Apports de l'ergonomie à la prévention des risques technologiques majeurs : analyse du travail et dimensions organisationnelles dans une installation classée à hauts risques

Sophie Capo, Gérard Vallery, Myriam Merad

▶ **To cite this version:**

Sophie Capo, Gérard Vallery, Myriam Merad. Apports de l'ergonomie à la prévention des risques technologiques majeurs : analyse du travail et dimensions organisationnelles dans une installation classée à hauts risques. 44. Congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française "Ergonomie et organisation du travail" (SELF 2009), Sep 2009, Toulouse, France. ineris-00973353

HAL Id: ineris-00973353

https://ineris.hal.science/ineris-00973353

Submitted on 4 Apr 2014

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.

Apports de l'ergonomie à la prévention des risques technologiques majeurs : analyse du travail et dimensions organisationnelles d'une installation classée à hauts risques

Sophie Capo

Doctorante,
17 rue Frédéric Sauton
75005 Paris, France
Sophie.capo@gmail.com

Gérard Valléry

Professeur des Universités
Ergonome,
Université de Picardie Jules Verne - Laboratoire de Psychologie Appliquée EA 4298, France
gerard.vallery@wanadoo.fr

Myriam Merad

Ingénieur/ Chercheur
INERIS BP 2
F60550 Verneuil en Halatte, France
myriam.merad@ineris.fr

L'objet du présent article est l'analyse de l'utilisation effective d'un système numérique de contrôle commande et de la gestion des risques dans une installation classée SEVESO II en interrogeant les questions liées à l'organisation. Appliquée à la prévention des risques technologiques majeurs, notre approche s'intéresse à la dimension humaine, technologique et organisationnelle de la prévention dans une perspective diachronique, envisageant à la fois les interactions entre ces trois dimensions, mais aussi leurs évolutions dans le temps.

Mots-clés : risques technologiques majeurs, analyse de l'activité, dimensions humaines de la gestion des risques.

Introduction : les risques technologiques majeurs

Notre recherche a pour sujet les industries dont les installations sont dites à risque et regroupées sous le concept législatif *d'Installations Classées pour la Protection de l'Environnement* (ICPE). Elles ont toutes au moins un point commun : elles utilisent, stockent ou fabriquent des *substances dangereuses*. Ces substances sont à l'origine des dangers et des risques engendrés par ces activités industrielles, qui peuvent s'exprimer selon trois types de phénomènes génériques : explosifs, incendiaires et toxiques. Les phénomènes dangereux qui nous intéressent sont des accidents de grande ampleur. Ils peuvent être qualifiés de majeurs ou de catastrophiques et sont généralement mis en opposition, dans le domaine du travail et plus particulièrement dans le domaine des systèmes technologiques à hauts risques, aux accidents qui touchent essentiellement l'intégrité des travailleurs. Dans ce dernier cas, les préventeurs emploient souvent les *termes d'hygiène, de santé et de sécurité au travail*. Mais, les accidents ici concernés dépassent le seul impact sur les travailleurs et sur les entreprises, touchant fortement l'environnement, compris au sens large (incluant les populations), à l'extérieur des installations industrielles.

Les publications et les études des risques technologiques ont vu émerger le concept d'organisation depuis de nombreuses années. Reason (1993) exposait une conception globale de la causalité des accidents[1] pour souligner l'importance de la dimension organisationnelle dans la sécurité des

[1] En 1997, Reason utilisera la notion « d'accident organisationnel » pour qualifier cette conception globale de la causalité des accidents dans les systèmes technologiques complexes.

systèmes technologiques complexes. Dans la continuité de ses travaux, nous avons choisi d'aborder l'organisationnel, à travers une recherche de terrain, sous deux angles de vue :

- l'impact des choix de conception du SNCC sur les risques accidentels majeurs ;
- la gestion plus globale des risques au sein de l'entreprise.

Problématique

L'analyse des activités de terrain comme contribution à une démarche de prévention

Nos travaux de recherche interrogent la place « du facteur humain » et les apports de l'analyse du travail dans la gestion des risques majeurs dans les installations industrielles, en vue d'une meilleure prévention. Ceci consiste, d'une part, à faire un état « des pratiques » de la prise en compte actuelle du facteur humain dans les industries de ce type, et d'autre part, à mettre en œuvre les démarches méthodologiques de l'ergonomie en vue de démontrer en quoi des analyses de l'activité des acteurs impliqués (opérateurs de conduite, essentiellement) permettent d'identifier des facteurs de risques accidentels majeurs et de proposer des solutions opérationnelles de prévention. Par solutions opérationnelles nous désignons plus particulièrement l'ensemble de dispositions organisationnelles qui visent à prévenir l'occurrence, à diminuer la gravité ou à limiter les conséquences d'un accident de grande ampleur. Afin d'évaluer la sécurité d'une entreprise à risques un certains nombre d'outils sont prévus dans le cadre réglementaire comme, par exemple :

- les études de dangers qui comportent des analyses de risques ;
- le retour d'expérience ;
- les audits ;
- les inspections des installations classées.

Les réglementations en matière de sécurité, si elles sont nécessaires, ne sont pas suffisantes. Des zones d'incertitude existent toujours, par exemples : des violations plus ou moins habituelles de procédures ou de règles, qui ne sont pas nécessairement connues des responsables de la sécurité, par les opérateurs ou pouvant être sous le coup d'une illusion de leur maîtrise. Ainsi, bien que la prévention des risques majeurs soit en France principalement conduite à partir de connaissances techniques, ces démarches de prévention pourraient être améliorées grâce aux apports de l'ergonomie.

Principalement appliquée à une installation industrielle classée Seveso II, une partie de nos investigations de terrain nous a permis d'analyser l'évolution de l'utilisation d'un système numérique de contrôle commande (SNCC) récemment implanté sur cette entreprise appartenant à l'industrie chimique. Nous avons réalisé cette analyse conjointement à l'analyse du processus de gestion des risques *in situ* et de la conception du SNCC.

L'analyse de l'activité dans la perspective de la prévision des accidents majeurs, permet d'interroger les capacités de pronostic accidentel des démarches de l'ergonomie et leurs limites, en cherchant à identifier des connaissances ou des démarches complémentaires. Dans cette perspective, il est nécessaire de considérer la dimension historique des installations et leurs dispositifs technologiques de production. Il est également indispensable d'élargir le champ d'investigation en incluant l'organisation plus globale de l'entreprise et plus particulièrement l'ensemble des activités participant à la gestion des risques, au-delà des systèmes techniques de production, de sécurité et de leur utilisation directe. Toutefois il est aussi fondamental d'enrichir les connaissances issues du terrain en puisant dans les leçons issues d'analyses de grands accidents. Une analyse des accidents passés permet d'interroger à un autre niveau la sécurité. Des caractéristiques technologiques potentiellement accentogènes sont révélées ou confirmées. Mais les analyses fines d'accidents sont rares ou non disponibles, souvent soumises à confidentialité ou faisant l'objet d'analyses succinctes par faute de ressources temporelles, de connaissances ou de compétences, etc.

L'analyse de l'organisation d'un point de vue historique et systémique

Une perspective systémique sous-entend, bien entendu, l'interaction mais aussi la transformation dans le temps du système considéré (Le Moigne, 1994, 1999). La sécurité des systèmes technologiques peut évoluer avec le temps vers des limites à risques, sous la pression de contraintes économiques, de contraintes liées aux conditions de travail et aux caractéristiques des limites humaines (Rasmussen, 1997 ; Rasmussen & Svedung, 2000 ; Amalberti, 2001). Cette migration débuterait dès les décisions de conception, en passant par l'implantation, pour se prolonger avec l'utilisation, la maintenance (Fadier, De la Garza, & Didelot, 2003), voire jusqu'au démantèlement des systèmes de production. Ainsi, les facteurs d'évolution de la sécurité, susceptibles de pousser un système technologique complexe à risque jusqu'à l'occurrence catastrophique, concernent l'ensemble de son cycle de vie, de sa conception jusqu'à son démantèlement. En suivant l'hypothèse diachronique de la migration des systèmes complexes à risques, il semble nécessaire de rechercher ces facteurs de migration, mais aussi les facteurs d'adaptation pour le maintien de la sécurité.

À chacune des phases du cycle de vie d'un équipement de travail ou d'une installation industrielle, l'humain est présent, qu'il soit concepteur, opérateur de conduite ou de maintenance, ingénieur en sécurité des procédés, acteur d'analyses de risques, inspecteur des installations classées ou encore législateur. Tout au long du cycle de vie d'un système technologique, l'homme est potentiellement une source de fiabilité ou, au contraire, *d'infiabilité*.

Dans le cadre de cette recherche, les systèmes complexes à risques sont considérés comme des systèmes en transformation, soumis à des évolutions dynamiques entre éléments technologiques et humains. Le niveau de fiabilité initial défini à la conception d'un système, même alors jugé *acceptable*, ne sera jamais parfait et sera *modifié* dans le temps. Parce que les opérateurs développeront des routines non conformes aux attentes des concepteurs, parce que le système vieillira, parce que des pressions économiques nouvelles, etc. Ce sont les déterminants des évolutions qui sont visées par cette recherche, selon deux perspectives. D'une part, la définition du niveau initial de conception des dispositifs technologiques et, d'autre part, l'évolution de leur utilisation au cours des activités de travail dans l'industrie. On se centrera tout particulièrement sur la phase primordiale de fonctionnement et d'utilisation de ces systèmes.

Inéluctable évolution des systèmes complexes à risque

Étant donné *les changements permanents des systèmes technologiques* à risques, il apparaît nécessaire de rechercher les sources de transformation dans l'ensemble du système et leurs modes de propagation jusqu'aux situations opérationnelles de production. Ces sources d'évolution peuvent être des *facteurs de risques* ou, au contraire, des *facteurs de sécurité ou de résilience*[2] maintenant le système à l'intérieur de limites acceptables de sécurité.

Du point de vue des espaces opérationnels de travail et de leurs modes de régulation, trois dimensions principales peuvent être identifiées comme sources de sécurité ou de dangerosité des systèmes : la dimension individuelle, la dimension technique et la dimension organisationnelle. La dimension humaine nous intéresse principalement (elle-même pouvant être définie dans ses dimensions physique, cognitive, sociale et culturelle), mais elle ne peut pas être considérée indépendamment des deux autres dimensions, la dimension technique (elle-même composée des dispositifs de travail, des interfaces et des procédures) et la dimension organisationnelle (qui comprend les conditions et l'organisation du travail, les formations du personnel et les communications au sein de l'organisation et entre les collectifs de travail).

[2] Par résilience, nous entendons la capacité d'une organisation à maintenir et poursuivre son activité malgré les défaillances et les aléas du système.

En abordant la prévention des accidents, quelle que soit la nature des accidents à prévenir (de grande ampleur, du travail, de la route, du domaine médical, etc.), deux solutions génériques et complémentaires sont généralement envisagées. L'une est tournée vers le passé, tandis que l'autre envisage l'avenir : l'analyse d'accidents et la prévision d'événements futurs probables. La première solution consiste à analyser les événements passés, afin d'en extraire des connaissances (généralement les facteurs causaux d'accidents), qui seront exploitées pour prévenir une occurrence ultérieure. Ceci présuppose que des causes ou des facteurs de risques soient identifiés et qu'ils aient un caractère de récurrence. Cette démarche, aussi fructueuse soit-elle, n'est cependant pas suffisante pour deux raisons. La première est que les causes ou les facteurs accidentogènes peuvent ou non se répéter dans le temps. Leur pouvoir prédictif et leur utilité pour la prévention ne sont donc pas garantis. La seconde est que l'utilité de l'identification de tels facteurs est fortement dépendante du niveau de spécificité ou de généralisation. Il sera alors question de facteurs génériques (comme les pressions de production, la charge de travail, le stress, etc.) pour être bien ciblés. Ou au contraire, il sera question de facteurs ou d'une succession de faits très spécifiques qui ne se retrouveront pas nécessairement dans d'autres situations accidentelles. La deuxième solution préventive, tournée vers l'avenir plutôt que vers le passé, consiste à utiliser une démarche prospective en tentant *d'imaginer* quels sont les événements dommageables susceptibles de survenir. Il ne suffit plus d'analyser le passé pour envisager l'avenir, mais il faut aussi créer des situations d'analyses propres à anticiper les situations d'exploitation d'un système technologique à risques pouvant engendrer des aléas potentiels (Adamski, & Westrum, 2003 ; Westrum, 2006). Dans cette démarche prospective, deux faces doivent être envisagées : celle des facteurs de sécurité et d'adaptation, afin de les confronter, et celle des facteurs de vulnérabilité ou de fragilité, pouvant s'opposer à l'adaptation adéquate du système ou à sa résilience face à l'adversité de facteurs contraignants ou accidentogènes.
La complémentarité de ces deux points de vue est l'une des clefs de la prévention. Dans les deux cas, cinq niveaux seront déterminants : les informations recueillies, leur traitement, la formalisation et la communication des interprétations, ainsi que les actions opérationnelles qui en découleront.

Le cycle de vie des expériences et des connaissances

Il semble important de comprendre comment les expériences, en tant que sources de connaissance, évoluent avec les installations à risques, avec les changements technologiques et les changements organisationnels du travail. Si l'on interroge le rôle de l'expérience dans une perspective temporelle, il apparaît alors indispensable d'en questionner l'évolution : comment les expériences se créent, se transforment et se perdent. Issues d'expériences individuelles, les connaissances peuvent potentiellement se perdre, par exemple, si l'on considère les rotations de personnel, les départs en retraite ou de manière différente, si l'on observe la confrontation des individus à de nouveaux dispositifs techniques, pour lesquels les expériences passées peuvent se révéler obsolètes, au moins partiellement ou de manière transitoire. Il est surtout question de rechercher comment ces expériences peuvent se transformer en connaissances utiles à la gestion des risques. La potentialisation des expériences en connaissances utiles à la sécurité s'inscrit dans une dimension qualifiable d'organisationnelle. Ceci revient à savoir comment les entreprises, et plus largement les organisations impliquées dans la prévention, parviennent à tirer parti d'expériences multiples et plus ou moins individuelles. Il semble également important de rechercher les connaissances effectivement utilisées dans la gestion de la sécurité qu'elles soient liées aux métiers, aux domaines scientifiques, etc. L'objectif principal est de mettre à jours les axes forts de cette dynamique de l'expérience et les axes problématiques, afin de les maintenir, d'une part, et de les améliorer, d'autre part.

Mise en perspective avec l'hypothèse diachronique, la question de l'expérience et des connaissances des acteurs se décline tout au long du cycle de vie d'une installation industrielle, en débutant par la conception, puis en passant par son implantation, pour se prolonger avec l'utilisation, la maintenance et le démantèlement des systèmes de production.

Démarche méthodologique générale

Champ des investigations

Afin de comprendre en quoi l'organisation joue un rôle fondamental dans la gestion de la sécurité, nous avons inclus au champ d'investigation : la conception du SNCC, son utilisation effective, ainsi que la gestion plus globale des risques au sein de l'entreprise[3]. De plus, grâce à l'analyse de rapports de grands accidents, nous avons mis en perspective ces analyses de terrain (voir *figure 1a*, pour une présentation globale du champ d'investigation).

Démarche méthodologique mise en œuvre pour réaliser l'analyse de l'utilisation effective d'un Système Numérique de Contrôle Commande (SNCC) et de la gestion des risques

La démarche méthodologique que nous avons adoptée en vue de comprendre le fonctionnement, la dynamique, les logiques internes et le devenir de l'installation est présentée par la *figure 1b*. Elle est utilisée pour la réalisation de l'analyse ergonomique et est qualifiée de *démarche clinique* (Clot & Leplat, 2005), dans la mesure où elle est fondée sur une étude de cas : une analyse du travail dans sa complexité, mais aussi dans sa temporalité (Leplat, 2002). La démarche utilisée ici est proche du concept méthodologique *de convergence des preuves*[4] (Yin, 2003) qui distingue six sources de données : les documents, les traces de l'activité enregistrée par l'entreprise, les entretiens, l'observation participative[5], l'observation directe des activités et celle des dispositifs techniques. Chaque approche méthodologique comportant ses limites et ses avantages, la confrontation des résultats de chacune d'elles permet de consolider l'élaboration d'un diagnostic en *triangulant* les données issues de chaque source pour chaque phénomène étudié, même si une telle démarche est relativement coûteuse en temps (Yin, 2003, *ibid*.). De plus, au cours de la triangulation des données, l'analyse et la formulation d'hypothèses sont guidées par les données recueillies et par leurs analyses (Mac Leod, 2003).

La démarche méthodologique mise en œuvre s'inscrit, de même, dans le concept de triangulation (Le Moigne, 1994) car nous nous intéressons non seulement aux caractéristiques du système et à son fonctionnement, mais aussi à son histoire (sa genèse et son devenir).

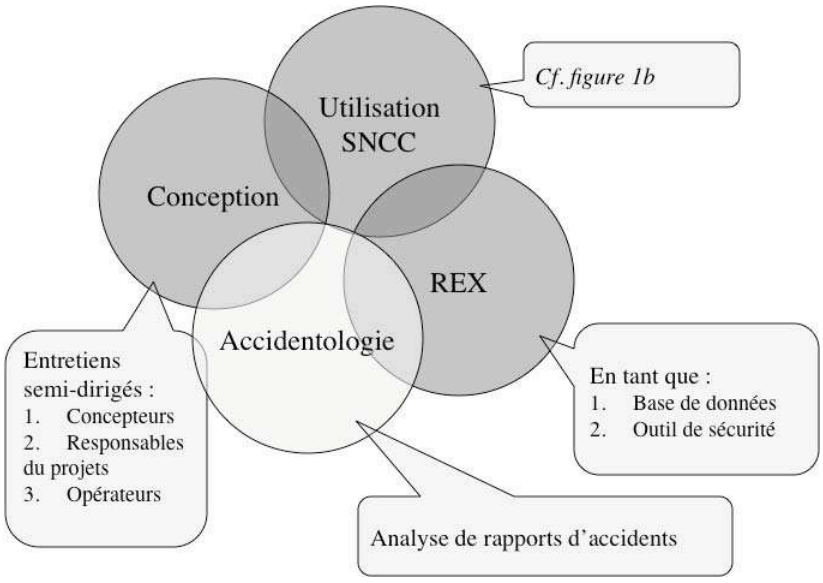

Figure 1a : champ globale des investigations.

[3] La gestion des risques *in situ* inclut notamment la gestion du retour d'expérience.
[4] Traduit de l'Anglais : « *convergence of evidence* ».
[5] La démarche participative n'est pas véritablement appliquée ici.

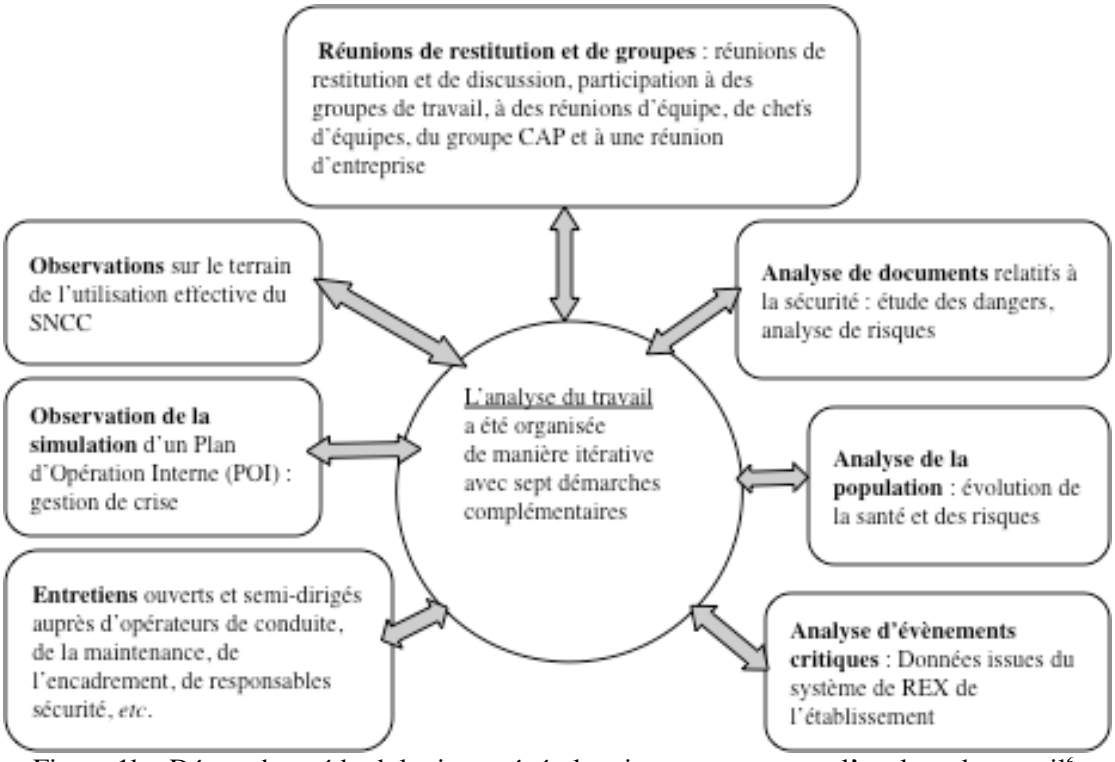

Figure 1b : Démarche méthodologique générale mise en œuvre pour l'analyse du travail[6].

Les analyses ont porté sur différentes catégories relatives au SNCC et à son utilisation, surtout en lien avec la sécurité : les caractéristiques des alarmes et de leur gestion, l'établissement des diagnostics, l'utilisation des modes manuels et la gestion des situations d'urgence font partie des principaux thèmes de recherche. Ils ont été envisagés en fonction de la gestion de la sécurité, en considérant les dimensions du SGS, dont : l'identification et l'évaluation des risques d'accidents majeurs, la maîtrise des procédés et de l'exploitation, la formation et l'organisation des opérateurs. Ces thèmes et ces dimensions se sont parfois imposés comme des facteurs critiques du point de vue de la sécurité, au cours de l'analyse ergonomique.

Le recueil de données

Les investigations de terrain ont ciblé les relations entre les procédés de production et l'utilisation du SNCC. Les activités principalement visées sont celles des opérateurs en charge de la supervision des procédés. Les analyses portent sur l'utilisation du SNCC et la gestion de la sécurité. Des activités parallèles à la conduite comme, par exemple, la maintenance et des activités extérieures à la salle de contrôle font également partie des analyses, dans la mesure où elles concourent aussi à la sécurité du système.

Au total, 30 visites in situ ont été effectuées, dont trois lors de postes de nuit. La présence sur le terrain a été l'occasion de suivre les activités effectives de travail en considérant les caractéristiques des dispositifs techniques, en relation avec la gestion des dangers. Ce temps d'investigation a été aussi l'occasion d'obtenir des informations relatives aux points de vue des acteurs de l'entreprise sur les différents thèmes abordés lors des entretiens, ainsi que lors des réunions de restitution et de groupes. Ce temps passé sur le site a aussi permis de recueillir ou de consulter des documents internes à l'entreprise. Nous avons conduit un total de 33 entretiens ciblés sur les thématiques abordées aux cours des analyses. Nous avons aussi participé à 17 réunions.

[6] Le groupe CAP comprend les acteurs de l'entreprise (opérateurs et encadrement de proximité) ayant participé au projet de conception du SNCC.

L'observation des activités de travail sur le terrain a eu lieu avec cinq équipes en travail posté, avec la contribution de l'équipe d'encadrement. Nous avons observé un total de 20 postes, dont trois de nuit ainsi que l'observation de la simulation d'un POI[7]. À la périphérie de ces observations, nous avons également conduit des entretiens auprès des opérateurs, des chefs d'équipes et d'opérateurs de la maintenance. Ces entretiens, environ 60, sont généralement de courte durée, de l'ordre de 5 à 20 minutes. Aucun de ces entretiens n'a pu être enregistré, mais ils ont fait l'objet de prises de notes.

Résultats et discussion

Les résultats globaux en cours de consolidation portent, notamment, sur les caractéristiques et l'utilisation des synoptiques du SNCC (alarmes, codes et dénominations, modes manuels de conduite), ainsi que sur la gestion plus globale des risques dans l'entreprise. La mise en œuvre de la triangulation, dans une démarche itérative d'articulation de 7 méthodes complémentaires que nous avons présentée, nous a permis de confronter les différentes sources de données, validant et invalidant ainsi les hypothèses formulées au cours des analyses et au cours de l'évolution de l'utilisation du SNCC.

La communication finale présentera les résultats issus de l'analyse du travail en considérant principalement les dimensions organisationnelles impliquées dans la gestion des risques. Ainsi, nous mettrons en perspective cette dimension en soulignant l'intérêt des dimensions historique et systémique. Nous présenterons les résultats et les interrogations, issus de la démarche mise en œuvre, et relatifs à l'impact des choix de conception sur l'utilisation du SNCC et la manière dont les risques qui en dépendent sont gérés ou non par le système de gestion de la sécurité. Nous articulerons ainsi des points de vue issus de la conception, puis de l'utilisation du système et enfin de la gestion des risques au niveau de l'entreprise.

Remerciements

Nous tenons à remercier le Ministère en charge de l'Environnement pour le financement de cette recherche.
Nous tenons également à remercier, à titre individuel, Jean-Claude Sperandio et Cecilia De la Garza qui ont co-encadré cette thèse à ses débuts, et à titre collectif le Laboratoire d'Ergonomie de l'Université Paris-Descartes.

Bibliographie

Adamski, A.J., & Westrum, R. (2003). Requisite imagination: the fine art of anticipating what might go wrong. In, E., Hollnagel. *Handbook of Cognitive Task Design*. Mhawah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 193-220.

Amalberti, R. (2001). *La conduite de systèmes à risques*. Paris: PUF, Le Travail Humain. (Première édition, 1996).

Clot, Y., & Leplat, J. (2005). La méthode clinique en psychologie du travail. *Le Travail Humain,* 68, 4, 289-316.

Fadier, E., De la Garza, C., & Didelot, A. (2003). Safe design and human activity: construction of a theoretical framework from an analysis of a printing sector. *Safety Science,* 41, 759-789.

Le Moigne, J.-L. (1994). *La théorie du système général : théorie de la modélisation,* nouvelle présentation 2006. Collection les Classiques du Réseau Intelligence de la Complexité. (www.mcxapc.org).

[7] Plan d'opération interne (ou plan d'urgence).

Le Moigne, J.-L. (1999). *La modélisation des systèmes complexes*. Paris : Dunod. (Première édition, 1990).

Leplat, J. (2002). De l'étude de cas à l'analyse de l'activité. *Pistes*, 4, 2, 1-31. (http://www.pistes.uqam.ca/v4n2/articles/v4n2a8.htm).

Rasmussen, J. (1997). Risk management in a dynamic society: a modelling problem. *Safety Science*, 27, 2, 3, 183-213.

Rasmussen, J., & Svedung, I. (2000). *Proactive Risk Management in a Dynamic Society*. Karlstad, Sweden: Swedish Rescue Services Agency.

Reason, J. (1993). *L'erreur humaine*. Paris : PUF, Collection Le Travail Humain. (Edition originale, 1990).

Reason, J. (1997). *Managing the risks of organizational accidents*. Aldershot, UK: Ashgate.

Westrum, R. (2006). All coherence gone: New Orleans as a resilience faillure. In, E., Hollnagel, & E. Rigaud. *Proceeding of the second resilience engineering symposium*. 8-10 novembre, 2006, Antibes-Juan-Les-Pins, France. Mines de Paris: Collections Sciences Économiques et sociales, 333-341.

Yin, R.K. (2003). *Case study research design methods, third edition*. Thousand Oaks: Sage Publications. Applied Social Methods Series, Vol. 5.