

DEMARCHE D'ANALYSE DES RISQUES

1. Introduction

De façon générale, toutes actions visant à réduire les risques commencent par une analyse des risques. Les documents règlementaires et normatifs sont unanimes à ce sujet. La figure 1 propose une représentation de la démarche d'analyse et de réduction des risques, retenue dans le cadre de ce cours.

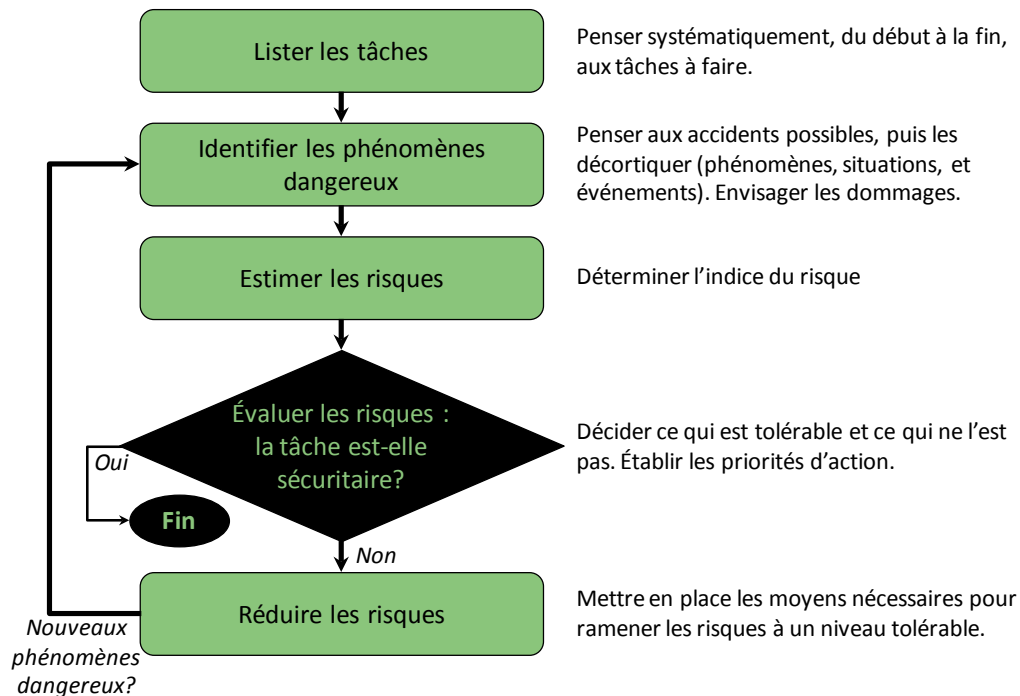


Figure 1 : Démarche d'analyse et de réduction des risques retenue pour ce cours

Cette démarche est inspirée de celle proposée par la norme ISO/CD 12100-1 [3]. On la retrouve aussi dans une publication conjointe de l'*Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail* (IRSST) et de la *Commission de la santé et de la sécurité du travail* (CSST) [5].

Ses quatre premières (lister les tâches, identifier les phénomènes dangereux, estimer puis évaluer les risques) sont présentées dans les sections qui suivent. L'étape de réduction des risques et le caractère itératif de l'ensemble de la démarche sont présentés dans le document *DEMARCHE DE REDUCTION DES RISQUES*. AUSSI, des exemples d'analyse des risques sont disponibles dans la section *DOCUMENTATION COMPLEMENTAIRE*.

Important : lorsqu'on fait une analyse des risques, on pose habituellement l'hypothèse que les moyens pour réduire les risques (protecteurs, équipements de protection individuelle, équipements de protection collective, etc.) ne sont pas en place.

2. Lister les tâches ou manipulations

Une manière de rendre rigoureuse et systématique l'analyse des risques consiste à l'organiser autour des tâches ou des manipulations devant être effectuées. En effet, la démarche repose sur l'identification de scénarios d'accident plausibles, qui seront ensuite décortiqués selon les composantes du processus accidentel. Or, pour maximiser les chances de ne pas oublier de scénario d'accident, l'identification de chacune des tâches, durant lesquelles peut survenir un accident, est une stratégie efficace. De plus, cette façon de faire est relativement simple et elle permet de bonifier l'analyse des risques par l'ajout de nouvelles tâches ou manipulations.

Pour réaliser cette première étape, il est fortement recommandé de procéder de manière chronologique :

- accéder au laboratoire;
- préparer son plan de travail;
- réaliser les tâches ou les manipulations;
- ranger son plan de travail;
- quitter le laboratoire.

Dans cette approche, il importe d'être aussi précis et détaillé que possible. Par exemple, on prendra soin d'énumérer toutes les tâches ou manipulations qu'il est prévu de faire. De même, la tâche *ranger le plan de travail* devrait comprendre des sous-tâches, comme disposer des résidus, nettoyer les instruments, nettoyer les surfaces de travail, etc.

Bref, plus les tâches seront décrites avec précision, moins la probabilité d'omettre des scénarios d'accident sera grande et meilleure sera l'analyse des risques.

3. Identifier les phénomènes dangereux

Tel que vu dans le document *PROCESSUS ACCIDENTEL*, la présence de phénomènes dangereux correspond à la cause élémentaire de tous dommages. La norme ISO/CD 12100-1 définit le phénomène dangereux comme une « source potentielle de blessure ou d'atteinte à la santé » [3]. Les phénomènes dangereux sont de diverses natures et peuvent être regroupés en grandes catégories.

Cette section présente les phénomènes dangereux mécaniques, électriques, thermiques, biologiques, associés aux rayonnements, engendrés par des matériaux et par le non-respect des principes ergonomiques. Quelques exemples sont également présentés, provenant tous de la Faculté de génie.

AVIS : les exemples présentés dans cette section ne sont, à juste titre, que des exemples. Il existe bien d'autres phénomènes dangereux. Il est difficile, voire impossible, de présenter une liste complète de ceux-ci. La meilleure façon d'en identifier un grand nombre est de se remémorer leur définition : toute source potentielle de blessure ou d'atteinte à la santé est un phénomène dangereux.

3.1 Phénomène dangereux mécaniques

Pour identifier les phénomènes dangereux mécaniques, il est recommandé de considérer notamment :

- l'énergie cinétique des systèmes (masse et vitesse);
- les accélérations;
- les forces exercées;
- la résistance mécanique pouvant être inadéquate (rupture, éclatement, flexion);
- l'énergie potentielle, soit l'accumulation d'énergie :
 - d'un système (ou de ses éléments) ou d'une personne se trouvant élevé par rapport au sol;
 - à l'intérieur d'un système en raison de la présence d'éléments élastiques (ressorts), de gaz ou de liquides sous pression¹, d'effets associés au vide ou à une basse pression;
- les pièces et outils en mouvement;
- la disposition relative des pièces et outils en mouvement (pouvant créer des angles rentrants, des zones de coincement, de cisaillement, d'enroulement, de sectionnement);
- les formes dangereuses (tranchante, pointue, rugueuse);
- la masse et la stabilité d'éléments ou de personnes (chute, renversement) [5].

Les figures 2 à 9 présentent quelques exemples de phénomènes dangereux mécaniques se retrouvant à la Faculté de génie.

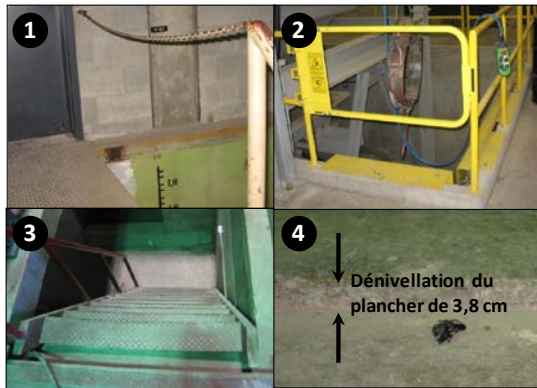


Phénomènes dangereux :

- énergie cinétique lorsqu'en mouvement (on imagine une collision entre le chariot et une personne, un objet, un mur);
- stabilité lorsqu'en mouvement (on imagine un renversement lors d'une mauvaise manutention);
- pièces en mouvement (on imagine un écrasement entre les roues et le sol);
- énergie potentielle des charges levées (on imagine un renversement de la charge ou une défectuosité la faisant descendre);
- etc.

Figure 2 : Exemples de phénomènes dangereux mécaniques (chariot élévateur)

¹ À titre indicatif, l'émission populaire MythBusters a testé les dires selon lesquels un cylindre de gaz sous pression se transforme en fusée si sa valve venait qu'à se briser. Le résultat peut convaincre de bien attacher les cylindres pour éviter leur chute : <http://www.youtube.com/watch?v=eJGNLTo84>.



Phénomènes dangereux (images 1, 2 et 3) :

- énergie potentielle (on imagine une chute d'une personne);
- etc.

Phénomènes dangereux (image 4) :

- stabilité (on imagine qu'une personne s'enfarge trébuche ? dans la dénivellation et qu'elle se heurte sur les équipements de cette zone, non représentés dans l'image);
- etc.

Figure 3 : Exemples de phénomènes dangereux mécaniques (effets de la gravité)



Phénomènes dangereux :

- énergie potentielle (on imagine la chute d'une charge soulevée);
- énergie cinétique (on imagine une collision entre la charge en déplacement et une personne);
- stabilité (on imagine un objet qui chute après avoir été accroché par la charge en déplacement ou le pont lui-même);
- etc.

Figure 4 : Exemples de phénomènes dangereux mécaniques (pont roulant)



Essai destructif d'une poutre de béton

Phénomènes dangereux (image 1) :

- énergie potentielle (lors de l'essai, la poutre est élevée par rapport au sol);
- énergie potentielle (lors de l'essai, une grande quantité d'énergie s'accumule dans la poutre, pouvant projeter des éclats);
- etc.



Essai destructif d'une aile d'avion

Phénomènes dangereux (image 2) :

- énergie potentielle (lors de l'essai, une grande quantité d'énergie s'accumule dans l'aile d'avion, pouvant projeter des éclats);
- résistance mécanique pouvant être inadéquate (on imagine une rupture des ancrages à l'extrémité droite du longeron);
- etc.

Figure 5 : Exemples de phénomènes dangereux mécaniques (essais destructifs)



Phénomènes dangereux :

- angle rentrant (on imagine un contact soudain entre la courroie crantée et l'engrenage lors du fonctionnement);
- énergie potentielle (on imagine la chute du montage);
- forme dangereuse (on imagine un contact avec la courroie crantée, abrasive lors du fonctionnement);
- etc.

Figure 6 : Exemples de phénomènes dangereux mécaniques (montage)



Perceuse sur
colonne

Fraiseuse
conventionnelle

Phénomènes dangereux :

- énergie cinétique (l'énergie des machines est transférée en partie dans les copeaux d'usinage, pouvant être projetés);
- énergie potentielle (l'énergie des machines est transférée en partie dans les pièces usinées, pouvant être projetées);
- formes dangereuses (on imagine un contact avec les outils tranchants lors du fonctionnement des machines);
- éléments de machine en mouvement (on imagine un contact avec les zones d'enroulement créés lors du fonctionnement);
- etc.



Tour conventionnel

Remarque : on note que le machiniste ne porte pas de gants ni de manches longues, pour limiter le risque d'enroulement.

Figure 7 : Exemples de phénomènes dangereux mécaniques (machines d'usinage)



Phénomènes dangereux :

- formes dangereuses (on imagine un contact avec les surfaces abrasives lors du fonctionnement des outils);
- angles rentrants (on imagine un contact soudain entre les surfaces abrasives et les éléments fixes des outils);
- résistance mécanique pouvant être inadéquate (on imagine la meule éclater);
- etc.

Figure 8 : Exemples de phénomènes dangereux mécaniques (outils abrasifs)



Phénomènes dangereux :

- bruit (on imagine une personne exposée soudainement au 130 dB de cette chambre de réverbération);
- stabilité (on imagine le renversement des divers systèmes, pouvant par exemple accrocher les protecteurs auditifs d'une personne y travaillant);
- etc.

Figure 9 : Exemples de phénomènes dangereux mécaniques (chambre de réverbération)

3.2 Phénomènes dangereux électriques

Pour identifier les phénomènes dangereux électriques, il est recommandé de considérer notamment :

- les conducteurs sous tension;
- les éléments de machine sous tension (par perte d'isolement, par exemple) [5].

L'électricité est l'énergie la plus utilisée dans les laboratoires de la Faculté de génie pour alimenter des montages et machines de toutes sortes. Cela implique forcément la présence de plusieurs éléments conducteurs sous tension. Selon les endroits, il peut s'agir de quelques volts, allant à plusieurs dizaines de kilovolts. Or, le corps humain est un très bon conducteur, car il est composé de plus de 70% d'eau. Si une personne touche soudainement à un conducteur sous tension, un courant électrique pourrait la traverser (électrisation) et dans certains cas, le décès

peut survenir (électrocution). La gravité d'un choc électrique est variable et dépend de trois grands facteurs [1].

Le premier est l'intensité du courant qui traverse le corps. On se rappellera que l'intensité $I = V / R$, où V est la tension et R est la résistance. Or, le corps humain offre une résistance variable. Si la peau est mouillée, les pieds sont nus et le sol est humide, la résistance moyenne est alors de 500Ω . Si la peau est sèche et les pieds sont isolés par des chaussures de sécurité, la résistance moyenne devient alors de $50\,000 \Omega$. Le tableau suivant présente différentes intensités pour ces conditions.

Tableau 1 : Exemples d'intensité pour différentes résistances du corps humain et tensions [1]

Tension \ Résistance	Peau mouillée, pieds nus, chaussée humide ($\approx 500 \Omega$)	Peau sèche, pieds bien chaussés ($\approx 50\,000 \Omega$)
120 V	240 mA	2,4 mA
240 V	480 mA	4,8 mA
600 V	1 200 mA	12 mA

Ensuite, la trajectoire qu'emprunte le courant est un facteur déterminant dans la gravité d'une électrisation. Le courant qui traverse un corps cherche le trajet offrant le moins de résistance entre son point d'entrée et son point de sortie. Si ce trajet passe par le cœur, par les centres de contrôle respiratoire (à la base du cerveau) ou encore par le diaphragme, un arrêt cardio-respiratoire risque de survenir pour une intensité d'environ 80 mA ou plus. Par exemple, selon le tableau précédent, un contact soudain avec une tension de 120 V pourrait engendrer un courant (entrant par une main un peu moite et sortant par l'autre, passant donc par le cœur) dont l'intensité pourrait être mortelle.

Puis, le troisième facteur influençant la gravité d'une électrisation est la durée du contact avec les éléments sous tensions. Plus elle est prolongée, plus les dommages causés par le courant seront importants (brûlure des tissus atteignant le 3^e degré).

Enfin, lorsqu'on identifie les phénomènes dangereux électriques, il est aussi recommandé de considérer les phénomènes électrostatiques [5]. Certes, ceux-ci ne risquent pas de conduire à une électrocution, mais ils peuvent créer une explosion. En effet, plusieurs environnements peuvent devenir explosifs. C'est le cas par exemple de la présence de fines particules combustibles en suspension (poussières de sablage), ou encore de l'accroissement de la concentration d'un gaz explosif. Dans ces conditions, une petite étincelle et c'est l'explosion.

3.3 Phénomènes dangereux thermiques

Pour identifier les phénomènes dangereux thermiques, il est recommandé de considérer notamment :

- les objets à des températures extrêmes (hautes ou basses);
- les matières (solides, liquides ou gazeuses) à des températures extrêmes (hautes ou basses);
- la présence de flammes;
- le rayonnement de sources de chaleur;
- les ambiances de travail (chaudes ou froides) [5].

Les figures 10 et 11 présentent des exemples de phénomènes dangereux thermiques se trouvant à la Faculté de génie.



Phénomènes dangereux :

- matière à très basse température (on imagine un contact soudain avec l'azote liquide, d'autant plus que la personne ne porte ni gants, ni sarrau, ni pantalon long, ni chaussures fermées);
- énergie potentielle (on imagine l'accumulation de pression à l'intérieur de la bombonne suite à la vaporisation de l'azote liquide);
- etc.

Figure 10 : Exemples de phénomènes dangereux thermiques (azote liquide)



Phénomènes dangereux :

- ambiance de travail (on imagine une personne se trouvant de manière prolongée dans une chambre de conditionnement, où $-40^{\circ}\text{C} < T < 40^{\circ}\text{C}$);
- etc.

Figure 11 : Exemples de phénomènes dangereux thermiques (chambre de conditionnement)

3.4 Phénomènes dangereux biologiques

À la Faculté de génie, les phénomènes dangereux biologiques sont limités à des laboratoires spécialisés. Ceux-ci ont des niveaux de confinement NC1 ou NC2. On y manipule donc des organismes infectieux qui présentent un risque faible (NC1) ou modéré (NC2) pour la personne qui manipule, alors que les risques pour la collectivité demeurent faibles dans les deux cas. L'accès à ces laboratoires n'est strictement permis qu'aux personnes dûment formées. Des affiches sur les portes de ces laboratoires sont placées bien en vue (figure 12).



Figure 12 : Fiche d'avertissement d'un laboratoire NC2, placée visiblement sur la porte

AVIS : Comme les phénomènes dangereux biologiques sont circonscrits à des espaces bien identifiés et que pour y accéder, les personnes doivent avoir été formées, les règles spécifiques et les mesures préventives recommandées ne sont pas détaillées dans cette activité pédagogique. Les étudiantes et étudiants qui doivent travailler en présence de phénomènes dangereux biologiques doivent suivre une formation complémentaire.

3.5 Phénomènes dangereux associés aux rayonnements

Essentiellement, on peut classer ces phénomènes dangereux en deux catégories : le rayonnement ionisant et celui non-ionisant. La différence entre les deux s'explique en termes de longueur d'onde. Les rayons ultra-violetts marquent le début de la plage du rayonnement ionisant.

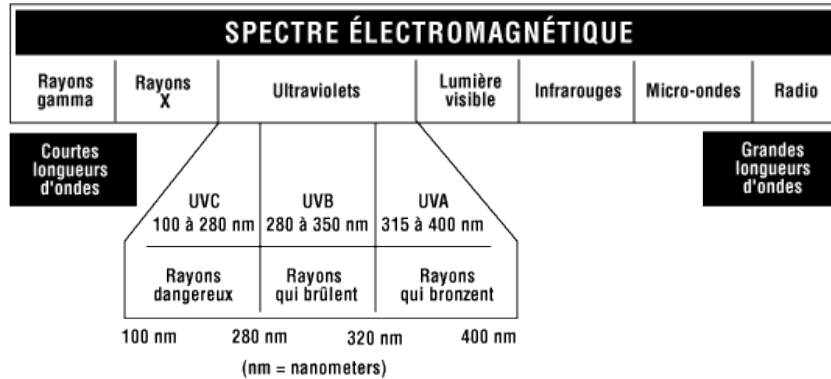


Figure 13 : Spectre électromagnétique [2]

« Le rayonnement ionisant est un rayonnement qui possède suffisamment d'énergie pour arracher des électrons aux atomes ou aux molécules (groupes d'atomes) lorsqu'il frappe ou traverse une substance » [2]. Il peut donc opérer des transformations au niveau moléculaire. Il s'agit par exemple des rayons ultra-violet (UVA, UVB et UVC, laser ultraviolet), des rayons X, des rayons γ , des radiations nucléaires. Lorsque maîtrisés, ils ont des propriétés très utiles dans les laboratoires de recherche. Toutefois, pour les organismes vivants, ils peuvent être nocifs, voire mortels en cas de dose excédant les seuils tolérables : mutation génétique, stérilité, cataracte et cancer sont des dommages possibles.

Quant à lui, le rayonnement non-ionisant n'a pas suffisamment d'énergie électromagnétique pour provoquer une ionisation d'atomes ou de molécules. Il est ici question de la lumière visible, des infrarouges, des lasers (lumière visible ou infrarouge), des micro-ondes, des ondes radio. Si leur énergie est suffisante, les rayonnements non-ionisants peuvent induire une réaction habituellement physique : brûlure, lacération, perforation, etc. Ils ne sont donc pas moins dangereux que les rayonnements ionisants!



Figure 14 : Exemple de signalisation pour un laser de classe IV à la Faculté de génie

AVIS : À l'Université de Sherbrooke, la manipulation de lasers nécessite une formation complémentaire.

3.6 Phénomènes engendrés par des matières dangereuses

Les phénomènes engendrés par des matières dangereuses, comprenant aussi les phénomènes dangereux chimiques, sont nombreux et variés :

- les matières toxiques et infectieuses;
- les matières inflammables et combustibles;
- les matières comburantes (qui peuvent contribuer à soutenir un feu);
- les matières corrosives;
- les matières dangereusement réactives;
- les gaz comprimés.

Les phénomènes dangereux chimiques sont, règle générale, bien connus et bien documentés. Ils sont présentés de façon détaillée dans un autre document, intitulé *SIMDUT*.

3.7 Phénomènes dangereux engendrés par le non-respect des principes ergonomiques

Pour identifier les phénomènes dangereux engendrés par le non-respect des principes ergonomiques, il est recommandé de considérer notamment :

- les postures non neutres;
- les forces exercées;
- la répétition de mouvements;
- l'absence de pause ou de micro-pause;
- l'éclairage inadéquat;
- la visibilité restreinte pour une tâche ou une manipulation;
- l'accès difficile à un espace de travail;
- l'aménagement inadéquat des lieux [5].

Encore une fois, il existe plusieurs exemples de tels phénomènes dangereux à la Faculté de génie, comme le montrent les figures 15 et 16.



Phénomènes dangereux :

- accès difficile à l'espace de travail :
 - Est-il possible seulement d'y travailler ?
 - Qu'advierait-il en cas d'urgence ?
- aménagement des lieux inadéquat (zone de travail encombrée);
- visibilité déficiente (on imagine les contorsions nécessaires pour voir certaines actions);
- etc.

Figure 15 : Exemples de phénomènes dangereux engendrés par le non-respect des principes ergonomiques (aménagement des lieux)



Phénomènes dangereux :

- éclairage inadéquat (la seule lumière utilisée étant celle des écrans d'ordinateur);
- posture inadéquate (ajustement du poste de travail ne favorise pas un travail prolongé);
- aménagement inadéquat (surfaces encombrées, occasionnant de mauvaises postures);
- mouvements répétitifs (clavier, souris);
- etc.

Figure 16 : Exemples de phénomènes dangereux engendrés par le non-respect des principes ergonomiques (poste informatique)

D'ailleurs, l'utilisation répétitive et prolongée des postes informatiques comporte très souvent plusieurs phénomènes dangereux associés au non-respect des principes ergonomiques. Très souvent, les dommages sont sous-estimés : tensions au niveau cervical, tendinite, lombalgie et syndrome du canal carpien ne sont que quelques exemples. Plusieurs guides pour l'aménagement ergonomique des postes de travail existent pour prévenir ou limiter ces dommages.

4. Estimer les risques

Après avoir listé les tâches et identifié les phénomènes dangereux, l'étape suivante consiste à estimer les risques (voir figure 1 au besoin). L'estimation du risque est, de façon générale et par définition, obtenue par la combinaison de la gravité et de la probabilité du dommage. Dans l'approche utilisée, l'estimation des risques se fait en qualifiant les quatre paramètres suivants :

- la gravité du dommage susceptible d'être engendré par le phénomène dangereux (G);
- la probabilité globale que survienne ce dommage, décomposée comme suit :
 - la fréquence ou la durée d'exposition au phénomène dangereux (F);
 - la probabilité d'occurrence de l'événement dangereux (O);
 - la possibilité d'évitement du dommage (P).

Une fois ces paramètres estimés, un graphe est utilisé afin d'obtenir l'indice de risque pour un scénario d'accident envisagé.

Rappel : pour maîtriser l'estimation des risques, une compréhension adéquate du processus accidentel est de mise. Aussi, des exemples d'analyse des risques (comprenant notamment l'estimation des risques) sont disponibles dans la section *DOCUMENTATION COMPLEMENTAIRE*.

4.1 Gravité du dommage

Selon l'Institut national de recherche et de sécurité (INRS), « *la gravité peut être estimée en prenant en compte [...] la gravité des blessures : lésion ou atteinte à la santé légère (généralement réversible), lésion ou atteinte à la santé grave (généralement irréversible), mort* » [4]. Dans l'approche retenue, les choix sont :

- G1 : lésion légère (normalement réversible), comme des écorchures, des lacérations, des ecchymoses, et des blessures légères qui ne requièrent que les premiers soins;
- G2 : lésion grave (normalement irréversible, y compris le décès), comme des membres brisés, arrachés, de graves coupures avec points de suture, et d'autres blessures nécessitant une intervention médicale.

4.2 Fréquence et/ou durée d'exposition au phénomène dangereux

Par ailleurs, l'exposition à un phénomène dangereux doit être estimée en fonction « *des besoins d'accès à la zone dangereuse, de la nature de l'accès, du temps passé dans la zone dangereuse, du nombre de personnes demandant cet accès et de la fréquence d'accès* » [4].

La norme ISO 12100-1 précise que l'estimation de la fréquence ou de la durée d'exposition au phénomène dangereux doit être faite pour chacune des tâches au cours desquelles la personne est exposée [3]. Dans l'approche retenue, les choix sont :

- F1 : rare à assez fréquente et/ou courte durée d'exposition;
- F2 : fréquente à continue et/ou longue période d'exposition.

Aussi, de manière générale, une fréquence ou une durée d'exposition excédant 15 % de la période quotidienne de travail peut être considérée comme fréquente ou longue (F2).

4.3 Probabilité d'occurrence de l'événement dangereux

La probabilité d'occurrence d'un événement dangereux permet d'estimer à quel point une situation dangereuse pourrait dégénérer et induire un dommage. Dans l'approche retenue, les choix possibles sont :

- O1 : très faible (de très faible à faible), soit une technologie stable, éprouvée et reconnue pour les applications de sécurité;
- O2 : faible (de faible à moyenne), soit un événement dangereux relié à une défaillance technique, de probabilité supérieure ou égale à 10^{-5} bris/heure (1 bris pour 100 000 heures d'opération), ou bien un événement entraîné par une action d'une personne dans des circonstances atténuantes (expérience, tâche unique, formation, etc.);
- O3 : élevée (de moyenne à élevée), soit un événement dangereux relié directement à une action humaine (probabilité supérieure ou égale à 10^{-3} /heure, soit une fois par 1000 heures de travail).

4.4 Possibilité d'évitement du dommage

Selon Lupin, la possibilité d'évitement permet d'éviter ou de limiter le dommage, en fonction :

- des personnes qui effectuent la tâche;
- 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 [4].

Il importe ici de se rappeler qu'il s'agit de la possibilité d'éviter ou de limiter le dommage après l'occurrence de l'événement dangereux.

Dans l'approche proposée, les choix possibles sont :

- P1 : possible dans certaines conditions;
- P2 : impossible ou rarement possible.

4.5 Graphe pour déterminer l'indice du risque

En combinant le résultat obtenu pour les quatre paramètres précédents, l'indice de risque est défini en utilisant le graphe présenté à la figure 17 [5]. Celui-ci permet de définir 6 niveaux, variant de 1 à 6. Il existe d'autres types de combinaisons des paramètres; toutefois, ce graphe est simple à utiliser et représente un bon compromis avec les autres approches. De plus, si le besoin s'en fait sentir dans un cas particulier, il est toujours possible de définir un autre graphe à partir des mêmes paramètres utilisant soit la même graduation, soit une graduation différente et produisant une quantité différente d'indices de risque.

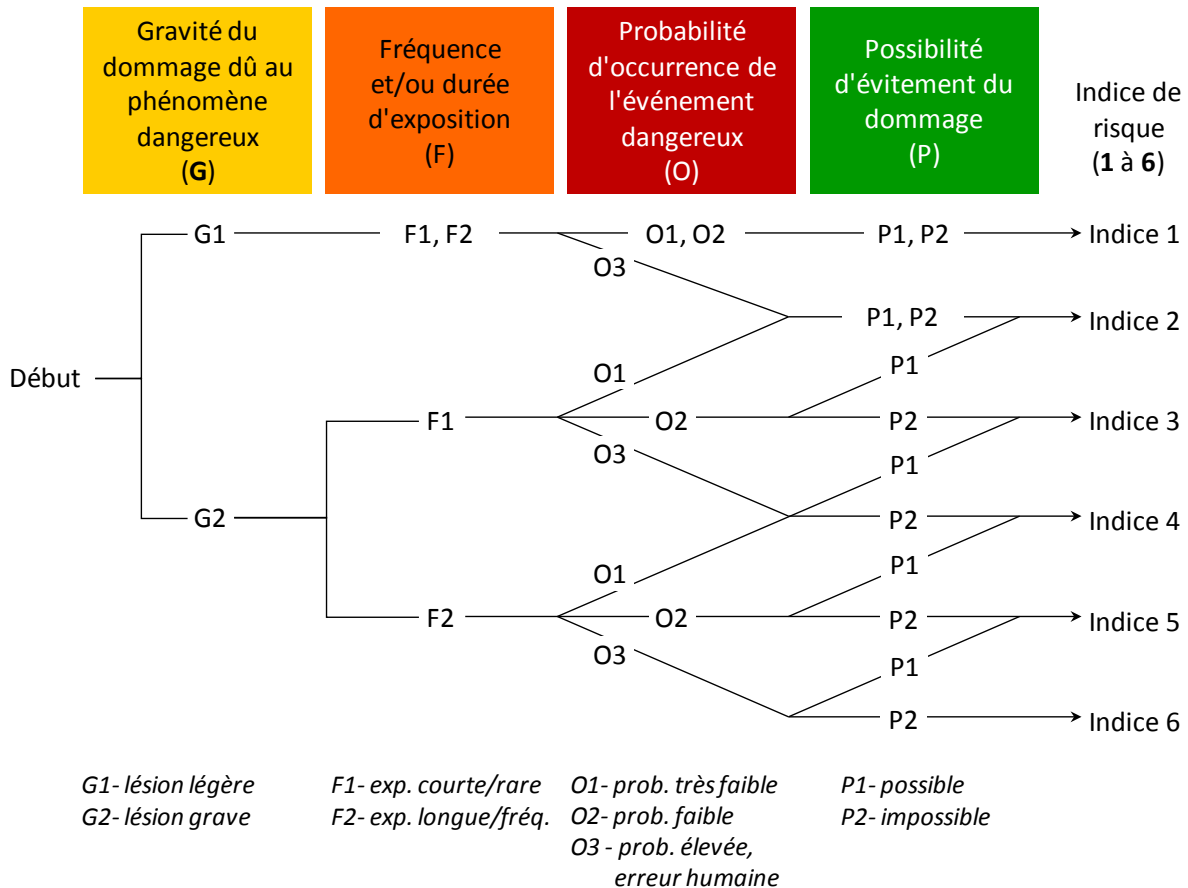
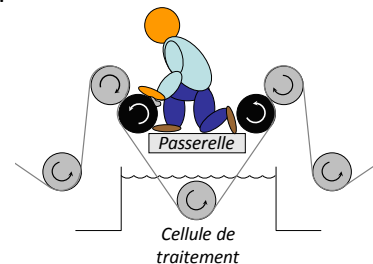


Figure 17 : Graphe de risque à 4 paramètres

En reprenant l'exemple de la machine de traitement chimique des feuilles de métal (voir au besoin le document *PROCESSUS ACCIDENTEL*), on rappelle l'accident possible suivant :

Un opérateur (personne) s'est fait écraser la main droite (dommage) après qu'elle soit soudainement entrée en contact (événement 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).



Dans cet exemple, les paramètres pour l'estimation des risques seraient :

- G2, car les lésions potentielles (écrasement de la main) sont jugées graves (irréversibles);
- F2, car le travailleur doit nettoyer (5 minutes) chaque rouleau (2 par cellule de traitement, 4 cellules de traitement), deux fois par quart de travail (8 heures), ce qui lui prend environ 80 minutes, soit près de 17% de son temps (exposition fréquente);
- O3, car bien qu'expérimenté, l'opérateur pourrait avoir développé une accoutumance aux risques et donc ne plus présenter la même vigilance (erreur humaine);
- P2, car une fois le contact soudain établi avec l'angle rentrant, l'opérateur ne pourrait que difficilement éviter le dommage.

En utilisant ces paramètres dans le graphe de risque (figure 17), l'indice de risque qui en découle est 6, soit le plus élevé.

5. Évaluation du risque

Une fois l'indice de risque déterminé, la dernière étape de l'analyse des risques peut être entreprise : évaluer les risques. Pour chaque tâche ou manipulation, on se pose une seule et même question : est-elle sécuritaire ? Dans l'affirmative, la recherche de solutions pour réduire les risques n'est pas nécessaire et c'est la fin du processus (voir figure 1 au besoin). Sinon, on doit alors rechercher des solutions pour réduire les risques. Néanmoins, si la question est simple à poser, la réponse est passablement plus difficile à établir. En effet, l'objectif d'atteindre un risque nul est impossible. Il faut donc décider à partir de quel seuil un risque est jugé comme étant tolérable. Or, ce seuil est souvent circonstanciel et son établissement est empreint de subjectivité. Trois considérations peuvent ici être utiles.

Premièrement, l'indice de risque obtenu est un bon premier indicateur. On s'entend assez facilement pour dire qu'un indice de risque de 5 ou 6 devrait être moins tolérable qu'un indice de 1 ou 2. Ainsi, on donnera généralement priorité à des indices de risque élevés pour la recherche de solutions. Cela est d'ailleurs normal : un accident pouvant avoir des conséquences graves (G2), impliquant une tâche fréquente (F2), pour laquelle la probabilité d'occurrence d'un événement dangereux est significative (O2 ou O3) et dont les dommages seraient difficiles à éviter (P2), ne devrait pas être toléré. Par contre, est-ce qu'un scénario d'accident dont l'indice de risque est 3 ou 4, peut être considéré tolérable ? Parfois oui, parfois non; la réponse est moins claire.

La seconde considération qui peut aider à prendre une décision (lorsqu'il y a ambiguïté sur la tolérance du risque) est l'existence de solutions possibles. Généralement, lorsque des solutions simples, faciles à implanter et à un coût raisonnable existent, la décision est facile à prendre. Ainsi, d'exiger le port de lunettes de protection dans un environnement où, occasionnellement, des éclats métalliques peuvent être projetés dans les yeux (G2, F1, O3, P2, donnant un indice de risque de 4) est une décision facile à prendre. Par contre, d'installer des protecteurs pour contenir systématiquement ces éclats (coût plus élevé, solution potentiellement plus difficile à mettre en œuvre) peut s'avérer être plus difficile à décider.

C'est ici que la troisième considération pour faciliter la prise de décision est utile : amoindrir la subjectivité, en discutant du problème avec d'autres personnes. Si plusieurs personnes sont du même avis (par exemple, que le risque n'est pas tolérable), il y a de bonnes chances que la décision de trouver une solution efficace pour réduire le risque soit la bonne. Au contraire, si d'autres personnes, expérimentées, estiment que le scénario d'accident imaginé a conduit à un indice de risque trop élevé et qu'en fait, le risque identifié est jugé tolérable, ce nouvel éclairage peut faciliter la prise de décision.

Enfin, il est pratique de formuler les résultats de l'évaluation des risques en termes de priorité d'action. Par exemple, on pourrait penser à une échelle allant de 1 à 3, où :

- une priorité de 1 indiquerait la nécessité de rechercher et mettre en place une mesure pour réduire le risque jusqu'à un seuil tolérable ;
- une priorité de 2 indiquerait que le seuil est jugé tolérable, mais qu'une mesure pour améliorer la sécurité serait tout de même souhaitable ;
- une priorité de 3 indiquerait que le niveau de risque est jugé tolérable.

6. Conclusion

Les quatre premières étapes de la démarche d'analyse des risques retenue sont :

- lister toutes les tâches (ou manipulations);
- identifier les phénomènes dangereux;
- estimer les risques;
- évaluer les risques.

Pour la mettre en œuvre, on doit imaginer des scénarios d'accident susceptibles de se produire pour chacune des tâches ou des manipulations. En décortiquant ces scénarios selon les termes du processus accidentel (phénomène dangereux, situation dangereuse, événement dangereux et possibilité d'évitement), l'étape de l'identification des phénomènes dangereux s'opère. De plus, tous les paramètres requis pour l'estimation des risques sont identifiés, de sorte qu'un indice de risque, correspondant à chaque scénario d'accident, peut ensuite être défini.

Après avoir estimé tous les risques associés aux tâches et aux manipulations, il devient alors plus facile de décider de la suite des choses : ou bien on évalue que les tâches ou les manipulations sont sécuritaires (fin du processus); ou bien on évalue que certaines d'entre elles (ou toutes) présentent des niveaux de risque non tolérable.

À ce moment-ci, la cinquième et dernière étape peut débiter : la réduction des risques.

7. Références

- [1] ASP Construction, *Cours Santé et sécurité générale sur les chantiers de construction*, 5^e édition, 2003.
- [2] Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail, http://www.cchst.ca/oshanswers/phys_agents/ionizing.html.
- [3] ISO/CD 12100-1, Sécurité des machines, Notions fondamentales, Principes généraux de conception – Partie 1: Terminologie de base, Méthodologie, Projet de norme internationale, 1998.
- [4] Lupin, H., J. Marsot (1997), *Sécurité des machines et des équipements de travail, Moyens de protection contre les risques mécaniques*, Institut national de recherche en sécurité, ED 807.
- [5] Paques, J.-J., Bourbonnière, R., Daigle, R., Duchesne, D., Trudel, C., Villeneuve, J., Huynh, T.T., Eliskof, S., Schreiber, L., *Sécurité des machines : phénomènes dangereux, situations dangereuses, événements dangereux, dommages*. IRSST, CSST, www.csst.qc.ca/publications/900/documents/dc_900_337_2.pdf.