

Les taxinomies des écarts

Il existe différentes taxinomies des écarts. Elles ont été mises au point pour faciliter la collecte, le traitement et la rétro-information des données sur les écarts. Le tableau 56.1 en donne un aperçu.

Une taxinomie classique des écarts consiste à faire une distinction entre les «actes dangereux des personnes» et les «conditions mécaniques/physiques dangereuses» (ANSI, 1962). Cette taxinomie est la combinaison d'une classification par rapport à la durée et d'une division sujet-objet. Le modèle de l'OARU est basé sur la prise en compte des systèmes industriels (Kjellén et Hovden, 1993), où chaque classe d'écarts est liée à un système particulier de contrôle de la production. Il en résulte, par exemple, que les écarts sur les matériaux sont surveillés par un contrôle des matériaux, et que les écarts techniques sont contrôlés dans le cadre de programmes d'inspection et d'entretien. Une inspection de sécurité vérifiera par exemple, de façon à peu près systématique, les équipements de protection fixes. Les écarts dus à une perte de maîtrise des énergies sont caractérisés par le type d'énergie en cause (Haddon, 1980). Une distinction est faite également entre les dysfonctionnements des systèmes humains et techniques de maîtrise des énergies (Kjellén et Hovden, 1993).

La validité du concept d'écart

Il n'existe pas de relation générale entre les écarts et le risque d'accident. Les résultats des travaux de recherche laissent penser, cependant, que dans quelques systèmes industriels, certains types d'écarts sont associés à un risque accru d'accidents (Kjellén, 1984) — équipement défectueux, perturbations dans la production, irrégularité de la charge de travail et utilisation des outils à des fins inhabituelles. Le type et la quantité d'énergie impliqués dans le flux d'énergie non maîtrisé sont d'assez bons prédicteurs des conséquences.

L'application du modèle d'écart

Les données sur les écarts sont recueillies lors des inspections de sécurité, des contrôles de sécurité par échantillonnage, des déclarations de quasi-accidents et des enquêtes sur les accidents (voir figure 56.13).

Le contrôle par échantillonnage, par exemple, est une méthode de contrôle des écarts par rapport aux règles de sécurité par rétro-information aux opérateurs sur leur performance. Les effets positifs de cette méthode sur la performance en matière de sécurité, mesurée par le risque d'accident, ont été observés (Saari, 1992).

Le modèle d'écart a été appliqué à la mise au point d'instruments permettant d'enquêter sur les accidents. Dans l'analyse des facteurs incidentels, les écarts observés dans la séquence accidentelle sont identifiés et organisés en structure arborescente (Leplat, 1978). Le modèle de l'OARU a servi de base à la mise au point d'un formulaire et de listes de pointage pour les enquêtes sur les accidents et la structuration de la procédure d'enquête. Ces méthodes

Tableau 56.1 • Exemples de taxinomies pour la classification des écarts

Théorie ou modèle et variable	Catégories
Modèle de processus	
Durée	Événement/acte, condition
Phase de la séquence accidentelle	Phase initiale, phase finale, phase des lésions
Théorie des systèmes	
Sujet-objet	(Acte d'une) personne, condition mécanique/physique
Ergonomie des systèmes	Individu, tâches, équipement, environnement
Génie industriel	Matériaux, force humaine, information, activités techniques, humaines, concomitantes/parallèles, protections fixes, équipement de protection individuelle
Erreurs humaines	
Actions humaines	Omission, commission, acte inadapté aux circonstances, erreur séquentielle, erreur chronologique
Modèle d'énergie	
Type d'énergie	Thermique, rayonnante, mécanique, électrique, chimique
Type de système de maîtrise de l'énergie	Technique, humain
Conséquences	
Type de perte	Pas de perte de temps importante, dégradation de la qualité de la production, endommagement de l'équipement, perte matérielle, pollution de l'environnement, lésions corporelles
Etendue de la perte	Négligeable, marginale, critique, catastrophique

Source: Kjellén, 1984.

permettent une représentation et une évaluation détaillées et fiables des écarts (voir Kjellén et Hovden, 1993 pour un examen critique). Le modèle d'écart a également inspiré l'élaboration de méthodes d'analyse des risques.

Figure 56.13 • Couverture des différents outils utilisés dans la pratique de la sécurité



56. LA PRÉVENTION DES ACCIDENTS

L'analyse des écarts est une méthode d'analyse des risques qui comprend trois phases: 1) la récapitulation des fonctions des systèmes et des activités de l'opérateur, et leur classification en sous-sections; 2) l'examen de chaque activité afin d'identifier les écarts éventuels et d'en évaluer les conséquences potentielles; et 3) la mise au point de mesures correctrices (Harms-Ringdahl, 1993). Le processus accidentel est modélisé comme le montre la figure 56.12, et l'analyse des risques couvre les trois phases. On utilise des listes de pointage semblables à celles qui servent dans les enquêtes sur les accidents. Il est possible d'intégrer cette méthode à des tâches de conception, ce qui permet d'identifier les besoins d'actions correctrices.

Résumé

Les modèles d'écart sont essentiellement axés sur les premières phases du processus accidentel, au cours desquelles il y a perturbation du fonctionnement. La prévention s'effectue par contrôle de la rétro-information, de manière à assurer un fonctionnement sans heurts, avec peu de perturbations et d'improvisations susceptibles de provoquer un accident.

● LE «MAIM»: MERSEYSIDE ACCIDENT INFORMATION MODEL

Harry S. Shamon et John Davies

De manière générale, on emploie le terme *accident* pour désigner des événements qui entraînent des dommages corporels ou matériels non voulus ou non prévus; un modèle d'accident est un schéma théorique appliqué à l'analyse de ces événements (certains modèles prennent parfois expressément en compte les «quasi-accidents», mais cette distinction n'est pas importante ici). Les modèles d'accidents peuvent avoir différents objectifs: permettre de mieux comprendre, sur le plan théorique, comment se produisent les accidents; enregistrer et stocker des informations sur les accidents; servir de mécanisme d'enquête sur les accidents. Ces trois objectifs ne sont pas entièrement distincts, mais sont utiles à des fins de classification.

Le modèle MAIM présenté ici (Merseyside Accident Information Model) correspond au deuxième objectif, c'est-à-dire la collecte et le stockage d'informations sur les accidents. Après avoir donné une idée des principes de base du MAIM, nous décrirons un certain nombre d'études qui ont permis d'évaluer ce modèle. L'article se termine par un compte rendu des derniers progrès du MAIM, au nombre desquels figure l'utilisation d'un «logiciel intelligent» pour recueillir et analyser les informations sur les accidents provoquant des traumatismes.

Les premiers modèles d'accidents

Dans le modèle de Heinrich (1931), la chaîne causale conduisant à un accident était comparée à la chute successive de cinq dominos — chacun des quatre premiers devant tomber pour que le cinquième tombe. Dans le modèle précurseur du MAIM, Manning (1971) concluait que «la survenue d'un accident suppose la rencontre d'un hôte (par exemple un travailleur) et d'un objet de l'environnement, l'un des deux au moins étant en mouvement». Kjellén et Larsson (1981) ont mis au point leur propre modèle, qui pose qu'il y a deux niveaux: la séquence accidentelle et les facteurs déterminants sous-jacents. Dans un autre article écrit plus tard (1993), Kjellén et Hovden rendaient compte des progrès signalés par d'autres publications et notaient qu'il était nécessaire d'exploiter efficacement les informations fournies par les rapports courants sur les accidents et les quasi-accidents à l'aide d'un

puissant système d'extraction de l'information. C'est ce qu'a réalisé le MAIM.

La raison d'être du MAIM

Il semble y avoir un assez large consensus sur le fait que les informations utiles sur les accidents ne devraient pas se limiter aux circonstances immédiates des dommages corporels ou matériels, mais aller jusqu'à la compréhension de la chaîne d'événements et des facteurs ayant déclenché le processus accidentel. Certains des premiers systèmes de classification ne permettaient pas d'atteindre cet objectif. On mélangeait alors souvent la compréhension des objets, des mouvements (des personnes ou des objets) et des événements, et on ne faisait pas de distinction entre les événements successifs.

Le problème peut être illustré à l'aide d'un exemple simple. Un travailleur glisse sur une flaque d'huile, fait une chute, sa tête heurte une machine et il souffre d'une commotion cérébrale. Il est facile de distinguer la cause (immédiate) de l'accident (le glissement) et la cause des lésions (heurte de la tête contre une machine). Certains systèmes de classification, cependant, comprennent les catégories «chute de personnes» et «heurte contre des objets». L'accident pourrait être attribué à l'une ou l'autre, bien qu'aucune ne décrive ne serait-ce que la cause immédiate de l'accident (glissement sur de l'huile) ou les facteurs causatifs (par exemple, pourquoi y avait-il de l'huile).

Le problème, pour l'essentiel, tient au fait que l'on prend en considération un seul facteur dans une situation multifactorielle. Un accident ne consiste pas toujours en un événement unique; il peut y en avoir beaucoup. C'est le raisonnement qu'a tenu un médecin du travail, Derek Manning, qui a mis au point le MAIM.

Description du MAIM

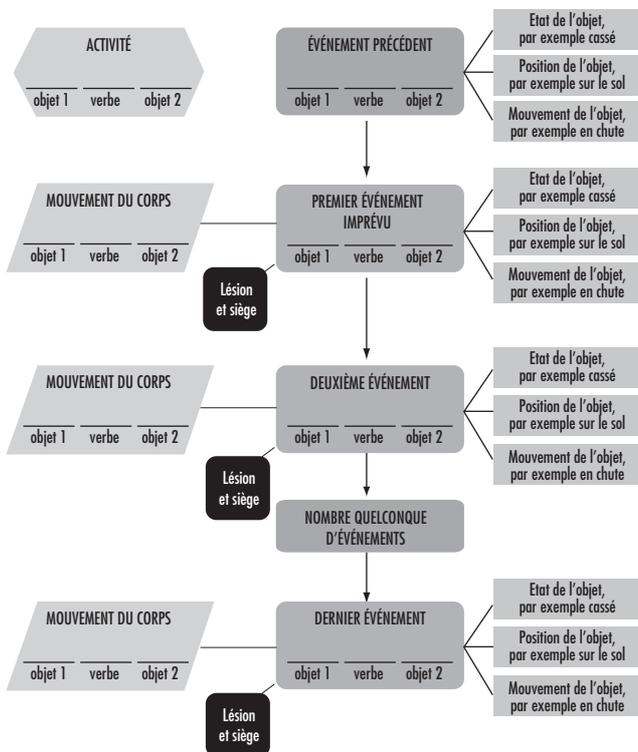
L'élément central de l'accident est le *premier événement imprévu (non souhaité ou non planifié)* impliquant l'équipement endommagé ou la personne blessée (voir figure 56.14). Ce ne sera pas toujours le premier événement du processus accidentel, qui est appelé *événement précédent*. Dans l'exemple ci-dessus, c'est le glissement qui est le premier événement imprévu de l'accident (du fait de la présence d'une flaque d'huile sur le sol, il n'est pas imprévisible que quelqu'un puisse glisser et faire une chute, mais le marcheur ne le prévoit pas).

Le comportement de l'équipement ou de la personne est caractérisé par *l'activité* générale au moment de l'accident, précisé par le type de *mouvement du corps* lorsque le premier événement s'est produit. Les objets impliqués sont décrits, et pour ceux qui ont un lien avec l'événement, les caractéristiques prises en compte sont la *position*, le *mouvement* et *l'état*. Il y a parfois un second objet, qui interagit avec le premier (par exemple, un ciseau à bois frappé avec un marteau).

Comme on l'a expliqué plus haut, il peut y avoir plus d'un événement, et un objet (éventuellement différent) peut être impliqué dans un *second événement*. Qui plus est, la personne peut faire un mouvement supplémentaire, par exemple projeter une main en avant pour éviter ou interrompre une chute. Tous ces éléments peuvent être inclus dans le modèle. Un troisième, quatrième ou énième événements peuvent se produire avant que la séquence accidentelle n'aboutisse à une lésion. On peut étendre le modèle dans toutes les directions en enregistrant des facteurs liés à chaque composante. Par exemple, les composantes «activité» et «mouvement du corps» enregistreraient les traits psychologiques d'un opérateur, les médicaments qu'il prend ou ses limitations physiques.

En général, il est facile de distinguer intuitivement des événements séparés, mais une définition plus rigoureuse n'est pas inutile: un événement est une *modification ou absence de modification*, inattendues, de *l'état énergétique de la situation* (le terme *énergie* recou-

Figure 56.14 • Le modèle MAIM des accidents



Source: d'après Davies et Manning, 1994b.

vre à la fois l'énergie cinétique et l'énergie potentielle). Le premier événement est toujours inattendu. Les événements suivants peuvent être attendus, voire inévitables, après la survenue du premier, mais ils sont toujours inattendus avant l'accident. Comme exemple d'absence inattendue de modification de la situation énergétique, on peut prendre celui d'un coup de marteau qui manque le clou à enfoncer. Le cas du travailleur qui glisse sur une flaque d'huile, fait une chute et se cogne la tête est là aussi un bon exemple: le premier événement est «le pied a glissé» — au lieu d'être au repos, il acquiert de l'énergie cinétique. Le second événement est «a fait une chute», ce qui augmente l'énergie cinétique. Cette énergie est absorbée par le choc de la tête du travailleur contre la machine lorsque se produit la lésion et que la séquence se termine. Dans le modèle, ce qui précède peut être indiqué comme suit:

1. 1^{er} événement: le pied a glissé sur de l'huile;
2. 2^e événement: la personne a fait une chute;
3. 3^e événement: la tête a heurté une machine.

Le MAIM dans la pratique

Une version antérieure du modèle MAIM a été utilisée dans une étude portant sur la totalité des 2 428 accidents signalés en 1973 dans une usine de fabrication de boîtes de vitesses d'un constructeur automobile (pour de plus amples détails, voir Shannon, 1978). Les opérations comprenaient la découpe des engrenages, un traitement thermique et le montage des boîtes. La découpe produisait des copeaux et des éclats métalliques acérés, et de l'huile était utilisée comme liquide de refroidissement. Les informations ont été consignées sur des formulaires spécialement conçus. Chaque accident a

été enregistré séparément dans le modèle par deux personnes et, en cas de désaccord, une discussion permettait de trancher. Des codes numériques ont été attribués aux composantes, pour stocker les données sur un ordinateur et faire des analyses. On trouvera ci-après quelques-uns des principaux résultats obtenus ainsi qu'un examen des enseignements tirés de l'utilisation du modèle.

Le taux d'accidents a sensiblement diminué (de près de 40%), du fait apparemment de l'exécution de l'étude. Les chercheurs ont appris qu'en raison des questions supplémentaires exigées par l'étude (et du temps nécessaire pour y répondre), de nombreux travailleurs «ne pouvaient pas s'embêter» à signaler les lésions mineures. Cela fut confirmé par plusieurs constatations:

1. Le taux d'accidents a de nouveau augmenté en 1975, une fois l'étude terminée.
2. Le taux de lésions entraînant une perte de temps n'a pas varié.
3. Le nombre des visites au centre médical pour des demandes non liées à l'activité professionnelle n'a pas varié.
4. Le taux d'accidents sur le reste du site n'a pas varié.

La diminution du taux d'accidents avait donc été un artefact de la déclaration.

Une autre constatation intéressante a été que, pour 217 lésions (8% du total), les travailleurs concernés ne savaient pas trop où et comment elles s'étaient produites. On s'en est aperçu parce qu'il leur était expressément demandé s'ils étaient sûrs de ce qui s'était passé. En général, les lésions en question étaient des coupures ou des esquilles, relativement courantes étant donné la nature du travail.

Près de la moitié (1 102) des autres accidents consistaient en un seul événement. Les accidents à deux événements étaient plus rares, à trois encore plus, et 58 seulement impliquaient quatre événements ou plus. La proportion des accidents se traduisant par des journées de travail perdues augmentait nettement en fonction du nombre d'événements. Une explication possible est qu'il se produisait une augmentation d'énergie cinétique avec chaque événement, de sorte que, plus les événements étaient nombreux, plus il y avait d'énergie à dissiper lorsque survenait un choc entre le travailleur et l'objet incriminé.

Un examen plus poussé des différences entre les accidents selon qu'il y avait ou non journées de travail perdues a fait apparaître des distributions très différentes suivant les composantes du modèle. Par exemple, lorsque le premier événement était «la personne a glissé», près d'un quart des accidents se traduisaient par des journées de travail perdues, contre 1% si le premier événement était «corps perforé par». Avec plusieurs composantes, les différences s'accroissaient. Par exemple, si l'on considère l'événement final et l'objet impliqué, aucun des 132 accidents dont la cause était «perforé par» ou des «esquilles» ne s'est traduit par des journées de travail perdues, alors que lorsque l'événement final était «entorse/foulure», «sans objet impliqué», 40% des lésions ont entraîné une absence du travail.

Ces résultats contredisaient l'idée que la gravité des lésions était en grande partie une question de chance et que la prévention de tous les types d'accidents ferait reculer le nombre de lésions graves. Cela signifie que l'analyse de tous les accidents pour essayer de prévenir les types les plus courants n'aurait pas automatiquement de répercussions sur ceux qui provoquent des lésions sérieuses.

Une étude subsidiaire a été faite pour évaluer l'utilité des informations contenues dans le modèle. Elle a identifié plusieurs utilisations potentielles des données sur les accidents:

- mesurer la performance en matière de sécurité (jusqu'à quel point des accidents continuent-ils de se produire, au fil du temps, dans une usine ou un secteur d'une usine?);

- déterminer les causes;
- identifier les erreurs (au sens le plus large du terme);
- vérifier si les mesures de sécurité adoptées pour prévenir certains types d'accidents sont réellement efficaces;
- constituer une base d'expertise, car la connaissance d'un large éventail de situations et de circonstances peut aider les spécialistes à donner des conseils pour la prévention.

Trois techniciens de sécurité (préventeurs) ont évalué l'utilité des descriptions écrites reportées dans le modèle pour une série d'accidents. Ils ont attribué une note, sur une échelle allant de 0 («aucune information utile») à 5 («tout à fait utilisable») à au moins 75 accidents. Dans la majorité des cas, les notes étaient identiques — c'est-à-dire qu'il n'y avait eu aucune perte d'information dans le transfert des descriptions écrites au modèle. Lorsqu'on a noté une perte, celle-ci correspondait le plus souvent à un seul point sur l'échelle de 0 à 5, ce qui est minime.

En revanche, les informations disponibles étaient rarement «tout à fait utilisables», en partie parce que les techniciens de sécurité avaient l'habitude de faire des enquêtes détaillées in situ, ce qui n'avait pas été le cas dans cette étude, car elle englobait tous les accidents signalés, mineurs ou graves. Il ne faut cependant pas oublier que les informations incorporées aux modèles ont été tirées directement des descriptions écrites. Comme il y a eu relativement peu de perte d'information, on a pensé qu'il serait possible de supprimer la phase intermédiaire. L'utilisation désormais plus courante des ordinateurs individuels et l'existence de logiciels améliorés permettent aujourd'hui une collecte automatisée des données et l'utilisation de listes de pointage pour vérifier que toutes les informations pertinentes sont recueillies. Un programme a été mis au point à cet effet et a été soumis à de premiers essais.

Le logiciel intelligent du MAIM

Le modèle MAIM a été utilisé par Troup, Davies et Manning (1988) pour l'analyse d'accidents provoquant des lésions du dos. Une base de données a été créée sur un ordinateur IBM grâce au codage des résultats d'entretiens avec les patients conduits par un enquêteur connaissant bien le modèle MAIM. L'enquêteur a analysé les entretiens pour établir la description par le MAIM (voir figure 56.14) et les données ont alors été introduites dans la base. Cette méthode était tout à fait satisfaisante, mais il n'était pas sûr qu'elle puisse être accessible à tous. Elle exigeait en particulier que l'on soit capable de mener les entretiens et de faire l'analyse nécessaire pour établir la description MAIM de l'accident.

Davies et Manning (1994a) ont mis au point un logiciel répondant à ces deux impératifs. En fait, le logiciel MAIM est un logiciel qui sert de «point d'entrée intelligent» dans la base de données et, en 1991, il était suffisamment au point pour pouvoir être testé dans un environnement clinique. Il était conçu pour interagir avec le patient au moyen de «menus» — le patient choisit des options sur des listes, en utilisant simplement les flèches de direction et la touche «entrée». Le choix d'une option guidait le déroulement et enregistrait les informations à chaque étape de la description de l'accident. Cette méthode de collecte de données ne nécessitait plus de connaissances en orthographe et en dactylographie, et elle permettait l'obtention d'un type d'entretien cohérent, que l'on pouvait corriger à volonté.

Pour décrire les événements, le modèle emploie des verbes et des objets pour former des phrases simples. Les verbes peuvent être associés à différents scénarios d'accidents, et cette propriété est à la base de la construction d'une série de questions liées entre elles qui constituent l'entretien. Les questions sont présentées de manière qu'il suffit, à n'importe quelle étape, de faire des choix simples, ce qui permet de décomposer le compte rendu complexe de l'accident en une série de descriptions simples. Lorsqu'un verbe correspondant à un événement a été identifié, on peut

trouver les substantifs associés en localisant les objets de manière à former une phrase décrivant en détail un événement particulier. Il est clair que cette stratégie nécessite le recours à un très important dictionnaire d'objets pouvant être consulté rapidement et efficacement.

Un tel dictionnaire a été constitué à partir d'une liste établie par le Système de surveillance des accidents à domicile (Home Accident Surveillance System (HASS)) (Department of Trade and Industry, 1987) qui enregistre les objets impliqués dans des accidents, et à laquelle ont été ajoutés des objets que l'on trouve sur les lieux de travail. Les objets peuvent être regroupés en catégories, ce qui permet de définir un menu hiérarchique — les catégories d'objets formant des couches qui correspondent aux listes du menu. On peut ainsi utiliser les listes d'objets associés pour localiser l'objet recherché. Par exemple, pour trouver l'objet *marteau*, on sélectionne, dans l'ordre: 1) «outils»; 2) «outils manuels»; 3) «marteau», dans trois listes successives. Du fait qu'un objet donné pourrait appartenir à plusieurs groupes — par exemple, un couteau peut être associé aux objets de cuisine, aux outils ou aux objets tranchants, des liens redondants ont été établis dans le dictionnaire, ce qui permet d'emprunter des chemins différents pour trouver l'objet recherché. Le dictionnaire d'objets contient aujourd'hui quelque 2 000 entrées couvrant aussi bien le secteur des loisirs que le milieu de travail.

Pendant l'entretien, des informations sont également recueillies sur les activités au moment de l'accident, les mouvements du corps, le lieu de l'accident, les facteurs contributifs, les dommages corporels et l'incapacité. Tous ces éléments peuvent intervenir plusieurs fois dans un accident, et la structure de la base de données relationnelle utilisée pour enregistrer l'accident en tient compte.

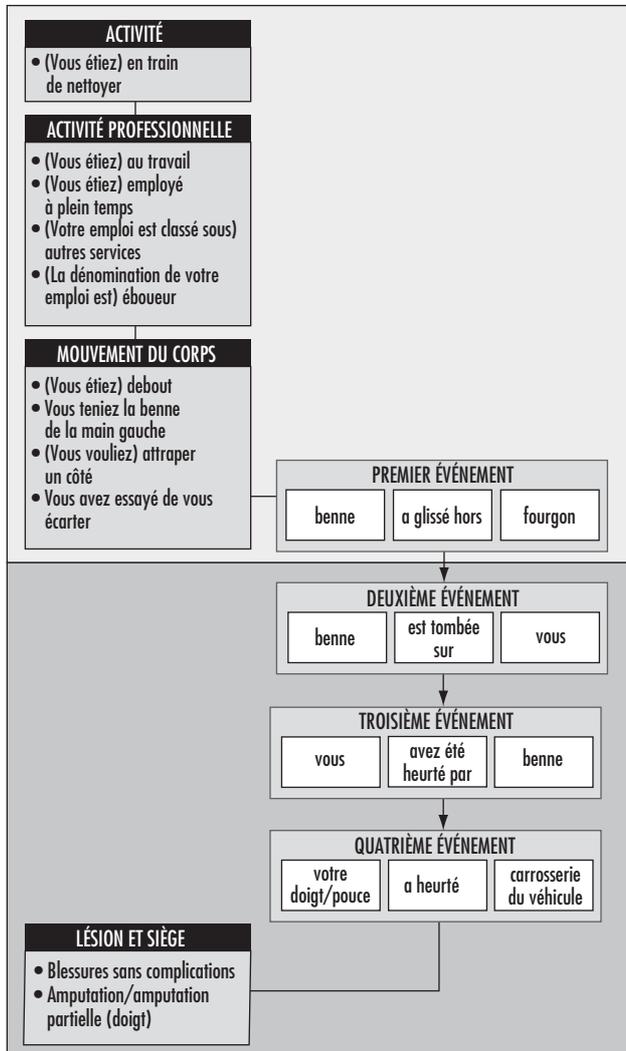
À la fin de l'entretien, plusieurs phrases décrivant les événements survenus dans le processus accidentel auront été enregistrées et le patient est invité à les mettre dans le bon ordre. Il lui est demandé en outre de relier les dommages corporels aux événements enregistrés. Un résumé des informations recueillies lui est ensuite présenté sur l'écran de l'ordinateur pour information.

La figure 56.15 montre un résumé de l'accident tel que le voit le patient. Cet accident a été surimposé sur le diagramme du MAIM à la figure 56.15. Les détails relatifs aux facteurs et au lieu de l'accident ont été omis.

Le premier événement imprévu ou inattendu (premier événement) impliquant la victime est généralement le premier événement de la séquence accidentelle. Par exemple, si quelqu'un glisse et fait une chute, le glissement est normalement le premier événement de la séquence. En revanche, si quelqu'un est blessé par une machine parce que quelqu'un d'autre met celle-ci en marche avant que l'intéressé soit hors de portée, le premier événement impliquant la victime est «coincé par la machine», mais le premier événement de la séquence accidentelle est «quelqu'un d'autre a mis en marche la machine trop tôt». Dans le logiciel MAIM, c'est le premier événement de la séquence accidentelle qui est enregistré, et il peut résulter soit du premier événement impliquant la victime, soit d'un événement précédent (voir figure 56.14). Il se peut que, sur le plan théorique, cette façon de voir les choses ne soit pas satisfaisante, mais du point de vue de la prévention des accidents, l'important est qu'elle permet de repérer le début de la séquence accidentelle, que l'on peut ensuite cibler pour empêcher que des accidents semblables ne se reproduisent (certains organismes parlent d'«acte d'écart» pour décrire le début de la séquence accidentelle, mais l'on n'est pas encore sûr que cela corresponde toujours au premier événement survenant dans l'accident).

Lorsque le logiciel MAIM a été utilisé pour la première fois dans un environnement clinique, il est apparu clairement que certains types d'accidents d'«objets au sol» étaient difficiles à

Figure 56.15 • Résumé du déroulement de l'accident tel qu'il est enregistré lors de l'entretien avec le patient



Source: d'après Davies et Manning, 1994b.

apprécier correctement. Le modèle MAIM identifie le premier événement imprévu comme point de départ de la séquence accidentelle. Considérons deux accidents similaires, l'un dans lequel un travailleur marche *intentionnellement* sur un objet qui, de ce fait, se brise, et l'autre dans lequel un travailleur marche *involontairement* sur un objet qui se brise. Dans le premier cas, le fait de marcher sur l'objet est un mouvement du corps et le premier événement imprévu est le fait que l'objet se brise. Dans le second cas, le fait de marcher sur l'objet est le premier événement imprévu dans l'accident. La question à poser, pour trancher entre ces deux scénarios, est: «Avez-vous marché accidentellement sur quelque chose?» Autrement dit, il est extrêmement important de préparer l'entretien avec soin si l'on veut obtenir des données précises. L'analyse de ces deux accidents permet de faire les recommandations suivantes: à des fins de prévention, le premier accident aurait pu être évité si l'on avait attiré l'attention du patient sur le fait que l'objet se briserait. Le second accident aurait pu être évité si l'on

avait attiré l'attention du patient sur le fait que l'objet était une source de danger.

Le logiciel MAIM a été testé avec succès dans trois établissements hospitaliers et notamment dans le cadre d'un projet d'un an au Service de traumatologie et des urgences du Royal Liverpool University Hospital. Les entretiens avec les patients ont duré entre 5 et 15 minutes, et deux patients en moyenne étaient interrogés par heure. Au total, 2 500 accidents ont été enregistrés. Des publications analysant ces données ont été préparées.

LES PRINCIPES DE PRÉVENTION: L'APPROCHE «SANTÉ PUBLIQUE» DE LA RÉDUCTION DU NOMBRE DES LÉSIONS CORPORELLES SUR LE LIEU DE TRAVAIL

Gordon S. Smith et Mark A. Veazie

Aborder la prévention des accidents du travail sous l'angle de la «santé publique», c'est partir du principe que les accidents de ce type sont un problème de santé et que, par conséquent, il est possible soit de les prévenir, soit d'en atténuer les conséquences (Occupational Injury Prevention Panel, 1992; Smith et Falk, 1987; Waller, 1985). Lorsqu'un travailleur tombe d'un échafaudage, les dommages tissulaires, les hémorragies internes, les chocs et le décès qui s'ensuivent sont, par définition, un processus morbide et, également par définition, l'affaire des professionnels de la santé. De même que le paludisme est défini comme une maladie dont l'agent causal est un protozoaire particulier, de même les lésions corporelles sont une famille d'affections causées par l'exposition à une forme particulière d'énergie (cinétique, électrique, thermique, rayonnante ou chimique) (National Committee for Injury Prevention and Control, 1989). La noyade, l'asphyxie et l'intoxication sont également considérées comme des lésions corporelles, car elles représentent un écart relativement rapide par rapport à la norme structurelle ou fonctionnelle de l'organisme, tout comme un traumatisme aigu.

En tant que problème de santé, les lésions corporelles sont la principale cause de décès prématurés (c'est-à-dire avant l'âge de 65 ans) dans la plupart des pays (Smith et Falk, 1987; Baker et coll., 1992; Smith et Barss, 1991). Aux Etats-Unis, par exemple, elles viennent au troisième rang après les maladies cardio-vasculaires et le cancer, qui est en première place pour les causes d'hospitalisation des moins de 45 ans; en 1985, elles ont représenté pour l'économie une charge de 158 milliards de dollars en coûts directs et indirects (Rice et coll., 1989). Dans ce pays, une lésion corporelle non mortelle sur trois et une sur six chez les individus en âge de travailler se produisent sur le lieu de travail (Baker et coll., 1992). La situation est comparable dans la plupart des pays développés (Smith et Barss, 1991). Dans les pays à revenu moyen ou faible, une industrialisation rapide et relativement anarchique risque de provoquer une pandémie quasi mondiale de lésions corporelles.

Les modèles de santé publique utilisés pour la lutte contre les lésions corporelles

La pratique traditionnelle, en matière de sécurité au travail, met généralement l'accent sur la limitation des risques et des pertes au niveau de l'entreprise. Les spécialistes de la santé publique chargés de lutter contre les lésions corporelles d'origine professionnelle s'intéressent non seulement aux lieux de travail, mais aussi à l'amélioration de l'état sanitaire des populations vivant dans des zones géographiques où elles risquent d'être exposées aux dangers associés à de

multiples secteurs d'activité et professions. Certains événements, tels que les décès sur le lieu de travail, peuvent être rares dans une usine donnée, mais l'étude de l'ensemble des décès survenus dans une collectivité peut faire apparaître des schémas de risques et permettre l'élaboration d'une politique de prévention.

La plupart des modèles de pratique de la santé publique reposent sur trois éléments: 1) évaluation préalable; 2) élaboration de stratégies de prévention; et 3) évaluation a posteriori. La pratique de la santé publique est habituellement multidisciplinaire et fondée sur une science appliquée, l'épidémiologie. L'épidémiologie est l'étude de la distribution et des facteurs étiologiques des maladies et lésions corporelles dans une population. Les trois principales applications de l'épidémiologie sont la surveillance, la recherche étiologique et l'évaluation (a posteriori).

La *surveillance* est «la collecte, l'analyse et l'interprétation continues et systématiques des données sur la santé dans le processus de description et de suivi d'un événement de santé. Ces données sont mises à profit pour planifier, mettre en œuvre et évaluer les interventions et les programmes de santé publique» (CDC, 1988).

La *recherche étiologique* teste les hypothèses relatives aux facteurs étiologiques de la maladie et des lésions corporelles, sur la base d'études contrôlées, habituellement fondées sur des observations.

L'*évaluation a posteriori*, en sciences sociales appliquées et en épidémiologie, est «un processus visant à déterminer aussi systématiquement et objectivement que possible la pertinence, l'efficacité et l'impact des activités en fonction de leurs objectifs» (Last, 1988). L'évaluation épidémiologique suppose normalement des études contrôlées pour mesurer les effets d'une intervention sur l'occurrence d'événements liés à la santé dans une population.

Le modèle de base de la pratique de santé publique est décrit par un cycle surveillance épidémiologique-recherche des causes-interventions (ciblées sur les populations à haut risque et sur des affections sévères)-évaluation épidémiologique. Les changements importants apportés à ce modèle comprennent les soins de santé primaires axés sur la collectivité (Tollman, 1991), l'éducation sanitaire et la promotion de la santé dans la collectivité (Green et Kreuter, 1991), le développement de la santé communautaire (Steckler et coll., 1993), la recherche sur la participation (Hugentobler, Israel et Schurman, 1992) et d'autres formes de pratiques de la santé publique axées sur la collectivité, qui reposent toutes sur une plus grande participation de la collectivité et des travailleurs — par opposition aux pouvoirs publics et aux dirigeants d'entreprises — pour définir les problèmes, trouver des solutions et évaluer leur efficacité. L'agriculture familiale, la pêche, la chasse, le travail indépendant ou dans l'économie non structurée, la petite entreprise, sont autant d'activités influencées principalement par les systèmes familiaux et communautaires, qui se développent en dehors de tout système de gestion des activités professionnelles. Les pratiques de santé publique orientées vers la collectivité sont une approche particulièrement fiable de la prévention des lésions corporelles d'origine professionnelle.

Les principaux résultats

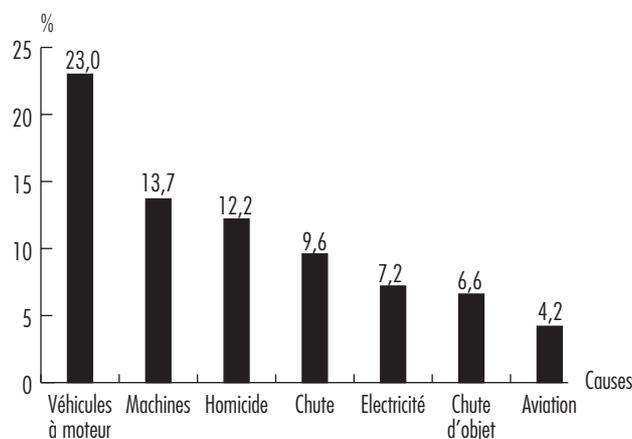
L'approche «santé publique» de la sécurité au travail abandonne le concept de prévention des accidents au profit d'une approche plus large de la lutte contre les lésions corporelles, dont les résultats les plus intéressants concernent à la fois leur fréquence et leur gravité. Une lésion corporelle est par définition un dommage que subit l'organisme par suite d'un transfert d'énergie. Un transfert d'énergie mécanique peut provoquer un choc, comme lors d'une chute ou d'un accident de la circulation. Les énergies thermique, chimique, électrique ou rayonnante peuvent provoquer des brûlures et d'autres lésions (Robertson, 1992). Pour les praticiens de la santé publique, l'important n'est pas seulement la fréquence de la lésion corporelle, mais aussi sa gravité et son issue à long terme. La gravité d'une lésion corporelle peut être mesurée selon plu-

sieurs critères, par exemple anatomique (quantité et nature des dommages tissulaires dans différentes régions du corps), physiologique (proximité de la mort, d'après les signes vitaux), l'invalidité, l'atteinte à la qualité de la vie, et les coûts directs et indirects. La gravité sur le plan anatomique est particulièrement importante pour les épidémiologistes, qui la mesurent souvent sur le Tableau de gravité abrégé (Abbreviated Injury Score) ou sur l'Échelle de gravité des lésions corporelles (Injury Severity Scale) (MacKenzie, Steinwachs et Shankar, 1989). Ces mesures permettent de prévoir la survie et sont un indicateur utile de l'énergie transférée lors d'événements graves; toutefois, elles ne sont pas assez sensibles pour faire la distinction entre les différents niveaux de gravité de lésions corporelles relativement moins graves, mais beaucoup plus fréquentes, telles que les entorses ou les foulures.

L'une des mesures les moins utiles, mais très courante, de la gravité, est le nombre de journées de travail perdues après la lésion corporelle. Du point de vue épidémiologique, ce critère est souvent difficile à interpréter parce qu'il est fonction d'une combinaison inconnue de facteurs — incapacité, exigences du poste, possibilité de choisir un emploi plus facile, politique de l'entreprise concernant les congés de maladie et la reconnaissance de l'incapacité, tolérance individuelle à la douleur, propension à travailler malgré la douleur —, et probablement aussi de facteurs identiques à ceux qui motivent la présence au travail. Des nouvelles recherches doivent être menées pour élaborer et valider des mesures interprétables de la gravité des lésions corporelles liées à l'activité, notamment des échelles anatomiques, des échelles d'incapacité et des mesures des atteintes aux divers aspects de la qualité de la vie.

Contrairement à l'approche traditionnelle de la sécurité, les praticiens de la santé publique ne s'intéressent pas uniquement aux lésions corporelles «accidentelles» et aux événements qui les provoquent. En examinant les différentes causes des accidents du travail mortels, on a découvert par exemple qu'aux États-Unis les homicides (c'est-à-dire les lésions corporelles provoquées intentionnellement) étaient la principale cause de décès sur le lieu de travail chez les femmes et la troisième chez les hommes (Baker et coll., 1992; Jenkins et coll., 1993). Ces décès sont des événements très rares au niveau de chaque entreprise, et c'est pourquoi on sous-estime souvent leur importance, tout comme on sous-estime le fait que les lésions corporelles dues à des accidents de véhicules à moteur sont la première cause d'accidents mortels sur le lieu de travail (voir figure 56.16). Compte tenu de ces données, les lésions

Figure 56.16 • Principales causes de décès par accident du travail, États-Unis, 1980-1989



Source: Jenkins et coll., 1993.

corporelles et les décès dus à la violence sur le lieu de travail et aux accidents de véhicules à moteur sont les cibles prioritaires de la prévention des accidents aux Etats-Unis.

L'évaluation préalable en santé publique

L'évaluation préalable en santé publique est une démarche multidisciplinaire qui comprend des activités de surveillance, de recherche étiologique et d'évaluation des besoins des collectivités et des entreprises. La surveillance a pour but d'identifier les populations à haut risque, de rechercher les lésions corporelles qui ont un impact significatif sur la santé publique, de déceler et de suivre les tendances et de formuler des hypothèses. Les programmes de surveillance permettent de recueillir des données sur les décès consécutifs à des accidents, les lésions corporelles non mortelles, les incidents susceptibles de provoquer de telles lésions, et l'exposition aux risques. Les sources d'information sont les dispensateurs de soins de santé (hôpitaux et médecins), les certificats de décès, les examens médicaux et rapports d'autopsie, les rapports des employeurs aux ministères du travail ou de la santé, les organismes de réparation des accidents du travail et des maladies professionnelles, les enquêtes périodiques auprès des employeurs ou des ménages, et les livres tenus par les entreprises. Nombre de ces rapports et livres sont exigés par la loi, mais les informations qu'ils contiennent sont incomplètes, car ils ne couvrent pas tous les travailleurs; il y a des incitations à la sous-déclaration, et les lésions corporelles ne sont pas décrites de façon suffisamment détaillée.

Les enquêtes approfondies, après un accident, font appel à des approches diverses permettant aux experts de tirer des conclusions sur les causes de l'événement et sur la façon dont on aurait pu l'éviter (Ferry, 1988). L'action préventive s'appuie souvent sur les enseignements tirés d'un seul incident. La surveillance fondée sur les taux de fréquence, d'un autre côté, est plus significative qu'un incident isolé.

Il est vrai que certaines informations tirées des enquêtes traditionnelles sur des accidents ne peuvent guère donner lieu à une interprétation épidémiologique lorsqu'elles sont regroupées. Dans la tradition de Heinrich (1959), elles produisent souvent des statistiques indiquant, par exemple, que plus de 80% des lésions corporelles sur le lieu de travail sont dues uniquement à des actes dangereux. Du point de vue épidémiologique, de telles statistiques sont difficiles à interpréter, si ce n'est qu'elles permettent de faire le point sur les jugements de valeur, et elles sont rarement incluses dans la surveillance des taux. Beaucoup d'autres facteurs de risque, tels que le travail posté, le stress professionnel, un environnement de travail mal conçu, etc., sont souvent omis dans les formulaires d'enquête et ne sont donc pas pris en considération lorsqu'on examine les statistiques sur les causes des lésions corporelles.

L'un des premiers objectifs de la surveillance est d'identifier les groupes à haut risque afin de mieux cibler les recherches et la prévention. Les lésions corporelles, comme les maladies infectieuses et les maladies chroniques, répondent à des schémas de risques distincts selon l'âge, le sexe, la race, la région géographique, le secteur d'activité et la profession (Baker et coll., 1992). Aux Etats-Unis, par exemple, dans les années quatre-vingt, la surveillance exercée par l'Institut national de sécurité et de santé au travail (National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)) a révélé que les groupes à haut risque d'accidents du travail mortels étaient les suivants: les hommes; les travailleurs âgés; les Noirs; les travailleurs des Etats ruraux de l'Ouest; les professions du secteur des transports — en particulier du transport des matériaux —, les professions des secteurs de l'agriculture, de la foresterie et de la pêche; et les ouvriers non spécialisés (Jenkins et coll., 1993). Un autre aspect important de la surveillance est l'identification des types de lésions corporelles dont la fréquence et la gravité sont les plus élevées, comme cela a été fait, par exemple, aux Etats-Unis, en déterminant les principales causes externes des

décès consécutifs à une lésion corporelle liée à la profession (voir figure 56.16). Au niveau de l'entreprise, des problèmes tels que les homicides et les accidents impliquant un véhicule à moteur sont des événements rares et, par conséquent, peu pris en compte par les programmes de sécurité traditionnels. Or, la surveillance a révélé qu'ils figuraient parmi les trois principales causes de décès consécutifs à une lésion corporelle. Pour évaluer l'impact des lésions corporelles non mortelles, il faut mesurer leur gravité si l'on veut interpréter les données de façon significative. Les lésions du dos, par exemple, sont une cause courante d'arrêt de travail, mais rarement une cause d'hospitalisation pour accident du travail.

Les données obtenues grâce à la surveillance ne donnent pas une évaluation complète dans la tradition de la santé publique. Dans les pratiques de la santé publique axée sur la collectivité, en particulier, l'évaluation des besoins et le diagnostic de la collectivité au moyen d'enquêtes, de groupes cibles et d'autres techniques jouent un rôle majeur pour déterminer quels problèmes les collectivités et les travailleurs perçoivent comme importants, quels sont les attitudes, les intentions et les obstacles dominants à l'égard de l'adoption de mesures de prévention, et comment fonctionne réellement une organisation ou une collectivité. Pour un programme de sécurité agricole dans la collectivité, par exemple, il peut être nécessaire d'établir si les exploitants agricoles considèrent ou non les renversements de tracteurs comme un problème critique, quels obstacles — tels que contraintes financières ou manque de temps — peuvent empêcher l'installation de protecteurs, et qui devrait mettre en œuvre une stratégie d'intervention (par exemple, association professionnelle, organisation de jeunesse, association de femmes d'exploitants agricoles). Outre un diagnostic de la communauté, l'évaluation des besoins organisationnels permet de mieux connaître les capacités, la charge de travail et les contraintes d'une organisation et, par conséquent, d'appliquer intégralement les programmes de prévention déjà existants tels que des activités d'un service du ministère du travail (ou de la santé) ou du service de sécurité d'une grande entreprise.

La recherche de l'étiologie ou des causes des incidents et des accidents est une autre étape de l'approche «santé publique» de la lutte contre les lésions corporelles liées à la profession. Les études sur les maladies professionnelles ont été à la base de l'élaboration de programmes de lutte contre ces maladies sur le lieu de travail. La recherche étiologique fait appel à l'épidémiologie pour identifier les facteurs de risque, et aux sciences sociales appliquées pour établir les déterminants des comportements des organisations et des hommes qui créent des situations dangereuses. La recherche épidémiologique s'emploie à recenser les facteurs de risque modifiables au moyen d'études contrôlées, habituellement fondées sur des observations, telles que des études cas-témoins, des études de cohortes, des études de groupe et des études transversales. Comme pour les études épidémiologiques des autres affections aiguës (par exemple, crise d'asthme, arrêt cardiaque soudain), la recherche étiologique sur les lésions corporelles est confrontée à la nécessité d'étudier des événements rares ou récurrents qui sont fortement influencés par des expositions à des situations intervenant immédiatement avant l'événement lui-même (par exemple, une distraction due à un bruit d'impact) et par des constructions sociales et comportementales difficiles à mesurer (par exemple, climat de sécurité, tension professionnelle) (Veazie et coll., 1994). Ce n'est que récemment qu'ont été mises au point des méthodes épidémiologiques et statistiques permettant d'étudier ces types d'événements de santé.

Les études épidémiologiques axées sur l'occurrence des lésions corporelles sont coûteuses et parfois inutiles. C'est le cas, par exemple, lorsqu'on veut connaître l'impact de l'absence de dispositif de protection sur les amputations dues à une machine particulière. Il suffira de faire des enquêtes sur une série de cas. De même, si un

comportement individuel facilement mesurable, comme le non-bouclage d'une ceinture de sécurité, est déjà un facteur de risque connu, il est plus utile d'étudier les déterminants du comportement et les moyens d'encourager le port de la ceinture que les lésions corporelles. Cela dit, des études épidémiologiques contrôlées des lésions corporelles et de leur gravité sont nécessaires si l'on veut comprendre divers mécanismes entraînant des baisses difficiles à mesurer des performances de l'individu et des techniques. L'effet de l'exposition au bruit ou du travail posté, par exemple, sur le risque et la gravité des lésions corporelles ne pourra guère être quantifié par l'analyse des cas ou par l'étude de comportements plus faciles à mesurer.

Un examen récent des études sur les facteurs de risque des lésions corporelles a montré que l'on s'intéressait essentiellement à l'être humain (âge, nature de l'emploi, caractéristiques physiques, handicaps et expérience) (Veazie et coll., 1994), les seuls facteurs environnementaux pris en compte étant généralement les caractéristiques de conception ou des risques matériels reconnus. Certaines études examinaient le cadre organisationnel et social. Quelques-unes prenaient en compte des facteurs physiques de contrainte tels que l'exposition à la chaleur et au bruit. Beaucoup de ces études étaient d'une qualité épidémiologique médiocre, et peu ont été répliquées dans des populations différentes. En dehors des causes immédiates les plus évidentes des lésions professionnelles, on sait donc peu de chose sur les facteurs de risque. Il serait utile que les futurs travaux de recherche examinent l'impact, sur les taux de traumatismes, des facteurs de risque prévus par les théories sur l'ergonomie, le stress professionnel, les facteurs humains et le comportement des organisations. Ces facteurs peuvent inclure la conception et l'établissement du programme des tâches, les facteurs psychologiques (par exemple, la surveillance du travailleur, le soutien social, les exigences psychologiques), la structure organisationnelle et le changement (par exemple, l'amélioration continue de la qualité et l'intérêt de la direction pour la sécurité).

L'approche «santé publique» intègre également l'épidémiologie des lésions corporelles aux sciences comportementales appliquées (notamment la promotion de la santé, le comportement en matière de santé et la recherche sur la politique de santé), afin d'identifier, dans l'environnement, les éléments modifiables qui expliquent le comportement dangereux du travailleur et, surtout, les comportements des employeurs et des cadres qui conduisent à la création ou à la persistance de risques. Dans les grandes organisations, il faut également faire des recherches sur le comportement organisationnel et la psychologie industrielle. La phase d'évaluation en santé publique comprend donc une surveillance épidémiologique, des enquêtes approfondies, une évaluation des besoins des collectivités et des organisations, et une recherche étiologique fondée sur l'application de l'épidémiologie et des sciences comportementales.

Les stratégies de prévention

Le choix et la mise en œuvre de mesures de prévention dans une approche «santé publique» de la lutte contre les lésions corporelles s'inspire d'un certain nombre de principes:

1) *La nécessité de fonder les mesures de prévention sur une évaluation préalable et sur une évaluation a posteriori.* Ce premier principe reconnaît qu'il est important de choisir des interventions destinées à avoir une forte incidence sur la situation sanitaire de la collectivité et qui sont susceptibles d'être appliquées avec succès. Ainsi, les interventions sélectionnées sur la base d'une évaluation approfondie, et non seulement sur le bon sens, auront plus de chances d'être efficaces. Les interventions qui ont fait leurs preuves dans le passé sont encore plus prometteuses. Malheureusement, très peu d'interventions dans le domaine des lésions corporelles liées à la profession ont été évaluées scientifiquement (Goldenhar et Schulte, 1994).

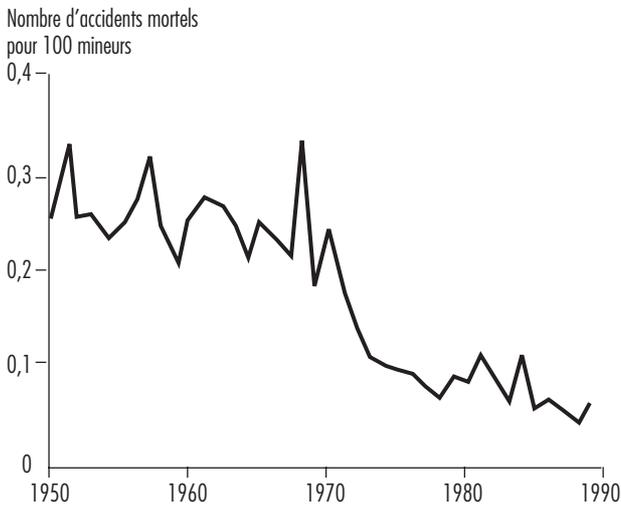
2) *L'importance relative des mesures qui protègent automatiquement le travailleur.* Le deuxième principe met l'accent sur le continuum protection active-protection passive. La protection active nécessite une action individuelle, répétitive et constante; la protection passive assure une protection relativement automatique. Par exemple, la ceinture de sécurité exige de chaque automobiliste un geste qui met en place la protection toutes les fois qu'il prend son véhicule. Un coussin gonflable, en revanche, protège automatiquement l'occupant d'un véhicule, sans qu'aucun geste soit nécessaire. Les interventions actives exigent une modification durable du comportement individuel; c'est la stratégie de prévention qui a le moins bien réussi jusqu'à présent. Ce principe est semblable à la hiérarchie traditionnelle des contrôles applicables en matière de sécurité au travail, qui met l'accent sur la primauté des moyens de prévention technique sur les mesures organisationnelles de prévention, les équipements de protection individuelle et la formation.

3) *La modification du comportement est plus importante que l'éducation.* Ce troisième principe reconnaît qu'il est important de modifier les comportements et que tous les risques ne peuvent être éliminés du milieu de travail au stade de la fabrication. La modification du comportement des employeurs, des cadres et des travailleurs est essentielle, non seulement pour la mise en place et le maintien d'une protection passive, mais aussi pour la mise en œuvre de la plupart des autres stratégies de lutte contre les lésions corporelles. Un autre aspect important de ce principe est que l'éducation — instruction traditionnelle, brochures, affiches ou autres formes de sensibilisation — qui a pour unique objectif d'accroître les connaissances, a généralement peu d'effet, à elle seule, sur le comportement. La plupart des théories du comportement appliquées en promotion de la santé mettent l'accent sur divers facteurs autres que la prise de conscience d'un risque physique ou de la nécessité d'adopter un comportement sûr. Le modèle de «croyance en la santé», par exemple, souligne qu'un comportement autoprotecteur est essentiellement influencé par la perception, que ce soit celle du risque, de la gravité des conséquences ou encore celle des avantages et des inconvénients d'une action de protection (Green et Kreuter, 1991).

Si des messages éducatifs crédibles peuvent modifier certaines de ces perceptions, le moyen le plus efficace d'y parvenir est parfois d'agir sur l'environnement physique et social. Par exemple, on peut revoir la conception de l'équipement et de l'environnement physique de manière à rendre les comportements sûrs plus faciles, plus rapides, plus confortables ou plus souhaitables que les comportements dangereux ou accidentogènes. Si, dans un atelier, on dispose les machines de façon qu'il soit difficile et inutile de passer par des zones dangereuses, on réduira ce type de comportement à risque. De même, des casques de chantier confortables et valorisant l'image des travailleurs du bâtiment auront des chances d'être portés plus souvent.

On peut aussi agir sur l'environnement social pour changer les comportements. Par exemple, l'application de la loi est une autre stratégie ambitieuse qui influe sur les comportements et qui va au-delà de la seule éducation. Ainsi, les lois imposant le port de la ceinture de sécurité et l'utilisation de sièges de sécurité pour les enfants en bas âge ont fait baisser considérablement le nombre de tués dans des accidents de la circulation aux États-Unis. On connaît moins bien les effets de la législation sur la sécurité du travail, à l'exception notable de la forte diminution attestée des accidents mortels dans l'industrie minière aux États-Unis, à la suite de l'entrée en vigueur de la loi fédérale de 1969 sur la sécurité et la santé dans les mines de charbon (Federal Coal Mine Health and Safety Act) (voir figure 56.17). Il est vrai que les ressources et les moyens administratifs mis en œuvre pour faire respecter cette loi sont beaucoup plus importants que ceux dont disposent la plupart des autres organismes (Weeks, 1991).

Figure 56.17 • Les effets de la réglementation applicable à l'extraction de charbon sur les taux de mortalité dans les mines souterraines, États-Unis, 1950-1990



Source: Weeks, 1991.

Une formation à la sécurité au travail bien conçue comporte souvent une modification de l'environnement social au moyen d'une modélisation des rôles, d'incitations et d'un retour d'information sur la performance en matière de sécurité (Johnston, Cattle et Collins, 1994). Un autre type de formation, l'éducation de la main-d'œuvre, représente un environnement social modifié (Wallerstein et Baker, 1994), qui donne aux travailleurs le pouvoir de reconnaître les risques et de modifier le comportement de leur employeur pour qu'il les réduise. Si, en général, la formation des employeurs et des travailleurs n'est pas suffisante à elle seule, elle constitue le plus souvent une composante indispensable de tout programme de prévention des lésions corporelles (Gielen, 1992). Il est important aussi d'éduquer le législateur, les décideurs, les dispensateurs de soins de santé et d'autres spécialistes pour engager de façon durable des actions de prévention des accidents à l'échelle d'une collectivité. Les interventions ont en effet le plus de chances de réussir si elles procèdent d'une approche multiforme associant modifications de l'environnement, changement de politique et éducation (National Committee for Injury Prevention and Control, 1989).

4) *L'examen systématique de toutes les options disponibles, y compris de celles qui permettent de réduire non seulement la fréquence des lésions corporelles, mais aussi leur gravité et leurs conséquences à long terme.* Le quatrième principe est que le processus de sélection des interventions devrait prendre systématiquement en considération un large éventail d'options. C'est non pas en fonction de l'importance relative ou de la précocité des facteurs causatifs dans la séquence des événements qu'on devrait choisir les mesures, mais en fonction de leur efficacité en matière de prévention des lésions corporelles. Haddon (1972) a proposé une matrice pour prendre systématiquement en compte les différentes options. Cette matrice montre que les interventions axées sur l'être humain, sur les véhicules susceptibles de transférer une énergie préjudiciable (par exemple, une automobile, une machine) ou sur l'environnement physique ou psychosocial peuvent empêcher des lésions corporelles avant, pendant et après l'événement. Le tableau 56.2 illustre comment on peut appliquer la matrice de Haddon au problème de la prévention des

accidents dus à des véhicules à moteur, qui sont dans de nombreux pays la principale cause de décès liés à la profession.

Les interventions traditionnelles, en matière de sécurité au travail, ont lieu le plus souvent au cours de la phase prééventive pour prévenir le déclenchement d'un incident susceptible de provoquer une lésion corporelle (par exemple, un accident). Les interventions pendant la phase événementielle, comme la construction de véhicules plus résistants aux collisions ou l'utilisation de harnais de sécurité pour les travaux en hauteur, n'empêchent pas les accidents, mais réduisent la probabilité des lésions corporelles et leur gravité. Après l'événement — les voitures entrées en collision se sont immobilisées ou le travailleur a cessé de tomber —, les interventions telles que les premiers secours et l'acheminement rapide vers un établissement chirurgical cherchent à limiter les conséquences de la lésion corporelle pour la santé (c'est-à-dire la probabilité de décès ou d'incapacité de longue durée).

Dans l'approche «santé publique», il est important de ne pas s'enfermer dans l'une des phases de la matrice. De même qu'une lésion corporelle a des causes multiples, de même les stratégies de prévention devraient viser autant de phases et d'aspects de la lésion que possible (mais pas nécessairement tous). La matrice de Haddon, par exemple, met l'accent sur le fait que la lutte contre les lésions corporelles ne se limite pas à la prévention des accidents. En fait, nombre de nos stratégies de lutte les plus efficaces n'empêchent pas les accidents, ni même les lésions corporelles, mais elles peuvent réduire considérablement leur gravité. Les ceintures de sécurité et les coussins gonflables dans une voiture, les casques sur les chantiers, les dispositifs antichute dans la construction, les structures de protection contre le renversement des machines agricoles et les fontaines de lavage d'urgence des yeux dans les laboratoires ne sont que quelques-uns des exemples de straté-

Tableau 56.2 • La matrice de Haddon appliquée aux accidents de véhicules à moteur

Phases	Facteurs		
	Humains	Véhicules et équipement	Environnement
Avant l'événement	Eduquer la population afin de l'inciter à utiliser les ceintures de sécurité et les dispositifs de protection des enfants	Freins et pneus en bon état	Amélioration de la conception des routes; restrictions sur la publicité pour les boissons alcoolisées et interdiction de la vente de ces boissons dans les stations-service
Pendant l'événement	Prévention de l'ostéoporose afin de réduire les risques de fracture	Coussins gonflables et systèmes permettant de rendre le véhicule plus résistant en cas de collision	Poteaux électriques escamotables et glissières de sécurité
Après l'événement	Traitement de l'hémophilie et des autres troubles susceptibles de nuire à la guérison	Conception sûre du réservoir à essence afin d'empêcher sa rupture et un incendie	Soins médicaux d'urgence bien adaptés à la situation et soins de réadaptation de qualité

Source: National Committee for Injury Prevention and Control, 1989.

Tableau 56.3 • Stratégie des dix contre-mesures de Haddon appliquée aux lésions dues à des chutes dans le secteur du bâtiment

Contre-mesure	Intervention (et observations correspondantes)
Empêcher la formation du risque	En cas de doute, ne pas construire — option généralement impraticable
Réduire la probabilité de matérialisation du risque	Réduire la hauteur du projet de construction et la ramener au-dessous des niveaux critiques — option habituellement impraticable, quoique possible dans certaines zones de travail
Empêcher que le risque se matérialise	Installer des surfaces antidérapantes sur les toits et autres parties situées en hauteur
Modifier le niveau de matérialisation du risque en s'attaquant à ses sources	Utiliser des rampes et filets de sécurité
Séparer le risque du travailleur, à la fois dans le temps et dans l'espace	Ne pas prévoir ni organiser un passage de personnel (à pied) dans des endroits où il existe des risques de chute jusqu'à ce que ces risques aient été éliminés
Séparer le risque du travailleur par des obstacles physiques	Installer des rails de sécurité sur les surfaces en hauteur
Modifier les propriétés fondamentales du risque	Enlever les pièces ou projections coupantes ou anguleuses des sols sur lesquels les travailleurs risquent de tomber — faisable seulement pour les très faibles hauteurs
Rendre le travailleur aussi résistant que possible aux lésions	Fournir, par exemple, des casques de sécurité
Commencer à lutter contre les dommages dus à la matérialisation du risque	Dispenser les premiers secours
Stabiliser, traiter et réadapter le travailleur	Mettre au point un système régionalisé de traumatologie; assurer une réadaptation et un recyclage efficaces

gies applicables pendant la phase événementielle qui ne concourent en rien à empêcher un accident de se produire. En revanche, elles réduisent la gravité des lésions corporelles une fois l'accident déclenché. Même après des lésions anatomiques, on peut encore faire beaucoup pour réduire le risque de décès et d'incapacité de longue durée. Aux États-Unis, on a estimé que de nombreux décès consécutifs à une lésion corporelle majeure pourraient être évités grâce à des systèmes réduisant au minimum le temps qui s'écoule entre le traumatisme et les soins chirurgicaux définitifs. Ce cadre plus large est celui de la «lutte contre les lésions corporelles», qui va bien au-delà de la prévention traditionnelle des accidents, ce qu'illustre la formule courante «des lésions corporelles n'arrivent pas par accident». Elles peuvent être prévues et leur impact sur la société peut être maîtrisé.

Un autre schéma utile souvent appliqué pour examiner systématiquement les options de lutte contre les lésions corporelles est représenté par les dix contre-mesures de Haddon (Haddon, 1973), dont le tableau 56.3 donne une illustration en prenant comme

exemple les chutes dans le secteur du bâtiment. Il apparaît que toutes ne seront pas applicables à certains problèmes.

5) *L'implication de la collectivité, des travailleurs et de l'encadrement.* Le cinquième principe est l'importance de l'implication de la population cible (collectivité, travailleurs, cadres) dans le choix et la mise en œuvre des stratégies d'intervention. Le coût, la faisabilité, la commodité et l'acceptabilité peuvent constituer autant d'obstacles à la mise au point de stratégies de prévention efficaces (Schelp, 1988).

L'évaluation a posteriori en santé publique

L'évaluation a posteriori, en sciences sociales appliquées et en épidémiologie, est «un processus visant à déterminer aussi systématiquement et objectivement que possible la pertinence, l'efficacité et l'impact des activités en fonction de leurs objectifs» (Last, 1988). L'évaluation (a posteriori) est une composante essentielle de la pratique de la santé publique. Elle s'effectue à deux niveaux. Le premier niveau repose sur des systèmes de surveillance permettant de déterminer si des collectivités entières ont ou non atteint leurs objectifs en matière de réduction des maladies et des accidents, sans essayer de déterminer les causes des changements observés. Aux États-Unis, par exemple, les administrations au niveau fédéral, au niveau des États et au niveau local s'étaient fixé des objectifs pour l'an 2000. L'un de ces objectifs était de ramener à 6 cas pour 100 travailleurs à plein temps et par an le nombre des lésions corporelles liées à la profession qui entraînent un traitement médical, un arrêt de travail ou une activité professionnelle réduite. Les progrès enregistrés dans ce sens seront suivis par les systèmes de surveillance nationaux existants.

Le second niveau de l'évaluation est axé sur la détermination de l'efficacité des politiques, programmes et interventions spécifiques à laquelle on procède idéalement par des études expérimentales ou quasi expérimentales contrôlées. Mohr et Clemmer (1989), par exemple, ont comparé des séries chronologiques de taux de lésions corporelles sur les plates-formes de forage pétrolier en mer qui avaient adopté une nouvelle technologie pour aider les travailleurs à relier les tiges de forage entre elles, et sur les plates-formes qui n'en disposaient pas. S'il est vrai que les taux de lésions corporelles étaient en baisse pendant la période d'installation du nouvel équipement, les auteurs ont été en mesure d'attribuer au nouvel équipement de sécurité une diminution annuelle de 6 accidents pour 100 travailleurs et de démontrer que les économies résultant de la prévention permettaient de récupérer entièrement le capital initial et les frais d'installation en 5,7 ans. Malheureusement, ce type d'évaluation scientifique des programmes et des interventions dans le domaine de la sécurité et de la santé au travail est rare et la méthodologie est souvent défailante (Goldenhart et Schulte, 1994).

Résumé

Le programme susmentionné montre bien les différentes composantes de l'approche «santé publique» de la réduction des lésions corporelles sur le lieu de travail. L'appréciation du problème et la mise sur pied d'un système de surveillance continue ont constitué une partie essentielle de cette étude et des études antérieures consacrées par les auteurs aux accidents sur les plates-formes de forage pétrolier. L'élaboration ultérieure d'une stratégie simple de prévention par des moyens techniques a été suivie d'une stratégie d'évaluation rigoureuse comprenant une évaluation des économies de coûts. Ces études ont été le pivot de l'approche «santé publique» de la prévention d'autres maladies professionnelles. À l'avenir, l'intégration de la prévention des accidents du travail dans les phases d'évaluation préalable, d'intervention et d'évaluation a posteriori de la pratique de santé publique pourra contribuer de façon importante à accroître l'efficacité de la protection et de la promotion de la santé dans la collectivité.

● LES PRINCIPES THÉORIQUES DE LA SÉCURITÉ AU TRAVAIL

Reinald Shiba

Cet article traite des principes théoriques de la sécurité au travail et des principes généraux de la prévention des accidents. Il ne couvre pas les maladies professionnelles qui, bien qu'ayant un rapport avec les accidents, en sont différentes à de nombreux égards.

La théorie de la sécurité au travail

La sécurité au travail fait intervenir un réseau de relations entre des individus et leur travail; des matériaux, des équipements et des machines; l'environnement; et des considérations économiques telles que la productivité. Dans l'idéal, le travail devrait être salubre et non dangereux, et ne pas présenter de difficulté déraisonnable. Pour des raisons économiques, il faut atteindre un niveau de productivité aussi élevé que possible.

La sécurité au travail devrait commencer dès le stade de la planification et se poursuivre tout au long des différentes étapes de la production. Autrement dit, les conditions qu'elle requiert doivent être énoncées avant que le travail commence et être appliquées pendant tout le cycle de travail, de façon que les résultats puissent être évalués, notamment à des fins de rétro-information. La responsabilité qui revient aux cadres de préserver la sécurité et la santé de ceux qui sont engagés dans le processus de production devrait également être prise en compte au stade de la planification. Dans le processus de fabrication, il y a interaction entre des êtres humains et des objets (le terme *objet* étant employé ici au sens large, comme élément du «système humain-(machine)-environnement»). Il comprend non seulement les instruments de travail techniques, les machines et les matériaux, mais aussi tous les éléments environnants, tels que les sols, les escaliers, le courant électrique, le gaz, les poussières, l'atmosphère, etc.).

Les relations entre le travailleur et son travail

Les trois types de relations possibles suivantes entrant en jeu dans le processus de fabrication montrent comment les incidents (et plus particulièrement des accidents) entraînant des dommages corporels et des conditions de travail dangereuses sont des effets fortuits de la mise en présence d'individus et d'un environnement de travail objectif à des fins de production.

1. *La relation entre le travailleur et l'environnement de travail objectif est optimale.* Cela signifie bien-être, sécurité au travail et des méthodes économisant le travail pour les travailleurs, et fiabilité des parties objectives du système, telles que les machines. Cela signifie aussi absence de défauts, d'accidents, d'incidents, de quasi-accidents (incidents potentiels), de lésions corporelles. Le résultat est une meilleure productivité.
2. *Le travailleur et l'environnement de travail objectif sont incompatibles.* Cette situation peut être due au fait que l'intéressé n'est pas qualifié, que les équipements ou les matériaux ne sont pas adaptés à la tâche ou que l'opération est mal organisée. En conséquence, le travailleur est, sans que cela soit voulu, surchargé de travail ou sous-utilisé. Les parties objectives du système, telles que les machines, risquent de devenir peu fiables. Il en résulte de mauvaises conditions de sécurité et des situations dangereuses susceptibles de provoquer des quasi-accidents et des incidents mineurs entraînant des retards et une baisse de la production.
3. *La relation entre le travailleur et l'environnement de travail objectif est totalement interrompue et il s'ensuit une perturbation qui entraîne des dommages matériels ou corporels empêchant de poursuivre la production.*

Cette relation se rattache spécifiquement à la question de la sécurité au travail comprise au sens où il s'agit d'éviter des accidents.

Les principes de la sécurité au travail

Compte tenu du fait évident que les problèmes liés à la prévention des accidents ne peuvent être résolus de façon isolée, mais seulement si l'on considère leur relation avec la production et l'environnement de travail, on peut déduire les principes suivants pour la prévention des accidents:

1. La prévention des accidents doit être intégrée à la planification de la production, le but étant d'éviter des perturbations.
2. L'objectif ultime est d'assurer une production rencontrant aussi peu d'obstacles que possible, ce qui se traduit non seulement par la fiabilité et l'élimination des défauts, mais aussi par le bien-être des travailleurs, des méthodes économisant le travail, et la sécurité au travail.

Voici quelques-unes des pratiques, parmi beaucoup d'autres, auxquelles on fait souvent appel sur les lieux de travail pour assurer la sécurité et qui sont nécessaires pour une production dépourvue de perturbation:

- les travailleurs et leurs supérieurs doivent être informés et conscients des dangers et des risques potentiels (par exemple, par l'éducation);
- les travailleurs doivent être motivés pour avoir un comportement sécuritaire (modification du comportement);
- les travailleurs doivent être capables d'avoir un comportement sécuritaire, qu'ils peuvent acquérir grâce à des procédures de certification, à la formation et à l'éducation;
- l'environnement de travail personnel doit être rendu sûr et salubre grâce à des mesures organisationnelles de prévention ou à des moyens de prévention technique, au remplacement des conditions de travail ou des matériaux dangereux par d'autres moins accidentogènes, à l'utilisation d'équipements de protection individuelle;
- l'équipement, les machines et les objets doivent fonctionner de façon sûre pour leur usage prévu et comporter des commandes adaptées aux capacités humaines;
- des réactions d'urgence appropriées doivent être prévues pour limiter les conséquences des accidents, incidents et lésions corporelles.

Les principes suivants sont importants si l'on veut comprendre comment les concepts de la prévention des accidents sont associés à une production non perturbée:

1. La prévention des accidents est parfois considérée comme un fardeau social et non comme une composante essentielle de la prévention des perturbations. Or, cette dernière est une meilleure motivation, car on en attend une amélioration de la production.
2. Les mesures destinées à assurer la sécurité au travail doivent être intégrées aux mesures appliquées pour assurer une production non perturbée. Par exemple, les instructions relatives aux risques encourus doivent faire partie intégrante des consignes générales concernant le flux de production sur le lieu de travail.

La théorie des accidents

Un accident (y compris ceux qui provoquent des lésions corporelles) est un événement subit et inopportun, dû à une influence externe, qui cause des dommages aux personnes et résulte de l'interaction entre des personnes et des objets.

On associe souvent la notion d'*accident* sur le lieu de travail à celle de dommages corporels. Lorsqu'une machine subit des dégâts, on a tendance à parler de dommages matériels ou de perturbation, mais pas d'accident. Les atteintes à l'environnement sont fréquemment qualifiées d'incidents. Les accidents, incidents et perturbations qui ne provoquent pas de dommages corporels ou matériels sont appelés «quasi-accidents». Ainsi, bien que l'on puisse juger légitime de parler d'accident lorsqu'il y a un dommage corporel, et de définir séparément les termes *incident*, *perturbation* et *dommage matériel* quand on a affaire à des objets et à l'environnement, tous ces événements seront désignés ci-après comme étant des accidents.

Le modèle conceptuel qui correspond à cette définition du terme *accident* indique que les accidents du travail résultent d'une interaction travailleurs-objets qui libère de l'énergie. La cause d'un accident peut tenir aux caractéristiques de la victime (par exemple, incapacité à exécuter le travail de façon sûre) ou de l'objet (par exemple, équipement dangereux ou inadapté). La cause peut également être un autre travailleur (qui fournit une information erronée), un supérieur hiérarchique (qui donne des instructions incomplètes) ou un formateur (qui dispense une formation incomplète ou inexacte). On peut déduire ce qui suit pour la prévention des accidents.

Si l'on prend pour hypothèse que les travailleurs et leur environnement objectif peuvent être porteurs de risques ou de dangers, la prévention des accidents, pour l'essentiel, consiste à éliminer ces risques ou dangers, ou à en éviter les conséquences en éloignant les travailleurs ou en limitant au minimum les effets de l'énergie.

Les dangers et les risques potentiels

Bien qu'un objet puisse présenter des dangers ou des risques, si le travailleur et l'objet sont si éloignés l'un de l'autre qu'ils ne peuvent entrer en contact, il n'y a pas d'accident possible. Par exemple, si une charge présente un danger parce qu'elle est suspendue à une grue qui la déplace, elle ne peut pas provoquer d'accident tant que personne ne se trouve pas sous la grue. Ce n'est que si un travailleur pénètre dans la zone surplombée par la charge qu'il s'expose à un risque ou à un danger réel, car une interaction entre le travailleur et l'objet devient alors possible. Il faut noter que des objets peuvent également être dangereux pour d'autres objets, par exemple pour les véhicules garés sous la grue. Le *risque*, défini comme un moyen de quantifier le danger, est le produit de la fréquence attendue du dommage et de son ampleur attendue. Le *risque d'accident* est donc le produit de la fréquence attendue des accidents (fréquence relative des accidents) et de leur gravité attendue. La *fréquence relative des accidents* est le nombre d'accidents par risque-temps (nombre d'accidents pour 1 million d'heures de travail ou nombre de lésions corporelles par année de travail). La gravité d'un accident peut être exprimée quantitativement par le temps perdu (par exemple, le nombre de journées de travail perdues), la catégorie de lésions corporelles (accident mineur ou ne nécessitant que les premiers secours, accident devant faire l'objet d'une déclaration, lésions entraînant un arrêt de travail et accident mortel), le type de lésions et son coût. Les données sur les risques devraient être enregistrées empiriquement et en termes de pronostic théorique.

Les risques d'accidents diffèrent selon les lieux de travail et les conditions dans lesquelles ils existent. Par exemple, les risques associés aux forages pétroliers, pour les mêmes travailleurs utilisant le même matériel, diffèrent considérablement en fonction du lieu (forage à terre ou en mer) et du climat (prospection dans l'Arctique ou dans le désert). Le niveau de risque d'accident dépend de plusieurs facteurs:

- la fréquence attendue d'une défaillance de l'opérateur et de la technologie (nombre d'erreurs par million d'heures, etc.);
- la probabilité des erreurs susceptibles de provoquer des accidents (accident: erreur = 1:x);
- la probabilité du degré de gravité de l'accident.

L'acceptation des risques d'accidents varie elle aussi considérablement. Un risque élevé paraît être acceptable pour la circulation routière, alors que l'on constate une tolérance zéro dans le domaine de l'énergie nucléaire. Pour les besoins de la prévention des accidents, il en découle que l'élément moteur est l'acceptation la plus faible possible du risque d'accident.

Les causes des accidents

L'occurrence d'un accident exige une classification sur une échelle allant de la cause à l'effet. Il faut distinguer trois niveaux:

- le niveau des causes d'accidents possibles et effectifs;
- le niveau des origines de l'accident;
- le niveau des conséquences de l'accident sous forme de dommages corporels et matériels.

La *cause* est ce qui produit l'accident. Presque tous les accidents ont de multiples causes, telles que conditions dangereuses, conjonction de facteurs, enchaînement d'événements, omissions, etc. Par exemple, l'explosion d'une chaudière peut avoir l'une ou plusieurs des causes suivantes: matériaux de la cuve défectueux, insuffisance de la formation nécessaire pour assurer un fonctionnement sûr, défaillance d'une soupape de surpression, ou non-respect d'un mode opératoire tel que la surchauffe. En l'absence de l'une ou de plusieurs de ces déficiences, il n'y aurait peut-être pas eu d'accident. D'autres conditions, qui n'ont pas de rôle causal, devraient être considérées séparément. Dans l'ensemble pris ici, il peut s'agir d'informations sur le moment, la température ambiante et les dimensions de la salle des chaudières.

Il est important de faire une distinction entre les facteurs liés au processus de production, les causes de l'accident liées au travailleur (conduite de l'opérateur), à l'organisation (procédures ou politiques de sécurité) et les causes techniques (modification de l'environnement et dysfonctionnement des objets). En dernière analyse, cependant, tout accident est dû à la conduite fautive de l'individu, car ce sont toujours des êtres humains qui se trouvent au bout de la chaîne causale. S'il s'avère par hypothèse que la chaudière a explosé parce que ses matériaux étaient défectueux, il y a eu conduite fautive de la part de l'entrepreneur, du fabricant, du constructeur, de l'installateur ou du propriétaire (par exemple, corrosion due à un entretien insuffisant). A strictement parler, il n'existe pas de «défaillance technique» ou de «cause technique» d'un accident. La technique n'est qu'un intermédiaire entre une conduite inadaptée et ses conséquences. Néanmoins, la classification usuelle des causes en comportementales, techniques et organisationnelles est utile, car elle permet de déterminer quel groupe de personnes a eu une conduite fautive et de choisir les mesures correctrices qui s'imposent.

Comme on l'a dit plus haut, la plupart des accidents résultent d'une combinaison de causes.

Prenons le cas d'une personne qui glisse sur une flaque d'huile dans un passage sombre, non éclairé, et heurte le bord coupant d'une pièce de rechange posée là, se blessant à la tête. Les causes immédiates de l'accident sont l'éclairage insuffisant du passage, le sol dangereux (flaque d'huile), des semelles de chaussures à trop grande glissance, l'absence de protection de la tête, et l'emplacement fautif de la pièce de rechange. Il n'y aurait pas eu d'accident si la combinaison de toutes ces causes avait été éliminée ou si la chaîne causale avait été rompue. Une prévention efficace des accidents suppose donc la reconnaissance de la chaîne causale et sa rupture, pour que l'accident ne puisse plus se produire.

Les effets des contraintes et des tensions

La mécanisation et l'automatisation des procédés de production ont considérablement progressé ces dernières années. Il semblerait que les causes de nombreux accidents soient désormais moins liées à l'erreur humaine qu'à des problèmes de maintenance et

d'interface avec les processus automatisés. Ces conséquences positives de la technologie sont cependant contrebalancées par d'autres, négatives, en particulier l'augmentation des tensions psychologiques et les contraintes physiques — ergonomiques — qui les accompagnent, du fait de l'attention et des responsabilités accrues qu'exigent la surveillance des processus automatisés, un environnement de travail impersonnel et la monotonie des tâches. Ces tensions et contraintes augmentent la fréquence des accidents et peuvent être préjudiciables à la santé.

1. Les *contraintes* sont des effets qui ont leur origine sur le lieu de travail; elles peuvent être dues à l'environnement (température, chaleur, humidité, lumière, bruit et pollution de l'air), ou être statiques ou dynamiques et résulter directement du processus (levage, escalade, exposition à des produits chimiques, etc.). Les niveaux de contrainte peuvent être mesurés physiquement (bruit, force, expositions atmosphériques, etc.), mais les facteurs de contrainte (fatigue, stress psychologique, relations travailleurs-cadres, etc.) ne peuvent l'être.
2. Les *tensions* imposées dépendent de leur nature et de leur intensité, ainsi que de la capacité de chacun à les supporter. Leurs effets se manifestent sur les plans physique et psychologique. Ils peuvent être souhaitables ou non, selon leur type et leur degré. Les effets non souhaitables, tels que l'épuisement physique et psychologique, l'irritation au travail, la maladie, le manque de coordination et de concentration, et un comportement dangereux entraînent un risque accru d'accident.

Du point de vue de la prévention des accidents, il s'ensuit que des employés compétents, capables et volontaires, devraient être en mesure, physiquement et psychologiquement, de travailler dans des conditions de sécurité, à condition que n'intervienne aucun facteur extérieur tel qu'un équipement mal adapté, un environnement ou des conditions de travail insatisfaisantes. On peut améliorer la sécurité en organisant le processus de travail de façon à y inclure des stimulants efficaces, par exemple des changements programmés d'emploi, un élargissement des responsabilités et un enrichissement des tâches.

Les quasi-accidents

Une bonne partie des pertes de production est due à des perturbations prenant la forme de quasi-accidents, qui forment la base de l'occurrence des accidents. Toutes les perturbations n'ont pas de répercussions sur la sécurité au travail. Les quasi-accidents sont des événements ou incidents n'ayant pas provoqué de dommages corporels ou matériels, mais qui, s'ils en avaient provoqué, seraient classés comme accidents. Par exemple, l'arrêt intempestif d'une machine sans conséquence pour l'équipement ou le travail est considéré comme un quasi-accident. En outre, la perturbation peut provoquer un autre quasi-accident si la machine se remet brusquement en marche alors qu'un travailleur se trouve à l'intérieur pour essayer de déterminer la cause de l'arrêt, mais n'est pas blessé.

La pyramide des accidents

Les accidents sont des événements relativement rares et, en général, plus ils sont graves et moins ils sont fréquents. Les quasi-accidents forment la base de la pyramide des accidents et les accidents mortels en sont le sommet. Si l'on retient le temps perdu comme critère de gravité, on observe une concordance assez étroite avec la pyramide des accidents (il peut y avoir un léger écart dû aux critères de déclaration dans les différents pays, entreprises et juridictions).

La pyramide peut être très différente selon le type ou la classification des accidents. Par exemple, les accidents impliquant l'électricité sont d'une gravité disproportionnée. Un classement par profession montre que certains types d'activité donnent lieu à

beaucoup plus d'accidents graves que d'autres. Dans les deux cas, le sommet de la pyramide est massif en raison de la proportion relativement élevée d'accidents graves et mortels.

Pour ce qui est de la prévention, il découle de la pyramide:

1. qu'il faut commencer par éviter les quasi-accidents;
2. que l'élimination des accidents mineurs a généralement un effet positif sur l'élimination des accidents graves.

La prévention des accidents

Les différentes voies de la prévention des accidents, pour assurer la sécurité au travail, sont les suivantes:

1. Éliminer le risque ou le danger de manière qu'il n'y ait plus de dommages corporels ou matériels possibles.
2. Séparer le travailleur (ou l'équipement) et le risque (ce qui revient à éliminer le risque). Le danger subsiste, mais il n'y a plus de dommages corporels (ou matériels) possibles, puisqu'on a fait en sorte qu'il n'y ait pas d'intersection entre les zones d'influence naturelles des travailleurs (de l'équipement) et de l'objet (risque ou danger).
3. Fournir une protection, par exemple un système anti-incendie, des vêtements de protection et des masques à gaz, afin de limiter le risque au minimum. Le risque existe toujours, mais la possibilité de dommages corporels ou matériels est réduite, car la protection limite au minimum la probabilité de concrétisation.
4. S'adapter au risque en prévoyant des mesures telles que des systèmes d'alerte, des équipements de surveillance, une information sur les dangers, la motivation pour un comportement sécuritaire, la formation et l'éducation.

Résumé

En 1914, Max Planck (physicien allemand, 1858-1947) a dit: «Dans toute science, l'objectif le plus élevé est de chercher l'ordre et la continuité à partir de l'abondance des expériences et des faits individuels, de manière, en comblant les lacunes, à les intégrer dans une vision cohérente.» Ce principe s'applique également aux questions scientifiques et pratiques complexes de la sécurité au travail, non seulement parce qu'elles touchent à de multiples disciplines, mais aussi parce qu'elles ont elles-mêmes de multiples aspects. Bien qu'il soit difficile, pour cette raison, de systématiser les nombreux problèmes que pose la sécurité au travail, il est nécessaire d'organiser comme il convient les différentes questions en fonction de leur importance et de leur contexte, et de présenter des options efficaces pour améliorer la sécurité au travail.

LES PRINCIPES DE LA PRÉVENTION: L'INFORMATION SUR LA SÉCURITÉ

Mark R. Lehto et James M. Miller

Les sources d'information sur la sécurité

Dans le monde entier, les fabricants et les employeurs fournissent aux travailleurs un volume considérable d'informations sur la sécurité, à la fois pour encourager les comportements sécuritaires et pour décourager les comportements dangereux. Ces informations ont des sources diverses — règlements, codes et normes, pratiques industrielles, cours de formation, fiches de données de sécurité (FDS), procédures écrites, panneaux de mise en garde, étiquetage des produits et manuels d'instruction — qui diffèrent

par leurs objectifs en matière de comportement, leurs destinataires, leur contenu, leur niveau de détail, leur format et leur mode de présentation. Chaque source peut également concevoir son information de manière que celle-ci corresponde aux différentes phases de l'exécution d'une tâche au sein d'une séquence accidentelle potentielle.

Les quatre phases de la séquence accidentelle

Les objectifs visés, en matière de comportement, par les différentes sources d'information sur la sécurité correspondent naturellement aux quatre phases de la séquence accidentelle (voir tableau 56.4).

Première phase. Dans la première phase, avant l'exécution de la tâche, les sources d'information utilisées, telles que manuels de formation à la sécurité, programmes d'information sur les risques et divers types de moyens d'enseignement de sécurité (y compris affiches et campagnes de sensibilisation) ont un objectif d'éducation (apprendre quels sont les risques) et de persuasion (adopter un comportement sécuritaire). Il s'agit non seulement de limiter les erreurs en améliorant les connaissances et les compétences des travailleurs, mais aussi de réduire les violations volontaires des règles de sécurité en modifiant les attitudes dangereuses. Ce sont souvent des travailleurs inexpérimentés qui sont visés dans cette première phase, et c'est pourquoi l'information sur la sécurité est beaucoup plus détaillée que dans les autres phases. Il est indispensable de pouvoir compter sur une main-d'œuvre suffisamment qualifiée et motivée si l'on veut que l'information sur la sécurité soit efficace dans les trois phases suivantes de la séquence accidentelle.

Deuxième phase. Pendant la deuxième phase, des sources telles que les procédures écrites, les listes de contrôle, les instructions, les panneaux avertisseurs et l'étiquetage des produits peuvent fournir des informations cruciales pour la sécurité dans l'exécution des tâches courantes. Il s'agit généralement d'énoncés brefs qui enseignent aux travailleurs moins qualifiés ou rappellent aux travailleurs qualifiés de prendre les précautions nécessaires. De tels rappels peuvent aider les travailleurs à ne pas oublier de prendre des précautions ou d'accomplir certains gestes dans l'exécution d'une tâche. Des panneaux avertisseurs bien placés peuvent jouer un rôle similaire, par exemple, à l'entrée d'un chantier, un panneau indiquant que le port du casque est obligatoire.

Troisième phase. Dans la troisième phase, des sources d'information bien visibles et faciles à percevoir alertent les travailleurs sur une situation anormale ou particulièrement dangereuse. Ce sont par exemple des signaux d'avertissement, des marquages de sécurité, des étiquettes, des panneaux, des barrières ou des interdictions d'accès. Les signaux d'avertissement peuvent être visuels (témoins lumineux, mouvements, etc.), sonores (vibreurs, sirènes, Klaxons, etc.), olfactifs (odeurs), tactiles (vibrations) ou kinesthésiques. Certains sont inhérents aux produits lorsque ceux-ci sont dans des états dangereux (par exemple, l'odeur dégagée à l'ouverture d'un conteneur d'acétone). D'autres, comme le signal de recul des chariots élévateurs, sont intégrés aux machines ou au milieu de travail. Les marquages de sécurité sont des méthodes non verbales d'identification ou de mise en relief des éléments dangereux dans l'environnement (par exemple, peindre en jaune les coins des marches d'escalier ou en rouge les arrêts d'urgence). Les étiquettes de sécurité, les barrières, les panneaux ou les interdictions d'accès sont placés là où existe un risque et sont souvent utilisés pour empêcher les travailleurs de pénétrer dans un secteur ou de mettre en marche une machine en cours d'entretien ou de réparation, ou dans d'autres conditions anormales.

Quatrième phase. Dans la quatrième phase, l'accent est mis sur l'exécution par le travailleur des procédures d'urgence quand se produit l'accident, ou l'application de mesures correctrices immédiatement après l'accident. Des panneaux et marquages de sécurité indiquent de façon visible les informations nécessaires pour la bonne exécution des procédures d'urgence (emplacement des sorties, des extincteurs, des postes de premiers secours, des douches d'urgence, des fontaines de lavage des yeux ou des dispositifs d'urgence). Les étiquettes de sécurité des produits et les fiches de données de sécurité (FDS) peuvent préciser les mesures correctrices et les procédures d'urgence à appliquer.

Cependant, si l'on veut que l'information sur la sécurité soit efficace à toutes les étapes de la séquence accidentelle, il faut d'abord qu'elle soit remarquée et comprise, et si elle a été préalablement apprise, il faut qu'elle revienne en mémoire. Le travailleur doit alors à la fois décider de se conformer au message transmis et être physiquement capable de le faire. Il peut être difficile de remplir toutes ces conditions; c'est pourquoi des directives concernant la conception de l'information sur la sécurité peuvent être utiles.

Tableau 56.4 • Objectifs et exemples de sources d'information sur la sécurité, correspondant à la séquence accidentelle

	Avant l'exécution de la tâche	Etape dans la séquence de l'accident		
		Exécution de tâches courantes	Exécution de tâches dans une situation anormale	Conditions de l'accident
Objectifs (comportementaux)	Eduquer et convaincre le travailleur du type et du niveau de risque, des précautions à prendre, des mesures correctrices et des procédures d'urgence	Enjoindre les travailleurs ou leur rappeler de suivre les procédures de sécurité ou de prendre des précautions	Alerter le travailleur sur le caractère anormal de la situation. Préciser les actions spécifiques indispensables	Indiquer les emplacements de l'équipement de sécurité et de premiers secours, les issues de secours et les procédures d'urgence
Exemples de sources	Manuels, vidéos ou programmes à vocation didactique, programmes de communication sur les risques, fiches de données de sécurité (FDS), campagnes de sensibilisation, rétro-information sur la performance en matière de sécurité	Manuels d'instruction, aides à l'exécution des tâches, listes de contrôle, procédures écrites, panneaux et étiquettes de mise en garde	Signaux d'avertissement visuels, sonores ou olfactifs. Étiquettes temporaires, panneaux, barrières ou interdictions d'accès	Panneaux d'information sur la sécurité, étiquettes et marquages, fiches de données de sécurité

Les directives et obligations applicables

Traditionnellement, les organismes de normalisation, ceux de réglementation et les tribunaux, par leurs décisions, ont à la fois institué des directives et imposé des obligations en ce qui concerne le moment et le lieu où doit être fournie l'information sur la sécurité. Plus récemment, il y a eu une tendance à élaborer des directives fondées sur des recherches scientifiques concernant les facteurs qui influent sur l'efficacité de l'information de sécurité.

Les obligations légales

Dans la plupart des pays industriels, des règlements officiels rendent obligatoires certaines formes d'information sur la sécurité. Aux États-Unis, par exemple, l'Agence pour la protection de l'environnement (Environmental Protection Agency (EPA)) a imposé plusieurs obligations pour l'étiquetage des produits chimiques. Le ministère des Transports a des prescriptions précises concernant l'étiquetage des matières dangereuses pendant le transport. L'Administration de la sécurité et de la santé au travail (Occupational Safety and Health Administration (OSHA)) a promulgué une norme pour les lieux de travail où sont manipulées des matières toxiques ou dangereuses; elle exige une formation, l'étiquetage des conteneurs, des fiches de données de sécurité (FDS) et d'autres mises en garde.

Aux États-Unis, le défaut de mise en garde peut également donner matière à poursuites contre les fabricants, les employeurs et autres personnes responsables des lésions subies par les travailleurs. Pour l'établissement des responsabilités, la théorie de la faute examine si le défaut de mise en garde suffisante est considéré comme un comportement déraisonnable, compte tenu: 1) de la prévisibilité du danger par le fabricant; 2) du caractère raisonnable de l'hypothèse selon laquelle l'utilisateur se rendrait compte du danger; 3) du soin avec lequel le fabricant a informé l'utilisateur du danger. La théorie de la responsabilité objective exige seulement que le défaut de mise en garde ait été la cause d'un dommage corporel ou matériel.

Les normes librement acceptées

Il existe de nombreuses normes fournissant des recommandations d'application volontaire concernant la conception et l'utilisation de l'information sur la sécurité. Ces normes ont été mises au point par des groupes ou organismes multilatéraux tels que l'Organisation des Nations Unies (ONU), la Communauté économique européenne (EURONORM), l'Organisation internationale de normalisation (ISO) et la Commission électrotechnique internationale (CEI), et par des groupes nationaux tels que l'Institut américain de normalisation (American National Standards Institute (ANSI)), son homologue britannique, le British Standards Institute (BSI), l'Association canadienne de normalisation, le Deutsches Institut für Normung (DIN) et la Commission japonaise des normes industrielles.

Parmi les normes consensuelles, celles de l'ANSI, aux États-Unis, revêtent une importance particulière. Depuis le milieu des années quatre-vingt, l'ANSI a mis au point cinq nouvelles normes relatives aux panneaux et étiquettes de sécurité, et révisé une norme importante. Les nouvelles normes sont: 1) ANSI Z535.1 (1993a); 2) ANSI Z535.2 (1993b); 3) ANSI 535.3 (1993c); 4) ANSI Z535.4 (1993d); et 5) ANSI Z535.5 (1993e). La norme révisée est la norme ANSI Z129.1(1988). L'ANSI a en outre publié le *Guide for Developing User Product Information* (1990).

Les impératifs de conception

Les normes de sécurité consensuelles et officielles comportent des impératifs de conception pour les éléments suivants:

1. *Fiches de données de sécurité (FDS)*. La norme de l'OSHA relative à l'information sur les dangers précise que les employeurs doivent disposer sur le lieu de travail d'une FDS pour chaque

produit chimique dangereux utilisé. Chaque fiche doit être rédigée en anglais, indiquer la date à laquelle elle a été établie et donner les dénominations commune et scientifique du produit chimique dangereux mentionné. Elle doit en outre préciser: 1) les caractéristiques physiques et chimiques du produit; 2) les risques physiques, y compris les risques d'inflammation, d'explosion et de réaction; 3) les risques pour la santé, y compris les signes et les symptômes d'exposition, et les affections susceptibles d'être aggravées par le produit; 4) la principale voie d'absorption; 5) la limite d'exposition admissible établie par l'OSHA, la valeur seuil fixée par la Conférence américaine des hygiénistes gouvernementaux du travail (American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)) ou d'autres limites recommandées; 6) les propriétés cancérigènes; 7) les précautions généralement applicables; 8) les mesures de prévention généralement applicables; 9) les procédures d'urgence et de premiers secours; et 10) le nom, l'adresse et le numéro de téléphone d'une personne capable de fournir, le cas échéant, des informations supplémentaires sur le produit chimique dangereux et sur les procédures d'urgence.

2. *Étiquettes et manuels d'instruction*. Peu de normes consensuelles précisent actuellement comment concevoir les étiquettes et manuels d'instruction. Les choses changent toutefois rapidement. Le guide susmentionné de la mise au point de l'information sur les produits, de l'ANSI, a été publié en 1990, et plusieurs autres organisations consensuelles sont en train de préparer des projets de documents. Sans trop entrer dans les détails scientifiques, le Conseil de l'ANSI pour la protection des intérêts des consommateurs, qui est responsable de ce guide, a donné aux fabricants des indications raisonnables sur ce qu'il convient de prendre en considération pour l'élaboration de manuels d'instruction ou d'utilisation. Le guide comprend des chapitres intitulés: «Éléments organisationnels», «Illustrations», «Instructions», «Mises en garde», «Normes», «Les mots-clés» et «Liste de contrôle pour la mise au point d'instructions». Bien qu'il soit bref, ce document constitue une première importante.
3. *Symboles de sécurité*. Dans le monde entier, de nombreuses normes contiennent des dispositions relatives aux symboles de sécurité. La norme ANSI Z535.3 (1993c), par exemple, concerne en particulier les utilisateurs industriels. Elle présente un choix de symboles dont il a été montré, dans des études antérieures, qu'ils étaient bien compris des travailleurs. Ce qui est peut-être plus important, elle indique les méthodes à suivre pour mettre au point et évaluer les symboles de sécurité. Ses principales dispositions sont les suivantes: 1) les nouveaux symboles doivent être correctement identifiés à l'occasion de tests par au moins 85% des membres d'un groupe d'au moins 50 sujets représentatifs; 2) les symboles qui ne satisfont pas à cette condition ne devraient être utilisés que lorsqu'ils sont accompagnés de messages écrits équivalents; et 3) les employeurs et les fabricants de produits devraient apprendre aux travailleurs et aux utilisateurs la signification des symboles. Il est aussi prévu que les nouveaux symboles mis au point conformément au guide pourront être pris en considération pour une éventuelle inclusion dans les futures révisions de la norme.
4. *Panneaux et étiquettes de mise en garde*. Les normes de l'ANSI et d'autres normes contiennent des recommandations très précises concernant la conception des panneaux, des étiquettes de mise en garde et, notamment, les mots-clés et le texte, le codage des couleurs, la typographie, les symboles, l'agencement des différents éléments et l'identification des risques (voir tableau 56.5). Les mots-clés les plus courants recommandés sont: *DANGER*, pour indiquer le niveau de risque le plus

Tableau 56.5 • Résumé des recommandations de quelques systèmes de mise en garde

Système	Mot-clé	Codage des couleurs	Typographie	Symboles	Dispositions
ANSI Z129.1 Produits chimiques industriels dangereux: étiquetage de précaution (1988)	Danger Attention Prudence Poison Mots au choix pour les risques «différés»	Non spécifié	Non spécifiée	Tête de mort en complément du texte. Symboles acceptables pour 3 autres types de risques	Agencement de l'étiquette non spécifié; exemples donnés
ANSI Z535.2 Panneaux de sécurité dans l'environnement et dans les entreprises (1993b)	Danger Attention Prudence Avis [sécurité générale] [flèches]	Rouge Orange Jaune Bleu Vert Comme ci-dessus; sinon noir et blanc selon ANSI Z535.1 (1993a)	Linéale, haut de casse, types de caractères acceptables, hauteur des caractères	Symboles et pictogrammes selon ANSI Z535.1 (1993a)	Définit les mots-clés, le texte, les panneaux de symboles: 1 à 3 modèles, 4 formes pour des utilisations spéciales. Possibilité d'appliquer la norme ANSI Z535.4 (1993d) pour uniformiser
ANSI Z535.4 Panneaux et étiquettes de sécurité pour les produits (1993d)	Danger Attention Prudence	Rouge Orange Jaune selon ANSI Z535.1 (1993a)	Linéale, haut de casse, types de caractères suggérés, hauteur des caractères	Symboles et pictogrammes selon ANSI Z535.3 (1993c); également symboles d'avertissement et de sécurité SAE J284	Définit le mot-clé, le message, les pictogrammes, du général au particulier. Possibilité d'appliquer la norme ANSI Z535.2 (1993b) pour uniformiser. Appliquer la norme ANSI Z129.1 (1988) pour les risques chimiques
Directives NEMA: NEMA 260 (1982)	Danger Attention	Rouge Rouge	Non spécifiée	Symbole du choc électrique	Définit le mot-clé, le risque, ses conséquences, les instructions, le symbole. Pas d'ordre spécifié
Panneaux de sécurité SAE J115 (1979)	Danger Attention Prudence	Rouge Jaune Jaune	Linéale, haut de casse	Présentation permettant la présence de symboles; symboles pictogrammes spécifiques non prescrits	Définit 3 domaines: panneaux contenant le mot-clé, pictogrammes et message. Agencement du général au particulier
Norme ISO R557 (1967), remplacée par ISO 3864 (1984)	Aucun. 3 types d'étiquettes: Stop/interdiction Obligation Attention	Rouge Bleu Jaune	Message ajouté au-dessous si nécessaire	Symboles et pictogrammes	Le pictogramme ou le symbole est placé à l'intérieur du cadre approprié, avec un message en dessous le cas échéant
OSHA 1910.145 Spécifications pour les panneaux et étiquettes mobiles de prévention des accidents (1985a)	Danger Attention (étiquettes seulement) Prudence Risque biologique, BIORISQUE, ou symbole [instruction de sécurité] [véhicule lent]	Rouge Jaune Jaune Fluorescent Orange/rouge-orange Vert Fluorescent Jaune-orange et rouge foncé selon ANSI Z535.1 (1993a)	Lisible à 1,50 m ou dans les conditions de l'exercice des tâches	Symbole de risque biologique. Le message principal peut être communiqué par un pictogramme (étiquettes mobiles seulement). Véhicule lent (SAE J943)	Mots-clés des signaux et message principal (étiquettes seulement)

Tableau 56.5 • Résumé des recommandations de quelques systèmes de mise en garde

Système	Mot-clé	Codage des couleurs	Typographie	Symboles	Dispositions
OSHA 1910.1200 [Chimique] Communica- tion du risque (1985b)	Selon les critères appli- cables de l'Environmental Protection Agency (EPA), de la Food and Drug Administration (FDA), du Bureau of Alcohol, Tobacco and Firearms (BATF) et de la Consumer Product Safety Com- mission (CPSC); non spécifié par ailleurs		En anglais		Seulement sous forme de fiches de données de sécurité (FDS)
Manuel Westinghouse (1981); Directives FMC (1985)	Danger Attention Prudence Avis	Rouge Orange Jaune Bleu	Helvetica gras, poids normal, haut/bas de casse	Symboles et pictogrammes	Recommande 5 éléments: mot-clé, symbole/ pictogramme, risque, conséquence du non- respect de la mise en garde, évitement du risque

Source: d'après Lehto et Miller, 1986; Lehto et Clark, 1990.

élevé; *ATTENTION*, pour signaler un risque intermédiaire; *PRUDENCE*, pour indiquer le niveau de risque le plus faible. Un codage des couleurs doit être utilisé pour associer systématiquement des couleurs à des niveaux de risque particuliers. Par exemple, toutes les normes indiquées au tableau 56.5 utilisent le rouge pour *DANGER*, le niveau de risque le plus élevé. Presque tous les systèmes font des recommandations expresses concernant la typographie. La recommandation que l'on retrouve le plus souvent dans les différents systèmes est l'utilisation de caractères en linéale. Diverses recommandations sont faites quant à l'utilisation de symboles et de pictogrammes. FMC Corporation et Westinghouse Electric Corporation sont partisans de l'utilisation des symboles pour définir le risque et indiquer son niveau (FMC Corporation, 1985; Westinghouse Electric Corporation, 1981). D'autres normes recommandent l'emploi de symboles uniquement comme compléments. L'agencement des étiquettes donne également lieu à des variations importantes, comme le montre le tableau 56.5. La plupart des normes proposent d'inclure les éléments examinés ci-dessus et fournissent des indications précises sur l'image (contenu graphique ou couleur), le fond (forme, couleur), le cadre (forme, couleur) et le pourtour (forme, couleur). De nombreux systèmes décrivent en outre avec précision la disposition du texte et sont accompagnés de conseils concernant les méthodes d'identification des risques.

Certaines normes renferment également des indications assez détaillées sur le contenu et le texte des panneaux ou étiquettes. La norme ANSI Z129.1 (1988), par exemple, précise que les étiquettes de mise en garde concernant les produits chimiques doivent comporter: 1) l'identification du produit chimique ou de ses composants dangereux; 2) un mot-clé; 3) l'indication du ou des risques; 4) les mesures de précaution; 5) des instructions en cas de contact ou d'exposition; 6) les antidotes; 7) des notes à l'intention des médecins; 8) des instructions en cas d'incendie, de déversement ou de fuite; et 9) des instructions pour la manipulation et le

stockage du conteneur. Elle précise en outre l'agencement général des étiquettes devant contenir ces informations. Elle comporte enfin des recommandations détaillées et précises sur les termes à employer pour des messages particuliers.

Les directives cognitives

Les impératifs de conception dont il vient d'être question peuvent être utiles aux responsables de l'information sur la sécurité, mais de nombreux produits et situations ne sont pas visés directement par les normes ou les règlements. Certains impératifs peuvent ne pas être étayés scientifiquement et, dans des cas extrêmes, le respect des normes et règlements peut même réduire l'efficacité de l'information sur la sécurité. Pour assurer cette efficacité, il est donc parfois nécessaire d'aller au-delà des normes de sécurité. Conscientes de ce problème, l'Association internationale d'ergonomie (International Ergonomics Association (IEA)) et la Fondation internationale pour l'ergonomie industrielle et la sécurité au travail (International Foundation for Industrial Ergonomics and Safety Research (IFIESR)) ont apporté leur appui à une initiative visant à mettre au point des directives pour les panneaux et les étiquettes de mise en garde (Lehto, 1992), qui tiennent compte des études publiées et non publiées sur l'efficacité et qui ont des incidences sur la conception de presque toutes les formes d'information sur la sécurité. Six d'entre elles sont présentées ci-après sous une forme légèrement modifiée.

1. *Faire correspondre les sources d'information au niveau de performance auquel se produisent des erreurs critiques pour une population donnée.* En spécifiant l'information à fournir et comment la fournir, cette directive met l'accent sur la nécessité de se concentrer: 1) sur les erreurs critiques susceptibles de provoquer des dommages significatifs; et 2) sur le niveau de performance de l'opérateur au moment où l'erreur est commise. Cet objectif sera souvent atteint si les sources des informations sur la sécurité correspondent aux objectifs de comportement indiqués au tableau 56.4 et précédemment examinés.

2. *Intégrer l'information sur la sécurité à la tâche et au contexte lié au risque.* L'information sur la sécurité devrait être communiquée de manière à pouvoir être remarquée au moment où elle est le plus utile, qui est presque toujours le moment où il faut agir. Des recherches récentes ont confirmé que ce principe était valable à la fois pour l'emplacement des messages de sécurité dans les instructions et pour l'emplacement des sources d'information (par exemple, des panneaux de mise en garde) dans l'environnement physique. Une étude a montré que les précautions de sécurité avaient beaucoup plus de chances d'être remarquées et observées lorsqu'elles constituaient une instruction parmi d'autres que lorsqu'elles étaient distinctes et faisaient l'objet d'un chapitre spécial. Il est intéressant de remarquer à ce propos que de nombreuses normes de sécurité recommandent ou exigent au contraire que les mises en garde et l'information sur les précautions à prendre figurent dans un chapitre séparé.
3. *Etre sélectif.* Un excès d'information de sécurité augmente le temps et l'effort nécessaires pour trouver une réponse au besoin émergent. En conséquence, les sources devraient fournir des informations pertinentes n'allant pas au-delà des données nécessaires dans l'immédiat. Ce sont les programmes de formation qui devraient fournir les informations les plus détaillées. Les manuels d'instruction, les fiches de données de sécurité (FDS) et les autres sources de référence devraient être plus détaillées que les panneaux de mise en garde, les étiquettes ou la signalisation.
4. *Maintenir le coût du respect des consignes de sécurité à un niveau raisonnable.* De nombreuses études ont montré que les individus deviennent moins enclins à observer les précautions nécessaires lorsqu'ils ont l'impression que cela implique un coût important. L'information sur la sécurité devrait donc être communiquée de manière qu'il soit aussi facile que possible de respecter son message. Il arrive que l'on atteigne cet objectif en fournissant l'information à un moment et en un lieu opportuns.
5. *Avoir des symboles et un texte aussi concrets que possible.* Les recherches ont montré que les mots et les symboles utilisés pour l'information sur la sécurité étaient mieux compris lorsqu'ils étaient concrets plutôt qu'abstraites. La qualification et l'expérience, en la matière, jouent cependant un rôle important. Il n'est pas rare que des travailleurs hautement qualifiés préfèrent et comprennent mieux une terminologie abstraite.
6. *Simplifier la syntaxe et la grammaire et les combinaisons de symboles.* Il n'est pas aisé de rédiger des textes faciles à comprendre par des personnes peu habituées à lire, voire par des lecteurs normaux. De nombreuses directives ont été mises au point pour surmonter ces difficultés. En voici les principes fondamentaux: 1) employer des mots et des symboles compris par le groupe cible; 2) utiliser une terminologie cohérente; 3) construire des phrases simples et courtes sur le modèle sujet-verbe-complément; 4) éviter les négations et les phrases conditionnelles complexes; 5) employer la voix active plutôt que la voix passive; 6) éviter d'utiliser des pictogrammes complexes pour décrire des actions; et 7) éviter de combiner plusieurs significations dans une même figure.

Pour pouvoir respecter ces directives, il faut prendre en considération un assez grand nombre de points précis, comme le montrent les paragraphes qui suivent.

L'élaboration de l'information sur la sécurité

L'élaboration de l'information sur la sécurité destinée à accompagner le produit, telle que mises en garde, étiquettes et instruc-

tions, nécessite souvent des activités approfondies de recherche-développement qui demandent beaucoup de ressources et de temps. L'idéal est que ces activités: 1) coordonnent l'élaboration de l'information avec la conception du produit lui-même; 2) analysent les caractéristiques du produit qui influent sur les attentes et les comportements des utilisateurs; 3) identifient les risques associés à l'utilisation et à un éventuel usage impropre du produit; 4) étudient les perceptions et les attentes des utilisateurs en ce qui concerne la fonction et les caractéristiques de risque du produit; et 5) évaluent l'information sur le produit en appliquant des méthodes et des critères compatibles avec les objectifs de chaque élément constitutif de cette information. Les activités permettant d'atteindre ces objectifs peuvent être regroupées en plusieurs niveaux. Si beaucoup des tâches indiquées peuvent être exécutées par les concepteurs de produits des fabricants, certaines exigent des méthodes que connaissent mieux les spécialistes des facteurs humains, de l'ingénierie de la sécurité, de la conception de documents et des sciences de la communication. Les tâches relevant de ces niveaux, schématisées à la figure 56.18, sont résumées ci-après:

Niveau 0: état de la conception de l'information sur le produit

Le niveau 0 est le point de départ du projet d'information sur le produit. C'est également le point où arrivera le retour d'information sur les variantes possibles et où seront transmises les nouvelles propositions (itérations) au niveau du modèle de base. Au moment du lancement du projet, le chercheur commence avec un modèle particulier, qui peut être à l'état de concept ou de prototype, ou au contraire un modèle commercialisé et utilisé. Une raison importante de désigner un niveau 0 est la reconnaissance du fait que l'élaboration de l'information sur le produit doit être organisée. De tels projets exigent des budgets, des ressources, une planification et une justification en bonne et due forme. C'est lorsque le produit se présente au stade de la préproduction ou à l'état de prototype que l'on peut tirer le plus d'avantages d'une conception systématique de l'information. L'application de cette méthode à des produits et à une information existante est cependant parfaitement légitime et extrêmement utile.

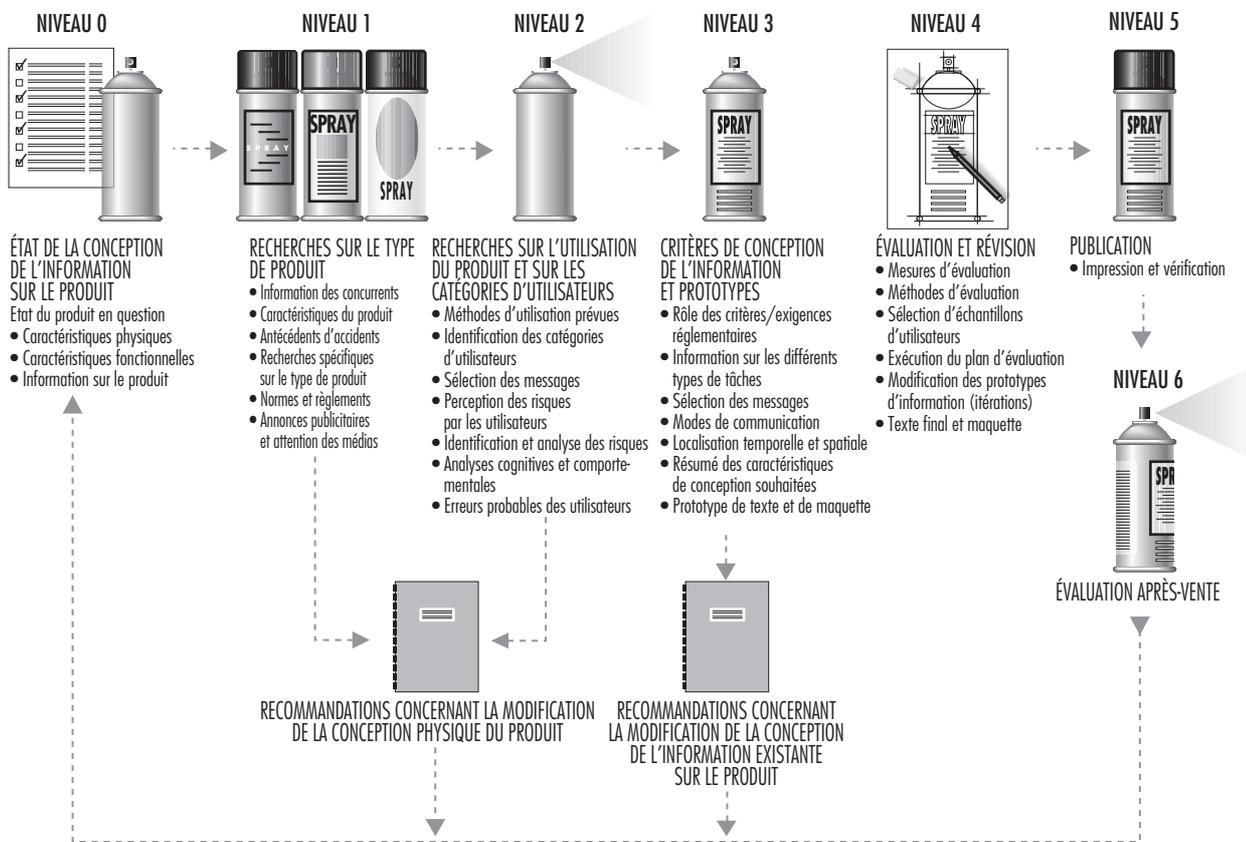
Niveau 1: recherches sur le type de produit

Le niveau 1 devrait comporter l'exécution d'au moins sept tâches: 1) documenter les caractéristiques du produit existant (par exemple, éléments constitutifs, fonctionnement, assemblage et conditionnement); 2) étudier les caractéristiques de conception de produits similaires ou concurrents, ainsi que l'information qui les accompagne; 3) recueillir des données sur les accidents à la fois pour le produit concerné et pour les produits similaires ou concurrents; 4) identifier les recherches sur les facteurs humains et sur la sécurité concernant ce type de produit; 5) rechercher les normes et règlements applicables; 6) analyser l'attention portée par les médias publics et privés à ce type de produit (information sur le rappel); et 7) étudier les réclamations auxquelles ont donné lieu ce produit ou des produits similaires.

Niveau 2: recherches sur l'utilisation du produit et sur les catégories d'utilisateurs

Le niveau 2 devrait comporter l'exécution d'au moins sept tâches: 1) préciser les méthodes d'utilisation appropriées du produit (y compris l'assemblage, l'installation, l'utilisation et l'entretien); 2) identifier les catégories d'utilisateurs existantes et potentielles; 3) étudier l'utilisation correcte ou impropre du produit par le consommateur

Figure 56.18 • Modèle de conception et d'évaluation de l'information sur un produit



et la connaissance qu'a ce dernier du produit ou de produits similaires; 4) étudier la perception qu'a le consommateur des risques liés au produit; 5) déterminer les risques associés à l'utilisation prévue et à des utilisations impropres prévisibles du produit; 6) analyser les exigences cognitives et comportementales pendant l'utilisation du produit; et 7) identifier les erreurs possibles de l'utilisateur, leurs conséquences et les mesures correctrices possibles.

Une fois effectuées les analyses aux niveaux 1 et 2, il faudra, avant d'aller plus loin, examiner les éventuelles modifications à apporter à la conception du produit. Dans l'ingénierie traditionnelle de la sécurité, c'est ce que l'on pourrait appeler «l'élimination technique des risques du produit». Certaines modifications auront pour but de protéger la santé des consommateurs, d'autres seront faites dans l'intérêt de l'entreprise qui essaie d'obtenir un succès commercial.

Niveau 3: critères de conception de l'information et prototypes

Le niveau 3 comporte l'exécution d'au moins neuf tâches: 1) établir, sur la base des normes et conditions applicables au produit, si certains imposent des critères de conception ou de performance à cette partie de la conception de l'information; 2) déterminer pour quels types de tâches des informations doivent être fournies aux utilisateurs (par exemple, fonctionnement, assemblage, maintenance, évacuation); 3) pour chaque type d'information sur ces tâches, déterminer les messages à transmettre à l'utilisateur; 4) définir, pour chaque message, le mode de communication approprié (par exemple, texte,

symboles, signaux ou caractéristiques du produit); 5) déterminer la localisation temporelle et spatiale de chaque message; 6) mettre au point les caractéristiques souhaitées de l'information sur la base des messages, modes de communication et localisations définies au cours des étapes précédentes; 7) élaborer des prototypes des éléments constitutifs du système d'information sur le produit (par exemple, manuels, étiquettes, mises en garde, annonces publicitaires, conditionnement et panneaux); 8) s'assurer de la cohérence des différents types d'information (par exemple, manuels, annonces, étiquettes et conditionnement); et 9) vérifier la cohérence de l'information sur le produit avec celle qui accompagne les produits semblables d'autres marques ou les produits similaires existants de la même entreprise.

Après avoir exécuté les tâches des niveaux 1, 2 et 3, le chercheur aura défini la présentation et le contenu de l'information jugée satisfaisante. Il peut alors souhaiter faire de premières recommandations visant à revoir la conception de l'information sur des produits existants avant de passer au niveau 4.

Niveau 4: évaluation et révision

Le niveau 4 comporte l'exécution d'au moins six tâches: 1) définir des paramètres d'évaluation pour les prototypes de chaque élément constitutif du système d'information sur le produit; 2) mettre au point un plan d'évaluation pour chacun de ces prototypes; 3) sélectionner des utilisateurs, installateurs, etc. représentatifs qui participeront à l'évaluation; 4) exécuter le plan d'évaluation; 5) modifier les prototypes d'information sur le produit ou la conception

du produit en fonction des résultats obtenus au cours de l'évaluation (plusieurs essais — itérations — seront probablement nécessaires); et 6) décider du texte final et de la maquette.

Niveau 5: publication

Au niveau 5, l'information est révisée, approuvée et publiée comme prévu. Il s'agit de confirmer que les spécifications concernant la conception de l'information, y compris les groupements logiques du contenu, l'emplacement et la qualité des illustrations, ainsi que les caractéristiques spécifiques de la communication, ont été rigoureusement suivies, et n'ont pas été modifiées involontairement par l'imprimeur. Bien qu'en principe le processus de publication ne relève pas à proprement parler du concepteur, il paraît nécessaire de s'assurer que le modèle est rigoureusement suivi, car les imprimeurs prennent parfois beaucoup de liberté avec sa présentation.

Niveau 6: évaluation après-vente

Le dernier niveau est celui de l'évaluation après-vente, qui est une ultime vérification destinée à s'assurer que l'information atteint bien les objectifs pour lesquels elle est conçue. Elle fournit au concepteur et au fabricant des enseignements et une rétro-information précieuse. Elle peut comprendre: 1) un retour d'information grâce à des programmes de satisfaction des consommateurs; 2) une possibilité de récapitulation des données grâce à l'exécution de la garantie et aux cartes d'enregistrement de la garantie; 3) le recueil d'informations à la suite d'enquêtes sur des accidents impliquant des produits identiques ou similaires; 4) le suivi des normes consensuelles et des activités de réglementation; 5) le suivi des rappels de sécurité et de l'attention portée par les médias à des produits similaires.

● LE COÛT DES ACCIDENTS DU TRAVAIL

Diego Andreoni

Les victimes d'accidents du travail subissent des conséquences matérielles — dépenses, perte de revenus — et des conséquences intangibles — douleur et souffrance — qui peuvent, les unes comme les autres, être de courte ou de longue durée. Ces conséquences sont les suivantes:

- honoraires médicaux, frais de transport, en ambulance ou autre, dépenses d'hospitalisation ou de soins à domicile, paiement des personnes qui ont apporté leur aide, coût des prothèses, etc.;
- perte immédiate de revenus pendant l'absence au travail (sauf assurance ou indemnisation);
- perte de revenus futurs si la lésion crée une incapacité permanente, dure longtemps ou empêche une progression normale de la carrière de la victime;
- affections permanentes résultant de l'accident, telles que mutilation, claudication, perte de vision, vilaines cicatrices ou défigement, modifications psychologiques, etc., qui peuvent réduire l'espérance de vie et provoquer des souffrances physiques et psychologiques ou entraîner d'autres dépenses dues à la nécessité de trouver un nouvel emploi ou de nouveaux centres d'intérêt;
- difficultés économiques ultérieures pour le budget familial si d'autres membres de la famille doivent travailler pour remplacer le manque à gagner ou renoncer à leur emploi pour s'occu-

per de la victime. Il peut également y avoir une perte de revenus supplémentaires si la victime avait une activité privée en dehors de ses heures de travail normales et n'est plus en mesure de l'exercer;

- angoisse pour le reste de la famille et hypothèque sur son avenir, notamment pour les enfants.

Les victimes d'accidents du travail perçoivent souvent des indemnités ou des allocations en espèces et en nature qui, si elles ne modifient en rien les conséquences intangibles de l'accident (sauf dans des circonstances exceptionnelles), constituent une part plus ou moins importante des conséquences matérielles, dans la mesure où elles ont un impact sur le revenu qui remplacera le salaire. Il ne fait pas de doute qu'une partie des frais généraux occasionnés par un accident doivent, sauf dans des circonstances très favorables, être assumés par les victimes.

Au niveau national, il faut admettre, du fait de l'interdépendance de tous les agents économiques, que les conséquences d'un accident faisant une seule victime auront un impact négatif sur le niveau de vie général, pour les raisons suivantes:

- une hausse des prix des produits manufacturés, car les dépenses et pertes directes et indirectes résultant de l'accident peuvent entraîner une augmentation du coût de la fabrication du produit;
- une diminution du produit national brut du fait des répercussions des accidents sur les personnes, l'équipement, les installations et les matériaux; ces effets dépendront des ressources matérielles, des capitaux et de la main-d'œuvre dont dispose chaque pays;
- les dépenses supplémentaires encourues pour couvrir le coût de l'indemnisation des victimes et acquitter des primes d'assurance plus élevées, et les dépenses nécessaires à l'adoption de mesures de sécurité permettant d'éviter que ce type d'accident se reproduise.

L'une des fonctions de la société est de protéger la santé et le revenu de ses membres. A cette fin, elle crée des institutions de sécurité sociale, des programmes de santé (dans certains pays les soins médicaux sont gratuits ou très bon marché), des systèmes de réparation des accidents du travail et des systèmes de sécurité (législation, inspection, assistance, recherche, etc.); tous ces coûts sont à la charge de la société.

Le montant des prestations et celui des ressources que les gouvernements affectent à la prévention des accidents sont limités pour deux raisons: ils dépendent, d'une part, de la valeur attribuée à la vie et à la souffrance humaines, qui varie selon les pays et les époques; d'autre part, des ressources disponibles et des priorités assignées aux autres services fournis pour la protection de la population.

Il en résulte qu'un important volume de capitaux ne peut plus être consacré à l'investissement productif. Cela dit, les sommes consacrées à la prévention procurent des avantages économiques considérables, du fait qu'elles permettent de réduire le nombre total et le coût des accidents. La plupart des mesures de prévention, telles que l'incorporation de normes de sécurité plus élevées dans les équipements et les machines et l'éducation générale de la population avant qu'elle atteigne l'âge de travailler, sont tout aussi utiles sur le lieu de travail qu'à l'extérieur. Cet aspect prend une importance croissante, car le nombre et le coût des accidents domestiques, des accidents de la circulation et des autres accidents sans rapport avec l'activité professionnelle ne cesse d'augmenter. On peut dire que le coût total des accidents est la somme des coûts de la prévention et des coûts des changements qui en découlent. Il ne semble pas déraisonnable de considérer que le coût sociétal des changements pouvant résulter de l'application d'une mesure de prévention est probablement plusieurs fois supérieur au

coût effectif de cette mesure. Les ressources financières nécessaires sont prélevées sur la fraction économiquement active de la population — travailleurs, employeurs et autres contribuables — par des régimes financés soit par des cotisations versées aux institutions qui servent les prestations, soit par l'impôt, soit encore par les deux. Au niveau de l'entreprise, le coût des accidents englobe des dépenses et des pertes qui comprennent:

- les dépenses encourues lors de la mise en place du système de travail et des équipements pour assurer la sécurité du processus de production. L'estimation de ces dépenses est difficile, car il est impossible de faire le départ entre la sécurité du processus lui-même et celle des travailleurs. Des sommes considérables sont en jeu, qui sont entièrement dépensées avant que la production commence. Elles sont incluses dans les frais généraux ou dans des frais spéciaux à amortir sur un certain nombre d'années;
- les dépenses encourues pendant la production, qui comprennent: 1) des charges fixes liées à la prévention des accidents, notamment pour les services médicaux, de sécurité et d'éducation, et pour les arrangements concernant la participation des travailleurs aux programmes de sécurité; 2) des charges fixes pour l'assurance accident, plus des charges variables dans les régimes où les primes sont calculées d'après le nombre d'accidents; 3) des charges variables pour les activités liées à la prévention des accidents (qui dépendent en grande partie de la fréquence et de la gravité des accidents, et qui comprennent le coût de la formation et de l'information, des campagnes de sécurité, des programmes de sécurité et de recherche, et le coût de la participation des travailleurs à ces activités); 4) les coûts liés aux dommages corporels (coût des soins médicaux, transport, indemnités aux victimes d'accidents et à leur famille, conséquences administratives et juridiques des accidents, salaires versés aux victimes pendant leur absence au travail et aux autres employés pendant les interruptions de travail après un accident et pendant les enquêtes et recherches ultérieures, etc.); 5) les coûts découlant des dommages et pertes matériels sans qu'il y ait nécessairement des dommages corporels. En fait, dans certaines branches d'activité, les dommages matériels les plus typiques et les plus onéreux se produisent dans des circonstances autres que celles qui se traduisent par des dommages corporels; il faudrait faire porter l'attention sur les quelques points communs aux techniques de contrôle des dommages matériels et aux techniques que nécessite la prévention des dommages corporels;
- pertes résultant d'une baisse de la production ou du coût d'adoption de mesures spéciales, qui peuvent, les unes comme les autres, être très élevées.

Outre leurs effets sur le lieu où s'est produit l'accident, les pertes peuvent en entraîner d'autres en d'autres endroits de l'usine ou dans des usines associées; en plus des pertes économiques résultant des arrêts de travail dus à l'accident et aux lésions corporelles, il faut tenir compte des manques à gagner découlant des arrêts de travail volontaires ou des grèves pendant les conflits consécutifs à des accidents graves, collectifs ou répétés.

Le total de ces coûts et pertes diffère considérablement selon les entreprises. Les différences les plus évidentes dépendent des risques particuliers inhérents à chaque secteur d'activité ou type de profession, et du respect ou non-respect des précautions qui s'imposent. Au lieu d'essayer d'estimer les coûts initiaux intégrant les mesures de prévention des accidents aux tout premiers stades du processus, de nombreux auteurs se sont attachés aux coûts secondaires. Heinrich, par exemple, a proposé une répartition entre «coûts directs» (en particulier l'assurance) et «coûts indirects» (dépenses prises en charge par le fabricant); Simonds a proposé

une répartition entre coûts assurés et coûts non assurés; Wallach a proposé une répartition correspondant aux rubriques utilisées pour l'analyse des coûts de production, à savoir la main-d'œuvre, les machines, l'entretien et le temps; Compes, enfin, a proposé de définir des coûts généraux et des coûts individuels. Dans tous ces exemples (à l'exception de Wallach), il y a deux catégories de coûts qui, bien que définies différemment, ont de nombreux points communs.

Compte tenu de la difficulté d'estimer des coûts globaux, on a essayé d'obtenir une valeur acceptable en exprimant les coûts indirects (coûts assurés ou individuels) comme multiple des coûts directs (coûts assurés ou coûts généraux). Heinrich, qui a été le premier à le faire, a proposé des coûts indirects égaux à quatre fois les coûts directs — soit des coûts globaux égaux à cinq fois les coûts directs. Cette méthode est valable pour le groupe d'entreprises étudiées par Heinrich, mais elle ne l'est pas pour d'autres, et elle l'est encore moins pour des usines prises séparément. On a constaté, dans un certain nombre de pays industriels, que dans de nombreux secteurs, le rapport était plutôt de l'ordre de 1 à 7 ($4 \pm 75\%$), mais certaines études ont montré qu'il pouvait être beaucoup plus élevé (jusqu'à vingt fois) et pouvait même varier au cours du temps dans une même entreprise.

Il n'y a pas de doute que les sommes dépensées pour intégrer les mesures de prévention dans le processus dès les phases initiales d'un projet de fabrication auront pour contrepartie une réduction des pertes et des dépenses qu'il aurait fallu faire autrement. Mais l'économie réalisée n'obéit à aucune loi et ne représente pas une proportion fixe: elle varie selon les cas. Il peut arriver qu'une dépense modeste permette de réaliser des économies très substantielles, et qu'une dépense beaucoup plus élevée se traduise par un très faible gain apparent. Lorsqu'on fait de tels calculs, il faut toujours tenir compte du facteur temps, qui joue dans les deux sens: on peut réduire les dépenses courantes en amortissant la dépense initiale sur plusieurs années, mais la probabilité d'accident, si faible soit-elle, augmente avec le temps.

Dans une industrie, quelle qu'elle soit, lorsque les facteurs sociaux le permettent, il peut n'y avoir aucune incitation financière à réduire le nombre des accidents, le raisonnement étant que leur coût s'ajoute au coût de la production et est donc répercuté sur le consommateur. Il en va tout autrement au niveau de l'entreprise. Une entreprise peut être fortement incitée à prendre des mesures pour éviter les graves conséquences économiques d'accidents impliquant du personnel clé ou des équipements essentiels. Cette constatation est vraie en particulier des petites usines qui n'ont pas de réserve de personnel qualifié, ou des entreprises ayant des activités très spécialisées, mais aussi des grandes installations complexes, comme dans le secteur de la transformation, où les coûts de remplacement pourraient dépasser la capacité de mobilisation de capitaux. Il peut également arriver qu'une grande entreprise soit plus compétitive et accroisse par conséquent ses bénéfices en prenant des mesures pour limiter les accidents. Qui plus est, aucune entreprise ne peut se permettre d'ignorer les avantages financiers découlant du maintien de bonnes relations avec les travailleurs et leurs syndicats.

Pour terminer, lorsqu'on passe de la notion abstraite d'entreprise à la réalité concrète de ceux qui occupent des postes de responsabilité (l'employeur ou les cadres supérieurs), il y a une incitation personnelle, qui n'est pas seulement financière, découlant du désir ou de la nécessité de poursuivre leur carrière et d'éviter les sanctions, juridiques ou autres, auxquelles ils seraient exposés si certains types d'accidents devaient se produire dans leur établissement. Le coût des accidents du travail a donc des répercussions à la fois sur l'économie nationale et sur la situation financière de chaque individu. Il y a donc pour chacun une incitation générale et individuelle à jouer un rôle pour réduire ce coût.

Références bibliographiques

- Adams, J.G.U., 1985: *Risk and Freedom. The Record of Road Safety Regulation* (Londres, Transport Publishing Projects).
- American National Standards Institute (ANSI), 1962: *Method of Recording and Measuring Work Injury Experience*, ANSI Z16.2 (New York).
- , 1988: *Hazardous Industrial Chemicals: Precautionary Labeling*, ANSI Z129.1 (New York).
- , 1993a: *Safety Color Code*, ANSI Z535.1 (New York).
- , 1993b: *Environmental and Facility Safety Signs*, ANSI Z535.2 (New York).
- , 1993c: *Criteria for Safety Symbols*, ANSI Z535.3 (New York).
- , 1993d: *Product Safety Signs and Labels*, ANSI Z535.4 (New York).
- , 1993e: *Accident Prevention Tags*, ANSI Z535.5 (New York).
- Andersson, R., 1991: «The role of accidentology in occupational injury research», *Arbete och Hälsa*, vol. 17.
- Andersson, R. et Lagerlöf, E., 1983: «Accident data in the new Swedish information system on occupational injuries», *Ergonomics*, vol. 26, n° 1, pp. 33-42.
- Arnold, H.J., 1989: «Sanctions and rewards: Organizational perspectives», dans *Sanctions and Rewards in the Legal System: A Multidisciplinary Approach* (Toronto, University of Toronto Press).
- Baker, S.P., O'Neil, B., Ginsburg, M.J. et Li, G., 1992: *Injury Fact Book* (New York, Oxford University Press).
- Benner, L., 1975: «Accident investigations — Multilinear sequencing methods», *Journal of Safety Research*, vol. 7.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC), 1988: «Guidelines for evaluating surveillance systems», *Morbidity and Mortality Weekly Report*, vol. 37, n° S-5, pp. 1-18.
- Davies, J.C. et Manning, D.P., 1994a: «MAIM: The concept and construction of intelligent software», *Safety Science*, vol. 17, pp. 207-218.
- , 1994b: «Data collected by MAIM intelligent software: The first fifty accidents», *ibid.*, pp. 219-226.
- Department of Trade and Industry, 1987: *Leisure Accident Surveillance System (LASS): Home and Leisure Accident Research 1986 Data*, 11th Annual Report of the Home Accident Surveillance System (Londres).
- Ferry, T.S., 1988: *Modern Accident Investigation and Analysis* (New York, Wiley).
- Feyer, A.M. et Williamson, A.M., 1991: «A classification system for causes of occupational accidents for use in preventive strategies», *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, vol. 17, n° 5, pp. 302-311.
- FMC Corporation, 1985: *Product Safety Sign and Label System* (Santa Clara, Californie).
- Gielen, A.C., 1992: «Health education and injury control: Integrating approaches», *Health Education Quarterly*, vol. 19, n° 2, pp. 203-218.
- Goldenhar, L.M. et Schulte, P.A., 1994: «Intervention research in occupational health and safety», *Journal of Occupational Medicine*, vol. 36, n° 7, pp. 763-775.
- Green, L.W. et Kreuter, M.W., 1991: *Health Promotion Planning: An Educational and Environmental Approach* (Mountainview, Californie, Mayfield Publishing Company).
- Guastello, S.J., 1991: *The Comparative Effectiveness of Occupational Accident Reduction Programs*, Paper presented at the International Symposium Alcohol Related Accidents and Injuries, Yverdon-les-Bains, Suisse, 2-5 décembre.
- Haddon, W., Jr., 1972: «A logical framework for categorizing highway safety phenomena and activity», *Journal of Trauma*, vol. 12, n° 3, pp. 193-207.
- , 1973: «Energy damage and the ten countermeasure strategies», *ibid.*, vol. 13, n° 4, pp. 321-331.
- , 1980: «The basic strategies for reducing damage from hazards of all kinds», *Hazard Prevention*, sept.-oct., pp. 8-12.
- Hale, A.R. et Glendon, A.I., 1987: *Individual Behaviour in the Face of Danger* (Amsterdam, Elsevier).
- Hale, A.R. et Hale, M., 1972: *Review of the Industrial Accident Research Literature*, Research Paper No. 1, Committee on Safety and Health (Londres, HMSO).
- Hale, A.R., Heming, B., Carthey, J. et Kirwan, B., 1994: *Extension of the Model of Behaviour in the Control of Danger. Vol. 3: Extended Model Description* (Sheffield, Health and Safety Executive Project HF/GNSR/28).
- Harc, V.C., 1967: *System Analysis: A Diagnostic Approach* (New York, Harcourt Brace World).
- Harms-Ringdahl, L., 1993: *Safety Analysis. Principles and Practice in Occupational Safety* (Londres, New York, Elsevier Applied Science).
- Heinrich, H.W., 1931: *Industrial Accident Prevention* (New York, McGraw-Hill).
- , 1959: *Industrial Accident Prevention: A Scientific Approach* (New York, McGraw-Hill Book Company).
- Hugentobler, M.K., Israel, B.A. et Schurman, S.J., 1992: «An action research approach to workplace health: Intergrating methods», *Health Education Quarterly*, vol. 19, n° 1, pp. 55-76.
- Janssen, W., 1994: «Seat belt wearing and driving behavior: An instrumented-vehicle study», *Accident Analysis and Prevention*, vol. 26, n° 2, pp. 249-261.
- Jenkins, E.L., Kisner, S.M., Fosbroke, D., Layne, L.A., Stout, M.A., Castillo, D.N., Cutlip, P.M. et Cianfrocco, R., 1993: *Fatal Injuries to Workers in the United States, 1980-1989: A Decade of Surveillance* (Cincinnati, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)).
- Johnston, J.J., Cattleedge, G.T.H. et Collins, J.W., 1994: «The efficacy of training for occupational injury control», *Occupational Medicine: State of the Art Reviews*, vol. 9, n° 2, pp. 147-158.
- Kallberg, V.P., 1992: *The Effects of Reflector Posts on Driving Behaviour and Accidents on Two-lane Rural Roads in Finland*, Report 59/1992 (Helsinki, Finnish National Road Administration Technical Development Center).
- Kjellén, U., 1984: «The deviation concept in occupational accident control. Part I: Definition and classification; Part II: Data collection and assessment of significance», *Accident Analysis and Prevention*, vol. 16, pp. 289-323.
- Kjellén, U. et Hovden, J., 1993: «Reducing risks by deviation control — A retrospective into a research strategy», *Safety Science*, vol. 16, pp. 417-438.
- Kjellén, U. et Larsson, T.J., 1981: «Investigating accidents and reducing risks — A dynamic approach», *Journal of Occupational Accidents*, vol. 3, pp. 129-140.
- Last, J.M., 1988: *A Dictionary of Epidemiology* (New York, Oxford University Press).
- Lehto, M.R., 1992: «Designing warning signs and warning labels: Part I: Guidelines for the practitioner», *International Journal of Industrial Ergonomics*, vol. 10, pp. 105-113.
- Lehto, M.R. et Clark, D., 1990: «Warning signs and labels in the workplace», dans A. Mital et W. Karwowski (directeurs de publication): *Workspace, Equipment and Tool Design* (Amsterdam, Elsevier).
- Lehto, M.R. et Miller, J.M., 1986: *Warnings. Vol. I: Fundamentals, Design, and Evaluation Methodologies* (Ann Arbor, Michigan, Fuller Technical Publications).
- Leplat, J., 1978: «Accident analyses and work analyses», *Journal of Occupational Accidents*, vol. 1, pp. 331-340.
- MacKenzie, E.J., Steinwachs, D.M. et Shankar, B.S., 1989: «Classifying trauma severity based on hospital discharge diagnoses. Validation of an ICD-9CM to AIS-85 conversion table», *Medical Care*, vol. 27, n° 4, pp. 412-422.
- Manning, D.P., 1971: *Industrial Accident-Type Classifications — A Study of the Theory and Practice of Accident Prevention Based on a Computer Analysis of Industrial Injury Records*, thèse de doctorat en médecine, University of Liverpool.
- McAfee, R.B. et Winn, A.R., 1989: «The use of incentives/feedback to enhance work place safety: A critique of the literature», *Journal of Safety Research*, vol. 20, pp. 7-19.
- Mohr, D.L. et Clemmer, D., 1989: «Evaluation of an occupational injury intervention in the petroleum industry», *Accident Analysis and Prevention*, vol. 21, n° 3, pp. 263-271.
- National Committee for Injury Prevention and Control, 1989: *Injury Prevention: Meeting the Challenge* (New York, Oxford University Press).
- National Electronic Manufacturers Association (NEMA), 1982: *Safety Labels for Padmounted Switch Gear and Transformers Sited in Public Areas*, NEMA 260 (Rosslyn, Virginie).
- Occupational Health and Safety Administration (OSHA), 1985a: *Specification for Accident Prevention Signs and Tags*, CFR 1910.145 (Washington, DC).
- , 1985b: *[Chemical] Hazard Communication*, CFR 1910.1200 (Washington, DC).
- Occupational Injury Prevention Panel, 1992: «Occupational injury prevention», dans *Centers for Disease Control. Position Papers from the Third National Injury Control Conference: Setting the National Agenda for Injury Control in the 1990s* (Atlanta, CDC).
- Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), 1990: *Adaptations du comportement aux changements dans le système de transports routiers* (Paris).
- Organisation internationale de normalisation (ISO), 1967: *Symbols, Dimensions, and Layout for Safety Signs*, ISO R557 (Genève).
- , 1984: *Couleurs et signaux de sécurité*, ISO 3864 (Genève).
- , 1994: *Management de la qualité et assurance de la qualité — Vocabulaire*, ISO 8402 (Genève).
- Rasmussen, J., 1982: «Human errors. A taxonomy for describing human malfunction in industrial installations», *Journal of Occupational Accidents*, vol. 4, pp. 311-333.
- Rasmussen, J., Duncan, K. et Leplat, J., 1987: *New Technology and Human Error* (Chichester, Wiley).
- Reason, J.T., 1990: *Human Error* (Cambridge, Cambridge University Press).
- Rice, D.P. et coll., 1989: *Cost of Injury in the United States: A Report to Congress* (San Francisco, Institute for Health and Aging, University of California; et Baltimore, Injury Prevention Center, The Johns Hopkins University).
- Robertson, L.S., 1992: *Injury Epidemiology* (New York, Oxford University Press).
- Saari, J., 1992: «Successful implementation of occupational health and safety programs in manufacturing for the 1990s», *Journal of Human Factors in Manufacturing*, vol. 2, pp. 55-66.
- Schelp, L., 1988: «The role of organizations in community participation — Prevention of accidental injuries in a rural Swedish municipality», *Social Science and Medicine*, vol. 26, n° 11, pp. 1087-1093.
- Shannon, H.S., 1978: *A Statistical Study of 2,500 Consecutive Reported Accidents in an Automobile Factory*, thèse de doctorat, University of London.
- Smith, G.S. et Bars, P.G., 1991: «Unintentional injuries in developing countries: The epidemiology of a neglected problem», *Epidemiological Reviews*, vol. 13, pp. 228-266.
- Smith, G.S. et Falk, H., 1987: «Unintentional injuries», *American Journal of Preventive Medicine*, vol. 5, supplément, pp. 143-163.

- Society of Automotive Engineers (SAE), 1975: *Safety Alert Symbol for Agricultural, Construction, and Industrial Equipment*, SAE J284 (Warrendale, Pennsylvania).
- 1979: *Safety Signs*, SAE J115 (Warrendale, Pennsylvania).
- 1983: *Slow Moving Vehicle Identification Emblem*, SAE J943 (Warrendale, Pennsylvania).
- Steckler, A.B., Dawson, L., Israel, B.A. et Eng, E., 1993: «Community health development: An overview of the works of Guy W. Stewart», *Health Education Quarterly*, supplément n° 1, pp. S3-S20.
- Steers, R.M. et Porter, L.W., 1991: *Motivation and Work Behavior*, 5^e édition (New York, McGraw-Hill).
- Surry, J., 1969: *Industrial Accident Research: A Human Engineering Appraisal* (University of Toronto).
- Tollman, S., 1991: «Community-oriented primary care: Origins, evolutions, applications», *Social Science and Medicine*, vol. 32, n° 6, pp. 633-642.
- Troup, J.D.G., Davies, J.C. et Manning, D.P., 1988: «A model for the investigation of back injuries and manual handling problems at work», *Journal of the Society of Occupational Medicine*, vol. 10, pp. 107-119.
- Tuominen, R. et Saari, J., 1982: «A model for analysis of accidents and its applications», *Journal of Occupational Accidents*, vol. 4.
- Veazie, M.A., Landen, D.D., Bender, T.R. et Amandus, H.E., 1994: «Epidemiologic research on the etiology of injuries at work», *Annual Review of Public Health*, vol. 15, pp. 203-221.
- Waganaar, W.A., Hudson, P.T. et Reason, J.T., 1990: «Cognitive failures and accidents», *Applied Cognitive Psychology*, vol. 4, pp. 273-294.
- Waller, J.A., 1985: *Injury Control: A Guide to the Causes and Prevention of Trauma* (Lexington, Massachusetts, Lexington Books).
- Wallerstein, N. et Baker, R., 1994: «Labor education programs in health and safety», *Occupational Medicine: State of the Art Reviews*, vol. 9, n° 2, pp. 305-320.
- Weeks, J.L., 1991: «Occupational health and safety regulation in the coal mining industry: Public health at the workplace», *Annual Review of Public Health*, vol. 12, pp. 195-207.
- Westinghouse Electric Corporation, 1981: *Product Safety Label Handbook* (Trafford, Pennsylvania).
- Wilde, G.J., 1982: «The theory of risk homeostasis: Implications for safety and health», *Risk Analysis*, vol. 2, pp. 209-225.
- 1988: «Risk homeostasis theory and traffic accidents: Propositions, deductions and discussion of dissemination in recent reactions», *Ergonomics*, vol. 31, pp. 441-468.
- 1991: «Economics and accidents: A commentary», *Journal of Applied Behavior Analysis*, vol. 24, n° 1, pp. 81-84.
- 1994: *Target Risk* (Toronto, PDE Publications).
- Williamson, A.M. et Feyer, A.M., 1990: «Behavioural epidemiology as a tool for accident research», *Journal of Occupational Accidents*, vol. 12, pp. 207-222.
- Work Environment Fund [Arbetskyddsfonden], 1983: *Olycksfall i arbetsmiljön — Kartläggning och analys av forskningsbehov* (Solna, Suède).

Références complémentaires

- American National Standards Institute (ANSI), 1978: *American National Standard Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways*, ANSI D6.1 (New York).
- Andersson, R., Johansson, B., Lindén, K. et Svantström, L., 1978: «Development of a model for research on occupational accidents», *Journal of Occupational Accidents*, vol. 1.
- Apple, J., 1972: *Materials Handling Systems Design* (New York, The Ronald Press).
- Bainbridge, L., 1983: «Ironies of automation», *Automatica*, vol. 19, pp. 775-779.
- Bamber, L., 1979: «Accident costing in industry», *Health and Safety at Work*, vol. 2-4, pp. 32-34.
- Barnett, R. et Brickman, D., 1986: «Safety hierarchy», *Journal of Safety Research*, vol. 17, pp. 49-55.
- Booth, R., 1979: «Making factories safe for forklift truck drivers», *Occupational Health*, vol. 4, pp. 193-197.
- Collinson, I.L., 1980: «Safety — The cost of accidents and their prevention», *The Mining Engineer*, pp. 561-571.
- Corbett, J.M., 1988: «Ergonomics in the development of human-centred AMT», *Applied Ergonomics*, vol. 19, n° 1, pp. 35-39.
- Dickershoff, K., Hamacher, W. et Kliemt, G., 1986: «Gefährdungen und Belastungen beim innerbetrieblichen Transport und Verkehr», *Die Berufsgenossenschaft*, vol. 7, pp. 378-384.
- Franke, A. et Joki, S., 1975: «Die volkswirtschaftlichen Kosten der Arbeitsunfälle», *Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Unfallforschung*, Forschungsbericht Nr. 148 (Dortmund, Marten).
- Goodstein, L.P., Anderson, H.B. et Olsen, S.E., 1988: *Tasks, Errors and Mental Models* (Londres, Taylor and Francis).
- Häkkinen, K., 1991: «Accidents and technological change in materials handling», *Proceedings of the International XIIIth World Congress on Occupational Safety and Health, Hamburg 6-11 May 1990* (Sankt Augustin, Allemagne).
- 1992: «Failures in materials handling systems with the framework of EN 292», dans H.P. Rossmann (directeur de publication): *Proceedings of the Fourth International Conference on Structural Failure, Product Liability and Technical Insurance, Technical University, Vienna, July 6-9, 1992* (Amsterdam, Elsevier).
- Hale, A.R. et Hale, M., 1970: «Accidents in perspective», *Occupational Psychology*, vol. 44, pp. 115-122.
- Health and Safety Executive, 1982: *Transport Kills. A Study of Fatal Accidents in Industry 1978-1980* (Londres, HMSO).
- 1992: *Road Transport in Factories and Similar Workplaces*, Guidance Note GS9(R) (Londres, HMSO).
- Hollnagel, E. et Woods, D., 1983: «Cognitive systems engineering: New wine in new bottles», *International Journal of Man-Machine Studies*, vol. 18, pp. 593-600.
- Institut national de recherche et de sécurité (INRS), 1998: «La fiche de données de sécurité», *Cahiers de notes documentaires — Hygiène et sécurité du travail*, n° 173, 4^e trimestre, pp. 395-404.
- Kervern, G.Y., 1995: «Eléments fondamentaux des cindyniques» (Paris, Ed. Economica).
- Kidd, P., 1994: «Skill-based automated manufacturing», dans W. Karwowski et G. Salvendy (directeurs de publication): *Organization and Management of Advanced Manufacturing Systems* (New York, Wiley).
- Kuivainen, R., 1990: «The impact on safety of disturbances in flexible manufacturing systems», dans W. Karwowski et M. Rahimi (directeurs de publication): *Ergonomics of Hybrid Automated Systems II* (Amsterdam, Elsevier).
- Le Net, M., 1978: «Le prix de la vie humaine», *Notes et études documentaires*, n° 4455 (Paris, La Documentation française).
- Miller, J.M., Lehto, M.R. et Frantz, J.P., 1994: *Warnings and Safety Instructions: Annotated and Indexed* (Ann Arbor, Michigan, Fuller Technical Publications).
- Organisation internationale de normalisation (ISO), 1991: *Systèmes d'automatisation industrielle — Sécurité des systèmes de fabrication intégrés — Prescriptions fondamentales*, ISO 11161 (Genève).
- Rasmussen, J., 1983: «Skills, rules, and knowledge: Signals, signs, and symbols, and other distinctions in human performance models», *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, vol. 13, n° 3, pp. 257-266.
- Sinclair, T.C., 1972: *A Cost-effectiveness Approach to Industrial Safety* (Londres, HMSO).
- Sugimoto, N., 1987: «Subjects and problems of robot safety technology», dans K. Noro (directeur de publication): *Occupational Safety and Health in Automation and Robotics* (Londres, Taylor and Francis).