frappera.

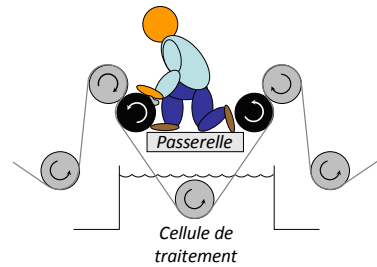


On peut regrouper la plupart des phénomènes dangereux en deux grandes catégories :

- ceux impliquant un caractère soudain (contact soudain avec une forme dangereuse, démarrage soudain d'une machine, perte soudaine d'équilibre, etc.);
- ceux impliquant le dépassement d'un seuil tolérable (respirer les vapeurs d'un contaminant au-delà d'un seuil tolérable, être exposé à un bruit dont la durée et le niveau excèdent un seuil tolérable, etc.).

Dans l'exemple de la machine de traitement chimique des feuilles de métal, voici quelques exemples d'événements dangereux :

- contact soudain avec l'angle près de la main (happement du chiffon, distraction, etc.);
- contact soudain avec l'angle rentrant près du pied (changement de position, perte d'équilibre, etc.) :
- chute (lorsque l'opérateur descend de la passerelle);
- inhalation de contaminants chimiques au-delà du seuil tolérable prescrit pour ce produit;
- rupture soudaine de la feuille de métal;
- contact soudain avec des éléments de machine devenus sous tension.



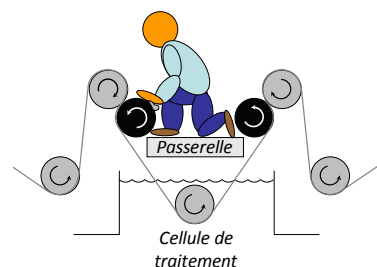
2.5 Possibilité d'évitement

La possibilité d'évitement, telle que définie dans la norme ISO/FDIS 14121, permet « **d'éviter ou de limiter le dommage**, en fonction des personnes qui exploitent la machine, de la rapidité d'apparition de l'événement dangereux, de la conscience du risque, de la possibilité humaine d'éviter ou de limiter le dommage, de l'expérience ou de la connaissance pratique » [5].

Par ailleurs, il importe de comprendre qu'il s'agit de la possibilité d'éviter le dommage **après** l'occurrence de l'événement dangereux (voir la figure 1). Par exemple, une fois que les doigts sont soudainement entrés en contact avec la lame tranchante d'un scalpel, la coupure est inévitable. De même, une fois qu'une perte soudaine de l'équilibre s'est produite, une chute est presque assurée.

Dans l'exemple de la machine pour le traitement chimique de feuilles de métal, voici quelques exemples de phénomènes dangereux :

- la possibilité d'éviter l'écrasement de la main (ou du pied) après son contact soudain avec l'angle rentrant sera fonction de la vitesse de rotation des rouleaux;
- une fois la perte soudaine de l'équilibre, la chute du haut de la passerelle semble difficilement évitable;
- quant à l'inhalation de contaminants chimiques, la possibilité d'éviter le dépassement du seuil tolérable sera fonction du type de produits;
- une fois le contact soudain établi avec des éléments de machine devenus sous tension, l'électrisation sera instantanée, donc impossible à éviter.

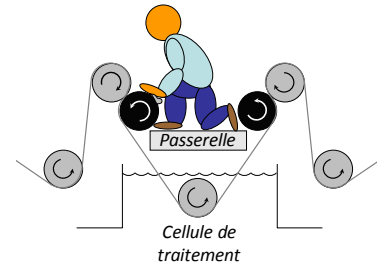


2.6 Dommage

Le dommage est défini dans la norme ISO/FDIS 14121 comme une « **lésion physique et/ou une atteinte à la santé ou aux biens** » [5]. Autrement dit, ce sont les blessures ou les maladies professionnelles qui résultent de l'exposition aux phénomènes dangereux : ecchymose, coupure, fracture, perforation, amputation, tendinite, bursite, lombalgie, surdité, asthme professionnel, allergie ou hypersensibilité à des produits, asphyxie, etc.

Dans l'exemple de la machine pour le traitement chimique de feuilles de métal, voici quelques exemples de dommages possibles :

-  crasement (main ou pied) dans un angle rentrant;
- entorse suite à la chute du haut de la passerelle;
- asthme professionnel d  au contaminant chimique;
- coupure par la feuille de métal après sa rupture;
-  lectrisation de l'opérateur.



3. Conclusion

Le processus accidentel a permis d'introduire et de définir précisément les termes qui seront utilisés dans la démarche d'analyse des risques vue dans le cadre de ce cours :

- phénomène dangereux : source potentielle de blessure;
- personne :  tudiant, professeur, autre personnel, visiteurs;
- situation dangereuse : exposition d'une personne à un phénomène dangereux;
-  v nement dangereux : circonstance difficilement prévisible (comme la foudre) qui fait qu'une situation dangereuse dégénère et risque d'entraîner un dommage;
- possibilité d'évitement : circonstance qui permet, *in extremis*, d'éviter le dommage;
- dommage : blessure, atteinte à la santé ou à l'intégrité physique.

Tout accident peut être décrit par ces termes. Toujours pour l'exemple de la machine de traitement chimique, on pourrait décortiquer un accident (fictif) comme suit :

*Un opérateur (**personne**) s'est fait écraser la main droite (**dommage**) après qu'elle soit soudainement entrée en contact (** v nement dangereux**) avec un angle rentrant (**phénomène dangereux**) auquel il était exposé (**situation dangereuse**). En raison de la vitesse de la machine, il n'a pas pu éviter sa blessure (**possibilité d'évitement**).*

Cette façon de décortiquer les accidents possibles est la base de la démarche d'analyse des risques utilisée dans le cadre de ce cours.

4. Références

- [1] CEI/IEC 300-3-9, *Gestion de la sûreté du fonctionnement – Partie 3 : Guide d’application – Section 9 : Analyse du risque des systèmes technologiques*, Normes internationales de la Commission électrotechnique internationale, CEI/IEC 300-3-9, 1995.
- [2] CRAMIF, *Sécurité des équipements de travail – Guide pour l’analyse des risques et le choix de mesures de prévention*, Caisse régionale d’assurance maladie de l’Ile de France, projet de publication, 20 p., mars 2000.
- [3] David, R., *L’analyse du risque, Journées de réflexion sur les nouvelles données apportées par les normes européennes*, Contenu de formation, Paris, 1995.
- [4] ISO/CD 12100-1, *Sécurité des machines, Notions fondamentales, Principes généraux de conception – Partie 1 : Terminologie de base, Méthodologie*, Projet de norme internationale, 1998.
- [5] ISO/DIS 14121, *Sécurité des machines, Principes pour l’appréciation du risque*, Projet de norme internationale, 1998.