



Quels modèles pour prévenir les accidents du travail d'aujourd'hui ?

Sylvie Leclercq, Michel Monteau, Xavier Cuny

► To cite this version:

Sylvie Leclercq, Michel Monteau, Xavier Cuny. Quels modèles pour prévenir les accidents du travail d'aujourd'hui ?. *Le travail humain*, 2013, 76, pp.105-127. <10.3917/th.762.0105>. <hal-01578475>

HAL Id: hal-01578475

<https://hal.science/hal-01578475v1>

Submitted on 29 Aug 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

Rubrique souhaitée : contributions théoriques ou méthodologiques

Titre développé : Quels modèles pour prévenir les accidents du travail d'aujourd'hui ?

Titre court : modèles et prévention des accidents du travail

Initiales et noms des auteurs, avec leurs adresses en note de bas de page :

S. Leclercq¹, M. Monteau¹ et X. Cuny²

Formule d'hommage : * Que cet article soit un hommage à la mémoire de notre collègue et ami, Michel Monteau, subitement décédé en juillet 2011.

¹ INRS - Département Homme au Travail
54 - Vandœuvre les Nancy

² Ancien titulaire de la Chaire d'Hygiène et Sécurité du Travail du CNAM
75 - Paris

Summary :

WHAT MODELS TO PREVENT OCCUPATIONAL ACCIDENTS OCCURRING TODAY?

In 2008, there were in France, about 70% of accidents with lost time that are bumps, sprains, jams, falls (with or without difference in level), pain during movement or effort. About 5% are falls from height and 34% occurred during manual handling. One of the immediate causes of these injuries is not an energy identified as inherently harmful and external to the victim but the energy of motion of the victim herself. In addition there is often a hazard called "circumstantial" because a priori compatible with the human presence in usual situation. Virtually all work activity holds potential risk of this kind of accident. Moreover, the latter is often considered as commonplace, of little interest in the prevention field and not serious despite statistics. The questions posed by the prevention of this kind of occupational accidents, the diversity of socio technical systems and risks they have to face and the multiplicity of objectives in the development of a model show the current interest in intermediate models of accidents.

The characteristics of accident models, which are linked in particular to the type of accident and to the objective in developing the model are discussed : the systemic nature of the model, its level of generality, the nature of accident factors involved and the links between factors, the gap reflected by the model between the work situation without accident and the accident situation, the boundaries of the model and its ability to predict the occurrence of similar events. Special attention is paid to the modeling of accidents with movement disturbance. Differences between these accidents and major accidents are confirmed but proximity paradoxically appears in several aspects. In particular, the gap between modeled accidental situation and occupational situation without accident is comparable in case of an impact against material for example and a major accident, described by Hollnagel (2004) as the product of variabilities in the usual functioning.

The model of accidents with movement disturbance is then described. It has been developed to change representations related to this kind of accidents. This is a systemic model which takes into account factors known as "subjective" and expresses a deviation from a situation without accident through a unique combination of usual factors. The concept of "circumstantial hazard" in the model allows to highlight the impossibility of setting up the safest barriers to prevent this type of accidents and the difficulties to *a priori* risk assessment.

This article confirms the interest to model and analyze occupational accidents. Accidents models become a tool for identifying accident-prone variabilities in situations. Individuals, groups and organizations can take profit of knowledge of these variabilities to prevent the same kind of accidents.

Keywords : occupational accident, model, movement, prevention

Légendes des tableaux et des figures

Tableau 1 : Caractérisation des accidents du travail à partir des données statistiques de la CNAMTS (Caisse Nationale d'Assurance Maladie des Travailleurs Salariés) pour l'année 2008. Plus de 700 000 AT (accidents du travail) avec arrêt ont été enregistrés en 2008 pour une population d'environ 19 millions de salariés.

1 : chute à partir de situations de travail en hauteur c'est-à-dire de situations résultant de l'emplacement de travail (toitures, passerelles, charpentes ...) ou de l'utilisation de certains équipements (échelles, échafaudages, plates-formes de travail).

2 : incapacité permanente

3 : incapacité temporaire

4 : Indice de Fréquence = (nombre d'AT avec arrêt x 1000)/effectif de la population salariée

Table 1 : Characterization of occupational accidents using CNAMTS (National Health Insurance Fund) data statistics for the year 2008. More than 700,000 OA (Occupational Accident) with days lost were recorded in 2008 for a population of approximately 19 million employees.

1: falls from height in work situations is to say, situations resulting from the working area (roofs, bridges, frameworks ...) or use of certain equipment (ladders, scaffolding, platforms of work).

2: Permanent disability

3: temporary disability

4: Frequency Index = (number of OA with days lost x 1000) / number of the employed population

Tableau 2 : Principaux stades d'évolution de la genèse des AT prise en compte selon les progrès de leur prévention (linéaire, avec conjonction et avec conjonction de nombreux facteurs - d'après Monteau (1992))

Table 2 : Main stages of occupational accident genesis taken into account according the progress of their prevention (linear, with conjunction and with conjunction of numerous factors - taken from Monteau (1992)).

Figure 1 : Modèle de l'accident avec perturbation du mouvement (Leclercq et al., 2010)

Figure 1 : Model of the accident with movement disturbance (Leclercq et al., 2010)

Figure 2 : Actions de prévention des accidents intervenant au niveau de la production de la lésion (repris de Kjellen, 2000 pp. 40 qui l'a adapté de Haddon, 1980)

Figure 2 : Accidents prevention actions targeting the production mechanism of injury (taken from Kjellen, 2000 pp. 40 which was adapted from Haddon, 1980)

QUELS MODELES POUR PREVENIR LES ACCIDENTS DU TRAVAIL D'AUJOURD'HUI ?

I. INTRODUCTION

Avant toute réflexion sur les modèles en matière de sécurité au travail, il n'est pas sans intérêt de se poser la question de leur légitimité. En effet, peut-on modéliser l'accident dans le sens de sa définition originelle qui est d'être un événement de survenue subite et imprévisible ? La notion d'accident n'implique-t-elle pas en outre une idée de singularité, de caractère exceptionnel, de non renouvellement (« *il s'agit d'un accident, cela ne se reproduira pas* ») ? De ce point de vue, nul doute qu'un projet de modélisation qui impliquerait un passage théorique d'une unité élémentaire à un ensemble, peut apparaître, en matière d'accident, pour le moins antinomique.

En conséquence, il ne devrait pas se présenter, spontanément, de motivation forte à entreprendre une tâche de modélisation à partir d'un recueil de rapports d'accidents particuliers. Et il est avéré, qu'à l'échelle de l'histoire de l'étude des accidents, du travail notamment, l'idée sérieuse de modéliser ceux-ci est d'expression assez récente.

C'est à Heinrich (1950)³ que l'on peut attribuer la formule qui est à l'origine d'une vision nouvelle du mode de production de ces événements dommageables, avec l'introduction du concept de « séquence-accident » qui rejette l'idée de leur imprévisibilité : « Une blessure résulte invariablement d'une séquence complète de facteurs ... » (p.10) «... qui peut être comparée à une rangée de *dominos* placés debout et dans un tel alignement, reliés les uns aux autres, que la chute du premier domino entraîne la chute de la rangée entière » (p.13). Cette présentation du concept suscita deux attitudes : l'une critique sur le caractère strictement sériel du processus de l'accident, l'autre d'ouverture à une vision démythifiée de ce phénomène.

Il faut reconnaître, qu'à son époque, Heinrich ne s'est pas exprimé en terme de « modèle ». A sa suite, d'autres spécialistes, de différents pays, se sont intéressés à une nouvelle conception de l'accident, parmi lesquels Johnson (1975), Faverge (1974), Andersson et al. (1978), Quinot et Moyen (1980), Tuominen et Saari (1982), Leplat (1983), Kjellen (1984 et 2000), Laflamme (1988), Reason (1997), Monteau et Favaro (2003), Hollnagel (2004), Ale et al. (2008), Lundberg et al. (2009). Ce sont ces générations d'auteurs qui ont attribué l'idée

³ Les premières publications de H.W. Heinrich ont paru en 1931

implicite de modèle aux développements d'Heinrich. On ne s'étonnera donc pas que la littérature traitant de l'usage de modèles d'accidents du travail à des fins de prévention ait adopté des acceptions plus ou moins larges pour la notion même de modèle d'accidents. En effet, celui-ci est étroitement lié à l'analyse de l'événement auquel il se rapporte, voire à l'analyse des risques et la sécurisation des systèmes au sein desquels cet événement est engendré. Il apparaît sur ce plan autant de domaines dont la frontière avec les modèles d'accidents, au sens strict, est parfois confuse. Ainsi faut-il donner de ces derniers les contours retenus et préciser à quoi il est souhaitable de les appliquer. La notion de modèle prendra, en première approche, pour acception générale celle de « simulacre d'un type de phénomène », chaque mot étant sémantiquement d'égale importance. Dans le cas de l'accident et de l'accident du travail plus particulièrement, le phénomène peut-être appréhendé, comme le verrait un photographe, sous différents angles et avec différentes profondeurs de champ. Sous la même appellation, le phénomène étudié dans les années trente et celui qui est l'objet d'investigations aujourd'hui ne répondent plus à la même définition. En particulier, la profondeur et l'angle du champ selon lesquels sa manifestation est jugée s'inscrire et, plus précisément, dans lesquels il doit être localisé, factuellement et causalement se sont considérablement agrandis. Le second point porte sur le principe de la valeur de généralité que tout modèle est supposé posséder. Tout modèle doit être déclaré valable à la fois pour un cas précis et pour l'ensemble des cas entrant dans la définition du phénomène considéré. Cette idée de domaine de validité justifie l'inclusion du mot « type » dans l'acception ci-dessus. Un modèle d'accidents intégrera nécessairement la description ou les résultats de l'analyse d'un nombre représentatif d'accidents possédant en commun des traits situationnels et factuels définis suivant des critères explicites. Enfin la notion de « simulacre », également incluse dans l'acception choisie, veut marquer la différence entre la perception d'un accident, sous la forme d'un événement particulier et la représentation généralisante de celui-ci, dont toute forme comporte alors une part d'appauvrissement de la réalité. L'objectif d'un modèle est d'abord de fournir une image réaliste de la genèse d'une **catégorie** définie d'événements.

Les auteurs ont développé récemment un modèle qui veut répondre à la prévention non de tous les accidents du travail mais plus distinctement des plus fréquents, qui se rencontrent dans tous les systèmes de production et qui font l'objet pour la plupart de nombreux préjugés. Il s'agit des accidents liés à une perturbation du mouvement de la victime. Pour ceux-ci la production de la blessure fait intervenir le plus souvent un danger particulier que les auteurs proposent de qualifier de « circonstanciel » (cf. la définition de ce terme dans la partie II.1).

Ces développements ont été l'occasion de questionner les modèles d'accidents du travail existants, les concepts qui les fondent ainsi que leurs caractéristiques, à la lumière des spécificités que présentent les accidents liés à une perturbation du mouvement. Une proximité entre ces derniers et les accidents technologiques (ou industriels) majeurs a été paradoxalement mise en évidence sur certains aspects. Cet article aborde la modélisation des accidents dans une perspective élargie et y situe ce travail. Il ne sera toutefois pas fait, dans les limites d'un article, de synthèse complète et détaillée des modèles d'accidents pour laquelle les auteurs renvoient le lecteur aux ouvrages de Kjellen (2000) et d'Hollnagel (2004).

II. CARACTERISTIQUES DES ACCIDENTS DU TRAVAIL D'AUJOURD'HUI

II.1. DE QUELS DANGERS RELEVENT-ILS ?

Les accidents du travail, stricto sensu, c'est-à-dire ceux survenant « par le fait ou à l'occasion du travail » (définition du Code de la Sécurité Sociale) ne peuvent aujourd'hui être intégrés dans un modèle unique. En outre, il convient au préalable, de distinguer accident *du travail* et accident dit *technologique majeur* (déversements, nuages toxiques, incendies ou explosions). Ce dernier est lié au travail sur un processus industriel. Sa genèse comporte en germe le risque d'un sinistre majeur (Daniellou et al., 2010), par libération d'une énergie considérable (chimique, nucléaire, ...) avec la probabilité d'occasionner de graves dommages. Ceux-ci touchent généralement l'environnement à très long terme et font des victimes en plus grand nombre à l'extérieur qu'à l'intérieur des sites industriels concernés. La littérature en matière de sécurité porte, à l'heure actuelle, pour la plus grande part, sur la sécurisation des installations et de leur environnement vis-à-vis de ce risque. Or comme le rappellent Daniellou et al. (op.cit.), ce domaine ne recouvre que très partiellement celui de la sécurité du travail proprement dit. Et pourtant les accidents du travail avec arrêt font encore chaque année environ 700 000 victimes. Pour une partie de ces accidents dont la fréquence a fortement diminué, est invoquée la présence fortuite ou nécessaire, dans une situation de travail, d'un « *danger* », répertorié comme tel, c'est-à-dire pouvant entraîner systématiquement une blessure lors de sa rencontre malencontreuse avec l'homme (par exemple, les organes d'une machine en mouvement, une source de chaleur élevée, un conducteur électrique mal isolé...). Ces accidents représentent, en quelque sorte, pour la prévention, le « cœur de cible » du secteur secondaire dont ils relèvent le plus fréquemment.

Les autres accidents du travail qui sont de loin les plus nombreux, ne renvoient pas le plus souvent à des dangers répertoriés comme tels. Les blessures sont dans ces cas occasionnées par exemple par des heurts, des chutes (avec ou sans dénivellation) ou des douleurs lors d'un mouvement ou d'un effort. Les causes immédiates de la blessure ne sont plus ici une énergie identifiée comme intrinsèquement nocive et extérieure à la victime. L'énergie en jeu est celle du mouvement de la victime elle-même à laquelle s'ajoute un élément constituant qui a été qualifié de «danger circonstanciel ».

Celui-ci ne peut se définir que par le fait que sa rencontre avec l'homme en situation habituelle n'occasionne pas de blessure (Leclercq et al., 2010). Un danger circonstanciel sera, par exemple, un mur dans le cas d'un heurt contre un mur, les escaliers dans le cas d'une chute dans les escaliers, une partie de machine lorsqu'une clé qui ripe lors du serrage d'un boulon entraîne une lésion du bras heurtant le bâti de la machine. Il est absent dans le cas d'une douleur soudaine survenant à l'occasion d'un mouvement de la victime, lorsque celle-ci se relève par exemple. Contrairement aux risques chimiques ou au risque d'électrocution par exemple, aucun élément *intrinsèquement nocif* et extérieur à la victime n'est un agent causal de la lésion, tel que peut l'être un produit dangereux ou un circuit sous tension. Potentiellement, toute activité de travail impliquant la réalisation de mouvement recèle le risque de *perturbation du mouvement*. Ce risque particulier concerne donc tous les secteurs d'activité sans exception.

II.2. QUELS SONT LES PREJUGES A L'ENCONTRE DE CES RISQUES PARTICULIERS?

Tout comme pour les autres accidents du travail, la gravité des accidents liés à une perturbation du mouvement apparaît très variable. En effet, les statistiques relevant du régime général d'assurance maladie qui ont servi à compléter le tableau 1 montrent que ce risque représente environ 70% des AT avec arrêt (dont environ 5% sont des chutes de hauteur), 70% des incapacités permanentes et 75% des jours perdus par incapacité temporaire. De plus, l'indice de fréquence de ces accidents a diminué de 2,4 accidents avec arrêt pour 1000 salariés entre 1998 et 2008 alors que l'indice de fréquence de l'ensemble des accidents du travail avec arrêt a, quant à lui, diminué de 6,8 accidents pour 1000 salariés sur la même période. Les hypothèses vraisemblables inspirées par ces données seraient que les actions de prévention ne cibleraient pas autant les accidents dont la blessure est occasionnée par l'énergie du mouvement de la victime que les autres AT et/ou que les évolutions des activités exposeraient davantage les salariés aujourd'hui qu'hier au risque de perturbation du mouvement.

Tableau 1 : Caractérisation des accidents du travail à partir des données statistiques de la CNAMTS (Caisse Nationale d'Assurance Maladie des Travailleurs Salariés) pour l'année 2008. Plus de 700 000 AT (accidents du travail) avec arrêt ont été enregistrés en 2008 pour une population d'environ 19 millions de salariés.

1 : chute à partir de situations de travail en hauteur c'est-à-dire de situations résultant de l'emplacement de travail (toitures, passerelles, charpentes ...) ou de l'utilisation de certains équipements (échelles, échafaudages, plates-formes de travail).

2 : incapacité permanente

3 : incapacité temporaire

4 : Indice de Fréquence = (nombre d'AT avec arrêt x 1000)/effectif de la population salariée

Ces risques, à l'exclusion des chutes de hauteur, font souvent figure de risques de la vie courante avec lesquels ils ont des traits communs. Ils sont anciens, chacun en a l'expérience mais peu s'interrogent sur leurs mécanismes précis et encore moins sur leurs « root causes » (Kjellen, 2000). Ils restent donc largement sous-estimés (Leamon et Murphy, 1995, Leclercq, 2005). Hovden et al. (2010) parlent d'AT « traditionnels », paraissant souvent simples et triviaux en apparence. Ces accidents sont le plus souvent considérés a priori comme bénins et le nombre de leurs facteurs est réduit à ceux de la genèse proche de la blessure. Nombre de préjugés à leur encontre en rappellent d'autres, aujourd'hui dépassés, concernant les accidents réputés, à tort, être imputables à de traditionnels « risques du métier ». Kjellen (2000 - p31) associe de tels préjugés à ce qu'il nomme de « *vieux modèles d'accidents* » ou encore « *des perceptions survivant en parallèle aux modèles se réclamant de la recherche scientifique* ».

Si le caractère bénin des accidents liés à la perturbation du mouvement est facilement démenti par les données statistiques, il n'en va pas de même de leur supposée banalité. C'est pourquoi les auteurs ont postulé qu'un modèle d'accidents peut permettre de mieux les comprendre afin de dépasser ce préjugé et d'analyser ce type d'accidents au même titre que les autres accidents du travail. En effet, le principal usage d'un modèle d'accidents étant d'atteindre les représentations des préventeurs, l'enjeu *idéel* est dans les cas d'accidents liés à une perturbation du mouvement de faire évoluer leurs représentations de cet accident que se constituent ces derniers, en leur permettant de développer en particulier un intérêt pour une connaissance fine des activités et des situations de travail réelles.

II.3. UNE PREVENTION INACHEVEE QUI APPELLE LE DEVELOPPEMENT DE MODELES INTERMEDIAIRES

Les accidents du travail surviennent dans des contextes socio-techniques très divers et recouvrent, dans une même entreprise, des faits qui le sont également. Ainsi, une entreprise peut devoir faire face au risque d'accident technologique majeur et à tout type d'accident du travail ou bien seulement au risque d'accident lié à une perturbation du mouvement. De plus, comme le montrent des analyses d'accidents (Cuny et Lejeune, 2003), les facteurs explicatifs d'un accident diffèrent selon la gravité de l'accident lui-même, contrairement à certains axiomes de Heinrich (1950) et de Bird (1974). En conséquence, les besoins en matière de prévention s'avèrent très variables tant à l'échelle des risques, des secteurs d'activité qu'au sein d'une même entreprise. Les réponses à ces besoins en termes de modèles d'accidents seront donc elles aussi variables.

En outre, la diminution du nombre d'accidents du travail observée depuis la fin des années 60 s'est accompagnée de la nécessité de prendre en compte une genèse de plus en plus large et profonde de celui-ci, notamment lors du développement des modèles. Monteau (1992, 2010) propose une description des principaux stades d'évolution de la complexité de la structure de la genèse des accidents du travail prise en compte selon les progrès de la prévention (cf. tableau 2). Cette évolution interroge en particulier sur la nature des facteurs d'accidents à neutraliser aujourd'hui et sur la nécessité de nouveaux modèles pour progresser dans la prévention.

Tableau 2 : Principaux stades d'évolution de la genèse des AT prise en compte selon les progrès de leur prévention (linéaire, avec conjonction et avec conjonction de nombreux facteurs - d'après Monteau (1992))

Simultanément aux avancées en matière de prévention, l'intérêt s'est donc focalisé des facteurs proches de la blessure vers ceux plus en amont dans la genèse de l'accident. Selon Hovden et al. (2010) par exemple, il y aurait peu de besoins en termes de nouveaux modèles pour comprendre les « causes directes » des AT. Et d'ajouter que de ce point de vue, les 10 stratégies de Haddon⁴ (1968) resteront toujours d'actualité pour la prévention. Or l'introduction dans les paragraphes précédents de la notion de « danger circonstanciel » pour décrire le mécanisme de production de la blessure dans la plupart des cas d'accidents liés à une perturbation du mouvement montre bien l'intérêt toujours actuel de préciser les modèles

⁴ Ces stratégies sont rappelées dans le paragraphe IV.2 sur la figure 2.

d'accident au niveau le plus proche de la blessure. En présence d'un danger circonstanciel, les possibilités de mettre en place les stratégies de Haddon sont limitées voire inexistantes. Ceci sera discuté dans le paragraphe IV.2.

En conclusion, la modélisation de l'accident doit s'adapter à cette importante diversité et un modèle utile pour la prévention portera donc les marques des dangers et des risques de son contexte d'application. Il n'est possible de juger de l'intérêt d'un modèle qu'au regard de différents éléments qui le caractérisent, parmi lesquels, en particulier, l'objectif poursuivi dans un contexte socio-technique donné. En effet, le champ couvert, la « profondeur » et le niveau de détail de la représentation en découlent. Cet objectif fixé lors de la conception de modèles d'accidents peut être variable même si la prévention reste en général la finalité de ces développements.

III. LE MODELE D'AUJOURD'HUI

III.1. UN ACQUIS : LE MODELE SYSTEMIQUE

Hollnagel (2004) attribue à Sheridan, en 1992 seulement, l'idée de modèle systémique. Il convient de préciser que certains auteurs réservent cette notion d'« accident systémique » aux accidents survenant dans les grandes organisations socio-techniques à risque (Fahlbruck et Wilpert, 2001 ; Lundberg et al., 2009), soulignant ainsi les différences en terme d'approche. Fahlbruck et Wilpert (2001) concluent cependant que *« les futurs efforts théoriques et méthodologiques, comme les actions à venir, gagneraient sans doute à fusionner sécurité au travail et sécurité systémique pour construire une approche globale de la sécurité »*.

En Europe, l'idée de modèle systémique en sécurité au travail est apparue sensiblement plus tôt au début des années 1960 au sein de responsables du programme de recherche réalisé sous l'égide de la CECA concernant la genèse des accidents du travail dans les mines et la sidérurgie (CECA, 1967). Aux Etats-Unis et à la même époque, la « US Atomic Energy Commission » mettra au point un modèle de la même inspiration qui connaîtra un certain succès sous le sigle MORT. Il concerne néanmoins tous les événements non souhaités (op.cit.) (cf. Kjellen, 2000).

Aujourd'hui, toute représentation de l'accident repose sur une conception systémique. Dans cette perspective, l'accident présente ainsi les caractéristiques générales suivantes :

- son origine et sa genèse se situent complètement dans le fonctionnement d'un système déterminé ;
- le mécanisme de sa réalisation est complexe ;
- la nature et l'importance des dommages qu'il engendre dépendent des caractéristiques du système au moment où il survient.

Le système considéré lorsqu'il s'agit d'accident majeur ou d'accidents du travail est le système socio-technique caractérisant toute entreprise à finalité productive de biens ou de services. C'est ainsi que Perrow (1984) établit un lien entre certaines caractéristiques d'un système socio-technique complexe et le risque d'y observer un accident technologique majeur. Un système complexe met en jeu un grand nombre d'éléments très divers avec entre ceux-ci une grande variété de relations (Le Moigne, 1990). « *Le principal problème est la complexité elle-même* (Perrow, 1984 - p. 73) ». Par suite, il n'y a rien d'étonnant au constat selon lequel les interactions dans les systèmes complexes sont « *imprévues, surprenantes ou incompréhensibles* ». Autrement dit, dans cette configuration, l'accident est un résultat quasiment inéluctable du fonctionnement normal du système. Plus récemment, Hollnagel et al. (2006) qualifient les systèmes socio-techniques, dits complexes, de systèmes « *intractable* (indociles, indisciplinables) », c'est-à-dire indescriptibles, changeants et dont la compréhension exhaustive reste une gageure. Dans de tels systèmes, l'accident devient un phénomène émergent, en l'occurrence le produit de variabilités dans le fonctionnement habituel. Or la variabilité correspond en même temps aux modalités d'ajustement nécessaires au fonctionnement du système. En d'autres termes, la variabilité est source de performance comme de défaillance (Lundberg et al., 2009).

Si les composantes du système et les interactions entre composantes qui se révèlent perturbées dans une situation accidentelle ne se recouvrent pas dans les cas d'accident majeur et dans les cas d'accident du travail, l'un et l'autre et en particulier l'accident occasionné par une perturbation du mouvement au travail n'en sont pas moins des accidents systémiques.

III.2. LA NATURE DES FACTEURS D'ACCIDENT ET LES LIENS ENTRE FACTEURS

Parmi les différents faits qui interviennent dans la genèse des accidents, sont distingués dans la littérature des conditions latentes, des facteurs, des causes ou encore des variations (cf. Kouabenan, 1999). Dans cet article l'expression « facteur d'accident » est utilisée pour évoquer un fait nécessaire à la production de la blessure, quel que soit le niveau auquel ce fait

agit dans la genèse de l'accident et quelle que soit sa nature. Le terme cause parfois utilisé en référence aux faits les plus proches de la blessure se justifie.

Un modèle d'accidents du travail organise donc des facteurs généraux d'accidents, chacun de ceux-ci constituant un fait susceptible de contribuer à la production d'accidents appartenant à la catégorie des événements modélisés. Ces facteurs généraux et leurs interrelations ne reproduisent cependant qu'une genèse appauvrie des événements puisque d'une part il est nécessaire de renoncer à l'exhaustivité des facteurs (cf. par exemple Kouabenan qui cite Matalon, 1999, pp 24) et d'autre part le détail des faits concrets qui particularisent l'accident se trouve nécessairement aboli. La genèse modélisée, toujours partielle, doit néanmoins exprimer un écart avec la situation de travail sans accident (cf. § III.4.).

Les facteurs généraux d'AT peuvent concerner une ou plusieurs composantes de la situation de travail : le matériel ou les installations, l'état physique ou psychologique des opérateurs, les comportements, les modes opératoires, l'organisation du travail, le contexte socio-psychologique Il s'agit aussi bien de faits observables ou qui peuvent être inférés logiquement de la situation que de faits non observables qui déterminent en particulier le comportement d'une personne, le plus souvent celui de la victime (l'opérateur est préoccupé, fatigué, pressé, il ne connaît pas les pratiques habituelles de travail pour déplacer ce matériel, ...). S'agissant en particulier de facteurs dits « subjectifs » comme par exemple l'état de stress ou de préoccupation, susceptibles de modifier le comportement, le lien entre ces facteurs et le comportement dépend de nombreux éléments intrinsèques et extrinsèques. L'intérêt d'intégrer ces facteurs dans un modèle d'accidents est variable, compte tenu de la catégorie d'accidents modélisés et de l'objectif poursuivi.

Dans un modèle d'accidents, le rôle de tels facteurs dits « subjectifs » peut néanmoins être souvent établi avec d'autant plus de certitude que :

- le modèle a été créé à partir d'un nombre important d'analyses d'accidents singuliers dans lesquels on a relevé la présence de ces facteurs ;
- l'intervention de ces derniers est vérifiable par d'autres facteurs mieux observables : par exemple, la machine en panne doit être réparée dans l'heure qui suit ; l'opérateur, pour pallier l'absence d'un collègue, a travaillé un nombre d'heures plus important que d'habitude (d'où fatigue possible) ou encore l'opérateur a peu d'expérience de cette situation de travail perturbée (d'où modification possible de l'état psychologique).

En définitive, dans tout modèle, la présence des facteurs généraux d'accidents et les liens entre ces facteurs restent plus ou moins établis suivant la nature des facteurs en question et l'état des connaissances. En outre, certains facteurs sont ambivalents : un facteur peut contribuer à la sécurité dans un contexte donné et s'avérer facteur d'insécurité dans un autre contexte. Par exemple, la connaissance d'un lieu est facteur de sécurité lorsque la personne anticipe une marche à un endroit où celle-ci est inattendue (au milieu d'un couloir par exemple). Cette même connaissance peut être facteur d'insécurité lorsqu'un obstacle inhabituel se présente et que la personne, se fiant à sa connaissance du lieu, ne le perçoit pas.

En conclusion, le caractère ambivalent de certains facteurs d'accident et l'intérêt éventuel de prendre en compte des facteurs d'accidents subjectifs suivant le contexte sont autant d'arguments en faveur de modèles d'accidents d'applications locales, c'est-à-dire de modèles intégrant des spécificités des accidents modélisés et du système socio-technique dans lequel ils se produisent.

III.3. LE NIVEAU DE GENERALITE DU MODELE

Le niveau de généralité d'un modèle d'accidents peut s'appréhender selon au moins deux aspects :

- le champ couvert par le modèle, par exemple les accidents technologiques majeurs ou seulement une catégorie d'accidents du travail survenant dans le secteur du Bâtiment et des Travaux Publics ;
- le degré de généralité avec lequel sont exprimés les facteurs d'accidents. Un même facteur matériel d'accident par exemple peut se décliner comme «*clé anglaise*», «*outil à main*» ou «*matériel* ». Il convient de préciser qu'un modèle doit s'efforcer de situer ses facteurs généraux à un même niveau de généralité.

En conséquence, le nombre d'accidents singuliers potentiels représentés par un modèle est d'autant plus important que l'expression choisie pour exprimer les facteurs d'accidents est générale. Cette représentativité, alors plus grande du modèle est cependant acquise au prix de l'abandon d'un plus ou moins grand nombre d'aspects concrets des cas modélisés. In fine, la réduction du phénomène qui en résulte est jugée acceptable ou non au regard de l'objectif poursuivi. De ce point de vue, un modèle très général autorise trop facilement des représentations différentes chez les préventeurs. En outre, un tel modèle suggérera, plus directement, des mesures de prévention elles mêmes très générales et peu opérationnelles dans le contexte d'un plan de prévention adapté à une entreprise déterminée.

En conséquence, le niveau de généralité adopté pour un modèle considéré devra être adapté à l'usage prévu de celui-ci. A ce sujet, Monteau et Favaro (2003) citent Hale et Glendon (1987) déplorant le non usage de modèles par les préventeurs industriels et constatent eux-mêmes que « *Les risques auxquels sont confrontés les praticiens appellent des décisions politiques, stratégiques et pratiques en cohérence avec leurs spécificités propres. Or tout modèle très général, aussi raffiné soit-il, se révélera toujours d'une aide trop partielle sur ce plan et sera de peu d'utilité pour le décideur placé devant un problème de risques générés dans des situations concrètes* ».

III.4. L'ECART ENTRE LA SITUATION ACCIDENTELLE ET LA SITUATION DE TRAVAIL SANS ACCIDENT

La genèse modélisée de l'accident même partielle (cf. § III.2.) doit nécessairement traduire un/des écart(s) par rapport à une situation sans accident, situation qui constitue alors un référentiel en comparaison duquel peu(ven)t être déterminé(s) ce(s) écart(s) qu'on cherchera alors à réduire, voire à supprimer pour prévenir la survenue d'accidents comparables. Le choix du référentiel doit être explicité afin de clarifier la nature des facteurs pris en compte dans le modèle et de s'assurer qu'il existe bien un écart entre la genèse modélisée et la situation sans accident choisie comme référentiel. Deux types de référentiels peuvent être considérés. Le premier est la situation de travail où toutes les prescriptions plus ou moins formelles (réglementation, procédures, bonnes pratiques, pratiques usuelles de travail...) seraient appliquées. Dans ce cas, la genèse modélisée de l'accident est représentative d'une situation accidentelle exprimant un écart par rapport à cet ensemble de prescriptions qui constituent autant de « barrières » possibles s'opposant à la survenue d'un accident plausible. Ce premier référentiel est discutable du point de vue du travail réel, ce qui conduit à adopter un deuxième type de référentiel : la situation de travail habituelle (que l'on peut également qualifier de « situation habituellement sans accident »). Dans cette situation peuvent s'observer néanmoins des facteurs de risque dont la présence et le nombre varient au cours du temps. Ainsi, certains facteurs peuvent s'observer de manière permanente ou non : les organes accessibles d'une machine, un trou dans le sol, l'encombrement provisoire d'une aire de circulation, un opérateur qui se déplace ou travaille rapidement, un autre peu préparé à faire face aux difficultés rencontrées, une personne stressée ou fatiguée Certains de ces facteurs de risque peuvent être déjà l'objet d'une prescription plus ou moins formelle dans l'entreprise (réglementation, procédures, bonnes pratiques, pratiques usuelles de travail...). En conséquence ce deuxième type de référentiel est plus large et inclut le premier type de

référentiel décrit. Il est le seul qui permette de rendre compte de tous les écarts possibles avec les situations accidentelles.

L'écart entre la genèse modélisée de l'accident et le déroulement habituel du travail concerne généralement plusieurs composantes de la situation de travail : le matériel ou les installations, l'état physique ou psychologique des opérateurs, les comportements, les modes opératoires, l'organisation du travail, le contexte socio-psychologique... . En pratique, l'évidence variable de l'écart suggère les trois cas de figure suivants :

- Un écart par rapport à la réglementation technique en particulier, exprimable par un seul facteur d'accident, apparaît souvent de manière évidente. Par exemple le seul facteur « accessibilité des organes en mouvement de la machine » peut exprimer un écart majeur par rapport à une situation sans accident ;
- Un écart impliquant une conjonction de facteurs de natures différentes (technique – organisationnelle, ... dont certains peuvent être l'objet d'une réglementation) ne peut guère apparaître qu'au prix d'une analyse plus méticuleuse de la situation. Par exemple, « Un horaire de travail inhabituel », « la défaillance du matériel » et « la survenue d'un incident » ... ;
- Les écarts restant le plus difficilement identifiables sont ceux qui s'expriment dans la situation accidentelle par **une combinaison inédite de faits « habituels »** à un instant donné. Par exemple, considérons les facteurs d'accidents suivants dont aucun n'est permanent dans la situation de travail mais dont chacun s'observe épisodiquement : « stockage provisoire de matériel pour les besoins de l'activité », « arrivée d'un nombre de patients au-delà de la capacité d'accueil » et « appel en urgence de l'infirmière déjà occupée par ailleurs ». Aucun de ces faits ne fait référence à un non-respect de prescription et ils peuvent être présents de manière plus ou moins fréquente en situation habituelle de travail. C'est leur combinaison à un moment donné qui a occasionné l'accident : « l'infirmière a heurté le matériel ». Les caractéristiques de cet écart relatif à un heurt contre un matériel peuvent être étonnamment rapprochées de celles de l'accident technologique majeur décrit par Hollnagel (2004) comme le produit de variabilités dans le fonctionnement habituel. La représentation des accidents traduisant une combinaison inédite de faits « habituellement » rencontrés en situation de travail et ne faisant pas l'objet de prescription formelle tel que le heurt qui vient d'être décrit doit nécessairement adopter comme référentiel la situation de travail habituelle.

Dans une entreprise donnée, la nature des écarts et celle des facteurs d'accidents diffère suivant le secteur d'activité et le niveau de sécurité atteint par l'entreprise (cf. § II.3.). Ainsi,

tout comme les constats précédents relatifs à la nature des facteurs et aux liens entre facteurs d'accidents (cf. § III.2.), ceux concernant l'écart entre la situation accidentelle modélisée et la situation de travail sans accident plaident en faveur de modèles locaux ou intermédiaires, c'est-à-dire de modèles se situant entre l'accident singulier et un modèle d'un ensemble très large d'accidents du travail.

III.5. OÙ COMMENCE, OÙ FINIT LE MODELE ?

D'un point de vue théorique, il paraît difficile, voire impossible, sinon de manière arbitraire, de circonscrire le processus à l'origine du dommage, celui-ci n'étant d'ailleurs qu'un effet lui-même conventionnellement remarqué parmi d'autres.

Moins souvent sont évoqués des faits postérieurs au dommage qui découlent de sa survenue et qui viennent s'ajouter aux premiers effets constatés. Contrairement à de nombreux modèles, le concept de « Bow-tie » (nœud papillon) fournit ainsi une représentation symétrique de faits antérieurs et aussi postérieurs à la survenue du dommage. Il relie les facteurs possibles ou avérés de cet événement et ses conséquences potentielles ou observées (cf. par exemple Ale et al. (2008)).

Cet aspect également relève de l'objectif poursuivi lors du développement d'un modèle. Tout autant qu'un modèle d'une grande généralité (cf. § III.3.), un modèle aux frontières très étendues se révélerait de peu d'intérêt en pratique. Selon Rasmussen (1993), des règles d'arrêt doivent être appliquées pour éviter le problème du « jardin d'Eden » lorsque la recherche des causes s'étend très loin du site de l'accident, à la fois dans le temps et dans l'espace. Compte tenu de ces réserves, il devient judicieux de contenir toutes les pièces d'un modèle dans un périmètre comprenant l'entreprise concernée et son environnement proche, in fine dans le « volume » d'un système dont l'accident est le symptôme d'un dysfonctionnement.

III.6. APTITUDE DU MODELE A LA PREVISION DE LA SURVENUE DES ACCIDENTS

Réapparaît ici le paradoxe lié à l'ambiguïté du concept d'accident. D'un côté ce dernier est perçu comme un événement quasiment aléatoire dans sa survenue, donc peu prévisible voire, pour certains, imprévisible et, par conséquent, inopiné. D'un autre côté de nombreuses analyses approfondies de cas suggèrent au contraire une conclusion, jouant elle-même du paradoxe selon lequel rien n'est moins accidentel qu'un accident.

Quant à l'accident technologique majeur, il est qualifié par Perrow de « *normal* », c'est à dire d'inéluctable (Perrow, 1984). Il reste aujourd'hui un accident volontiers qualifié

d'émergent ou d'imprévisible (Lundberg et al., 2009). Rigaud (2010) le classe par exemple parmi les « *menaces sans précédents ... qu'il est virtuellement impossible d'imaginer...* ».

Certains facteurs généraux d'accident apparaissant sur un modèle devraient inciter notamment à concevoir et à mettre en place, aux endroits et aux moments critiques, différentes « barrières », au sens adopté par Hollnagel (2004), évoqué plus haut. Cependant, le modèle ne fournit pas, pour autant, d'indications précises sur les circonstances dans lesquelles un tel accident deviendrait imminent et pourrait être évité dans un établissement particulier.

L'application de modèles quantitatifs aux accidents du travail supposerait l'identification des facteurs généraux d'accidents dans une structure déterminée mais également la connaissance de la probabilité de la présence de chaque facteur parmi un ensemble d'accidents singuliers significatifs du phénomène modélisé **et enfin la probabilité de la présence de chaque facteur en situation habituelle de travail**. La probabilité de survenue d'un accident de telle classe dans tel secteur, de telle entreprise, serait alors une fonction des facteurs généraux, suscités par les particularités de l'activité et des risques inhérents au secteur choisi et pondérés par les probabilités mentionnées précédemment. Le modèle aurait alors un pouvoir prédictif. Les données resteraient entachées d'une plus ou moins grande incertitude suivant la nature des facteurs d'accidents et la connaissance plus ou moins précise des liens qui les unissent. Si dans certains cas d'accident mettant en cause des défaillances techniques, les ingrédients d'un tel modèle apparaissent comme pouvant être rassemblés, cela semble difficile lorsque les accidents modélisés

- sont susceptibles de se produire dans tous les secteurs d'activité ;
- expriment un écart avec la situation habituelle à travers une **combinaison** inédite de faits « habituels » comportant des faits dits subjectifs.

Ainsi le modèle d'accident du travail, introduisant ou non des données quantitatives, reste aujourd'hui pourvoyeur d'hypothèses quant aux conditions de survenue d'un accident, limite qui n'en fait pas moins un élément important dans le processus de prévention.

IV. UN NOUVEAU MODELE DECRIVANT LES ACCIDENTS DU TRAVAIL LES PLUS FREQUENTS

IV.1. CARACTERISTIQUES GENERALES DU MODELE ET MOTIFS DE SON DEVELOPPEMENT

Le modèle développé par les auteurs pour les accidents du travail occasionnés par une perturbation du mouvement est représenté sur la figure 1. Il s'agit d'un modèle systémique qui ne concerne pas tous les accidents du travail mais qui en représente une majorité, susceptibles de se produire dans tous les secteurs d'activité. Il s'agit donc d'un modèle relativement général. Compte tenu de la nature des accidents modélisés, il prend en compte les facteurs dits « subjectifs » (cf. § III.2.) et exprime un écart par rapport à une situation sans accident à travers une combinaison inédite de facteurs habituels (cf. § III.4.).

Figure 1 : modèle de l'accident avec perturbation du mouvement (Leclercq et al., 2010)

Ce modèle questionne en particulier la notion de danger, notion qui apparaît grâce à la modélisation de ces accidents plus complexe que celle des définitions normatives. La cause immédiate du dommage est dans la plupart des cas d'accidents modélisés sur la figure 1 la conjonction de l'énergie du mouvement de la victime et de la rencontre d'un élément matériel qui n'apparaît ni a priori, ni a posteriori comme intrinsèquement nocif. Dans le cas d'une personne qui heurte le mur avec le bras, ni le mur, ni le mouvement exécuté au service de la réalisation de la tâche ne sont intrinsèquement nocifs mais c'est seulement leur conjonction qui occasionne dans certains cas un dommage. Or l'accident du travail reste encore fortement associé à la notion de « danger manifeste ». La conférence de Bouvet et al. (2010) rapporte ainsi que *« si les entreprises et les institutions publiques ont l'habitude de prendre en compte les risques « durs » comme les accidents du travail ou les maladies professionnelles classiques, elles sont moins rodées aux risques « mous » comme les RPS (risques psychosociaux). Que mesurer, sur quoi agir, sur quoi négocier ... ? »*. La prévention des cas d'accidents du travail pour lesquels la blessure est le résultat de la conjonction de l'énergie du mouvement perturbé et d'un danger « circonstanciel » (cf. Leclercq et al. (2010)) présente des difficultés comparables à celles associées aux risques qualifiés de « mous ». Ainsi le modèle présenté vise tout d'abord à faire évoluer les représentations relatives à cette catégorie d'accidents du travail. Il développe la séquence finale de l'accident et souligne la présence de facteurs d'accidents précédant sa concrétisation (cf. figure 1), incitant ainsi à analyser ce type d'accident au même titre que les autres accidents du travail.

De nombreux modèles distinguent en effet dans la genèse de l'accident une séquence finale dite « séquence accidentelle » selon Laflamme (1990) ou encore « processus accidentel » selon Kjellen (2000). Seule cette séquence caractérise l'accident en tant que tel. Les facteurs plus en amont dans sa genèse sont en effet des facteurs communs à d'autres événements non

souhaités (Cuny, 2003). Cette séquence, souvent brève, est généralement décrite de manière précise à travers les différents modèles d'accidents. S'agissant de la genèse plus lointaine de l'accident, la complexité du réseau de facteurs aboutissant à la séquence finale et la diversité de la nature de ces facteurs rendent difficile une représentation graphique sauf au prix d'une simplification excessive ou inopérante. Selon Hollnagel (2004, p. 64), cette difficulté est une conséquence des modèles systémiques, difficilement représentables graphiquement.

IV.2. CONSEQUENCES DE L'INTRODUCTION DE LA NOTION DE DANGER CIRCONSTANCIEL

En introduisant la notion de « danger circonstanciel », le modèle présenté figure 1 se focalise sur les caractéristiques des causes immédiates de la blessure pour en tirer notamment des constats quant aux possibilités/impossibilités d'actions de prévention (ou de mise en place de barrières) à ce niveau et quant aux difficultés d'évaluation a priori du risque.

En ce qui concerne cette dernière lorsqu'il s'agit d'accidents du travail, celle-ci s'appuie de prime abord sur l'identification d'éléments concernés par la réglementation ou la prescription :

- des éléments intrinsèquement nocifs et susceptibles d'occasionner systématiquement une lésion en cas de contact. Le modèle de l'énergie présente l'intérêt, comme le remarque Kjellen (2000 – p 42) de distinguer ces éléments par la source d'énergie à l'origine de la lésion ;
- des facteurs généraux connus comme étant des facteurs d'accident : la co-activité ou la récupération d'incidents par exemple (cités par Faverge, 1970)

Les méthodes ou pratiques d'analyse a priori du risque d'accident sont basées également sur l'exploitation de grilles, de guides se rapportant aux postes de travail, de « *check lists* » ou d'analyses d'accident (Monteau et Favaro, 1990). Ces outils supposent l'identification préalable des postes de travail plus vulnérables à la survenue d'accidents, le caractère permanent de certains facteurs de risque ou encore la représentativité du cas d'accident considéré. Lorsqu'il s'agit des accidents modélisés sur la figure 1 (à l'exclusion des chutes de hauteur et des accidents de manutention), les outils évoqués s'avèrent insuffisants pour procéder à l'évaluation a priori du risque. En effet, ces accidents sont présents dans tous les secteurs d'activité et peuvent toucher tous les métiers dans une entreprise ; le plus souvent aucun élément intrinsèquement nocif n'a causé la blessure. De plus, l'écart entre la situation sans accident et la situation accidentelle (cf. § III.4.) s'exprime en général à travers une combinaison inédite de faits habituels, difficilement repérable a priori.

La notion de barrière généralisée, appliquée dans le domaine de la prévention est quant à elle précisément décrite par Hollnagel (2004 et 2008). Il peut s'agir de barrières de protection classiques, telles que carters ou rambardes, aussi bien que de dispositions intervenant à toutes les étapes de l'accident pour stopper sa genèse. Ces barrières peuvent être physiques, fonctionnelles ou symboliques, l'efficacité des barrières physiques et fonctionnelles étant à l'évidence la plus élevée. Ces barrières interviennent à un niveau de la genèse proche de la blessure. A partir du modèle de l'énergie, Haddon formalise 10 stratégies de prévention qui constituent autant de barrières à ce niveau (cf. figure 2) à la survenue d'un accident.

Figure 2 : actions de prévention des accidents intervenant au niveau de la production de la lésion (repris de Kjellen, 2000 pp. 40 qui l'a adapté de Haddon, 1980)

Les actions de prévention envisagées par cet auteur à partir du modèle de l'énergie, sont déduites du mécanisme de production de la lésion. On constate alors que la plupart de ces actions sont impossibles à mettre en œuvre dans les cas d'accidents modélisés sur la figure 1, pour deux raisons. Tout d'abord l'énergie occasionnant la blessure n'est pas extérieure à la victime mais apportée par celle-ci. Ainsi par exemple la stratégie 6 : « séparer dans le temps ou l'espace la source d'énergie et la cible vulnérable » n'est pas applicable. Secondement, le siège des lésions reste imprévisible et/ou la durée d'exposition au risque de perturbation du mouvement quasi permanente. En conséquence, la stratégie 8 par exemple : « rendre la cible vulnérable plus résistante au dommage » est chimérique dans ce cas.

A un niveau un peu plus en amont de la blessure, les consignes et les procédures sont d'autres barrières mobilisables pour prévenir celle-ci. Par exemple « ne pas utiliser l'échelle comme poste de travail » ou « vérifier la qualité de l'air avant de descendre dans un puisard ». Ces consignes qui décrivent notamment les modes opératoires formels qui doivent être adoptés pour réaliser la tâche de manière sûre concernent chacune une tâche bien précisée et ces consignes peuvent être un résultat d'une analyse de l'activité. L'accident avec perturbation du mouvement est quant à lui susceptible de se produire pendant tout mouvement au travail. Il traduit en fait une impossibilité à un moment donné pour une personne de réaliser sa tâche tout en contrôlant son mouvement. La compréhension de cette mise en défaut nécessite donc une analyse de l'activité à plusieurs niveaux dont celui de la réalisation du mouvement. Les faits intervenant dans la genèse de ces accidents à proximité de la blessure expriment en effet le plus souvent les conditions de réalisation du mouvement : par exemple « se déplace rapidement », « a son attention visuelle mobilisée par la tâche », « le frein du lit

d'hôpital qu'elle doit déplacer est bloqué » ou encore « l'accès à la machine est rendu difficile ». En conséquence, si dans certaines situations, des prescriptions générales existent pour accroître la sécurité des déplacements : « Tenir la rampe d'escalier » ou « garantir trois points d'appui lors de la montée ou descente de marchepieds » ou « ne pas courir » par exemple, d'une part ces prescriptions encadrent certains déplacements et non pas l'ensemble des mouvements au service de la réalisation de la tâche et d'autre part, elles se révèlent (comme toute règle très générale) inapplicables dans certaines situations de travail. Il apparaît de manière évidente que seules les actions sur les conditions de réalisation du mouvement déterminées elles-mêmes par les conditions de réalisation de la tâche peuvent permettre d'avancer dans ce domaine.

V. CONCLUSION

Le premier intérêt des modèles d'accidents du travail est bien leur utilité didactique. En effet, le modèle constitue un moyen par lequel les représentations de l'accident et les concepts qu'il véhicule évoluent avec les avancées scientifiques et techniques qui le concernent. Ainsi le développement de nouveaux modèles peut contribuer à lever certains freins et à élargir les possibilités de prévention en faisant évoluer ces représentations. Le modèle de l'accident avec perturbation du mouvement (proposé au paragraphe IV) est un exemple d'une telle contribution à la lutte contre les préjugés actuels, vis-à-vis de ce risque, qui font obstacle aux développements nécessaires à sa prévention. Ce modèle montre en particulier que la connaissance du danger, à identifier dans les cas d'accidents de ce type, est loin d'être aisée. La notion de danger procède historiquement de l'expérience acquise, validée et enrichie par l'observation. L'introduction de la notion de danger circonstanciel (cf. figure 1) révèle une marge de progression possible dans le champ de la sécurité au travail, à condition de faire évoluer les représentations actuelles concernant les accidents les plus fréquents aujourd'hui qui impliquent un danger de cette nature. La notion de « danger circonstanciel » laisse également craindre l'impossibilité d'annihiler complètement le risque.

D'un point de vue pratique, l'évolution des modèles avec l'évolution de la prévention fait émerger l'intérêt de modèles répondant à des besoins locaux exprimés dans un secteur d'activité, un type d'entreprise (GE, PME, TPE) ou une entreprise déterminés. En conséquence, ces modèles intégreront des spécificités des accidents modélisés et/ou également, du système socio-technique dans lequel les accidents se produisent. Ces

spécificités peuvent apparaître dans la nature et dans l'expression des facteurs généraux comme dans la structure formée par leurs combinaisons.

Cet article fait également apparaître que l'étude des modèles d'accidents du travail ne peut ignorer l'analyse de travaux menés dans le champ de la sécurisation des systèmes socio-techniques dits complexes. De nombreux traits, différenciant l'accident technologique majeur de l'accident du travail ont été relevés. Mais paradoxalement des proximités déjà relevées de longue date (« *lutte contre les accidents majeurs, lutte contre les accidents du travail, même combat* » (CNPP, AFNOR, 1988)) sont confirmées ici. Force est de constater que la sécurité au travail ne peut que tirer bénéfice des efforts théoriques et méthodologiques réalisés dans le champ de la sécurité industrielle.

La mise en place de barrières préventives et le caractère prévisible des accidents sont deux points sur lesquels l'accident technologique majeur et la blessure occasionnée par l'énergie du mouvement de la victime peuvent être comparés. La mise en place de barrières pour prévenir le risque d'accident majeur a montré son efficacité. Toutefois, la subsistance d'une vulnérabilité résiduelle a conduit à proposer une approche supplémentaire autour du concept de résilience (Hollnagel et al., 2006). Leur étude tend à montrer que la vulnérabilité actuelle de tous les systèmes socio-techniques vis-à-vis de ce risque résulterait, en partie, non seulement de l'insuffisance ou de la défaillance des barrières mises en place mais surtout de l'impossibilité de concevoir et de réaliser les barrières les plus sûres pour prévenir ces accidents. Concernant la prévisibilité des accidents, on constate en fait un accord concernant une imprévisibilité du risque d'accident industriel majeur lorsqu'il est le produit incontrôlé de variabilités dans le fonctionnement habituel. De façon analogue, les blessures occasionnées par l'énergie du mouvement de la victime sont le plus souvent la conséquence d'une combinaison inédite de faits « habituellement » observés en situation de travail, sans faire pour autant l'objet d'une prescription formelle. Et pourtant les études portant sur plusieurs dizaines d'accidents avec perturbation du mouvement, possibles du fait de la fréquence élevée de ces derniers, confortent l'idée de leur possible prévisibilité par le caractère récurrent de certaines combinaisons de facteurs (Leclercq et al., 2007), laissant ainsi entrevoir la faisabilité d'élaborer des modèles locaux quantitatifs.

En définitive, cet article confirme l'intérêt de modéliser et par suite d'analyser l'accident. Dans les cas de modèles d'accidents ayant adopté comme référentiel la situation habituelle de travail, sont mis en évidence non seulement les facteurs renvoyant à l'inobservation d'une prescription mais également les facteurs exprimant une variabilité opératoire tolérée en situation de travail : une personne qui se déplace rapidement, un matériel qui encombre

momentanément l'allée pour les besoins de la maintenance par exemple. Le modèle d'accidents ne sert alors plus uniquement à prévenir la reproduction d'accidents passés. Il permet également d'identifier les variations d'une situation que les individus, les groupes et les organisations, à même de les détecter, peuvent exploiter pour anticiper des événements non souhaités en puissance. Grouper les facteurs d'accidents identifiés dans une situation de travail type, permet de connaître les composantes de celles-ci dont la variabilité n'a pas eu de suite dangereuse. Ces composantes, d'un fort potentiel de fiabilité, peuvent également être développées dans le cadre de la fonction « Sécurité, Santé au Travail » de l'entreprise.

BIBLIOGRAPHIE

- Ale, B.J.M., Baksteen, H., Bellamy, L.J., Bloemhof, A., Goossens, L., Hale, A., Mud, M.L., Oh, J.I.H., Papazoglou, I.A., Post, J., & Whiston, J.Y. (2008). Quantifying occupational risk : The development of an occupational risk model. *Safety Science*, 46, 176-185.
- Anderson, R., Johansson, B., Lindén, K., Svanström, K., & Svanström, L. (1978). Development of a model for research on occupational accidents. *Journal of Occupational Accidents*, 1, 341-352.
- Bird, F.E. (1974). *Management guide to loss control*. Atlanta (Georgia): Institute Press.
- Bouvet, J., Salengro, B., & Vergne, J.L. (2010). *Réinventer la Santé au Travail*. Papier présenté au séminaire de l'Association des Amis de l'Ecole de Paris du Management, Paris.
- CECA. (1967). *Recherche communautaire sur la sécurité dans la sidérurgie et dans les mines. Etude n°3/9, Recherche dans la sidérurgie française*. Luxembourg: Office des publications des Communautés européennes.
- CNPP, AFNOR. (1988). *Les accidents technologiques, les données de l'expérience, analyses et recommandations*. Paris: CNPP, AFNOR.
- Cuny, X. (2003). S'agit-il d'un accident? Essai de caractérisation d'un phénomène particulier. *Performances*, 9, 7-17.
- Cuny, X., & Lejeune, M. (2003). Statistical modelling and risk assessment. *Safety Science*, 41, 29-51.

- Daniellou, F., Simard, M., & Boissières, I. (2010). *Facteurs humains et organisationnels de la sécurité industrielle : un état de l'art*. Toulouse: cahiers de la sécurité industrielle, Institut pour une culture de Sécurité Industrielle (ISSN 2010 – 3874).
- Fahlbruch, B., & Wilpert, B. (2001). La notion de sécurité systémique : un nouveau domaine de recherche pour la psychologie industrielle. In M. Bourrier (Ed.), *Organiser la Fiabilité* (pp. 107-135). Paris: l'Harmattan.
- Faverge, J.M. (1970). L'homme, agent de fiabilité et d'infiabilité du processus industriel. *Ergonomics*, 13, 301-327
- Faverge, J.M. (1974). *Psychosociologie des accidents du travail*. Paris: PUF.
- Haddon, W. (1968). The changing approach to epidemiology, prevention and amelioration of trauma. *American Journal of Public Health*, 58(8), 1431-1438.
- Haddon, W. (1980). The basic strategies for reducing damage from hazards of all kinds. *Hazard Prevention*, September/October, 8-12.
- Hale, A.R., & Glendon, A.I. (1987). Individual behavior in the control of danger. Amsterdam: Elsevier.
- Heinrich, H.W. (1950). *Industrial accident prevention. A scientific approach*. New York: Mac Graw-Hill Book.
- Hollnagel, E. (2004). *Barriers and Accident Prevention*. Hampshire (Royaume Uni): Ashgate publishing Limited.
- Hollnagel, E. (2008). Risk+barriers = safety? *Safety Science*, 46, 221-229.
- Hollnagel, E., Woods, D.D., & Leveson, N. (2006). *Resilience Engineering : concepts and precepts*. Hampshire (Royaume Uni): Ashgate publishing Limited.
- Hovden, J., Albrechtsen, E., & Herrera, I.A. (2010). Is there a need for new theories, models and approaches to occupational accident prevention? *Safety Science*, 48, 950-956.
- Johnson, W. G. (1975). MORT : The Management Oversight and Risk Tree. *Journal of Safety Research*, 7, 4-15.

- Kjellen, U. (1984). The role of deviations in accident causation and control. *Journal of occupational accidents*, 6, 117-126.
- Kjellen, U. (2000). *Prevention of accidents through experience feedback*. London: Taylor & Francis.
- Kouabenan, D.R. (1999). *Explication naïve de l'accident et prévention*. Paris: PUF.
- Laflamme, L. (1988). *Modèles et méthodes d'analyse de l'accident du travail : de l'organisation aux stratégies de prévention*. Montréal: SyGeSa.
- Laflamme, L. (1990). A better understanding of occupational accident genesis to improve safety in the workplace. *Journal of Occupational Accident*, 155-165
- Leamon, T.B., & Murphy, P.L. (1995). Occupational slips and falls : more than a trivial problem. *Ergonomics*, 38(3), 487-498.
- Leclercq, S. (2005). Prevention of so-called « accidents on the level » in occupational situations : a research project. *Safety Science*, 43, 359-371.
- Leclercq, S., Monteau, M., & Cuny, X. (2010). Avancée dans la prévention des « chutes de plain-pied au travail ». Proposition de définition opérationnelle d'une nouvelle classe : « les Accidents avec Perturbation du Mouvement (APM) ». *PISTES*, 12(3), Retrieved 12.12.2011, from <http://www.pistes.uqam.ca/v12n3/articles/v12n3a6.htm>
- Leclercq, S., Thouy, S., & Rossignol, E. (2007). Progress in understanding processes underlying occupational accidents on the level based on case studies. *Ergonomics*, 1(15), 59-79.
- Le Moigne, J.L. (1990). *La modélisation des systèmes complexes*. Paris: Dunod.
- Leplat, J. (1983). Occupational research and system approach. *Journal of Occupational Accidents*, 6 (1/2), 77-91.
- Lundberg, J., Rollenhagen, C., & Hollnagel, E. (2009). What you look for is what you find – The consequences of underlying accident models in eight accident investigation manuals. *Safety Science*, 47, 1294-1311.
- Monteau, M. (1992). La gestion de la sécurité du travail dans l'entreprise : du carter au plan qualité. *Performances Humaines et Techniques*, 61, 29-34.

- Monteau, M. (2010). *L'organisation délétère. La Santé et Sécurité au Travail au prisme de l'organisation*. Paris: L'Harmattan.
- Monteau, M., & Favaro, M. (1990). Bilan des méthodes d'analyse a priori des risques 1. Des contrôles à l'ergonomie des systèmes. *Cahiers de notes documentaires*, 138, 91-122.
- Monteau, M., & Favaro, M. (2003). Modéliser l'accident du travail : intérêt théorique et portée pratique. In J.C. Sperandio, & M. Wolff (Eds.), *Formalismes de modélisation pour l'analyse du travail et l'ergonomie* (pp. 137-170). Paris: PUF.
- Perrow, C. (1984). *Normal accidents*. New York: Basic Books.
- Quinot, E., & Moyen, D. (1980). *Technique, risque et danger. Essai de modélisation de l'opération technique et de ses dysfonctionnements dans le cadre d'une théorie de l'accident*. Paris: INRS.
- Rasmussen, J. (1993). Learning from experience ? How? Some research issues in industrial risk management. In B. Wilpert, & T. Qvale (Eds.), *Reliability and Safety in Hazardous Work Systems*. Hove, East Sussex: Lawrence Erlbaum Associates.
- Reason, J. (1997). *Managing the risks of organizational accidents*. Hampshire (Royaume Uni): Ashgate publishing Limited.
- Rigaud, E. (2010, Septembre). *Introduction à l'ingénierie de la Résilience*. Communication présentée à la Journée du GTR FH « L'ingénierie de la Résilience au service de la Sécurité ». Paris: Ecole des Mines.
- Tuominen, E., & Saari, J. (1982). A model for the analysis of accidents and its applications. *Journal of occupational accidents*, 4, 263-273.

Résumé

Globalement les caractéristiques des accidents du travail ont évolué au cours des cinquante dernières années. Les accidents les plus nombreux voient leur fréquence persister et font encore l'objet de nombreux préjugés. Il s'agit des accidents initiés par une perturbation du mouvement de la victime. Parallèlement, l'étude des évolutions concomitantes de la prévention des accidents du travail et des caractéristiques des modèles d'accidents oriente clairement l'intérêt pratique vers des modèles intermédiaires répondant à des besoins locaux. Certains caractères des modèles d'accidents sont examinés avec une attention toute spéciale accordée à la modélisation des accidents avec perturbation du mouvement. A propos de ceux-ci on relève curieusement, sur certains aspects, une proximité avec les accidents technologiques majeurs. Enfin, le modèle d'accident développé par les auteurs est présenté. L'objectif de son élaboration, ses spécificités et les conséquences de celles-ci, en termes de contribution à une meilleure prévention sont discutés.

Mots-clés : accidents du travail, modèle, mouvement, prévention

Tableau 1

Tableau 1	Accidents dont la cause immédiate de la blessure est un « danger », qualifié comme tel, car entraînant systématiquement une lésion lors de la rencontre avec l'homme	Accidents dont les causes immédiates de la blessure sont l'énergie du mouvement de la victime elle-même à laquelle s'ajoute un « danger circonstanciel », qualifié comme tel, car en d'autres circonstances, compatible avec la présence humaine.		
Proportion parmi l'ensemble des AT avec arrêt	29%	71%		
Sous catégories		Les chutes de hauteur ¹ (5%)	Les accidents au cours de la manutention manuelle (34%)	Les glissades, trébuchements, coincements, heurts et autres perturbations du mouvement ainsi que les douleurs qui surviennent à l'occasion de la réalisation d'un mouvement (32%)
Entreprises concernées	Principalement les entreprises du secteur secondaire		Toutes les entreprises	
Gravité en terme de pourcentage • d'IP ² • de jours perdus par IT ³ • de décès	29% (IP) 25% (IT) 82% (décès)	71% (IP) 75% (IT) 18% (décès)		
Diminution de l'IdF ⁴ entre 1998 et 2008 (%)	6,8	2,4		

Tableau 2

STADES	1	2	3
EVOLUTION DES TAUX DE FREQUENCE			
STRUCTURE DE L'ACCIDENT	<p>• Linéaire (ou quasi linéaire)</p>	<p>• avec conjonction(s)</p>	<p>• avec conjonction(s) de nombreux facteurs</p>
NATURE DES FACTEURS A NEUTRALISER DE MANIERE PRIORITAIRE	<ul style="list-style-type: none"> • Les défaillances techniques sont prépondérantes. • Elles se révèlent principalement au niveau des facteurs proches de la blessure 	<ul style="list-style-type: none"> • Les perturbations sont localisées hors de la sphère du poste de travail, dans l'organisation en particulier. 	<ul style="list-style-type: none"> • Intervention de dérives lentes dans les procédures (Vaughan, 1996) ou bien d'anomalies, bien visibles uniquement au moment de la survenue de l'accident
		<ul style="list-style-type: none"> • Elles se révèlent dans la genèse plus profonde de l'accident 	

Figure 1

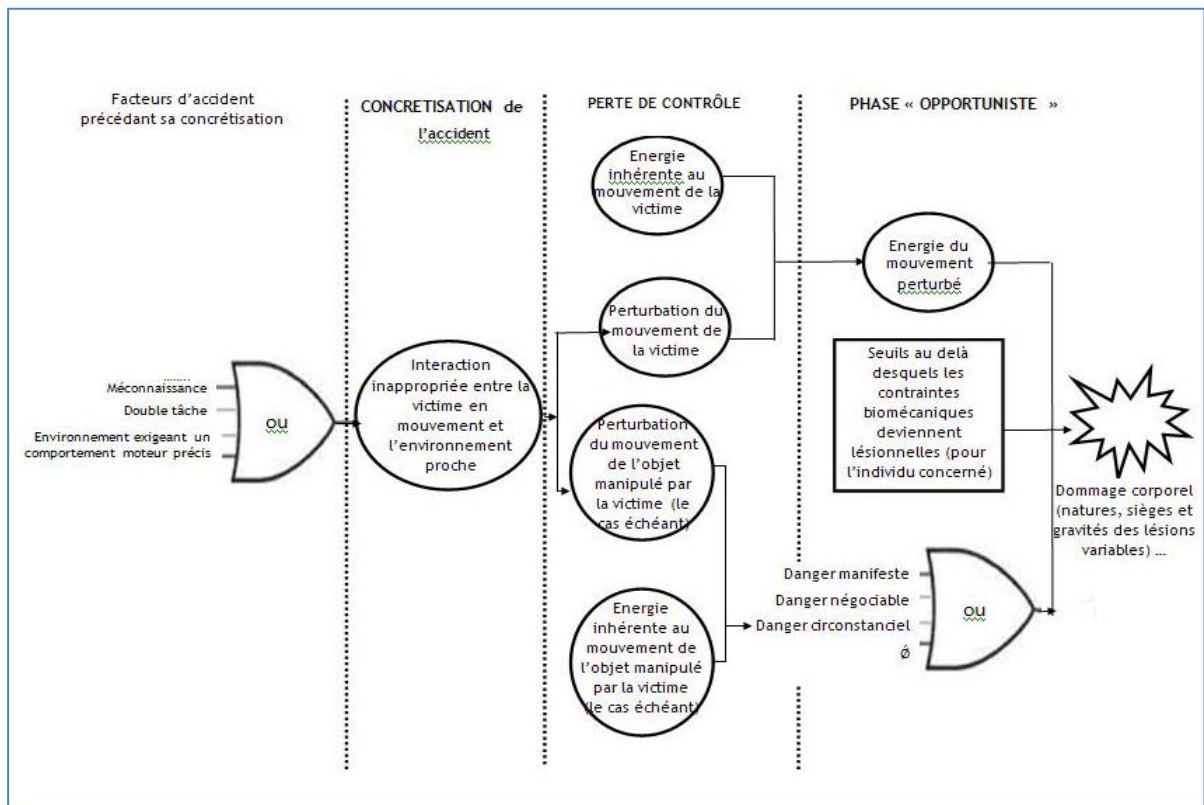


Figure 2

