

LES CAHIERS

2008-05

DE LA SÉCURITÉ INDUSTRIELLE

LE RETOUR D'EXPÉRIENCE

**FACTEURS
SOCIO-CULTURELS
DU REX : SEPT ÉTUDES
DE TERRAIN**

**ÉQUIPES DU PROGRAMME
REX FonCSI**

LA *Fondation pour une Culture de Sécurité Industrielle* (FonCSI) est une Fondation de Recherche reconnue d'utilité publique par décret en date du 18 avril 2005. Elle a pour ambitions de :

- ▷ contribuer à l'amélioration de la sécurité dans les entreprises industrielles de toutes tailles, de tous secteurs d'activité ;
- ▷ rechercher, pour une meilleure compréhension mutuelle et en vue de l'élaboration d'un compromis durable entre les entreprises à risques et la société civile, les conditions et la pratique d'un débat ouvert prenant en compte les différentes dimensions du risque ;
- ▷ favoriser l'acculturation de l'ensemble des acteurs de la société aux problèmes des risques et de la sécurité.

Pour atteindre ces objectifs, la FonCSI favorise le rapprochement entre les chercheurs de toutes disciplines et les différents partenaires autour de la question de la sécurité industrielle : entreprises, collectivités, organisations syndicales, associations. Elle incite également à dépasser les clivages disciplinaires habituels et à favoriser, pour l'ensemble des questions, les croisements entre les sciences de l'ingénieur et les sciences humaines et sociales.

Les travaux présentés dans ce rapport sont issus de projets de recherche financés par la FonCSI. Les propos tenus ici n'engagent cependant que leurs auteurs.

Fondation pour une Culture de Sécurité Industrielle

Fondation de recherche, reconnue d'utilité publique

<http://www.FonCSI.org/>

6 allée Émile Monso – BP 34038
31029 Toulouse cedex 4
France

Téléphone: +33 534 32 32 00
Twitter: @LaFonCSI
Courriel: contact@FonCSI.org

Synopsis

Title Sociocultural Success Factors for Operational Experience Feedback : Seven Field Studies

Keywords industrial safety, operational experience feedback, learning from experience, lessons learned

Author Research teams from the FonCSI programme *Operational Experience Feedback*

Publication date September 2008

Over the years, high-risk industries have put in place various activities to learn from experience (operational experience feedback, learning from accidents, organizational learning) whose aim is to identify incidents, anomalies and events where operation deviates from the norm, to analyse their causes, the circumstances that lead to the incident, the consequences or potential consequences of the event, and the lessons that can be learned from the situation.

A working party on this subject composed of representatives from French industry met a dozen times in 2004 and 2005, allowing participants to present and compare best practices, problems and gaps between practice and objectives. Discussions in the group highlighted the diversity of different companies' practices in management of experience feedback. While the companies participating considered that the technical aspects of the problem (use of database tools to aid incident reporting, analysis of the technical origin of incidents) were well managed, some common themes were identified as causing problems, reflecting a need for research in this field.

The FonCSI launched a Call for Proposals in 2005, with a budget of 1.3 M€. The aim of the research programme is to produce knowledge and to identify best practices in the field of operational experience feedback. Among the selected projects, the FonCSI funded seven PhD theses, each of them involving a significant amount of fieldwork in different industrial sectors.

Industrial companies from different fields of activity opened some of their sites to the researchers :

- ▷ energy and metallurgy : EDF, Arcelor-Mittal ;
- ▷ chemicals, petrochemicals and pharmacy : Total, Arkema, sanofi-aventis ;
- ▷ transport : SNCF, RATP, Airbus, airlines.

The current document introduces the research projects of the seven PhD students, presenting the industrial context, the theoretical background that they will apply to the question of lessons-learned analysis, their methodology and the expected contribution of their work to the improvement of operational experience feedback.

The first two chapters focus on **psycho-sociological factors determining human behaviours** related to safety at work :

- ▷ Socio-cognitive biases and their potential for interference with operational experience feedback among workers from two nuclear and a two chemical plants : **Safiétou Mbaye**, within the team of **Dongo Rémi Kouabenan** (LIP, Grenoble University, France) and **Philippe Sarnin** (Social Psychology Department, Lyon University, France) ;
- ▷ Safety assumptions and evolution of safety models in aviation (aircraft design and manufacturing, airline operations, maintenance operations and air traffic management) : **Kyla Steele**, from the team of **Jean Pariès** (Dédale, France), **René Amalberti** (Haute Autorité de Santé, France) and **Erik Hollnagel** (CRC, Mines-ParisTech, France).

The third and fourth chapters raise the issue of **weak signals and their management** in operational experience feedback systems :

- ▷ Detection and management of weak signals in both a petrochemical and a metallurgical plant : **Ève Guillaume**, in the group of **Floor Koornneef** and **Andrew Hale** (Safety Science Group, Delft Technological University, The Netherlands), in collaboration with **Jean-Christophe Le Coze** and **Nicolas Dechy** (INERIS, France) and **Yves Dien** (EDF R&D, France) ;
- ▷ Integration of weak signals in the health and safety management system of a pharmaceutical company : **Ambre Brizon**, within the team of **Jean-Luc Wybo** (CRC, Mines-ParisTech, France) and **Marc Poumadère** (Institut Symlog, Paris, France).

In the fifth chapter, **Céline Tea**, working with **Bertrand Munier** (GRID, ENSAM/ESTP, France), highlights the decision-support dimension of operational experience feedback in risk management. One of her objectives is to design a decision support system for managers in rail transportation.

The sixth and seventh chapters look into the **effects of increasing complexity** of industrial systems due to network organisation on operational experience feedback and knowledge management in safety :

- ▷ Identification and implementation of good practices for operational experience feedback in the rail industry : **Stéphanie Tillement**, from the team of **Thomas Réverdy** and **Céline Cholez** (PACTE, Grenoble University, France) ;
- ▷ Inter-organizational learning in aircraft co-design projects : **Colin Lalouette**, within the group of **Bernard Pavard** (GRIC-IRIT, Toulouse, France) and **Jean-Marie Jacques** (Namur University, Belgium).

The present document was written at the half-way point of FonCSI's research programme on operational experience feedback. Another document presenting the projects' results and operational solutions to improve experience feedback and therefore safety management will be published in 2009.

Avant-propos

Depuis de nombreuses années, les industries exerçant des activités à risques ont mis en place des dispositions de retour d'expérience (REX) ayant pour vocation de se saisir de tout événement considéré comme un écart, une anomalie, pour en déterminer les causes, les circonstances et enchaînements qui y ont conduit, les conséquences qui en ont résulté, et pour en tirer les enseignements permettant d'en prévenir la répétition.

Pour ce qui concerne la FonCSI et l'Institut pour une Culture de Sécurité Industrielle (ICSI), le REX constitue un élément cardinal :

- ▷ par ses multiples dimensions et l'ensemble des questions qu'il soulève, il interroge, ou devrait interroger, les différentes dimensions de la « culture de sécurité » ;
- ▷ il constitue un élément de partage et d'échange pour les différents partenaires de la sécurité industrielle.

Un Groupe d'échange sur le thème du REX a été lancé par l'ICSI en 2004 afin de permettre l'enrichissement mutuel entre entreprises de secteurs d'activités diversifiées, par le partage des informations concernant les dispositions adoptées et les pratiques en vigueur dans chacune des sociétés représentées. Le groupe d'échange s'est réuni à une dizaine de reprises au cours des années 2004 et 2005, et a permis aux représentants industriels de présenter et comparer leurs pratiques, leurs préoccupations et leurs insatisfactions. Des chercheurs de différentes disciplines scientifiques ont également participé aux réunions. Les travaux du groupe d'échange ont mis en évidence une grande richesse des pratiques de retour d'expérience. Bien que les entreprises participantes estiment maîtriser les aspects techniques du REX (recueil, remontée et analyse des incidents), les réflexions menées au sein de ce groupe ont fait apparaître des thèmes où les connaissances faisaient défaut :

- ▷ les facteurs socioculturels de réussite du retour d'expérience,
- ▷ le lien entre retour d'expérience et responsabilité (lien entre erreur et faute et mise en cause potentielle des acteurs de l'entreprise au sein de celle-ci ou de celle-ci vis-à-vis des pouvoirs publics),
- ▷ l'apport potentiel du retour d'expérience en matière d'information, de communication et de concertation tant dans les relations internes à l'entreprise que dans les relations de celle-ci avec l'extérieur.

Elles renvoient à des sujets concernant :

- ▷ le type de REX pratiqué : préventif (attention portée aux signaux faibles), correctif, positif (diffusion de bonnes pratiques) ;
- ▷ les domaines couverts par le REX (réglementaire, accidents du travail, risques majeurs, par métiers, par filières techniques...);
- ▷ les acteurs et modalités de gestion du REX (typologie des événements gérés, acteurs concernés, base de données, indicateurs...);
- ▷ les fondements du REX et éléments de cohérence et de pérennité (politique, valeurs et objectifs de l'entreprise et de l'établissement en matière de sécurité, organisation et structures, processus techniques, procédures...);
- ▷ l'évaluation du retour d'expérience (critères pour cerner les notions de réussite ou d'échec, actions en retour...).

Dans le cadre de son Appel à Propositions de Recherche 2005, la FonCSI a eu pour objectif de contribuer à améliorer les connaissances dans ce domaine, en conviant les chercheurs à analyser ces différentes pratiques et expérimentations, à les mettre en relation et à réaliser un travail de synthèse susceptible de contribuer à une meilleure approche du retour d'expérience (voire de procédures alternatives). Il s'agit d'une part de chercher à améliorer la sécurité au sein des entreprises en ayant une meilleure connaissance des pratiques de retour d'expérience.

Il s'agit d'autre part, de façon liée, de s'interroger sur les modalités de partage du retour d'expérience en lien avec les différentes attentes s'exprimant aujourd'hui à l'égard des entreprises à risques.

Parmi les projets sélectionnés, la majorité s'inscrit dans le cadre d'une convention industrielle de formation par la recherche (thèse CIFRE). La FonCSI finance ainsi depuis 2005 les thèses de sept doctorants, dont la première partie du travail est exposée dans le document présent. Témoinnant de leur intérêt pour des thématiques correspondant à leurs attentes, des partenaires industriels ont accepté d'ouvrir un certain nombre de sites au travail des chercheurs. Ces sites concernent différents types d'activités :

- ▷ énergie et industrie de base : EDF, Arcelor-Mittal ;
- ▷ chimie, pétrochimie, pharmacie : Total, Arkema, sanofi-aventis ;
- ▷ transports : SNCF, RATP, Airbus, compagnies aériennes.

Un enjeu important de ce programme de recherche est de comparer les pratiques de ces différents secteurs industriels, afin de comprendre d'éventuelles différences culturelles, et d'identifier des pratiques transférables qui pourraient améliorer la sécurité.

Nous remercions les doctorants du programme REX, principaux auteurs de ce document, ainsi que les membres des équipes de recherche qui ont encadré leurs travaux. L'équipe FonCSI, Caroline Kamaté, Gilles Motet et moi-même, a également accompagné la rédaction et l'édition de ce cahier.

Éric Marsden, FonCSI
septembre 2008

Votre avis nous intéresse ! Pour tout commentaire ou remarque permettant d'améliorer ce document, merci d'envoyer un courriel à cahiers@FonCSI.org.

Table des matières

Avant-propos	vii
Introduction	1
Liste des abréviations	4
1 Retour d'EXpérience et explications naïves : étude dans les secteurs de la chimie et du nucléaire	5
1.1 Les difficultés rencontrées dans la mise en œuvre du REX	6
1.1.1 Les coûts du REX	6
1.1.2 Le manque d'opérationnalité et d'intégration des opérateurs au processus	8
1.1.3 Le poids des réactions défensives sur les processus de REX	9
1.2 Améliorer les processus de REX	10
1.2.1 Comprendre l'origine des biais dans les analyses d'accidents	10
1.2.2 Connaître les déterminants de l'attitude des acteurs vis-à-vis du REX .	11
1.2.3 Construire une véritable culture du REX	12
1.3 REX, explications naïves et perceptions des risques	13
1.3.1 Les explications naïves des causes des accidents dans les pratiques de REX	13
1.3.2 La perception des risques et l'attitude des acteurs vis-à-vis du REX . .	15
1.4 Conclusion et perspectives	17
2 La sécurité dans les transports aériens européens : idées reçues et nouvelles approches	19
2.1 Comprendre la sécurité dans l'aviation	20
2.1.1 La sécurité : savoirs et hypothèses	21
2.1.2 Est-il possible de mesurer et de contrôler la sécurité ?	21
2.1.3 Hypothèses de sécurité : remettre le <i>status quo</i> en question	22
2.1.4 Le chemin vers le changement est difficile	22
2.1.5 Le « bon sens » remis en cause par l'empirisme	24
2.2 Cartographie des croyances sur la sécurité dans le domaine de l'aviation	26
2.2.1 Méthodologie et apports attendus de l'étude	27
2.2.2 Limites inhérentes à l'étude	28
2.3 Approches précédentes	29
2.3.1 Le changement en réponse au changement	29
2.3.2 Les concepts de sécurité du passé, du présent et du futur	30
2.3.3 Caractérisation du paradigme existant	33
2.3.4 Adopter une méta-perspective : retourner le miroir sur soi	33
2.3.5 Travaux précédents sur les hypothèses de sécurité et le changement de paradigme	33
2.3.6 Synthèse de ces concepts-clés	37
2.3.7 Du pain sur la planche	38
2.4 Conclusion	39

3	Prise en compte des signaux faibles dans le management de la sécurité : diagnostic sur une raffinerie et un site métallurgique	41
3.1	Le REX des signaux faibles, le contexte	42
3.2	La prise en compte des signaux faibles par le SMS	43
3.2.1	Méthode de travail	43
3.2.2	Résultats attendus et premières hypothèses	46
3.3	Les approches existantes	48
3.3.1	Les signaux faibles et les autres disciplines : une notion émergente ?	48
3.3.2	Les principales contributions dans le domaine des risques, des accidents et de la sécurité industrielle	49
3.3.3	Positionnement scientifique de notre étude	51
3.4	Conclusion : premiers résultats et perspectives	51
3.4.1	Diagnostic préliminaire	51
3.4.2	Limites et nouvelles perspectives	54
4	Insertion des signaux faibles dans le système de management HSE d'une entreprise pharmaceutique	55
4.1	Importance de la gestion des signaux faibles	56
4.1.1	Définition des signaux faibles, origines et faux débats	56
4.1.2	La gestion des signaux faibles aujourd'hui	57
4.1.3	La gestion de l'HSE en France et chez sanofi-aventis	59
4.2	La politique de transparence nécessaire à la mise en place du REX	62
4.2.1	À l'origine de la prévention	62
4.2.2	La politique de transparence	63
4.2.3	Approche méthodologique	64
4.3	Méthodes et théories	64
4.3.1	Pour comprendre	64
4.3.2	Pour agir	66
4.4	Conclusion : critiques et positionnement	67
5	Retour d'expérience et système d'information pour la gestion des risques : proposition et expérimentation de nouvelles pratiques dans le monde ferroviaire	69
5.1	Le REX à la SNCF	70
5.1.1	Quelles pratiques de REX à la SNCF ?	70
5.1.2	Le REX dans sa dimension d'aide à la décision	71
5.2	Complémenter les pratiques actuelles dans le cadre d'une aide à la décision ?	75
5.2.1	Pourquoi construire une aide à la décision ?	76
5.2.2	Comment construire cette aide à la décision ?	76
5.3	Cadre conceptuel et démarche de recherche	77
5.3.1	Le REX, système d'information dans sa dimension d'aide au pilotage : clés de compréhension	77
5.3.2	Détails sur la démarche : présentation de l'aide à la décision	85
5.4	Premiers résultats et perspectives	85
5.4.1	Précisions sur le cas d'étude	85
5.4.2	Conclusion	87

6	Dynamiques d'apprentissage dans des systèmes industriels en réseau : étude dans l'industrie ferroviaire	89
6.1	Du retour d'expérience aux vulnérabilités des organisations par projet	90
6.1.1	Au centre de notre recherche : les grands projets de modifications	91
6.1.2	Premiers constats sur le REX à la RATP : points forts et limites	92
6.1.3	Démarche d'investigation	94
6.2	Améliorer la gestion des interfaces	100
6.2.1	Premier objectif : développer des éléments de méthode pour élargir le REX sur les incidents	101
6.2.2	Deuxième objectif : au-delà du REX, proposer un diagnostic organisationnel	102
6.2.3	Troisième objectif : mettre à jour les mécanismes informels de maîtrise des risques dans les projets	103
6.3	Du lien entre organisations par projet et maîtrise des risques	103
6.3.1	La théorie organisationnelle de la sécurité	103
6.3.2	Caractéristiques des organisations par projet décrites dans la littérature	105
6.3.3	La prise en compte des risques dans les organisations par projet	107
6.4	Conclusion : premiers résultats et perspectives	108
7	Sécurité industrielle et sous-traitance dans l'aéronautique : comment renforcer le REX ?	109
7.1	La sous-traitance dans l'aéronautique	110
7.1.1	L'entreprise étendue	110
7.1.2	La gestion des connaissances et le REX dans l'entreprise étendue	112
7.1.3	Le REX sur notre terrain industriel	113
7.2	Comment améliorer la fiabilité organisationnelle dans l'entreprise étendue ?	115
7.2.1	La maîtrise des risques dans l'entreprise étendue	115
7.2.2	Améliorer le REX inter-organisationnel	116
7.3	État de l'art sur les approches déjà existantes	118
7.3.1	Les approches classiques en gestion des connaissances	119
7.3.2	Les HRO ou Organisations à Haute Fiabilité	120
7.3.3	Le couplage faible	121
7.3.4	L'apprentissage organisationnel	122
7.3.5	Précision de la problématique et articulation de la thèse	123
7.4	Conclusion	125
	Bibliographie	127

Introduction

Le programme de recherche lancé par la FonCSI lors de son Appel à Propositions de Recherche de 2005 permet d'engager des réflexions sur les facteurs socio-culturels de réussite et d'échec du REX. La nature multidisciplinaire a pour objectif d'éclairer différemment le problème — sciences de la gestion, sciences humaines et sociales, ingénierie — et contribuer à l'enrichissement des connaissances en matière de sécurité industrielle et de maîtrise des risques technologiques. Cependant, la Fondation a également le souci d'ancrer les travaux de recherche qu'elle finance dans le monde industriel. En partenariat avec des industries aussi diverses que les transports, le nucléaire, la pétrochimie, la pharmacie et la sidérurgie, ces projets visent à produire des connaissances sur le REX. L'enjeu de ce programme de recherche est de taille car il s'agit, à partir de ces connaissances, de contribuer à l'amélioration du Système de Management de la Sécurité (SMS) des organisations.

Les doctorants du programme REX ne soutiendront leurs thèses qu'à partir de décembre 2008. Ce document, rédigé à mi-parcours, a pour vocation de présenter, pour chaque projet : la problématique sur le terrain, les objectifs et résultats attendus de leur recherche, le positionnement scientifique et les perspectives au regard des travaux préexistants. Quelques résultats préliminaires sont également exposés. Un second document, qui sera publié en 2009, présentera des propositions d'amélioration du REX.

Les deux premiers chapitres de ce document traitent des aspects socio-psychologiques déterminant les comportements humains liés à la sécurité sur le lieu de travail. Ils sont axés sur l'influence des facteurs sociaux et culturels, des croyances individuelles ou des idées reçues, d'une part sur l'explication que les personnes donnent aux incidents et accidents, et, d'autre part, sur la perception qu'elles ont d'un système sûr.

Safiétou Mbaye, au sein de l'équipe de **Dongo Rémi Kouabenan** (Laboratoire Inter-universitaire de Psychologie, Université de Grenoble) et de **Philippe Sarnin** (Département de Psychologie Sociale, Université de Lyon), réalise une étude d'envergure sur les personnels de deux usines chimiques et deux sites nucléaires. Elle se penche sur le fonctionnement socio-cognitif de tous les acteurs concernés (opérateurs, dirigeants, experts, sous-traitants ou représentants des entreprises intervenantes, *etc.*), en se fondant sur les perceptions et les explications qu'ils fournissent spontanément pour les incidents et les dysfonctionnements se produisant sur leur lieu de travail. Sa démarche qui consiste à mettre en évidence les biais défensifs qui apparaissent lors de l'analyse d'événements négatifs, a pour objectif de développer l'esprit critique et l'implication des différents acteurs dans les pratiques de REX et les programmes de sécurité.

Kyla Steele, dans l'équipe de **Jean Pariès** (Dédale), de **René Amalberti** (Haute Autorité de Santé) et de **Erik Hollnagel** (Centre de recherche sur les Risques et les Crises, Mines-ParisTech), effectue une étude transversale de l'influence des facteurs humains sur le REX et, plus largement, sur le management de la sécurité, dans quatre domaines de l'industrie aéronautique : la conception et la fabrication d'appareils, les opérations aériennes, la maintenance et la gestion du trafic aérien. Elle s'interroge sur l'idée de la sécurité que se font les personnes travaillant au cœur de ce système socio-technique déjà extrêmement sûr, mais où le besoin de progrès est perçu comme fort, et l'apport du REX actuel considéré comme perfectible. Son étude vise à décrypter les convictions, les idées reçues qui influencent l'attitude du personnel vis-à-vis de la sécurité, des débuts de l'aviation commerciale à nos jours. Le but est ainsi d'enrichir la compréhension de la notion de « modèle de sécurité », de fournir des outils aux opérationnels et notamment un guide rendant explicites certains de ces principes par des illustrations concrètes, cassant les idées reçues ayant cours dans l'aviation en démontrant comment celles-ci peuvent induire des comportements inappropriés et s'avérer ainsi dangereuses.

Les troisième et quatrième chapitres de ce document se focalisent sur la problématique complexe des signaux faibles sur des terrains industriels très différents, respectivement des sites à risque d'accident majeur (pétrochimie, métallurgie), et une industrie pharmaceutique.

Ève Guillaume, au sein d'une équipe composée de **Floor Koorneef** et **Andrew Hale** (Safety Science Group, Université Technologique de Delft, Pays-Bas), de **Jean-Christophe Le Coze** et **Nicolas Dechy** (INERIS¹) et d'**Yves Dien** (EDF R&D), réalise une étude exploratoire sur deux terrains, une raffinerie et un site métallurgique. C'est par une immersion dans le fonctionnement du système de management de la sécurité, par l'analyse des outils dont il dispose et par l'étude de cas concrets (scénarios d'incidents ou d'accidents, étude du fonctionnement normal, mais aussi scénarios de succès), qu'elle s'attache à établir un bilan de la prise en compte et du traitement des signaux faibles par le REX. À l'issue de ce diagnostic, l'objectif est de proposer des actions concrètes d'amélioration, l'analyse comparative des résultats obtenus sur les deux sites étudiés représentant un atout pour élargir le champ des enseignements et pour envisager un travail d'échange enrichissant pour les deux sites en termes de progrès dans le management de la sécurité.

Ambre Brizon, de l'équipe de **Jean-Luc Wybo** (Centre de recherche sur les Risques et les Crises, Mines-ParisTech) et de **Marc Poumadère** (Institut Symlog), s'intéresse quant à elle au management de l'hygiène et de la sécurité au sein d'une entreprise pharmaceutique. Dans un contexte où la fiabilité technique atteint des niveaux de complexité et de maîtrise élevés, elle conduit une recherche globale du suivi des signaux faibles. Ces signaux sont considérés comme potentiellement annonciateurs d'un accident ou d'une maladie professionnelle. Les acteurs qu'elle étudie sont des opérateurs de fabrication, leurs managers de proximité et les managers du central. Pour son travail, elle cherche à étudier la perception par les opérateurs de leur environnement, les anomalies qu'ils peuvent détecter. Elle étudie ensuite les modalités d'apprentissage et le contexte dans lequel ces acteurs de terrain s'inscrivent. Il s'agit du contexte de terrain, mais aussi de celui fixé *via* les stratégies et réglementations du central. Finalement, elle étudie les activités au sein desquelles ces signaux faibles doivent trouver leur place.

Le chapitre suivant introduit le travail de thèse de **Céline Tea**, du groupe de **Bertrand Munier** (Groupe de Recherche sur le Risque, l'Information et la Décision, ENSAM²/ESTP³) qui traite du processus décisionnel pour la gestion des risques dans le monde ferroviaire. Dans le cadre de cette étude, le REX est considéré dans sa dimension décisionnelle, non pas comme produisant de la décision directement, mais en tant que dispositif nourrissant le système d'information pour la gestion des risques. La recherche est ainsi axée sur les pratiques de REX dans le secteur ferroviaire : la façon dont les informations sont collectées et exploitées pour évaluer les risques, ainsi que les conséquences de ces pratiques quant aux décisions prises. À l'issue de cette phase d'observation et d'analyse, l'objectif principal de cette étude est de fournir et d'expérimenter un outil d'aide à la décision destiné aux managers.

Dans les deux derniers chapitres, l'accent est porté sur les systèmes industriels en réseau et les conséquences de ces configurations particulières sur la gestion des connaissances et l'apprentissage par le REX.

Stéphanie Tillement, de l'équipe de **Thomas Réverdy** et **Céline Cholez** (Laboratoire PACTE⁴, Université de Grenoble), étudie les pratiques de REX dans les organisations par projet, mode de fonctionnement relativement récent dans le domaine des transports ferroviaires. Elle se focalise sur la complexité organisationnelle inhérente à ce nouveau contexte, notamment la division du travail entre prescription et exécution, le cloisonnement entre compétences techniques voire entre départements aux fonctions et activités diverses, la structure hiérarchique à plusieurs niveaux, ainsi que le recours à l'externalisation et la sous-traitance de certaines tâches, et en étudie les retombées au niveau des dynamiques d'apprentissage et de la gestion des risques. L'objectif de ce travail est de dépasser les limites du REX en proposant une approche globale du REX, d'établir un diagnostic organisationnel permettant d'identifier puis de capitaliser les bonnes pratiques – notamment informelles – qui se mettent en place dans les processus d'apprentissage en matière de risques dans ces organisations par projet.

Colin Lalouette, au sein du groupe de **Bernard Pavard** (GRIC-IRIT⁵) et de **Jean-Marie Jacques** (Université de Namur) porte son étude sur le système socio-technique complexe que

¹ Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques.

² École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers.

³ École Spéciale des Travaux Publics du bâtiment et de l'industrie.

⁴ Politiques publiques, Action politique, Territoires.

⁵ Groupe de Recherche en Ingénierie Cognitive – Institut de Recherche en Informatique de Toulouse.

représente l'entreprise étendue à ses nombreux sous-traitants dans l'aéronautique. On assiste ces dernières années à une intensification de la sous-traitance ; malgré cette conformation multi-organisationnelle, l'aéronautique reste parmi les secteurs les plus performants en termes de fiabilité. Colin Lalouette interroge donc les modalités de la gestion des connaissances vis-à-vis de la maîtrise des risques, avec une attention particulière portée sur le REX et sa mise en œuvre opérationnelle dans les projets en co-conception. L'originalité de ce travail de thèse inclut une tentative d'enrichir le REX traditionnel basé sur une explicitation d'événements clés, par la prise en compte de données contextuelles souvent implicites (ce qui rend leur réutilisation difficile). Il vise notamment à identifier les ressorts, et en particulier les ressorts informels, du partage d'informations et de connaissances qui font que l'entreprise étendue adapte sa gestion des risques à cette nouvelle configuration pour atteindre le degré de fiabilité qu'on lui connaît.

Retour d'EXpérience et explications naïves : étude dans les secteurs de la chimie et du nucléaire

Doctorante	Safiétou Mbaye
Directeurs de thèse	Dongo Rémi Kouabenan (Université de Grenoble) Philippe Sarnin (Université de Lyon)
Terrain industriel	Deux sites nucléaires et deux usines chimiques

Le Retour d'EXpérience (REX) peut se définir comme un outil de capitalisation et de partage des connaissances acquises lors de l'analyse d'événements passés jugés pertinents pour la sécurité. D'une manière générale, les définitions du REX sont partagées dans les différentes industries (nucléaire, aviation civile, chimie, *etc.*) même si les approches (facteurs techniques ou humains) et les moyens qui lui sont alloués sont très diversifiés [Bourdeaux et Gilbert 1999]. Il s'avère également que les difficultés rencontrées dans l'application des démarches de REX sont nombreuses. En effet, la mise en œuvre du REX se confronte à des conflits et des tensions, des difficultés de stabilisation des dispositifs et de partage d'expérience entre les acteurs de l'organisation [FonCSI 2005]. Dans le but d'améliorer ces pratiques, nous étudions les **facteurs psychologiques** et **sociaux** susceptibles de favoriser une plus grande implication des acteurs de l'organisation dans le REX. Nous pensons que l'attitude des acteurs vis-à-vis du REX est influencée par la perception qu'ils ont de son utilité en matière de maîtrise des risques, mais aussi par les enjeux sous-jacents de l'analyse des causes des dysfonctionnements passés.

C'est pourquoi dans les études que nous menons, nous cherchons à comprendre les **processus sociocognitifs** (représentations, besoins, perceptions et croyances individuels) et **culturels** (normes, valeurs, mythes) qui sont à l'œuvre dans la perception des risques et les explications des causes des accidents fournies par les acteurs du REX. Une meilleure connaissance de ces facteurs devrait permettre d'améliorer les pratiques de REX au sein de l'entreprise.

Le présent chapitre est structuré en quatre parties : la première partie s'emploie à exposer les difficultés du REX à travers la littérature. Nous illustrons également l'existence du problème en nous fondant sur nos expériences de terrain (observations, entretiens et analyse des documents écrits) afin de situer les difficultés du REX dans leur contexte. La deuxième partie montre la nécessité de résoudre les difficultés rencontrées dans la mise en œuvre du REX. Nous justifions l'intérêt de notre approche et précisons en quoi la résolution du problème peut permettre d'améliorer la sécurité. Dans la troisième partie, nous présentons le cadre théorique de notre recherche. Nous décrivons les déterminants individuels, groupaux, culturels et organisationnels de la perception des risques et des explications des causes des accidents. Cette partie montre en quoi la perception des risques et les explications des causes des accidents sont susceptibles d'influencer l'attitude des acteurs vis-à-vis du REX. Pour conclure, nous proposons

une synthèse de l'approche présentée dans la troisième partie. Nous mettons en valeur notre démarche pour comprendre les difficultés du REX, mais également les voies d'amélioration des pratiques de REX offertes par les **modèles de la perception des risques** et le **modèle des explications naïves**. Nous rappelons également les idées essentielles traitées et nous mettons l'accent sur les apports et les limites de nos travaux actuels et à venir.

1.1 Les difficultés rencontrées dans la mise en œuvre du REX

À partir d'une revue de la littérature et des premiers résultats des études que nous menons, nous présentons dans cette partie un état des difficultés rencontrées dans la mise en œuvre du REX. Nous proposons d'illustrer les difficultés du REX identifiées dans la littérature à travers des exemples provenant de nos expériences de terrain. Les résultats présentés sont issus des études que nous menons depuis le mois de juillet 2006 sur quatre sites industriels, à savoir deux centrales nucléaires et deux usines chimiques. La méthodologie employée pour recueillir les données présentées dans cette partie repose sur :

- ▷ l'**observation** de 28 comités REX (4 réunions de direction sécurité, 3 réunions d'un groupe de prévention des risques, 2 réunions « Arbre des Causes (AdC) », 4 réunions de chantier, 6 réunions d'équipe, 2 réunions d'un « Club utilisateurs d'Impact Entreprise »¹, 2 réunions Hygiène Sécurité Environnement (HSE) et 5 réunions de service) ;
- ▷ la conduite de 77 **entretiens semi-directifs de type exploratoire** auprès d'acteurs de tous niveaux hiérarchiques (20 : encadrement supérieur ; 25 : encadrement intermédiaire ; 32 : exécution) et domaines d'activité (fabrication, maintenance, qualité, administration, prévention et CHSCT²) sur leur perception des pratiques de REX dans leur entreprise ;
- ▷ l'**analyse des documents écrits** des entreprises qui portent sur le système de management de la sécurité, les procédures de gestion des dysfonctionnements et les méthodes d'analyse des accidents.

La revue de la littérature ainsi que les résultats des observations et des entretiens menés, montrent que les principales difficultés du REX sont dues aux coûts de sa mise en œuvre (temps, ressources humaines, effort cognitif), à la faible participation des opérateurs au processus et aux réactions défensives qui s'expriment lors des analyses d'accidents. Afin de bien poser le problème, nous structurons cette partie en trois sous-parties : nous posons d'abord la question des coûts du REX ; nous montrons ensuite pourquoi l'intégration des opérateurs au REX fait défaut et en quoi cela nuit à son efficacité ; puis nous exposons le poids des réactions défensives sur les processus REX.

1.1.1 Les coûts du REX

Les processus de REX, tels qu'ils sont prescrits dans les systèmes de management de la sécurité des industries à hauts risques, suivent une logique de traçabilité des dysfonctionnements qui renvoie à un traitement centralisé de l'information. Les canaux de détection, d'analyse et de diffusion des actions correctives sont conçus pour assurer l'information des instances dirigeantes des organisations et permettre leur activité de contrôle. Ces orientations favorisent une structuration hiérarchique des processus qui visent à fournir des indicateurs utiles pour le pilotage de la sécurité. L'approche centralisée constitue donc, pour les dirigeants des organisations, un levier d'information, de contrôle et d'action sur les salariés opérationnels [Amalberti et Barriquault 1999]. Cela entraîne des logiques de gestion verticale qui se focalisent d'abord sur la remontée de l'information avant de chercher à la diffuser auprès des opérateurs. Ce mode de gestion produit un élargissement des boucles du REX parce qu'il impose des paliers successifs de traitement des informations. Depuis la base jusqu'au sommet de la pyramide de l'organisation, les données issues des expériences des acteurs sont revues, corrigées, complétées, synthétisées puis validées par les différents niveaux hiérarchiques (récepteurs mandatés) avant d'être transmises aux directions. Dans le cadre de nos études, nous avons réalisé un état des pratiques de REX sur nos terrains de recherche. Ce travail nous permet de décrire les processus en onze étapes :

¹ Logiciel d'enregistrement et de traitement des dysfonctionnements survenus dans les domaines de la production, de la qualité, de l'hygiène, de la sécurité, de la fiabilité et de l'environnement.

² CHSCT : Comité d'Hygiène, de Sécurité et des Conditions de Travail.

- ▷ Étape 1 : la détection des événements ;
- ▷ Étape 2 : le recueil des faits liés aux événements ;
- ▷ Étape 3 : la sélection des événements à analyser ;
- ▷ Étape 4 : la recherche des acteurs de l'analyse ;
- ▷ Étape 5 : l'analyse des événements ;
- ▷ Étape 6 : la définition des enseignements ;
- ▷ Étape 7 : la rédaction des comptes-rendus d'événements ;
- ▷ Étape 8 : la diffusion des comptes-rendus d'événements ;
- ▷ Étape 9 : l'application des actions correctives ;
- ▷ Étape 10 : le suivi de la réalisation des actions correctives ;
- ▷ Étape 11 : la vérification de l'efficacité des actions correctives.

Ces étapes sont coûteuses pour les organisations et les acteurs qui en ont la charge en raison des dépenses en temps, en compétence et en effectif qu'elles nécessitent [Gilbert 1999]. La mobilisation de ressources qu'elles entraînent pose la question de la capacité des organisations à les assumer, mais aussi celle de la réactivité du système face aux besoins concrets des opérateurs.

Exemple au niveau du site chimique

Le groupe industriel chimique applique la démarche du référentiel ISRS³ qui vise la détection de toutes les défaillances du système le plus en amont possible. Les pertes (blessures, maladies, dommages matériels, pertes de procédés, pertes de qualité et les atteintes à l'environnement) détectées doivent être systématiquement enregistrées et analysées afin de permettre aux responsables de décider des actions correctives nécessaires. Par exemple, sur un site de l'entreprise, le nombre d'événements analysés est passé de 192 à 443 entre 2004 et 2006 alors que le nombre d'agents mandatés pour accomplir ce travail n'a pas augmenté au cours de la même période.

Nous observons, sur tous nos terrains de recherche, que ce travail est assumé par les correspondants sécurité des métiers⁴. Ces derniers sont les garants du bon déroulement des processus REX dans leurs services en raison d'une politique de gestion de la sécurité qui vise à impliquer les métiers dans le traitement des accidents et des incidents.

Les résultats des entretiens menés dans le but de comprendre comment ces acteurs perçoivent les activités liées au REX, montrent que le traitement des dysfonctionnements est perçu comme une charge de travail supplémentaire difficile à intégrer au quotidien. Les correspondants métiers expriment en effet leurs difficultés à bien traiter tous les événements par manque de temps. Ils soulignent également leur impression de « surnager » au milieu des procédures souvent complexes.

REX=potentielle
charge de travail
supplémentaire

Le nombre d'événements à traiter, la longueur des processus et le manque d'effectifs, sont des sources de démotivation pour ces acteurs. Il apparaît par ailleurs que la charge du REX est d'autant plus importante, que ses prescriptions visent de plus en plus la détection et l'analyse des incidents mineurs et des presque accidents, en plus du traitement des accidents. L'élargissement des boucles de traitement des événements que nous décrivons précédemment, s'accompagne ainsi d'une augmentation du nombre et du type d'événements susceptibles de faire l'objet d'un REX.

Témoignage d'un employé du site nucléaire

« L'information est intéressante, mais elle n'est pas suffisamment bien traitée. En fait, certaines informations sont intéressantes, mais il faudrait arriver à faire la part des choses parce qu'autrement le REX devient une usine à gaz. Il faudrait mieux cibler le REX sur des choses importantes parce que trop de REX tue le REX ».

³ International Safety Rating System : Système international d'évaluation de la sécurité.

⁴ Les agents chargés d'assurer la correspondance entre leur service et le service de prévention des risques. Ils sont également garants des processus dans leur service (responsable d'analyse et/ou rédacteurs des comptes rendus d'accidents). Sur le site nucléaire, ils sont soit ingénieurs appui management, soit chefs de service délégués, soit cadres administratifs. Sur le site chimique, ils sont soit ingénieurs, soit agents de maîtrise, soit cadres administratifs.

Nous remarquons également que l'application des directives est complexe pour les acteurs en raison de leur difficulté à intégrer les prescriptions du REX à leurs logiques d'actions. En effet, bien que les formalisations⁵ du REX visent à simplifier le traitement des accidents, elles sont perçues comme étant difficilement intelligibles. À ce niveau, l'introduction des logiciels de gestion des accidents qui imposent des grilles d'enregistrement communes à tous les services joue un rôle important. Les applications des logiciels proposent des trames d'enregistrement et de codage des accidents qui obligent les auteurs à rédiger les rapports selon un ordre préétabli, tout en respectant les formulations du logiciel.

Exemple de codification des causes d'accidents sur le site chimique

- ▷ A10 (Action hors-norme) : Utiliser un équipement dangereux.
- ▷ C40 (Condition hors-norme) : Utiliser un produit dans des conditions inappropriées.
- ▷ FP10 (Facteur Personnel) : Capacité inadéquate : physique/physiologique.
- ▷ FT23 (Facteur Travail) : Instructions, spécifications et/ou critères de conception inadéquats.

La formalisation précise également les rôles de chaque niveau hiérarchique dans la gestion de l'accident, ainsi que le mode de diffusion des rapports d'accidents et d'incidents. Ces prescriptions, *a priori* simples à respecter du point de vue des prescripteurs, se révèlent complexes parce qu'elles font référence à un langage qui correspond davantage à celui des experts de la sécurité qu'à celui des métiers. Nous remarquons par exemple que les REX diffusés sous la forme de statistiques (taux de fréquence des accidents ou temps de travail perdu) ne sont pas intelligibles par tous.

Il apparaît également que les modes de formalisation des analyses d'accidents sont difficilement accessibles aux opérateurs de première ligne : les formulations trop abstraites des comptes rendus d'accidents ne s'accordant pas toujours avec leur vécu.

Exemple d'une bonne pratique sur le site chimique

L'entreprise a créé un « Club utilisateur » pour aider les acteurs (encadrement supérieur et intermédiaire) à se servir du logiciel de traitement des accidents (Impact Entreprise). L'objectif de ce club est d'initier le partage d'expérience entre les acteurs (difficultés rencontrées, compréhension des fonctionnalités, améliorations possibles, *etc.*). Les comptes rendus des réunions du Club sont transmis à la Direction Sécurité Industrielle du Groupe qui les prend en compte pour réaliser des modifications sur le logiciel afin qu'il réponde mieux aux besoins des utilisateurs.

1.1.2 Le manque d'opérationnalité et d'intégration des opérateurs au processus

Le manque d'opérationnalité du REX a été constaté dans le secteur ferroviaire français, où il a été observé que, lorsque les rapports d'accidents sont établis dans une visée trop globale (vue d'ensemble des causes et des conséquences), ils ne sont utilisables qu'à des fins statistiques [Wybo et al. 2003]. L'opérationnalité du REX dépend également de la longueur des boucles de traitement des accidents. Le temps de la mise en œuvre des actions correctives joue un rôle important parce qu'il peut déterminer le niveau de considération que les acteurs accordent aux informations qui leur sont restituées. En effet, nous observons que lorsque le retour effectif de l'expérience (modifications de procédures, changements de matériel, réparations des emplacements de travail, sensibilisation des acteurs, *etc.*) est trop long ou inexistant, les acteurs tendent à juger le REX comme étant inefficace, ce qui rend encore plus difficile leur engagement dans le processus. Dans ce contexte, ce sont les bénéfices perçus des activités liées aux procédures REX qui sont susceptibles d'influencer les attitudes des acteurs vis-à-vis du REX. Cela nous amène à nous interroger sur l'utilité perçue du REX par ceux qui sont censés en bénéficier. Mais au-delà, c'est la capacité des organisations à articuler boucles longues et boucles courtes de REX qui pose question. Une boucle courte de REX est caractérisée par une courte durée de traitement de l'événement de sorte à apporter des solutions rapides aux problèmes rencontrés par les acteurs. À ce propos, [Amalberti et Barriquault 1999] soulignent la nécessité de faire coexister les deux processus pour renforcer l'opérationnalité des démarches.

⁵ Systèmes informatisés de saisie des comptes-rendus d'accidents et d'incidents.

Les comités REX producteurs de boucles courtes

Les réunions de chantiers constituent des instances de production de boucles courtes de REX. Elles sont réalisées dans le cadre des chantiers de maintenance générale des installations. Sur le site chimique, il s'agit de réunions quotidiennes de coordination et de suivi de l'avancée des travaux au cours desquelles les questions de sécurité sont abordées. Au niveau du site nucléaire, ce sont des réunions hebdomadaires entièrement consacrées à la sécurité. Dans les deux entreprises, ces instances réunissent les responsables de chantier (ingénieurs, agents de maîtrise, représentants des entreprises intervenantes). Elles consistent à :

- ▷ analyser les incidents détectés ;
- ▷ souligner les bonnes pratiques observées ;
- ▷ décider des actions correctives à mettre en œuvre à la sortie des réunions (port des EPI, respect des procédures, correction des écarts).

Ce deuxième exemple de pratique de REX en comité montre que les opérateurs ne sont pas représentés. Nous remarquons par ailleurs que ces derniers sont rarement associés aux réflexions (réunions de chantier, réunions sécurité, réunions d'analyse des accidents, *etc.*) qui concernent pourtant leurs propres comportements de sécurité. Cette absence de représentation pose le problème de la qualité des informations qui leur parviennent, mais aussi celui de leur compréhension des actions correctives qui leur sont prescrites. À ce propos, nous observons sur nos terrains de recherche que les opérateurs de première ligne ne sont pas toujours informés des causes profondes des accidents, identifiées par les analystes. Le retour effectif de l'expérience est le plus souvent réalisé sous forme d'injonctions de la part des supérieurs hiérarchiques et des agents des services de prévention des risques lors des visites de sécurité. Ce manque d'explications n'incite pas les opérateurs à s'engager dans les nouveaux modes opératoires prescrits. Bien au contraire, il tend à renforcer leur méfiance à l'égard de leur hiérarchie.

opérateurs peu
convoqués

1.1.3 Le poids des réactions défensives sur les processus de REX

Les analyses d'accidents sont intrinsèquement sources de crise parce qu'elles sont toujours susceptibles de révéler des défaillances en matière de prévention, des déficits de cohérence dans l'organisation, des échecs de pilotage ou encore des transgressions de règles [Lagadec et Guilhou 2002 ; Sarnin 2000]. Dans ce contexte, c'est le caractère contre-nature des démarches d'analyses d'accidents qu'il convient de souligner, car même si elles œuvrent pour l'amélioration continue des pratiques de sécurité, elles sont déstabilisantes pour l'organisation [Gilbert 1999]. Ce problème est d'autant plus prégnant dans les enquêtes sur les accidents majeurs que ces derniers associent pression sociétale et contraintes judiciaires en plus des autres enjeux cités ci-dessus. En effet, les accidents très graves provoquent de nombreuses réactions négatives qui se traduisent notamment par la recherche de boucs émissaires et des demandes de réparations financières et morales [MacDonald 1999]. Compte-tenu de l'ampleur des dommages (matériels et/ou humains) et des conséquences éventuelles des analyses (poursuites judiciaires, exposition médiatique, *etc.*), la question souvent posée en matière de REX sur les accidents majeurs est : à quel point les acteurs sont-ils prêts ou peuvent-ils remettre en cause le pilotage de l'organisation, leurs décisions et leurs comportements [Bourdeaux et Gilbert 1999] ? Cependant, les freins au REX sur accidents majeurs sont très proches de ceux observés lors des analyses des incidents mineurs. Il semble que l'ampleur des dommages ne constitue pas le seul facteur explicatif des conflits liés au REX.

Longtemps considérés comme un outil de gestion des dysfonctionnements techniques, une étape dans les processus de gestion de projet ou encore comme une méthode de partage d'expérience des accidents majeurs réservée aux experts, les systèmes de REX sont de plus en plus ouverts à la prise en compte des incidents mineurs et des presque accidents. Ces pratiques de REX s'inscrivent dans une démarche d'amélioration continue rendue possible par le haut niveau de sécurité atteint dans certaines industries comme le nucléaire, la chimie, ou l'aviation. Comparés au REX des accidents majeurs, ils ne mobilisent pas les mêmes moyens, n'exigent pas le même niveau de formalisation et ne soulèvent pas les mêmes enjeux. Pourtant, les démarches de REX sur des événements mineurs sont également source de conflits parce qu'elles « attaquent le domaine intime du travail, celui des erreurs, des conflits, et des aménagements sauvages de procédures, des petits problèmes techniques habituellement résolus que l'on a longtemps caché à sa direction générale » [Amalberti et Barriquault 1999, p.68]. La principale

difficulté réside [Gaillard 2005, p.6] dans le fait que la recherche de la causalité des incidents peut conduire à la remise en cause de tous :

- ▷ l'opérateur en bout de chaîne de production ;
- ▷ l'encadrement intermédiaire ;
- ▷ un service dans son ensemble ;
- ▷ une équipe de management ;
- ▷ une direction.

crainte de la remise
en cause, de la
sanction

Autrement dit, même à des échelles de gravité moindre et malgré l'absence d'implication judiciaire, les enquêtes sur les événements négatifs restent problématiques parce que les écarts à la sécurité sont très souvent passibles de sanction. Dans ce contexte, les réactions défensives qui se manifestent à travers des conflits sont inévitables car, comme le mentionne [de Courville 2000, p.4], « personne ne va spontanément dans un commissariat expliquer qu'il vient de brûler involontairement un feu rouge ».

_____ Témoignage d'un employé du site chimique _____

« L'important dans l'arbre des causes, c'est de trouver les causes, ce n'est pas de trouver des responsables. Mais ici, on cherche des responsables [...]. On tire 70% des enseignements et les 30% qui restent et qui sont les plus importants, on oublie. C'est la petite moelle (le cœur du problème) qui est importante, qui comprend les vraies causes. Mais nous ce qu'on a au final, le résultat de l'arbre des causes, c'est de changer la marque des lunettes. Qu'est-ce que vous voulez faire de ça ? »

Il apparaît ainsi que, quel que soit le degré de gravité de l'événement considéré, le REX constitue une source de conflits.

1.2 Améliorer les processus de REX

Dans la première partie du présent chapitre, nous avons soulevé le problème de l'appropriation du REX par les acteurs ainsi que la difficulté à mettre en œuvre des processus de REX dans un contexte de responsabilisation et de blâme. Nous montrons que ces problèmes trouvent aussi bien leur origine dans le management du processus que dans la culture du blâme encore trop présente dans certaines organisations. En raison de leurs répercussions négatives sur la sécurité, nous pensons que la prise en compte des processus sociocognitifs (représentations, besoins, perceptions, croyances) et culturels (normes, valeurs, mythes) qui sont à l'œuvre dans les pratiques d'analyse d'accidents peut contribuer à améliorer le REX.

Afin d'expliquer les fondements et l'intérêt de notre approche, nous montrons dans cette partie en quoi une meilleure connaissance de ces processus peut contribuer à améliorer la sécurité. Nous abordons dans un premier point la question de l'origine des biais dans les analyses des accidents ; nous exposons dans un deuxième point les déterminants de l'attitude des acteurs vis-à-vis du REX ; et nous posons dans un troisième point les conditions de l'efficacité du REX.

1.2.1 Comprendre l'origine des biais dans les analyses d'accidents

Les réactions défensives qui s'expriment dans les processus REX ont des répercussions négatives sur le diagnostic de sécurité parce qu'elles sont à l'origine de biais dans les explications des causes des accidents. En effet, « le caractère négatif de l'accident et les implications diverses que renferment ses conséquences, notamment en terme de responsabilité, peuvent inciter l'individu à distordre son explication dans un souci d'autoprotection » [Kouabenan 2000b, p. 89]. Ceci conduit les acteurs à produire des comptes rendus d'accidents erronés ou des rapports qui ne permettent pas de tirer tous les enseignements des accidents passés. En effet, dans la mesure où les leçons tirées des accidents sont susceptibles de contenir des erreurs, il est certain que les processus d'apprentissage risquent d'être non pertinents, non valides voire trompeurs [Zakay et al. 2004].

[Reason 2000] postule que les biais dans les explications des causes des accidents sont une conséquence des modèles de management de l'erreur humaine qui sont trop centrés sur les comportements des acteurs. En effet, en adoptant une perspective selon laquelle les agents sont capables de faire des choix entre des actes sûrs et des comportements dangereux, ces modèles induisent l'idée que, lorsqu'une action aboutit à des conséquences négatives, une

personne ou un collectif de travail est forcément responsable. Dans ce contexte, les causes des accidents ou des incidents sont souvent attribuées à des traits de personnalité, un manque de connaissance ou de savoir-faire des acteurs. Les analyses qui aboutissent à de telles conclusions renforcent le poids du comportement humain comme facteur déterminant des accidents au détriment d'autres causes probables (aménagement des temps de travail, manque d'effectif, indisponibilité du matériel, etc.). Il apparaît par ailleurs que les individus partagent difficilement leurs expériences par peur d'être sanctionnés ou blâmés. Pourtant, l'apprentissage ne peut se développer que si les acteurs sont encouragés à tirer les leçons de leurs erreurs et si les répercussions émotionnelles négatives de ces mêmes erreurs sont réduites [Heimbeck et al. 2003]. Pour toutes ces raisons, [Edmondson 1996] insiste sur la nécessité de combattre ces biais en créant **une culture organisationnelle de management des erreurs**. Elle préconise de bouleverser le mode de communication sur les erreurs et de **supprimer les systèmes de sanction** qui accompagnent les procédures de gestion des incidents et des accidents.

Une telle démarche a été initiée au Danemark dans le secteur de l'aviation. En effet, depuis 2001, une loi votée par le Parlement impose aux compagnies aériennes d'établir un système de *reporting*⁶ des incidents confidentiel qui interdit en plus tout système de sanction à l'encontre des personnes [Norbjerg 2004]. Cet exemple montre qu'il est possible d'instaurer les fondements d'une culture qui encourage les acteurs à partager leurs expériences, aussi négatives soient-elles.

1.2.2 Connaître les déterminants de l'attitude des acteurs vis-à-vis du REX

L'analyse des accidents passés doit permettre d'identifier un risque nouveau ou d'améliorer l'évaluation d'un risque déjà identifié, mais jugé jusque là mineur ou bien face auquel les protections ont été insuffisantes ou inadaptées. Dans ce cadre, le REX œuvre pour l'amélioration de la prévention des risques et il est une source potentielle de changement dans les pratiques de gestion de la sécurité. En effet, les actions correctives susceptibles d'être définies à la suite des analyses d'accidents peuvent se traduire par la mise en place de nouvelles parades, mais elles peuvent également préconiser des changements de comportements. Nous pensons que de tels changements, notamment ceux qui concernent les comportements des acteurs, nécessitent leur engagement. Pour appuyer ce point, nous nous référons à des études qui mettent en évidence les causes du désengagement des acteurs vis-à-vis des démarches de *reporting*.

Dans une étude menée au sein d'une usine chimique, [van der Schaaf et Kanse 2004] proposent une démarche qui se fonde sur le point de vue des acteurs pour mieux comprendre les raisons qui les poussent à ne pas rapporter leurs propres erreurs. Les résultats montrent qu'en plus de la peur (conséquence d'une « culture du blâme ») évoquée précédemment, la perception de la faible exploitation des données rapportées par les managers, les coûts (trop de temps, trop difficile), et l'acceptation du risque dans le cas des événements perçus comme mineurs, sont les principales raisons invoquées par les acteurs pour expliquer leur démotivation par rapport aux démarches de *reporting*. Une autre étude réalisée cette fois-ci dans une entreprise de confection de produits pour enfants par [Pransky et al. 1999] révèle sensiblement les mêmes résultats. Elle s'intéresse plus particulièrement aux raisons pour lesquelles les ouvriers ne rapportent pas systématiquement les troubles musculosquelettiques dont ils souffrent.

Étude dans une usine de confection de produits pour enfants

Cette étude porte sur quatre-vingt-dix agents d'un département de conditionnement de produits (activités de manutention et d'emballage) interrogés par questionnaire et par entretien semi-directif. Il en ressort que : 53% des ouvriers interrogés ont déjà été atteints de troubles musculosquelettiques aux mains et aux poignets sans les avoir rapportés auprès de l'infirmier du site ; 10% ont déclaré ne jamais signaler leurs troubles par peur de subir des mesures disciplinaires ; 25% pensent que les douleurs et les gênes musculaires dont ils souffrent sont des conséquences inévitables de leur travail (raison pour laquelle ils ne les rapportent pas) ; et 25% ont été informés de la possibilité d'obtenir un poste aménagé en cas de trouble, mais préfèrent rester à leur poste travail. D'autres raisons comme la peur de renvoyer l'image d'une personne « frêle », la crainte de perdre en rémunération en travaillant moins d'heures et la séparation d'avec les collègues sont également invoquées par les ouvriers.

⁶ Rapport, déclaration.

Les résultats de ces études mettent en avant la nécessité de prendre en compte le point de vue des acteurs pour comprendre les difficultés des démarches de *reporting*.

nature et gravité
perçue du risque
sont déterminantes

illusion de contrôle

acceptation du
risque par fatalisme

déni du risque

Dans la même veine, notre travail apporte d'autres éléments de compréhension de l'attitude des acteurs vis-à-vis du REX. En effet, nous observons en milieu industriel (chimique et nucléaire) que les processus REX des événements graves ou perçus comme tels, sont sujets à davantage d'attention que les REX des événements mineurs. Nous pensons que ces différences d'intérêt porté au REX relèvent de croyances qui sont propres aux individus. Elles sont, par exemple, susceptibles de les amener à surestimer ou à sous-estimer leur capacité de contrôle vis-à-vis des risques [Kouabenan 1999]. Elles peuvent également les conduire à penser que certains accidents font partie du métier ou qu'ils ne peuvent pas être prévenus [Cru 1993]. De telles croyances sont dues à des erreurs systématiques de jugement qui interviennent lors de l'évaluation des risques [Cadet et Kouabenan 2005]. Autrement dit, elles influencent la perception des risques. Dans le cadre du travail, ces biais se caractérisent par le fait que l'individu quotidiennement confronté aux risques liés à son activité tend à développer des stratégies défensives (déni du risque, minimisation des conséquences éventuelles, etc.). La compréhension de ces mécanismes est importante parce qu'ils influencent les comportements de sécurité des acteurs en termes de prise de risque et d'engagement dans les campagnes de prévention [Kouabenan 2006].

Ces exemples d'études montrent qu'en plus de la peur de la sanction qui est récurrente, s'ajoute la perception de la gravité des accidents ou des incidents, qui influence également l'attitude des acteurs vis-à-vis des procédures de REX.

En effet, ces études soulignent le fait qu'en plus de la sous-estimation des risques encourus, certains acteurs tendent à accepter les accidents dont ils sont victimes par fatalisme. Sur ce dernier point, nous pouvons souligner le rôle de la culture de métier sur la perception des risques. Il s'avère par ailleurs que les risques perçus par les acteurs diffèrent de ceux qui sont mis en avant par les experts des systèmes de gestion de la sécurité.

Crainte de la
marginalisation

Les résultats de l'étude [Pransky et al. 1999] présentés ci-dessus, pointent également le fait que la peur d'être marginalisé par le groupe de référence (collègues) et la crainte de perdre en rémunération constituent des risques importants pour les acteurs. Dans le cas présent, le risque de maladie ou d'accident est perçu comme moins grave que le risque d'exclusion du groupe ou celui de la perte du salaire. Autrement dit, le respect des procédures de REX ne dépend pas uniquement de la volonté managériale ; il est également largement soumis aux motivations des acteurs.

Dans ces conditions, il est certain que seule une meilleure connaissance de la perception des risques par les acteurs peut nous renseigner sur leurs dispositions à adopter des comportements de protection appropriés aux risques professionnels auxquels ils sont confrontés. Nous insistons ici sur la nécessité de prendre en compte la **subjectivité** des acteurs pour comprendre ces biais afin de mieux orienter les démarches visant à influencer leurs comportements de prévention.

1.2.3 Construire une véritable culture du REX

Des chercheurs néerlandais [van Dyck et al. 2005, p.1229] ont réalisé une étude en Allemagne et aux Pays-Bas dans soixante-cinq compagnies appartenant à différents secteurs d'activités (bâtiment, assurance, banque, etc.) afin de rendre compte du lien entre les performances de ces entreprises et leur culture de management des erreurs. L'échantillon de l'étude est essentiellement composé de managers (350 personnes ont participé à l'étude). Ce choix s'explique par le fait que les managers sont les garants des processus de gestion des erreurs et qu'ils sont par conséquent les plus à même de stimuler la culture du *reporting* dans les organisations.

« La **culture de management des erreurs** regroupe l'ensemble des pratiques organisationnelles qui se rapportent à la communication et au partage de connaissance sur les erreurs, à l'aide apportée dans des situations qui en comprennent ainsi qu'à la rapidité à laquelle elles sont détectées puis réparées. » [van Dyck et al. 2005, p.1229].

L'étude comprend une mesure de la culture de management des erreurs et une mesure des performances des entreprises (atteinte des objectifs et solvabilité). Les variables de contrôle sont l'âge des entreprises, leur taille (nombre d'employés) ainsi que leur secteur d'activité. Il

apparaît que la culture de management des erreurs contribue positivement aux performances des entreprises : plus elle est élevée, plus les performances des entreprises le sont également. Ces résultats montrent que lorsqu'une entreprise adopte un mode de communication ouvert aux erreurs commises, elle donne la possibilité aux agents de partager librement leurs expériences. Il s'ensuit que les erreurs sont rapidement détectées, analysées puis récupérées. Le fait de savoir qu'ils n'encourent pas de sanctions, semble donc inciter les agents à rapporter leurs propres erreurs avant qu'elles ne s'engagent dans un processus accidentel. Il semble même que lorsque les individus sont libres de parler de leurs propres erreurs, ils développent une compréhension mutuelle des situations à risques et des stratégies de prévention à mettre en œuvre [Mathieu et al. 2000]. L'ouverture vers ces communications permet d'accélérer les processus de détection et de gestion des incidents. Le développement d'une démarche de management des risques efficiente dépend donc fortement de l'établissement d'une culture de *reporting* sachant déculpabiliser les prises de risque des agents [Kouabenan 2000b] car, ce sont les analyses détaillées des aléas, des incidents et des presque-accidents, qui permettent d'établir des actions correctives pertinentes. Dans ce sens, [Reason 2000] préconise que l'organisation doit trouver un juste équilibre entre les erreurs exemptes de tout blâme et les erreurs répréhensibles relevant davantage de la faute professionnelle grave. L'instauration d'un **climat de confiance** dans le traitement des erreurs est une première étape à franchir pour créer une véritable culture de *reporting*.

développer une culture de management des erreurs

déculpabiliser

Nous venons d'exposer les fondements de notre démarche ainsi que les conditions de l'amélioration des processus REX. À travers des exemples tirés de la littérature et quelques exemples issus de nos expériences de terrain, nous montrons que les réactions défensives présentes dans les démarches de *reporting* sont motivées par la peur du blâme et de la sanction. Nous montrons également que l'attitude des acteurs vis-à-vis du REX est influencée par leur perception des risques qui s'y rapportent, mais aussi par leur perception des systèmes de management de la sécurité. Bien que ces perceptions ne reposent pas uniquement sur des données objectives, nous pensons qu'elles constituent un élément essentiel pour comprendre l'attitude des acteurs face aux risques et aux moyens de protection qui leurs sont prescrits. En effet, l'étude de la perception et des explications des causes des accidents peut éclairer la conduite du REX parce qu'elle permet de comprendre la nature des biais qu'elles véhiculent. Ces biais méritent d'être analysés parce qu'ils provoquent des incompréhensions, des conflits d'intérêts et des démarches erronées dans les pratiques de REX.

1.3 REX, explications naïves et perceptions des risques

Dans le but de préciser le contexte théorique de notre recherche, nous abordons à présent les déterminants individuels, groupaux, culturels et organisationnels des explications des causes des accidents et de la perception des risques. Nous montrons tout d'abord la nature des biais dans les explications des causes des accidents, et la perception des risques. Nous expliquons ensuite comment ces biais sont susceptibles d'influencer l'attitude des acteurs vis-à-vis du REX.

1.3.1 Les explications naïves des causes des accidents dans les pratiques de REX

[Kouabenan 2006, p.244] définit l'explication naïve comme « l'explication fournie spontanément pour les accidents par les individus ordinaires, non spécialistes de l'étude des accidents ». L'étude des explications naïves prend également en compte les analyses causales des experts.

D'une manière générale, les travaux consacrés aux explications causales tentent de déterminer les mécanismes qui font qu'un comportement observé est attribué aux dispositions de l'acteur plutôt qu'à des facteurs externes [Ajzen et Holmes 1976] ou, inversement, à des éléments liés à la situation plutôt qu'à l'individu.

Le concept d'attribution causale : « Processus par lequel un individu impute une cause à son comportement ou à celui d'autrui. Cette imputation peut être faite à des conditions internes ou dispositions propres à l'individu (capacités, aptitudes, effort, etc.) ou à des conditions externes (condition de travail, pression temporelle, malchance, etc.). » [Kouabenan et al. 2006, p. 298].

Les premiers travaux menés dans ce domaine [Heider 1958 ; Ross 1977 ; Weiner 1985], montrent que les **biais d'attribution** ont plusieurs origines. Ils sont d'origine :

- ▷ **motivationale** : ils conduisent les individus à formuler des attributions erronées en raison du refus d'endosser la responsabilité de l'événement ;
- ▷ **cognitive** : ils amènent les analystes à traiter la situation de manière insatisfaisante parce qu'ils ne disposent pas de toutes les informations pertinentes ;
- ▷ **affective** : ils sont à l'origine de tension en raison des répercussions émotionnelles de l'accident [Kouabenan 1999].

Ces biais traduisent généralement la nécessité d'autoprotection de l'individu : elle est guidée par le besoin de renvoyer une image positive de lui-même. Dans le cadre des analyses d'accidents, cette tendance est renforcée par la peur de subir les conséquences négatives de ses propres actes, ce qui nuit au processus d'apprentissage. Dans ce contexte, il apparaît que les explications fournies varient suivant les caractéristiques de celui qui fait l'attribution. Dejoy (1987, cité par [Kouabenan 1999]) montre, par exemple, que les supérieurs hiérarchiques attribuent systématiquement les causes des accidents à des facteurs internes aux opérateurs et cela même lorsque les circonstances des accidents sont confuses. D'autres variables comme la sévérité des conséquences de l'accident [Kouabenan et Guyot 2004], le lien entre la victime et l'attributeur [Kouabenan 1998b], les circonstances environnantes (climat social, culture de sécurité, climat de sécurité, etc.) [Gyekye et Salminen 2005] ou encore les caractéristiques de la victime (exemple : position hiérarchique) [Kouabenan et al. 2001] influencent également les explications causales.

Dans une étude sur la perception des risques et les explications causales des accidents de la route, [Kouabenan 1998a] montre également le rôle des croyances sur le jugement naïf. L'étude porte sur un échantillon de 553 personnes, âgées de 18 à 55 ans, appartenant à différentes professions (gendarmes, policiers, chauffeurs professionnels et non professionnels, ingénieurs de travaux civils et étudiants) et de différentes origines. Les participants ont répondu à un questionnaire visant à connaître leurs définitions d'un accident, leurs caractéristiques personnelles, leurs perceptions des risques de la route ainsi que leurs explications des accidents liés à ces mêmes risques. Le questionnaire comporte une échelle de mesure du fatalisme et des superstitions des participants. Les résultats montrent que les personnes les plus fatalistes sont les chauffeurs professionnels, les gendarmes, les policiers et les chauffeurs non professionnels. Il apparaît que, ces mêmes personnes (fatalistes), ont davantage tendance que les autres à attribuer les causes des accidents à des facteurs externes aux conducteurs comme la vétusté des infrastructures ou les autres conducteurs, qu'à des facteurs internes aux conducteurs (imprudence, impatience, changement brusque de direction, etc.). Concernant la perception des risques, le groupe fataliste se divise en deux tendances : d'un côté il compte les personnes qui surestiment le plus le taux de mortalité des accidents de la route et de l'autre, celles qui sous-estiment le plus ce même taux de mortalité. En matière de prise de risque, les résultats montrent que les personnes qui considèrent que le destin constitue un facteur important dans les accidents de la route, sont celles qui prennent le plus de risques en conduisant. Là encore, les comportements à risques des individus sont influencés par deux types de croyances : alors que certains croient qu'aucune mesure de prévention ne peut permettre d'éviter les accidents, d'autres sont convaincus que le fait d'invoquer des forces divines leur permettra de les éviter.

Dans la pratique du REX, l'absence de consensus autour des causes des accidents survenus pose deux questions fondamentales :

- ▷ Dans quelle mesure le processus de REX est-il perçu comme pertinent par les acteurs ?
- ▷ Quelle est la motivation des acteurs à adapter leurs comportements de sécurité aux enseignements tirés des analyses ?

Ces questions sont d'autant plus prégnantes que l'adhésion des acteurs aux pratiques de REX de leur entreprise dépend de leur perception des bénéfices qu'ils peuvent en tirer. Nous pensons en effet que le fait de partager ou non les conclusions causales des experts influence la motivation à adopter les comportements de prévention prescrits à l'issue des analyses. Il est donc fort probable que les acteurs qui ne partagent pas le diagnostic des experts, jugent les actions correctives qui découlent des analyses inutiles pour prévenir les accidents. Nous pensons également que l'absence d'explication des causes profondes des accidents ainsi que la **non-représentativité** des opérateurs aux comités REX, tendent à renforcer la méfiance de ces derniers par rapport à leur hiérarchie et aux actions correctives. Ces réactions défensives sont dommageables à plus d'un titre parce qu'elles sont à l'origine de tensions lors des analyses d'accidents, qu'elles altèrent le crédit accordé au REX, et qu'elles provoquent le désengagement des acteurs.

Pour toutes ces raisons, nous pensons qu'il convient de **faire prendre conscience aux différents acteurs des limites de leur jugement** de sorte à ce qu'ils en tiennent compte lorsqu'ils sont en situation d'analyse d'accidents. Nous insistons également sur la nécessité d'établir un réel consensus entre les différents acteurs lors des analyses d'accidents pour que celles-ci soient perçues comme étant pertinentes. Dans ce sens, la participation des acteurs non-experts de l'analyse des accidents est importante parce qu'elle est susceptible d'éclairer toutes les personnes concernées (expertes et non-expertes) sur la causalité des accidents.

Nous venons d'exposer l'influence des biais défensifs sur les explications causales fournies par les acteurs. Afin de compléter notre modèle d'analyse des déterminants (individuels, organisationnels et culturels) de l'attitude des acteurs vis-à-vis du REX, nous allons à présent décrire le rôle de la perception des risques sur leur engagement dans le processus.

1.3.2 La perception des risques et l'attitude des acteurs vis-à-vis du REX

Le risque est la « probabilité qu'un événement ou une situation entraîne des conséquences non souhaitables dans des conditions déterminées » [Kouabenan 2000a, p. 298]. C'est une notion qui relève d'une évaluation, d'un jugement ou encore d'une appréciation portée sur une situation ou un objet. L'évaluation ou le jugement repose sur deux niveaux :

- ▷ le premier consiste à « caractériser la situation, c'est-à-dire indiquer si elle comporte ou non des risques » [Cadet et Kouabenan 2005, p. 10] ;
- ▷ le second, à évaluer la nature des dommages corporels et/ou matériels susceptibles d'être provoqués si le risque vient à s'actualiser (*op cit*).

Ce sont les caractéristiques, la probabilité d'occurrence et les conséquences éventuelles de la situation évaluée qui fondent la représentation du risque. Celle-ci se réfère aussi à des critères subjectifs parce que l'évaluation du risque est déterminée par de nombreux facteurs psychologiques, sociaux, culturels et politiques dont les règles peuvent être socialement négociées [Slovic 1998]. Le risque est un concept multidimensionnel qui intègre des facteurs comme l'incertitude, la crainte, le potentiel catastrophique, la contrôlabilité ou la familiarité, qui vont varier suivant les caractéristiques (croyances, culture, position sociale, âge, sexe, *etc.*) de celui ou de ceux qui évaluent la situation [Slovic 1987 ; Kouabenan et Cadet 2005]. Les études réalisées dans ce domaine, notamment celles qui reposent sur le **paradigme psychométrique**⁷, montrent bien la complexité de la perception des risques. Les premières ont démontré les différences de perception des individus suivant le genre, l'ethnie, la nationalité et la classe sociale (Rohrman, 1999, cité par [Taylor-Gooby et Zinn 2005]). Puis [Douglas et Wildavsky 1982] se sont intéressés à l'influence de la culture sur la perception des risques. Acquis par le biais des processus d'apprentissage propres au groupe d'appartenance ou de référence (famille, nation, métier, organisation, *etc.*), la culture véhicule les normes, les valeurs, les rites et les tabous communs aux membres d'un même groupe. Pour Douglas et Wildavsky, la culture constitue le noyau commun et structurant de la perception des risques parce que les « modèles culturels agissent comme des filtres au cours de l'évaluation des informations relatives aux risques » [Rippl 2002, p. 148]. Dans leurs travaux, les auteurs se sont fondés sur les deux dimensions centrales de la socialisation, à savoir le contrôle et l'engagement social. Ils ont ainsi identifié quatre modèles culturels différenciés suivant le mode de vie, les attitudes et les comportements des membres du groupe et le type de relation sociale qui les caractérise. Il s'agit :

- ▷ des groupes hiérarchiques ;
- ▷ des groupes égalitaires ;
- ▷ des groupes fatalistes ;
- ▷ des groupes individualistes.

L'appartenance des individus à tel ou tel groupe culturel influence significativement leur perception des risques. Il s'avère qu'en matière de risques technologiques majeurs (pollutions environnementales ou catastrophe nucléaire) par exemple, la différence est manifeste : les groupes individualistes ont tendance à considérer ces risques comme une opportunité ou un moyen de faire avancer la société ; les groupes fatalistes sont davantage dans le déni du risque [Rippl 2002] ; les groupes égalitaires les évaluent davantage comme étant très dangereux et peu bénéfiques [Dake 1992]. Comme ils sont plus critiques vis-à-vis des institutions parce

⁷ Modèle d'évaluation des risques s'appuyant principalement sur des représentations et des valeurs sociales.

qu'elles symbolisent l'autorité, les groupes égalitaires ont également davantage tendance que les autres groupes à remettre en cause les politiques de gestion des risques majeurs. À l'inverse, les membres des groupes hiérarchiques tendent à se soumettre aux décisions des autorités [Rayner 1988]. Cela ne signifie pas pour autant que les groupes hiérarchiques ne perçoivent pas la gravité des risques technologiques. En fait, les différences culturelles s'expriment davantage dans les stratégies de *coping* (faire-face) des individus, que dans l'évaluation du risque. Autrement dit, la perception du risque ne se définit pas seulement par la conscience qu'en a l'individu, mais aussi par les stratégies qu'il met en œuvre pour s'en défendre.

La construction sociale de la perception des risques que nous décrivons ici, rend compte de l'influence de la culture, des normes, des croyances et des valeurs du groupe d'appartenance. En effet, les études exposées montrent que le jugement de l'individu est influencé par son environnement social : lorsqu'il est amené à évaluer un risque, l'individu formule un jugement conforme aux croyances véhiculées dans sa culture. De telles croyances peuvent l'amener à surestimer la gravité de certains risques (exemple des membres des groupes égalitaires) ou à nier leur existence (exemple des membres des groupes fatalistes). Elles peuvent également l'amener à favoriser les éléments qui confirment ses croyances passées lorsqu'il est amené à évaluer la probabilité d'un événement [Tversky et Kahneman 1974]. Dans ce sens, nous faisons l'hypothèse que **le manque d'investissement des acteurs dans le REX est également dû au fait qu'ils ne se perçoivent pas comme les « cibles » des risques qui leur sont communiqués par les experts**. Les acteurs non-experts ont une perception différente de celle des experts : les processus sociocognitifs et culturels de la perception des risques véhiculent des biais les conduisant à formuler des jugements erronés. [Langer 1975] met en évidence l'existence des **illusions de contrôle** qui poussent certaines personnes à se croire plus habiles qu'autrui à faire face à une situation dangereuse. Dans ce cas de figure, nous pensons que lorsque les individus estiment que leur capacité de contrôle face au risque est supérieure à celle de la victime, ils ont tendance à négliger les messages de prévention. À l'instar de [Weinstein 1989], nous pensons également que ceux qui n'ont jamais été confrontés à un risque donné sont susceptibles d'être moins sensibles aux messages de prévention qui s'y rapportent que ceux qui ont déjà expérimenté la situation.

En matière de REX, ces travaux nous amènent à penser que l'articulation des dimensions individuelles (croyances, culture, niveau d'expertise, *etc.*) et des caractéristiques des risques (gravité, contrôlabilité, familiarité, *etc.*) est susceptible de faire varier la perception des risques suivant le métier, le niveau hiérarchique, le service et l'entreprise. Nous pensons également que ces perceptions sont susceptibles d'influencer l'attitude des acteurs vis-à-vis du REX. Dans ce sens, nous faisons l'hypothèse que **plus les risques sont perçus comme étant bénins et peu probables, moins ils sont susceptibles de susciter l'intérêt des acteurs** (exemple : glissade *versus* incendie). Pour renforcer ces idées, l'étude comparative de la perception des risques entre l'industrie chimique et nucléaire peut révéler des évaluations différentes des risques (exemple : risque radiologique *versus* risque toxique) ainsi que des attitudes plus ou moins favorables vis-à-vis du REX. En effet, les technologies utilisées étant différentes, nous faisons l'hypothèse que les acteurs se sentiront moins concernés par des REX qui font référence à des risques dont ils ne se perçoivent pas comme des cibles. Le fait de révéler de telles différences permettra de montrer un effet de la perception de la cible du risque (soi-même *versus* autrui) sur la motivation à participer au REX.

Il s'avère ainsi que la conscience du risque, la perception de sa gravité et de sa probabilité constituent un des facteurs explicatifs de l'attitude des acteurs vis-à-vis du REX. Cependant, il faut garder à l'esprit que la conscience du risque ne constitue pas la seule condition de l'engagement des acteurs. À cet élément s'ajoutent les points exposés dans la première partie de ce chapitre :

- ▷ coûts (temps, compétence, effectif, effort cognitif) ;
- ▷ bénéfices perçus ;
- ▷ manque de moyens alloués ;
- ▷ perception de l'attitude des managers

comme autant d'autres facteurs déterminants de la motivation des acteurs à s'engager dans le REX.

Pour comprendre ces phénomènes, les modèles des **comportements de protection** fondés sur les croyances offrent un cadre d'analyse intéressant. En effet, en plus de la perception de la probabilité et de la gravité du risque, ces modèles insistent sur l'effet combiné de l'efficacité,

du coût et des bénéfices perçus de l'action à entreprendre sur la motivation des individus à adopter des comportements de protection [Weinstein 2000]. Ils nous permettent donc d'intégrer les conditions environnantes (moyens, accessibilité et coûts) ainsi que les déterminants de la perception des risques (probabilité, gravité et caractéristiques de l'individu) qui sont susceptibles d'influencer l'attitude des acteurs vis-à-vis du REX.

Nous venons d'exposer dans cette partie, le cadre théorique de notre approche. Nous présentons notamment les déterminants individuels (croyances, variables sociodémographiques, position sociale, *etc.*) et contextuels (culture, climat, contexte économique, *etc.*) des explications causales des accidents ainsi que ceux de la perception des risques. Cet exposé montre que l'attitude des acteurs vis-à-vis du REX est fortement influencée par des biais défensifs. En effet, tous les travaux relatés mettent en avant l'existence de mécanismes défensifs (dénier du risque, déni de son propre rôle causal, sentiment d'invulnérabilité, sentiment de supériorité, *etc.*) dans la perception des risques ainsi que dans les explications causales. Ces travaux mettent en évidence la prévalence des biais égo-défensifs qui sont activés quand les acteurs se sentent menacés par les risques ou par les procédures d'analyse d'accidents. Dans le cas de la perception des risques, ces biais renvoient à la peur d'être confronté à un risque face auquel on est démuni : les individus nient l'existence d'un risque ou se convainquent de leur invulnérabilité parce que l'absence de contrôle est une source d'angoisse. Dans le cas des explications causales, les biais défensifs rendent compte cette fois-ci de la peur d'être sanctionné en raison des imputations de fautes qui sont susceptibles de conclure les analyses d'accidents. Finalement, il apparaît que l'évaluation du risque ainsi que les explications naïves varient suivant les caractéristiques des acteurs (expert/non-expert, cadre/ouvrier, *etc.*). Il apparaît également que la perception et les explications ne reposent pas uniquement sur des calculs statistiques ou des informations objectives : « lorsqu'il émet un jugement ou lorsqu'il fait une prédiction, l'individu [...] compte plutôt sur un nombre limité d'heuristiques ⁸ qui lui permettent parfois d'avoir un jugement raisonnable, mais qui le conduisent aussi à formuler des jugements systématiquement et gravement erronés » [Kahneman et Tversky 1973, p. 237]. Nous pensons donc que la prise en compte des processus sociocognitifs (représentations, besoins, perceptions, croyances) et culturels (normes, valeurs, mythes) qui fondent le jugement est importante parce qu'ils déterminent l'attitude des acteurs vis-à-vis du REX.

1.4 Conclusion et perspectives

Le présent chapitre expose le contexte et les fondements théoriques de notre démarche. Dans la première partie, nous soulignons les difficultés liées aux coûts, à l'opérationnalité et aux réactions défensives présentes dans les démarches de *reporting*. Dans la deuxième partie, nous montrons, à travers une revue de la littérature sur le REX, la nécessité de créer une véritable culture de REX afin d'encourager les acteurs à communiquer leurs expériences. Nous exposons également dans cette partie en quoi notre objectif, la compréhension des biais explicatifs et perceptifs qui sont au cœur des difficultés du REX, peut aider à améliorer les pratiques de sécurité. Pour finir, nous présentons les fondements théoriques de notre démarche. Cette dernière partie présente l'articulation des concepts théoriques que nous utilisons pour comprendre la nature des biais à l'œuvre dans les explications causales fournies par les acteurs ainsi que dans leur perception des risques. Il s'avère que les pratiques des acteurs ainsi que leur adhésion aux programmes de prévention, dépendent de la création d'un climat de confiance lors de l'analyse des accidents. Dans ce sens, nous pensons que les systèmes de sanction doivent être proscrits des pratiques d'analyse d'accidents pour encourager la communication ainsi que l'engagement des acteurs dans le REX.

Finalement, le REX se présente comme un construit social déterminé par les situations à risques auxquelles sont confrontés les salariés. Fortement dépendantes du niveau de risque jugé acceptable au sein de l'organisation, les pratiques de REX résultent des multiples implications (économiques, politiques, réglementaires, organisationnelles, sociales, et psychologiques) des situations accidentelles auxquelles elles se consacrent. Dans ce contexte, l'étude des déterminants organisationnels de la sécurité, ainsi que celle des dynamiques sociales qui s'articulent autour de la gestion des risques, est importante pour comprendre les fondements du REX. Il apparaît également que les pratiques de REX sont déterminées par les processus sociocognitifs (représentations, besoins, perceptions, croyances) et culturels (normes, valeurs, mythes)

⁸ « Les *heuristiques* sont des procédés de jugement qui permettent d'obtenir rapidement une évaluation en simplifiant le travail cognitif qu'elles impliquent. » [Kouabenan et al. 2006].

propres aux acteurs concernés. Partant de là, nous cherchons à comprendre les représentations, les perceptions, les croyances, les besoins et la culture des acteurs qui influencent leur attitude vis-à-vis du REX.

Nous sommes conscients des limites de notre approche, liées au grand nombre de variables à prendre en compte pour arriver à saisir tous les déterminants (individuels, organisationnels, culturels) de l'attitude des acteurs. En effet, le travail que nous menons porte sur quatre sites industriels qui présentent chacun des caractéristiques (risques, culture, pratiques de gestion de la sécurité) qui leur sont propres. Dans ces conditions, et malgré les études déjà entreprises, nous sommes conscients du travail qu'il reste à accomplir afin de vérifier toutes nos hypothèses de recherche.

La sécurité dans les transports aériens européens : idées reçues et nouvelles approches

Doctorante	Kyla Steele
Directeur de thèse	René Amalberti (Haute Autorité de Santé & Université Paris 8)
Partenaires scientifiques	Jean Pariès (Dédale SA) Erik Hollnagel (Centre de recherche sur les Risques et les Crises, Mines-ParisTech)
Terrain industriel	Compagnies aériennes

Le transport aérien est fréquemment présenté comme étant le plus sûr des moyens de transport publics. Ce n'est pas par hasard... C'est sur la base de nombreuses réflexions, grâce à des investissements considérables (financiers, humains, de temps *etc.*), à partir de multiples essais et de leçons tirées d'erreurs que s'est bâti le système aérien moderne. Ce système ne se limite pas à des pilotes bien entraînés aux commandes d'avions sophistiqués. Il s'agit d'une infrastructure très mature comportant de multiples couches organisationnelles autour du cœur d'activité. Des organisations internationales travaillent à la standardisation de la réglementation sur la conception des équipements, la formation des opérateurs et les procédures opérationnelles à l'échelle mondiale.

sécurité = zéro
accident

Le secteur de l'aviation reconnaît les apports des systèmes formalisés de Retour d'EXpérience (REX) comme un moyen de communiquer sur des événements réels ou potentiels. Le REX est considéré comme un outil de prévention extrêmement pertinent dans un domaine où l'accident est perçu comme inacceptable et où seule une infime minorité du personnel a déjà fait l'expérience d'un désastre. Le REX faisant suite à des catastrophes occupe également une place formelle dans l'industrie des transports aériens, avec des investigations à grande échelle menées par des autorités d'enquête accident indépendantes, en coopération avec des représentants d'autres organismes (comme les fabricants). Les rapports et recommandations sont rendus publics et peuvent être à l'origine de nouvelles réglementations, conceptions et procédures. Tout ceci, bien évidemment, a significativement contribué au succès du secteur aérien tel qu'il existe aujourd'hui. Ce système, au stade de maturité qu'il atteint de nos jours, est le résultat des efforts combinés de millions de personnes dans le monde et des connaissances accumulées à travers des dizaines d'années d'expérience. Ce corpus de savoirs inclut des principes non-techniques prenant en compte les aspects humains sur la façon dont les gens conçoivent, pilotent, réparent les avions et contrôlent le trafic, ainsi que sur la manière dont l'activité est organisée, régulée et analysée en cas d'accident.

L'importance des facteurs humains (FH) est de plus en plus reconnue ces dernières années ; les tentatives pour les inclure dans les REX formels et dans les enquêtes accidents se multiplient, avec pour objectif l'identification et la correction de problèmes qui menacent la sécurité. Cependant, ces essais, aussi prometteurs soient-ils, rencontrent selon nous un succès limité.

les FH : une des priorités du REX

Une des raisons pour lesquelles il est difficile d'apprendre d'événements non-techniques, réside dans l'absence d'existence d'un modèle commun ou d'une compréhension partagée des facteurs humains et de leur implication dans le travail au quotidien. L'empreinte fortement technique de l'aviation, le profil technique de la majorité des experts, conduisent à une gestion également technique des problèmes, qui tient peu compte de la complexité et de l'importance qu'il y a à intégrer les aspects facteurs humains. Il est ainsi fréquent que ces aspects facteurs humains soient tout simplement assimilés à du bon sens, engendrant des principes allant de soi, qui, du fait de la nature humaine des acteurs du système, sont compris et surtout acceptés par tous.

Pourquoi les transports aériens sont-ils sûrs ? Qu'est ce que les professionnels de l'aviation pensent, croient, ressentent comme étant sûr ? L'objectif de ce travail de recherche est d'explicitier certaines des convictions, des hypothèses sur la sécurité reconnues et acceptées comme du bon sens dans le secteur de l'aviation. Au travers d'une enquête menée auprès de compagnies aériennes européennes, cette étude vise à cartographier le paysage des croyances en ces hypothèses dans différents sous-secteurs de l'aviation. Un des objectifs principaux du travail sera de préparer un manuel simple et concis, destiné aux professionnels de l'aviation, décrivant ces principes de sécurité dans un langage accessible et illustrant leurs implications au niveau opérationnel. Mieux comprendre les croyances sur la sécurité dans les transports aériens, permettra de mieux intégrer les facteurs humains dans le REX et, plus généralement, dans le management de la sécurité et représentera une source de progrès indéniable dans ce système socio-technique complexe.

Ce chapitre débutera en exposant les paradoxes et défis auxquels les chercheurs qui s'intéressent à la sécurité aérienne sont confrontés, interrogeant la mesure dans laquelle les convictions des acteurs affectent leur comportement en matière de sécurité et l'illustrant par quelques exemples concrets. Dans la seconde partie, nous discuterons notre logique d'approche, présenterons notre méthodologie et expliquerons comment nous comptons contribuer à une meilleure compréhension de l'omniprésence de certaines croyances dans l'aviation et de la façon dont ces idées reçues, ces croyances, affectent la sécurité. La troisième section sera un état des lieux des recherches précédentes, présentant les bases théoriques sur lesquelles se fonde notre étude, et qui inclut les caractéristiques des modèles de sécurité qui se sont succédés au cours de l'histoire des transports aériens, ainsi que les hypothèses contestées définissant le paradigme de la sécurité actuel. Nous concluons par un résumé des parties précédentes et une discussion de nos recherches en cours.

2.1 Comprendre la sécurité dans l'aviation

Vue de l'extérieur et comparée à d'autres industries, l'aviation apparaît comme très standardisée et homogène. Des standards, des réglementations sont établis pour définir des critères détaillés de méthodes de conception, de sélection de matériel, de certification et de test, de qualification de personnel, de pratiques opérationnelles, d'infrastructures de navigation, d'agencement des aéroports et des services au sol pour ne nommer qu'eux. Même les détails minutieux, tels que les symboles sur les graphiques aéronautiques, les mots utilisés en conversation radio, ou la couleur de la peinture sur le revêtement d'une voie de taxi, sont pris en compte de manière à créer un environnement opérationnel homogène au niveau international. Cette homogénéité facilite le bon déroulement du travail et offre une référence commune aux personnels pour les discussions professionnelles, facilitant et augmentant l'efficacité de la communication au niveau de l'industrie.

2.1.1 La sécurité : savoirs et hypothèses

Malgré cette homogénéité, il existe peu de consensus dans l'industrie concernant les connaissances non-techniques que représentent les facteurs humains et leur influence sur la sécurité, il est donc difficile de communiquer dessus. De plus, l'intégration des facteurs humains dans l'industrie aérienne, même si elle est hautement développée, montre certaines limites, comme nous le soulignons dans l'exemple qui suit.

pas de consensus
sur les FH

Témoignage dans un centre de R&D

Nous avons eu l'occasion de discuter avec le personnel d'un centre de recherche et développement qui conçoit et teste des instruments de bord et des systèmes de cockpit, centre considéré comme relativement avancé dans le domaine des facteurs humains. Dans le cadre du projet HILAS¹, ce centre développe une « boîte à outils » facteurs humains. Cependant, cette boîte à outils se focalise seulement sur une partie limitée des facteurs humains : les propriétés visuelles de l'interface homme/machine comme la lisibilité, le contraste, la clarté. Si ces aspects « physiologiques » méritent d'être considérés et sont encore trop fréquemment ignorés, cette boîte à outils ne tient pas compte de l'ergonomie cognitive qui est une question tout à fait différente.

Pour finir, bien qu'ils se soient accumulés et constituent le sens commun collectif au sein de l'industrie aérienne, il n'est pas possible de démontrer la plupart de ces principes non-techniques par quel que moyen scientifique moderne que ce soit. Ces croyances, ces principes évoluent en partie grâce à la contribution de l'ergonomie et des Facteurs Humains², mais le fait qu'ils soient généralement « non-prouvés » (ou bien prouvés sur la base de méthodes scientifiques elles-mêmes subséquentement questionnées) explique que l'on s'y réfère plus comme à des « hypothèses ». C'est alors le travail des chercheurs en Facteurs Humains et en sécurité de questionner continuellement ces hypothèses et de mettre leurs théories à jour autant que possible.

nécessité de
moderniser les FH

Étant données la complexité du système et la disparité des contributions permettant à des dizaines de milliers de vols d'atteindre leurs destinations chaque jour sans qu'il y ait mort d'homme, dans quelle mesure comprenons-nous vraiment ce qui rend l'aviation sûre ?

2.1.2 Est-il possible de mesurer et de contrôler la sécurité ?

La sécurité est un concept socialement construit, c'est-à-dire que nous décidons de sa signification et que nous pouvons choisir arbitrairement comment la mesurer. Nous discutons de la sécurité comme d'une propriété de l'activité (un vol sûr) ou d'un composant du système (un avion sûr ou un contrôleur aérien sûr). Cependant, cette propriété est extrêmement subjective et encore plus difficile à observer de l'extérieur. C'est pourquoi nous choisissons souvent de mesurer la sécurité en terme de résultats. En réalité, nous ne savons la mesurer qu'en termes d'absence de résultats ou d'occurrence d'événements négatifs arbitrairement sélectionnés (e.g. un décès, une blessure mortelle ayant entraîné la mort après un certains laps de temps, une blessure grave, une perte d'appareil, des dommages à des biens excédant une certaine valeur, etc.). Nous calculons alors la sécurité relative basée sur une autre unité de mesure arbitrairement sélectionnée (e.g. mouvements de vol, nombre de miles effectués, années ou heures d'opération, etc.) pour obtenir un taux de sécurité qui peut être utilisé comme moyen de comparaison.

la sécurité, c'est
subjectif...

Ainsi, en réfléchissant sur ce qui apparaît comme un concept simple « la sécurité du voyage aérien », nous voyons qu'il n'y a pas de moyen absolu, objectif de le mesurer. Du fait de sa subjectivité et de son caractère non-quantifiable, la sécurité présente une nature évasive. Cela signifie qu'il est difficile de déterminer ou d'observer en termes concrets comment les différentes personnes, processus et technologies au sein du système influencent la sécurité. Nous ne comprenons donc pas complètement d'où provient la sécurité, comment elle est maintenue ou comment l'améliorer.

¹ HILAS : *Human Integration into the Lifecycle of Aviation Systems*, Intégration des hommes dans le cycle de vie des systèmes de l'aviation.

² Le terme Facteurs Humains en majuscules fait référence dans notre propos à la discipline scientifique ou aux chercheurs.

2.1.3 Hypothèses de sécurité : remettre le *status quo* en question

nécessité de
questionner les
hypothèses de
sécurité

Ces vingt-cinq dernières années, la recherche a montré que certaines des idées reçues, des hypothèses sur la sécurité qui perdurent au sein de l'industrie aérienne sont fausses, ou ne se vérifient pas dans certaines conditions. Pourtant, on continue à y croire (parfois aveuglement), à les enseigner et à baser les pratiques de travail et les réglementations dessus. Les vieux modèles et les vieilles méthodes ne correspondent plus aux besoins de l'aviation moderne et l'on sait maintenant que cela freine le progrès. Cependant, les alternatives ne sont pas testées, posant ainsi de nouveaux risques. Ces alternatives apparaissent trop chères et trop compliquées à mettre en œuvre par les opérateurs à bord ; les nouvelles techniques sont trop difficiles ou trop complexes pour que les industriels s'en saisissent dans un temps raisonnable.

2.1.4 Le chemin vers le changement est difficile

Nous pouvons commencer cette section en illustrant ce titre par un exemple.

Résistance au changement

Un manager sécurité d'une compagnie aérienne a synthétisé l'opinion de ses collègues (incluant aussi la sienne), au cours d'une réunion : « Ces idées (académiques) nous semblent intéressantes, mais ne nous sont absolument d'aucune utilité, personne dans cette société n'a de temps pour ça. Oubliez ça. Donnez-nous quelque chose que *nous pourrions utiliser!* ». Un fabricant d'appareils explique la décision qu'ils ont prise de ne pas installer à bord une nouvelle méthode de management de risque et de modélisation de la sécurité : « Nous voulions le faire, nous pensions que c'était une bonne idée. Bien sûr, il y avait le problème du coût, intégrer un tel système aurait impliqué des changements au travers de l'organisation et cela coûte très cher ; comment pourrions nous justifier cela en termes de coûts-bénéfices ? Si cette nouvelle méthode avait été plus mature, déjà essayée ailleurs, nous aurions mis davantage de bonne volonté à l'appliquer ; c'était juste trop risqué. Mais maintenant, des années après, nous savons exactement que c'était le genre de chose dont nous avons besoin, et dont nous avons toujours besoin. »

manque de
ressources des
industriels

La littérature académique qui réfute ou questionne les hypothèses de sécurité de base, est souvent très complexe et très théorique, et peut être peu accessible ou intuitive pour les opérationnels du secteur. Les acteurs au niveau opérationnel manquent visiblement de ressources expliquant clairement et illustrant en situation de travail quand et pourquoi les limites de ces hypothèses sont atteintes (et que ces hypothèses peuvent donc se révéler dangereuses).

Dans ce domaine de recherche, comme ailleurs, existent aussi des divisions politiques. Même dans les communautés scientifiques ostensiblement objectives, ceux qui questionnent les normes existantes et qui se détachent du courant principal peuvent perdre la faveur de ceux qui ont un intérêt à maintenir le *status quo*. Il y a ainsi une sorte de bataille à mener ; les changements proposés doivent être argumentés et défendus face aux doutes et à la résistance au changement. Cette bataille sert de premier test de validité des arguments scientifiques et des preuves sous-jacentes. Au cours du temps, si certaines personnes acceptent de plus en plus les idées, d'autres personnes arrivent indépendamment aux mêmes conclusions sur la base de données empiriques. Du fait que de plus en plus de professionnels opérationnels réalisent les limites du *status quo* et prennent conscience de la nécessité d'améliorer les choses, ils se mettent en quête de nouvelles réponses. Ainsi, les hypothèses de sécurité se trouvent questionnées au niveau opérationnel aussi bien qu'au niveau académique.

le REX n'est pas la
panacée...

Les systèmes de REX dans l'aviation mis en place pour apprendre des accidents et des presque-accidents n'apportent pas les bénéfices attendus [Amalberti 2006 ; Becker et al. 2006 ; Johnson 2000]. Nous avons pour exemple des organisations qui essaient d'utiliser des outils qui ne conviennent pas, tout simplement parce que le modèle à partir duquel sont construits les outils est inadapté au contexte du travail. Nous pouvons illustrer ce point par quelques problèmes de taxonomie.

Le système de *reporting* d'incident dans l'aviation s'appuie sur une taxonomie des événements observés et des causes adjugées. Ce choix est fait pour des raisons pratiques : il est impossible d'analyser de grande quantité de données sans coder les concepts similaires, grouper les choses en catégories, distiller les données sous une forme gérable. Cependant, le premier et le plus évident des problèmes liés à la taxonomie, est qu'une liste prédéfinie limite les réponses possibles. En effet, vous ne pouvez pas sélectionner quelque chose qui n'est pas sur la liste, les catégories doivent donc être déterminées *a priori*. Il n'est donc pas étonnant, par exemple, qu'aucun accident n'ait été attribué au manque de conscience de la situation avant que le

terme « conscience de la situation », plus utilisé sous sa forme anglaise « *situation awareness* » ou SA, n'ait été inventé. Bien entendu, les listes peuvent être mises à jour³.

Les catégories que nous mentionnons sont bien entendu des « causes » d'incidents, ou, pour utiliser un langage plus délicat, des « facteurs contributifs » ou des « facteurs explicatifs ». Ceci soulève la question de la **causalité**, qui est un concept dépourvu de sens au regard de la théorie du système complexe [LeCoze 2005 ; Moulin et Pariès 2007] et du constructivisme [Gergen 1999]. Même les événements en apparence simples comme un défaut de boulon, peuvent mener à différents chemins si quelqu'un demande : « Pourquoi ? » (Est-ce que l'opérateur effectuait un atterrissage difficile ? S'agissait-il d'une erreur de maintenance ? Un défaut de conception ? Une dérive dans la qualité de fabrication ? Un mauvais calcul concernant les matériaux sous-jacents ? Une erreur de contrôle dans n'importe lequel de ces domaines ? *etc.*) Les accidents simples n'existent pas⁴.

De par sa conception, une taxonomie simplifie cette complexité. Si l'on peut certainement apprendre en amassant des rapports qui étiquettent les événements selon des typologies comme « incursion sur piste » ou bien « perte de distance de séparation », certains managers et régulateurs sont frustrés et déçus par le peu de leçons que l'on peut tirer de ces systèmes de *reporting*. Si la structure de ces systèmes fait qu'ils sont tout à fait adéquats pour rapporter les aspects techniques des incidents, ainsi que les événements très spécifiques, très bien définis (par exemple une collision aviaire), est-ce vraiment le type d'informations que nous recherchons ? Imaginons-nous vraiment en tirer des leçons valables ? Qu'en est-il de la contribution supposée à 70-90% des facteurs humains ?

Le paradoxe c'est que les personnes qui vivent avec la taxonomie, qui croient que ce classement, ce comptage et ces calculs arbitraires équivalent à des progrès significatifs pour la sécurité, sont ceux-là mêmes qui insistent sur le fait que les facteurs humains jouent un rôle à 70-90% dans les accidents d'avion. Ils continuent à ne jurer que par un système absolument inapproprié à la capture des explications contextuelles profondes des occurrences notables dans les systèmes socio-techniques complexes.

Ainsi, les systèmes de REX basés sur la taxonomie présentent de nombreuses limites parce qu'ils se fondent sur un modèle positiviste⁵, cartésien, mécaniste et par conséquent quantitatif du monde. Pourtant, comme nous allons le montrer par les exemples qui suivent et par notre revue de la littérature, ce « modèle du monde ne reflète pas le monde dans lequel nous vivons » [Woods 2004].

³ À titre d'exemple, la taxonomie ADREP (*Accident/incident Data REPorting* ou système de *reporting* de données d'accident/incident), couramment utilisée pour le *reporting* d'incident dans l'aviation, comportait 88 catégories à l'origine et s'était déjà étendue à 552 en 2000 [Cacciabue 2000].

⁴ Dekker (2004), communication personnelle.

⁵ Le positivisme est une philosophie qui revendique que la seule connaissance authentique est la connaissance acquise au travers de l'expérience par l'observation et la mesure de preuves expérimentales, généralement *via* l'application d'une méthode scientifique.

2.1.5 Le « bon sens » remis en cause par l'empirisme

Avec les exemples suivants, nous allons montrer comment certains accidents tristement célèbres ont remis en cause le bon sens supposé des hypothèses traditionnelles.

Conflit entre TCAS et ATCos⁶ : l'accident d'Überlingen

Les appareils partageant le même espace aérien sont normalement dirigés par des contrôleurs aériens de façon à conserver une distance minimale entre eux. En dernier recours, si, pour une raison ou une autre, cette distance de séparation n'est pas respectée, existe le système TCAS (*Traffic alert and Collision Avoidance System*, ou système d'évitement de collision en vol). Les ordinateurs TCAS à bord des deux appareils en situation conflictuelle, vont coopérer pour résoudre le conflit (e.g. décider qu'un appareil doit descendre et l'autre monter) et donner des instructions verbales (des conseils de résolution) aux pilotes qui doivent les suivre selon leur propre discernement. Les contrôleurs aériens ne sont pas concernés par les conseils de résolution des TCAS et ne reçoivent aucune information des TCAS. Ainsi, dès la conception des TCAS, on reconnaît la possibilité d'émergence d'un conflit entre les instructions données aux pilotes par les contrôleurs aériens, et celles qu'ils reçoivent des TCAS. Des règles ont alors été mises en place pour permettre aux pilotes de compenser ce problème de conception.

La collision à moyenne altitude au dessus d'Überlingen, en Allemagne en 2002, s'est produite après que les instructions données aux pilotes par les contrôleurs et les TCAS sont entrées en conflit. S'en est suivi une confusion des pilotes, ne sachant pas quelles instructions suivre. Finalement, l'un des appareils a suivi les instructions du TCAS, tandis que l'autre a suivi celles des contrôleurs. Après l'accident, le contrôleur aérien qui avait donné les instructions a été accusé d'homicide involontaire et assassiné plus tard par un homme ayant perdu sa famille dans l'accident.

L'accident d'Überlingen est un exemple typique du fait que les nouvelles technologies, si elles permettent de régler certains problèmes, sont susceptibles d'en créer d'autres et d'augmenter la complexité du système. Cet exemple va à l'encontre du « mythe de substitution », hypothèse selon laquelle remplacer l'homme par les automatismes est le meilleur moyen d'éliminer les risques. De plus, cet accident est un exemple des limites du « **normativisme**⁷ », montrant qu'il existe un fossé entre la théorie et la pratique. Il y a une différence entre la façon dont le TCAS a été conçu pour être intégré dans un environnement de navigation aérienne et la façon dont il est réellement utilisé dans un monde aux ressources limitées en conditions normales (i.e. conditions imparfaites). La couverture médiatique et les conséquences tragiques de cet accident soulèvent également la question de la **culture du blâme**, de l'opacité et du droit du public à accéder à l'information, ainsi que celle de la responsabilité individuelle (légale ou autre) liée à la sécurité. De fait, on voit dans ce cas que la responsabilité individuelle et l'accès total à l'information n'ont pas contribué à la sécurité de vol.

Accident du vol Swissair 111

Le vol Swissair 111 s'est écrasé sur la côte est du Canada en 1998, entraînant la mort de 229 personnes. Un feu dans le système électrique de l'appareil est à l'origine de l'accident. Le feu s'est déclaré dans des isolants de câbles électriques et s'est rapidement propagé, détruisant des systèmes de vol critiques et remplissant le cockpit de fumées et de vapeurs. Le câblage électrique dans les appareils vieillissants avait déjà été identifié comme un problème potentiel et l'industrie essayait de décider que faire à ce propos. De plus, dès les débuts de l'aviation, l'inflammabilité des matériaux à bord des avions a été prise en compte dans la conception.

L'accident d'Überlingen, tout comme celui de Swissair, démontrent les limites des capacités de l'industrie aérienne à apprendre de ses accidents et à les prévenir de manière proactive. Le potentiel problème de confusion d'un pilote face à des instructions de TCAS et de contrôleurs aériens conflictuelles avait déjà été évoqué, tout comme d'ailleurs les problèmes liés à l'isolation électrique et à l'inflammabilité de certains matériaux. Pourtant, les décideurs au sein de l'industrie (dans ce cas, les régulateurs) furent incapables de prendre toutes les mesures

⁶ *Air Traffic Controller*, contrôleurs aériens.

⁷ Le normativisme se réfère à la croyance selon laquelle le système peut et devrait fonctionner en suivant les normes formelles et prescriptives (i.e. règles et procédures) dans toutes circonstances et qui suppose que ces normes sont correctes et complètes. La perspective normativiste exclut la possibilité de changement, de nouveauté, de surprise, d'adaptation, d'improvisation ou d'innovation.

préventives possibles de manière réaliste, et décidèrent qu'il s'agissait là de risques acceptables, en, dans certains cas, simplement reportant leurs actions jusqu'à ce que le problème des appareils vieillissants soit mieux compris. Après coup, ces décisions peuvent sembler immorales, mais il s'agit en fait de compromis plutôt normaux qu'il est nécessaire de faire au quotidien pour continuer à fonctionner dans un environnement où la sécurité n'est pas la seule priorité. Cependant, en réalité, les compromis se construisent souvent sur la base d'informations imparfaites. L'alternative est alors de suspendre certaines opérations aériennes jusqu'à ce que les problèmes soient étudiés et parfaitement compris et que des modifications coûteuses puissent être effectuées sur les grandes flottes d'appareils en service dans le monde.

Au printemps 2008, la FAA (*Federal Aviation Administration*⁸) a interdit de vol un grand nombre d'appareils, ce qui a coûté aux compagnies aériennes des millions de dollars et a risqué d'affaiblir l'économie Américaine [Crawley 2008]. Cela montre la difficulté des arbitrages nécessaires à l'équilibre entre le maintien des objectifs économiques d'une industrie aérienne limitée en moyens financiers et le fait de prendre toutes les précautions de sécurité possibles.

Accident d'un vol Alaska Airlines

En janvier 2000, un vol MD-83 opéré par Alaska Airlines a perdu un de ses systèmes critiques de contrôle et s'est écrasé dans l'océan à proximité des côtes Californiennes, tuant 88 personnes à bord. La récupération des composants de l'appareil a révélé un défaut de boulon lié à une érosion anormalement élevée. Si des questions persistent concernant la conformité des opérations de maintenance réalisées, on peut s'interroger également sur les nombreux délais approuvés et accordés par le régulateur entre ces opérations de maintenance.

L'accident d'Alaska Airlines est un exemple utilisé par Sidney Dekker [Dekker 2005] pour montrer que le processus de construction des règles est, en soi, un processus d'essai et d'erreur imparfait. À l'origine, les calculs des intervalles de temps entre les opérations de maintenance avaient été des estimations faites par des ingénieurs, avec une marge de sécurité intégrée. Ces intervalles se sont petit à petit allongés, et ceci sur plusieurs années, si bien que chaque extension prise individuellement ne semblait pas significative, mais une comparaison avec l'intervalle d'origine aurait dû attirer l'attention. Ce « glissement progressif vers la défaillance » [Snook 2000] montre bien à quel point nous « normalisons la déviance » [Vaughan 1996] en acceptant de dévier un tout petit peu à chaque fois et en prenant cette nouvelle situation comme normale, comme référence, sans regarder à quel point on s'est éloigné de l'état d'origine. Nous continuons à repousser les frontières de la performance étant donné que nous ne savons pas à quel point « sûr » est « assez sûr »... Nos règles ne sont pas parfaites et quelque chose qui est sûr dans certaines conditions ne l'est pas forcément dans d'autres (par exemple, pourquoi est-ce qu'un seul des appareils d'Alaska Airlines s'est-il écrasé de cette manière, alors que la maintenance se déroule de la même manière pour l'ensemble de la flotte ?). La sécurité est une cible mouvante et nous cherchons à nous adapter ou à réécrire les règles pour rester dans la ligne de mire, mais on tire toujours en aveugle. Cet exemple remet en cause l'hypothèse selon laquelle suivre les règles est une garantie de sécurité. De manière similaire, l'accident de Challenger démontre comment un accident peut arriver même lorsque l'on opère dans le cadre strict des règles, puisque la décision de décoller malgré les avertissements des ingénieurs, résultait du suivi de la procédure de prise de décision de la NASA⁹ [Vaughan 1996].

normalisation de la
déviance

règles ≠ sécurité

Accident de Tenerife

En mars 1977, sur l'île espagnole de Tenerife, un KLM 747 a tenté de décoller dans le brouillard, avant qu'un Pan Am 747 ait quitté la piste de décollage. Les deux appareils sont entrés en collision, causant la mort de 583 personnes. Ce fut l'accident le plus mortel de toute l'histoire de l'aviation.

Cet accident emblématique a eu lieu entre deux appareils fonctionnant bien, bien entretenus, avec à leur bord des équipages très compétents, opérant dans des conditions météorologiques correctes dans les limites des normales. Cet accident a soulevé des questions concernant la compréhension que l'on avait de la sécurité à cette époque. En effet, la sécurité était considérée comme la somme de composants indépendants du système :

Appareil sûr + équipage bien entraîné = sécurité

⁸ Organisme gouvernemental chargé des réglementations et des contrôles concernant l'aviation civile aux États-Unis.

⁹ National Aeronautics and Space Administration.

redéfinir la sécurité On pensait qu'un tel accident ne pourrait jamais arriver tant qu'il n'y avait pas de défaillance ou de dysfonctionnement de quelque chose qui, à cette époque, était connu pour jouer un rôle dans le maintien de la sécurité du système (en ce temps, le concept de *Crew Resource Management*¹⁰ n'existait pas ; KLM l'a créé à la suite de cet accident).

Ce ne sont pas seulement les accidents, les tragédies qui démontrent les limites de l'approche actuelle de la sécurité en aviation. Au cours des présents travaux, nous avons été régulièrement confrontés au paradoxe qu'il y a à devoir justifier notre approche en terme de bénéfices quantitatifs, alors qu'un de nos principaux messages est que la sécurité est un construit social qui ne peut être mesuré.

Un exemple plus proche de notre quotidien

Un manager sécurité d'une compagnie aérienne et un ingénieur d'un fabricant d'équipements nous ont expliqué qu'ils ne savaient pas comment initier et justifier les démarches facteurs humains dans leurs entreprises respectives. La politique en place dans leurs sociétés dicte que toute demande de changement doit être appuyée par de la documentation présentant l'analyse coûts-bénéfices. Si l'on ne peut pas démontrer pour le cas en question que les bénéfices seront supérieurs aux coûts, aucun changement ne recevra d'approbation. Ils en ont donc retenu qu'il n'y avait pas de raison d'essayer de changer, à moins que le changement ne soit demandé par le régulateur.

réalité économique En niant pratiquement tout ce qui ne peut être mesuré ou compté, cette structure de management et de prise de décision ne favorise que l'aspect quantitatif. Si elle est bien adaptée à une survie économique à court terme, en revanche, elle exclut par défaut tout travail important dans des domaines tels que les facteurs humains et organisationnels de la sécurité (étant donné qu'avant tout, la sécurité ne peut être objectivement définie, et encore moins mesurée). Ceci montre à quel point une approche quantitative, positiviste de l'environnement opérationnel existant peut stopper les compagnies aériennes dans leur progression vers davantage de sécurité.

Il s'avère indispensable de continuellement mettre à jour, soumettre à révision et revalidation la science sur laquelle s'appuient les activités de l'industrie aérienne. La nature du travail et l'industrie elle-même ont considérablement évolué au cours des quelques dizaines d'années que compte l'histoire du transport aérien commercial. Puisque des disciplines d'étude telles que les Facteurs Humains, l'interaction homme-machine, les sciences de la sécurité, existent uniquement pour comprendre et donner un cadre aux pratiques industrielles, il semble évident qu'elles doivent évoluer pour demeurer pertinentes. Nous avons de plus assisté à des changements considérables dans les sciences sociales (e.g. psychologie cognitive et organisationnelle, sociologie *etc.*), ce qui pourrait influencer ou refléter l'évolution dans des domaines interdisciplinaires comme les Facteurs Humains.

Ainsi, la communauté scientifique et industrielle doit être capable de rafraîchir, renouveler et réévaluer son corpus de connaissances sur une base régulière. Une partie de ce processus consiste à retourner le miroir sur soi-même, non seulement pour examiner son propre savoir actuel, mais aussi pour vérifier que l'on s'approprie bien les méthodes utilisées pour aller vers cette connaissance ; un exercice de réflexion épistémologique en somme.

questions
épistémologiques

2.2 Cartographie des croyances sur la sécurité dans le domaine de l'aviation

Notre recherche a pour objectif de cartographier le paysage des convictions, des idées reçues, des croyances de base sur la sécurité présentes chez le personnel de différents sous-secteurs de l'aviation. Par ce recensement, nous voulons rendre explicites les hypothèses sur la sécurité auxquelles les gens se réfèrent implicitement, et montrer dans quelle mesure ils y croient dans le cadre de leur travail.

recensement des
idées reçues

¹⁰ Formations dans l'aviation civile qui se focalisent sur le fonctionnement des équipages considérés comme des groupes homogènes et non seulement une juxtaposition de travailleurs compétents individuellement.

2.2.1 Méthodologie et apports attendus de l'étude

Cette étude a débuté par une revue de certains des principaux thèmes traités par la littérature récente sur la sécurité, littérature qui questionne les hypothèses tacites sous-tendant les pratiques existantes. Cette revue de la littérature devrait ouvrir la discussion sur le changement de paradigme (la remise en question de certains dogmes, l'apparition de nouveaux concepts), sur la complexité inhérente aux modèles organisationnels de la sécurité et sur de nouvelles approches comme l'ingénierie de la résilience¹¹. S'il est indéniable que les choses changent, la ligne directionnelle que prennent ces changements n'est, à ce jour, toujours pas clairement définie. Cette étude bibliographique devrait donc également aider à créer le consensus et à donner une image plus précise de la trajectoire scientifique suivie par nos travaux.

L'étude porte sur quatre des principaux domaines de l'aviation : la conception et la fabrication d'appareils, les opérations aériennes, la maintenance et la gestion du trafic aérien. Les données seront collectées au cours d'une **enquête d'opinion** se présentant sous la forme d'un **questionnaire** et d'**entretiens**.

Vingt **entretiens préliminaires** ont tout d'abord été réalisés de façon à obtenir un premier retour du personnel sur les différents thèmes du questionnaire. Les entretiens ont eu lieu avec des opérationnels et, dans certains cas, avec des spécialistes des facteurs humains dans les quatre sous-secteurs concernés, comme des régulateurs et des personnes responsables des enquêtes accident. Les données de ces entretiens seront utilisées pour renseigner le questionnaire et formuler des hypothèses sur les différents thèmes qu'il aborde. À ce stade de l'étude, les données seront codées et classées par thème, mais pas encore analysées. Ce premier travail de terrain permettra de s'assurer que le contenu du questionnaire sera bien ancré dans les pratiques réelles de travail. Cette première étape est d'autant plus importante, qu'elle permet de s'assurer que le vocabulaire du questionnaire sera clair et compréhensible pour les personnes participant à l'étude.

entretiens
semi-directifs

Le questionnaire sera adressé principalement au personnel des compagnies aériennes, aux prestataires de maintenance, aux gestionnaires du trafic aérien et aux fabricants d'appareils et d'équipements, aussi bien au niveau managérial, qu'à celui des opérateurs de première ligne. Nous aimerions également obtenir des données de régulateurs, d'investigateurs d'accidents, d'instructeurs de vol, de consultants en facteurs humains, *etc.* Le questionnaire circulera au sein du consortium HILAS et également via les réseaux professionnels des chercheurs (la liste initiale comporte environ 500 personnes) et nous comptons sur un effet « boule de neige » pour récolter des échantillons. Le questionnaire se présentera sous une forme électronique disponible sur un site internet. La cible géographique principale de cette étude est l'Europe, cependant elle circulera également via des contacts en Amérique du Nord, en Asie et en Océanie.

questionnaire
couvrant de
nombreux domaines
de l'industrie

Une fois toutes les données collectées, nous effectuerons une analyse statistique des résultats du questionnaire, ainsi qu'une analyse qualitative de la première série d'entretiens. Les éléments tels que les facteurs culturels, le type de poste (opérationnel vs management ou autres fonctions support), le niveau d'éducation, le nombre ou la diversité des expériences professionnelles ainsi que l'éventuelle implication personnelle dans un accident, seront pris en compte au cours de l'analyse, étant donné que ces facteurs peuvent aussi influencer fortement sur la vision qu'ont les personnes de la sécurité dans leur environnement de travail.

À partir des résultats du questionnaire, et afin de les discuter plus avant, de nouveaux entretiens seront conduits et des groupes de discussion seront organisés avec des professionnels de l'aviation des quatre domaines concernés. L'objectif sera alors d'approfondir l'analyse des différences significatives identifiées entre les sous-secteurs et d'explorer la pertinence des résultats pour les pratiques réelles de travail. À l'occasion de manifestations dans le monde de l'aviation, telles que des conférences ou des rencontres où l'on peut espérer une représentation adéquate des professionnels des différents domaines étudiés, les groupes de discussion prendront la forme d'ateliers. Chaque atelier sera conçu de manière à permettre à la fois au chercheur de collecter davantage de données et aux participants d'avoir l'occasion de discuter les résultats des premières phases de l'étude et de bénéficier de l'échange d'idées engendré.

ateliers interactifs

Toutes les données collectées concernant les différents participants seront protégées et resteront strictement confidentielles. Toute information sera présentée anonymement (*e.g.* en

¹¹ « La résilience est la propriété intrinsèque d'un système à ajuster son fonctionnement vis-à-vis des changements et des perturbations, dans le but de pouvoir maintenir son fonctionnement après une défaillance majeure ou en présence d'un stress continu », E. Hollnagel.

combinant les données des différentes sources et en les généralisant à travers les catégories). Nous avons fait le choix de combiner cet anonymat à une méthode de récupération de données reposant sur des réseaux informels plutôt que sur une coopération officielle, formelle avec la compagnie, afin d'étendre la portée de l'étude ainsi que de minimiser les biais et l'autocensure pouvant résulter de l'attitude de personnes essayant de donner une image positive (ou négative) de leur compagnie.

non-normatif

En fait, contrairement aux études portant sur la culture de sécurité, l'objectif de cette recherche n'est pas d'évaluer les croyances de chaque individu ou de chaque compagnie en se référant à des critères spécifiques. S'il est vrai que, d'après notre perspective de recherche, le fait de questionner les croyances traditionnelles est considéré comme un signe positif, nous nous positionnons tout simplement au niveau de l'observation de la ligne de base. Nous cherchons à appréhender les réelles convictions ancrées dans les différents secteurs de l'aviation, afin d'obtenir une image plus réaliste du paysage des principes sur la sécurité existant dans l'industrie aéronautique.

Ce projet de recherche industriel, de par sa nature, a pour but, en expérimentant les théories académiques dans le monde réel, d'étudier les concepts de sécurité dans le contexte opérationnel. Une des finalités sera de produire, à partir des résultats obtenus, des documents délivrables spécifiquement destinés aux professionnels de l'aviation non spécialistes de ces sujets. L'un de ces documents sera une sorte de manuel qui expliquera brièvement les concepts, présentera des exemples concrets montrant que ces hypothèses peuvent s'avérer fausses en pratique et expliquant, en termes opérationnels, pourquoi certaines convictions peuvent être dangereuses. Le manuel fournira également des références bibliographiques pour les personnes intéressées par une approche plus approfondie des différents thèmes. Le manuel sera à la disposition de tous les participants à l'étude et des partenaires du projet de recherche qui le souhaitent.

Ce travail offre une contribution intéressante étant donné qu'il existe peu de documents de ce type que les opérationnels semblent trouver utiles. De plus, une session de groupe interactive se tiendra avec des représentants des différents secteurs de l'aviation pour discuter de ces hypothèses et de leurs implications. L'un des objectifs de cet atelier sera d'enseigner, de créer le consensus et de comprendre. Ces contributions, en parfaite adéquation avec l'esprit d'une thèse industrielle, constituent autant de modestes efforts pour faire le lien entre académie et industrie.

2.2.2 Limites inhérentes à l'étude

De par leur nature, les études sur les attitudes humaines présentent certaines limites : les attitudes ne sont pas des choses observables fixes, stables, mais bien au contraire subjectives et changeantes.

enquête d'opinion

Nous nous devons de reconnaître les limites de nos techniques de mesure, mais il n'existe pas de méthode parfaite. Ed Hutchins, un ethnographe bien connu pour ses études de terrain, explique que les personnes qui aiment les expériences de laboratoire critiquent souvent le travail de terrain à cause des « effets liés à l'observateur ». Hutchins répond à cela que les expériences de laboratoire sont elles-mêmes entièrement sujettes à ces effets liés à l'observateur, mais que, puisque l'observateur est partout, il en devient invisible¹²... Lors d'une étude comme celle que nous effectuons, le contact avec le monde empirique n'est pas aussi naturel qu'au cours d'observations de terrain, cependant, notre méthode prend en compte autant que possible les limites des questionnaires que nous avons essayé de concevoir dans une perspective *émique*¹³. Nous reconnaissons néanmoins que les réponses aux enquêtes et aux questions des entretiens ne révèlent pas une vérité absolue : elles nous disent uniquement ce que les gens, et ceci quelles que puissent être leurs motivations, décident de répondre à nos questions. Après tout, ces limites sont celles inhérentes à toute investigation scientifique et, malgré leur existence, nous croyons qu'un traitement réfléchi du sujet peut nous apprendre quelque chose et contribuer, même de façon modeste, aux avancées dans ce domaine.

validité de la recherche

¹² Ed Hutchins, invité conférence ISAP (International Symposium for Aviation Psychology), 2007.

¹³ En se plaçant du point de vue (subjectif) de la personne interrogée et non du point de vue d'un observateur extérieur (perspective étique).

2.3 Approches précédentes et changement progressif de perspective sur la sécurité

Dans le monde occidental, la sécurité dans le secteur aérien a apparemment atteint un plateau relativement stable (cf. Figure 2.1).

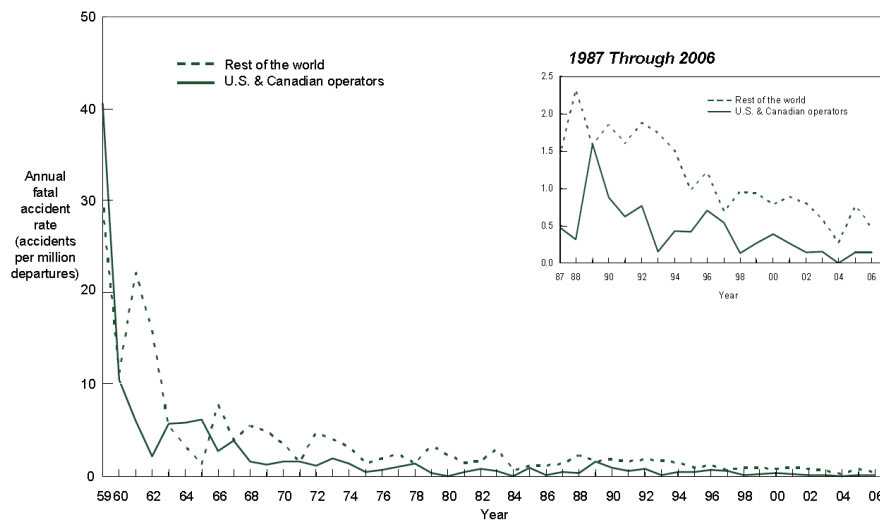


FIG. 2.1 – Taux d'accidents et de décès dans la flotte mondiale d'avions à réacteurs (Boeing, 2007).

Il semble que les efforts continus pour progresser soient en parfaite corrélation avec la croissance incessante de cette industrie. Cependant, nous voulons faire mieux. Nous devons faire mieux, sinon, avec l'augmentation de l'activité aérienne, pour le même taux de fréquence, le nombre d'accidents pourrait devenir inacceptablement élevé. Selon [Amalberti 2006], au delà d'un certain seuil de maturité, un système devient figé ou rigide et ne peut plus s'adapter continuellement. Le seul moyen de faire changer un système figé pour progresser vers une plus grande sécurité, est de le briser et de le reconstruire ou de le réinventer d'une façon nouvelle, de préférence en utilisant le savoir acquis à partir de l'ancien système (cf. Figure 2.2). Certains chercheurs en sécurité considèrent que l'atteinte du plateau dans la courbe du taux d'accidents d'avion, est l'indicateur du besoin d'une telle révolution ; il est temps d'adopter une perspective différente, d'essayer une approche complètement nouvelle de la compréhension et du management des risques et de la sécurité [Amalberti 2001, 2006 ; Leveson 2003 ; Pariès 1996, 1999 ; Woods 2006]. Ainsi, nous pourrions être au bord de la transition. David Woods argumente que ce dont nous avons besoin, correspond à un changement de paradigme.

niveau de sécurité
stabilisé

changement de
paradigme

2.3.1 Le changement en réponse au changement

Nous avons déjà indiqué que les systèmes socio-techniques modernes comme l'aviation sont très différents de ceux les ayant précédés il y a de cela des dizaines d'années. Il faut en particulier relever le profond effet qu'ont eu les ordinateurs et les automatismes sur le travail humain, sur la nature des systèmes sociotechniques et sur la relation entre l'homme et son travail [Hollnagel et Woods 1983 ; Hollnagel 2004]. Barry Turner et Charles Perrow expliquent à quel point les systèmes industriels modernes à large échelle diffèrent de ce que les hommes ont eu à gérer par le passé et pourquoi un besoin de nouvelles façons de penser la sécurité et les accidents a émergé : nous devons reconnaître que la structure propre de ces systèmes, difficile à manier, a introduit de nouveaux risques [Perrow 1984 ; Turner 1978]. Les concepts de l'accident normal et des *man-made disasters* ont représenté une bifurcation radicale de la pensée de l'époque, qui illustre la bêtise qu'il y a à attendre une sécurité parfaite d'un système dangereux par nature, opérant dans un monde imparfait et sous contraintes. Le modèle de l'espace de sécurité dynamique de Rasmussen a rompu avec la tradition de modélisation des facteurs humains en considérant les effets des contraintes du monde réel, comme l'économie, sur les frontières de la zone de fonctionnement du système [Rasmussen 1997]. Le caractère unique de ce modèle réside également dans le fait qu'il décrit le comportement du système émergent plus que celui des opérateurs individuels, et qu'il montre comment des opérations normales peuvent progressivement dévier vers l'échec en absence d'erreurs ou de pannes majeures.

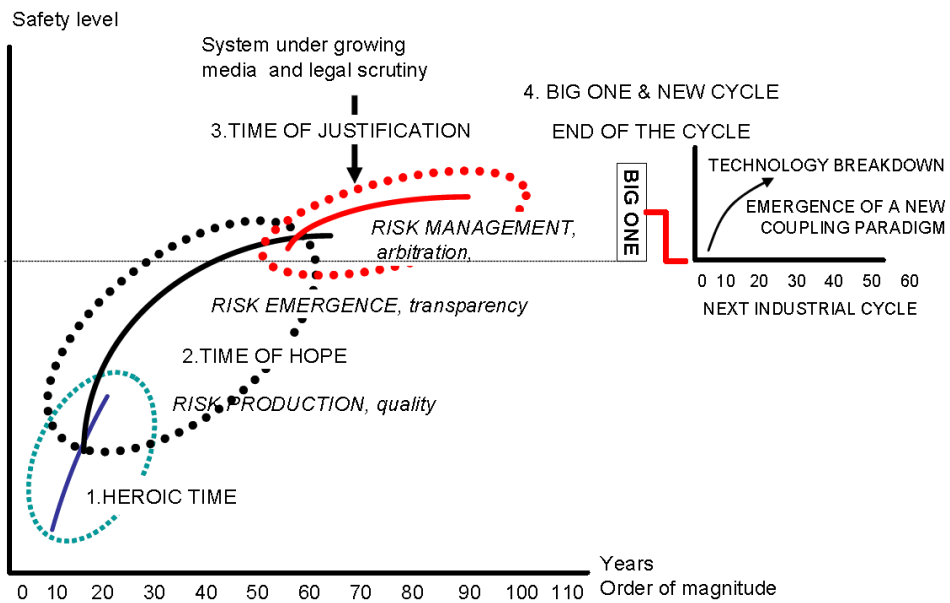


FIG. 2.2 – Évolution de l'acceptabilité du risque au cours du cycle de vie des systèmes [Amalberti 2006, p.253].

2.3.2 Les concepts de sécurité du passé, du présent et du futur

Pour replacer cette discussion dans son contexte et afin d'obtenir une vue d'ensemble des caractéristiques de notre paradigme de sécurité en transition, regardons l'évolution chronologique des concepts facteurs humains et des modèles d'accident. Dans le tableau présenté (cf. Tableau 2.1), nous décrivons certains des concepts de facteurs humains et de sécurité selon leur évolution au cours du temps. Cela correspond approximativement à la durée de vie de la discipline Facteurs Humains dans l'aviation. Dans la littérature, certains auteurs font référence à trois types différents de modèles d'accident que nous pouvons utiliser pour encadrer chronologiquement notre caractérisation :

- ▷ les modèles simples linéaires du passé ;
- ▷ les modèles épidémiologiques actuels ;
- ▷ les modèles systémiques complexes du futur.

Les limites entre ces phases ne sont pas distinctes, elles sont au contraire plutôt floues. En effet, par exemple, les travaux sur les modèles complexes ont commencé il y a plus de vingt ans ; pourtant, ce sont les modèles épidémiologiques qui prévalent toujours dans l'industrie de nos jours. Dans cette partie de la discussion, nous nous référons à l'état de l'art dans la sphère opérationnelle. Le futur est encore incertain et doit encore être défini. Cependant, nous décrivons ici la tendance que nous observons et les attentes de beaucoup de personnes dans l'académie autant que dans l'industrie. Le tableau (cf. Tableau 2.1) décrit les trois périodes différentes selon plusieurs critères.

Parmi ces critères, on trouve en premier lieu le **type d'accident** ou de **modèle de sécurité** utilisé pour comprendre les événements ainsi que la vision des **accidents** et la perspective plus large du **système** qui y correspond. WYLF (IWYF) se réfère au fait que « *What You Look For (Is What You Find)* », c'est-à-dire « Ce que l'on cherche (est ce que l'on trouve) », qui décrit le caractère « auto-réalisateur » (ou « effet Pygmalion ») qu'il y a à utiliser des modèles. En effet, les modèles définissent ce qui est significatif et ainsi déterminent ce qui peut être découvert.

Nous décrivons ensuite l'**axe scientifique** qui est le point d'intérêt, que ce soit en termes de compréhension scientifique et/ou de d'interventions sur le système. Le mécanisme de **changement** et les moyens d'**intervention** pour améliorer la sécurité, sont liés aux découvertes basées sur le modèle utilisé. Le **paradigme de sécurité** dominant, ainsi que la **philosophie scientifique** sous-jacente sont décrits en termes généraux.

évolution des FH

Période	Passé	Présent	Futur (probable)
Modèle	Séquentiel	Épidémiologique	Systémique
Accidents	Simple, linéaire	Complexe, linéaire	Complexe, non-linéaire
Système	Cartésien, mécaniste, décompositionniste, Newtonien, simple	Cartésien, mécaniste, décompositionniste, Newtonien, plus complexe	Systémique, complexe, écologique
WYLF(IWYF)	Causes, liens de cause à effet	Erreurs latentes et actives	Couplages ; résonance ; perte de contrôle
Focus scientifique	Composants les plus proches	Composants les plus éloignés et les plus proches	Ensemble situés, intégrés ; émergence
Action de changement	Réponse réactive	Attention proactive	Anticipation proactive
Intervention	Prévention des erreurs	Prévention des erreurs et récupération	Maintien du contrôle ; <i>Building in slack</i> ¹⁴
Paradigme de sécurité	Normatif	Normatif avec quelques autorisations pour facteurs atténuants	Rationalité locale, constructionniste
Philosophie scientifique	Positiviste	Positiviste avec un peu de scepticisme	Post-moderne, socio-constructionniste

TAB. 2.1 – Concepts de sécurité et modèles d'accident à travers le temps.

Les types de modèles utilisés, que cela soit dans le passé ou même de nos jours sont, pour la plupart, des modèles d'accidents ou d'événements indésirés, donc, pour parler de façon générale, on peut s'y référer comme à des modèles d'accidents. Plus récemment, nous avons vu émerger le besoin de modéliser également le succès ; c'est pourquoi à l'avenir, l'objectif devrait être la performance et les modèles de sécurité.

[Hollnagel 2004] identifie trois principaux types de modèles d'accident :

- ▷ séquentiel (comme par exemple des chaînes d'erreurs ou d'événements) ;
- ▷ épidémiologique (comme le *Swiss Cheese Model*, modèle du fromage suisse [Reason 1990]) ;
- ▷ systémique.

Il explique que les modèles plus simples du passé peuvent ne pas être appropriés pour comprendre les systèmes modernes complexes [Hollnagel 2004, p.67]. Certains modèles systémiques sont en cours de développement, mais aucun d'eux n'est encore vraiment reconnu à ce jour. On peut citer par exemple SaMBA¹⁵ [Bieder et Pariès 2003 ; Pariès et Bieder 2003], STAMP¹⁶ [Leveson 2002] et FRAM¹⁷ [Hollnagel 2004].

Les modèles associés à chaque ère reflètent la vision que l'on a de la façon dont les accidents arrivent. Initialement, ils étaient investis et traités comme une simple chaîne linéaire d'événements. Cela a évolué en portée et en niveau de détails pour inclure des facteurs plus complexes et plus lointains, tout en restant linéaire de nature. La vision future des accidents sera celle de l'émergence non-linéaire ou de la résonance stochastique dans un système complexe, plutôt que de liens de causalité directs.

Cette évolution de la vision des accidents témoigne du changement de perspective du système. Au départ, l'on considérait un ensemble simple, mécaniste d'éléments indépendants avec des relations proportionnelles (*i.e.* Newtoniennes) entre cause et effet. Dans cette optique, le composant humain est envisagé comme n'importe quel autre élément de la machine, une

¹⁴ Ajouter du « mou »

¹⁵ Safety Model Based Analysis.

¹⁶ Systems-Theoretic Accident Model and Processes.

¹⁷ Functional Resonance Accident Model.

vision du système

dent de l'engrenage. La cognition humaine était considérée comme étant gouvernée par les mêmes lois que les machines, et, plus tard, que les ordinateurs. Progressivement, en allant plus profondément dans le détail et plus largement en portée, la vision du système est devenue de plus en plus complexe, élargissant ses frontières définies pour inclure les aspects organisationnels et reconnaissant que la performance humaine suit un ensemble de lois plus élaborées. Cependant, cette vision a conservé la perspective mécaniste de base, essayant d'isoler un modèle de fiabilité humaine conforme à la séparation dualiste cartésienne de la performance des gens et des composants matériels du système.

Les optiques « futures » rejettent ce point de vue mécaniste en faveur d'une perspective systémique. Elles cherchent à comprendre le système comme un tout organique ou écologique interconnecté au sein duquel le comportement humain est fixé. Cette perspective exclut la compréhension par la décomposition seule, puisque les relations entre les parties du système sont non-linéaires et pourraient être émergentes plutôt que proportionnelles au sens Newtonien du terme.

WYLFWIWF

« Ce que l'on cherche est ce que l'on trouve », les résultats de chaque enquête de sécurité sont donc déterminés par la vision du système et le modèle d'accident que l'on a. Ceci est étroitement lié à l'optique scientifique de l'époque, l'objet d'étude de la communauté scientifique, à la fois reflète et influence la pratique opérationnelle. Les enquêtes sur les accidents dans l'aviation ont progressivement rejeté la recherche d'une simple cause impliquant des éléments proches de l'accident dans l'espace et dans le temps. La pratique actuelle consiste à chercher, à comprendre et à corriger la concaténation¹⁸ de multiples « Facteurs contributeurs », qui s'étendent au delà de l'accident dans l'espace et le temps. Certains chercheurs intrépides reconnaissent qu'il est subjectif d'établir des « causes » dans un système étroitement couplé et que des événements non-désirés peuvent apparaître même sans aucune « erreur » objective dans le système. Ils se focaliseraient ainsi plutôt sur le système en lui-même, considéré comme un tout, sur la nature de ses couplages, la résonance des variations de performance à l'intérieur des limites normales, ou les effets émergents du travail normal.

La capacité de l'aviation commerciale à travers le monde est énorme, et cette industrie est devenue si mature que la majorité du public considère qu'une sécurité quasi-parfaite va de soi. Les accidents sont l'exception plutôt que la règle et sont considérés comme inacceptables à différents niveaux ; c'est pourquoi l'idéal est de mettre en place des mesures de sécurité proactives. Plutôt que de réagir aux erreurs et aux échecs comme nous le faisons dans le passé, nous sommes maintenant à la recherche de manières d'anticiper les problèmes et de garder le contrôle du système.

violation de procédure

Le paradigme de la sécurité prescriptif et normatif du passé et du présent a induit une gestion des facteurs humains de la sécurité majoritairement axée sur le management des erreurs et l'adhésion à des procédures. Cependant, de nos jours, la reconnaissance de l'influence du contexte de travail (social autant que physique) sur le comportement humain, en combinaison avec la nature subjective de la sécurité même, entraîne un changement progressif de paradigme. Il est de plus en plus reconnu qu'au cours de son travail, le personnel est régulièrement amené à « violer » les procédures officielles. Les opérationnels réconcilient les objectifs conflictuels et gèrent l'inattendu en se comportant d'une manière qui, à leur niveau local, leur apparaît rationnelle.

La définition de ce qui est « sûr » dépend de la façon dont on regarde le système : à quel niveau de détail, sur quelle échelle de temps, mais aussi de la perspective de la personne qui le regarde. Le nouveau paradigme reflète cette subjectivité et prend en considération la résolution des conflits selon une perspective socio-constructiviste. Ce paradigme ne peut pas exister au sein d'un cadre scientifique positiviste dans lequel les processus mentaux et les artefacts comme les « erreurs » et les « causes » sont traités comme des éléments objectifs et mesurables. Il devient ainsi nécessaire de se tourner vers une perspective moderniste capable d'accepter les concepts socio-constructivistes.

En regardant notre tableau du haut vers le bas (cf. Tableau 2.1), on constate que changer de perspective sur un seul élément peut conduire de manière logique à des investigations métaphysiques, à questionner les hypothèses fondamentales qui sont la colonne vertébrale des approches actuelles de la sécurité. Il n'est pas possible d'éviter les conflits philosophique et épistémologique qui accompagnent cette réflexion. On peut ainsi aisément comprendre que cette démarche soit difficile à engager, en particulier pour une industrie si bien établie et standardisée à l'échelle internationale.

¹⁸ Série d'éléments interconnectés ou indépendants.

2.3.3 Caractérisation du paradigme existant

Effectuer des changements dans des systèmes matures est difficile et coûteux [Amalberti 2006], et introduire des inconnues peut sembler plus dangereux que de ne rien faire. Cependant, rien faire alors que l'industrie continue à se développer n'est bien sûr pas acceptable non plus ; c'est la force d'impulsion de cette recherche. Vers la fin du siècle dernier, certains auteurs ont proposé des caricatures du paradigme existant. Ces auteurs présentent des arguments logiques, qui, associés à des preuves empiriques, démontrent qu'il est nécessaire de rejeter les hypothèses existantes et de redéfinir le paradigme de la sécurité dans un cadre scientifique post-moderniste.

changer, c'est
risqué...

2.3.4 Adopter une méta-perspective : retourner le miroir sur soi

Selon David Woods, ce dont les organisations et les chercheurs ont réellement besoin, c'est d'examiner leurs stratégies à un méta-niveau, de se demander si le « modèle qu'ils ont du monde reflète vraiment le monde dans lequel ils sont »¹⁹. Continuer à gérer le travail en utilisant des modèles inadéquats basés sur des hypothèses discutables (e.g. un modèle normatif qui suppose que les personnes ne dévient jamais des procédures) ne conduit qu'à des prises de décisions inappropriées et des tentatives d'intervention peu adaptées (e.g. faire l'inventaire des déviations à la norme plutôt que comprendre pourquoi les gens choisissent ou ont besoin de contourner les procédures). Une véritable organisation apprenante va considérer que ses modèles sont défectueux et que sa capacité à répondre est imparfaite, et, par conséquent, va chercher à le démontrer [Rochlin 1999]. Comme nous l'avons mentionné en introduction de cette section, ceci nécessite d'adopter une méta-perspective qui s'étend aux Facteurs Humains ainsi qu'à la communauté de la recherche en sécurité, puisque c'est là que l'industrie détecte la plupart de ses signaux : la recherche fournit des modèles et des approches qui forment la base des méthodes de travail, des outils et des formations.

organisation
apprenante

Notre travail de recherche vise à résumer certaines de ces méta-analyses et à illustrer une partie du fossé qui existe entre la théorie et la pratique en cartographiant les attitudes et les croyances des professionnels de l'aviation.

2.3.5 Travaux précédents sur les hypothèses de sécurité et le changement de paradigme

Sidney Dekker a publié un ouvrage intitulé *Ten questions about human error : A new view of human factors and system safety*²⁰ [Dekker 2005] dans lequel il présente et réfute beaucoup d'hypothèses et de principes fondamentaux qui prévalent en sécurité aérienne. Il s'attaque à ces hypothèses en utilisant des arguments théoriques et des références à d'autres écrits, autant que des exemples issus de situations réelles dans l'aviation.

vision nouvelle des
FH

Nous présentons ici un résumé des questions et des hypothèses soulignées dans ce livre.

Était-ce une défaillance technique ou une erreur humaine ? Le langage utilisé en aviation et la perspective imposée par ce langage représentent une vue technique du monde de plus en plus obsolète. Les caractéristiques définissant ce langage sont la déconstruction (Cartésien), le dualisme et le structuralisme. Le langage utilisé pour décrire le travail à l'intérieur des systèmes est un langage de structure et de mécanique. Une réalité sociale profondément complexe se trouve ainsi réduite à un nombre limité de composants mesurables faisant montre d'interactions et de comportements mécaniques.

vision inexacte du
système

Cette vision du monde considère les systèmes socio-techniques comme des machines dont les parties sont arrangées de manière particulière (les opérateurs de première ligne, à la pointe du problème ("sharp end") vs les acteurs en amont, le management avec une vision moins pointue mais plus large, des barrières de défense en profondeur), avec des interactions particulières (trajectoires, effets domino, déclics initiateurs) et un mélange de variables qui sont indépendantes ou qui interviennent (la culture du blâme vs la culture de sécurité). On peut émettre un doute quant au fait que cette vision structuraliste, mécaniste des systèmes socio-techniques est toujours appropriée pour faire de réels progrès dans la sécurité.

Pourquoi est-ce que les systèmes sûrs échouent ? L'étiologie des accidents dans les systèmes « ultra-sûrs » est fondamentalement différente de celle des incidents dans ces mêmes

¹⁹ Woods, Communication personnelle (2004).

²⁰ « Dix questions sur l'erreur humaine : Une vue nouvelle sur les facteurs humains et la sécurité du système ».

systèmes ou de celle des accidents dans des systèmes moins sûrs. Dans les systèmes « ultra-sûrs », les accidents, plutôt que d'être la conséquence d'échecs, d'erreurs flagrantes *etc.* arrivent au cours du travail normal et sont souvent précédés d'une dérive par rapport à la pratique (sûre) établie.

quantification mal
orientée

Pourquoi les savants sont-ils plus dangereux que les propriétaires d'armes ? Lorsqu'ils utilisent des outils d'observation pour mesurer les « erreurs », les Facteurs Humains adoptent une position réaliste : cette position présume que le « monde ici-bas » est réel, objectif, avec des traits caractéristiques vérifiables qui peuvent être observés, catégorisés et prédits. Cet usage de la quantification, de la classification et de la taxonomie est simplifié à l'extrême et trompeur. Compter les erreurs maintient une illusion de rationalité et de contrôle, mais ne peut offrir ni réelle perspicacité, ni directions productives pour progresser en sécurité. Les « erreurs » étant épistémologiquement élusives et ontologiquement relativistes, la notion de « sécurité » peut, de manière similaire, manquer d'un dénominateur commun dans le « monde ici-bas ».

sécurité ≠ gestion
des événements
négatifs

La sécurité ne concerne probablement pas uniquement la mesure et le management des éléments négatifs (les erreurs). En fait, la sécurité est un « concept humain construit », un projet réflexif et dynamique. Cela signifie que les chercheurs en Facteurs Humains doivent développer des sondes totalement nouvelles pour « mesurer » la santé de la sécurité d'une organisation. En clair, le but que nous devons poursuivre n'est pas le simple contrôle de la sécurité, mais le contrôle de ce contrôle.

Les erreurs existent-elles ? Les erreurs sont des constructions sociales, elles sont une sorte d'explication *post-hoc* ou bien une histoire révisée sur la base de biais rétrospectifs, des événements négatifs. L'« erreur » paraît réelle à celui qui l'expérimente, mais cela ne signifie pas que l'erreur existe « ici-bas » au sens objectif du terme. Ces manières d'apprendre (ou non) des événements, ces interprétations, ces biais rétrospectifs, ne sont d'aucune utilité pour faire progresser la sécurité.

sensemaking, pas
SA

Si vous perdez la conscience de la situation (*situation awareness* ou SA), qu'est-ce qui la remplace ? Du point de vue d'une personne extérieure réfléchissant après la bataille, une explication s'appuyant sur « conscience de la situation déficiente » peut apparaître comme évidente : « Ils ne savaient pas ou ne voyaient pas », « Ils auraient dû remarquer ceci ou faire cela ». Cependant, du point de vue des gens au cœur de la situation, ces déficiences n'existent pas au sens réel ; ce sont des artefacts rétrospectifs. Pour comprendre pourquoi une personne fait ce qu'elle fait, nous devons regarder le monde selon sa perspective. Plutôt que d'interpréter le cas d'une « perte de conscience de la situation » (une approche normative qui juge les gens pour ne pas avoir vu ce que nous, avec notre omniscience rétrospective, aurions vu), il y a davantage de poids explicatif dans l'analyse des actions de l'équipage comme des processus normaux de *sensemaking*²¹.

Pourquoi est-ce que les opérateurs font montre d'excès de confiance ? Dans leur effort pour expliquer un comportement complexe tout en le connectant au travail appliqué, les Facteurs Humains pourraient se desservir eux-mêmes en inventant et en utilisant de manière non-critique des « *folks models* »²². Ces *folks models*, par exemple le fait de se reposer sur le système par excès de confiance, par facilité et la « conscience de la situation », laissent sous-documentées les affirmations sur la réalité empirique ; les personnes extérieures ne disposent ainsi pas de traces pour le suivi et la critique. Pour cette raison, les explications basées sur ces modèles ne sont pas falsifiables et ne sont souvent que des tautologies incapables d'offrir des explications plus profondes de la situation.

Les Facteurs Humains, en tant que discipline appliquée, doivent produire des éléments utiles à la communauté opérationnelle. En ce sens, les *folks models* peuvent apparaître comme un pont extrêmement pratique entre le fondamental et l'appliqué, entre communauté scientifique et communauté opérationnelle. Les termes comme « conscience de la situation » permettent aux deux communautés de parler le même langage. Cependant, un tel partage conceptuel présente le risque de se contenter d'une validité superficielle. À long terme, cela peut nuire aux Facteurs Humains ainsi qu'aux opérationnels. Si nous utilisons des modèles qui n'articulent pas les mesures de performance qui peuvent être utilisées dans des contextes opérationnels pertinents, nous n'avancerons pas dans la compréhension des sources de succès et d'échecs opérationnels.

²¹ Littéralement « Fabriquer du sens ». Cette notion sera explicitée dans le quatrième chapitre de ce cahier.

²² *Folks models* : modèles s'appuyant sur la sagesse populaire, de l'ordre du proverbial.

Pourquoi ne suivent-ils pas les procédures ? Avec du recul, après un accident, les violations de règles semblent jouer un rôle causal prédominant. Les études continuent à donner comme conclusion fondamentale que les accidents sont précédés de violations de procédures. En fait, attribuer un rôle de cause ou de contribution aux violations de procédures dans les accidents, en dit plus sur nous, sur les modèles que nous suivons et sur les biais que nous introduisons en analysant la séquence d'événements *a posteriori*, que sur les personnes effectuant le travail réel à ce moment là.

Ne pas suivre les procédures n'est pas forcément source de problèmes et, en amont d'une situation sûre, on peut retrouver autant de déviations de procédures qu'en amont d'un accident. Ces modèles de procédures nous guident quant à la façon dont les organisations pensent progresser sur la sécurité :

procédures ≠
sécurité

- ▷ les procédures représentent la façon la mieux réfléchie, et par conséquent la façon la plus sûre, de réaliser une tâche ;
- ▷ le suivi de procédures se réduit essentiellement à une activité cognitive basée sur des règles de type précondition implique action ;
- ▷ la sécurité est le fait de gens qui suivent les procédures ;
- ▷ pour progresser en sécurité, les organisations doivent s'assurer que les gens connaissent et suivent les procédures.

Suivre les procédures peut également aller à l'encontre de la sécurité. Voici quelques exemples où l'on note que suivre aveuglément les procédures peut entraîner des problèmes. Dans certains cas, les gens se trouvent confrontés à un choix entre suivre la procédure ou survivre. La sécurité n'est donc pas forcément le résultat d'une application à la lettre des règles ; la sécurité résulte de la capacité des personnes à analyser de façon pertinente les caractéristiques de situations exigeant certaines actions, de leur adresse à trouver et à exploiter un éventail de ressources (parmi lesquelles des guides pratiques) pour atteindre leurs objectifs. Ceci suggère un second modèle sur les procédures et la sécurité :

- ▷ les procédures représentent des ressources pour agir ; les procédures ne spécifient pas toutes les circonstances dans lesquelles elles s'appliquent ; les procédures ne dictent pas leur propre application ;
- ▷ appliquer les procédures avec succès dans différentes situations peut représenter une activité cognitive poussée qui nécessite une grande expérience ;
- ▷ les procédures ne peuvent pas, d'elles-mêmes, garantir la sécurité ; la sécurité résulte de la faculté des gens à juger quand et comment ils doivent adapter les procédures aux circonstances locales ;
- ▷ pour progresser en sécurité, les organisations doivent surveiller et comprendre les raisons des écarts de procédures ;
- ▷ de plus, les organisations doivent développer des moyens d'encourager la capacité des gens à juger quand et comment s'adapter.

Beaucoup d'organisations ou d'industries ne savent même pas, ou ne veulent pas savoir (ou, pour des raisons légales ou autres, n'ont pas les moyens de savoir) qu'il existe un fossé entre les procédures et la pratique.

Une des raisons majeures expliquant les écarts de procédures routiniers, est la nécessité d'atteindre plusieurs objectifs simultanément. Or, la multiplicité et la concomitance des buts poursuivis peuvent conduire à des conflits. La capacité des personnes à arbitrer entre ces pressions diverses et à juger du suivi des procédures, dépend en grande partie de leur histoire et de leur expérience ; il est impossible de spécifier ces paramètres en utilisant quelque moyen normatif que ce soit.

fossé entre
procédures et
pratiques

Peut-on utiliser l'automatisation pour éliminer l'erreur humaine ? Selon une croyance populaire, automatiser une tâche de façon à ce que l'homme n'aie plus à la réaliser écarte toute possibilité d'erreur humaine. Cependant, en réalité, l'automatisation modifie l'expression de l'expertise et de l'erreur ; elle fait varier la façon de bien faire des personnes ainsi que la façon dont leur performance peut s'effondrer. L'automatisation change également (et en réalité souvent limite) les occasions de récupérer après une erreur, et peut retarder les conséquences visibles des erreurs. Ainsi, plutôt que de conduire à une sécurité parfaite, l'automatisation a amené de nouvelles formes de pannes de coordination et d'accidents.

mythe de
substitution

Le système deviendra-t-il sûr ? Lorsque l'on étudie le comportement des hommes engagés dans un travail complexe, les apports des études quantitatives sont limités. Nous ne pouvons pas accorder une confiance aveugle aux chiffres puisque souvent, nos méthodes de mesure et de calcul sont de qualité discutable. Les Facteurs Humains ont besoin de réexaminer leur approche. Nous devons assurer la validité et la valeur ajoutée de nos méthodes quand nous évaluons la « sécurité » de concepts et conceptions futurs.

responsabilité

Devrions-nous tenir les gens pour responsables de leurs fautes ? La croyance commune veut que ce soient la responsabilité individuelle, la menace des sanctions au niveau individuel ou au niveau de la société qui garantissent que le personnel va agir d'une façon éthique et responsable. Pourtant, la culture du blâme ne contribue pas à la sécurité. Progresser en sécurité signifie aller au delà du blâme parce que généralement, on se focalise sur les défauts supposés des opérateurs individuels et l'on nie l'importance des contributions systémiques. De plus, le blâme entraîne tout un tas d'effets secondaires négatifs. Typiquement, recourir au blâme conduit à l'adoption de postures défensives, à la rétention d'information, au protectionnisme, à la polarisation et à des systèmes de *reporting* qui deviennent muets.

Erik Hollnagel a présenté deux visions opposées du système lors de son intervention à l'ISAP (International Symposium for Aviation Psychology) en avril 2007 :

- ▷ ancienne vision, système fermé, optimisme technologique :
 - les hommes sont une charge, voire une menace ;
 - la variabilité nuit à la sécurité et à l'efficacité ;
 - la conception devrait limiter le degré de variation possible ;
 - les choses se passent bien parce que :
 - * les systèmes sont bien conçus et entretenus scrupuleusement ;
 - * les procédures sont complètes et correctes ;
 - * le personnel se comporte comme on attend qu'il se comporte (de la façon dont on lui a appris) ;
 - * les concepteurs peuvent prévoir et anticiper toutes les contingences.
- ▷ nouvelle vision, vision ouverte, réalisme technologique :
 - les hommes sont un capital ;
 - les hommes sont nécessaires au bon fonctionnement des systèmes techniques.
 - les choses se passent bien parce que les personnels :
 - * apprennent à surmonter les défauts de conception et les pépins fonctionnels ;
 - * adaptent leur performance aux exigences ;
 - * interprètent et adaptent les procédures en fonction des conditions ;
 - * peuvent détecter et corriger quand les choses vont mal.

Jean Pariès a fait une présentation similaire lors d'un séminaire Facteurs Humains et Sécurité chez Messier Dowty, une société qui fait de l'ingénierie, de la fabrication et de la maintenance de composants d'avions (Octobre 2006) :

- ▷ l'approche normative de la sécurité dit que le système est sûr parce que nous :
 - spécifions le processus de travail ;
 - anticipons toutes les situations de travail ;
 - automatisons ce qui peut être automatisé ;
 - spécifions chaque détail de « bon » comportement ;
 - sélectionnons les « bons » profils d'opérateurs ;
 - entraînons les opérateurs à suivre les procédures ;
 - blâmons les contrevenants.
- ▷ mais en fait les règles et les procédures :
 - ne peuvent pas anticiper toutes les situations (incomplétude) ;
 - ne peuvent pas décrire tout en détail ;

- sont souvent localement incompatibles avec les objectifs opérationnels / les contraintes de production ;
 - sont partiellement antagonistes à la compétence, à l'intelligence, à l'adaptabilité.
- ▷ les approches locales et normatives de la sécurité ont atteint un plateau
 - ▷ la faute individuelle n'est pas un bon concept
 - ▷ chaque accident est l'échec d'une organisation
 - ▷ les stratégies de sécurité doivent être repensées dans une perspective de fiabilité / résilience
 - ▷ les hommes ne sont pas le « maillon faible », ils sont des facteurs de fiabilité (faillibles)

2.3.6 Synthèse de ces concepts-clés

Sur ces bases et à partir d'autres sources issues de la littérature, nous avons identifié les principaux concepts et principes (contestés) sur lesquels nous fondons notre étude. Beaucoup de ces concepts se superposent à différents niveaux, mais la redondance dans une enquête ou un entretien n'est pas considérée comme un problème et les relations entre ces concepts seront également explorées.

Les cinq premiers concepts sont liés à une description du système existant ou du modèle de sécurité en cours. Ils cadrent avec la théorie de la complexité appliquée aux organisations [Dugdale et Pavard 2001 ; Moulin et Pariès 2007]. Nous listons ici les concepts centraux et donnons un ou deux exemples des hypothèses de sécurité possibles, ou des « mythes » associés à chaque concept :

Variabilité Les variations de l'environnement et le comportement du système sont des menaces à la sécurité ;

Linéarité et proportionnalité Newtonienne Le résultat est proportionnel à la contribution ou à la somme des contributions ;

Causalité / Déterminisme Un événement conduit directement au suivant, de manière prédictible et pertinente ;

Dualisme Cartésien L'esprit (et la cognition) existe indépendamment du monde physique ;

Normativisme L'environnement opérationnel est entièrement compris et modelé ; la sécurité est assurée par le suivi des procédures.

De plus, nous avons utilisé les catégories suivantes comme bases pour nos entretiens et notre questionnaire. Ce ne sont pas des concepts du même type que ceux décrits au dessus, mais plutôt des phénomènes socio-organisationnels bien connus qui dérivent directement de pratiques opérationnelles et du travail sur les facteurs humains. Ils ne sont pas tous indépendants des concepts précédents, mais plutôt les incarnent et les illustrent ; il s'agit simplement de différentes pièces d'un même tissu. Pour les trois dernières de ces cinq catégories, nous n'avons pas donné d'exemple d'hypothèse ou de mythe associé, mais nous avons à la place terminé par une question ouverte, l'objectif étant simplement de comprendre les modèles du système que les personnes utilisent.

Erreurs L'erreur humaine est un phénomène bien défini, facilement compris ; l'erreur humaine devrait être éliminée à chaque fois que possible puisque c'est une menace pour la sécurité.

Responsabilité La responsabilité individuelle est (de manière inconditionnelle) bonne pour la sécurité.

Vision de la sécurité Pour quelles raisons l'aviation est-elle sûre ?

Modèle explicite de l'accident Quels modèles d'accidents les personnels ont-ils dans la tête ou quel est celui utilisé officiellement dans leur travail ?

Relations interorganisationnelles Quelle est la nature des relations entre les différents sous-secteurs de l'industrie ?

2.3.7 Du pain sur la planche

Pourquoi, si ce type de recherche existe déjà, discutons-nous encore ce sujet ? Le problème réside dans le fait que les efforts pour provoquer un changement de paradigme scientifique et pour amener de nouvelles idées au courant de pensée principal au sein de l'industrie, n'ont pas atteint le succès escompté.

Pour commencer, les professionnels de l'industrie déplorent la complexité des idées et le niveau d'expertise requis pour les comprendre et soulignent que les modèles et les méthodes ont besoin d'être plus matures et « validés » avant d'être raisonnablement appliqués en pratique [Steele et Pariès 2007].

obstacles au
changement

Il est vrai que peu de publications sont destinées à un large public. Beaucoup de paradoxes sont inhérents à ce problème de communication. Premièrement, on s'attendrait plutôt à ce que seules les organisations les plus consciencieuses au niveau sécurité lisent des livres régulièrement mis à jour et participent à des débats publics sur la sécurité. Ainsi, le premier effet constaté peut-être celui de « prêcher des convertis ». Le second paradoxe, c'est que, de lui-même, le paradigme existant bloque les changements ; nous recherchons une façon simplifiée de délivrer comme message que le système est irréductible et ne peut pas être simplifié, et nous devons démontrer les avantages coûts-bénéfices qu'il y a à adopter une vision qui n'est pas pertinente avec de telles quantifications. Nous devons également expliquer clairement les idées au personnel technique et aux managers (qui prennent les décisions) de façon à les convaincre qu'ils ont besoin d'acquérir une expertise particulière en Facteurs Humains pour les comprendre et les appliquer. Ceci est extrêmement difficile. Les principes du modèle du fromage suisse [Reason 1990] peuvent être aisément expliqués à l'aide d'une diapositive Powerpoint, c'est pourquoi au sein de l'industrie, les personnes s'attendent à ce que n'importe quel nouveau modèle soit aussi simple et intuitif.

Il est naturel que les discussions sur le changement de paradigme et sur les limites du cadre épistémologique actuel soient ciblées essentiellement au niveau académique. Le milieu académique est à l'origine du débat et les publications scientifiques ont vocation à expliquer les concepts. Cependant, l'académie a pris beaucoup de temps pour intégrer les nouvelles idées et le travail reste fragmenté, même parmi les chercheurs de la même « école ». Au sein de la communauté Facteurs Humains, certaines fractions minoritaires influentes refusent catégoriquement et contredisent les nouvelles idées, ce qui, cependant, fait tout sauf stopper le progrès et empêcher l'institutionnalisation des idées au niveau international.

Au-delà des problèmes de consensus académique et de politique, le débat doit se déplacer vers l'industrie d'une façon plus systématique. Actuellement, de nombreux efforts sont faits, mais ils ne sont pas organisés au niveau industriel. Toutefois, des débats et des travaux de recherche industrielle ont été lancés à l'initiative de sociétés individuelles et d'autorités nationales gouvernementales [Moulin et Pariès 2007] [Axelsson 2006, p139], ainsi qu'au travers de conférences et d'associations professionnelles (comme EAAP²³) ainsi que d'autres réseaux tels que celui de la FonCSI et ceux mis en place par Airbus.

engagement des
industriels

Ce travail ne peut bien entendu pas relever tous les défis. Ceux-ci peuvent même s'avérer insurmontables dans certains cas. Néanmoins, nous nous attachons à essayer de créer le consensus sur certaines des idées en faisant la synthèse de sources (académiques) variées, et nous avons l'intention d'atteindre et d'engager un large public industriel (y compris le réseau ICSI et HILAS) dans le débat sur les implications opérationnelles de ces questions de sécurité théoriques.

²³ European Association for Aviation Psychology, Association Européenne de Psychologie de l'Aviation.

2.4 Conclusion

Nous avons débuté ce chapitre par un aperçu de certains des défis et des paradoxes auxquels sont confrontés les chercheurs dans la sécurité aérienne, questionnant le contexte de certaines croyances humaines affectant le comportement lié à la sécurité et nous l'avons illustré à l'aide d'exemples célèbres de l'histoire de l'aviation. Dans la seconde partie, nous avons discuté du bien fondé de notre axe de recherche, exposant comment notre contribution pourra améliorer la compréhension de la prévalence de certaines croyances fondamentales sur les facteurs humains dans l'aviation. Nous avons décrit la méthodologie utilisée dans notre étude ainsi que nos perspectives pour la suite du projet. Dans la troisième partie, nous avons présenté les travaux antérieurs qui dessinent le cadre théorique de notre recherche, parmi lesquels notamment les caractéristiques des différents modèles utilisés au cours de l'histoire de l'aviation et les hypothèses contestées qui définissent le paradigme de sécurité actuel. Nous allons terminer ce chapitre par une synthèse et une précision de notre question de recherche.

Effectuer cette étude comme un exercice de réflexivité L'aviation se caractérise par sa maturité et par son appartenance aux systèmes socio-techniques les plus sûrs des temps modernes [Amalberti 2006]. L'aviation est une industrie déjà mondialisée et les opérations aériennes connaissent, et ceci dans le monde entier, un taux de croissance élevé [Boeing 2007]. Les solutions technologiques et techniques sont en évolution perpétuelle pour augmenter la productivité et pour améliorer la sécurité et la performance. Nous avons également assisté à une évolution des sciences de la sécurité et des Facteurs Humains [Hollnagel et al. 2006 ; Marais et al. 2004 ; Pariès 1996, 1999], allant de pair avec ces changements.

Ainsi, les sciences de la sécurité et les Facteurs Humains doivent changer et répondre aux besoins de cette industrie qui se réinvente en permanence. Les principes scientifiques sous-jacents aux modèles de sécurité et aux Facteurs Humains évoluent en adéquation avec les modifications de structure et des potentiels de danger de l'industrie à risque d'accident majeur. Afin d'évoluer, les chercheurs doivent faire montre d'une certaine réflexivité, ils doivent être conscients du moment où leurs idées et leurs méthodes ont besoin d'être mises à jour. La difficulté à évaluer l'impact des interventions de sécurité est inhérente par nature, il n'est par conséquent pas si facile de démontrer le besoin de changement. De forts arguments pour le changement se font entendre depuis les années quatre-vingt [Hollnagel et Woods 1983] ; selon certains chercheurs, l'état de l'art actuel et les méthodes communément utilisées sont inadéquats dans certains contextes actuels de sécurité industrielle [Dekker 2005 ; Hollnagel 2004 ; Pariès 1999] et ne sont pas suffisants pour assurer un progrès continu au niveau de la sécurité.

Le fait que les idées évoluent et que les modèles puissent être remis en question voire rejetés, a des implications significatives pour le REX. En effet, ces principes, ces idées sont à la base de notre façon d'enquêter, de comprendre les événements rapportés, de structurer et d'organiser les systèmes de REX formels, et même de définir ce qui mérite d'être noté et devrait être partagé en premier.

Selon le principe scientifique de falsification, aucune connaissance ne peut être catégoriquement prouvée : la science, c'est juste une collection de théories qui n'ont pas (encore) été démontrées fausses. Cette humilité doit s'étendre aux sciences sociales pour leur permettre d'évoluer et de progresser. Si le « savoir » sur les Facteurs Humains et la sécurité existant a été falsifié à partir de preuves empiriques, ces hypothèses semblent pourtant persister. Notre recherche vise à clarifier les hypothèses contestées et à déterminer leur prévalence au travers des différentes facettes de l'industrie aérienne. Cette étude essaie de faciliter une prise de méta-perspective sur les Facteurs Humains et la sécurité en aviation ; ainsi, d'une certaine façon, il s'agit d'un exercice de réflexivité scientifique.

La (non) significativité de notre contribution La contribution que nous espérons de notre travail est modeste. Il y a déjà eu quantité de livres et d'articles publiés par des chercheurs reconnus internationalement sur le sujet. La recherche privée et des sociétés de consulting comme Dédale se sont déjà lancées dans des tentatives de grande envergure dans le cadre de projets de recherche européens majeurs, engageant d'importants budgets et de nombreux partenaires dans tous les secteurs de l'aviation. Pourtant, tout cela commence seulement à modifier la façon de penser et les comportements liés à la sécurité des personnes, et dans certains cas, l'effet est quasiment indiscernable. Alors en quoi un projet de thèse peut-il contribuer ? Nous reconnaissons que réviser un système de croyance dans son intégralité et modifier le paradigme épistémologique sur lequel les croyances sont fondées n'est pas un objectif banal. Comme une goutte d'eau dans l'océan, cette étude n'a pas pour ambition d'apporter un grand changement. Comme nous l'avons indiqué précédemment, l'objectif final

de ce projet inclut un petit manuel à destination de la communauté opérationnelle, ainsi que la mise en place de groupes de discussion des hypothèses de sécurité et de leurs implications au niveau opérationnel. Ceci participera à un changement de façon de penser la sécurité des systèmes socio-techniques complexes. Les changements de cette nature sont progressifs et requièrent de la persévérance. Seul un flux constant et régulier de telles tentatives sur une longue période semble rendre possible un remodelage de ces idées rigides et bien ancrées.

Demeure néanmoins un signe encourageant, qui montre que le changement commence à prendre de la vitesse : la popularité du mouvement de l'ingénierie de la résilience et la prolifération récente de thèses dans le domaine de la résilience. L'ingénierie de la résilience prend les concepts présentés dans ce chapitre comme point de départ, questionne et redéfinit le paradigme de la sécurité et du management du risque. Notre étude va contribuer au corpus de connaissances en expansion qui supporte cette école de pensée, fournissant une clarté théorique et de nouvelles données empiriques. Le changement peut être progressif, mais si les arguments sont solides et parlent aux gens, les bonnes idées se divulguent alors de manière exponentielle. L'aviation est un système de la taille d'un mammouth, mais composé d'individus. Si chacun des participants à l'étude (où appartenant au réseau professionnel) s'arrête un moment pour réfléchir de manière critique sur sa compréhension de la sécurité, alors notre contribution à l'évolution se fera sur ce plan là également.

Prise en compte des signaux faibles dans le management de la sécurité : diagnostic sur une raffinerie et un site métallurgique

Doctorante	Ève Guillaume
Directeurs de thèse	Andrew Hale (Université Technologique de Delft) Floor Koornneef (Université Technologique de Delft)
Partenaires scientifiques	Nicolas Dechy et Jean-Christophe Le Coze (INERIS) Yves Dien (EDF R&D)
Terrains industriels	Un site métallurgique et une raffinerie

Sur les sites industriels, le maintien de la sécurité, à travers la démarche du Retour d'EXpérience (REX), se tourne vers une activité de gestion des connaissances. [Gaillard 2005] identifie les étapes suivantes :

- ▷ détecter et analyser les anomalies, les écarts et tout événement ;
- ▷ en rechercher les causes et les enchaînements ;
- ▷ en retirer divers enseignements ;
- ▷ définir des mesures de correction et d'amélioration ;
- ▷ assurer l'information pertinente des parties intéressées.

Un des enjeux est de parvenir à tirer des leçons efficaces des accidents, en gérant au mieux les connaissances produites par ces événements. Malgré le très bon niveau de sécurité atteint aujourd'hui par certaines industries (performances techniques, performances organisationnelles, baisse des accidents du personnel) et l'utilisation presque systématique du REX sur les sites, des accidents majeurs surviennent encore comme l'explosion de la raffinerie Total de la Mède en 1992, ou encore l'accident de BP survenu à Texas City en mars 2005. Les actions à entreprendre aujourd'hui se situent, d'une part dans la compréhension des limites des outils déjà existants, notamment le REX, et, d'autre part, dans les nouvelles voies à explorer afin de les améliorer.

Notre projet de thèse est né d'un partenariat entre le laboratoire Safety Science Group de l'Université Technologique de Delft (Pays-Bas), la direction des Risques Accidentels de l'INERIS et la R&D d'EDF, positionnés dans ce projet de thèse comme soutiens scientifiques et experts en gestion de la sécurité. Deux industriels collaborent activement à ce projet : une raffinerie et un site sidérurgique français.

Nous proposons, à travers ce travail de recherche, de nous focaliser sur les difficultés des premières étapes du REX, à savoir la détection et l'analyse des événements, les causes et les enchaînements, et d'aborder dans cette optique la notion de **signaux faibles** au niveau opérationnel¹. La **détection** et le **traitement** de ces signes précurseurs d'accidents situés en amont des événements critiques, permettraient d'anticiper la dégradation de la sécurité des installations et de freiner la séquence accidentelle. Notre étude comporte un axe original puisque, parallèlement à l'analyse des signes annonciateurs d'incident/accident, nous nous pencherons sur l'intégration de signaux faibles pertinents pour le **REX positif**, retraçant la genèse d'un **gain** en terme de sécurité. Le but de notre recherche est de faire émerger les origines des difficultés et d'améliorer la sécurité en proposant des solutions pour une meilleure intégration des signaux faibles dans les démarches de REX.

Étalé sur quatre années, ce projet fournira une meilleure connaissance à la fois théorique et pratique des signaux faibles. Ce chapitre synthétise l'ensemble du projet que nous menons et se compose de quatre parties. Tout d'abord, nous reviendrons sur le contexte de la recherche et situons la problématique des signaux faibles. Nous exposerons ensuite les apports attendus de notre recherche, la méthodologie déployée, la **Recherche-Action**, ainsi que les principales hypothèses de travail. Puis, nous discuterons brièvement les travaux d'auteurs qui se sont penchés sur la notion de signal faible en insistant sur leur discipline et leur apport dans le monde académique. Enfin, nous proposerons les premiers résultats de notre étude et les approches permettant de répondre à notre question initiale.

3.1 Le REX des signaux faibles, le contexte

REX réactif plus
que proactif

Les études qui se sont penchées sur les fondements et l'efficacité de la démarche de REX se rejoignent sur trois points principaux. Premièrement, le REX reste souvent réduit à une analyse technique des faits, ne prenant donc pas suffisamment en compte les facteurs humains et organisationnels pour comprendre et tirer des leçons des événements critiques. Ensuite, le système de REX reste réactif (analyses après accident) et évolue peu vers un positionnement « proactif » [Bourrier 2002 ; Dien 2006 ; Amalberti et Barriquault 1999], résolvant ainsi partiellement les problèmes identifiés. Enfin, [Bourrier 2002] relève deux « biais » dans l'usage du REX. À défaut d'être un outil de partage des connaissances, le REX se limite souvent à la formation d'une base de données répertoriant les événements survenus sur le site. Deuxième biais, le REX peut être utilisé à des fins d'investigation judiciaire et semer le trouble dans sa finalité initiale. Ces limites identifiées expliqueraient le relatif insuccès du REX, ainsi que l'apprentissage souvent seulement partiel qu'il permet de générer (car peu de leçons sont tirées des expériences).

REX assimilé à base
de données
interférences
judiciaires

L'enjeu de ce programme de recherche et de la thèse de doctorat que nous menons, est de dépasser ces limites, de dégager des voies de recherche et d'action pour améliorer l'efficacité du REX et, par extension, développer les opportunités d'apprentissage des sites qui le mettent en place. Quelles voies se dessinent aujourd'hui ? De nouvelles notions émergent dans le paysage scientifique mais également au sein de certaines industries (EDF et sanofi-aventis par exemple). La problématique des signaux faibles, définis comme signes précurseurs d'accidents, offre des perspectives de recherche intéressantes. Elle propose un positionnement « en amont » des événements en tentant d'identifier le plus tôt possible les signes de dégradation de la sûreté de fonctionnement, de les traiter et de tirer des enseignements de ces signaux en les intégrant dans le système de REX. Les signaux sont **faibles**, mais leur potentiel est **grand**. Cependant, cette aventure des signaux faibles n'est pas dépourvue d'embûches. L'enjeu est de taille mais l'étude difficile. Les ouvrages qui se sont attelés à cette problématique (nous le verrons de manière plus détaillée dans la troisième partie de ce chapitre) montrent l'intérêt à la fois théorique et pratique de ces signaux, mais la difficulté à les prendre en compte. La notion même de « signaux faibles » suscite de surcroît des réactions contrastées :

potentiel fort des
signaux faibles

- ▷ d'un côté ils se révèlent être pertinents et constituent une catégorie d'analyse ou un objet d'étude évident dans le domaine de la recherche et dans son application industrielle ;

¹ Nous reconnaissons que les signaux faibles peuvent être détectés à un niveau managérial, mais nous précisons, dès l'introduction, que notre recherche se focalise sur les signaux faibles au niveau opérationnel. Nous considérons en effet qu'ils sont détectés à ce niveau des opérations.

- ▷ de l'autre, ils peuvent être taxés de « piège intellectuel », de croyance.

Les analyses délivrées, entre autres par [Llory 1996 ; Dien 2006] ou encore [Roux-Dufort 2000] en France, montrent que les signaux faibles sont souvent détectés par un ou des individus (des *lanceurs d'alerte*) en situation de travail, mais le message qu'ils portent, leur position dans l'organisation ou leur faible légitimité, rendent difficile la possibilité de transmettre cette information d'alerte à un niveau organisationnel (décision, management).

lanceurs d'alerte
traitement difficile

Exemple sur le site sidérurgique

Le site investigué a connu il y a quelques années l'explosion d'un silo de stockage de produit. L'analyse de l'accident a montré que des signes précurseurs avaient été détectés – augmentation de la température du produit notamment – mais n'avaient pas été interprétés comme annonciateurs avant l'accident. Le site a su tirer des leçons positives de cet accident en introduisant dans la conception du nouveau silo des moyens de détecter plus précocement ces signes :

- ▷ prises de température plus précises ;
- ▷ renforcement de la structure matérielle du silo

et de les traiter avant qu'ils ne s'emballent en séquence accidentelle. Cet exemple témoigne à la fois de l'ambiguïté des signaux faibles et de la mise en place, suite à cet accident, d'un REX positif visant à une meilleure détection et un meilleur traitement de ces signaux.

La section suivante énonce nos principales hypothèses de recherche ainsi que la méthodologie qui va, nous l'espérons, nous permettre d'y répondre.

3.2 La prise en compte des signaux faibles dans le Système de Management de la Sécurité : diagnostic

Dans la première partie de ce chapitre, nous avons exposé les difficultés de la prise en compte et du traitement des signaux faibles, difficultés inhérentes à leur nature même, mais également liées à la sous-estimation des conséquences possibles. Nous sommes convaincus qu'améliorer la gestion des signaux faibles, les intégrer dans les démarches de REX, sont un gage de progrès dans le management de la sécurité industrielle.

Cette recherche permettra de soulever deux questions :

- ▷ l'intérêt théorique des signaux faibles :
 - Les signaux faibles constituent-ils un objet d'étude scientifique ?
 - Comment recueillir des données pour saisir cette notion ?
- ▷ l'intérêt pratique des signaux faibles :
 - Qu'est-ce qu'un signal faible ?
 - Est-il possible de détecter ces signaux à temps et à coût raisonnable ?
 - Pour quelles raisons les industriels ont-ils du mal à les traiter ?
 - Quels outils mettre en place pour mieux les prendre en compte ?

Nous allons maintenant développer la méthodologie employée sur nos terrains d'investigation, ainsi que les premières hypothèses et apports attendus de notre travail.

3.2.1 Méthode de travail

Nous avons choisi de mener cette recherche en mobilisant la démarche méthodologique de **Recherche-Action** (cf. Figure 3.1). Elle se découpe en deux grands temps :

1. Réalisation d'un diagnostic sur les deux sites :
 - ▷ étude de cas à la raffinerie ;
 - ▷ étude de cas sur le site sidérurgique.
2. Mise en place d'actions d'amélioration

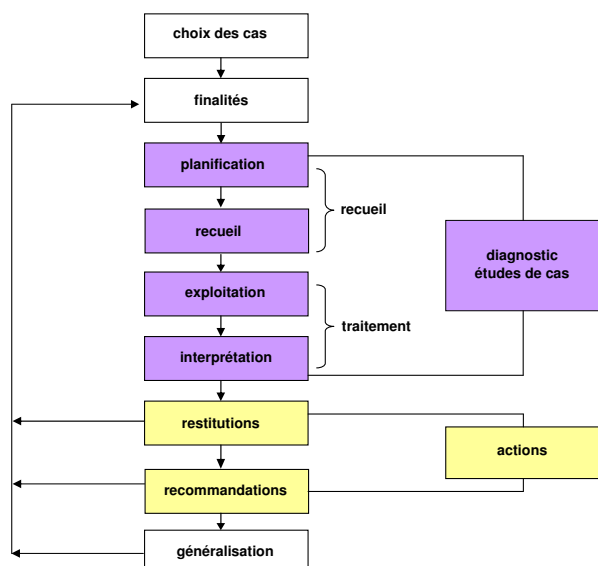


FIG. 3.1 – Les principales étapes de l'étude de cas dans une démarche de Recherche-Action, inspirées de [Leplat 2002]. Les étapes sont décrites ici de manière théorique. En pratique, ces étapes peuvent ne pas suivre cette linéarité et donc bousculer cet ordre, ce que nous illustrerons plus loin.

Le choix de ces sites pour les études de cas est pertinent car tous deux pratiquent déjà une politique active de prévention de la survenue des Accidents Majeurs et souhaitent l'améliorer par des outils innovants et efficaces. L'immensité de ces sites nécessite de « circonscrire », c'est à dire de clairement délimiter physiquement le terrain de recherche. Il est de même nécessaire de réduire la portée des observations pour « ne pas se perdre dans la connaissance des constats à dresser » [Arborio et Fournier 2003, p.26].

Ces études de cas ont été planifiées en plusieurs étapes, exposées dans l'exemple suivant :

Étude de cas à la raffinerie

- ▷ Phase 1 : novembre 2006 « Exploration »
Prise de contact avec le service sécurité, découverte sur SMS, visite de la raffinerie, formation à la sécurité ;
- ▷ Phase 2 : septembre-octobre 2007 « Période intensive de recueil des données »
Réalisation des études de cas : fonctionnement normal, scénarios d'accidents et scénarios de succès, bilan et identification des données manquantes ;
- ▷ Phase 3 : février-mai 2008 « Données complémentaires »
Définition définitive de la problématique et de la méthodologie, recueil des données manquantes.

Comme cela est précisé dans l'exemple précédent, nous aborderons la prise en compte des signaux faibles selon trois approches différentes :

- ▷ l'étude du fonctionnement normal ;
- ▷ l'étude de scénarios d'accidents ;
- ▷ mais aussi l'étude de scénarios de succès.

L'étude du fonctionnement normal. Cet angle d'attaque permet de regarder l'activité des deux sites sans se focaliser sur l'étude d'un accident. Il s'agit d'étudier :

- ▷ la politique inscrite dans le Système de Management de la Sécurité ;
- ▷ les outils de remontée des informations ;
- ▷ les outils d'analyse d'accidents.

C'est sur le site de la raffinerie que cette activité a été développée pour le moment.

Scénarios d'incidents / accidents. Nous entendons par scénarios d'accidents, des cas réels d'accidents survenus sur les deux sites. Nos critères de sélection ont été les suivants :

- ▷ étudier des accidents de process (et non corporels) de gravité importante (accident majeur) ou potentiellement graves (presqu'accidents) ayant fait l'objet d'une analyse post-accidentelle ;
- ▷ des scénarios assez récents pour pouvoir étudier les documents relatifs aux cas choisis et rencontrer les personnes impliquées (opérateurs, chefs de secteur, responsable de la sécurité).

Sur le site sidérurgique, cinq scénarios d'incidents ont été étudiés (ils le seront prochainement sur le site de la raffinerie). L'objectif est de revenir sur ces événements et d'examiner si des signes précurseurs ont été détectés et traités. Il s'agit pour cela d'identifier les outils formels de remontée des informations (REX, audits), la transmission des informations (canaux de communication) et son efficacité, les outils de compréhension et d'analyse de l'incident (outils tels que l'Arbre des Causes), les mesures correctives mises en place et, enfin, les leçons tirées de cet incident.

_____ Scénario d'accident sur le site sidérurgique : feu sur une conduite de fluide _____

- ▷ documents disponibles et étudiés : Procès verbal de CHSCT exceptionnel ;
- ▷ entretiens : le chef d'équipe et les deux opérateurs présents lors de l'incident, l'expert « fluides » du département ;
- ▷ visite de terrain pour visualiser le lieu de l'incident et observer les modifications réalisées sur l'installation après l'incident ;
- ▷ visualisation de photos prises le jour même de l'incident.

L'étude de scénarios de succès. Enfin, le « REX positif », c'est à dire sur des événements, des écarts ayant permis de résoudre un problème, ayant apporté une amélioration, est également extrêmement riche d'enseignements. Nous souhaitons relever des exemples de « bonnes pratiques » c'est-à-dire la façon dont les sites ont su rattraper des situations critiques et surtout en tirer des leçons efficaces. Contrairement aux accidents, ces scénarios sont difficiles à isoler. Ces bonnes pratiques ne sont pas formalisées dans des outils ou remontées à travers le REX. C'est en entrant plus profondément dans la vie organisationnelle (situations de travail des opérateurs par exemple) que nous pourrions observer ces situations et identifier les facteurs de réussite.

Tout au long de notre démarche de recherche, différents types d'outils sont mobilisés.

Les outils d'immersion / participation pour le fonctionnement normal :

- ▷ lecture de manuels : Management de la Sécurité, Manuel de l'inspection ;
- ▷ participation aux réunions sécurité « exceptionnelles » (comme des forums² suite à des incidents) ;
- ▷ participation à des réunions qualité, lancement de projets (nouvel outil de remontée des incidents/accidents) ;
- ▷ visites de terrain accompagnées par des corps de métier différents voués à la sécurité :
 - préventeurs (du département sécurité)
 - membres du service inspection
 - responsable de projet maintenance
- ▷ observations de situations de travail :
 - gestion des anomalies techniques
 - procédure de mise en sécurité des installations en travaux (pipes de fuel par exemple).

² Suite à la récurrence de plusieurs événements, la raffinerie a mis en place des « réunions générales sécurité » ou « forums » pour informer et sensibiliser l'ensemble du personnel sur les thématiques suivantes : travaux en hauteur, accident Haute Pression, les grands interdits (fumer, téléphone portable), les règles de circulation en voiture au sein du site et enfin la mise en sécurité des installations (condamnations hydrauliques notamment).

importance des échanges informels

Les outils « classiques » de recueil de données. L'approche qualitative implique la mobilisation de différentes techniques. D'une part, des **entretiens semi-directifs** sont utilisés pour obtenir des données et un discours sur les pratiques des individus. Il est important de noter que bon nombre de données sont recueillies au cours de conversations dites informelles. Le « journal de bord » [Beaud et Weber 2003, p. 143] devient donc un allié indispensable pour nourrir constamment les études de cas. D'autre part, ces entretiens sont complétés par des **observations « à visage découvert »** (les personnes observées connaissent l'identité du chercheur et savent que ce dernier les observe discrètement en situation de travail). Néanmoins, rien ne pouvait *a priori* définir les lieux et les circonstances pertinentes pour réaliser les observations de terrain. C'est à la suite d'une longue immersion et d'une connaissance plus approfondie de l'activité des sites, que ces situations ont pu être définies et observées. Enfin, la lecture attentive de documents internes nous a permis de nous forger une connaissance des outils (REX, base de données, méthode d'analyse des accidents, SMS, etc.).

Nous allons maintenant décrire la nature des différentes actions mises en place et les objectifs visés par notre travail de recherche :

Restitutions. Il nous semble fondamental dans un premier temps de restituer les résultats du diagnostic. Les restitutions sont l'occasion de :

- ▷ diffuser les résultats sur le site ;
- ▷ faire participer les individus à l'étude ;
- ▷ valider avec eux les résultats et les actions proposées ;
- ▷ élaborer les conditions de mise en place de ces actions avec les acteurs de décision et les acteurs de terrain.

Impact et appropriation des restitutions. L'appropriation et l'application des actions proposées dépendent de la qualité du diagnostic. Nous ne pouvons *a priori* spéculer sur la manière dont elles seront accueillies par les partenaires industriels. Comme nous le voyons sur la figure schématisant les grandes étapes de la thèse (cf. figure 3.2), le travail de recherche se nourrit et les résultats se stabilisent grâce aux allers-retours entre les phases de terrain, le travail de lecture et le travail de réflexion. La difficulté de la Recherche-Action est bien celle de créer un pont intelligible entre la recherche et l'industrie, en d'autres termes de réaliser un effort de traduction des résultats obtenus en actions opérationnelles.

Dans cette optique opérationnelle, c'est bien sur la gestion de la sécurité que nous souhaitons agir. Pour que les actions soient validées et que les acteurs de terrain se les approprient, la démarche de Recherche-Action doit impliquer les individus dans le projet. Cette implication comprend :

- ▷ une participation aux entretiens ;
- ▷ une participation aux restitutions des résultats ;
- ▷ une implication active ou passive dans la mise en place des actions.

Peu d'auteurs ou d'industriels se penchent sur ces questions. Nous essaierons de les éclairer à travers notre expérience sur les terrains industriels que nous étudions.

3.2.2 Résultats attendus et premières hypothèses

Dans le cadre de cette recherche, nous tenterons de **modéliser** les données recueillies et de réaliser une **photographie de la maturité** des sites concernant leur capacité à détecter et traiter les signaux faibles. Notre objectif est d'identifier les **forces** et les **faiblesses** du Système de Management de la Sécurité en termes de prise en compte des signaux faibles. Sur la base de ce **diagnostic**, nous déploierons des **pistes d'amélioration**. Les résultats obtenus sur le site de la raffinerie et sur le site sidérurgique seront mis en regard et permettront d'enrichir les interprétations.

La Recherche-Action s'avère *a priori* pertinente pour mener cette recherche. Elle fournit en effet un cadre méthodologique articulant un temps de diagnostic sociologique permettant de soulever des « problèmes ouverts » c'est-à-dire « des problèmes sur lesquels des questionnements, des controverses ou des conflits existent dans l'entreprise et auxquels un chercheur peut aussi associer des problématiques plus générales » [Hatchuel 1992], mais aussi de proposer des actions d'amélioration aux parties prenantes sur la base de ce diagnostic.

bilan gestion des signaux faibles par le SMS

actions d'amélioration

	Bibliographie/Théorie	Terrains	Actions	Rédaction
Année 1	→ Revue de littérature	→ Phase 1 des terrains		
Année 2	→ -Définition de la question de recherche -Amélioration/ approfondissement de la méthodologie	→ Phase 2 des terrains		
Année 3	→ -Stabilisation de la question de recherche -Stratégie définitive des études de cas	→ Phase 3 des terrains	→ Restitutions et Recommandations	
Année 4			→ Accompagnement dans la mise en place des actions	→ Manuscrit définitif de la thèse

FIG. 3.2 – Processus de recherche : les grandes étapes de la thèse

À l'issue des études de cas menées sur les deux sites, un travail de comparaison sera engagé afin de mettre en lumière les similarités, mais aussi les différences en termes de détection et traitement des signaux faibles. Un travail d'échange pourra être envisagé entre les deux sites. L'objectif est bien de comprendre par quels mécanismes (outils, méthodes, analyse des incidents/accidents/anomalies) les sites relèvent et traitent ces signes précurseurs. Nous tenterons ensuite d'identifier les facteurs bloquant ou favorisant ce traitement.

analyse comparative

À cette étape de notre étude, les premières données recueillies sur le terrain nous conduisent à formuler quatre grandes hypothèses :

1. C'est la **difficulté de sa prise en compte** dans le système de REX et de son **traitement** qui caractérise la « faiblesse » du signal :
 - ▷ les signaux faibles sont identifiés au niveau des opérations techniques ;
 - ▷ ils sont transmis au niveau management/décision ;
 - ▷ mais leur message est ignoré.
2. L'origine des difficultés de traitement des signaux faibles est à explorer au sein même du **Système de Management de la Sécurité** mis en place sur les sites :
 - ▷ un SMS basé sur un ensemble de **certitudes ou croyances** préexistantes, déterminant une définition *a priori* des signaux faibles ;
 - ▷ un SMS révélant des **pratiques fragmentées** sur le site, empêchant la coordination des informations et amenuisant l'accès à une vue d'ensemble homogène de ce management de la sécurité ;
 - ▷ un REX réactif plutôt que proactif ;
 - ▷ un SMS non intégré à l'activité du site (déployé comme une activité à part) ;
3. Il est important de mettre en lumière certaines **caractéristiques organisationnelles**, parmi lesquelles une approche « bureaucratique » révélant :
 - ▷ une existence, voire un renforcement des règles et procédures pour gérer la sécurité ;
 - ▷ un mode de communication linéaire et souvent à sens unique (fossé entre managers et opérationnels) ;
4. Il est nécessaire de remédier aux facteurs de faiblesse et de proposer une méthodologie :

- ▷ **catégoriser** les différents types de signaux faibles et les sources de détection ;
- ▷ favoriser une **méthode d'analyse** des accidents : coordonner les sources d'informations, analyser les signes précurseurs à travers l'étude des scénarios et identifier des barrières adaptées à la survenue de ces signes de dégradation de la sécurité.

3.3 Les approches existantes

Dans le domaine de la sécurité industrielle, de nombreux travaux académiques ont déjà été menés sur les signaux faibles. La majorité s'est penchée sur l'intérêt de cette notion en tant que nouvelle voie de recherche pour améliorer la sécurité, mais également sur la difficulté à les traiter et à les prendre en compte de manière opérationnelle. Une double perspective s'ouvre alors : comment la notion de signal faible contribue-t-elle à l'avancée de la recherche scientifique ? Ces signaux peuvent-ils être opérationnels et contribuer, de manière concrète, à l'amélioration de la sécurité des sites ? Afin d'éclairer le lecteur et d'apporter des éléments de réponse à cette vaste question, nous exposerons les points suivants. Tout d'abord, nous reviendrons brièvement sur les disciplines ayant traité des signaux faibles en essayant d'en extraire des éléments pertinents pour notre recherche. Nous rentrerons ensuite dans le vif du sujet en présentant les grandes approches en sciences humaines et sociales dans le domaine de la sécurité industrielle, des risques et des accidents.

3.3.1 Les signaux faibles et les autres disciplines : une notion émergente ?

La notion de signaux faibles ou de signes précurseurs, fait l'objet d'un vif intérêt dans certaines disciplines anciennement établies : la médecine — signes précurseurs de maladies comme la dépression, la maladie d'Alzheimer —, la physique, la géologie — les prémices d'un tremblement de terre — mais également l'histoire... Parmi ces disciplines, il en est une, la gestion stratégique des entreprises, dont les analyses apportent des éléments pertinents dans le cadre de notre recherche.

des données
incertaines...

Certains auteurs ont tout d'abord procédé à un effort de définition. O. Mevel caractérise un signal faible comme étant « plus qualitatif que quantitatif, incertain, fragmenté et ambigu » [Mevel 2004, p. 20-21]. I. Ansoff et E. Mc Dowell proposent quant à eux de voir les signaux faibles comme des « *imprecise early indications about impending impactful events* », c'est à dire des « signes/signaux imprécis/ambigus annonçant un événement imminent et impactant l'environnement » [Ansoff et McDonnell 1990, p.20-21].

pouvoir
d'anticipation...

Malgré leur caractère « imperceptible » que nous relevons dans ces définitions, les signaux faibles ont un intérêt opérationnel. Guidés par les travaux de I. Ansoff, [Lesca et Blanco 2002] et [Lesca et Castanos 2004] démontrent que, menacées par un environnement changeant, les entreprises doivent rester compétitives et pour cela capturer les signes précurseurs d'alerte. Plus une entreprise développera sa capacité de veille, plus elle sera capable de détecter et anticiper les changements, les ruptures et les événements inattendus. C'est dans ce contexte que [Caron-Fasan 2001] considère les signaux faibles comme étant dotés d'un pouvoir d'anticipation. L'enjeu est donc de saisir, de capter ces signes très tôt pour répondre de manière correcte à la menace.

flexibilité pour une
réponse rapide

Un des intérêts de ces travaux, et en particulier ceux de I. Ansoff, est la solution proposée pour répondre de manière stratégique à la problématique des signaux faibles. Plusieurs atouts sont à mettre en œuvre : une capacité/expertise, une activité et une structure organisationnelle spécifiquement dédiées à la capture de ces signaux. Répondre aux signaux faibles passe premièrement par une capacité à les détecter, ce qui nécessite une expertise et de la sensibilité de la part des observateurs. Ensuite, l'organisation doit mettre en place des activités de prévision et d'analyse des comportements compétitifs (chez les concurrents). Enfin, une structure flexible — attentive aux évolutions de l'environnement — permet des réponses plus rapides aux événements imprévus. En somme, **veille** et **flexibilité** sont les maîtres mots pour une détection et une réponse efficace aux signaux faibles.

Ces travaux sont intéressants à plusieurs titres. Ils donnent une définition opérationnelle des signaux faibles, démontrent l'intérêt de les détecter et proposent une réponse stratégique pour les résorber. Nous tiendrons leur démonstration pour première définition des signaux faibles.

Les signaux faibles sont des signes ambigus, annonciateurs, qui demandent une capacité de veille et de réponse à la surprise ou l'imprévu.

Cependant, ces travaux font peu référence aux **dimensions organisationnelles** (structure organisationnelle, culture, métiers, environnement précis de l'organisation en question *etc.*) et **humaines** qui entrent en dynamique, et ne font en aucun cas l'objet d'études de cas, de confrontation à l'empirique.

aspects humains et organisationnels peu pris en compte

pas de données expérimentales

3.3.2 Les principales contributions dans le domaine des risques, des accidents et de la sécurité industrielle

Les approches en sciences humaines et sociales que nous allons exposer maintenant sont des contributions fondamentales dans le domaine des risques et de la sécurité industrielle.

Facteurs organisationnels de vulnérabilité

Étudier la sécurité des sites industriels renvoie indéniablement à la structure organisationnelle de ces derniers. On ne peut donc faire l'impasse sur l'existence à la fois matérielle et théorique de ces organisations et nous considérons que ce double aspect donne sens, en tout ou en partie, aux problématiques qui nous intéressent ici. Les approches en sciences humaines qui se sont attaquées à la problématique des signaux faibles – sociologie, psychologie, gestion – ont en commun une attention particulière portée au contexte dans lequel cette problématique est étudiée : l'organisation et son environnement. De ce fait, nous admettons que l'organisation donne sens aux signaux faibles et que la combinaison de plusieurs de ses dimensions empêche ou favorise la prise en compte de ces derniers. Afin de clarifier nos propos, nous proposons d'exposer les travaux existants selon le découpage suivant :

- ▷ la communication interindividuelle ;
- ▷ la dimension collective et organisationnelle ;
- ▷ la dimension structurelle.

Chaque niveau sera explicité au fur et à mesure.

La métaphore de la communication : les facteurs bloquant la prise en compte des signaux faibles

Nous constatons que la majorité des études sur les signaux faibles ont cherché à mettre en lumière les facteurs bloquant leur prise en compte. L'idée sous-jacente à ces analyses est bien d'identifier des vulnérabilités affaiblissant ou ne favorisant pas le maintien d'un niveau de sécurité industrielle performant. La communication au sein de l'organisation fait l'objet de beaucoup d'attention.

La transmission de signaux. Selon [Ostberg 2006], les signaux faibles peuvent être décrits dans un cadre tout à fait conventionnel, celui de la transmission de signes informatifs entre un émetteur et un destinataire. Cependant, comme nous l'avons précisé plus haut, dans le cadre d'une organisation plusieurs facteurs entrent en compte dans la signification ou la prise de sens de ces signaux. G. Ostberg écrit que c'est dans la nature des signaux faibles relatifs à la sûreté, d'émettre une incertitude quant à leur interprétation. Chaque individu devant y faire face, développera une aptitude différente dans sa capacité à traiter cette information. Cette capacité varie en fonction de sa compréhension du signal, de son interprétation de la situation et de sa responsabilité à réagir et agir. (B. Turner et N. Pidgeon développent également cette idée).

L'interprétation de ces signaux. Nous souhaiterions donner une ampleur plus organisationnelle à cette idée de l'interprétation des signaux qui est, selon nous, au cœur de la recherche. [Turner et Pidgeon 1997] identifient deux systèmes de communication : un système fermé et un système ouvert.

Dans ce système de communication, si une information transmise tombe dans la catégorie valable, alors l'information sera reçue (A) ; en revanche, si une information tombe en dehors de cette catégorie, elle sera considérée comme une erreur et toute chance d'interprétation sera écartée (B) (*cf.* Figure 3.3). Or, nous avons défini provisoirement les signaux faibles comme des signes ambigus qui, pour être pris en compte, nécessitent de la part des acteurs une

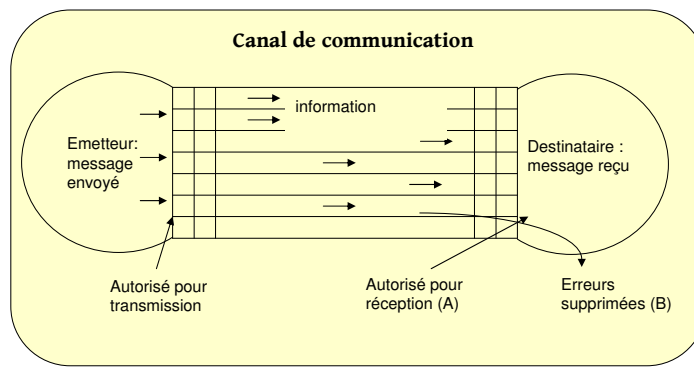


FIG. 3.3 – Représentation schématique d'un canal de communication [Turner et Pidgeon 1997].

capacité à répondre à la surprise, à la rupture ou à l'imprévu. De même, [Bourrier et Laroche 2001] expliquent la possibilité de dérive dans le traitement des informations, par la capacité de certaines organisations à ignorer des signaux de risques ou à les interpréter de manière erronée. Cette tendance naît de l'existence de filtres *a priori* (cognitifs, identitaires) qui construisent le risque : d'une part un aveuglement progressif au risque et, d'autre part, une tendance à la dérive due à l'écart par rapport à un référent correct. C'est ce que D. Vaughan a nommé la « normalisation de la déviance ». M. Bourrier recommande le réajustement des cadres cognitifs afin de pouvoir prendre en compte et interpréter les informations les plus faibles relatives au risque. Ces « *unexpected events* », autrement dit ces « événements imprévus / non attendus » comme l'écrivent [Turner et Pidgeon 1997], demandent donc à être interprétés dans un système de communication ouvert, un système attentif à la surprise, aux ruptures venant de l'extérieur et pouvant remettre en cause de manière profonde les catégories d'interprétation trop rigides. Nous considérons les signaux faibles comme des informations nécessitant une aptitude à répondre à l'imprévu [Ostberg 2006].

Dimension collective et organisationnelle

période d'incubation

B. Turner, qui est sans doute l'un des pionniers dans l'analyse des signaux faibles, a tout d'abord identifié une « période d'incubation » de l'accident au cours de laquelle « *a chain of discrepant events develop and accumulate unnoticed* », c'est à dire « une chaîne d'événements dissonants qui se développent, s'accumulent et restent difficilement détectables » [Turner et Pidgeon 1997]. Ces deux auteurs mettent en regard plus de 80 accidents survenus en Grande-Bretagne. Des signes précurseurs d'accidents émergent avant l'événement central. Malgré leur présence et leur vie au sein même de l'organisation, ces signes sont rarement traités à temps. B. Turner a ainsi soulevé la difficulté centrale de l'étude de ces signaux : leur traitement. Il constate que, malgré leur détection, ces signes restent ignorés par l'ensemble de l'organisation et les acteurs qui la constituent. Face à ce constat, il s'est efforcé d'identifier quels facteurs peuvent empêcher la prise en compte de ces signes précurseurs. Parmi ces facteurs, il relève le fait que la détection d'un désastre peut être inhibée par les « rigidités » de perception de l'organisation. Turner précise en effet que sa culture propre, mais aussi le système de communication, peuvent conduire l'organisation à l'aveuglement face à des indications importantes (ou au déni du risque selon [Hopkins 2006]) et bloquer ainsi toute possibilité de percevoir et traiter les informations liées à la défaillance de sécurité. Les travaux de D. Vaughan ont contribué à définir la notion de signaux faibles comme des informations « informelles et ambiguës telles que la menace pour la sécurité n'apparaît pas clairement » [Vaughan 1996, p.245-246]. L'intérêt de ses travaux réside encore une fois dans la perspective organisationnelle dans laquelle D. Vaughan s'inscrit. Elle démontre bien que les signaux faibles ne sont pas ambigus par nature, mais que l'organisation, dans sa culture de sécurité, sa technique, dans les modes de communication établis, rend ces signes « faibles ». La sociologue démontre, entre autres, que la culture bureaucratique de la NASA, caractérisée par l'application de procédures formelles et la confiance dans la preuve quantitative et statistique des événements, laisse peu de place à ce qui définit les signaux faibles selon elle, à savoir un aspect davantage qualitatif, mobilisant l'expérience, voire l'intuition des membres de l'organisation. Notre projet est donc de considérer la problématique des signaux faibles comme le résultat ou le symptôme d'une imbrication intime entre plusieurs dimensions organisationnelles empêchant ou freinant le traitement et la prise en compte de ces signaux.

négation du risque

Les High Reliability Organizations

Nous voudrions terminer ce rapide tour d’horizon des approches par l’apport indéniable des HRO (High Reliability Organizations) ou Organisations à Haute Fiabilité. Cette école américaine s’est attachée, contrairement aux études exposées plus haut, à identifier les facteurs de succès et de performance de certaines organisations dites à risques. La question centrale posée par les représentants de cette école est la suivante : quels sont les facteurs qui permettent à ces organisations de maintenir un si bon niveau de fiabilité ?

En écho avec ce courant des Organisations à Haute Fiabilité, nous proposons de déplacer le regard sur les organisations que nous étudions. Nous voulons mettre l’accent sur des dimensions plus informelles – la culture de l’entreprise – pour révéler les faiblesses du Système de Management de la Sécurité et les difficultés à traiter les signes précurseurs d’accidents.

3.3.3 Positionnement scientifique de notre étude

Dans cette perspective, nous pensons que mobiliser les approches classiques telles que la sociologie, la psychosociologie ou la gestion, nous permettra de révéler ces dynamiques organisationnelles sous-jacentes au phénomène des signaux faibles (*cf.* Bibliographie en fin de document). Elles seront complétées par des approches plus spécifiques dans le domaine des accidents. Nous prendrons donc appui sur l’école des HRO représentée par Rochlin, Roberts et LaPorte qui, elle, s’est efforcée d’identifier les facteurs de performances de certaines organisations dites à haut risque. Nous nous appuyerons enfin sur les analyses d’accidents majeurs réalisées par B. Turner, D. Vaughan, M. Llory ou P. Shrivastava, dont les contributions sur la notion de signaux faibles sont incontestables.

3.4 Conclusion : premiers résultats et perspectives

Dans les trois premières sections de ce chapitre, nous avons tout d’abord évoqué le contexte et situé notre sujet de recherche. Nous avons ensuite abordé la méthodologie et proposé des hypothèses de travail. La troisième section revient brièvement sur les approches qui ont traité de la notion de signaux faibles en mettant en valeur les éléments les plus intéressants. Nous nous proposons maintenant de conclure en traitant plus précisément des premiers résultats des études de cas que nous avons menées sur le site sidérurgique et sur la raffinerie. Nous présentons synthétiquement ce que nous identifions comme des « facteurs bloquant le traitement des signaux faibles » à la lumière des travaux cités dans la troisième section. Cependant, d’autres travaux peuvent nous éclairer plus avant, voire résoudre cette difficulté de traitement en identifiant des facteurs « amplificateurs » des signaux faibles. Finalement, nous concluons ce chapitre en présentant nos perspectives de recherche.

3.4.1 Diagnostic préliminaire

Les premières données exposées ci-après concernent plus particulièrement le site pétrochimique. L’avancée de nos travaux ne permet pas actuellement d’approfondir les idées qui vont suivre, mais elles apparaissent pertinentes au regard des premiers résultats des études de cas.

Une gestion des informations formalisée et fragmentée

Des outils formalisés. Sur les deux sites d’investigation, nous avons observé un Système de Management de la Sécurité très formalisé. Les outils déployés sur les sites sont voués à la détection et au traitement d’événements préalablement définis. Deux types d’outils ont été recensés, plus particulièrement sur le site pétrochimique :

1. le **REX événementiel**. Il s’applique aux événements graves, mais aussi à ceux qui représentent une gravité potentielle élevée. Le REX événementiel encourage la **remontée** du plus grand nombre d’événements accidentels depuis le terrain, même les plus bénins, pour pouvoir repérer les cas sur lesquels il s’avère nécessaire d’en savoir plus. Les mesures seront décidées à la vue des conclusions de l’analyse qui sera menée [Gauthey 2005].

Le site pétrochimique mobilise essentiellement deux outils pour ce type de REX :

- ▷ le REX : partage inter-sites ;
- ▷ les rapports d’enquête des événements internes (intra-site).

2. le **REX signaux faibles**. Cette forme de REX se distingue de la précédente. Aucun événement marquant n'est réellement survenu. Il vise toutefois à en anticiper l'occurrence. Ce REX pose comme hypothèse que :

“ Tout ce qui est envisageable peut arriver un jour ; il convient donc d'anticiper autant que possible les événements redoutés et de prendre les mesures qui permettront de contrôler la situation [Gauthey 2005].

Deux types d'outils seraient mobilisés pour ce type de REX :

- ▷ des outils formels (pris en compte dans la base de données) :
 - les anomalies techniques ;
 - les audits de chantier « Entreprises Extérieures » ;
 - les audits propreté et rangement ;
 - le constat d'anomalies fournisseurs ;
 - les anomalies « qualité » : les réclamations clients.
- ▷ des outils informels (non pris en compte dans les bases de données) :
 - les visites et réunions CHSCT, le comité d'entreprise ;
 - les mains courantes, les réunions de coordination.

Nos observations de terrain (plus particulièrement sur la raffinerie) nous ont permis d'identifier les éléments suivants :

- ▷ les anomalies sont définies *a priori*, selon des critères implicites. En effet, elles sont :
 - souvent techniques et émergent dans le secteur opérationnel,
 - détectables à travers l'utilisation de ces seuls outils,
 - définies par les concepteurs et non par les opérationnels (distance observée par Antonsen et al.),
- ▷ alors que les outils de remontée des anomalies (qui existent également sur le site sidérurgique) sont utilisés et vus comme le vecteur essentiel de détection des signaux faibles à la raffinerie, celle-ci déplore une forte difficulté à les traiter dans la gestion de la sécurité.

La définition *a priori* de ces anomalies et la création d'outils dédiés à leur détection, dans des temps choisis et selon une procédure préétablie, font penser que **les anomalies n'existent que lorsqu'on va à la recherche de ces signaux**. En d'autres termes, l'existence et la détection de ces anomalies est décrétée par des personnes extérieures à la vie opérationnelle. Or, ces « filtres » empêcheraient, selon les individus, d'être sensibles à d'autres sources de détection qui se situeraient aussi et surtout au niveau opérationnel. Ils empêcheraient également d'être « surpris », au sens de la notion de « surprise » développée par F. Koornneef [Hale 2000] qui signifie une capacité à capturer un événement indésirable ou inattendu.

Nous voyons quatre cas de figure intéressants :

- ▷ les opérateurs détectent ces anomalies et rattrapent la situation ; cela sous-entend que ces anomalies sont connues et que des procédures ou des pratiques existent pour les traiter ;
- ▷ les opérateurs détectent ces anomalies mais ne disposent pas d'outils pour les traiter ni pour les transmettre ;
- ▷ les opérateurs détectent ces anomalies, les transmettent mais leur message est ignoré ;
- ▷ les opérateurs ignorent ces anomalies faute de connaissance, d'expérience ou d'attention.

Nous pensons donc que la détection de ces anomalies appartient surtout aux mécanismes de jugement et d'interprétation des informations en situations de travail. Un travail de connaissance de ces mécanismes et de catégorisation des anomalies serait intéressant pour mettre en place des barrières de sécurité dès le niveau opérationnel.

Des outils fragmentés. À ce manque de lisibilité des anomalies pourtant détectées à travers ces outils, s'ajoute une difficulté à les mettre en lien avec l'ensemble des données sur la sécurité :

- ▷ les outils de remontée des anomalies et des événements significatifs (REX, Rapports d'accidents) sont utilisés et gérés par des services différents : maintenance, sécurité,

inspection, HSE. À titre d'exemple, le REX est géré par la Sécurité, les études de danger par l'Environnement, les anomalies techniques par la Maintenance ;

- ▷ ces outils renseignent des Bases de Données différentes ;
- ▷ cet éclatement des données au sein du site empêche ainsi la mise en lien des informations entre elles ;
- ▷ l'entité en charge de coordonner les données liées à la sécurité rencontrerait des difficultés pour leur donner du sens.

Ces données s'accumulent et le site pétrochimique (constat à confirmer sur le site sidérurgique) aurait des difficultés à en extraire des informations (c'est-à-dire des connaissances de ses risques). Nos observations et les entretiens réalisés nous permettent de soulever les questions suivantes :

- ▷ Les données « anomalies » sont-elles mises en lien ? Les données « anomalies » et « événements significatifs » sont-elles mises en lien ?
- ▷ Quelle entité a la responsabilité de cette activité ?
- ▷ Quelle méthodologie est suivie pour mettre en lien des informations ?

Ce diagnostic encore provisoire et assez large peut surprendre à plusieurs niveaux. D'une part, les analyses que nous fournissons dans ce document « dépassent » l'unique problématique des signaux faibles. L'approche que nous avons adoptée nous a en effet permis d'élargir notre étude et de révéler des dimensions plus profondes, plus organisationnelles. D'autre part, et par voie de conséquence, les recommandations que nous formulerons ne seront pas des outils « prêts à l'emploi » mais bien des actions « de fond » demandant une participation des acteurs de terrain.

Un Système de Management de la Sécurité linéaire et rigide

Avant toute chose, rappelons que nos observations prennent en compte les signaux faibles détectés au niveau opérationnel et que les conclusions ne peuvent être, par conséquent, valables pour des observations qui auraient été menées à un niveau « management site », raffinerie et groupe. Nous souhaitons ici revenir sur trois éléments importants dans le blocage du traitement des signaux faibles :

Une analyse des accidents linéaire et causale. Les entretiens et les cas d'accidents relevés nous ont pour le moment montré que les problématiques liées à la sécurité émergent souvent à l'occasion d'un accident plus ou moins grave. Plus exactement, les efforts de recueil de données et d'analyse sont réalisés lorsqu'un événement survient, ce sont les rapports d'enquête. Le modèle d'analyse des événements utilisé sur le site correspondrait à ce que N. Leveson appelle « *event-chain model* » [Leveson 2004, p. 240]. La raffinerie utilise largement une méthode de causalité et plus spécifiquement l'Arbre des Causes pour analyser les événements de gravité A (sérieux). Malgré cette forte volonté d'appréhender la dimension organisationnelle, l'analyse se porte surtout sur la détection de l'événement initiateur — technique — comme étant la cause de l'accident, la recherche d'un responsable et des actions correctives techniques. Cet outil d'analyse ne prendrait en compte que les éléments intervenant en bout de « chaîne » ne permettant ainsi qu'une compréhension partielle de l'accident. Par conséquent, les analyses parviennent difficilement à identifier des facteurs organisationnels ou des configurations récurrentes.

Les travaux de [Leveson 2003, 2004], mais aussi ceux de [Woods 2003], ont montré les limites de ces modèles. Plusieurs caractéristiques les définissent selon N. Leveson. Premièrement, ils permettent d'expliquer les accidents comme une suite d'événements séquencés (logiquement) comme une chaîne à travers le temps. Ensuite, le choix des événements à inclure dans cette chaîne ainsi que l'explication restent souvent subjectifs. Enfin, la sélection de l'événement initiateur est souvent arbitraire. N. Leveson déplore le fait que ce type de modèle concentre l'explication des événements précédant immédiatement l'accident.

Un management de la sécurité principalement réactif. Ceci découle directement de la section précédente. Malgré le déploiement et l'utilisation d'outils permettant de détecter les anomalies en amont des événements, les REX (analyse de l'accident, diffusion des leçons...) sont surtout mobilisés après la survenue d'un accident.

Une communication à sens unique : communication *top-down*³ (cf. Figure 3.4).

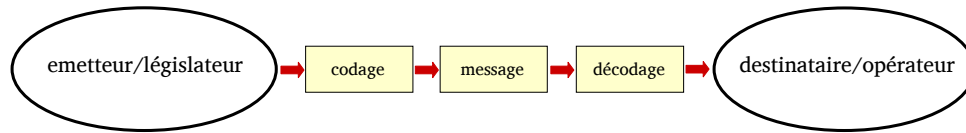


FIG. 3.4 – Modèle de communication linéaire adapté de Adler et al. (1983)

En résumé, la difficulté à traiter et donner sens aux signaux faibles est liée à :

- ▷ une gestion des informations de la sécurité procédurale et fragmentée ;
- ▷ une accumulation de données rendant difficile la lecture et l'extraction de données pertinentes pour le traitement des signaux faibles ;
- ▷ un manque de coordination et de mise en lien entre les informations recueillies ;
- ▷ des analyses d'accidents linéaires et causales ne prenant pas toujours en compte les dimensions organisationnelles qui influencent le système de management et les capacités à traiter les signaux faibles. Il s'agit d'une des principales faiblesses identifiées ici, plus particulièrement au niveau de la raffinerie ;
- ▷ un manque de gestion homogène et globale de la sécurité.

3.4.2 Limites et nouvelles perspectives

A. Hale nous enseigne qu'un système de management de la sécurité est l'ensemble des activités conduites de manière coordonnée pour contrôler les risques présents de manière inhérente à la technologie du site. Pour qu'il soit efficace, le SMS doit être vu comme une activité intégrée à toutes les autres tâches de ceux qui travaillent dans et pour l'organisation.

Le diagnostic provisoire que nous avons établi nous permet d'orienter les pistes d'action vers une méthodologie permettant :

- ▷ de reconnaître / catégoriser / traiter les signaux faibles ;
- ▷ de donner un sens global et homogène aux données relatives à la sécurité recueillies sur le terrain.

Nous proposons de procéder de la manière suivante :

- ▷ réalisation de restitutions auprès des acteurs de terrain afin de « valider » des résultats ;
- ▷ organisation d'un ou plusieurs groupes de travail avec les acteurs concernés (sécurité, qualité, maintenance, secteur opérationnel) visant à répertorier les outils utilisés, les bases de données renseignées, les analyses faites de ces données et enfin leur coordination ;
- ▷ construire des pistes d'action, en collaboration avec les acteurs volontaires, aidant à la création d'une méthodologie commune de recueil et d'analyses des données liées à la sécurité (événements significatifs, anomalies, défauts techniques *etc.*).

La notion de signal faible se forge progressivement une place dans les travaux académiques et dans le milieu industriel. Elle permet en effet un spectre large de questionnement et semble se développer dans plusieurs domaines comme la veille stratégique, les risques sanitaires et industriels. Ces signes précurseurs d'accidents ont l'intérêt de pouvoir alerter les entreprises d'une dégradation de la sûreté de son fonctionnement et des conséquences potentielles. Nous nous situons dans une démarche de prévention des accidents majeurs. Nous souhaitons contribuer à une meilleure compréhension de cette notion dans le domaine académique et opérationnaliser les signaux faibles afin qu'ils puissent être un outil pratique et pertinent pour les sites industriels.

³ De la hiérarchie vers les opérateurs.

Insertion des signaux faibles dans le système de management HSE d'une entreprise pharmaceutique

Doctorante Ambre Brizon

Directeurs de thèse Jean-Luc Wybo (Centre de recherche sur les Risques et les Crises, Mines-ParisTech)
Marc Poumadère (Institut Symlog)

Terrain industriel Sites pharmaceutiques de sanofi-aventis

Pourquoi les signaux faibles ? Commencer ce chapitre par cette question peut paraître un peu abrupt mais cette entrée en matière a le mérite de poser le socle de notre étude. Dans le monde industriel, en marge des signes significatifs, « évidents », annonceurs d'un accident souvent imminent, sont apparus au préalable des signaux avant-coureurs, signaux dits « faibles » puisqu'ils n'ont pas alerté les acteurs concernés sur la survenue possible d'un accident. Les signaux faibles sont donc, après la conception, ce qu'il y a de plus en amont de la prévention des risques. Leur détection, leur communication et leur interprétation pourraient permettre de prévenir les événements majeurs. Cependant, si leur détection n'est pas aisée, les difficultés peuvent aller croissantes lors de leur communication puis de leur interprétation. Leur interprétation pose problème car le signal est « faible » et souvent difficile à relier à un événement majeur.

Par ailleurs, comme nous le détaillerons plus loin (cf. Section 4.1), un lien statistique a été établi entre accidents de gravité différente : dans un système industriel, plus le nombre d'incidents est élevé, plus le risque de voir survenir un accident grave est grand. Cela met l'accent sur l'importance qu'il y a à tenir compte des signaux faibles annonceurs d'incident et pas seulement de ceux précurseurs d'accident majeur.

Pendant longtemps, les chercheurs ont réalisé des études rétrospectives sur les signaux faibles. Cependant, ce n'est pas en établissant une liste de signaux « valables » pour un accident que l'on pourra prévenir tous les accidents suivants. Les chercheurs et les industriels cherchent donc de nouvelles solutions pour améliorer la prise en compte de ces signaux faibles, afin de limiter le nombre d'incidents dans l'optique de diminuer blessures et accidents majeurs, voire mortels.

Dans le cadre de cette thèse, notre objectif de recherche est d'étudier les difficultés de **prise en compte** et de **remontée** des signaux faibles pertinents pour l'**hygiène** et la **sécurité industrielles** et de proposer des pistes d'amélioration. Nous voulons mettre en place une boucle de progrès continu, dont la **vigilance** face aux signaux faibles, le **retour d'expérience (REX)** et la culture de **transparence** sont parties intégrantes.

Tout d'abord, dans une première partie, nous proposerons une définition des signaux faibles et dresseront un état des lieux de leur gestion au regard du contexte de l'hygiène et de la sécurité en France et chez notre partenaire industriel, sanofi-aventis. Nous présenterons dans une deuxième partie la dynamique de progrès dans laquelle nous souhaitons inscrire notre travail

et les apports que nous en attendons pour une meilleure sécurité. Nous situerons ensuite le cadre théorique de notre recherche en présentant les travaux antérieurs sur lesquels nous nous appuyons. Enfin, pour conclure, nous positionnerons notre travail par rapport aux recherches existantes et préciserons nos perspectives d'étude.

4.1 Importance de la gestion des signaux faibles

En France, des catastrophes comme l'explosion d'AZF ou encore le naufrage de l'Erika auront été dramatiques pour les victimes et très préjudiciables aux industriels. La réparation de ces deux événements aura, par exemple, coûté à Total l'équivalent de plus de soixante-dix ans de fonctionnement des DRIRE. Plus de six ans après, les procès sont toujours en cours, les amendes n'ont toujours pas été fixées, les coûts en terme de politique, d'image ou encore financiers sont loin d'être soldés. Dans ces deux cas, comme dans beaucoup d'autres, une meilleure prévention aurait sans doute pu éviter la catastrophe.

L'accident de l'Erika

Lors d'un contrôle effectué le 23 novembre 1999, BP a fait vingt-trois observations et relevé quatre non-conformités qui l'ont conduit à déclarer le navire « inacceptable ». Le samedi 11 décembre 1999, l'Erika signale une avarie et les conditions météorologiques sont très mauvaises. Un peu plus tard, il annonce que l'avarie est réglée. Le capitaine parle de fissures sur le pont. Le dimanche 12 décembre 1999, le capitaine lance un appel de détresse. Quelques heures plus tard, le navire se casse en deux et libère 10 000 tonnes de fioul. Pour l'heure, juste pour Total, cet accident a coûté environ 200 millions d'euros.

Cet accident est un bon exemple, récent, pour montrer que les signaux précurseurs existent, mais que tout le monde n'y est pas sensible : dans ce cas, la non-conformité déclarée par BP n'a pas été prise en compte correctement, les conditions météorologiques et leurs conséquences potentielles sur le navire non plus, finalement les fissures sur le pont n'ont pas non plus poussé le capitaine à changer son objectif qui était d'acheminer le fuel et non de faire réparer son navire. Le problème est que la plupart du temps, les signaux faibles ne sont pas exploités, ou mal gérés. Une meilleure gestion de ces signaux aurait pour corollaire immédiat une meilleure prévention des événements majeurs.

Une étude a été réalisée en 1969 sur 1,7 millions d'accidents par une équipe dirigée par l'assureur F.E. Bird. Cette étude a montré que, pour 1 accident ayant entraîné une blessure grave ou une incapacité, il est survenu 10 blessures mineures, 30 accidents sans gravité et 600 incidents ou presque accidents. C'est sur cette étude que repose l'idée qu'il ne faut pas s'intéresser qu'aux signaux faibles annonciateurs d'événements majeurs. Les signaux faibles précurseurs d'incident ou de presque accident sont également pertinents pour la sécurité.

Le point de départ de notre réflexion, sa matière, réside dans l'étude des signaux faibles. Dans cette partie, nous allons donc dans un premier temps définir ce que sont les signaux faibles. Nous verrons qu'il existe différents angles d'approche, et donnerons un cadre contextuel à ces signaux. Nous expliquerons comment ils sont actuellement gérés, tout d'abord dans l'industrie en règle générale, puis chez notre partenaire industriel sanofi-aventis.

4.1.1 Définition des signaux faibles, origines et faux débats

Si l'intérêt pour les signaux faibles croît depuis ces dernières années, leur découverte a pourtant été faite dans les années soixante-dix. Ils n'ont cependant pas toujours été dénommés ainsi, ils ont fait l'objet de nombreuses appellations : signal faible, signal précoce, signal précurseur, signal latent, *etc.* En 1968, Leplat parlait des « signaux rares » et de l'apparition d'activités qui leurs seraient dédiées [Leplat 1968] :

“ Avec les progrès techniques, le travail s'est transformé et sont apparues des activités, caractérisées essentiellement par des exigences perceptives, en particulier des activités où la fonction essentielle de l'homme est de surveiller l'apparition imprévisible de signaux rares.

Reason parle en 1990 d'erreur latente qui, selon lui, représente déjà une des plus importantes menaces pour la sécurité [Reason 1993, p.239] :

“ Les analyses détaillées des accidents récents, en particulier Flixborough, Three Mile Island, le stade du Heysel, Bhopal, Tchernobyl et Zeebrugge, tout autant que la catastrophe de Challenger, ont fait de plus en plus clairement apparaître que les erreurs latentes représentent la menace la plus importante sur la sécurité d'un système complexe. [...] bon nombre de causes premières des situations d'urgence sont généralement inscrites dans les systèmes longtemps avant que ces erreurs actives ne soient commises.

Plutôt que de nous intéresser aux différentes dénominations possibles de ces signaux, interrogeons-nous sur leur intérêt. S'il ne fait pas de doute qu'un événement majeur est généralement annoncé par des signaux précurseurs, il n'est en revanche pas évident qu'un signal faible ou un enchaînement de signaux faibles soient toujours suivis d'un événement majeur [Körvers 2004, p.126]. Pourtant, ne pas y prêter attention est l'assurance de voir naître encore plus d'accidents, dans des systèmes de plus en plus automatisés, où les ultimes barrières de contrôle et de rattrapage sont humaines. En matière de communication, l'expression « signaux faibles » est bien perçue par les chercheurs et les hauts dirigeants, en revanche l'expression « signaux précurseurs » est plus facilement appréhendable par les personnes de terrain, les opérationnels qui travaillent dans les sites industriels. Le terme « signal faible » induit une distance difficilement appréciable entre le signal et l'événement annoncé, alors que « signal précurseur » nous permet de nous affranchir de cette distance et d'être mieux compris par nos interlocuteurs sur les sites. Le travail présenté ici étant effectué dans le cadre d'une thèse, nous avons choisi d'utiliser le terme « signal faible » pour une question de simplicité de communication avec les chercheurs.

Un signal faible

DEFINITION

Un signal faible est un signal faible lors des étapes de sa vie (noyé dans le bruit, faiblement informatif, faiblesse de son émetteur), pouvant signaler l'apparition d'un événement majeur.

Cette définition réclame cependant une précision : lorsque nous parlons d'événement majeur, nous ne voulons pas dire soudain. La crise de l'amiante est, par exemple, un événement majeur, mais qui n'a pas été soudain. Le tableau de la sécurité sociale relatif aux maladies dues à l'amiante date de 1953 !

Claveau et Séville montrent dans [Claveau et Séville 2004] que les signaux d'alerte seront de plus en plus faibles, car les risques émergeront aux endroits et aux moments les plus inattendus. Ceci souligne l'importance de mettre en œuvre un management stratégique pour la sécurité, avec une place pour le tireur de sonnette d'alarme.

4.1.2 La gestion des signaux faibles aujourd'hui

Actuellement, la majeure partie des industries que nous étudions est arrivée à un niveau de sûreté raisonnable (cf. Figure 4.1).

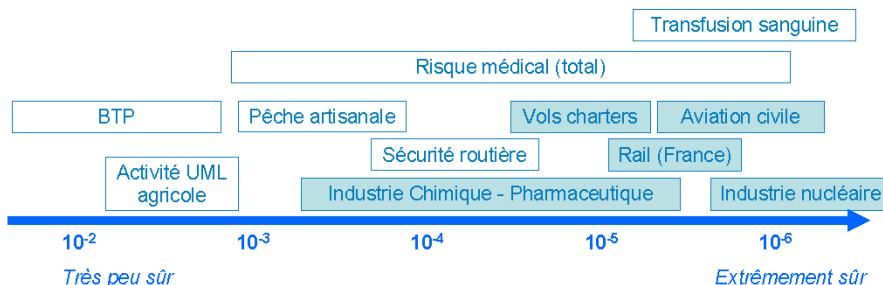


FIG. 4.1 – Niveau de sûreté de différents secteurs industriels (R. Amalberti)

D'après le Dr. R. Amalberti, les réponses à apporter en matière de sécurité sont directement liées au niveau de sécurité de fonctionnement où l'on se trouve (un niveau de 10^{-2} correspond à un non respect des règles, un niveau à 10^{-4} correspond à un manque de REX et, finalement,

les entreprises à 10^{-6} qui respectent les règles et ont déjà un processus de REX qui fonctionne, commencent à mettre en place des procédés basés sur le *sensemaking*¹). Une démarche préventive doit viser à supprimer le danger à la source. Pour ce faire, soit le danger est identifié, et on tentera de le supprimer (ou de le minimiser au mieux), soit il n'est pas clairement identifié, et on tentera de le détecter le plus précocement possible. Les signaux faibles sont des signaux qui peuvent nous prévenir de ces risques. Nous allons ainsi présenter les chiffres français de la sécurité au travail. Ces derniers nous donneront un aperçu global de la situation, et nous aiguilleront sur les risques à venir (accidents du travail et surtout maladies professionnelles). Ensuite, pour bien comprendre les réactions des encadrants face aux risques, nous expliquerons quelles sont leurs responsabilités.

Les chiffres

En France, les chiffres de la sécurité au travail sont scindés en trois catégories principales : les accidents du travail, les maladies professionnelles et les accidents de trajet. En 2004 les chiffres étaient les suivants² :

- ▷ 629 décès dus à un accident du travail ;
- ▷ 581 décès dus à une maladie professionnelle ;
- ▷ 486 décès dus à un accident de trajet. (Ces derniers constituant une classe à part car située hors de l'enceinte close du bâtiment, nous ne nous attarderons pas dessus.)

Chaque catégorie correspondait donc à environ un tiers des décès liés au travail en France. Cependant, le nombre de maladies professionnelles déclarées a été multiplié par quatre entre 1995 et 2005. C'est pourquoi la sécurité sociale, qui s'occupait principalement des accidents du travail, tire depuis maintenant plusieurs années la sonnette d'alarme auprès des industriels à ce sujet.

La responsabilité de l'encadrement

Chez sanofi-aventis, les fonctions et les responsabilités du responsable du service HSE sont très clairement définies. Cependant, il nous est apparu que cette définition était peu connue des responsables des autres services et sans doute inconnue auprès des autres collaborateurs. Le chef d'établissement est responsable de la sécurité de ses salariés, il y a obligation de « sécurité de résultat », d'après l'article L 230-2 du Code du Travail :

Article L 230-2 du Code du Travail

« Le chef d'établissement prend les mesures nécessaires pour assurer la sécurité et protéger la santé physique et mentale des travailleurs de l'établissement [...] ».

Cependant, cette responsabilité n'incombe pas uniquement au chef d'établissement dès lors qu'il existe une délégation de pouvoir. Celle-ci repose sur des critères de compétences, d'autorité et de moyens.

Accident de la Mède

Après l'accident de la Mède, qui a eu lieu le 9 novembre 1992, neuf cadres de Total, mais aussi deux fonctionnaires de la DRIRE ont été poursuivis.

L'obligation de sécurité au travail et de prévention des maladies professionnelles demande au chef d'établissement et, par délégation de pouvoir, à la hiérarchie de son établissement, de tenir compte de tous les signaux faibles pouvant annoncer un événement majeur.

¹ Littéralement : « Fabriquer du sens ». Cette notion sera explicitée plus loin dans le texte, cf. Section 4.3.2.

² Chiffres issus de l'INRS et de la CNAMTS.

4.1.3 La gestion de l'HSE en France et chez sanofi-aventis

Le nombre total de décès au travail en France pour l'ensemble des industries est en nette diminution. Il était de 1423 en 1980, de 712 en 1995 et de 629 en 2004. Par contre, le nombre de maladies professionnelles déclarées est passé de 17 489 en 1999 à 36 871 en 2004. Si le nombre de décès au travail a chuté entre 2000 et 2004, c'est parce que la sécurité sociale a très fermement demandé de mieux protéger les travailleurs en hauteur (la majeure partie des décès était due à des chutes de hauteur). Ces chiffres nous montrent que, lorsqu'une action en sécurité est faite, les résultats peuvent suivre. Cependant, ces chiffres témoignent également de l'explosion du nombre de maladies professionnelles. Dans les métiers de la chimie, de la plasturgie et du caoutchouc en particulier, elles sont passées de 655 en 1999 à 1300 en 2004. L'ensemble des industries a conscience de cette explosion et du fait qu'il ne s'agit malheureusement que d'un début (le pic des déclarations de maladies dues à l'amiante est attendu pour 2020). Les chiffres de sanofi-aventis, même s'ils situent l'entreprise en bonne place, peuvent malgré tout être améliorés et ce particulièrement pour les métiers de la pharmacie, où ils sont moins bien maîtrisés que dans les autres métiers (chimie, recherche, vaccin). C'est pourquoi sanofi-aventis a la volonté d'intégrer au maximum le **management HSE** dans le management quotidien. Dans un premier temps, nous donnerons une définition de ce que sont la sécurité (le S de HSE) et l'hygiène industrielle-santé au travail (le H de HSE) sur les sites sanofi-aventis. Une fois le contexte actuel posé, nous bénéficierons d'un cadre permettant de mieux expliquer ce que représentent les signaux faibles sur notre terrain industriel.

Un système de management HSE

DEFINITION

« Un système de management HSE est un ensemble de dispositions mises en œuvre par l'exploitant au niveau de l'établissement, relatives à l'organisation, aux fonctions, aux procédures et aux ressources de tout ordre ayant pour objet la prévention et le traitement des problématiques d'hygiène, de sécurité et d'environnement. »³

La sécurité

Un système de management de la sécurité (SMS) prend en entrée les textes de la législation, les règlements internes, les normes, *etc.* Il se compose de documents, d'outils méthodologiques, d'outils d'audit, *etc.* Ce système se veut être intégré dans toutes les fonctions de l'établissement.

Cela étant dit, chez sanofi-aventis, l'investissement du personnel dans les problématiques HSE peut être variable selon les sites pharmaceutiques (formulation galénique).

Dans un établissement industriel, la sécurité au travail est l'un des éléments du management intégré HSE. Les sites pharmaceutiques ne présentent pas de risque avec une gravité potentielle forte (type risque d'explosion comme AZF). C'est pourquoi sanofi-aventis considère que le risque est inacceptable dès lors qu'il y a une blessure grave sur un collaborateur avec une fréquence de 10^{-2} , ce qui est inférieur d'un ordre de grandeur au risque de mort violente dans l'ensemble de la population française. Pour mesurer les risques, sanofi-aventis possède une **matrice de criticité**, l'ensemble de ses risques identifiés est entré dans cette matrice, et les mesures d'actions sont priorisées en fonction de leur position.

Exemple chez sanofi-aventis

Lorsqu'il y a un accident, un arbre des causes (AdC) doit être réalisé le plus tôt possible (généralement quand la personne accidentée reprend son activité). Cet AdC doit être géré par un garant de la méthodologie AdC, qui ne fait pas forcément partie du service HSE. Sur certains sites, pourtant, le personnel du service HSE est systématiquement obligé de gérer l'AdC.

³ Source : transcription de la directive Seveso II en droit français, Annexe III de l'Arrêté du 10 mai 2000 ; <http://aida.ineris.fr/textes/arretes/text3044.htm>.

L'hygiène industrielle

L'hygiène industrielle, quant à elle, a le léger avantage de posséder une méthodologie unique d'évaluation du risque chimique. Cet avantage reste cependant modéré car certaines incompréhensions persistent sur les sites de production.

L'hygiène industrielle chez sanofi-aventis



« L'hygiène industrielle est la science et l'art de prévenir les atteintes à la santé liées au travail (maladies professionnelles au sens large) en anticipant, identifiant, évaluant et maîtrisant les risques pour la santé dans l'environnement de travail. »

L'hygiène industrielle fait partie d'une entité plus importante qu'est la Santé au Travail. Cette dernière a pour objectif de protéger la santé des salariés. Par sa définition, l'hygiène industrielle est davantage axée sur le **risque produit**⁴ que sur le **risque procédé**⁵, dans une optique de prévention, de traitement des causes avant celui des conséquences. Le risque est calculé comme le produit d'un **danger** par un **niveau d'exposition** et n'est plus, comme du point de vue de la sécurité, celui d'une **fréquence** par une **gravité**.

L'hygiène industrielle fait appel à une méthodologie qui se rapproche de celle mise en œuvre pour la sécurité :

1. identification ;
2. évaluation ;
3. maîtrise et communication ;
4. mesures de contrôle.

L'hygiène industrielle s'attaque à des dangers très variés, principalement d'origine chimique et physique. Les dangers d'origine chimique sont généralement liés aux produits manipulés (principes actifs, excipients, *etc.*), et ceux d'origine physique, à l'environnement de travail (bruit, mauvaise ergonomie, *etc.*).

Face à tous ces dangers, existent des normes fixées, soit par la réglementation (niveau d'exposition au bruit, mesure d'exposition à l'acétone, *etc.*), soit en interne (dans ce cas, il s'agit de normes soit plus restrictives que celles de la réglementation, soit spécifiques à des produits internes à sanofi-aventis).

On réalise pour chaque produit une **Fiche de Données de Sécurité**, sur laquelle sont notifiés :

1. identification du produit et de la société ;
2. composition, information sur les composants ;
3. identification des dangers ;
4. mesures de premiers secours ;
5. mesures de lutte contre l'incendie ;
6. mesures à prendre en cas de dispersion ;
7. manipulation et stockage ;
8. contrôle d'exposition, valeur limite d'exposition, valeur moyenne d'exposition ;
9. propriétés physiques et chimiques ;
10. stabilité et réactivité ;
11. informations toxicologiques ;
12. informations écologiques, effets sur l'environnement ;
13. considérations relatives à l'élimination ;
14. informations relatives au transport ;
15. informations réglementaires ;
16. autres informations ;

⁴ Risque lié à la manipulation d'un produit.

⁵ Risque associé aux opérations le long de la chaîne de production.

conformément à la norme NF T01-102 (elle-même conforme à la norme ISO 11-014).

L'hygiène industrielle et les autres métiers relatifs à la santé au travail essaient donc de prévenir, généralement au long terme, les risques de maladie professionnelle.

Les signaux faibles et le management HSE

Au sein du service HSE, l'étude des signaux faibles consiste à prendre en compte des signaux permettant de prévenir les atteintes à la santé et la sécurité des travailleurs sanofi-aventis. Comme signifié dans sa dénomination, le service HSE traite également des problèmes d'environnement (le « E » de HSE). Cependant, cette problématique ne concernant pas directement la sécurité et la santé des travailleurs, nous ne traiterons pas ce sujet.

La première difficulté avec les signaux faibles concerne leur détection. Celle-ci est très difficile lorsque ces signaux sont inconnus et une réelle problématique réside également dans la visibilité des signaux, s'ils sont peu ou pas perceptibles...

Exemple de non-détection

Une coupure avec du sang pourra être perçue comme un signal, un point d'entrée pour une infection par exemple. En revanche, un coup sans sang ni bleu immédiat, sera rarement perçu comme tel (sauf douleur intense) et ne sera donc pas signalé.

Ainsi, un signal sans trace visible pourra être ignoré, alors qu'un autre de même intensité mais immédiatement perceptible à l'œil sera relevé. Cela nous éclaire un peu sur la notion de faiblesse du signal.

Cependant, dans l'étude des signaux faibles persistent d'autres problèmes... Où est l'anormalité ? Qu'est-ce qui est potentiellement grave ? En plus de leur détection, se pose le problème de la communication et de l'interprétation des signaux faibles. Nous avons pu observer ces trois difficultés au sein de sanofi-aventis.

Exemple de mauvaise interprétation

L'usage d'une bombe aérosol (contenant des gaz inflammables), fait réagir les gens sur le risque environnemental, mais pas sur le risque explosion ; l'utilisation de poudre (en zone ATEX) fait réagir les gens sur le risque maladie professionnelle, mais pas sur celui d'inflammation : problème d'interprétation.

Chaque réunion du Comité de Direction, dont le compte-rendu est transmis aux opérateurs, doit commencer par un point sécurité. Quand l'information sur la sécurité arrive aux opérateurs, elle a tout le poids de la hiérarchie (et tout ce que cela induit comme lot de bon et de mauvais *a priori*). Par contre, lorsqu'un opérateur souhaite remonter une information, il est seul. C'est à lui seul qu'incombe de donner une force suffisante à son message : il se heurte alors à un problème de remontée du signal, un problème de communication ascendante.

Finalement, le problème peut concerner l'interprétation qui est faite d'une certaine situation.

Exemple de situation mal interprétée

Sur l'un des sites, le personnel s'était rendu compte que le mouvement de la porte principale, vitrée, posait un problème. Mais ce n'est qu'une fois la survenue d'un accident (une personne s'est violemment cognée), qu'il s'est aperçu que le risque ne venait pas de l'ouverture intempestive de la porte, mais de sa fermeture. La fermeture trop rapide d'une porte en verre pouvant passer inaperçue.

Ainsi, la connaissance semble faire défaut dans un bon nombre d'incidents, mais le manque d'analyse des causes réelles ainsi que la pression économique qui pèse sur les managers sont aussi à prendre sérieusement en compte. C'est pourquoi nous avons rapidement décrit la responsabilité de l'encadrement plus en amont. C'est aussi pourquoi il est nécessaire de davantage développer le REX : l'analyse des incidents, la facilitation de la communication sur la sécurité, le partage de l'information, la dispersion des connaissances, *etc.* À présent que nous avons décrit le contexte et donné le cadre de notre recherche chez sanofi-aventis, nous allons expliquer quels sont les apports de la recherche dans la prévention des risques et vers quelle politique devrait idéalement tendre l'entreprise.

4.2 La politique de transparence nécessaire à la mise en place du REX

De par nos travaux, nous nous attacherons à montrer comment une meilleure gestion des signaux faibles notamment au travers du REX, pourrait améliorer la prévention dans le domaine de la sécurité et dans celui des maladies professionnelles. Nous verrons également quelle place est faite à la prévention dans la législation et nous soulignerons l'importance de mettre en place une politique de transparence pour améliorer la sécurité et la santé des travailleurs.

4.2.1 À l'origine de la prévention

uniformisation des
pratiques sur les
différents sites

Tout d'abord, pour pouvoir faire du REX, partager des connaissances sur la sécurité et ainsi détecter plus précocement des signaux faibles, il est souhaitable que les différents sites soient au même niveau d'avancement en santé et sécurité. C'est pourquoi une des premières actions à mener sur les sites pharmaceutiques sanofi-aventis est d'**uniformiser les pratiques** (les méthodes, ERPT⁶, communication, AdC, etc.). Un même niveau de maîtrise des risques induirait que les sites aient des outils globalement similaires, cette harmonisation permettrait ensuite une meilleure fluidité des échanges.

Actuellement, la prévention pour les opérateurs passe par l'évaluation des risques au poste de travail (ERPT). Cette évaluation peut être faite sur tout type de risque, les deux principales familles étant les risques physiques (bruit, éclairage, manutention manuelle, chute de hauteur, etc.) et chimiques (toxicité du produit manipulé). Dans ces cas, les signaux sont connus, ils peuvent souvent être mesurés. De plus, si le danger n'est pas imminent, ces signaux ont malgré tout de fortes chances d'être détectés et pris en compte lors de la mise à jour – souvent annuelle – de l'ERPT. Ainsi, la détection et la prise en charge des signaux faibles le plus précocement possible permettront d'éviter ces risques. L'intérêt d'éviter les accidents liés à ces risques, est de rester dans un univers souvent connu de l'opérateur lorsqu'il s'agit de sécurité, et dans celui du médecin du travail lorsqu'il s'agit de santé. Chacun de ces deux types d'acteurs ayant sa propre expertise des risques. Le problème des signaux devient plus épineux lorsque l'on sort de ce cadre formalisé. Lorsque le signal est nouveau, qu'il n'est pas détecté lors de l'ERPT (ou lors de tout autre type d'observation dédié à la détection d'anomalies), ou que son intérêt n'a pas été clairement formulé. La prévention par les signaux faibles : détection des anomalies, analyse des incidents, permettrait une meilleure gestion des risques invisibles à première vue. Ainsi se pose alors la question de la visibilité du signal :

- visible ;
- invisible ;
- camouflé ;

avant celle de sa détection :

- vu ;
- non vu.

Dans le cas des maladies professionnelles, la sécurité sociale édite des tableaux où sont notifiées, pour chaque maladie, les activités qui lui sont potentiellement reliées. Il s'agira donc de symptômes qui, s'ils sont pris en compte assez tôt, permettent d'éviter la maladie, mais aussi d'environnements de travail pour lesquels une vigilance particulière doit être portée par rapport à certaines maladies professionnelles qu'ils sont susceptibles d'engendrer. De plus, dans les grandes entreprises, les médecins du travail vont faire de plus en plus d'efforts pour amener les personnes à venir faire des déclarations précoces d'anomalies. Par exemple, une personne qui fera une réaction cutanée à un produit ne pourra plus travailler à son contact. Les entreprises mettent alors en place une politique de poste aménagé. Dans ce cas, l'expertise est en quelque sorte fournie par la sécurité sociale, et le véritable problème viendra lors de la phase de détection.

Rappelons ici que la méthodologie générale de l'hygiène industrielle passe par quatre phases :

- identification (ou détection) ;
- évaluation, quantification ;
- maîtrise ;
- contrôle et réévaluation.

Nous voyons donc que c'est dans la première étape que se joue l'essentiel d'une bonne gestion de ces signaux faibles.

⁶ Évaluation des Risques au Poste de Travail.

Dans la réglementation Française⁷, selon les recommandations INRS⁸ mais aussi les normes ISO⁹, les prescriptions pour la maîtrise des risques passent d'abord par la suppression du danger à la source. Viennent ensuite les mesures de confinement (protections collectives puis individuelles). Dans le doute (signaux faibles difficilement interprétables), et particulièrement dans le domaine de l'hygiène industrielle, les médecins favoriseront l'arrêt des contacts avec le produit en cause.

4.2.2 La politique de transparence

De nombreux auteurs ont montré l'importance qu'il fallait attacher aux signaux faibles, mais la **culture de transparence** paraît elle, moins évidente. Le but est d'arriver à une organisation véritablement transparente, c'est-à-dire une organisation au sein de laquelle les informations circulent librement. Pour cela, les directions des établissements doivent afficher une **politique de transparence**. Cette politique est difficile à mettre en place, car elle ne doit pas s'accompagner de sanctions qui stopperaient la remontée d'information, mais elle ne doit pas non plus infantiliser les individus en les déchargeant de toute responsabilité. Beaucoup d'organisations réclament du **bottom-up** (des opérateurs vers le haut de la hiérarchie) sans lui donner de véritables outils, alors que la redescende de l'information (**top-down** : de la hiérarchie vers les opérateurs), elle, peut profiter de toute l'organisation, de son poids, de ses outils. La culture de transparence ne peut, selon nous, être instaurée sans un climat de sécurité. Le climat étant le reflet des motivations et des comportements individuels pour la sécurité [Neal et Griffin 2004], c'est lui qui fera que l'information remontera ou non et qui fera que l'information transmise sera entendue par les personnes.

Le REX fait partie des principaux piliers de cette politique. Il ne doit pas s'arrêter à l'accidentel, il doit apprendre d'un maximum de situations (les accidents, mais aussi les bonnes pratiques et les exercices) et faire de la prévention le plus précocement possible par la détection des signaux faibles.

Le REX traverse toute l'organisation : il démarre des métiers, voit quels sont leurs problèmes, les anomalies qui peuvent être détectées (fiche d'incident, détermination de bonnes pratiques, etc.).

Le REX circule ensuite *via* un réseau d'acteurs et peut aider à la mise en place de nouvelles règles au sein de l'organisation (club REX, règles groupe, etc.) ; finalement, il atteint le système de management, en permettant de montrer davantage de *feedback* vers les individus de terrain. Le système de management de la sécurité doit être un système intégré, au sens où il n'est pas l'affaire d'un groupe dans l'organisation, mais doit être intégré au travail de chacun. Ce système de management doit donc proposer des outils adaptés aux différents collaborateurs, mais aussi créer les occasions permettant cette utilisation. Selon les personnes, les outils peuvent être des bases de données informatisées comme une simple feuille papier. Les occasions quant à elles peuvent se créer lors de réunions d'équipe (à thèmes par exemple), lors de pauses café ou simplement au cours de la visite du responsable du service HSE ou du médecin du travail dans les ateliers où l'on a l'opportunité de se serrer la main et de discuter.

Cependant, ce système est un vœu pieux, et il ne peut exister sans une organisation résolument tournée vers la circulation de l'information. L'apprentissage reste la première barrière face aux risques. L'organisation doit donc également permettre aux individus de se former, de s'exercer et de montrer à ces personnes quand elles peuvent tirer profit de cet apprentissage. On voit ici que le REX est intrinsèquement lié à la politique de transparence, à une communication qui devrait arriver à se faire librement et sans perte d'information. La mise en place d'un vrai système de REX, serait donc un premier et fort engagement vers cette politique de transparence.

multiplier les objets
du REX

transversalité du
REX

circulation du REX,
feedback

SMS intégré

formation,
apprentissage

⁷ Code du Travail article L 203-2-II.

⁸ <http://www.inrs.fr/>

⁹ norme ISO 11-014, norme NFT01-102.

4.2.3 Approche méthodologique

Rappelons que l'objet de notre étude est la compréhension et la gestion des signaux faibles. Elle a pour but de trouver un moyen pour aider les managers à mieux prendre en compte les signaux faibles. Cette prise en compte passe, comme nous l'avons dit, par l'amélioration des connaissances, de la circulation de l'information, mais aussi de l'apprentissage, et donc du REX.

Nous partirons d'une première hypothèse qui est que les acteurs de terrain ne réfléchissent pas vraiment sur les signaux faibles et ne leur accordent que peu d'importance car ils n'ont pas d'organisation faite dans ce sens. Notre seconde hypothèse est que les acteurs ayant véritablement un pouvoir d'action sur ces signaux faibles sont les responsables de terrain, mais ces signaux aboutissent rarement à une action. Partant de ce constat, il nous faut donc savoir ce que les acteurs entendent par signal faible, mais aussi connaître l'environnement dans lequel ces acteurs se trouvent ainsi que les mécanismes qui régissent cet environnement (objet, politique, relations, ...). Nous avons choisi d'aborder notre étude par une approche systémique.

Les méthodes d'observation que nous avons choisi d'utiliser se basent sur le principe de la recherche-action. Lewin est le père de la recherche-action [Lewin 1964]. Elle ne doit pas chercher à trop abstraire, mais rester dans le réel et chercher les interactions, finalement donner du *feedback*. Selon [Dubost 1987], il existe quatre critères à satisfaire simultanément pour pouvoir parler de recherche-action :

1. Il s'agit d'une expérience s'inscrivant dans le monde réel : ici, les ateliers d'usine.
2. Cette expérience est engagée sur une échelle restreinte : nombre limité d'ateliers.
3. En tant qu'action délibérée visant un changement effectif au niveau des groupes et zones concernés, elle se définit par des buts qui peuvent être fixés soit par les initiateurs du projet et des instances centrales de pouvoir qui leur donnent une position d'autorité sur la population concernée, soit par l'ensemble ou un sous-ensemble des individus et des groupes : engagement d'un financement de thèse sur ce projet.
4. Elle est conçue dès son engagement pour permettre d'en dégager des enseignements susceptibles de généralisation : buts énoncés ci-dessus.

Elle doit donc accepter une certaine discipline – règle ou dispositif – permettant l'observation, la récolte d'informations, *etc.*

Nous avons donc choisi plusieurs approches. La participation à de nombreuses **réunions** où nous pouvons identifier ce qui fait la connaissance et la performance des acteurs. Cette participation permet également un gain de confiance et de légitimité auprès des acteurs décisionnaires. Des **discussions** avec les opérationnels comme les personnes du central pendant les pauses déjeuner ou café, permettant la récupération de remarques échangées « en particulier », ces remarques permettant ensuite de compléter, d'affirmer ou d'infirmier certains points de vue développés pendant l'étude. Des **questionnaires ouverts**, quoique difficiles à analyser, peuvent montrer ce que les acteurs comprennent spontanément par « signal faible », mais aussi ce qu'ils en attendent (une meilleure prise en compte ou au contraire une mise à l'écart plus ou moins volontaire par faute de temps...). Enfin, des **interviews ludiques** sous formes de jeu des sept erreurs permettant la classification des signaux détectés et celle de ceux non détectés ainsi que des **entretiens semi-directifs** pour suivre le chemin de l'information.

4.3 Méthodes et théories

4.3.1 Pour comprendre

Plusieurs grands auteurs se sont déjà intéressés aux signaux faibles, qu'il s'agisse de Reason avec l'erreur humaine, Vaughan avec la normalisation de la déviance, la pyramide de Bird, Leplat avec les signaux rares, Perrow avec les accidents normaux, *etc.* Chacun les dénommaient d'une façon différente, mais le souci était toujours de remonter jusqu'à la source du problème afin d'en dégager les signaux annonciateurs.

Nous ne cherchons pas à étudier l'attitude d'une personne seule, en temps de crise, c'est pourquoi nous avons tout d'abord étudié la **théorie des groupes**, afin de poser le contexte humain autour des collaborateurs.

Lewin a travaillé sur la notion de groupe et mis en évidence la « dynamique de groupe ». D'après lui [Lewin 1964], le groupe se définit par les **interdépendances** entre ses membres et non leurs **similitudes**. Concernant la manière de diriger un groupe, il montre que si l'**autorité** permet d'obtenir un meilleur **engagement** de la part de ses membres, la **démocratie**, elle, laisse part à plus d'**objectivité**. Sur la façon d'obtenir des résultats (changements d'attitudes) de la part d'un groupe, il montre que la décision de groupe est finalement bien plus probante (jusqu'à trois fois plus de résultats) qu'une simple conférence.

Style	Autocratique	Démocratique	Laisser faire
Leader	Donne des ordres	Suggère, encourage	Apporte ses connaissances mais laisse faire
Résultats	Réaction agressive du groupe, rébellion ou apathie	Réactions chaleureuses, amicales, participation, autonomie, indépendance, production quantitative moins importante que dans le style autoritaire mais meilleure qualité	Ne réussit ni dans l'exécution du travail, ni dans la satisfaction au travail

TAB. 4.1 – Typologie des styles de leadership (adapté de Lewin, 1964).

Bales a également étudié les groupes, non pas pour chercher à les faire évoluer, mais d'abord pour comprendre les dynamiques et les valeurs qui existent en leur sein (ce qui définit en partie le groupe). Avec sa méthode SYMLOG¹⁰, Bales a réussi à mettre en place un ensemble d'items qui représentent les valeurs clés du groupe [Bales et Cohen 1979]. Ceci a ainsi permis de commencer par définir correctement un groupe, ce qui ne va pas de soi lorsque l'on pose la question spontanément à chaque individu d'un groupe.

Ces deux principaux auteurs, Bales et Lewin, nous ont permis de voir qu'un individu travaillant en équipe ne peut être considéré individuellement, en tous cas lorsqu'il y a prise de décision. Mayo nous montre que l'attention des managers face à leurs équipes influence fortement l'évolution de leur travail [Mayo 1933]. Le sentiment d'appartenance est un stimulant pour la sécurité et pour la motivation. Dans la même direction, nous pouvons également citer les recherches sur la théorie de l'engagement avec entre autre l'ouvrage de Joule et Beauvois [Joule et Beauvois 2002], qui fédère un grand nombre des techniques expérimentées dans ce domaine.

Après avoir obtenu une idée satisfaisante de l'environnement humain, nous avons pu nous poser la question des signaux faibles à détecter. Comme nous l'avons signalé plus haut, plusieurs auteurs se sont depuis longtemps intéressés à eux, sans les citer vraiment. Le premier à les mentionner, comme nous l'avons cité en introduction et dans la première partie (cf. Section 4.1), fut Bird avec sa pyramide des accidents publiée en 1969, en montrant la relation statistique entre les incidents et les accidents majeurs. Dans son ouvrage [Leplat 1968], Leplat parle des signaux faibles sous la dénomination de *signaux rares*. Selon lui les signaux aident à définir la tâche, ils sont donc qualitatifs, et une réponse à l'événement potentiel peut être déduite de ces signaux. Cette déduction peut être aisément faite dans le domaine de la qualité et de l'économie. Le domaine de la qualité est hautement procéduré et contrôlé. Celui de l'économie est également bien développé au niveau procéduralisation [Lesca 2001]. À première vue, il serait intéressant de s'inspirer de ces deux secteurs, où les résultats sont présents. Pourtant, à bien y regarder, les contraintes inhérentes aux signaux faibles dans le champ de la sécurité ne se retrouvent pas dans ces deux domaines :

- ▷ tout d'abord, la détection d'un signal n'est pas un problème, sa pertinence est immédiatement perçue ;
- ▷ ensuite, sa communication ne pose pas non plus problème, il existe des outils et surtout l'information arrive à la bonne personne ;

¹⁰ SYstem for the Multiple Level Observation of Groups; http://www.symlog.com/internet/what_is_symlog/what_is_symlog-01c.htm.

- ▷ finalement, son interprétation non plus n'oppose pas de difficultés puisque, comme nous l'avons dit, l'information arrive à la bonne personne, celle sachant prendre les mesures en conséquence.

Plus tard, d'autres grands auteurs comme Perrow se sont penchés sur les signaux faibles. Dans [Perrow 1984] ou encore [Perrow 1999], il explique que les incidents, les erreurs latentes, bref les signaux faibles, sont dans la construction même des systèmes. Selon lui, c'est la complexité du système qui fait qu'il déviara naturellement pour en arriver à la catastrophe, les interactions internes étant trop nombreuses. La complexité, et ainsi le potentiel catastrophique, sont inhérents à ces systèmes comportant des technologies à hauts risques.

En 1990, Reason publie l'ouvrage *Human Error* (traduit en 1993 : [Reason 1993]). Il y distingue deux types d'erreurs :

- ▷ les erreurs actives ;
- ▷ les erreurs latentes.

Les erreurs actives sont généralement associées aux opérateurs de première ligne et visibles quasi-immédiatement, alors que les erreurs latentes sont commises par des personnes plus éloignées des interfaces de contrôle direct (exemple : concepteurs, décideurs de haut niveau). L'accident est dû à une suite de failles s'alignant parfaitement et permettant de passer au travers des barrières de défense successives. Les opérateurs sont nécessaires pour rattraper le système, car les concepteurs ne parviennent pas à anticiper tous les scénarios possibles.

Vaughan s'est aussi intéressée aux signaux faibles, dans son étude sur l'accident de Challenger [Vaughan 1999], ou encore lorsqu'elle explique sa recherche dans [Vaughan 2003]. Elle y décrit le phénomène de « normalisation de la déviance ». Son idée est que les causes de l'accident sont, comme pour Perrow, liées à la construction de l'organisation. Cependant, elle est moins fataliste, l'organisation pourrait détecter ses failles, apprendre et évoluer en fonction. Dans son étude, les signaux précurseurs étaient entre autres d'ordre historique, économique, politique ou encore météorologique.

D'autres auteurs ont également travaillé, de façon plus détournée, sur les signaux faibles en étudiant la perception des risques. De cette perception va dépendre la méfiance et/ou la vigilance des personnes. De cette perception va donc dépendre la sensibilité de la personne face à un type de signal et le déclenchement de l'alarme. Slovic a, par exemple, montré que la perception des risques était inversement proportionnelle à celle des bénéfices : plus les bénéfices semblent importants et moins on percevra les risques [Slovic 1993 ; Alhakami et Slovic 1994]. Poumadère et Mugnai montrent l'importance de cette perception dans la création d'une culture de sûreté [Poumadère et Mugnai 2006].

Il existe donc bien une recherche qui s'est déjà amorcée autour des signaux faibles. Cette recherche pose toutefois beaucoup de questions, et les pistes de réponse sont minces. De plus, notre étude s'effectue dans un domaine qui n'est, ni au sein d'une entreprise classée Seveso 2 (risque d'accident majeur), ni au sein d'un public (de plus en plus méfiant et donc vigilant face aux risques) [Mays et al. 2003 ; Cocquemot et al. 2003]. Nous allons donc nous intéresser dans la partie suivante aux propositions d'amélioration de la détection, mais aussi aux méthodes d'investissement du terrain lorsque ce dernier reste nouveau pour les chercheurs.

4.3.2 Pour agir

Il existe plusieurs méthodes pour mener une recherche. En 1995 Weick publie [Weick 1995], où il décrit la notion de *sensemaking*. Weick est un constructiviste, d'après lui, chez les individus les deux étapes « faire » et « expliquer » n'existent pas dans l'ordre « je fais puis j'explique ». Selon lui, c'est parce que les individus « expliquent » qu'ensuite ils « font » leur environnement, c'est parce qu'ils expliquent, qu'ils donnent ensuite un sens à leur action. Leur discours influence leur action. Dans ce cadre là, la communication n'est pas un moyen, mais une étape. On construit ce qui est à interpréter, c'est le concept d'*enactment*¹¹.

¹¹ Enactment ou énaction en Français. Le concept d'énaction résume dans l'œuvre de Weick la double dimension du processus de construction opéré par un acteur :

- ▷ celle de la représentation de ce qu'il vit comme lui-même et de ce qu'il vit comme extérieur d'une part ;
- ▷ celle de l'influence qu'il exerce sur les « objets », par la manière dont il se les représente d'autre part.

(p.77) Bradet J. *Énacter l'énaction : une lecture subjective des travaux de Karl E. Weick*, pp.75-95, in Autissier D and Bensebaa F. *Les Défis du Sensemaking en Entreprise*, 2006, édition economica, 286 pages.

Finalement, concernant les leviers d'action influant sur le comportement des personnes, nous en avons retenu trois qui nous paraissent suffisamment génériques et pertinents :

- ▷ la **Vigilance** (pour détecter les signaux faibles) ;
- ▷ la **Confiance** (pour que les individus et l'organisation où ils se trouvent puissent évoluer) ;
- ▷ la **Communication** (pour avoir une optimisation des flux d'informations).

Cependant, aucun de ces trois leviers n'est un sujet aisé à résumer. Nous ferons notre possible pour donner l'essentiel de ce que nous en retirons.

La vigilance porte sur l'ensemble des événements pouvant survenir dans l'environnement du sujet. Nous mettons cette notion en relief grâce à une autre notion, celle de l'attention qui focalise le sujet sur un ou plusieurs objets particuliers [Reason 1993 ; Körvers 2004 ; Mevel 2004]. La vigilance vient du latin *vigilantia*, qui signifie « habitude de veiller ». Dans l'Antiquité on appelait vigile, le gardien qui était chargé de lutter contre les incendies et de surveiller la ville. La vigilance est donc un processus que nous qualifierons d'ouvert¹², à la différence de l'attention qui est un processus fermé¹³. Lorsque vous êtes vigilant, vous pouvez être alerté (ou simplement interpellé) par n'importe quelle anomalie, alors que si vous êtes attentif, le champ des alertes est plus restreint, vous avez déjà une idée de ce que vous cherchez. Par exemple un ouvrier de maintenance ayant plusieurs années de métier sur une machine sera vigilant face à un dysfonctionnement quel qu'il soit, alors qu'un apprenti sera plus attentif et se référera à la *check-list* fournie par le fabricant.

Ensuite, lorsque nous évoquons la confiance, il ne s'agit pas d'une confiance naïve entre deux sujets, mais d'une confiance calculée. Chacune des deux parties fait confiance à l'autre car elle sait qu'elle pourra en retirer un bénéfice, cette confiance s'acquiert dans le temps [Poumadère et Mugnai 2006 ; Slovic 1993 ; Slovic et al. 2004].

Enfin, la communication, ou plutôt les problèmes que son absence génère. Au sein d'une organisation, la communication ne va pas toujours de soi, il est absolument nécessaire de donner des outils et de mettre en place une organisation pensée pour l'optimiser [Vaughan 1999, 2003 ; Wybo 2004c ; Slovic et al. 2002].

4.4 Conclusion : critiques et positionnement

La plupart des auteurs cités dans la troisième partie ont permis d'aider à mieux situer les signaux faibles. Cependant, leurs études portent systématiquement sur des entreprises à hauts risques. Perrow, Reason, Vaughan, tous partent d'un accident majeur, mais la réalité du quotidien des entreprises d'aujourd'hui n'est pas à ce niveau. Fort heureusement, les accidents majeurs sont de l'ordre de l'exceptionnel. De plus, ces études viennent après les accidents, leur conséquences – souvent graves – vont attiser la curiosité des personnes concernées. Tout comme le public, les industriels et les chercheurs sont très intéressés par la lecture des compte-rendus et des analyses d'accidents, car ils ont un besoin impérieux de se rassurer. En effet, connaître et comprendre les causes d'un accident permet de travailler sur l'origine de ces causes et éviter des accidents similaires dans l'avenir. Ces études ne se situent plus dans la prévention « pure », puisque l'accident s'est déjà produit. Les challenges actuels se trouvent dans les capacités d'anticipation, notamment savoir détecter plus précocement les signaux avant-coureurs d'accidents et de crise, et dans les capacités de résilience, c'est-à-dire des organisations qui sachent s'adapter aux changements et aux situations imprévues. Ensuite, le niveau de gravité des accidents n'est plus, en France, comparable à celui d'une catastrophe comme Tchernobyl. Bien sûr, il y a eu l'explosion d'AZF et il faut continuer à étudier ces accidents majeurs, mais la réalité actuelle se situe davantage au niveau de l'individu (accident du travail, maladie professionnelle), dans un périmètre plus restreint.

L'étude des signaux faibles est dépendante de l'environnement dans lequel ils se situent. Dans les principales approches citées ci-dessus, les individus avaient conscience du potentiel de dangerosité de leur activité. Sur notre terrain, les individus n'ont pas forcément cette notion à l'esprit. Cela n'est pas illogique, étant donné que, jusqu'à présent, aucun accident majeur n'est à déplorer sur un site pharmaceutique.

¹² Chateauraynaud F. et Torny D. (2000). *Les sombres précurseurs : une sociologie pragmatique de l'alerte et du risque*, Broché, 2000, 476 pages.

¹³ Charbonnier J. (2004). *Dictionnaire de la Gestion des Risques et des Assurances*, La maison du dictionnaire, Paris, 559 pages.

Dans notre travail, nous chercherons donc à voir quels sont les mécanismes actuels et ceux qui pourraient être mis en place pour arriver à une politique de transparence dans une industrie sans risque majeur potentiel. Dans un premier temps nous étudierons les mécanismes de détection du signal. Nous chercherons à savoir ce qui fait la pertinence du signal pour les acteurs dans l'atelier. Ensuite, comme nous l'avons dit plus en amont, notre recherche se fait dans un type de milieu qui n'a pas toujours été exploré sous l'angle des risques, dans des usines à potentiel accidentogène limité. Cela nous emmène vers la notion de recherche-action. Nous suivrons les quatre critères énumérés par Dubost : l'expérience se situe dans le monde réel, l'expérience est engagée sur une échelle restreinte, les buts sont fixés par les initiateurs du projet et des instances centrales de pouvoir et l'expérience est conçue pour permettre d'en dégager du REX.

Ce dernier point nous conduit à voir quels sont les processus d'apprentissage mis en place sur notre terrain. Les moyens de communication sont variables, chaque site met en place ses propres outils. Les outils mis à disposition varient également selon le niveau hiérarchique de la personne. C'est pourquoi nous verrons comment nous pouvons faire des propositions pour améliorer cette circulation de l'information. Rappelons que les événements susceptibles d'arriver sont des accidents de travail et des maladies professionnelles.

Ces dernières années, la tendance à la victimisation de la personne s'est accrue ; les dépôts de plaintes au tribunal se font de plus en plus courants. La responsabilité de l'encadrement est donc de plus en plus engagée, et, depuis les années soixante-dix, c'est l'encadrement de proximité qui est de plus en plus accusé. Le facteur « responsabilité pénale de l'encadrement » est donc un point important, qui influe sur la gestion du personnel et sur les mesures de maîtrise des risques qui sont mises en place. Nous l'intégrerons donc au contexte de notre recherche.

Nous avons donc dans ce chapitre défini ce que nous considérons comme être des signaux faibles, essentiellement dans le cadre des problèmes d'accident du travail et d'hygiène industrielle. Nous avons également précisé les grandes approches qui ont déjà été faites sur les signaux faibles, ainsi que notre terrain de recherche. Nous avons ainsi montré que tout n'était pas forcément exploitable pour notre angle d'étude, les grands travaux précédents ayant essentiellement porté sur des accidents majeurs, au sein d'entreprises à hauts risques. Cela nous a conduit à préciser le type d'approche par lequel nous nous engageons, la recherche-action, qui nous paraît être le meilleur moyen d'entrer dans un domaine jusqu'ici boudé par les grands analystes de risques. Ces problèmes sont en effet moins spectaculaires que les accidents majeurs, mais ils se trouvent résolument plus en phase avec les demandes sociales actuelles.

Retour d'expérience et système d'information pour la gestion des risques : proposition et expérimentation de nouvelles pratiques dans le monde ferroviaire

Doctorante Céline Tea

Directeur de thèse Bertrand Munier (GRID¹, ENSAM/ESTP)

Terrain industriel SNCF

À la fois « processus structuré », « axe de management », « outil de management », et/ou « démarche » comme l'explique [Gaillard 2005], le retour d'expérience (REX) se présente comme un objet difficile à cerner. Au sein de la SNCF, le concept de REX est apparu au début des années 1990. Aujourd'hui, y parler de REX fait référence à la fois :

- ▷ au principe fondant la réflexivité du management des risques sécurité² ;
- ▷ à une démarche très formalisée d'enregistrement systématique d'informations sur les incidents qui constitue une obligation réglementaire³ ;
- ▷ à une multitude d'actions ou d'études ponctuelles, *a posteriori* et *a priori*.

Les REX nourrissent le système d'information pour le management des risques sécurité en permettant à tout acteur (concepteurs, managers et opérationnels) d'améliorer sa connaissance de l'entité ou du système qu'il pilote. Au sein de la SNCF, la conception générale de la sécurité ferroviaire était jusqu'alors fondée sur une approche déterministe. Autrement dit, elle était basée sur la prévision de toutes les situations possibles dont la gestion repose sur un règlement exhaustif. Toutefois, prenant conscience de l'incertitude inhérente à la complexité du système ferroviaire, on s'oriente désormais vers les études probabilistes. Ces approches fondées sur la probabilité d'occurrence des événements, présentent toutefois la difficulté de leur compréhension et de leur acceptation par la société (pouvoirs publics et public), en atteste la recherche du risque zéro.

¹ Groupe de Recherche sur le Risque, l'Information et la Décision.

² Dans le cadre de ce projet, nous traitons de sécurité ferroviaire et plus particulièrement des risques ferroviaires (risque de collision, risque de déraillement...) générés dans le cadre des deux volets de l'activité ferroviaire : l'activité de transporteur et l'activité de gestionnaire d'infrastructure.

³ L'article 19 du décret 2006-1279 du 19/10/2006 concernant la sécurité des circulations ferroviaires et l'interopérabilité du système ferroviaire impose que le système de gestion de la sécurité « explicite les règles, procédures et méthodes à mettre en œuvre pour atteindre en permanence les objectifs de sécurité mentionnés à l'article 2 » (*i.e.* les objectifs de sécurité fixés par le ministre chargé des transports par arrêté). L'article 19 impose aussi qu'il « comporte un processus permettant de tirer profit de l'expérience acquise ». Ainsi, en extrapolant : l'efficacité du système de gestion de la sécurité repose dans un premier temps sur la capacité des concepteurs à concevoir des méthodes, règles et procédures que les opérateurs et les managers doivent mettre en œuvre et dans un second temps sur une boucle de retour d'expérience.

Dans le cadre de notre réflexion, nous centrerons notre propos sur la mise en œuvre du REX : au cours d'une période d'observation des différentes pratiques existantes au sein de la SNCF, nous nous sommes interrogés sur la manière dont le recueil et l'exploitation des informations sont réalisés, en vue d'évaluer l'évolution des risques, et sur les conséquences quant aux décisions prises. L'objectif principal de notre travail consiste à proposer et expérimenter une aide à la décision outillée intégrant une aide à l'analyse de risques et à la prise de décision.

Dans une première partie, nous dresserons un bilan de notre observation des pratiques de REX. Puis, dans une deuxième partie, nous expliquerons dans quelle perspective d'amélioration de la gestion de la sécurité s'inscrit notre projet d'expérimentation d'une aide à la décision. Dans une troisième partie, nous présenterons le cadre conceptuel et les corpus disciplinaires sur lesquels nous fondons ce travail de recherche, ainsi que nos perspectives de recherche. Finalement, dans une dernière partie, nous présenterons et détaillerons l'aide à la décision à expérimenter dans le cadre de la thèse et sur laquelle nous pouvons par ailleurs déjà réaliser quelques retours.

5.1 Le REX à la SNCF

Apprendre de sa propre expérience et de celle de son voisin pour s'améliorer est inscrit dans la culture des cheminots depuis toujours. Ainsi, de nombreux cheminots interrogés nous expliquent que « on n'a pas attendu d'inventer le REX pour en faire ». C'est à partir d'erreurs passées que le système ferroviaire s'est construit, amélioré et a atteint le très haut niveau de sécurité qu'on lui connaît. Finalement, c'est la traduction du **concept de retour d'expérience** en principes intégrés dans sa politique de management de la sécurité (bouclage des actions, analyse d'accidents...), et la systématisation de la mise en œuvre d'actions dans le cadre du Système de Management de la Sécurité, qui font naître des **démarches de retour d'expérience** au sein de la SNCF dans les années 1990. Dans le document de définition de la politique générale de sécurité, le REX est défini en ces termes :

Le REX dans la politique générale de sécurité SNCF



DEFINITION

« Le retour d'expérience est conçu et réalisé pour aider à détecter les points de faiblesse affectant la sécurité du système ferroviaire existant. Il consiste d'abord à recueillir les informations sur les événements relatifs aux différents composants (technique, humain et réglementaire) de ce système ayant eu des conséquences sur la sécurité ainsi que les informations sur les événements précurseurs (incidents et quasi-incidents), à les analyser et, enfin, à restituer, aux échelons intéressés, les résultats de ces analyses (retour d'information) ».

Une démarche REX se présente comme une boucle d'informations au sein de laquelle des données concernant le système opérationnel « montent » dans l'optique d'identifier des « points de faiblesses » à traiter. Tout REX commence par un recueil de données (formulaire et mémorisation dans une base de données, avis d'experts, interviews, entretiens semi-directifs), comprend une analyse des informations suivant les quatre grandes dimensions (homme, organisation, information, technique) et une « descente » de connaissances, qui se présente sous la forme de « fiches REX » (rappels de procédures, conseils...) ou de mesures correctives et préventives.

5.1.1 Quelles pratiques de REX à la SNCF ?

Au sein de la SNCF, le concept de « REX » s'est diffusé autour du triptyque des trois Mieux : « mieux connaître, mieux comprendre, mieux tirer profit » ; ce « slogan » participait à diffuser une image d'un REX utile, bénéfique et déconnecté des logiques de contrôle. Il a fallu animer ce REX, ce qui s'est traduit par la mise en place de multiples pratiques.

Chaque division fonctionnelle (Voyageur, Fret, Infrastructure, Matériel, Traction) possède un processus de remontée systématique d'informations concernant des événements répertoriés sur une liste prédéfinie, une typologie particulière (précurseurs, incident, quasi-accident, accident) et s'appuie sur des bases de données informatiques dont l'exploitation est réglementée en interne. Une centralisation, garante d'une vision « système » est assurée par une unité de veille transverse. Globalement, l'objet de ce REX est **l'écart à la règle et au fonctionnement**

« **attendu** » du système. Il donne lieu annuellement à des statistiques descriptives utilisées pour l'élaboration des plans d'action sécurité.

De plus, un certain nombre d'études ponctuelles, locales ou nationales sont menées en interne suite à des accidents graves, à des changements conséquents (réglementaires ou organisationnels) ou à une tendance du système inquiétante. Ces actions suivent une méthodologie en quatre étapes (recueil, traitement, mémorisation, diffusion). Les modalités pratiques changent selon l'objet du REX (le fonctionnement normal d'une entité, un événement particulier, une bonne pratique...), l'objectif de l'analyse (modifier le système ou l'apprentissage opérationnel) et la cible des connaissances construites (opérateurs, concepteurs ou managers).

Enfin, au niveau externe, le *Bureau d'Enquêtes sur les Accidents de Transport Terrestre* (BEA TT) réalise une enquête technique qui doit rester bien distincte de l'enquête judiciaire dont les objectifs (recherche de responsabilité) et les contraintes (notamment de délai) ne sont pas les mêmes. Le BEA TT, en tant qu'organisme d'État, œuvre pour le bien de la Société Civile. Il travaille sur un accident précis et émet les recommandations qui, en principe, doivent permettre à l'entité ferroviaire d'éviter la répétition de l'événement.

5.1.2 Le REX dans sa dimension d'aide à la décision

Pour la SNCF, une maîtrise active de la sécurité s'appuie sur le professionnalisme de ses agents et la recherche du progrès continu par une remise en question permanente du système. C'est dans cette optique qu'elle décide de s'adapter continuellement en entreprenant des modifications, sous la forme d'introduction de nouvelles technologies, de modifications techniques, de changement d'organisation ou de correction de réglementation.

REX et analyse de risques dans un processus décisionnel

Nous ne nous intéressons pas aux décisions vues uniquement à travers leurs résultats *a posteriori* ou à l'acte de décider centré sur un individu. Notre propos couvre une décision vue comme un processus construit et bouclé au sein d'une organisation (cf. Figure 5.1), mettant en jeu plusieurs décideurs et plusieurs enjeux.

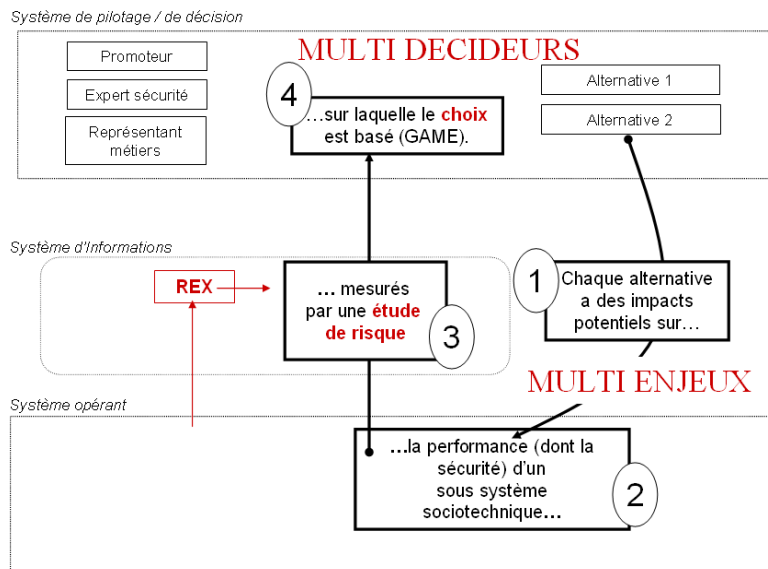


FIG. 5.1 – Représentation d'un processus de décision

L'action des décideurs peut se présenter comme un choix, par exemple : changer/ne pas changer. Ce choix est motivé par une mesure *a priori* de l'impact des alternatives sur la performance globale du système ferroviaire (en termes de sécurité⁴, mais également en termes de régularité ou de productivité ou de coût).

⁴ En France, dans le secteur ferroviaire, toute modification ayant un impact sur la sécurité est soumise à un critère réglementairement instauré : le principe du Globalement Au Moins Équivalent (GAME). Le GAME est l'assurance qu'une modification (de règlement ou autre) ne dégrade pas la sécurité.

Cette mesure, obtenue à l'issue d'une étude de risques et réalisée par des experts (internes et/ou externes), se nourrit des connaissances construites dans des REX. L'étude de risques est donc le support du choix des décideurs. La boucle est bouclée (cf. Exemple : ajout de signalisation).

Exemple : Ajout de signalisation

De la responsabilité de la Branche Infrastructure (sous-branche Équipement) et en collaboration avec le propriétaire national des voies Réseau Ferré de France (RFF), l'ajout ou la modification d'une signalisation affectera l'activité de travail d'agents de plusieurs métiers. En effet, dans leur activité de conduite, la connaissance de lignes des conducteurs sera modifiée, tandis que les aiguilleurs feront face à une extension de leur champ d'action. Au niveau du fonctionnement global, ce rajout aura des impacts en termes de sécurité (gestion du flux en cas d'incident...), de régularité et de coût (de maintenance ou/et de mise en place).

La réalisation d'un REX peut se positionner aussi bien en aval qu'en amont d'une décision :

- ▷ soit c'est l'ensemble des informations assemblées dans le cadre de pratiques de REX qui mènent à la décision ; c'est le cas suite à l'observation d'une tendance à la dégradation des conditions de sécurité ou à la multiplication de petits événements ;

Exemple : L'action « communication sécurité » et REX

En 2007, suite au constat à travers l'exploitation des informations contenues dans les bases de données soutenant la démarche REX d'une augmentation des incidents liés aux communications radio (manque de rigueur, oubli de répétition, non collationnement...), la Direction de l'Infrastructure lance une grande campagne autour de « la communication dans les opérations de sécurité ». Cette campagne est bâtie autour d'affiches et de livrets de sensibilisation sous la forme de bandes dessinées relatant des cas réels de quasi incidents (issus du REX) où un problème de communication était en jeu.

- ▷ soit la recherche d'information est réalisée après identification d'une alternative, qu'il faut discriminer à l'aide d'une étude prospective et pour laquelle les bases de données REX peuvent s'avérer insuffisantes. Le cas échéant, un REX dédié peut être commandé.

Exemple : Les suites du quasi-accident de Villeneuve Triage en 2003

En Banlieue parisienne, le quasi-accident de Villeneuve Triage en 2003 déclenche une prise de conscience des risques croissants liés au problème de voyageurs descendant de trains arrêtés et cheminant dans les emprises ferroviaires. Cette tendance à la hausse du phénomène, identifié comme point de fragilité, induit la mise en place d'adaptations du système ferroviaire, notamment aux niveaux de ses procédures (réglementations). Pour tester ces nouvelles procédures, des REX sont réalisés, soit sur le fonctionnement normal à travers une fiche de remontée systématique, soit sur des exercices de simulation d'incidents. L'objet de ces REX est double : corriger la réglementation et aider les agents à comprendre les changements.

REX et analyse de risques comme aide à la décision

Comme l'écrit [Mortureux 2004] : « Le REX en soi ne prend pas de décision ; il produit de la connaissance et cette connaissance est essentielle à la prise de décision ». La logique qui guide la décision apparaît comme indépendante, sans que REX et décision ne soient déconnectés : les connaissances construites et extraites des REX conditionnent et doivent éclairer les décisions prises (cf. Figure 5.1). Ainsi, pour réaliser les études de risques, des experts font appel au REX à titre d'une des sources de connaissances sur un système. Cependant, [March 1991] explique que fréquemment, « La plupart des informations collectées ne le sont pas prioritairement pour fournir une aide directe à la prise de décision, mais plutôt une base d'interprétation des faits ». Il devient alors intéressant de regarder de plus près comment les connaissances extraites des REX sont traitées en fonction d'un besoin (plus ou moins bien identifié) pour être adaptées à la décision.

Une estimation des risques fondée sur le REX.

Pour rendre efficaces les prises de décision, les gestionnaires aimeraient disposer de plus que des données qualitatives ou ordinales. En effet, une gestion efficace se définit comme partageant les ressources disponibles entre les différentes actions de prévention possibles, de

façon à réduire l'ensemble des risques de la façon la plus appréciée du point de vue de la politique générale de l'entreprise. La volonté de traiter les informations issues du REX en termes quantitatifs (comptage des accidents ou des précurseurs...) ou sous forme de statistiques (nombre de dysfonctionnements d'un type rapporté au nombre total de dysfonctionnements) traduit ce besoin. D'un point de vue restrictif, cela peut viser à diminuer, le plus possible, les coûts financiers des accidents potentiels compte tenu des ressources budgétaires disponibles. Étant donné qu'il s'agit d'une pratique courante, nous nous sommes interrogés sur les difficultés liées aux mesures et indicateurs quantitatifs utilisés.

Tout d'abord, la statistique descriptive est basée sur le postulat qu'en présence de nombreux tirages une loi peut être déduite (ici, *a priori*, on rechercherait la loi de dégradation du système). Or, sur notre terrain, comme nous n'avons ni assez de tirages ni assez de données (chaque type d'écart au fonctionnement normal n'est heureusement pas si fréquent) ; il n'y a pas de valeur statistique.

pas de valeur
statistique

Ensuite, autre effet du nombre insuffisant de données, on accumule de la connaissance depuis une vingtaine d'années sur des listes de dysfonctionnements (dérailements, nez à nez...) dont les causes peuvent être différentes dans la mesure où le système a beaucoup changé (technologies différentes, populations différentes...). Ainsi, on augmente le risque de déformer les conclusions sur les données agrégées.

évolution
permanente du
système

Exemple : KVB et Gravité du Franchissement de signal fermé

Le REX fait changer le système mais ce dernier n'en tient pas toujours compte. Pour établir le niveau de sécurité annuel, à chaque risque ferroviaire (déraillement, rattrapage, franchissement d'un signal fermé...) est affecté un « coefficient » de gravité proportionnel au nombre de morts liés à ce type de risque depuis 1970. Or, depuis ces années, de nombreuses évolutions du système modifient la structure du risque. Par exemple, la mise en place dans les années 1990 du système de contrôle de vitesse par balises (KVB) réduit, voire supprime (en cas de fonctionnement du système) le risque de mort lié au franchissement de signalisation fermée.

Pour finir, le risque de tomber dans le travers des études quantitatives, soit de masquer la réalité de la complexité, est grand. L'exploitation quantitative tend à être complétée par une analyse plus qualitative des mêmes risques, notamment celle des facteurs organisationnels et humains (FOH) malheureusement parfois difficiles à mesurer. On se concentre plus sur les conséquences finales et la survenue de la défaillance que sur la compréhension de ce qui y a conduit. Dans cette logique, à des fins d'exploitabilité *a posteriori*, la formalisation à l'extrême du recueil des informations met les acteurs du REX face à un dilemme : d'une part, travaillant sur un système technologique ultra-sûr, pour reconstruire le déroulement réel d'un processus incidentel ou accidentel, un maximum d'éléments contextuels doivent être pris en compte ; d'autre part, par la formalisation extrême, le nombre et la nature des informations recueillies sont restreints.

la simplification
réduit la complexité
réelle

Exemple : La problématique franchissement de signal fermé et le REX

Les typologies de risques sont définies à partir d'une liste *a priori* d'événements à suivre. Les informations contenues dans le REX sont centrées sur l'événement final. Au niveau de la Traction (conducteurs), on traite en particulier du problème de franchissement de signaux fermés vu à travers leur nombre. Mais que déduire de l'augmentation de la tendance du nombre de franchissement de signal fermé ? Comment s'assurer qu'une augmentation n'est pas seulement liée à l'augmentation du trafic, toutes choses égales par ailleurs ?

Bonnes pratiques : La démarche REX Facteurs Organisationnels et Humains

Depuis les années 2000, l'intégration des Facteurs Organisationnels et Humains (FOH⁵) est un objectif de la politique d'amélioration de la sécurité. Cette intégration se traduit par la réalisation en parallèle des « REX classiques » d'une étude orientée FOH des événements les plus significatifs (aux yeux d'une entité donnée). Les études FOH peuvent être réalisées à tout niveau hiérarchique (national, régional, établissement).

⁵ La SNCF utilise le terme FOH plutôt que FHO afin d'insister sur l'aspect organisationnel.

Analyse de risques et décision : quelle représentation commune ? Les résultats des analyses de risques sont formalisés et reportés dans des outils d'aide à la décision tels que des cartographies des risques, des arbres de défaillances, des arbres des causes ou des AMDEC (Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leurs Criticités).

Comme nous l'avons évoqué précédemment, les décisions se prennent dans un cadre multi-critères et multi-acteurs. Deux difficultés apparaissent alors :

- conflit d'intérêts

▷ il est rare qu'une solution domine les autres au niveau de tous les enjeux. Par exemple, sans que cela soit nécessairement systématique, il peut arriver que les enjeux de sécurité entrent en conflit avec d'autres intérêts ; à partir de ce moment, les décideurs sont amenés à arbitrer entre avantages et inconvénients des alternatives proposées selon une grille de performance (sécurité, coûts, régularité...);
- perception du risque différente

▷ dans la mesure où les décisions sont en général prises en impliquant les pilotes des systèmes impactés et que, comme évoqué précédemment (cf. Section 5.1.2), elles concernent en général plusieurs métiers, elles sont prises dans le cadre de comité de responsables. Il faut alors tenir compte et traiter les difficultés des décisions collectives, en particulier, des perceptions des risques différentes voire divergentes (du fait de fonctions, métiers et vécus différents).

Exemple : L'étude de risques « LSFP »

« Que doit faire un conducteur en cas de déclenchement du voyant lumineux indiquant l'ouverture d'une porte (LSFP) alors que son train est en marche ? » Telle est la question réelle à laquelle les conducteurs d'Île de France sont de plus en plus confrontés. La procédure prévoit l'arrêt immédiat. Cependant, « dans la mesure où le REX a montré que les causes de ces déclenchements sont plus liés à des actes de malveillance, l'arrêt immédiat est-il vraiment nécessaire et plus sécuritaire, sachant que l'arrêt en pleine voie d'un train engendre un risque de descente de voyageurs ? » Telle est la question concrète à laquelle les concepteurs de réglementations ont été confrontés pour répondre à la demande d'adapter la réglementation. Pour apporter une réponse, une étude a été réalisée tenant en compte l'aspect économique (liés aux perturbations) et l'aspect sécurité (structure de risques).

En dépit d'une description exhaustive et pertinente des risques, il n'y a, dans ce type de situation multi-enjeux et multi-acteurs, ni évidence dans la décision, ni objectivité *a priori* possible. Ainsi, pour qu'un choix commun puisse s'opérer, les managers doivent se concerter et s'accorder. Actuellement, l'illusion de coordination est nourrie par le biais de réunions et autres comités de décision où chaque membre se contente de présenter les objectifs visés et les moyens de les atteindre, sans se confronter aux autres membres. Dans le monde ferroviaire, en l'absence d'alternative dominante, on peut faire appel à une directive, « L'Instruction-Cadre relative aux méthodes d'évaluation économique des grands projets d'infrastructures de transport jointe à la lettre du 25 mars 2004 du ministre de l'Équipement, des Transports, du Logement, du Tourisme et de la Mer »⁶.

Échelle IDRAC de valorisation des biens

Selon l'Instruction-Cadre relative aux méthodes d'évaluation économique des grands projets d'infrastructures de transport, jointe à la lettre du 25 mars 2004 du ministre de l'Équipement, des Transports, du Logement, du Tourisme et de la Mer :

	Accident individuel	Accident collectif
Blessé léger	1	15
Blessé grave	5	75
Mort	50	750

TAB. 5.1 – Coefficient de gravité élémentaire.

⁶ Échelle IDRAC.

Valeur de la vie humaine	1,5 M€
Valeur du blessé grave	225 000€
Valeur du blessé léger	33 000€

TAB. 5.2 – Valorisation des impacts humains en termes monétaires.

5.2 Complémenter les pratiques actuelles dans le cadre d'une aide à la décision ?

Notre contribution va consister, au vu de l'analyse sur le terrain de l'articulation entre REX et processus décisionnel, à proposer une aide à la décision adaptée aux managers. Notre posture dans l'entreprise entrera dans les codes de la recherche : intervention avec **conception** et **implémentation d'outil de gestion** [Hatchuel et Molet 1986]. Cette méthodologie suppose que le chercheur est à la fois un intervenant et un observateur. Ainsi, sont prévus :

- ▷ des observations classiques (participation à des réunions et événements d'entreprise en tant qu'observateur) ;
- ▷ des entretiens ;
- ▷ de l'analyse de documents ;
- ▷ de la conception d'outils, procédures et dispositifs ;
- ▷ de l'expérimentation de ces outils sur terrain ;

tout ceci, dans le cadre d'un cas d'étude réel. Un des objectifs fixés consiste à identifier des limites ou des freins à la mise en place des nouvelles pratiques proposées pour aller toujours plus loin dans l'explicitation et la vulgarisation des outils et théories sous-jacentes.

Revenons brièvement sur les constats présentés en première partie traitant des limites du REX dans sa dimension d'aide à la décision. Nous avons vu que :

- ▷ le processus de décision, concerne de multiples acteurs de positions hiérarchiques et de métiers différents ;
- ▷ il requiert qu'une coordination entre ces acteurs s'opère ;
- ▷ le seul REX ou la seule analyse de risques ne permettent pas de mettre en place cette coordination.

En première approche, nous pourrions chercher à **repenser les pratiques de REX** actuelles à travers le contenu des analyses. Mais finalement, une telle piste fonde l'amélioration sur le postulat que meilleure sera l'information, meilleure sera la décision. Or, [Vidal 2000] et certaines de nos observations le contredisent : le seul apport de connaissances sur les risques, aussi complet soit-il, n'est pas suffisant pour aider concrètement les managers à prendre des décisions. C'est pourquoi, en seconde approche, nous devrions également **repenser les conditions d'utilisation du REX**. Nous allons donc chercher à travailler sur les **interfaces internes du processus de décision**, en complétant les pratiques actuelles par la création d'**interfaces méthodologiques** entre l'analyse de risques et la décision ou encore l'analyse de risques et le REX.

Tel est l'objectif que nous nous fixons dans le cadre du développement et de l'expérimentation d'une aide à la décision transverse des tâches citées précédemment :

- le REX ;
- l'étude de risque ;
- le choix à opérer.

Détaillons et structurons les fondements de cette aide à la décision en répondant à quelques questions simples.

5.2.1 Pourquoi construire une aide à la décision ?

Selon [Roy 1985], l'aide à la décision peut se définir aujourd'hui comme :

“ L'activité de celui qui, par des voies dites scientifiques, aide à obtenir des éléments de réponses à des questions que se posent des acteurs impliqués dans un processus de décision, éléments concourant à éclairer la décision en vue de favoriser un comportement des acteurs de nature à accroître la cohérence entre l'évolution du processus d'une part, les objectifs et/ou les systèmes de valeurs au service desquels ces acteurs se trouvent placés d'autre part.

De ce fait, l'aide à la décision consiste aussi bien à traiter de la complexité de l'objet de la décision, que de celle du déroulement de la décision.

L'amélioration vis-à-vis de la sécurité que nous prétendons être capables d'apporter, est une amélioration de son mode de gestion, dans la mesure où l'aide à la décision permet de former des décisions fondées sur des processus plus transparents.

5.2.2 Comment construire cette aide à la décision ?

La construction d'une aide à la décision en situation complexe s'avère être une ambitieuse entreprise. Nous avons identifié deux failles des pratiques, précédemment citées, à savoir que :

- ▷ les méthodologies de construction des estimations de risques sont fondées trop souvent sur une exploitation statistique ;
- ▷ l'utilisation de ces connaissances de manière « brute » par des groupes de décideurs ne suffit pas pour coordonner leur action.

Il nous reste à préciser brièvement comment nous pensons les surpasser.

Redéfinir le risque et sa représentation. Dans le monde industriel, le risque est souvent défini comme le produit de la probabilité et de la (des) conséquence(s) de la survenance d'un événement dangereux spécifié. La norme ISO/CEI 73 le définit comme la « combinaison de la probabilité d'un événement et de ses conséquences ». Cette définition du risque a l'avantage d'être simple, mais, si l'on souhaite identifier des pistes de progrès, elle mérite d'être étoffée à la lumière des recherches multiples qui se font sur le sujet. En effet, prise comme telle, cette définition s'avère restrictive :

- ▷ Insistant sur l'aspect mathématique du risque (à travers la notion de « produit » ou de « probabilité »), elle omet que **le risque est un construit humain et social**. Probabilité et gravité n'en sont qu'une représentation possible. Pour évaluer et manager les risques, on doit également chercher à comprendre la façon dont la subjectivité des hommes influence leur anticipation, leur estimation et leur évaluation des risques dans un cadre scientifique rigoureux.
- ▷ Elle ne met pas en évidence la place centrale de l'apport de connaissances en gestion des risques. [Knight 1921] positionne le risque par rapport à l'incertitude. Le risque est selon lui une incertitude probabilisable, et est probabilisable une situation pour laquelle le niveau de connaissance permet de construire une probabilité. Or, en associant de manière plus explicite la gestion des risques à la gestion des connaissances, on limite le biais actuel de faire reposer le « retour d'expérience » trop exclusivement sur l'observation statistique passée, qui amène l'entreprise à ignorer le gisement d'information d'une incroyable valeur que représentent les employés expérimentés.
- ▷ Elle est incomplète par rapport à la définition scientifique du risque par Bernoulli⁷ qui indique que le risque est l'espérance mathématique d'une fonction de probabilité d'événements. Selon Bernoulli, le produit (probabilité \times gravité) ne représente que la valeur d'un aléa unique : le risque est la somme des aléas possibles. Dans ce cadre, l'efficience

⁷ La définition scientifique du risque a été donnée en 1738 par Daniel Bernoulli dans « *Specimen theoriae novae de mensura sortis* » : « Le risque est l'espérance mathématique d'une fonction de probabilité d'événements ». En termes plus simples, il s'agit de la valeur moyenne des conséquences d'événements affectés de leur probabilité. Ainsi, tout événement e_i a une probabilité d'occurrence p_i avec une conséquence probable C_i . Selon la définition de Bernoulli, le risque vaudra $R = p_1 C_1 + p_2 C_2 + \dots + p_n C_n$. Un produit $p_i C_i$ est appelé valeur de l'aléa i .

de la gestion des risques commande de ne pas traiter les aléas séparément, mais selon un cadre de gestion cohérent qui tient compte de la diversité des problèmes et de leurs interdépendances. Ainsi, lors de l'évaluation des risques dans un cadre industriel, il faut veiller à tenir compte de tous les aléas, c'est-à-dire toutes les possibilités, dans le contexte d'étude défini.

Organiser la concertation par une coordination des représentations. [Crozier et Friedberg 1977] expliquent clairement que, dans une organisation, la coopération n'est pas l'attitude naturelle des acteurs. Ils postulent que les individus élaborent des stratégies en fonction de buts personnels qui entreront parfois en contradiction avec ceux de l'organisation. Ainsi, les jeux de pouvoirs sont au centre des décisions et influencent la possibilité d'instaurer des actions communes.

Comme l'explique [Munier 2001] :

“ Au niveau d'une entreprise, la difficulté principale que rencontre le processus de décision est celle de la coordination :

- ▷ au niveau du système de production de l'entreprise, dans la mesure où les risques dépendent des décisions d'ingénieurs et de techniciens, mais aussi d'organiseurs au sens de concepteur des postes de travail et de leurs interrelations ;
- ▷ au niveau d'ensemble, dans la mesure où les risques dépendent des décisions de la direction, des ingénieurs et des organisateurs.

Face à ce constat, un axe d'amélioration serait donc de chercher à faire coïncider attitudes et représentations d'acteurs par la reconstruction chez eux d'une « norme » de comportement par rapport au risque [Munier 2001]. Si elle permet cela, l'aide à la décision se présente alors comme un vecteur de concertation au sens de [Roy et al. 2001] selon qui « la concertation peut être vue comme un mode de coordination dans un processus d'action et de décision collectif ». Ainsi, plus qu'une simple aide au choix, on cherche à construire des modalités de « délibération organisationnelle » [Vidal 2002].

Pour expliciter les éléments de réponse que nous souhaitons apporter, nous allons maintenant :

1. Définir un **cadre conceptuel de modélisation** d'un système de management des risques supportant notre analyse du management des risques sécurité à la SNCF. L'objectif de cette modélisation dans le cadre du travail de thèse, est de mieux comprendre les relations entretenues entre le REX et les acteurs (managers, opérationnels, concepteurs...) au regard de leur rôle dans le système (cf. § 5.3).
2. Présenter sous forme d'une aide à la décision complète, de la phase de recueil de données à l'établissement d'une prescription, nos propositions pour compléter les pratiques actuelles en apportant des éléments d'explication et d'outillage (cf. § 5.3.2).

5.3 Cadre conceptuel et démarche de recherche

Nous allons maintenant présenter dans cette partie le cadre théorique sur lequel nous nous appuyons pour répondre à notre problématique et présenter l'aide à la décision construite et à expérimenter.

5.3.1 Le REX, système d'information dans sa dimension d'aide au pilotage : clés de compréhension

REX et système de management des risques ?

En se basant sur la modélisation générique d'une organisation de [Le Moigne 1990], et en s'inspirant de [Munier 2005], on peut représenter un système de management de risques comme divisé en trois systèmes interconnectés (cf. Figure 5.2) :

- ▷ un **système de décision/pilotage** dont la fonction est de concevoir l'utilisation des moyens amenant à la maîtrise des risques et d'organiser la coordination des actions ;
- ▷ un **système d'information (SI)**, constitué par l'ensemble des informations et connaissances permettant de concevoir/reconcevoir et d'optimiser l'utilisation des moyens servant à gérer les risques ;

- ▷ un **système opérant** dont la fonction est d'utiliser les moyens mis à sa disposition permettant d'assurer la maîtrise des risques.

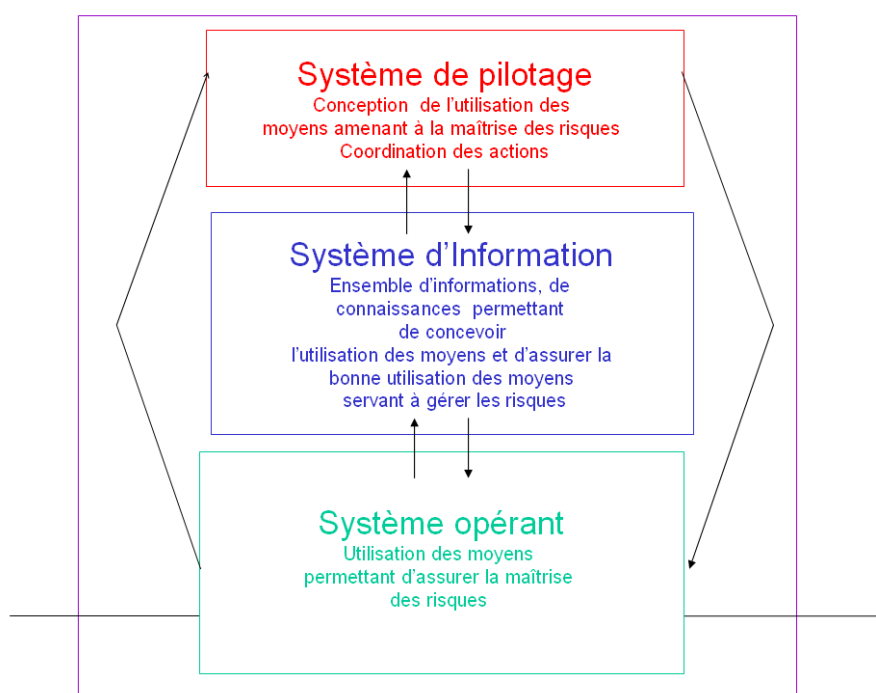


FIG. 5.2 – Système de management des risques à travers la forme canonique de l'organisation (d'après [Le Moigne 1990])

Un Système de Management des Risques (SMR) est vu comme un ensemble d'entités et d'hommes dont il faut coordonner les actions autour d'un objectif commun : la maîtrise des risques. Pour éviter toute confusion, du fait de l'ambiguïté possible de la terminologie, insistons sur le fait que le SMR ne couvre pas que l'ensemble des managers : les opérateurs en font également partie dans la mesure où leurs actions impactent la sécurité. En revanche, si les managers appartiennent au système de pilotage, les opérateurs appartiennent au système opérant.

Concentrons nous maintenant sur le système d'information. Dans sa conception générale issue des théories systémiques,

“ La fonction d'un système d'information est de produire et d'enregistrer (mémoriser) les informations-représentations de l'activité du système d'opérations, puis de les mettre à la disposition en général, de façon aussi interactive que possible, du système de décision. [Le Moigne 1990]

En termes plus pratiques, le système d'information couvre l'ensemble des moyens et des procédures destinés à procurer à tous les acteurs de l'entreprise une représentation la plus pertinente possible de l'état et du fonctionnement de celle-ci face à son environnement. Il représente l'ensemble des éléments participant à la gestion, au stockage, au traitement, au transport et à la diffusion de l'information au sein d'une organisation. Cette connaissance peut se matérialiser par des documents internes et externes, mais également sous forme de capital intellectuel et d'expériences détenus par les collaborateurs ou les experts d'un domaine. La connaissance informelle ou tacite est le cœur de la richesse cognitive d'une entreprise : nous en savons plus que ce que nous pouvons en dire ! Elle comporte les modèles mentaux que chacun se forme sur le monde, et le savoir-faire concret constitué des habiletés s'appliquant dans des contextes spécifiques.

Les pratiques de REX font donc partie, selon nous, du système d'information du SMRS⁸. Même si les pratiques prennent des formes différentes, elles ont pour point commun la motivation qui anime ceux qui y participent : extraire une certaine connaissance du fonctionnement réel

⁸ Système de Management des Risques Sécurité.

du système pour en tirer des enseignements conduisant à améliorer la sécurité, à l'intention du système de pilotage d'une part, mais également, du système opérant.

Appliquées à la sécurité ferroviaire, la maîtrise des processus de conception de la sécurité de la production (fondée sur la capacité à anticiper le fonctionnement futur/potentiel) et celle des processus de production (basée sur la mise à disposition de moyens adéquats) constituent les fondements de la maîtrise de la sécurité.

Le REX, quel système d'information ?

Le REX fait partie du Système d'Information du Système de Management de la Sécurité. Par une mise à disposition aux acteurs, du système opérant et du système de pilotage, des connaissances qu'il permet de construire, il sert de canal de « communication » :

- ▷ entre un système opérant naturellement intégré et des systèmes de pilotages décentralisés à coordonner : le REX sert de photographie de l'état réel du système ;
- ▷ entre différentes entités du système opérant qui doivent travailler ensemble ou qui font un travail similaire : le REX sert de base commune de connaissance sur les incidents.

[Reix 2004] explique que :

« Plusieurs perspectives sont à prendre en compte pour comprendre ce qu'est réellement un système d'information. Tout d'abord, une vision sans doute la plus immédiate, un système d'information est quelque chose qui manipule de l'information (un tableau de bord, un ordre de réparation...) ensuite, c'est quelque chose qui utilise des technologies de l'information et enfin c'est quelque chose qui est imbriqué dans le fonctionnement et la structure d'une organisation (liens étroits entre le processus de travail et le SI).

C'est pourquoi, pour mieux comprendre le REX vu comme un système d'information, nous devons le considérer comme un objet multi-dimensionnel, susceptible d'être observé selon trois dimensions principales (cf. Figure 5.3) :

- ▷ une dimension informationnelle (le SI produit des représentations) ;
- ▷ une dimension technologique (le SI est un construit à base d'outils) ;
- ▷ une dimension organisationnelle (le SI est un élément des processus et de la structure de l'organisation).

Alors, pour décrypter en profondeur le REX d'une entreprise, il s'agit d'observer les composantes organisationnelle, technologique (outil informatique ou non) et informationnelle du REX à travers les modalités pratiques (recueil de données, analyse des données, mémorisation, partage) de la réalisation des REX qui le composent et au regard de l'utilisation des connaissances.

D'un point de vue organisationnel, il s'agit d'évoquer l'influence de l'organisation du management de la sécurité sur les pratiques de REX au niveau du recueil, de l'analyse de données et du partage des connaissances. Nous évoquerons également l'organisation du REX lui-même selon l'objet d'étude et l'utilisation des connaissances qu'il permet de construire. Par ailleurs, de manière symétrique, nous verrons si le REX influence l'organisation du management de la sécurité.

D'un point de vue informationnel, nous observons les informations contenues dans les REX, comment elles ont été recueillies et les connaissances qu'elles permettent de construire. Les pratiques étant diverses, ces informations sont également de natures diverses.

Nous traitons de la dimension technologique de manière détournée de sa vision centrée sur l'outil informatique : nous considérons l'ensemble des outils utilisés pour construire la connaissance, les bases de données informatiques et les supports d'analyses de risques.

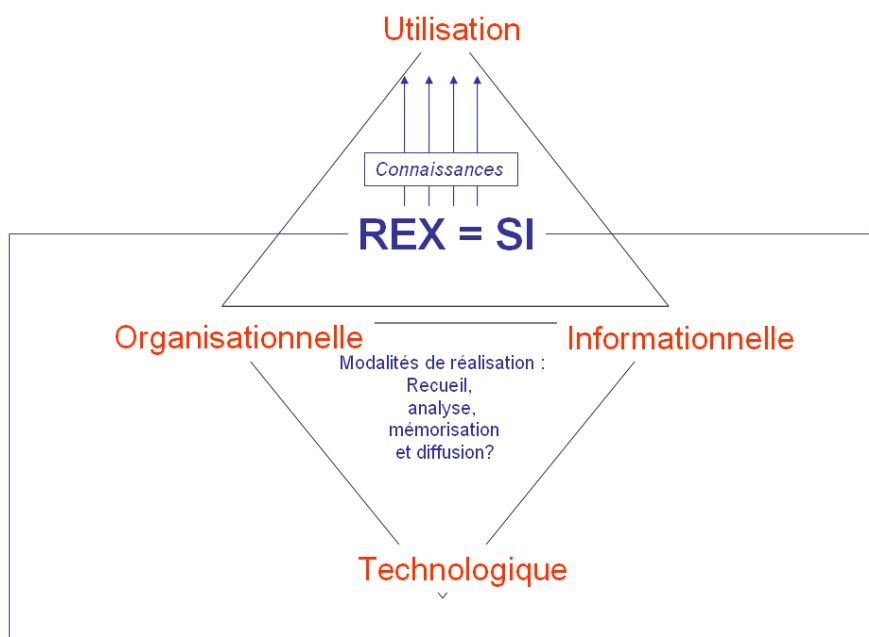


FIG. 5.3 – Cadre conceptuel pour analyser le REX

Le REX : Un système d'information orienté aide à la décision

Selon le modèle présenté précédemment, la décision est l'aboutissement d'un processus supporté par les trois systèmes sociotechniques qui communiquent en ces termes :

- ▷ les enjeux des décisions se traduisent en impacts potentiels sur le système opérant que permettent de mesurer les connaissances apportées dans le système d'information (démarche *bottom-up*⁹). Faire appel à une forme probabilisée des impacts des modifications est indispensable vue la complexité liée aux interactions entre les hommes, l'organisation, les installations et l'environnement ;
- ▷ quand la décision est prise, elle a alors une existence dans le système opérant notamment au travers de ses effets (démarche *top-down*¹⁰). Une justification transparente et une préparation améliorent son acceptation et son efficacité.

Pour atteindre une dimension d'aide à la décision, [Vidal 2002] explique que ce système d'information devra s'articuler autour de trois grandes dimensions :

1. Une **dimension technique**, correspondant au nombre de critères à prendre en compte, aussi bien au niveau de la décision que de l'analyse de risques. On travaille sur le contenu informationnel.
2. Une **dimension individuelle** en relation avec la possibilité de décider de manière « rationnelle ».
3. Une **dimension organisationnelle** issue de problématiques qu'implique la décision prise en groupe.

Dimension individuelle et organisationnelle du système de décision/de pilotage.

Nous avons fait le choix d'étudier le système de pilotage à travers les décisions qui sont prises par les managers, car manager les risques, c'est prendre des décisions au quotidien et sur le long terme. C'est dans les années 1950 que s'est constitué le corpus disciplinaire que l'on entendra ultérieurement sous le nom de « Sciences de la Décision ». Ces sciences sont articulées autour de deux branches : les « Mathématiques de la Décision » (dont les œuvres fondatrices sont

⁹ En Français, du bas vers le haut.

¹⁰ En Français, du haut vers le bas.

notamment [Von Neumann et Morgenstern 1953 ; Savage 1954] et les « Sciences de la Décision Organisationnelle » [March et Simon 1965 ; March 1991]. Dans le cadre du développement de modèles liés à la première branche, nous reprenons de manière synthétique un formalisme mathématique qui a été développé.

Modélisation mathématique d'une décision

Des décideurs amenés à choisir une action à entreprendre sont confrontés à un problème de choix entre différentes alternatives en fonction des conséquences potentielles. L'incertitude des conséquences futures repose sur trois ensembles observables fondamentaux (cf. Exemple : cas concret d'étude) :

- l'ensemble des actions potentielles A_1, A_2, A_3, \dots ;
- l'ensemble des aléas ou états de la nature e_1, e_2, \dots, e_N ;
- l'ensemble des conséquences potentielles x_1, \dots, x_M .

Pour représenter graphiquement enjeux et incertitude de la décision un **arbre de décision**. (cf. Figure 5.4) est utilisé.

L'arbre de décision est un outil inductif qui part d'un choix. On recherche la succession des événements et conséquences associées auxquels il peut conduire. Chaque branche de l'arbre correspond à un scénario possible qui conduit à un événement (souhaité ou redouté), auquel on associe donc une probabilité et des conséquences. Cet arbre met donc en perspective les décisions, les événements redoutés, leurs causes et les conséquences des événements. En se basant sur la définition du risque de Bernoulli (cf. Section 5.2.2), à chaque aléa e_i est associé un couple (P_{e_i}, X_{e_i}) correspondant à la probabilité que e_i survienne et la conséquence si e_i survient. Le risque lié à une décision correspond alors à la somme de tous les aléas.

$$R_{A1} = P_{e_1} P_{e_2/e_1} X_{e_2/e_1} + P_{e_1} P_{\bar{e}_2/e_1} X_{\bar{e}_2/e_1} + P_{\bar{e}_1} P_{e_2/\bar{e}_1} X_{e_2/\bar{e}_1} + P_{\bar{e}_1} P_{\bar{e}_2/\bar{e}_1} X_{\bar{e}_2/\bar{e}_1}$$

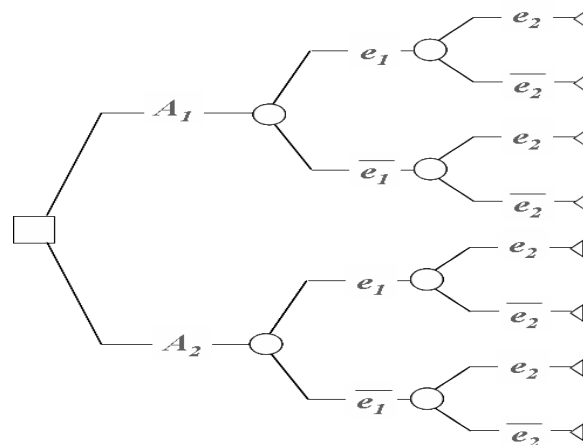


FIG. 5.4 – Arbre de Décision

Cas concret d'étude

On propose de modifier une réglementation pour limiter le risque de descente de voyageurs et de chute. Les alternatives à considérer sont donc :

A_1 : Maintenir la réglementation / A_2 : Modifier la réglementation.

En version simplifiée, les états de la nature et aléas considérés dans le problème sont :

e_1 : descente de voyageurs dans les voies / \bar{e}_1 : non descente de voyageurs dans les voies

e_2 : chute de voyageurs / \bar{e}_2 : non chute de voyageurs

Les conséquences potentielles se mesurent en termes d'impacts sur la vie humaine. Selon la chute, la gravité peut être plus ou moins grande. Ceci se mesure avec une répartition en termes de Blessés Légers (BL) / Blessés Graves (BG) / Morts (M).

$$X_{e_2/e_1/A_1} = (X_{e_2/e_1/A_1}^{BL}; X_{e_2/e_1/A_1}^{BG}; X_{e_2/e_1/A_1}^M)$$

$X_{e_2/e_1/A_1}$ se lit : conséquences liées à la survenue de e_1 et e_2 sachant qu'on applique la règle A_1 .

$X_{e_2/e_1/A_1}^{BL}$ se lit : conséquences en termes de blessés légers liés à la survenue de e_1 et e_2 sachant qu'on applique la règle A_1 ; ces conséquences peuvent être en nombre de blessés, mais également une loi de répartition.

Le critère de décision dans ce formalisme mathématique : introduction aux théories de la décision

Comme nous l'avons dit précédemment, chaque décideur a une évaluation personnelle des risques. Des différences d'évaluations entre décideurs peuvent apparaître dans le cadre multi-acteurs. Elles ont été pointées et étudiées par de nombreux psychologues et économistes centrés sur la décision dans le risque, qui travaillent sur les déterminants de la perception des risques comme [Raufaste et Hilton 1999 ; Hammond et al. 1998]. Elles sont l'objet du développement des théories de la décision. L'utilisation de ce type de théories dans l'entreprise s'inscrit dans des perspectives prescriptives et descriptives :

- ▷ d'un point de vue prescriptif, on cherche à déterminer « quoi décider » en fondant le choix sur un critère de rationalité établi à l'image des valeurs des décideurs ;
- ▷ d'un point de vue descriptif, on cherche à mieux appréhender l'appréciation des risques des individus et donc leur comportement en situation de risque.

Utilisation et vertus de la théorie multi-attribut

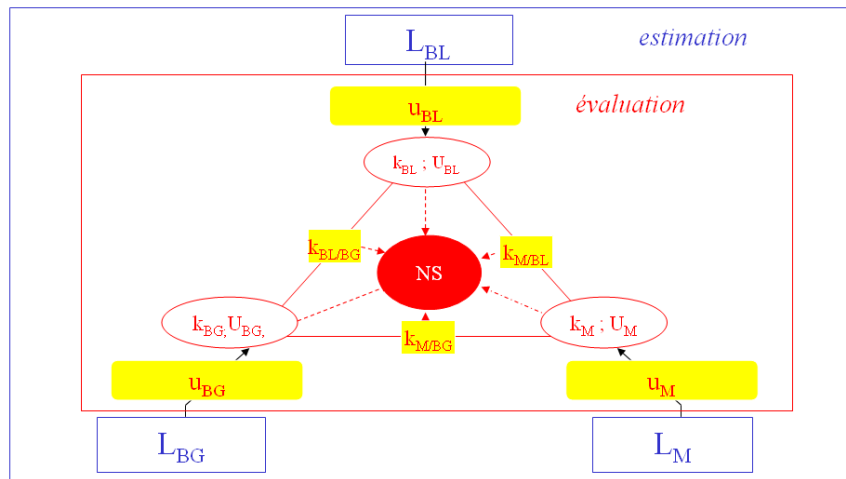
Nous avons fait le choix d'utiliser la théorie de l'utilité multi-attribut introduite par Keeney et Raiffa [Keeney et Raiffa 1976]¹¹. Cette approche est basée sur l'affectation d'un niveau d'utilité à la performance d'une action potentielle. Nous présentons maintenant brièvement cette approche appliquée à l'estimation du niveau de sécurité selon trois « dimensions » : Blessés Légers (BL), Blessés Graves (BG), Morts (M) (cf. Figure 5.5).

La fonction d'utilité U, c'est quoi ?

DEFINITION

L'espérance mathématique est souvent considérée comme le critère objectif dans le risque, bien que des études montrent que, même pour des choix simples dans le risque, le critère de choix est autre [Allais 1953]. Cette « déviation » pourrait être considérée comme un biais vis-à-vis d'un comportement optimal, mais cela n'est qu'une interprétation possible. Pour d'autres auteurs, elle traduit en fait de véritables volontés stratégiques comme l'explique [Beaudouin 2006]. Ce comportement s'explique à partir d'une fonction subjective : l'utilité. La notion d'« utilité » est un concept utilisé en économie et qui a été théorisé par [Von Neumann et Morgenstern 1953]. À l'instar du transfert qui s'est fait de manière naturelle pour les problématiques financières, nous cherchons aujourd'hui à faire de même dans l'industrie.

¹¹ Pour une première approche, nous allons utiliser un modèle assez simpliste. Nous pourrions, dans un second temps, chercher à aller plus loin, comme cela a déjà été fait chez EDF où des chercheurs se sont appuyés sur le modèle décisionnel « Generalized Multi-Attribute Utility Theory » [Beaudouin et al. 1999]. Leur approche se fonde sur les modèles alternatifs de la décision dans le risque dans un contexte multi-attribut en utilisant la modélisation à dépendance de rang.



$$NS = k_{BL}u_{BL} + k_{BG}u_{BG} + k_M u_M + k_{BL/BG}u_{BL}u_{BG} + k_{BL/M}u_{BL}u_M + k_{BG/M}u_{BG}u_M + k_{BG/M/BL}u_{BG}u_Mu_{BL}$$

FIG. 5.5 – Niveau de sécurité par utilité multi-critères

Les coefficients d'échelles K c'est quoi ?

DEFINITION

Quand bien même 1 mort n'est nullement l'équivalent d'1 blessé léger, qu'en est-il de 20 blessés graves par rapport à 5 morts ? Comme expliqué dans la première partie, l'arbitrage de cette nature, dans le secteur ferroviaire, s'appuie sur la valorisation proposée dans l'« Instruction cadre relative aux méthodes d'évaluation économique des grands projets d'infrastructures de transport » (cf. Tableaux 5.1 et 5.2). Cependant, cette valeur tutélaire ne coïncide pas forcément avec l'évaluation individuelle que les coefficients d'arbitrage K entendent représenter.

Dimension technique : Construire et outiller le système d'information.

Travailler sur le REX comme un SI, c'est repenser la place des pratiques de REX en centrant notre réflexion sur la conception et l'apport de l'information utile, au bon moment et sous la bonne forme, dans une perspective d'aide à une décision.

La pratique actuelle de l'estimation des risques à partir des bases de données, s'appuie sur une conception fréquentiste de la probabilité. Elle tire son origine des calculs combinatoires réalisés dans le cas de jeux de hasard et associe les probabilités aux limites des fréquences quand le nombre d'observations tend vers l'infini. Cependant, si la théorie des probabilités est une branche importante des mathématiques utilisée pour décrire et quantifier l'incertain, il existe une deuxième façon de considérer les probabilités, l'approche subjective (dite aussi personnelle).

La probabilité personnelle

DEFINITION



La probabilité personnelle [de Finetti 1937] est entendue aujourd'hui comme une valeur qui traduit l'opinion personnelle d'un décideur quant aux chances qu'un événement incertain puisse se produire. Selon [Cadet 2006], cet énoncé général comporte actuellement deux grandes acceptions :

l'une est « passive » ; la probabilité personnelle est vue comme le degré de croyances, c'est-à-dire une valeur qui traduit de façon synthétique et qui inclut dans sa quantification des connaissances, des expériences passées et des attentes quant à un phénomène défini ;

la deuxième, « active », a été étudiée par les psychologues. La probabilité personnelle n'est pas à strictement parler, une donnée du monde extérieur, mais elle renvoie à une lecture personnelle de ce monde extérieur. En fonction de sa personnalité, de ses connaissances, de ses besoins, chaque évaluateur va apprécier les possibilités d'occurrence d'un risque déterminé.

Ainsi, on s'intéresse à ce qui est appelé dans la littérature « le jugement d'expert ». Le principe qui consiste à compenser l'insuffisance des données du retour d'expérience en complétant et en suppléant des données d'experts aux données factuelles lorsque ces dernières sont peu nombreuses ou inadaptées, est employé dans le domaine de la sûreté de fonctionnement et pour la maintenance (l'estimation de durée de vie, l'optimisation de la maintenance...). Ainsi, cette littérature présente des intérêts méthodologiques précieux. Lannoy, dans [Lannoy et Procaccia 2001], explique que les pratiques de jugement d'expert imposent une certaine rigueur à chaque étape du processus :

- la sélection des experts ;
- l'élaboration du questionnaire ;
- l'information préalable de l'expert ;
- l'estimation et l'agrégation des expertises.

Dans le cas des probabilités subjectives, une abondante littérature issue de l'économie expérimentale fournit des fondements théoriques forts pour l'élaboration des questionnaires.

Dans la perspective subjectiviste, estimer les risques (et donc le niveau de sécurité), consiste avant tout à rechercher les informations, comparer, juger, inférer en fonction des connaissances antérieures et donc gérer un véritable réseau d'informations : la détermination de la probabilité personnelle est assimilable à un comportement ou à une conduite construite faisant appel à des processus de traitement des informations suivant des heuristiques étudiées par les psychologues, notamment par [Kahneman et al. 1982].

Il nous semble important d'insister sur le fait que cette estimation des risques s'appuie sur un modèle implicite de l'accident que les personnels ont développé au cours de leur expérience. Elle ne fait donc que traduire sous une forme quantitative une réalité certes subjective, mais riche. Selon nous, un agent expérimenté prend mieux que quiconque en compte, tous les jours et dans son action, les trois dimensions de la complexité des risques : les facteurs techniques, humains et organisationnels.

Ces trois dimensions des risques des systèmes structurent le champ des recherches sur l'analyse et la maîtrise des risques comme l'explique [Lassagne 2004]. Cependant, comme l'écrit [Bieder 2006] :

“ La réalité ne catégorise ni ne distingue les dimensions techniques, humaines, organisationnelles, procédurales, environnementales. Elles coexistent de façon indissociable. Par conséquent, prendre en compte les aspects humains et organisationnels dans la gestion des risques, suppose davantage une vision intégrée des différents aspects d'une analyse centrée sur certains d'entre eux.

Les acteurs opérationnels ont justement, du fait de la nature de leur travail, une vision intégrée de ces trois facteurs. Un des avantages à se focaliser sur ce type de méthodologie repose sur le fait que c'est un des seuls moyens d'obtenir des informations contextualisées : les acteurs expérimentés connaissent le système, quand il dysfonctionne et quand il fonctionne normalement.

5.3.2 Détails sur la démarche : présentation de l'aide à la décision

Pour construire une aide à la décision pertinente, nous nous appuyons sur le cadre conceptuel préalablement défini (cf. § 5.3), tout en développant l'outillage nécessaire à sa mise en œuvre en nous basant sur des travaux réalisés en analyse de la décision.

Cette aide à la décision contient les étapes classiques de la gestion des risques : l'identification des risques, leur estimation et leur évaluation. [Munier 2000] remarque que l'expression « évaluer » un risque, comporte le mot valeur. On doit différencier l'**estimation du risque** (au sens où l'on estime par diverses méthodes), de l'**évaluation du risque**, c'est-à-dire de l'importance de ce qu'il représente aux yeux du décideur, au regard de sa sensibilité, relativement à d'autres risques et selon une échelle que nous devons discuter et préciser. Chacune de ces étapes est soutenue par des outils et des méthodologies que nous allons nous efforcer de présenter brièvement et simplement, (cf. Figure 5.6).

Étape 1 : identification des risques.

L'identification des risques correspond aux dimensions du risque que l'on souhaite étudier.

Étape 2 : coordination autour de l'estimation des risques.

L'estimation procède en deux phases :

1. estimations individuelles des risques faites par des agents expérimentés et élaborées à l'image du modèle de l'accident étudié qu'ils ont en tête ;
2. mise en commun et discussion des résultats présentés sous forme anonyme en présence d'un facilitateur. Cette phase a pour objectif d'observer dans quelle mesure peut apparaître une estimation commune des risques par enrichissement mutuel (apports des différents modèles personnels de l'accident étudié).

Étape 3 : coordination autour de l'évaluation et du critère de décision pour la construction d'un accord.

L'évaluation procède en trois étapes :

1. évaluations individuelles auprès des acteurs (désignés par la direction générale de l'entreprise) parties prenantes au système de décision ;
2. mise en commun et discussion des résultats présentés sous forme anonyme en présence d'un facilitateur ;
3. détermination d'un mode commun d'évaluation référencé à l'organisation.

Étape 4 : établissement de la prescription.

Étant donné l'estimation des risques produite, ainsi que le modèle commun de valeur développé par les décideurs, on entend construire la prescription sur des critères de décision scientifiquement fondés, à l'image de la rationalité qu'on entend donner à la décision (cf. § 5.3).

5.4 Premiers résultats et perspectives

5.4.1 Précisions sur le cas d'étude

Nous allons évoquer ici les premiers retours de notre outil d'aide à la décision appliqué à un cas d'étude particulier : le **GAME de l'alerte radio**. Pour avoir des précisions voir [Tea 2007, 2008].

Les Alertes Radio (AR) peuvent être déclenchées en présence d'un danger ou d'une forte présomption de danger sur les voies. Le déclenchement d'une alerte provoque l'émission d'un signal sonore transmis par un réseau hertzien de communication audible :

- ▷ par les conducteurs situés dans une même zone (canton radio) qui l'interprètent comme un signal d'arrêt immédiat ;
- ▷ par les postes d'aiguillage encadrant où les Agents Circulation l'interprètent comme un ordre de fermeture immédiate des signaux pour permettre de protéger la zone ;
- ▷ par le poste régional de régulation où les régulateurs l'interprètent comme une présomption de danger mettant en péril la régularité et la sécurité des trains. Ils vont alors gérer la remise en route.

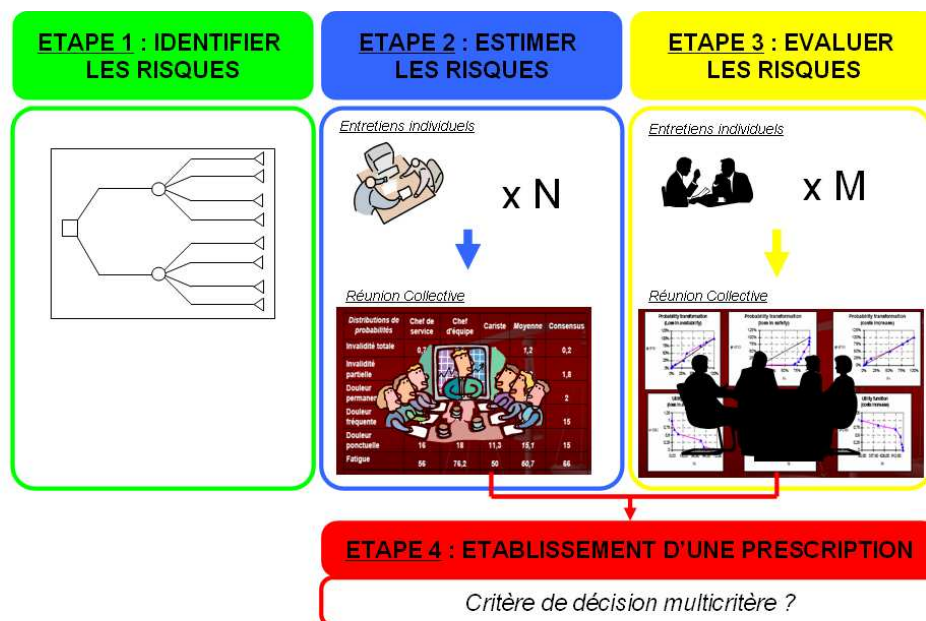


Fig. 5.6 – Panorama de la démarche d'aide à la décision à expérimenter

Or, il se trouve que la réglementation concernant la remise en marche des trains, a récemment été modifiée et fait l'objet d'un dispositif expérimental. Auparavant, elle imposait aux conducteurs impliqués de rester arrêtés jusqu'à ce qu'un ordre de redémarrage soit donné par le régulateur. Elle les autorise maintenant à décider, en autonomie, à se remettre en « marche à vue » (vitesse réduite qui permet théoriquement d'éviter toute collision avec quelque obstacle sur les voies), jusqu'au premier quai qu'ils rencontrent, puis d'attendre cette fois un ordre de redémarrage. Pour lever le statut expérimental, il s'agit maintenant de démontrer que le niveau de sécurité est conservé à travers une étude cherchant à prouver le caractère GAME, l'assurance qu'une modification (de règlement ou autre) ne dégrade pas la sécurité.

Étape 1 : Identification des risques

Les événements redoutés (cf. Figure 5.7) :

- ▷ ER1 : Chute
- ▷ ER2 : Heurt de personne
- ▷ ER3 : Heurt d'obstacle

Étape 2 : Estimation des risques

Nous allons interroger les agents opérationnels (régulateur, agent circulation, conducteurs) pour connaître leur perception des risques et leur faire estimer. À cette fin, nous allons construire une interface.

Étape 3 : Évaluation des risques

On utilise le logiciel d'élicitation SERUM (Système d'Évaluation du Risque par Utilité Multi-Attribut) développé par EDF R&D et le GRID. On recherche l'arbitrage que réalisent les garants de la sécurité sur les dimensions Blessés Légers / Blessés Graves / Morts.

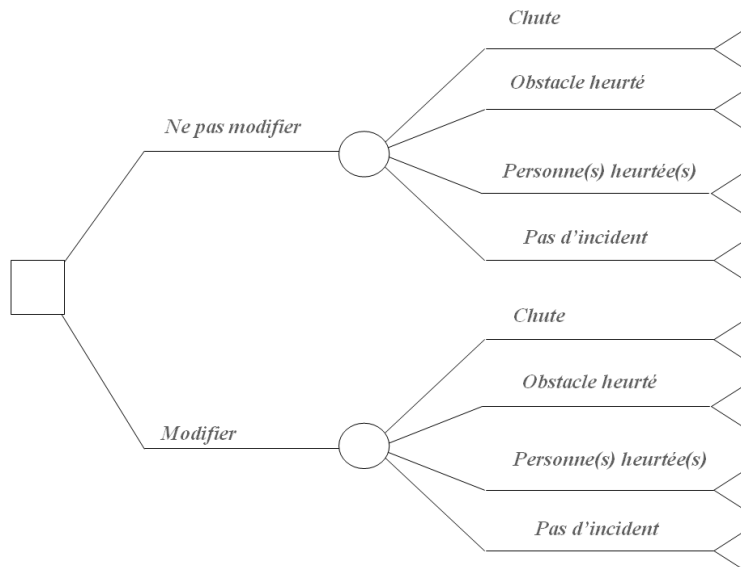


FIG. 5.7 – Identification des risques

5.4.2 Conclusion

L'objectif de ce document était de présenter le projet de thèse entrepris et de le contextualiser dans le terrain. Nous pouvons donc voir qu'il est double.

Une première perspective, organisationnelle, questionne le **rôle du REX comme pratique d'aide à la décision dans le cadre du Système de Management des Risques Sécurité**. Au sein de la SNCF, le REX a été au commencement une démarche d'enregistrement d'informations qui s'est mue en un principe de management et a conduit à la multiplication de pratiques parallèles (nouvelles ou anciennes renommées). Quinze ans après son apparition à la SNCF, **nous réalisons le « REX du REX »** pour lui redonner du sens au sein du système de management des risques sécurité en relation avec les attentes des concepteurs, managers et opérateurs de ce même système.

Une deuxième perspective, moins descriptive, expérimentale, est de **tester la mise en œuvre d'une aide à la décision dans le cadre d'une recherche-action**. On entend développer et instrumentaliser une interface entre les décisions qui impactent la sécurité, les analyses des risques et les connaissances que le REX produit. Cette aide peut devenir précieuse dans le contexte ferroviaire actuel où la pression sur la sécurité ne cesse de croître : l'émission du système multiplie les interactions avec l'environnement qui se complexifie petit à petit.

Dynamiques d'apprentissage dans des systèmes industriels en réseau : étude dans l'industrie ferroviaire

Doctorante	Stéphanie Tillement
Directeurs de thèse	Céline Cholez (PACTE, UMR 5194) Thomas Réverdy (PACTE, UMR 5194)
Terrain industriel	RATP

Dans notre travail de recherche, nous nous intéressons aux mécanismes de maîtrise des risques dans les systèmes en réseau comme les **organisations par projet**. Ces organisations par projet, se caractérisent par le fait qu'elles concernent des métiers multiples, des fonctions ainsi que des niveaux hiérarchiques différents : les activités sont donc distribuées entre groupes d'acteurs distincts, mais interdépendants, qui doivent coopérer. Nous souhaitons étudier les modes de structuration et de rationalisation du travail à l'œuvre dans ces organisations, ainsi que leurs impacts sur les échanges et la coordination entre les différents groupes de travail, en particulier lorsqu'il s'agit de maîtriser les risques.

Ces questions sont en lien avec les préoccupations actuelles de la RATP, notre terrain d'étude, qui, dans le cadre de projets de modernisation, s'interroge sur la sécurité ferroviaire et sur sa capacité à maîtriser les risques. En effet, ces dix dernières années, de nombreux projets de très grande ampleur et visant à développer des systèmes plus performants et plus sécuritaires, ont été lancés. Au cœur de ces systèmes, des technologies nouvelles et innovantes : les automatismes à composante principale informatique. Ces projets ont entraîné des transformations organisationnelles :

- ▷ création d'équipes de projet industriel ;
- ▷ restructuration des activités ;
- ▷ rapprochement de la conception et de la réalisation, autrement dit des bureaux d'étude et des maîtres d'œuvre.

La sécurité ferroviaire est au cœur de tous ces grands projets engagés par la RATP. Premièrement, ces travaux concernent des installations dites de sécurité, telles que la **Signalisation** (auparavant au cœur du système ferroviaire et garante principale de la sécurité), la **Voie** et à présent les **Automatismes de Conduite**. C'est à ces derniers que revient dorénavant (en partie toutefois) la tâche de garantir la circulation des trains en toute sécurité (en prévenant les risques d'accident majeur tels que la collision ou le déraillement). Ensuite, ces projets portent sur des transformations d'installations, impliquant des modifications multiples s'étalant sur plusieurs années, obligeant la coexistence de la configuration technique actuelle et de la configuration technique en construction. Autrement dit, les agents ont à agir sur des installations existantes, en fonctionnement, ce qui constitue un facteur de risque supplémentaire. Enfin, un certain nombre de défaillances survenues depuis le démarrage de ces projets, conduisent à interroger les effets des modifications technologiques et organisationnelles sur la maîtrise des risques.

Dans notre travail, nous cherchons à comprendre comment sont partagées les informations visant à maîtriser les risques, comment les acteurs agissent ensemble et comment ils résolvent les problèmes, notamment aux interfaces, c'est-à-dire à l'intersection de plusieurs métiers ou spécialités techniques. Nous faisons l'hypothèse que, dans les organisations par projet, la complexité des liens et la transversalité des activités font que l'on atteint les limites du retour d'expérience (REX).

Pour tester cette hypothèse, notre démarche a consisté, dans un premier temps, à partir de la réalisation de REX sur des événements se produisant dans le cadre de projets dans le domaine ferroviaire. Les conclusions de ces REX nous ont menés à remonter de proche en proche toutes les étapes du processus de gestion de modifications des installations ferroviaires, nous conduisant à réaliser un diagnostic organisationnel prenant en compte les dimensions dynamiques et informelles (autrement dit non prescrites) des situations de travail.

L'objectif de notre travail est de proposer une méthode permettant de **dépasser les limites du REX** dans les organisations par projet. Cette méthode, par le **diagnostic organisationnel** qu'elle comporte et notamment par l'observation des **pratiques informelles** de partage d'expérience et de maîtrise des risques, a pour but d'identifier les éléments favorisant les processus d'apprentissage et contribuant par là même à une meilleure sécurité.

Ce chapitre s'articule autour de trois parties. Dans la première, nous explicitons le problème, en nous attachant à montrer comment il s'est petit à petit construit, au fur et à mesure de nos investigations de terrain et au plus près des acteurs. Nous exposons ainsi les différentes étapes de notre recherche, qui nous ont amenés à reformuler progressivement notre question de recherche. Nous nous employons, à partir d'exemples de terrain, à démontrer les limites du REX dans les organisations par projet. Nous présentons les difficultés auxquelles sont confrontés les acteurs dans le cadre de leur **activité de travail**¹, ainsi que le poids des contraintes issues en grande partie des modes de structuration du travail. Nous cherchons également à mettre en lien ces difficultés et ces contraintes avec la capacité des acteurs à maîtriser les risques dans ces organisations par projet. Dans une seconde partie, nous exposons en quoi il est nécessaire de résoudre ces problèmes pour améliorer la sécurité, et quelle peut être notre contribution dans ce domaine. Nous montrons comment il est possible d'élargir, ou de dépasser le REX grâce à un diagnostic organisationnel. Dans la troisième partie, nous exposons le cadre théorique mobilisé pour réaliser cette étude. Nous nous appuyons d'une part sur les travaux relatifs aux risques, ayant comme point de départ soit les accidents (et leur analyse), soit le fonctionnement normal des organisations à risques d'accident majeur, et, d'autre part, sur la littérature concernant les organisations par projet. Notre contribution théorique consiste à mettre en lien ces deux cadres théoriques, pour pouvoir, au vu de nos données expérimentales, identifier et conceptualiser les mécanismes de maîtrise des risques dans les organisations par projet. En conclusion, nous présentons une synthèse des différents points discutés dans ce chapitre, ainsi que les premiers résultats et apports possibles de notre recherche. Nous terminons en exposant les limites de notre travail.

6.1 Du retour d'expérience aux vulnérabilités des organisations par projet

Nous allons tout d'abord présenter notre terrain de recherche, les grands projets de modifications dans le domaine ferroviaire, ainsi qu'un état des lieux du REX effectué dans le cadre de ces projets. Nous exposerons ensuite les résultats issus de nos premières observations.

¹ L'activité de travail englobe l'ensemble des actions effectuées pour faire le travail demandé, y compris tout ce qui n'est pas prescrit.

6.1.1 Au centre de notre recherche : les grands projets de modifications

Les grands projets de modifications des installations ferroviaires nous sont apparus particulièrement intéressants pour mener à bien notre recherche. Ces projets de très grande ampleur sont question d'actualité à la RATP et nombre d'entre eux ont été lancés de manière concomitante. Ils concernent le renouvellement et la modernisation des installations ferroviaires, devenues obsolètes. Au cœur de ces projets, se situent les **Automatismes de Conduite** : la RATP souhaite en effet rendre à la fois plus sûre et plus performante son offre de transport, notamment en réduisant l'intervalle entre les trains. Pour cela, il s'agit de remplacer les équipements en charge du mouvement des trains, de technologie ancienne, par des technologies modernes (*i.e.* l'informatique). Ces automatismes constituent la clé de voûte de ce que la RATP nomme le « système »². Ce « système », pour fonctionner et permettre le mouvement des trains en toute sécurité, est en interface avec un grand nombre d'autres installations, telles que la **Voie** et la **Signalisation**.

Ces grands projets impliquent une organisation spécifique (*cf.* Figure 6.1), une restructuration avec en premier lieu la création d'équipes projets :

Une équipe projet

DEFINITION

Une équipe projet est une équipe de personnes issues de services, directions, parfois d'établissements différents, affectées à temps complet ou partiel au développement d'un projet. Ces personnes sont de métiers, de cultures ou même de nationalités différentes. L'animation du projet est confiée à un chef de projet garant de l'atteinte des objectifs.³

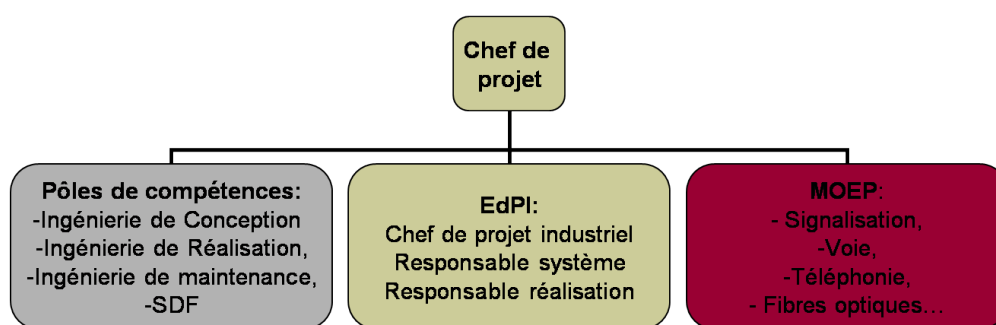


FIG. 6.1 – Schéma de l'organisation d'un projet

Voici les caractéristiques de ces projets, autour desquelles nos questions de recherche se construisent :

- ▷ ils mobilisent une pluralité d'acteurs et de corps de métiers, ceux-ci étant fortement interdépendants tout au long du déroulement du projet (réseau complexe d'acteurs) ;
- ▷ ils font l'objet d'une organisation basée sur une division du travail, tant fonctionnelle que par métiers, ceux-ci ayant généralement en charge des « sous-projets » dans leur spécialité ;
- ▷ des enjeux stratégiques, financiers, temporels, mais aussi sécuritaires importants leur sont associés ;
- ▷ l'incertitude, les imprévus et l'ambiguïté sont omni-présents ;
- ▷ plus le projet avance, plus les décisions et les actions ont un caractère irréversible.

Comme précisé en introduction, notre démarche de recherche est principalement inductive, c'est-à-dire que c'est au vu de nos premiers résultats de terrain que se construisent nos

² La compréhension de ce qu'englobait ce terme « système » nous a posé question. Ici, il est à considérer dans une acception essentiellement technique ; c'est ainsi en effet que l'utilisent les acteurs. Dans ce cadre, les interfaces prises en compte par les acteurs sont également techniques.

³ Source : fmk consulting.

questions de recherche et que s'affine notre problématique. Nos interrogations de départ portaient sur la capacité des acteurs à agir et à apprendre ensemble au sein d'organisations en réseau, dans lesquelles les activités sont distribuées entre acteurs aux appartenances multiples.

6.1.2 Premiers constats sur le REX à la RATP : points forts et limites

Nous présentons ici le contexte du REX sur notre terrain d'étude. Nous faisons l'hypothèse que la conduite de ces démarches REX dans des organisations multi-acteurs telles que les organisations par projet, s'avérait difficile. Premièrement, le REX transversal nous semblait malaisé à mettre en place, la diffusion du REX s'étendant rarement, comme nous allons l'explicitier ci-dessous, au-delà des frontières du métier directement concerné par l'événement analysé. Deuxièmement, les causes profondes notamment organisationnelles, étaient rarement recherchées à cause de leurs coûts très importants en termes d'organisation et de politique [Gilbert 2001].

Le REX métier, des acteurs engagés, une démarche courageuse

Au sein de l'entreprise d'accueil, il existe bel et bien une démarche de REX animée. Dans le département ⁴ plus spécifiquement étudié, en charge de l'ingénierie des systèmes ferroviaires, cette démarche est particulièrement vivante au niveau des métiers (REX métier). Tous les incidents font l'objet d'une analyse, plus ou moins approfondie en fonction de l'importance de l'incident et du nombre d'acteurs impliqués dans celui-ci. Si l'événement est d'importance mineure et qu'il concerne un métier unique, ce dernier décide de manière autonome s'il fera ou non l'objet d'un REX et prend en charge sa réalisation le cas échéant. Si l'événement est significatif ou critique, tant en termes de conséquences que du nombre d'acteurs impactés, chaque métier réalise systématiquement un REX, dans les jours qui suivent les incidents. En pratique (tel que nous avons pu l'observer), le responsable hiérarchique du groupe métier et ses adjoints se réunissent avec les collègues impliqués dans l'incident, le correspondant REX de ce groupe et, éventuellement, certains « nouveaux arrivants » (le but étant de les former en les confrontant aux incidents susceptibles de se produire). Les agents expliquent les circonstances de l'incident, reviennent sur ses conséquences et exposent quelles en sont les causes selon eux. S'ensuit une discussion entre les différents participants examinant toutes les causes possibles de l'incident, y compris celles pouvant impliquer des agents d'autres métiers, les validant ou les rejetant au fur et à mesure. L'ambiance lors de ces réunions est relativement sereine : on recherche davantage des causes que des coupables. À la suite de ces réunions, le REX est rédigé et envoyé à tous les agents du groupe ainsi qu'aux responsables hiérarchiques du département.

bon fonctionnement
du REX métier

On constate tout d'abord que l'intérêt de ces REX, ainsi que l'importance de les réaliser et de les suivre, sont reconnus au sein de chaque métier. Des acteurs sont affectés à la réalisation de ces REX, et très impliqués dans cette tâche. Le directeur de département les suit d'ailleurs de près, lors de réunions bimestrielles où tous les correspondants REX sont présents. Chaque réunion est une discussion avec les correspondants REX de chaque métier : il s'agit du retour sur les derniers événements marquants, mais surtout un suivi des plans d'action lancés suite à chaque REX.

Le second constat est que l'analyse des causes est poussée et transparente. Ainsi, nous avons pu observer que les acteurs ne se cantonnaient pas à l'identification de causes techniques ou humaines, mais recherchaient aussi des causes liées aux facteurs organisationnels. À titre d'exemple, ils s'interrogeaient ainsi sur la qualification de leurs agents ou des sous-traitants.

⁴ Précisons que la RATP est une entreprise décentralisée. Mises à part les fonctions classiques de support, les activités opérationnelles sont partagées entre différentes unités autonomes, appelées départements. Il existe des départements d'exploitation (métro, bus...) et des départements techniques (matériel roulant ferroviaire, équipements et systèmes de transport...). Les départements techniques regroupent en général des activités de maintenance et d'ingénierie, spécialisés dans différents métiers.

Des analyses pertinentes pourtant peu partagées entre métiers

Nous avons toutefois observé que les résultats des analyses menées, bien que souvent pertinentes, sont rarement partagés avec les acteurs de métiers différents : leur diffusion est souvent restreinte au collectif de travail ou groupe professionnel directement concerné par l'incident pour lequel une démarche de REX a été lancée. À titre d'exemple, même lorsqu'un incident se produit dans le cadre d'un projet, concerne plusieurs métiers, et peut impacter le déroulement dudit projet, les équipes projet prennent très rarement part au REX et, dans une large mesure, ne le consultent pas. Cela peut s'expliquer en partie par le fait que ces REX ont essentiellement pour objet les incidents se produisant lors des phases de réalisation. Ce sont donc principalement les équipes de réalisation qui, étant en première ligne, sont concernées et surtout, de ce fait, mises en cause. Les équipes situées en amont, conception ou projet, considèrent ces événements comme exclusivement liés aux aspects « chantiers ». Or, nous le verrons, les événements se produisant sur les chantiers trouvent souvent leur origine dans des décisions prises en amont.

Une autre situation met en évidence le faible partage des informations, tout au moins formellement, entre groupes professionnels différents : il s'agit des réunions entre départements organisées suite à un incident significatif perturbant l'exploitation d'une ligne. Ces réunions sont pilotées par le directeur de la ligne impactée par l'incident, et rassemblent à la fois des exploitants et des représentants des services techniques possiblement liés à l'incident. Ce qui frappe lorsque l'on compare ces réunions aux REX métiers, c'est le peu d'informations échangées et le relatif « silence » des métiers. Elles visent principalement à revenir sur la chronologie de l'événement, à imputer des responsabilités et à mettre en œuvre des actions correctives dans les différents domaines liés à l'incident. Cela dit, les causes profondes, notamment organisationnelles, qui pourraient être partagées entre les différents acteurs, ne sont finalement que peu abordées. Les mêmes limites sont visibles au niveau des plans d'action. Là encore, chaque métier impliqué s'assure du suivi du plan d'action dans sa spécialité, sans avoir de visibilité sur l'avancement des actions correctives dans les autres métiers. En outre, la question du suivi se pose de façon problématique lorsqu'une action implique plusieurs métiers : qui s'assure alors du suivi des actions ? Qui en est responsable ? Les différents métiers se rejettent en général la responsabilité de ce suivi, sans parfois qu'une décision définitive ne soit prise.

manque de transversalité

Afin que le lecteur suive notre raisonnement et comprenne le déplacement progressif de notre problématique, nous exposerons dans le paragraphe suivant les différentes étapes de l'analyse organisationnelle menée au sein et à différents niveaux de projets de modifications des installations ferroviaires, étapes qui nous ont permis de faire émerger un problème de recherche. Les premiers résultats de nos travaux nous ont conduits à reformuler la question de départ : nous avons déplacé notre objet de recherche vers les mécanismes organisationnels de maîtrise des risques dans les projets. Dans ce cadre, le REX n'est plus pour nous un objet de recherche en tant que tel, mais plutôt un instrument au service de notre recherche. Cela dit, utiliser le REX de cette façon nous permet d'enrichir les connaissances sur ses facteurs socio-culturels de réussite ou d'échec : nous avons pu ainsi directement nous confronter à certaines résistances ou au contraire découvrir quelques moteurs du REX.

6.1.3 Démarche d'investigation : de la réalisation de REX au diagnostic organisationnel

Les étapes que nous allons présenter ici correspondent à différentes investigations de terrain. Nous avons effectué un travail comparatif auprès des agents de deux maîtres d'œuvre, la Signalisation et la Voie, et sommes également allés à la rencontre des acteurs en amont, les équipes projet et la conception. Pour chacune de ces investigations, portant sur des groupes fonctionnels, mais aussi professionnels particuliers, nous exposerons très brièvement les principales conclusions auxquelles nous avons abouti et les perspectives ouvertes.

Étape 1 : analyse de deux incidents graves concernant la Signalisation ferroviaire

Nos travaux expérimentaux débutent réellement lorsque deux incidents graves de signalisation se produisent sur le réseau ferré. Ces incidents sont liés à des travaux menés dans le cadre d'un grand projet de modification dont la Signalisation est un des maîtres d'œuvre. La Signalisation a en effet en charge la réalisation de l'ensemble des modifications des installations et équipements de signalisation induites par ces projets, liées aux évolutions « système ». Cette phase de réalisation intervient suite à des étapes très importantes de conception et de contrôle (basées sur le principe de la double vérification). Ces incidents ne sont pas anodins, tant en termes de causes que de conséquences, et nous paraissent riches d'enseignements à plusieurs égards.

Contexte spécifique des incidents. Tout d'abord, ces incidents se produisent dans des circonstances particulières, à savoir suite à des travaux réalisés quasi exclusivement de nuit, dans un laps de temps extrêmement court (trois à quatre heures), sachant que, contrainte supplémentaire, l'exploitation reprend dès cinq heures du matin. La situation après travaux doit donc être parfaitement sécuritaire, mais aussi rendue à temps pour cette reprise, comme nous l'explique ce vérificateur :

pression temporelle

_____ Témoignage d'un vérificateur _____

On a un laps de temps très court pour faire nos essais, il faut que ça fonctionne en toute sécurité le matin. Et on se dit : « Est-ce que j'ai pas oublié quelque chose, est-ce que j'ai bien tout vu ? » Et ça trotte ça trotte, ça trotte... C'est pas tellement bon pour l'état d'esprit. L'aspect sécurité, et même disponibilité, ça rentre en ligne de compte. Il faut que les installations soient disponibles pour l'exploitation. Même si c'est pas un incident anti-sécuritaire, ça peut être un incident qui nous amène des indisponibilités, et ça, c'est un problème aussi.

interdépendance

Du fait de ces contraintes temporelles, la planification des travaux est très importante. En effet, il s'agit d'une phase critique, qui fait l'objet d'efforts considérables et constitue un casse-tête pour les acteurs projets comme pour les autres. Toute perturbation émanant d'un groupe professionnel donné venant modifier cette planification entraîne des effets en chaîne, bien au-delà du seul groupe professionnel de départ.

De plus, la Signalisation ferroviaire n'est, d'une certaine manière, pas tout à fait un maître d'œuvre comme les autres. En effet, elle joue, et ce depuis toujours, un rôle crucial dans la sécurité ferroviaire : elle n'est pas qu'une annexe au système. Intervenir sur des installations dédiées à la sécurité présente bien sûr des risques particuliers. Nous avons observé que les risques induits par ces projets de modification sont évidents pour les différents acteurs et sont au cœur de leurs préoccupations :

_____ Témoignage d'un chargé d'affaires _____

« Entre les risques et les modifs ! Qui dit modification dit risque de toute façon ! [...] Le risque est toujours là, parce qu'on travaille quand même sur du matériel de sécurité [dont la] fonction est aussi d'assurer la sécurité ferroviaire, la gestion des trains, la circulation des trains en toute sécurité. Donc, à partir du moment où on va modifier, forcément il y a des risques. »

Ainsi, étudier l'activité de travail des acteurs « signalisateurs » nous offre des informations essentielles sur la façon dont les risques sont pris en compte et maîtrisés à leur niveau, dans le cadre de leur activité de travail. Cela nous éclaire également sur la manière dont ces risques sont évalués et négociés avec les autres groupes de travail, à savoir les équipes projet qui fixent les caractéristiques systèmes mais aussi l'enveloppe budgétaire et les plannings.

Méthodologie. D'un point de vue méthodologique, partir de ces incidents nous permet de « tester » nous-mêmes une démarche de REX, en menant une analyse à la fois large et détaillée

de ces incidents. Avant de **lancer notre propre REX**, nous avons bien entendu commencé par **prendre connaissance des REX réalisés** par le groupe des signalisateurs. Nous avons ensuite réalisé des **entretiens semi-directifs** avec les agents impliqués dans ces incidents, qu'ils soient surveillants de travaux, chargés d'affaires, ou en charge de la vérification des schémas et des essais sur site. Il nous est apparu à ce stade que, pour remonter aux causes profondes de ces incidents, il nous fallait accéder à une compréhension fine de l'activité de travail de ces agents, mais aussi de l'organisation du travail, pour identifier à terme comment ces dernières impactaient la capacité de ces acteurs à maîtriser les risques. Pour cela, nous avons réalisé une nouvelle série d'entretiens, avec d'autres agents de ce métier, mais aussi en analysant des « situations de travail », c'est-à-dire en suivant et en observant ces agents de nuit, pendant les travaux et essais. Ces phases d'**observation** se sont avérées tout à fait essentielles pour accéder aux contraintes de travail des acteurs, mais aussi aux savoir-faire mobilisés dans l'action.

Premières conclusions à l'issue de l'étape 1. Nos premières observations de terrain nous ont permis d'identifier un certain nombre de risques parmi lesquels certains sont inhérents à l'activité de modifications et d'autres sont plus spécifiquement liés aux contraintes nouvelles apportées par l'organisation par projet.

Tout d'abord, l'activité de réalisation de modifications est une activité intrinsèquement risquée. Deux types de risques principaux se dégagent :

Le risque d'incohérence technique. Ce qui se joue ici, ce sont les interfaces techniques, entre la Signalisation et le « système » ou entre la Signalisation et d'autres maîtres d'œuvre. Il faut s'assurer que les modifications sont compatibles entre elles, et qu'une modification effectuée sur une installation ne mettra pas en péril le fonctionnement d'une autre. La coordination entre spécialités techniques est donc cruciale pour prévenir ce type de risques. Or, pour être à même de se coordonner, les agents doivent connaître les limites du travail des différents corps de métier, c'est-à-dire pouvoir répondre à la question : « Où s'arrêtent les prérogatives de mon collègue ? », afin de déterminer à quel moment et sur quels aspects ils doivent intervenir. Nos premiers résultats montrent que les frontières délimitant les tâches des uns et des autres sont relativement floues.

risques émergents
aux interfaces
techniques

_____ Témoignage d'un vérificateur _____

« On a du mal à définir les frontières. Il y a des frontières que mes collègues ou moi-même, on n'arrive pas à cerner par moment, donc du coup on se pose des questions, et la vision de tout un chacun vis-à-vis de ce qui est demandé est différente. On essaye quand même de tous parler de la même chose, c'est pour ça qu'il y a pas mal de questions qui sont posées en ce moment pour essayer de vraiment définir les limites de ce qui nous est demandé. »

Le risque d'erreurs, tant de conception (une erreur glissée dans les schémas) que de réalisation (erreurs de câblage par exemple). La maîtrise de ces risques est basée sur la redondance. Premièrement, lors de la phase de conception, tous les schémas sont doublement vérifiés (par deux personnes distinctes supposées indépendantes). Ensuite, pendant la phase de réalisation, deux agents (un de l'entreprise donneuse d'ordres et un sous-traitant) sont présents pour superviser les opérations de câblage, ainsi que les essais. Pour autant, les erreurs sont toujours possibles, et redoutées, comme en attestent les témoignages de nombreux signalisateurs :

risque d'erreur

_____ Témoignage d'un signalisateur _____

« L'erreur, ça peut arriver, même si on n'a pas le droit à l'erreur, c'est ça le problème. » « Malheureusement, même si on est dans un bon état d'esprit pour faire le travail, ça n'empêche pas qu'on puisse louper quelque chose. Si on fait une grosse erreur, et si on la loupe, parce que ça se peut, l'entreprise⁵ la loupe et nous, on la loupe, on peut laisser une grosse erreur passer et ... y'a personne pour la rattraper. On est vraiment le dernier garant avant l'exploitation. »

Autre point important mis en évidence : ce sont durant des opérations dites « classiques », « bien rôdées », ne présentant *a priori* aucune difficulté majeure, que des incidents surviennent ; cela nous amène à interroger la redondance organisationnelle, censée prévenir le risque d'erreurs.

⁵ Par entreprise, nous entendons entreprise sous-traitante.

charge de travail
augmentée

Le second point à souligner est l'augmentation très importante du nombre de projets à traiter, donc de la charge de travail des différents agents. On observe une accélération du rythme de renouvellement des installations, qui s'accompagne d'une réduction des délais de conception et de réalisation. Les temporalités des différentes phases des projets sont extrêmement serrées, en plus d'être interdépendantes : la pression temporelle revient en permanence dans le discours des agents et constitue une source de stress importante, qu'elle soit liée au suivi quotidien d'une affaire ou aux travaux et essais de nuit.

Témoignages de signalisateurs

« Cette installation dans sa configuration d'origine, quand elle a été remaniée il y a six ans, il y avait un chargé d'affaires, deux surveillants de travaux à temps complet, un responsable d'essais RATP et côté entreprise, y'avait du monde aussi. Aujourd'hui, pour quelque chose qui est x fois plus gros, je dirais pas combien, mais x fois plus gros, il y a un chargé d'affaires, une moitié de surveillant de travaux, un responsable d'essais et allons-y ! Et il faut que ça avance beaucoup plus vite qu'avant... »

« Il y a le travail de nuit, il y a le temps court pour travailler. Je dirais pas qu'il faut en faire le plus possible dans le moins de temps possible mais c'est presque ça, parce qu'on a quand même des dates butées de mise en service, donc il faut qu'on fasse tout dans les délais, les fameux coûts et délais et... il ne faut pas qu'il y ait d'incidents le matin. »

projet en évolution
permanente

Troisièmement, du fait de la difficulté de circonscrire dès le départ le problème et les besoins réels de modifications, les agents ont en permanence à gérer des modifications supplémentaires apparaissant en cours de projet, ce qui entraîne une « accumulation de risques » : les agents peuvent être amenés à reprendre partiellement des études (d'où un risque de perte de vision globale), ainsi qu'à modifier la planification initialement établie (déplacer des tâches, en ajouter de nouvelles...). Un chargé d'affaires nous décrit les problèmes quotidiens que lui posent ces modifications incessantes :

Témoignage d'un chargé d'affaire

« L'industriel [sous-traitant] dans son marché doit adapter la signalisation au système, c'est-à-dire faire les adaptations nécessaires de la signalisation pour faire fonctionner son système. Certaines adaptations avaient été vues dès le départ, et d'autres ont été découvertes en cours de route, pour des notions qu'on ne pouvait vraiment pas prévoir : des temps de réponse de système, un signal mal placé à mettre ailleurs parce qu'il y aurait un risque pour la sécurité. [...] Une de nos grosses préoccupations jusqu'à maintenant, ça a été de s'articuler sur le planning du système. Nous, on avait une forte contrainte, c'est de se glisser, de s'intercaler dans des créneaux où, eux, ils n'avaient pas besoin de rouler. Ça nous a obligé à faire une gymnastique phénoménale qui n'arrêtait pas de changer, à cause de l'évolution du système, pour essayer de s'intercaler là où on pouvait aller, là où ils n'étaient pas. Donc ça a été des reprises de planning incessantes. »

contraintes subies,
non négociables

On voit en outre que ces modifications incessantes liées au système, très contraignantes pour les signalisateurs, ne sont ni négociées, ni, apparemment, négociables. Elles paraissent totalement subies.

Ensuite, la division du travail, qui reste forte dans ces organisations par projet, entraîne un isolement de certains groupes d'acteurs. Ceux-ci vivent alors « en-dehors » du projet : ils ne sont pas consultés lors des spécifications initiales, et ont ensuite souvent des difficultés à appréhender le sens (voire l'intérêt) des modifications qui leur sont demandées. Deux vérificateurs nous confient ainsi :

Deux vérificateurs témoignent

« C'est un peu cloisonné quand même. Nous, on est à part ! C'est comme ça, on est à part. »

« Nous on travaille dans notre coin. On ne sait pas les autres parties du système. On n'a pas la vision de l'ensemble, juste notre vision locale, de notre partie. »

perte de vision
globale,
cloisonnement

Nous voyons ainsi que ces nouvelles formes d'organisation, dites flexibles, ne diminuent en rien le cloisonnement, qui, créé d'un côté par la division du travail et les modes de rationalisation classiques, est renforcé indirectement par les conflits latents entre logiques contradictoires de l'organisation par projet. Celle-ci entraîne par ailleurs une hyper-sollicitation des individus

(surtout les chargés d'affaires du fait des modifications à gérer). Pour y répondre, les individus créent des réseaux d'alliances, dessinant de nouveaux collectifs aux identités professionnelles très fortes, renforçant la fracture entre signalisateurs et gestionnaires.

fracture signalisateurs/gestionnaires

Étape 2 : étude des groupes amont, équipes projet et conception

Au terme de l'étape 1, nous avons identifié de nombreuses contraintes, directement issues du projet, comme facteurs de risques importants. Ces contraintes ont pour conséquence de perturber l'activité des signalisateurs et leur capacité à maîtriser les risques. Principalement :

- ▷ la pression temporelle ne permet plus une double vérification exhaustive des schémas, augmentant ainsi le risque d'erreurs ;
- ▷ l'accumulation des modifications fait perdre progressivement une vision globale du système et de ses interfaces, du sous-projet à mener et de l'enchaînement de ses phases ;
- ▷ par ailleurs, le cloisonnement nuit aux négociations entre les agents de signalisation et les équipes projet.

Pour une meilleure compréhension de l'organisation projet dans son ensemble, mais aussi par souci d'objectivité, nous avons décidé d'aller à la rencontre des groupes professionnels et fonctionnels situés en amont dans la chaîne de modifications, à savoir les équipes projet et la conception.

Méthodologie. Nous avons mené une nouvelle série d'entretiens semi-directifs (25 au total) visant à mieux comprendre la place, le rôle, et les responsabilités de ces différents acteurs. Nos interrogations portaient principalement sur la façon dont ils interagissaient avec les autres collectifs de travail, principalement les maîtres d'œuvre et plus spécifiquement la Signalisation. Nous voulions identifier plus précisément les contraintes émanant du projet, mais aussi étudier si les équipes projet percevaient elles aussi cette coupure avec les signalisateurs, et, le cas échéant, si cela était source de difficultés, voire de conflits. Ces entretiens, n'ont pas pu, en revanche, être complétés par des observations. En effet, le travail des concepteurs et responsables projet est principalement un travail de bureau. Ils participent également à de nombreuses réunions, mais étant donné la teneur confidentielle des informations échangées lors de celles-ci, nous n'avons pu obtenir l'autorisation d'y accéder.

Conclusions et perspectives à l'issue de l'étape 2. La première chose qui nous a frappé en allant à la rencontre des membres des équipes projet, est le décalage entre leur discours et celui des signalisateurs. Chez les membres des équipes projet, les descriptions sont très factuelles, très procédurales. Les problèmes éventuels, s'ils existent, ne sont que très rarement évoqués, et le plus souvent sous un angle technique. Pour autant, malgré ce discours quelque peu formel, certains éléments ressortent.

discours décalé

Premièrement, l'organisation n'est pas générique, mais spécifique à chaque projet. L'organisation mise en place, le nombre de personnes, leurs rôles et responsabilités, et même leur positionnement spatial varient en fonction des projets. Tout dépend également du parcours professionnel antérieur des personnes, de leurs compétences propres, mais aussi de la façon dont eux perçoivent ce qu'il faut mettre en avant dans leur activité (projet ou entité d'origine — conception, réalisation) et ce que doit être une équipe projet. En outre, chaque projet est différent (sous-traitants différents, modifications techniques différentes et de plus ou moins grande ampleur...). Les formes d'organisation mises en place pour mener à bien les différents projets sont donc très hétérogènes, ce qui ne facilite pas la lisibilité de ces organisations pour les acteurs situés en aval. Il règne ainsi un « flou » autour des attributions concrètes de cette équipe projet et de ses membres.

hétérogénéité

Deuxièmement, point très important, les « équipes projet », bien que nommées ainsi dans l'organigramme, ont d'abord, paradoxalement, un rôle de maître d'œuvre, entièrement tourné vers les automatismes de conduite : leurs membres sont en premier lieu chargés de la conception et de la réalisation de cette partie technique. Du fait des opérations à mener, ainsi que des contrats importants à gérer avec l'industriel titulaire du marché « automatismes », on a affecté plusieurs ingénieurs à cette maîtrise d'œuvre, constituant ainsi une équipe. Ce n'est donc pas un maître d'œuvre comme les autres. Tout d'abord, les ressources qui lui sont affectées sont bien supérieures à celles des autres maîtres d'œuvre. Ensuite, les automatismes constituant le cœur du système, cette équipe s'est vue attribuer un rôle central, toutes les autres maîtrises d'œuvre devant se « caler » avec le système, tant techniquement, qu'en termes de planning et de ressources. Ainsi, c'est finalement à ce maître d'œuvre qu'il a été décidé de confier la coordination générale, sans que cette responsabilité soit véritablement établie formellement.

attributions floues

qui coordonne ? La personne en charge de cette coordination n'est pas toujours facile à identifier, les agents eux-mêmes ne s'accordant pas toujours sur la personne devant jouer ce rôle de coordinateur.

Dialogue entre deux membres d'une équipe projet

Interviewer : J'ai bien compris qu'il y a un chef des essais bien défini, chargé de la coordination pour la partie essais. Est-ce qu'il y a la même chose côté travaux ?

Interlocuteur 1 (I1) : Non.

Interviewer : Oui, j'ai l'impression que ça a disparu. Ça existait dans le temps, m'a-t-on dit...

Interlocuteur 2 (I2) : Oui, il avait existé sur le projet PCC L4, mais là...

I1 : Non c'est clair. Enfin... il y a quand même une coordination qui est faite... au niveau du déploiement des équipements des industriels, c'est l'équipe réalisation. En fait il y a plusieurs niveaux de coordination. Y'a le niveau coordination au niveau des différents MOEP⁶ où...

I2 : Je t'interromps. Paul finalement il n'a pas un rôle de coordinateur technique ? Il réunit régulièrement les MOEP. Paul qui est le responsable de l'équipe.

I1 : Oui, il y a un planning de coordination au niveau des MOEP, y'a quand même une coordination des MOEP qui est faite par le chef de projet industriel. Donc on va dire que c'est un rôle qui est présent.

qui décide ? En outre, il est à noter que la signalisation et les équipes projet font partie de la même unité, et ont donc la même hiérarchie. Cela influence grandement les prises de décisions. On observe des jeux de négociation : les acteurs ne pouvant pas négocier directement entre eux, mobilisent leur hiérarchie pour influencer les décisions, et en particulier hiérarchiser les priorités (entre projets tout d'abord, et entre tâches à réaliser au sein d'un même projet ensuite).

Troisièmement, les entretiens confirment l'existence d'un « fossé » entre signalisateurs et équipes projet. Les membres des équipes projet se sentent également en décalage par rapport aux signalisateurs, même s'ils interprètent ce décalage de manière différente. Tout d'abord, on ne se situe pas ici dans une logique de « plateau projet »⁷, aucune autre spécialité technique que les automatismes n'étant détachée et n'appartenant à cette équipe projet. Les équipes « aval » sont d'ailleurs peu consultées en amont lors des premiers choix techniques, parfois à leur regret :

Témoignage d'un vérificateur signalisateur

« Nous, au fond, on n'intervient pas du tout dans les décisions en tout cas, dans la technique, *etc.*, les choix, non, pas vraiment. On n'est pas sollicité pour ça. Sinon il y a des trucs qui seraient faits différemment je pense... c'est même sûr. Il y a une installation sur la ligne x, si on avait demandé l'avis de notre service, ça aurait été fait complètement différemment. »

conception
différente de la
maîtrise des risques

Ensuite, on remarque chez les membres des équipes projet une conception de la maîtrise des risques et une manière d'aborder la sécurité très différentes. Du côté des signalisateurs, il n'y a pas de réelle analyse de risques (au sens AMDEC⁸) : les risques s'appréhendent essentiellement sur le « terrain », au contact des installations, de façon très concrète. Dans la partie automatismes en revanche, toutes les analyses de sécurité, tous les tests sont réalisés en amont, avant leur installation sur le terrain, le plus souvent à l'aide de méthodes formelles et de tests sur simulateurs. Quelques tests sont bien réalisés sur le terrain, mais « le gros » des vérifications n'y est pas analysé. Pour illustrer cela, contrairement aux tests signalisations effectués par des vérificateurs essayeurs de signalisation, qui sont de véritables experts et pour lesquels une grande partie des problèmes se règle pendant les phases d'essais sur le terrain, les tests

⁶ MOEP : Maîtrise d'Œuvre Particulière

⁷ Un plateau projet a plusieurs caractéristiques :

- ▷ le projet devient une structure autonome, indépendante du reste de l'entreprise ;
- ▷ les intervenants sont détachés de leur structure d'origine et rattachés hiérarchiquement au chef de projet ;
- ▷ c'est le type d'organisation employé pour raccourcir les délais et les coûts d'un projet, choisie lorsque les efforts doivent être concentrés sur le projet.

⁸ Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leurs Criticités.

pour la partie automatismes sont suivis par des surveillants de travaux. Si les tests ne sont pas conformes à leurs cahiers de tests, les surveillants ne doivent rien tenter sur le terrain : on ne leur demande d'ailleurs pas de réfléchir aux causes de ces non conformités. Ils se contentent de relever leurs résultats, à charge pour les ingénieurs de les analyser ensuite, et de décider des actions correctives éventuelles à apporter au logiciel. Ces conceptions différentes de la maîtrise des risques cristallisent les conflits – ou du moins la coupure – entre ces groupes professionnels. Alors que les signalisateurs se plaignent de ne pouvoir effectuer correctement les opérations de sécurité du fait des contraintes projet pesant sur eux, les équipes projet reprochent aux signalisateurs d'une part la lenteur de leurs vérifications, qui met en péril les délais des projets, et, d'autre part, les risques induits par le peu d'intérêt porté par les signalisateurs sur les autres parties du système et les interfaces.

conflit

_____ Témoignage de plusieurs membres des équipes projet _____

« Eux [les signalisateurs] quand ils valident leurs schémas et tout ça, ils ne se soucient pas du tout de la sécurité système, ils se soucient de l'application de principes qui sont dans les notices de signalisation, un point c'est tout. Donc la sécurité de l'ensemble elle est basée sur les analyses de ces notices en amont. C'est en amont qu'il faut s'en soucier parce que après sinon c'est trop tard, ça prend du temps ».

« En plus c'est très lent, c'est très lent. Nous on va plus vite qu'eux, et ils nous mettent en retard, c'est pour ça que les dates que je vous donne ne cessent de se décaler. »

« Le problème de la signalisation, c'est que vous avez un spécificateur, vous avez un vérificateur de la spécification, vous avez un concepteur, un vérificateur de conception, un réalisateur, un vérificateur de la réalisation. Grosso modo pour faire une modif, il y en a pour un an. Alors imaginez dans le cas [de ce projet], où il y a quelques centaines de modifs ! On sent bien que c'est le nerf de la guerre, ce truc-là. »

Finalement, ces conceptions différentes de la maîtrise des risques révèlent des tensions entre des territoires professionnels qui semblent en compétition. La signalisation, autrefois principale garante de la sécurité, placée au centre du système, voit en effet son domaine de compétences peu à peu entamé par le passage de l'électromécanique aux technologies modernes que sont les automatismes : à moyenne échéance, les signalisateurs risquent de perdre la partie « noble » de leur métier. Aller à la rencontre des chefs de projet nous a ainsi permis de mieux comprendre les enjeux liés aux évolutions des métiers et à leurs frontières dans ces organisations par projet.

impact de
l'évolution
technologique

Étape 3 : retour vers l'aval avec un autre maître d'œuvre, la Voie

Les résultats de ces entretiens nous ont conduits à réinterroger les maîtres d'œuvre. Nos principales attentes portaient sur la possibilité de généraliser les conclusions tirées de nos premières investigations. En effet, rien ne prouvait que ces conclusions n'étaient pas spécifiques à la Signalisation, qui, nous l'avons vu, est un métier particulier, avec une identité professionnelle forte.

Intérêt d'un retour vers l'aval. Nous avons donc décidé d'aller à la rencontre d'un autre maître d'œuvre, la Voie, pour effectuer un travail comparatif. Nous cherchions en particulier à mettre en évidence les contraintes subies par la Voie, et à identifier si, comme pour la Signalisation, certaines d'entre elles avaient un lien avec l'organisation par projet. La Voie nous semblait toute indiquée pour cette nouvelle phase d'investigations. En effet, tout comme la Signalisation et à la différence d'autres maîtres d'œuvre tels que la Téléphonie, la Voie est directement en interface avec le système. En outre, comme la Signalisation, c'est aussi un élément crucial de la sécurité ferroviaire. Ces deux métiers ont quasiment la même portée historique : il y a toujours eu des voies, de même qu'il y a (presque) toujours eu des signaux. Ces deux métiers sont donc des métiers anciens, où l'identité professionnelle, attachée au domaine du ferroviaire, est très forte et encore présente (bien que le départ de nombreux anciens puisse nous amener à nous interroger sur ces aspects). Cependant, à la différence de la Signalisation, la Voie appartient à une autre unité que celle des équipes projet : leurs hiérarchies sont donc indépendantes. Ensuite, la Signalisation et la Voie sont deux maîtres d'œuvre en lien très fort, aux activités souvent interdépendantes, point intéressant du fait de nos interrogations relatives à la capacité d'action collective et aux ajustements entre acteurs. Ainsi, étudier la Voie nous permet d'observer non seulement les ajustements au sein d'un même groupe professionnel (comme lors de l'étape 1), mais aussi les ajustements éventuels entre groupes professionnels.

Méthodologie et perspectives. De la même façon que pour le maître d'œuvre Signalisation, nous avons mené des entretiens semi-directifs avec des agents de la Voie, et suivi un chargé d'affaires lors de travaux de nuit. En outre, un incident s'étant produit au moment où nous menions notre investigation, nous avons pu suivre les différentes réunions le concernant, et interroger les acteurs à ce sujet. Cet incident est intéressant à de nombreux égards, et notamment parce qu'il fait ressortir des causes identiques à celles mises en avant dans le cas de la Signalisation : les plannings modifiés, entraînant des changements au niveau des phases et des travaux à réaliser pendant la nuit, une pression temporelle forte, toutes ces contraintes largement issues de, et reportées par, les équipes amont sur ces équipes. Ces derniers « matériaux récoltés » restent à analyser en profondeur pour pouvoir relier nos résultats expérimentaux aux théories existantes et conceptualiser. Toutefois, nous pouvons d'ores et déjà signaler que ce dernier terrain, la Voie, ainsi qu'un retour vers les signaux, nous conforte dans les conclusions tirées suite à l'étape 1.

Précision de la question de recherche

Au vu de tous les éléments mis en évidence, l'objectif est ici de comprendre comment il est possible de maîtriser les risques dans des organisations par projet. Plus précisément, il s'agit d'appréhender comment les modes de structuration et de rationalisation du travail impactent la capacité des acteurs à maîtriser les risques.

Parmi les problèmes identifiés, certains se détachent particulièrement :

- ▷ la division du travail entraîne un **isolement** de certains acteurs, mais aussi, paradoxalement, leur **hyper-sollicitation** : l'organisation ne peut tenir sans leur mobilisation permanente, tant individuelle que collective. Or cette mobilisation n'est pas donnée *a priori* et peut être mise à mal par les fortes contraintes qui pèsent sur ces acteurs ;
- ▷ la **coordination semble faire défaut** dans ces univers, notamment la coordination entre les différents maîtres d'œuvre. Il est difficile de savoir qui en a la responsabilité. Cela peut être la cause d'incidents : l'absence de coordination, tant au niveau de la préparation des chantiers, que pendant les chantiers eux-mêmes, conduit à une confusion générale durant laquelle les questions : « Qui fait quoi ? Qui intervient quand ? », trouvent difficilement de réponses ;
- ▷ ajoutées à cette coordination déficiente, les **temporalités très serrées** et l'**absence apparente de hiérarchisation des priorités**, peuvent conduire à prendre dans l'urgence des décisions dangereuses ou à mener des raisonnements erronés. C'est en particulier sur les opérations dites annexes, ou classiques, que les difficultés surviennent. L'attention étant portée sur les opérations complexes, innovantes, ces opérations semblent parfois négligées, faute de temps.

Malgré tout, dans ce contexte sous forte pression, soumis à de nombreux aléas et où sont réalisées de multiples interventions souvent interdépendantes, **le nombre d'incidents à ce jour reste relativement faible**. Les agents parviennent donc, jusqu'à un certain point, à maîtriser les risques et à faire tenir ensemble les différentes tâches qu'ils ont à mener. La question que nous posons alors est, pour reprendre les mots de [Strauss 2005] : « **Comment les acteurs font-ils tenir le travail ensemble ?** »

6.2 Proposition pour améliorer la gestion des interfaces organisationnelles dans les projets

Pour contribuer à l'amélioration de la maîtrise des risques dans le cadre d'organisations par projet, nous focalisons notre travail de recherche sur trois axes principaux :

1. développer un **REX « élargi »**
2. proposer un **diagnostic organisationnel**
3. identifier les **pratiques informelles** pertinentes pour la maîtrise des risques

6.2.1 Premier objectif : développer des éléments de méthode pour élargir le REX sur les incidents

Le premier problème identifié au cours de nos observations, est le manque de partage des REX au-delà des frontières de l'entité concernée, notamment dans des organisations par projet. En conséquence, les groupes extérieurs étant peu impliqués dans les REX effectués, les causes organisationnelles des incidents sont rarement traitées.

Notre premier objectif est de développer des éléments de méthode pour permettre la réalisation de REX élargi. Dans notre optique, *élargir* signifie questionner les causes organisationnelles, sans se contenter des causes immédiates. Cela signifie également ne pas se cantonner au collectif de travail directement touché par l'incident, tant au niveau de l'analyse qu'au niveau de la restitution.

Nous abordons ainsi notre terrain de recherche sous un premier angle, consistant à analyser des incidents significatifs dans lesquels les acteurs « projet » jouent un rôle, en nous attachant à comprendre les causes profondes de ces incidents, en particulier les causes dites organisationnelles. Nous cherchons par là à adopter une démarche de type REX selon une approche *systémique* (c'est-à-dire ne se contentant pas d'explications techniques) et *transversale*. Ces incidents constituent des perturbations dans le déroulement des projets. Or ces perturbations sont particulièrement intéressantes pour les analystes, car elles révèlent au grand jour les processus d'articulation et d'interaction (telles que la négociation ou la persuasion), souvent invisibles « lorsque tout va bien » [Strauss 1988].

Comme nous l'avons exposé, nos investigations ont débuté avec les signaleurs, mais les conclusions auxquelles nous avons abouti nous ont conduits à remonter bien en amont de ce collectif de travail, jusqu'aux équipes projet. Nous limiter aux signaleurs ne nous aurait permis de ne percevoir que partiellement les causes de ces incidents. Il ne s'agit pas de se contenter des causes locales, liées à un métier spécifique, mais d'étendre la recherche de causes à tous les groupes d'acteurs, situés en amont ou en aval dans le projet, susceptibles d'influencer d'une façon ou d'une autre le métier en question.

Néanmoins, dans les REX réalisés par les entités métiers auxquels nous avons pu avoir accès, certaines causes organisationnelles étaient pointées. En effet, pour réaliser leur REX, les acteurs utilisent la méthode du diagramme en « arête de poisson », comportant cinq catégories :

1. environnement ;
2. documentation ;
3. technique ;
4. humain ;
5. organisation.

Les facteurs organisationnels sont donc pris en compte dans l'analyse des incidents. On peut trouver dans ces REX des causes organisationnelles de premier niveau :

Exemple de causes organisationnelles rapportées dans des REX

« Les essais sont basés sur la compétence des agents. »

« Les retards successifs des spécifications fonctionnelles du niveau système génèrent de multiples phasages qui imposent des reprises successives et partielles sur des études déjà réalisées globalement, de réalisation et d'essais dans un contexte de pression planning. »

Nous voyons apparaître ici un certain nombre de facteurs de risques, comme les compétences des agents ou la pression temporelle. Les rapports ne donnant pas de plus amples informations, il nous semblait important de « creuser » les éléments évoqués. À partir seulement des quelques causes citées ci-dessus, nous nous sommes posé des questions du type :

- ▷ En quoi consistent réellement les compétences des agents ? Comment se construisent-elles ? Comment sont-elles évaluées ?
- ▷ En quoi consistent les phasages des opérations ? Par qui ces phasages sont-ils décidés et pourquoi sont-ils modifiés ? Quels impacts les modifications de ces phasages ont-ils sur l'activité de travail des agents et sur la maîtrise des risques ?
- ▷ En quoi consiste cette pression planning ? Par qui ou quoi est-elle imposée et qui la subit ? Est-elle négociée ?

- ▷ Les incidents semblent souvent se produire lors de « moments de surcharge », comment s'expliquent-ils ?

La méthode est coûteuse en temps, mais elle apporte des éléments précieux et surtout généralisables. En effet, on ne se cantonne pas à un événement isolé, même s'il constitue un point de départ. Comme nous l'avons vu, la plupart des incidents, se produisant dans un même cadre organisationnel, ont des causes similaires. Notre méthode permet donc de réaliser des REX sur plusieurs événements, d'en tirer des conclusions et éventuellement des recommandations communes. Notre méthodologie de recherche, inspirée des techniques des sciences humaines, devrait nous permettre *in fine* de construire des éléments de méthode pour mener des REX dans le cadre d'organisations par projet. Ces événements étant toutefois relativement rares (fort heureusement), il nous paraît utile de compléter ces REX par une étude du fonctionnement normal des organisations, en nous appuyant là encore sur les travaux évoqués précédemment.

6.2.2 Deuxième objectif : au-delà du REX, proposer un diagnostic organisationnel

Nous souhaitons aller au-delà d'analyses basées sur le récit *a posteriori* des événements. En effet, comme le précise [Llory 1996], une telle démarche fournit davantage des « explications » qu'une « compréhension » fine des événements. Il s'agit donc d'aller plus loin que le REX organisationnel, lui-même pourtant déjà peu développé, en proposant ce que nous appelons un **diagnostic organisationnel**. La première étape consiste à comprendre le **fonctionnement d'un projet**. Nous devons pour cela nous focaliser sur plusieurs éléments :

- ▷ les structures organisationnelles mises en place ;
- ▷ la transmission des différentes instructions ;
- ▷ les modes formels d'échange et de contrôle mis en place (par les dispositifs de gestion⁹ notamment) ;
- ▷ les modes d'application des règles formelles ;
- ▷ les espaces et les temps de négociation et de discussion informelles ;
- ▷ les modes d'articulation entre modes formels et informels de fonctionnement ;
- ▷ les types d'engagement des acteurs dans leur travail, en fonction de leurs positions dans l'organisation ;
- ▷ les contraintes et incertitudes subies par les acteurs.

Notre objectif est en effet de comprendre les moyens par lesquels les individus parviennent à contrôler leur situation de travail et à organiser différentes tâches interdépendantes. Nous voulons remonter aux mécanismes de coordination, de négociation mobilisés par les acteurs dans le cadre et au moment de leur activité de travail, et pas seulement étudier les processus de planification décidés par les acteurs *ad hoc*. Pour cela, il nous semble insuffisant d'étudier un événement, souvent négatif, isolé dans le temps et l'espace. Cela nécessite en revanche de se pencher sur le **fonctionnement normal**, voire routinier, pour découvrir des **vulnérabilités cachées** au sein même des organisations. En effet, l'analyse d'aléas, de surcroît souvent ponctuels, ne permet pas à elle seule de mettre à jour ces vulnérabilités. Il s'agit d'entrer au cœur de l'activité de travail des acteurs étudiés, parce que c'est bien au cœur de l'activité, non pas en surface, que se glissent les facteurs de risques. Nous avons donc jugé nécessaire d'adopter une *approche contingente*, centrée sur les situations de travail, dans un contexte donné, tant routinières (si tant est qu'il y en ait dans les projets) que dégradées ou perturbées. Comme le précise J.M. Jacques et M. Latiers,

“ Les observations permettent d'aller au-delà des retours d'expérience classiques menés après les [événements], principalement focalisés sur l'application stricte des plans et procédures, et où les déviations par rapport au prescrit sont la plupart du temps jugées négativement ou camouflées par les participants.

Il nous a été possible d'approcher deux types de situation, par le biais de l'observation (participante ou non) :

⁹ Les dispositifs de gestion sont des outils, méthodes permettant d'organiser, de contrôler les activités (par le biais d'indicateurs par exemple). Ils peuvent être des bases de données, les documents formalisés d'échange d'informations, la double vérification (qui fait l'objet d'une instruction de sécurité ferroviaire), ou encore le guide de management de projet dans lequel sont définis formellement les rôles, missions et ressources de chacun.

- ▷ les nuits de travaux et essais, avec la signalisation et avec la voie ;
- ▷ les réunions suite à incident visant à en analyser les causes.

Ces deux types de situations se caractérisent tout d'abord par leurs temporalités : elles sont situées dans le temps, ont un début et une fin déterminée. Par ailleurs, elles font intervenir différents types d'acteurs, aux logiques et intérêts différents, qui vont être amenés à échanger, à négocier, à se disputer... Ces observations nous permettent d'accéder à une foule d'informations difficiles à obtenir par le biais d'entretiens, et à une vision des phénomènes à la fois dynamique et située. Nos travaux ont ainsi permis de mettre en évidence, par exemple, que les négociations entre équipes projet et maîtres d'œuvre étaient difficiles : étant très instrumentées, et portant principalement sur les aspects techniques, planning ou coûts, elles mettent de côté des questions plus organisationnelles, professionnelles, voire identitaires.

6.2.3 Troisième objectif : mettre à jour les mécanismes informels de maîtrise des risques dans les projets

À partir du diagnostic organisationnel réalisé et des connaissances acquises sur le fonctionnement des organisations par projet, notre troisième apport consiste à généraliser nos résultats sur les mécanismes de maîtrise des risques dans les organisations par projet. L'objectif est en particulier de mettre à jour les mécanismes informels, invisibles permettant de maîtriser les risques. La prescription, bien qu'utile, est souvent insuffisante, et peut même créer de nouvelles failles. Ainsi, nous porterons notre attention sur la façon dont les acteurs, notamment par le biais d'« ententes », d'« ajustements », parviennent à compenser les failles du système. Ce troisième apport consisterait davantage en un **retour d'expérience positif** ; une fois ces pratiques informelles mises à jour, nous nous attacherons à comprendre comment elles peuvent être favorisées.

6.3 Du lien entre organisations par projet et maîtrise des risques

Dans cette troisième partie, nous cherchons à mettre en lumière notre contribution théorique. Au vu des résultats empiriques décrits dans les deux premières parties, deux cadres théoriques principaux sont mobilisés :

- ▷ la théorie organisationnelle de la sécurité, qu'elle adopte comme angle d'approche l'analyse d'accidents ou le fonctionnement normal des organisations ;
- ▷ les travaux relatifs aux organisations par projet, plus particulièrement axés sur les mécanismes de coordination dans ces organisations.

Nous puiserons dans la littérature pour mettre en lien ces différents travaux et tenter de montrer comment les modes de structuration et de rationalisation du travail à l'œuvre dans ces organisations, peuvent influencer sur les mécanismes de maîtrise des risques. Concernant la gestion de projets, outre les écrits sur le management de projet lui-même, il nous semble intéressant de regarder également du côté des travaux sur les organisations flexibles en général et sur les modes de coordination dans ces organisations.

6.3.1 La théorie organisationnelle de la sécurité

L'analyse approfondie (en particulier par des chercheurs en sciences sociales comme Turner, Perrow, Reason...) de plusieurs accidents industriels, tels que Three Mile Island, Bhopal, Tchernobyl ou encore Challenger, a permis de faire émerger le concept d'**accident organisationnel**, également dénommé **accident systémique**. Les approches organisationnelles, relayées notamment par les sociologues, sont venues enrichir les questionnements relatifs au risque et à la sécurité, jusque là plutôt réservés aux ergonomes ou ingénieurs de sûreté de fonctionnement. Dans la littérature, on trouve différentes traditions pour aborder la question de la sécurité dans les organisations à hauts risques (nucléaire, aéronautique, ferroviaire, ou encore hôpitaux) :

L'identification de facteurs de risque (ou de fiabilité) structurels. La *technologie*, tendant à se complexifier avec l'informatique, est vue comme un facteur de risque, tant pour les chercheurs du groupe des *High Reliability Organisations* (HRO)¹⁰, que pour les partisans de la

¹⁰ En Français, Organisations à Haute Fiabilité. Groupe de chercheurs né à l'Université de Berkeley en 1985 autour du professeur Karlene Roberts.

théorie du « normal accident » [Perrow 1984]. Perrow dégage deux facteurs pouvant expliquer la survenue « normale » d'accidents, liés à ces nouvelles technologies : la complexité et le couplage « fort ». Les systèmes socio-techniques complexes et fortement couplés connaissent des « interactions de séquences anormales ». Il est difficile de les prévenir car elles ne sont ni planifiées, ni attendues, ni visibles ou compréhensibles immédiatement.

Un autre facteur structurel mis en évidence est la *redondance*, qu'elle soit technique, fonctionnelle, ou organisationnelle (c'est le cas de la double vérification comme mode de contrôle, que nous avons pu observer sur notre terrain de recherche). Elle peut être vue comme facteur de fiabilité et d'efficacité (chercheurs du HRO) ou comme une source de fragilisation du système (Perrow), car elle contribue à le complexifier encore davantage.

Des travaux mobilisant la sociologie des organisations ou du travail. Les risques de la rationalisation du travail ont été principalement traités par les sociologues du travail comme [de Terssac 2001] :

“ Par risque, on entend les dommages potentiels ou effectifs, évités ou subis par les organisations productives, du fait d'une structuration interne des activités professionnelles contre-performante.

L'auteur catégorise différents types de risques issus de la rationalisation du travail, en mettant en évidence les conséquences possibles de la structuration des activités sur la productivité des travailleurs (et leur capacité à maîtriser les risques).

En premier lieu, une division du travail excessive peut conduire, par une parcellisation des tâches, à un sentiment de déresponsabilisation (ou d'isolement), à une perte de sens du travail, ou encore à des ruptures cognitives ou sociales entre différents individus ou groupes de travail. On rejoint ici nos préoccupations, relatives à la maîtrise des risques dans des organisations par projet (qualifiées d'« hybrides »), à savoir comment assurer l'existence d'une vision commune et partagée des enjeux.

Un autre risque mis en avant par l'auteur est celui de « la désintégration sociale ». Ce qui se joue ici, c'est la capacité des acteurs à coopérer et à maintenir de la cohésion et du lien social au sein d'une même communauté professionnelle, sans lesquels les objectifs et les contraintes subies dans le travail ne sont plus négociés.

Un dernier facteur interroge le lien entre formel et informel. Certains dangers de la formalisation ont ainsi été dénoncés : bien qu'elle contribue jusqu'à un certain point à clarifier et ordonner les activités, elle peut également rigidifier l'organisation et la priver des capacités d'initiatives dont elle a besoin, notamment face aux incertitudes.

Des travaux dans la lignée du courant interactionniste, tels que ceux de Strauss ou de Journé. [Journé 2001] s'est intéressé aux pratiques de gestion des risques dans les centrales nucléaires, qui appartiennent à la catégorie des « technologies à haut risque ». Il s'est plus particulièrement penché sur la manière dont les différents risques sont pris en compte et influencent les décisions. Son approche ne se limite pas seulement à l'étude de situations accidentelles. Elle porte plus généralement sur les organisations caractérisées par l'ambiguïté, l'imprévu, l'incertitude [Journé et Raulet-Croset 2004].

Ces auteurs placent au cœur de leurs analyses le concept de « situation » (issu de la sociologie interactionniste), « qui s'avère très éclairant pour comprendre l'émergence d'actions collectives organisées dans des contextes de forte incertitude et ambiguïté » [Journé et Raulet-Croset 2004]. Ils identifient trois dimensions de la situation, trois niveaux d'interactions :

- ▷ la dimension « sociale », celle des interactions entre acteurs ;
- ▷ la dimension « écologique », portant sur « l'environnement physique immédiat des acteurs » ;
- ▷ la dimension « institutionnelle » incluant les macro-structures, visibles ou invisibles, pesant sur la définition de la situation.

À partir de l'étude de deux cas, ils montrent comment les acteurs parviennent à contrôler des situations perçues comme porteuses de risques, en construisant en commun et au terme d'un processus d'enquête, un sens à ces situations. Ils mettent l'accent sur l'importance de la structure temporelle, « le temps est à la fois une ressource et une contrainte » : des phases de relâchement et de contraction du temps s'alternent, permettent simultanément de « se donner le temps de la réflexion et de convoquer d'autres acteurs » ou de créer « un sentiment d'urgence propice à la formulation d'un diagnostic ou à une prise de décision ». Par ailleurs,

la situation peut être plus ou moins fortement structurée : elle peut s'appuyer sur des routines ou des histoires communes (au quel cas les acteurs auront tendance à se tourner vers des solutions routinières), les ressources à disposition des acteurs peuvent être plus ou moins délimitées par un cadre organisationnel prédéfini. Tous ces éléments influent sur le sens donné à une situation, et sur les mécanismes qui seront mis en œuvre pour maîtriser les risques. Ces travaux sont intéressants, tant sur le plan analytique, que sur le plan des possibilités d'amélioration managériale qu'ils offrent.

[Strauss 1985] aborde également la question de la sécurité selon une approche interactionniste. Ses travaux de recherche portent principalement sur le milieu hospitalier. Il décompose le travail consistant à soigner un patient en différentes catégories qui doivent s'articuler entre elles pour assurer la sécurité, ce qui constitue un travail en soi. « Le travail d'articulation pour assurer la sécurité peut être conceptualisé comme un effort pour rationaliser le travail en vue de porter au maximum la sécurité clinique », le but étant de standardiser le travail et de le rendre le plus routinier possible (donc de diminuer les aléas). Strauss nous explique que cette rationalisation conduit à un paradoxe :

“ Les tentatives pour contrôler les aléas principaux sont si importantes que l'équipe obtient une excellente coordination du travail de sécurité, mais, dans le même temps, quelqu'un qui entre à l'hôpital pour subir une chirurgie de routine verra certaines tâches de sécurité négligées.

Cet élément nous semble particulièrement important. Il fait écho à ce que nous avons pu observer sur le terrain, à savoir le fait que les incidents sont surtout liés à des activités « classiques » ou « bien rodées ».

6.3.2 Caractéristiques des organisations par projet décrites dans la littérature

La perspective que nous adoptons est de considérer les risques endogènes à l'organisation, donc la fiabilité comme en partie déterminée par les situations de travail. Selon [de Terssac 2001] :

“ On oublie trop souvent que les pratiques déviantes ou les conflits entre collectifs peuvent être aussi le signal d'erreurs systémiques : celles dont l'origine ou la responsabilité incombent à la manière dont le système a été conçu.

C'est pourquoi il nous paraît intéressant de caractériser les organisations par projet, tant dans la dimension structurelle, qu'interactionnelle. Pour cela, nous proposons, dans la lignée des théories développées principalement par [Strauss 1985, 1988], de partir du travail lui-même, de ce que les acteurs font et de comment ils le font.

Tous les projets possèdent deux caractéristiques communes essentielles :

- ▷ ils sont temporaires : tous ont en effet un début et une fin, une date butée à laquelle il est prévu qu'ils soient achevés ;
- ▷ chacun est unique : le résultat final dépend de ce qui a été entrepris, et du contexte dans lequel le projet se déroule.

Une structuration des projets sur fond de division du travail. Le processus de gestion de projets est défini dans « ses étapes, son contenu, ses acteurs, mais aussi dans les formes de coordination de leurs activités » [de Terssac et Friedberg 1996]. Le management va ainsi s'efforcer de mettre en place une structure formelle visant à garantir le bon déroulement d'un projet dans son ensemble. Le projet va être segmenté en différentes étapes, qui seront toutes contrôlées de manière à prévenir le risque d'erreurs. [Midler 1993] met en évidence le fait que les modes de structuration dans ces activités de conception et de réalisation sont toujours liés à la fragmentation des processus, à la différenciation et à la spécialisation des acteurs. Sur notre terrain, on retrouve bien une division du travail très marquée : le projet est réparti entre groupes d'acteurs de différents métiers et différentes fonctions. Par ailleurs, il est découpé en sous-projets (chargés de la réalisation des modifications pour chacune des installations techniques), ayant chacun leurs propres temporalités. Cette division du travail conduit, comme nous l'avons expliqué dans la première partie, au cloisonnement et à l'isolement de certains acteurs. Cela pose question quant à la capacité d'action collective et de négociation dans ces organisations.

La rationalisation vise aussi à fournir un cadre ou une structure temporelle à l'action, basée sur l'établissement de plans. « Centré sur la question de la réduction des temps nécessaires

à l'obtention d'un résultat souhaité, le gestionnaire se tourne souvent vers les indicateurs de performance comme la productivité, les délais. [...] » [Journé et Raulet-Croset 2004]. Dans les projets, la planification tient donc une place très importante : les aspects coûts et délais constituent des contraintes cruciales, au cœur des préoccupations des managers et des équipes projet, reportées en grande partie sur les différents corps de métiers.

Une structuration a priori difficile ou persistant de nombreuses incertitudes. En dépit de cette structuration et de cette rationalisation du travail importante, les incertitudes, présentes dès le démarrage d'un projet, ne disparaissent pas par la suite, bien au contraire. S'il y a toujours à l'origine d'un projet « un prescripteur » initial qui peut être un « client », un « producteur », un dirigeant d'entreprise, un designer, un directeur de projet, pour autant, comme le précisent [de Terssac et Friedberg 1996], « cet initiateur ne prescrit pas le chemin à suivre ». Le problème de départ est large et peu circonscrit. Il y a beaucoup de degrés de liberté au début qui diminuent au fur et à mesure que le projet avance et que l'irréversibilité se met en place. Ainsi, au cours de l'avancement du projet, la connaissance sur le projet augmente, mais les possibilités de choix diminuent : au début du projet, la situation est celle où « on peut tout faire, mais on ne sait rien » et la fin « où l'on sait tout, mais où l'on a épuisé toutes ses possibilités d'action » [Midler 1993]. Tout au long du projet, les acteurs ont à gérer, à différents niveaux de l'organisation, une multitude de contingences, prévues ou non, qui sont autant de perturbations dans le déroulement du projet, et donc autant de contraintes pour les acteurs. Ainsi, comme le précisent [Aggeri et Segrestin 2002] :

“ *Le processus de conception s'accompagne d'une gestion permanente de problèmes, sous-tendue par trois questions centrales :*
Comment les identifier et les résoudre de manière précoce ?
Comment éviter le risque d'engorgement ?
En fonction de quels critères doit-on établir des priorités parmi les modifications ?

Ces auteurs proposent une typologie de la façon dont les modifications intervenant en cours de projets sont gérées, sur la base de trois critères :

1. la date de détection du problème ;
2. la durée de latence (durée séparant le diagnostic du moment où l'on commence à traiter le problème) ;
3. la durée de résolution.

Le premier cas est idéal : le problème est détecté précocement et sa résolution est simple et rapide. Dans le second cas, la résolution du problème est simple mais demande un temps très long. Le troisième cas est celui où le diagnostic est simple, mais où la résolution requiert des opérations de traitement très complexes. Enfin, le dernier cas est celui où le problème est identifié tardivement, sa résolution étant de plus très complexe et pouvant entraîner des modifications sur d'autres parties du projet : le projet est alors mis en péril, tant au niveau des délais que des solutions techniques préalablement envisagées.

Or, « plus l'identification des dysfonctionnements est tardive, plus leur coût est élevé » [Aggeri et Segrestin 2002], car plus le projet est avancé, plus il est difficile de remettre en cause les décisions prises en amont. Lorsque des cas défavorables comme celui décrit précédemment se produisent, les différents travaux montrent que, pour éviter de négocier ou d'entrer en conflit, les différents groupes d'acteurs vont, comme nous l'avons également observé sur le terrain, tendre à repousser la prise de décisions :

_____ Témoignage d'un chargé d'affaires _____

« J'attends des décisions de mon responsable d'entité direct, déjà. Mais lui, il dit que ce n'est pas lui, que c'est le responsable d'unité. Le responsable d'unité dit que c'est le responsable de département et puis... finalement... personne ne prend de décisions. »

Le problème reste alors en suspens, jusqu'au moment où il n'est plus possible d'attendre et qu'il faut trancher. Or la question : « Qui tranche ? » dans ces organisations est problématique : les chefs d'entité technique se retrouvent souvent dans une position difficile, entre le pouvoir plus ou moins officieux des chefs de projet, et leurs équipes qui les sollicitent dans la définition des priorités.

Ces différents aléas interviennent en outre dans un contexte de pression temporelle forte. Ils provoquent des ruptures de rythme : des périodes relativement calmes, pendant lesquelles les phases se déroulent sans heurts, alternent avec des périodes où le rythme de l'activité s'accélère subitement, les acteurs devant agir dans l'urgence. L'urgence conduira ainsi souvent les acteurs à recourir faute de temps aux solutions classiques, sans que leur pertinence dans la situation singulière ait été vérifiée.

Cette littérature présente néanmoins des limites : la plupart des travaux évoqués (Aggeri et Segrestin, Weil et Moïsson, Midler) concernent l'automobile. Les appliquer au domaine ferroviaire demande une réflexion particulière. Par ailleurs, ils s'intéressent à des organisations par projet prenant généralement la forme de « plateaux projet ». Or, les organisations projet que nous étudions ne sont pas des « plateaux projet » au sens strict. Il convient d'adapter ces travaux pour prendre également en compte les phases de réalisation, et les problèmes spécifiques aux liens conception-réalisation et projet-réalisation.

6.3.3 La prise en compte des risques dans les organisations par projet

Les résultats empiriques (relatifs aux trois étapes décrites dans la première partie) ainsi que théoriques mettent en évidence le caractère problématique, voire lacunaire, de la coordination dans les organisations par projet, tant éphémère (lors de la survenue d'un accident) que permanente (pendant toute la durée du projet). Il ressort de la littérature sur les organisations par projet qu'on ne résout plus les problèmes seul, qu'on n'agit plus seul, qu'on n'apprend plus seul. Les outils issus de la rationalisation du travail (plans, schémas) ne suffisent pas à articuler et « faire tenir ensemble » les différentes tâches à réaliser, surtout dans un contexte de temporalités très serrées. Par ailleurs, les projets sont découpés en sous-projets, avec leurs propres temporalités : cela peut compliquer le processus d'articulation dans les projets, ces sous-projets devant être articulés entre eux et avec le projet global. Il nous paraît donc pertinent de nous pencher sur la façon dont les acteurs se coordonnent dans ces univers et dont ils comblent les failles issues de la rationalisation du travail. Pour ce faire, il nous semble particulièrement intéressant dans le cadre de notre recherche de mobiliser le concept de « travail d'articulation » mis en avant par Anselm Strauss, travail supplémentaire consistant à coordonner les différentes tâches éparpillées. Ce concept offre en effet des clés explicatives très intéressantes pour la maîtrise des risques dans le cadre de projet. Les tâches, imbriquées et séquentielles dans un projet, « appellent une coordination, car elles ne s'organisent pas automatiquement d'elles-mêmes, en séquences d'action et de temps appropriées » [Strauss 1985]. Ce concept s'applique particulièrement aux organisations relativement instables, en mouvement, comme les organisations par projet car il présente l'avantage d'offrir une vision dynamique des processus de coordination. Le travail d'articulation n'est en effet pas donné une fois pour toutes : il est sans cesse remis en question, menacé plus ou moins fortement, bref, désarticulé par les contingences du projet. Il est par ailleurs difficile à mettre en œuvre car il est souvent distribué, délégué et tacite, chacun ayant sa propre vision ou estimation de ce qu'il convient d'articuler, quand et avec qui.

Le travail d'articulation apparaît comme un « méta-travail », présent dans toutes les sphères du travail, et à toutes les phases d'un projet. À la question « Qui est responsable du travail d'articulation ? », Strauss répond : « Tout le monde ». Il nuance toutefois son propos en distinguant le travail d'articulation explicite et implicite. Si certains acteurs sont affectés formellement à coordonner des aspects particuliers du déroulement d'un projet, ils sont loin d'être les seuls à jouer ce rôle de coordinateur. Tous s'emploient donc, avec plus ou moins de discrétion, à articuler le travail, à « faire tenir ensemble » les différents aspects du travail. Pour ce faire, ils négocient, font montre de persuasion, réalisent des arrangements, des « ententes » plus ou moins tacites. Strauss montre comment, à l'hôpital, médecins, infirmières, aides-soignantes, mais aussi patients, peuvent être sources de désarticulation et négocient alors en permanence pour « réarticuler » les tâches les unes avec les autres, en prenant en compte éventuellement de nouvelles tâches ayant émergé.

Ce travail d'articulation présente notamment une caractéristique principale (Schmidt & Bannon, 1992, cité dans [Jacques et Latiers 2007]) :

“ Il est invisible dans les modes de rationalisation formelle du travail, comme la planification. S'intéresser au travail d'articulation permet donc d'explorer les aspects informels et tacites du travail.

On voit donc la richesse de ce concept, en particulier lorsqu'il est appliqué aux organisations par projet. Il permet non seulement de voir comment les tâches sont coordonnées, mais aussi

sur quels mécanismes se basent les acteurs pour hiérarchiser les priorités, résoudre les conflits de temporalité, et finalement construire un « ordre négocié » [Strauss 1988] dans un univers instable et relativement chaotique.

6.4 Conclusion : premiers résultats et perspectives

En guise de conclusion, nous souhaitons tout d'abord revenir sur et développer certains résultats et perspectives, et amorcer une conceptualisation.

Pour mener à bien notre recherche, nous sommes partis de la réalisation de REX sur des situations de travail. En nous appuyant sur nos connaissances théoriques, notamment en sociologie, nous avons cherché à aller plus loin dans la technique de REX, en proposant aux industriels un véritable diagnostic organisationnel. Ceci a permis d'une part certaines évolutions dans ces organisations, d'autre part, un enrichissement des théories existantes, sur le REX mais aussi sur la maîtrise des risques dans ces organisations par projet.

compagnonnage

Premièrement, il ressort de nos investigations de terrain que le **recouvrement des compétences** entre acteurs contribue largement à la maîtrise des risques. Ce recouvrement peut prendre différentes formes, plus ou moins formelles. Le compagnonnage est ainsi une méthode formelle de recouvrement des compétences : le nouvel arrivant, pendant sa période de formation, est suivi par un ancien, à qui il peut (et doit) s'adresser en cas de doutes. Un autre facteur explique ce recouvrement, particulièrement vrai chez les anciens : les agents au cours de leur carrière passent d'un poste à l'autre au sein d'une même spécialité technique (par exemple de la conception à la réalisation, ou encore à la vérification). Ainsi, chacun connaît en partie le métier de l'autre, ce qui facilite grandement les négociations entre les acteurs à toutes les étapes du projet, y compris lors de la survenue de contingences non prévues. Ceci permet également d'injecter plus de souplesse dans la gestion des aléas, et de minimiser, par le biais d'arrangements ponctuels, les contraintes qui y sont liées. Toutefois, ceci n'est plus vrai lorsque l'on considère les interactions entre signalisateurs et équipes projet : leurs compétences sont très différentes et très spécifiques : on remarque à l'inverse que les arrangements et ajustements entre ces groupes d'acteurs sont très problématiques. Les signalisateurs, situés tout à fait en aval du processus, subissent ainsi de plein fouet les contraintes émanant des équipes projet, sans pouvoir les négocier.

Deuxièmement, les maîtres d'œuvre finissent par s'épuiser à gérer les contraintes au quotidien et à effectuer ce travail d'articulation, de manière en plus relativement informelle et implicite. On peut alors observer chez ces acteurs le développement d'un sentiment de lassitude [Alter 2000]. Cela entraîne des effets pervers pour le fonctionnement du projet, mais aussi plus particulièrement pour la maîtrise des risques ou le « travail de sécurité ».

Comme nous l'avons précisé, l'analyse des données récoltées n'est pas terminée : les conclusions, ainsi que la problématique, peuvent encore évoluer, ou tout au moins être enrichies. Nous pensons toutefois que le concept d'articulation nous aidera à mieux comprendre comment les différentes tâches d'un projet sont coordonnées et négociées, et comment les différentes contingences sont prises en compte dans le déroulement d'un projet.

Un point nous paraît en conclusion important à souligner, d'autant qu'il est tout à fait dans la philosophie de la FonCSI : une contribution théorique a d'autant plus de valeur qu'elle est ancrée expérimentalement, et qu'elle peut contribuer à aider les industriels dans leur démarche d'amélioration permanente. Par là, nous voulons signifier que le but d'une recherche n'est pas simplement de venir compléter ou enrichir des théories, de mettre en avant de nouveaux concepts, mais aussi d'apporter une contribution pratique et concrète aux industriels qui, en nous laissant accéder à leurs terrains, nous aident à mener notre recherche. C'est donc bien une dynamique de construction, de développement et d'enrichissement mutuels qu'il faut tendre à mettre en place. Ceci implique de passer du temps avec les acteurs, ce qui n'est pas toujours facile, pour instaurer un climat de confiance. C'est une approche sur le long terme, qui conduit à amasser une quantité d'informations, qu'il faut par la suite décrypter, trier, organiser, dans le but de faire ressortir des concepts et surtout de les mettre en relation.

Sécurité industrielle et sous-traitance dans l'aéronautique : comment renforcer le REX ?

Doctorant	Colin Lalouette
Directeurs de thèse	Bernard Pavard (IC3-IRIT) Jean-Marie Jacques (ReCCCoM ¹ –Université de Namur) Jean-Luc Wybo (Centre de recherche sur les Risques et les Crises-Mines-ParisTech)
Terrain industriel	Airbus

La concurrence dans les organisations en général, et dans le secteur aéronautique en particulier, est telle qu'il est constamment nécessaire de réduire la longueur des cycles de développement des produits. Par exemple, Airbus vise à la réduction du temps de développement des avions par le biais de différents projets internes et par une politique d'appel à la sous-traitance de plus en plus fréquente. Cette réduction du temps du cycle permet de proposer un portefeuille de produits optimisé, au maximum en adéquation avec les besoins des clients, et, permet ainsi à l'entreprise d'être toujours plus compétitive sur le marché [Alcouffe et Corrége 2004].

La concurrence, associée à d'autres facteurs tels que la fluctuation dans les ventes d'avion, contraint les constructeurs aéronautiques à se concentrer sur les projets, produits et processus issus de leurs cœurs de métier [Accart 2003]. C'est dans ces cœurs de métier que se trouvent les plus hautes valeurs ajoutées des constructeurs [Pralad et Hamel 1990]. L'appel de plus en plus fréquent à la sous-traitance trouve aussi son origine dans ce recentrage sur les compétences et capacités clés de l'entreprise.

On ne peut donc plus considérer l'entreprise comme une entité individuelle isolée ; en multipliant les interfaces et les interactions avec différents types de sous-traitants, elle devient un système multi-organisationnel complexe. Cette nouvelle configuration a bien évidemment des conséquences quant à la maîtrise des risques et la gestion de la sécurité. Or, malgré sa complexité, l'industrie aéronautique est un secteur parmi les plus performants en terme de fiabilité technique et organisationnelle [Amalberti 1996].

Nous nous proposons d'étudier les modalités du management de cette fiabilité face à l'extension de l'entreprise et à l'organisation de la sous-traitance. Notre étude porte sur les conditions d'une bonne gestion des connaissances entre donneur d'ordres et sous-traitant, et notamment sur la consolidation du **retour d'expérience inter-organisationnel** pour augmenter la fiabilité organisationnelle. Nous nous focaliserons en particulier sur les **mécanismes informels** de retours d'expérience qui semblent être porteurs de progrès dans l'acquisition de cette fiabilité.

¹ Research Center for Crisis and Conflict Management.

Ce chapitre est structuré en quatre parties. Dans un premier temps, nous exposons le contexte de la sous-traitance dans l'aéronautique et plus particulièrement chez Airbus, notre terrain industriel, ainsi que ses conséquences sur la gestion des connaissances liées à la sécurité. Nous axons la seconde partie sur des aspects plus spécifiques inhérents à cette redéfinition des contours, présentons notre angle d'étude et les apports attendus de notre recherche. La troisième partie consiste en un état des lieux de différents axes théoriques qui nous permettront de fixer le cadre de nos travaux pour enfin établir nos hypothèses de recherche. La dernière partie présente une synthèse de nos travaux et précise les perspectives de notre recherche.

7.1 La sous-traitance dans l'aéronautique et ses conséquences sur la gestion des connaissances

Il convient dans un premier temps de préciser les caractéristiques de la sous-traitance dans l'aéronautique en général et chez Airbus en particulier afin d'avoir une vision claire sur comment l'entreprise se reconfigure en présence de l'intensification de l'appel à la sous-traitance (en terme de gestion des connaissances et notamment de REX pour la maîtrise des risques).

7.1.1 L'entreprise étendue

La sous-traitance se décline sous diverses formes en fonction du degré de collaboration avec le donneur d'ordres [Alcouffe et Corrége 2004]. D'une manière synthétique, il est nécessaire de préciser au préalable que, dans la conception aéronautique, deux mondes coexistent :

- ▷ d'une part le monde des « Systèmes », qui répond aux différentes fonctionnalités de l'avion et qui comprend les « Équipements » (systèmes embarqués, dispositifs mécaniques et hydrauliques, *etc.*) ainsi que les « Composants » nécessaires pour relier ces équipements (câblages électriques, tuyauteries, *etc.*);
- ▷ d'autre part le monde de l'« Aérostructure » qui lui comprend l'ensemble des éléments constituant l'« ossature » externe et interne de l'avion (ailes, fuselage, *etc.*).

On peut résumer les diverses formes de sous-traitance en conception et en production, en les présentant selon un ordre croissant de collaboration et de délégation de pouvoir (*cf.* Figure 7.1) :

- ▷ *build to print suppliers* : fabricants d'éléments aérostructuraux déjà dimensionnés ;
- ▷ *jigs & tools suppliers* : fabricants d'outillages pour une production assurée par Airbus en interne ;
- ▷ *authorized engineering services suppliers / engineering services suppliers* : sociétés de services en ingénierie pour la conception de systèmes ou de parties de l'aérostructure (avec ou sans délégation d'autorité de conception) ;
- ▷ *equipment & systems suppliers* : entreprises assurant la conception et la production de systèmes et d'équipements ;
- ▷ *risk sharing partners* : sous-traitants globaux assurant la conception et la production d'éléments constitutifs aérostructuraux de l'avion (avec parfois des systèmes déjà intégrés).

Le niveau de collaboration le plus avancé est donc la **sous-traitance globale**, connue sous l'appellation anglo-saxonne *risk sharing partner* [Prax 2003]. Dans cette forme de sous-traitance, les partenaires assument ensemble les coûts de développement d'éléments constitutifs d'avions. En contrepartie, ce type de sous-traitant produit lui-même ces éléments, ce qui lui assure de pouvoir les vendre et d'être rémunéré pendant toute la durée de vie de l'avion (soit plusieurs dizaines d'années) : les sous-traitants globaux s'inscrivent donc dans une logique de retour sur investissement et non pas dans celle d'une prestation classique. Ils possèdent par ailleurs une délégation d'autorité de conception, ce qui signifie que ce sont eux qui conçoivent l'avion à partir de données fournies par Airbus. C'est pour cette raison que le terme de « **partenariat** » est plus approprié pour décrire leurs interactions avec le donneur d'ordres.

Pour le constructeur aéronautique qu'est Airbus, la sous-traitance globale conçoit — mais aussi produit — une partie non négligeable des éléments constitutifs de l'avion. Le modèle d'Airbus tend donc à se rapprocher de plus en plus de celui de ses pairs industriels du secteur automobile² qui portent désormais l'appellation d'« **intégrateurs** ».

² L'activité principale de ce secteur ne se limite plus à construire des éléments mécaniques ou de carrosserie, mais consiste bien à les intégrer en un ensemble qu'est une voiture.

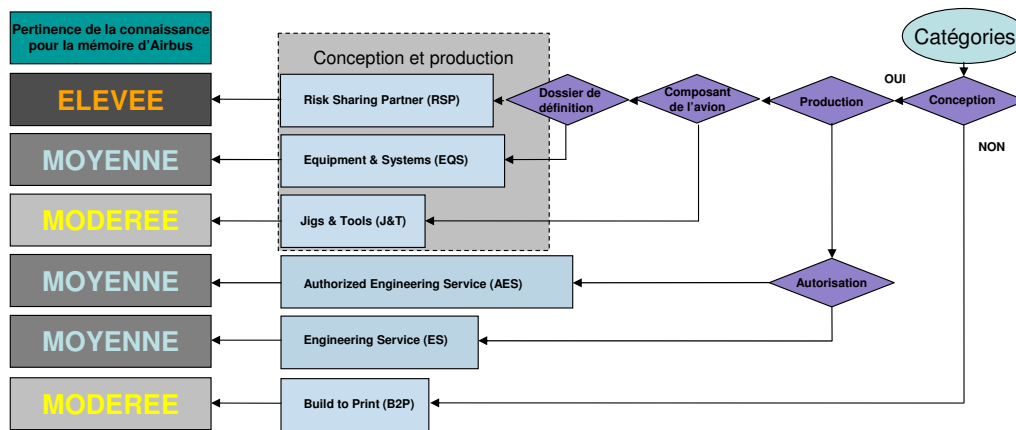


FIG. 7.1 – Modèle de représentation de la sous-traitance en fonction de la pertinence du savoir

Bien qu'ils soient parfois manufacturés à l'extérieur des sites d'Airbus par les sous-traitants globaux, les éléments constitutifs de l'avion sont souvent issus d'une **co-conception** lors d'une **phase de conception commune en plateau**. Ces bouleversements nous montrent bien que les modèles industriels s'orientent de plus en plus vers une entreprise fondée sur la **connaissance** [Hejduk 2005 ; Nielsen 2002 ; Renou 2004] puisqu'ils recherchent et utilisent les expériences et compétences de plusieurs entreprises de manière simultanée.

Les alliances d'entreprises basées sur la connaissance [Nielsen 2002 ; Reid 2000] partagent une vision stratégique plus large que celle que l'on trouve dans le modèle en réseau classique dénommé par « chaîne logistique » ou « *supply chain* » [Capraro et Baglin 2002]. Ce nouveau type d'organisation, fonctionnant en majeure partie grâce à un mode *concourant* (soit qui concourt à un même but, qui converge dans une même direction) et *collaboratif* [Boughzala et al. 2001], est désigné comme étant une « **entreprise étendue** » [Davis et Spekman 2003] ; ce concept est actuellement au cœur de nombreuses problématiques de recherche [Kim et al. 2004].

Alors que ce modèle d'entreprise étendue est relativement nouveau, certaines entreprises ont amorcé l'application des pratiques qui lui sont associées dès le début des années 1970. Par exemple, Airbus peut-être qualifié d'entreprise étendue puisque, depuis sa création, ce *consortium* européen a été le fruit de l'alliance économique de quatre grandes compagnies aérospatiales européennes (Aérospatiale, British Aerospace, CASA et Daimler Aerospace) qui ont unifié leur destin pour créer une entité commune et collaborative. Les *consortia* de ce genre que sont les entreprises étendues, sont basés sur un modèle de confiance où tous les membres gagnent si le groupe gagne. L'entreprise étendue symbolise une approche révolutionnaire du comportement compétitif et de la manière dont les entreprises conçoivent leurs relations d'échanges [Davis et Spekman 2003].

Ces entreprises se positionnent donc dans une nouvelle ère économique, avec de nouveaux enjeux, de nouveaux défis et de nouvelles contraintes. Ces contraintes sont d'ordres scientifique, technique, organisationnel, mais aussi social, psycho-cognitif voire même philosophique. Les entreprises trouvent généralement les véritables clés pour dépasser ces contraintes au sein de deux disciplines : la gestion des connaissances ou *knowledge management* en anglais [Balmisse 2002] et la gestion du capital humain [Bontis 2000 ; Qureshi et al. 2006]. Dans cette mondialisation complexifiant les marchés et les flux, les défis sont corrélés à l'excellence à répondre pleinement aux nouveaux objectifs économiques ciblant leurs priorités sur les cœurs de métier [Hamel et Prahalad 1994 ; Prahalad et Hamel 1990 ; Prax 2000, 2003]. Les enjeux sont liés aux moyens à mettre en œuvre, puis à développer, pour gérer au mieux les connaissances dans l'entreprise étendue [Sellini et al. 2006] afin de conserver, puis d'améliorer, les performances économiques et la sécurité face à un environnement mondialisé.

entreprise étendue

7.1.2 La gestion des connaissances et le REX dans l'entreprise étendue

Parmi les enjeux consécutifs à cette nouvelle donne, se trouve celui de la gestion des risques. Le concept d'entreprise étendue induit un repositionnement du système de gestion des connaissances pour le management de la sécurité. La gestion des connaissances est contingente et varie donc selon le secteur d'activité, la taille des entreprises et selon que l'on prend la vision des Ressources Humaines, de la Direction des Systèmes d'Information ou encore d'un service spécifiquement dédié à cette tâche. Quoiqu'il en soit, la gestion des connaissances a pour objectif de mieux percevoir les éléments et processus informationnels de l'organisation. Cette perception plus adéquate favorise un nouvel usage de la connaissance et une nouvelle capacité d'intégration de la connaissance à la vie opérationnelle et stratégique de l'organisation. La gestion des connaissances, de par son impact sur la stratégie, la structure, la décision et l'identité ou culture interne est une fonction de politique générale [Detrie 2005]. La gestion des connaissances peut alors s'apparenter à du conseil en organisation en termes d'approche, d'impact et d'objectif [Tisseyre 1999]. D'un point de vue de ses activités, la gestion des connaissances s'applique à un large panel de possibilités : des outils de veille économique à l'intégration informatique de collecticiels (logiciels pour une utilisation collective) en passant par des applications de *e-learning* par exemple. Le champ de la gestion des connaissances est encore peu unifié, ce qui entraîne controverses et contradictions sur ses contours. Toutefois, il est important de préciser que les outils et méthodes de gestion des connaissances vivent principalement par, et à travers le REX issu des connaissances tacites des acteurs [Polyani 1958]. Voici les objectifs du REX que nous avons identifiés et mis en avant par rapport à notre angle de recherche :

- ▷ la capacité à prendre les meilleures décisions dès la première fois : la contextualisation du REX permet d'appliquer des solutions automatiquement dès lors que l'on se trouve face à une même problématique dans un même contexte ;
- ▷ la réduction de la durée des cycles de décision : le REX contribue à améliorer les *workflows*³ de décision ;
- ▷ la réduction de la subjectivité : la rationalisation par le REX explique objectivement les raisons d'une décision ;
- ▷ le développement de la capacité d'innovation : l'utilisation de REX pour les activités routinières laisse davantage de temps pour innover ;
- ▷ la diffusion de l'excellence, des meilleures pratiques et des faits techniques analysés : le REX permet le partage et la mise à jour des référentiels métier notamment ;
- ▷ le développement de la capacité d'apprentissage : le partage de REX en communauté accroît la mémoire collective.

Le REX s'inscrit donc dans la gestion du capital intellectuel de l'entreprise, des collectifs et des individus.

Le modèle de l'entreprise étendue consacre ainsi autant d'importance aux flux d'informations et de connaissances qu'aux flux physiques, par rapport à celui de la chaîne logistique. Les entreprises sont liées, voire immiscées les unes dans les autres, du point de vue de leurs richesses immatérielles. Les entreprises se formant ainsi en réseau deviennent des **organisations apprenantes** [Belet 2002 ; Senge et al. 1994] où la connaissance devient la principale source de transaction.

Ainsi, étant dépendante de la gestion des connaissances qui elle, repose en grande partie sur le REX, l'entreprise étendue dépend donc partiellement du REX pour son bon fonctionnement global.

Or, de nombreux paramètres font en sorte que la connaissance de l'entreprise étendue et son REX ne transitent pas entre organisations comme il le faudrait, et ceci pour plusieurs raisons :

- ▷ les entreprises en sous-traitance ne sont jamais sûres d'être sélectionnées pour les appels d'offres à venir et, par conséquent, préfèrent ne donner que le strict nécessaire de connaissances afin de devenir autant que possible indispensables ;

³ Littéralement : « Flux de travail » ; terme anglais pour désigner un flux d'informations conduisant à un enchaînement de tâches au sein d'une organisation.

- ▷ les entreprises en partenariat stratégique se trouvent souvent être aussi des partenaires ou sous-traitants des concurrents principaux, ce qui entrave les communications et les échanges sur les sujets les plus riches et innovants ;
- ▷ dans la gestion, la propriété intellectuelle joue un rôle important, sa protection est souvent un facteur de rétention d'information et d'imperméabilité entre organisations ;
- ▷ malgré la mise en place aujourd'hui de la pratique d'entreprise étendue, la volonté de transparence qui en est le vecteur principal de succès n'y est pas assez intégrée, rendant l'instauration d'une culture du partage et d'un climat de confiance entre entreprises difficiles.

concurrence

propriété
intellectuellemanque de
transparence

Face à ces multiples freins et barrières, les outils de gestion des connaissances et de REX inter-organisationnels sont encore peu répandus. Ce manque de REX ne contribue pas à la performance maximale du système, car le REX pourrait augmenter la fiabilité organisationnelle en diminuant notamment les risques projet (nous détaillerons ce point dans la suite du texte). La question principale, sous-tendant la problématique générale, apparaît alors d'elle-même :

« **Par quels moyens est-il possible de renforcer le REX dans l'entreprise étendue ?** »

7.1.3 Le REX sur notre terrain industriel

Précisons dans quels termes nous allons envisager le REX : à travers ses objets, sa forme ainsi que son organisation au sein d'Airbus. Il est important également pour la suite de ne pas se restreindre au type de REX formalisé que nous allons présenter principalement, car nous travaillerons aussi beaucoup sur le REX informel. Quoiqu'il en soit, les objectifs de chacun de ces REX, formels ou informels, restent équivalents : la diffusion de l'excellence, l'apprentissage collectif, la montée en compétence, *etc.*

Objets du REX

Le REX que nous entendons n'est pas exactement le même que celui que l'on trouve classiquement dans les travaux portant sur la sécurité et le risque [Amalberti et Barriquault 1999 ; Gilbert 1999 ; Lim et al. 2002]. Bien sûr des « REX sécurité » sont réalisés chez Airbus lors des accidents et incidents ; ils ont alors des processus spécifiques et relatifs aux sujets qu'ils traitent (accidents en production ou incidents lors de la phase d'essais d'un avion par exemple). Mais nous insistons bien sur le fait que ce n'est pas ce genre de REX qui nous intéresse. Les REX pertinents et en cohérence avec notre problématique, sont les REX techniques et organisationnels qui pourraient permettre d'améliorer le fonctionnement global des projets d'Airbus en général et de son entreprise étendue par voie de conséquence.

Objets concernés par le REX chez Airbus

Plusieurs typologies de bonnes pratiques et de faits techniques analysés ayant eu un mode de résolution adapté, sont décrites à travers l'outil de capitalisation de REX chez Airbus :

- ▷ la gestion haute du programme avion (gestion des risques, planning, budget, *etc.*) ;
- ▷ les processus organisationnels (interfaces, intégration des sous-traitants, *etc.*) ;
- ▷ les facteurs humains (formations, communication, *etc.*) ;
- ▷ les disciplines transverses (qualité, gestion de configuration, *etc.*) ;
- ▷ les méthodes et outils (supports informatiques, supports techniques, *etc.*) ;
- ▷ les données techniques du produit ou celles liées à sa conception (calculs, *stress*, *etc.*).

Ces REX, qu'ils soient formels ou informels, permettent d'améliorer le partage d'informations et de connaissances grâce au principe de l'apprentissage organisationnel [Argyris et Schön 1978] que nous détaillerons *infra* (cf. Section 7.3.4).

Formes du REX

Les REX se retrouvent sous un format de fiches informatisées (cf. Figure 7.2). Un outil applicatif permet la génération, la diffusion et la maintenance de cette informatisation au travers des processus qu'il manipule et d'une base de données qu'il gère.

Types de fiches REX à Airbus

Typiquement à Airbus, les fiches de REX sont classées explicitement en deux typologies :

- ▷ les bonnes pratiques (idées techniques ayant fait leurs preuves, plans d'action efficaces sur un processus opérationnel, recommandations d'amélioration, etc.);
- ▷ les faits techniques analysés (résolution technique avancée et explicitée).

Afin d'être retrouvées facilement, ces fiches incluent dans l'objet de leur titre des adjectifs qualificatifs rappelant une des deux typologies précitées.

AIRBUS		Reference:	100
Lesson Learnt Card		Issue:	1
Title: Time effect on parameters monitoring functions			
Originator:		Created:	18 Mar 2005
DEC / PEC:		Submitted:	
Domain:	EYAK- Wiring Systems	Released:	
Program / Project:	Single A330 - Long Range	Status:	Draft
ATA:	ATA 31-00	Impact:	High
Product:	FMS - ADR Monitoring	Confidentiality:	
LL Type:	Technical		
Subject: The need to monitor in the FMC the time between different time intervals after liftoff. Due to the failure cases to be covered by the monitoring, the on ground checks shall be executed before the aircraft is powered. The checks are to monitor the behavior of the hardware. As the aircraft is powered, the hardware shall be checked during the time delay between the two adjacent measures, each single occurrence of the aircraft shall be taken into account for the monitoring. It is important to ensure all possible cases that will occur in the monitoring (configuration, 11 minutes or more than 11 minutes). The monitoring shall be handled due to its level of time.			
Illustrations: 		Context: For detail on the design of this part, see ref [1].	
Solution: Change the monitoring to occur at a shorter period of time.		Rules and Recommendation: To reduce the minimum time between two occurrences of the same value for comparison monitoring purpose. The more the monitoring is, the more time it takes to be compared with the monitoring.	
Reference doc: [1] Technical Note ref: ESI301PW0308 v01			

- titre du REX
- résumé du sujet rencontré ;
- contexte et causes du sujet ;
- solution apportée sur le moment ;
- recommandation pour traiter le sujet s'il devait se reproduire ;
- illustration ou lien vers des documents ;
- domaine, programme et produit concerné ;
- nom du créateur de la fiche ;
- nom du demandeur à l'origine de la fiche ;
- nom de l'expert ayant apporté ses commentaires
- statut (brouillon, en cours d'approbation, etc.)
- ...

FIG. 7.2 – Exemple de fiche de REX technique

Organisation du REX

L'organisation globale de gestion du REX s'appuie sur plusieurs processus impliquant des acteurs humains représentant soit les fournisseurs de REX, soit les approuvateurs, soit les clients à travers les différents départements.

Processus d'entreprise cadrant le REX

Trois processus sont mis en place à Airbus à travers l'outil applicatif, un processus de capture (dont l'acteur principal est l'auteur de la fiche), un processus de réutilisation (dont l'acteur principal est une personne chargée de réinjecter les REX des programmes précédents aux personnes correspondantes sur un nouveau programme) et un processus de maintenance (dont l'acteur principal est le coordinateur d'un service précis). D'autres sous-processus permettent de faire vivre les trois premiers : ajout de commentaires par des experts, demandes de fiches de la personne devant ensuite les réinjecter à un coordinateur, recherches personnelles de fiches, activités *ad hoc*, etc.

7.2 Comment améliorer la fiabilité organisationnelle dans l'entreprise étendue ?

Dans le chapitre précédent, nous avons évoqué certains facteurs susceptibles d'entraver le transit des connaissances et le REX au sein de l'entreprise étendue. Nous allons maintenant préciser deux points critiques en ce qui concerne la maîtrise des risques, inhérents à ce contexte. Nous allons exposer comment, à travers nos travaux, nous évaluerons les solutions développées chez Airbus pour limiter les vulnérabilités et analyser la pertinence des REX inter-organisationnels afin de pouvoir en identifier des pistes d'amélioration.

7.2.1 La maîtrise des risques dans l'entreprise étendue

Tout d'abord, une fragilité potentielle associée au manque de circulation du REX technique pourrait apparaître. En effet, un des risques avérés lorsque le donneur d'ordres délègue la réalisation d'un produit, réside dans la possibilité de ne plus posséder à terme une expertise intégrale du produit conçu. C'est pourquoi la décision de produire en interne ou bien de sous-traiter, « *Make or Buy* »⁴ en anglais, est un choix tactique et/ou stratégique de l'entreprise ; cela permet de choisir les cibles du cœur de métier. Dans de telles conditions, le risque à sous-traiter devient un risque préalablement identifié, localisable et analysé en conséquence au sein de l'entreprise. En agissant de la sorte, tout est calculé pour que la maîtrise s'accumule chez le sous-traitant sans que ce soit au détriment du donneur d'ordres. Dans le cas contraire, le fait de ne pas concevoir en interne pourrait réduire à force considérablement les connaissances dans le domaine. Cette diminution des compétences sur l'expertise et sur la maîtrise pourrait alors être un risque notablement perturbateur. Cela sous-entendrait qu'à terme, le donneur d'ordres ne pourrait plus juger de la pertinence des solutions techniques en réponses aux exigences qu'il a formulées (cf. Figure 7.3).

Le phénomène précité de perte de connaissances est appelé « **amnésie d'entreprise** » [Sharif et al. 2005]. Il est par exemple reconnu aujourd'hui que l'on serait incapable de refaire la plupart des projets techniques avancés, antérieurs aux années 1980. En effet, les experts de l'époque sont retraités, quant à la documentation, elle ne serait pas suffisante pour rationaliser les mémoires de projet et les prises de décisions sur les choix techniques et technologiques (archivage non régulier, rédaction de mémos inadéquats, décontextualisation de l'information, etc.). Ce problème a heureusement été anticipé pour d'autres programmes comme ceux du CEA⁵ lors de la construction des centrales nucléaires françaises.

amnésie d'entreprise

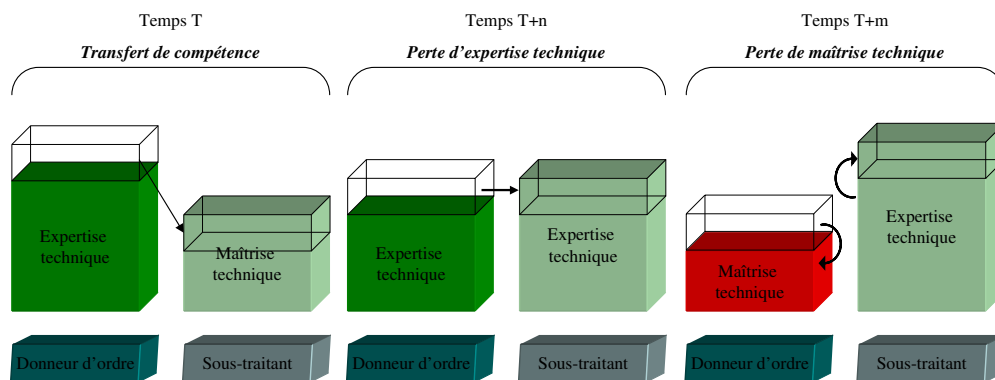


FIG. 7.3 – Du transfert de compétence à la perte de maîtrise technique

⁴ Littéralement : « Fabriquer ou Acheter ».

⁵ CEA : Commissariat à l'Énergie Atomique.

Si certaines organisations n'ayant pas anticipé et/ou géré ce problème lié à la sous-traitance se trouvent dans la situation précédemment décrite, celle-ci ne se rencontre pas chez Airbus. Afin de pallier les perturbations présentées ci-dessus, Airbus a toujours gardé un minimum d'activité dans tous les domaines externalisés ayant des savoirs trop spécifiques à la compagnie. Nonobstant les actions anticipatrices d'Airbus, la présente étude vise à trouver d'autres processus d'amélioration, ce qui montre la volonté d'Airbus de conserver une expertise particulièrement élevée en interne.

Pourrait également émerger une fragilité liée au contexte organisationnel. Le terme d'entreprise étendue sous-tend plusieurs niveaux de sous-traitance, des collaborations transverses, des créations de « *joint ventures* »⁶, etc. Le nombre d'interfaces croît dans ce cas de manière exponentielle à chaque fois que l'on descend d'un niveau organisationnel. Concernant le domaine de la sécurité, il a été clairement établi que c'est au niveau des interfaces que les plus gros potentiels de danger apparaissent. L'appel croissant à la sous-traitance augmente de manière drastique le nombre de ces interfaces. Cette croissance, si elle est aisée à intégrer intellectuellement, est difficile à gérer opérationnellement lorsque l'on est donneur d'ordres, ou au premier rang de sous-traitance.

Les pratiques managériales sont différentes pour chaque entreprise (voire au sein d'une même entreprise) : la gestion de configuration, les procédures qualité ou encore les systèmes d'information sont autant de pratiques pouvant amener à un problème organisationnel. Ce problème organisationnel peut entraîner *in fine* un **risque projet** pouvant affecter un des trois indicateurs de performance que sont la qualité, le coût et le délai.

C'est par le biais de la maîtrise des risques que l'entreprise accroît sa **robustesse**⁷ en anticipant les possibles perturbations et risques projet. Nous allons voir dans l'exemple suivant que le REX formalisé est parfaitement propice à l'amélioration de cette maîtrise.

Bonnes pratiques chez Airbus

De nombreux Centres d'Excellence (équipes multidisciplinaires en charge de la réalisation des produits) chez Airbus intègrent directement les REX organisationnels dans leur plan de *Risk Management*. Les causes des problèmes formalisées dans ces REX sont considérées comme des risques, puisqu'elles peuvent se répéter d'un programme aéronautique à un autre. Elles se voient en conséquence attribuer tout un ensemble de mesures (action préventive, action corrective) et de paramètres (responsables, date de prévision, efficacité escomptée des mesures, etc.) pour éviter qu'elles se reproduisent par la suite. Les REX accompagnent clairement un plan d'assurance qualité et d'excellence industrielle en support au management de l'entreprise.

7.2.2 Améliorer le REX inter-organisationnel

Dans le cadre de notre recherche, nous nous focalisons sur deux des principaux rôles du REX que nous avons identifiés en première partie :

- ▷ la diffusion de l'excellence, des meilleures pratiques et des faits techniques analysés avec un mode de résolution adapté ;
- ▷ le développement de la capacité d'apprentissage.

Nous cherchons à favoriser ces deux rôles dans le contexte de l'entreprise étendue.

Suite aux commentaires sur les objets, la forme et l'organisation du REX, se dégagent trois conclusions principales :

- ▷ une capitalisation de REX, par chacune des deux parties (donneur d'ordres et sous-traitant), sur des objets de type technique ou organisationnel, accompagnée d'un partage mutuel entre elles, permettrait de pallier fortement les difficultés rencontrées dans les projets. Les REX rationalisés (formels) ou tacites (informels) permettraient aux deux protagonistes de travailler et de s'organiser d'une manière robuste et dynamique ;

⁶ Entreprise commune ou coentreprise.

⁷ Le terme de robustesse fait référence à la capacité que possède une entreprise à faire face aux perturbations qui proviennent de changements internes ou de l'environnement extérieur, ou bien encore par exemple de l'incomplétude, ou de l'inexactitude, des procédures, consignes et manuels à suivre en fonctionnement nominal (Fonctionnement normal, quotidien de l'entreprise).

- ▷ la forme du REX formel telle qu'elle est construite aujourd'hui permet pleinement de rationaliser une grande partie des points forts et des points faibles d'un projet. Une double montée en compétence (cf. Figure 7.4) peut être facilitée à condition que chaque acteur prenne le temps d'intégrer dans son organisation les documents précités ;
- ▷ une meilleure organisation du REX inter-organisationnel ouvrirait de nouvelles perspectives quant à l'intégration de processus formels de REX et une facilitation des processus informels.

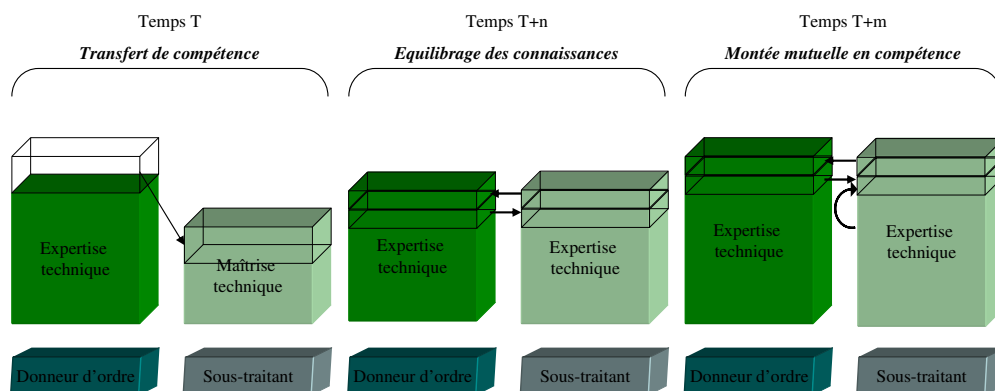


FIG. 7.4 – Du transfert de compétence à la montée mutuelle en compétence

Sachant que peu d'études ont été effectuées au sujet des processus d'apprentissage proprement dits à partir de REX mutuels entre plusieurs organisations [Holmqvist 2003], nous avons décidé de déterminer nous-mêmes de nouveaux processus pour améliorer les REX afin d'augmenter la fiabilité organisationnelle⁸ et de diminuer le risque projet.

Nous nous attacherons à déterminer sur le terrain quelles sont les conditions optimales de coopération entre donneur d'ordres et sous-traitant.

Notre hypothèse est qu'en marge du REX formalisé, procéduré, les mécanismes d'échange et de partage **informels** sont porteurs de **souplesse** et d'**adaptabilité**, qu'ils sont par conséquent bénéfiques pour l'entreprise étendue et contribuent à une meilleure fiabilité. Notre objectif sera donc de détecter sur le terrain les **pratiques informelles pertinentes pour la sécurité** et de déterminer quels sont les processus à développer pour favoriser leur émergence.

Une réelle complétude ne peut se faire qu'à travers une collecte d'**entretiens** accompagnée d'une **observation participante**. Ce n'est qu'une fois ces deux actions réunies que peut être vraiment perçu le seul et véritable environnement dans lequel les acteurs de l'entreprise exercent leurs tâches et appréhendent les actions [Rochlin 2001]. En suivant cette logique, voici la méthodologie utilisée pour nos recherches :

Analyse exploratoire

Nous avons tout d'abord réalisé une **analyse qualitative exploratoire** sur un corpus de vingt-cinq entretiens avec des cadres d'Airbus lors d'une observation participante en réalisant des REX opérationnels pour le service de gestion des connaissances. La plupart de ces personnes appartenaient à des services et à des fonctions différents ce qui a élargi le spectre des réponses. Cette exploration en *terra incognita* nous a permis d'induire des éléments à discussion concernant les pratiques de management avec la sous-traitance (problématique d'adaptabilité de l'environnement, émergence de relations informelles sur les plateaux de conception, etc.). C'est grâce à cette analyse exploratoire, et à l'état de l'art sur les approches existantes, qu'une **grille d'analyse** a été construite pour l'analyse qualitative.

⁸ Fiabilité concernant l'adéquation de relations complexes et d'interdépendances entre les éléments des sous-systèmes sociaux (*i.e.* les acteurs), techniques (*i.e.* les outils en support) et organisationnels (*i.e.* la gestion des deux autres sous-systèmes).

Analyse qualitative

Suite à cette analyse exploratoire, nous avons réalisé une **analyse qualitative** basée sur une stratégie de recherche plus normalisée et couramment utilisée dans les sciences de gestion [Jacques et al. 2002, 2004]. Globalement, trois types de matériel de recherche ont été collectés :

- ▷ du matériel discursif collecté par entretiens semi-directifs avec les acteurs des systèmes suivis ;
- ▷ du matériel comportemental et de contexte collecté par observation participante et par l'utilisation d'un carnet de laboratoire pour la prise de note ;
- ▷ des documents issus des procédures, des méthodes et des rapports de réunion.

Tout ce matériel sera utilisé pour une analyse de contenu et un traitement des données approprié à la recherche telle qu'elle est définie et cadrée dans ce chapitre.

Par ailleurs, le matériel comportemental et de contexte est collecté en suivant un **artefact** (comme un dossier de calcul par exemple), afin d'appréhender l'évolution du sens qui lui est donné à travers le temps [Weick 1993, 1995] et de comprendre le processus de co-crédation qui le fait évoluer. Le suivi de cet artefact se base en partie sur une méthodologie de type REXAO⁹ [Wybo 2004a,b] que nous n'explicitons pas présentement.

7.3 État de l'art sur les approches déjà existantes

De nombreuses études ont traité des facteurs inter-organisationnels permettant une amélioration de l'échange de REX comme par exemple :

- ▷ la transparence [Hamel 1991 ; Larsson et al. 1998] ;
- ▷ la confiance [Dodgson 1993 ; MossKanter 1994] ;
- ▷ la diversité et la similarité de l'autre [Lane et Lubatkin 1998 ; Simonin 1999].

Cependant, comme indiqué précédemment (cf. Section 7.2.2), peu de recherches se sont axées sur les processus d'apprentissage issus de REX entre plusieurs organisations [Holmqvist 2003]. En premier lieu, nous aborderons les approches classiques en gestion des connaissances. L'utilisation de certaines de ces applications, ou de processus spécifiques provenant principalement de pratiques japonaises [Dyer et Nobeoka 2000], pourraient permettre une focalisation sur les processus d'apprentissage inter-organisationnel. Nous verrons brièvement en première partie ces applications internes et ces travaux, à titre d'illustrations seulement, car nous ne les suivrons pas directement.

Nous effectuerons ensuite un bref état de l'art sur trois courants théoriques sur lesquels nous nous appuyons pour atteindre nos objectifs en terme d'amélioration de la fiabilité organisationnelle et de diminution des risques projet :

- ▷ les Organisations à Haute Fiabilité (OHF) ou *High Reliability Organizations (HRO)* [Roberts 1988] ;
- ▷ le couplage faible ;
- ▷ l'apprentissage organisationnel.

Nous clarifierons ensuite l'utilisation de ces courants théoriques et leur articulation afin de préciser notre problématique et d'y répondre.

⁹ REXAO : Groupement d'étude et de recherche sur le Retour d'EXpérience et l'Apprentissage Organisationnel.

7.3.1 Les approches classiques en gestion des connaissances

Les applications occidentales

Les mémoires d'entreprises sont nombreuses : mémoires de métiers, mémoires de projets, mémoires managériales, *etc.* Chacune de ces mémoires peut avoir plusieurs formes :

- ▷ base de cas (par exemple : les fiches REX) ;
- ▷ base de connaissances (par exemple : les systèmes experts) ;
- ▷ représentation sous forme de processus ou encore par de la documentation classique.

Nous allons détailler les deux premières, qui se rapprochent le plus de notre étude.

Les bases de cas

Les fiches de REX comportent des connaissances tacites explicitées [Nonaka et Takeuchi 1995] qui peuvent faire apparaître soit une bonne pratique à réitérer, soit un fait technique analysé : elles peuvent donc impacter les performances futures de l'entreprise [Secchi et al. 1999]. Malgré la difficile intégration des processus dédiés et l'investissement humain qui s'y rattache, les entreprises continuent d'intégrer des systèmes à base de cas ce qui tend à démontrer les réels avantages de l'échange de REX [Weber et al. 2000]. Ainsi, lors du départ d'un expert d'une entreprise par exemple, les autres employés peuvent toujours bénéficier de fiches pouvant leur servir à résoudre de nouveaux problèmes s'il n'y a pas une trop forte décontextualisation [Kolmayer et Peyrelong 2002].

Le CEA est un des pionniers dans l'utilisation intra-organisationnelle de telles fiches d'expérience. Son modèle de connaissance, nommé *REX*, constitue des « éléments d'expérience » par le biais de « fiches d'expérience » réalisées sous forme de quatre entretiens d'un expert faisant suite à une analyse complexe de ses activités [Malvache et Prieur 1993]. Le modèle *REX* a pour objectif de capitaliser des expériences vécues par des détenteurs de connaissance et il n'y a pas de modélisation à proprement parler lors de l'entretien. Les dites « fiches *REX* », décrivent précisément comment, par exemple, un problème a été solutionné. Les fiches sont ensuite traitées informatiquement : des réseaux de concepts sont créés pour retrouver les éléments de connaissance recueillis.

Les bases de connaissances

Une des méthodologies de capitalisation des connaissances la plus connue est MKSM (*Methodology for Knowledge System Management*, en français Méthodologie pour la Gestion du Système de Connaissances) ; elle fonctionne sur le principe de la modélisation des connaissances. Elle permet à une entreprise de mémoriser et d'explicitier ses savoir-faire. Bien souvent, cette connaissance critique se trouve sous forme tacite, emprisonnée dans la mémoire des individus [Ermine et al. 1996]. En allant plus loin, on peut faire la distinction entre la connaissance tacite exprimable et la connaissance tacite qui ne peut pas être explicitée. Mais, entre l'explicitable et le non explicitable, il existe une certaine similarité pour le traitement de l'information ¹⁰. MKSM va essayer d'explicitier autant que possible un savoir tacite que les individus n'ont jamais exprimé. MKSM rend visible cette connaissance, permet de la capitaliser et de la rendre disponible sous diverses formes (modèles de tâches, de concepts, d'activités, *etc.*).

Il est reconnu que peu d'initiatives de gestion des connaissances ont été prises au niveau de la chaîne logistique.

“ Tandis que la plupart des cadres — même ceux à la pointe de la gestion des connaissances — applaudissent les efforts et initiatives de gestion des connaissances pour les fournisseurs et les clients, ils reconnaissent que de telles initiatives demeurent en grande partie à un stade embryonnaire [Whiting 1999]. ”

Malgré leurs intérêts indéniables pour les REX formels, ces approches occidentales ne semblent pourtant pas pouvoir nous permettre de répondre à notre problématique traitant des REX informels.

¹⁰ Parole d'expert : Jean-Louis Ermine. Les tribunes, 2007, <http://www.atelier.fr/tribune/parole,expert,jean-louis,ermine-6506-Tribune.html>.

Les approches orientales

Jusqu'à présent, la plupart des pratiques traitant de la gestion des connaissances dans l'entreprise étendue sont d'origine japonaise :

- ▷ le **shukko**, qui est la migration temporaire d'employés d'une entreprise à une autre [Sato 1996] ;
- ▷ le **tensekki**, qui consiste à changer d'emploi sur un long terme dans une autre entreprise avant de revenir dans son entreprise d'origine [Fujiki et al. 2001] ;
- ▷ le **keiretsu** [Lincoln et al. 1996], qui est une mise en réseau efficace et très performante de plusieurs entreprises ;
- ▷ le concept de **Ba**, qui crée de nouvelles connaissances dans les communautés [Nonaka et Konno 1998].

Cependant, les approches d'origine japonaise s'appliquent souvent mal aux cultures occidentales. C'est pour cette raison que l'approche que nous allons proposer restera originale par rapport à l'ensemble des travaux de recherche précédemment cités. Notre approche s'orientera vers un fonctionnement plus approprié pour les entreprises occidentales qui sont très différentes de leurs homologues nipponnes. Nos entreprises nécessitent plus d'artefacts et de mise à disposition d'opportunités pour enfin véhiculer leurs connaissances entre organisations.

7.3.2 Les HRO ou Organisations à Haute Fiabilité

Avant d'aborder les HRO, il faut parler des systèmes « à haut risque », ou « *high-risk systems* » en anglais, que l'on retrouve dans la littérature de [Perrow 1984]. Cet auteur les a définis comme des systèmes dont les interactions sont complexes, à séquences anormales, non planifiées ou non attendues et qui ne sont ni visibles ni compréhensibles immédiatement par les opérateurs. Le second élément de Perrow est le **couplage fort**, qui est opposé au couplage faible, dont on parlera *infra*. De par ce couplage fort, l'accident serait inévitable, endogène, donc « normal » selon Perrow. Les corollaires de ces couplages forts sont les suivants :

- ▷ les processus de fonctionnement sont très dépendants du temps alloué ;
- ▷ les séquences d'activités sont rigides ;
- ▷ il n'y a qu'un seul et unique moyen pour atteindre un but donné ;
- ▷ les opérations sont réalisées avec une très faible marge de manœuvre.

Les membres du groupe HRO ¹¹ ont, au départ, cherché à prendre une position différente à la théorie de Perrow. Leur logique était d'identifier les caractéristiques propres des organisations « à haute fiabilité » afin d'y faire correspondre une catégorie conceptuelle. Pour ce faire, une identification « positive » de ces facteurs de fiabilité devait être réalisée de manière à pouvoir permettre des prescriptions relatives au fonctionnement de ce genre d'organisation [Roberts 1990]. Ces organisations répondent, d'après les membres du groupe HRO, à certains comportements tels que ceux décrits ci-dessous [Bourrier 1999] :

1. elles impliquent la maîtrise de technologies de plus en plus complexes demandant une très grande variété de compétences au niveau opérationnel ;
2. en cas d'erreur, l'activité pratiquée implique des risques multiples dont les conséquences peuvent être variées ;
3. le risque perçu et encouru par le public impose à ces organisations de fonctionner sans erreurs et sous le regard constant d'autorités de sûreté ;
4. le management de ces organisations doit sans arrêt concilier les exigences de sécurité des employés et de la population avec d'excellentes performances économiques ;
5. ce type d'organisation est engagé dans un processus dynamique constant de quête de fiabilité et est en permanence remis en question.

Dans son approche descriptive de la problématique, Bourrier liste, de manière non exhaustive, tout un ensemble d'éléments, aussi divers que variés, participant à l'amélioration de la fiabilité organisationnelle. Parmi ces facteurs, nous pouvons en citer quelques-uns qui sont très pertinents et que nous tacherons de reprendre dans la suite de nos travaux :

¹¹ Groupe de chercheurs né à l'Université de Berkeley en 1985 autour de Karlene Roberts.

- ▷ les processus de décision ;
- ▷ les structures formelles et informelles des organisations ;
- ▷ le traitement des erreurs et des non conformités ;
- ▷ la conception, validation, et modification des procédures ;
- ▷ le choix des solutions techniques ;
- ▷ l'institutionnalisation des procédures de REX ;
- ▷ la constitution des mémoires collectives, *etc.*

Le concept des HRO est donc un des cadres théoriques sur lesquels nous nous appuyons pour nourrir notre recherche. En effet, si suite à la définition de Perrow, le conglomérat que forme Airbus et son entreprise étendue pourrait être considéré comme un système « à haut risque » (car les produits issus des lignes d'assemblage final résultent d'interrelations d'acteurs et de processus à couplages forts), la définition du groupe de Berkeley [Bourrier 1999], fait qu'il reproduit aussi certaines caractéristiques des HRO. En effet :

1. Airbus utilise des technologies extrêmement complexes ;
2. une erreur sur un processus engendre des risques pouvant être très lourds ;
3. plusieurs autorités de sûreté travaillent en coopération avec cette entreprise ;
4. sécurité et performance sont les maîtres mots ;
5. et enfin la fiabilité et les habitudes de travail sont perpétuellement remises en question.

Ce cadre nous permettra d'hybrider en se préservant d'éclectisme les concepts de couplage faible et d'apprentissage organisationnel puisque la littérature remarque que ces deux concepts sous-tendent en partie les niveaux de fiabilité extraordinaires et durables des HRO.

7.3.3 Le couplage faible

Le concept de **couplage faible** est apparu dans les années 1970 à travers des travaux en psychologie [March et Olsen 1975] et en biologie [Glassman 1973]. Ce concept y est alors défini comme une connexion, un lien, voire une interdépendance. Par couplage faible, les auteurs ci-dessus ont l'intention d'expliquer le fait que des sous-ensembles faiblement couplés sont liés l'un à l'autre bien que chacun d'entre eux préserve son identité propre et son indépendance physique ou logique [Weick 1976]. Une idée générale et propre au couplage faible, revient souvent à établir un protocole d'échange relativement simple et à imposer le moins de contraintes possibles entre des pairs. Les structures fonctionnant sur du couplage faible sont donc plus **souples** et plus **ouvertes**.

De par son travail sur l'état de l'art et sur son approche personnelle, [Weick 1976] a tenté une énumération des différentes fonctions de tels couplages. En résumé voici les caractéristiques¹² qu'il a retenues :

1. En reprenant l'argument de base de Glassman, il soutient que les couplages faibles diminuent la probabilité qu'une organisation soit perturbée par un élément extérieur. Les couplages faibles sont donc porteurs de **robustesse**.
2. En se basant sur une théorie de la perception [Heider 1959], Weick affirme que les couplages faibles fournissent un mécanisme de détection sensible et performant aux variables extérieures du système puisqu'ils augmentent la qualité et le nombre de médias d'information possibles.
3. Les systèmes faiblement couplés sont propices aux adaptations locales puisque, si deux systèmes sont faiblement couplés, alors la modification d'une perturbation de l'un n'entraînera pas de modifications sur l'autre par exemple.
4. Les systèmes faiblement couplés dont l'unicité, l'identité, et la séparation des éléments sont préservées, peuvent permettre un grand nombre de mutations et d'évolutions par rapport à un système dont le couplage des éléments serait fort.

¹² On notera que ces caractéristiques peuvent être positives ou négatives en fonction du contexte environnemental et de l'effet recherché sur le système étudié.

5. Si une partie d'un système dont les couplages sont dits faibles vient à faillir, alors les autres portions ou sous-ensembles n'en seront pas directement affectés (à condition que ces sous-ensembles n'aient pas besoin de faire appel aux services de la partie défaillante lors de sa période de défaillance).
6. Les possibilités d'auto-déterminations sont plus nombreuses pour chaque acteur de chaque sous-système *a fortiori*.
7. Les couplages faibles permettent d'obtenir des systèmes relativement peu chers puisqu'ils diminuent les besoins en coordination des actions des sous-ensembles qui engendre habituellement un coût en temps et donc en argent.

Le concept de couplage faible renvoie généralement à des types d'interaction non formalisés et implicites entre plusieurs acteurs. Peuvent être regroupés dans ce concept, les processus informels d'échanges de connaissances, les créations d'organisations informelles ou bien encore les redéfinitions tacites de règles. Par opposition, le concept de couplage fort se définit comme le lien direct provenant d'interdépendances fortes entre plusieurs éléments difficilement distincts d'un système [Perrow 1984]. Le couplage fort peut être assimilé à tout ce qui a trait aux procédures officielles, aux coopérations formelles ou aux descriptions contractuelles de tâches. Ces deux concepts sont complémentaires et c'est leur co-existence qui assure la réussite de projets confrontés à un haut niveau d'incertitude [Grote 2006]. En dépit du fait que les couplages forts prévalent sur les faibles dans les environnements socio-économiques stabilisés, ce sont les couplages faibles qui sont plus souvent mobilisés pour résoudre efficacement des situations difficiles ou imprévues. Des événements non planifiés, spécialement des problèmes techniques, surviennent fréquemment durant les processus de développement technologique [Hobday et Rush 1999]. Dans une logique HRO, ces perturbations sont regardées comme des opportunités pour l'amélioration des connaissances et des compétences des individus et des organisations [Grote 2006]. Des couplages faibles œuvrent dans cette logique car ils permettent une utilisation plus fréquente des REX informels sur les perturbations de part et d'autre de l'entreprise complexe.

De par les nombreux avantages que présentent les systèmes faiblement couplés, il apparaît légitime de se demander si leur mise en pratique ne serait pas judicieuse dans le cadre des relations inter-organisationnelles afin d'améliorer la fiabilité.

7-3-4 L'apprentissage organisationnel

“ Pour devenir organisationnel, l'apprentissage résultant de l'investigation doit s'intégrer aux représentations mentales que les membres se forgent de l'organisation et/ou aux objets inscrits dans l'environnement organisationnel [Argyris et Schön 1978].

L'apprentissage organisationnel est devenu un thème souvent abordé, bien que controversé, dans les travaux en sciences de gestion au cours des années 1990. Il se trouve en particulier au cœur du paradigme stratégique fondé sur l'analyse des ressources de l'entreprise [Hamel et Prahalad 1989; Leonard-Barton 1992; Prahalad et Hamel 1990]. On peut regrouper la littérature qui porte sur l'apprentissage organisationnel autour de deux écoles :

- ▷ les partisans de l'organisation de l'apprentissage (ou organisation apprenante) développent une approche normative, axée sur la pratique [Beaujolin 2001; Belet 2002; Senge et al. 1994];
- ▷ les théoriciens de l'apprentissage organisationnel le traitent comme un sujet de recherche, s'éloignent de la pratique et sont non prescriptifs [Holmqvist 1999; Pedon et Schmidt 2003].

Cependant, ces deux écoles convergent sur certaines idées fondamentales. La démarche stratégique des partisans de l'organisation de l'apprentissage porte sur la valorisation des compétences internes de l'entreprise, guidée par une vision stratégique afin de garantir la croissance. La notion de cœur de compétences, définie comme un apprentissage collectif dans la coordination des compétences technologiques avec les compétences en organisation du travail et en communication [Prahalad et Hamel 1990] remplace celle du domaine d'activité stratégique. La dynamique de formation des pôles de compétences renvoie alors à celle de l'apprentissage

organisationnel, c'est-à-dire à la faculté de l'organisation à acquérir, transférer, exploiter de nouveaux savoirs et savoir-faire [Pedon et Schmidt 2003].

La notion d'apprentissage organisationnel retenue est celle, désormais usuelle depuis les travaux d' [Argyris et Schön 1978], qui distingue les apprentissages en boucle simple et boucle double :

- ▷ l'apprentissage en boucle simple est un processus comportemental d'adaptation/réponse ou de correction d'erreurs dans des schémas organisationnels établis et non remis en cause ;
- ▷ l'apprentissage en boucle double est un processus cognitif, de remise en cause des modèles mentaux, qui conduit à l'adoption et la production de nouveaux schémas de connaissance, de pensée et d'action.

Ce courant, avec les possibilités qu'il génère dans le contexte de l'entreprise étendue, nous semble très pertinent à étudier.

7.3.5 Précision de la problématique et articulation de la thèse

Il a été dit en première partie (cf. Section 7.1.2) que la problématique générale était de trouver par quels moyens il était possible de renforcer le REX dans l'entreprise étendue. Suite aux informations relatives à l'apport de fiabilité organisationnelle par le REX en deuxième partie (cf. Section 7.2), et suite à l'exposé des courants théoriques pouvant contribuer à donner un cadre à nos travaux en troisième partie, nous allons pouvoir affiner notre problématique et positionner notre recherche.

Hypothèse

Une controverse a été trouvée puisque la littérature dit que ce sont les couplages forts qui assurent la cohérence dans les organisations ; or, nous tentons de démontrer que les couplages faibles sont parfois aussi nécessaires pour le REX dans les organisations complexes.

Précision de la problématique

Avant de pouvoir comprendre les manifestations des couplages forts et faibles entre individus dans les organisations, il sera nécessaire au préalable d'effectuer une analyse, de qualifier les couplages faibles observés et d'en trouver les descripteurs :

- ▷ classer les couplages faibles dans différentes catégories provenant de la littérature ;
- ▷ créer de nouvelles catégories de couplages faibles, propres aux relations en entreprise étendue, afin de traiter les résidus tout en apportant une extension de la qualification initiale.

Notre volonté est ensuite de déterminer sur le terrain les indicateurs et descripteurs qui pourraient nous permettre d'identifier des couplages faibles. Ceci nous permettrait ultérieurement de vérifier pour un couplage donné lié au REX, entre un donneur d'ordres et un sous-traitant, s'il est faible ou fort et quel est son effet ou rôle. En partant de l'hypothèse décrite ci-dessus, la problématique précise de la thèse sera finalement de déterminer « **Comment se manifeste le couplage entre donneur d'ordres et sous-traitant ?** ». Nous pourrions alors prescrire les conditions permettant de faire émerger les couplages faibles et, *in fine*, gérer au mieux les couplages faibles, **véhicules de REX informels**, dans les organisations. Deux questions entrelacées sous-tendent fortement cette problématique et nous permettront d'y répondre plus distinctement :

- ▷ une question d'ordre organisationnel qui est de comprendre « Quelle est l'organisation qui permet au mieux une coopération dans le cadre de l'entreprise complexe ? » ;
- ▷ une seconde avec une approche plus orientée processus qui est d'appréhender « Comment se déroule le processus d'hybridation de la connaissance qui apporte de la co-création de valeur à partir de REX mutuel entre les différentes organisations ? ».

En résumant la littérature, un jeu de contraintes minimal et/ou un niveau d'abstraction élevé de ces contraintes pourraient permettre à l'entreprise complexe — sous certaines conditions — de réaliser des coopérations et co-créations de valeurs plus efficaces et robustes.

Il s'agirait donc d'apporter de la fiabilité organisationnelle aux HRO à travers des couplages faibles entre donneur d'ordres et sous-traitants. Cependant ces nouveaux couplages ne doivent contraindre en rien les couplages forts de niveaux plus hauts dans l'organisation. Ils doivent permettre de réaliser des adaptations locales et propres au duo « Donneur d'ordres / Sous-traitant ». Notre objectif est de révéler l'intérêt de provoquer des couplages faibles par l'intermédiaire de couplages forts – c'est-à-dire de procéder à travers des actions formelles la génération d'informel – ; pour cela il sera utile de répondre à des questions comme celles qui suivent par exemple :

- ▷ En quoi une réunion va-t-elle créer de l'informel ?
- ▷ Sous quelles conditions cet informel va-t-il émerger (Est-ce en rapport avec la légitimité des acteurs ? Quel est la part de prescrit et d'improvisé ? *etc.*)
- ▷ Quelles sont les modalités de ces couplages ?
- ▷ Quelle est la hiérarchie de ces couplages et qu'apportent-ils ?
- ▷ Quels phénomènes permettraient de trouver les couplages pour ensuite les classer en fort / faible ?

Mais avant de suggérer qu'il pourrait être opportun de les provoquer, nous devons valider au préalable l'hypothèse que les échanges informels permettent un partage d'expérience entre organisations et l'hypothèse qu'il est possible de les faciliter. Nos résultats devraient nous permettre *in fine* de mieux appréhender :

- ▷ Quels sont les objets les plus appropriés aux REX formels et informels ?
- ▷ Quels sont les avantages et les inconvénients de chaque type de REX ?
- ▷ Comment favoriser les points positifs de ces deux types de REX et comment les articuler ?

Articulation de la thèse

Bien que les interactions des acteurs ne puissent être directement contrôlées, une utilisation intelligente d'artefacts matériels et processuels favorise les opportunités d'actions, augmentant elles-mêmes les chances d'atteindre un objectif visé. À partir de l'utilisation du couplage faible, nous sommes en capacité de les interpréter selon divers attributs relatifs aux HRO. Le niveau d'apprentissage organisationnel est aussi un de ces attributs relevés sur le terrain. Cette instanciation des couplages nous permet de comprendre d'un point de vue phénoménologique le type d'apprentissage organisationnel associé à chaque type de couplage faible que nous relevons sur le terrain. Nous cherchons à intégrer et à réutiliser ces couplages dans des modèles systémiques représentant les relations qu'ils entretiennent avec les différents niveaux de l'apprentissage organisationnel. Nous souhaitons apporter une pratique de travail collaboratif avec une fiabilité accrue (en opposition à la fragilité classique d'un contrôle *top-down*¹³) et une robustesse accrue (par une plus grande tolérance aux incertitudes). Pour ce faire, nous mettrons en application ces modèles afin de vérifier et de valider sur le terrain que les couplages facilités orientent les apprentissages organisationnels les meilleurs quant à une situation et à un objectif visé.

Posture épistémologique

Deux approches épistémologiques permettent de tenter de comprendre les perturbations apparaissant dans le temps. L'approche **positiviste** considère que la fiabilité est un fait matériel que l'on peut appréhender à travers les incidents. Une action sur la technologie et sur le « facteur humain » est primordiale. C'est l'approche classique des ingénieurs et des ergonomes. L'approche **constructiviste** considère que la sûreté est un « fait de conscience » selon la terminologie de [Girin 1977] qui est le produit des représentations symboliques que les opérateurs construisent collectivement dans l'action. Ce débat n'est pas théorique, il comporte une inscription sociale forte [Journé 1997].

¹³ Littéralement du haut vers le bas

Nous nous inscrivons clairement dans une approche épistémologique constructiviste. Plutôt que d'anticiper ou de tenter de détecter toutes les perturbations, nous considérons que les organisations doivent laisser la capacité à chacun de leurs acteurs de répondre localement à une perturbation.

Les organisations s'inscrivent presque toujours sur l'approche positiviste d'anticipation des problèmes plutôt que sur ce principe de construction d'action collective au niveau local. C'est pour cette raison que nous allons traiter ce problème de génération de REX par une approche de type constructiviste où les acteurs du système se retrouvent au cœur des décisions et contribuent à l'apprentissage collectif.

7-4 Conclusion

Nous avons clairement exprimé que les applications de gestion de connaissances et les concepts d'HRO, de couplage faible et d'apprentissage organisationnel sont des conditions nécessaires, mais non suffisantes à elles seules pour pallier les problématiques que nous avons développées. Notre travail sera donc d'approfondir leur utilisation simultanée pour accroître la fiabilité de systèmes complexes comme l'entreprise étendue.

Les réunions, échanges de REX informels ou formels, conflits et litiges, en bref les relations humaines qui se déroulent aujourd'hui dans l'entreprise complexe, s'apparentent encore trop à des apprentissages en boucles simples. En effet, tout est effectué pour que les planifications et jalons soient respectés au mieux, mais trop peu d'actions s'inscrivent vraiment dans les processus ou artefacts organisationnels et elles ne sont réalisées que ponctuellement. La nouvelle connaissance apprise doit être intégrée et appliquée dans les nouveaux processus de développement. La littérature traditionnelle au sujet de la transmission de connaissance se concentre sur l'apport en connaissance mais peu sur son assimilation [Yang 2005]. Notre but est donc de détecter les couplages faibles actuellement existant afin de montrer par nos analyses qualitatives que plus de couplages faibles permet une augmentation des REX informels et qu'ils sont bénéfiques *in fine* pour l'entreprise complexe. Par nos travaux, nous cherchons à apporter de la robustesse à notre système « Donneur d'ordres/ Sous-traitant » en phase projet.

De plus, divers travaux traitent de la description globale d'une HRO, cependant aucune modélisation n'a été réalisée à ce jour [DeBruijne 2007; VanFenema 2003]. Sachant que la conception d'une HRO n'est pour l'instant ni prescriptive, ni normative pour un haut niveau d'abstraction, il serait intéressant d'établir une « norme » HRO spécifique aux organisations à haute fiabilité en réseau [DeBruijne 2007] comme l'est l'entreprise étendue. Cette norme s'appuierait sur certains concepts de la littérature, augmentés de nos propres conclusions de recherche.

Bibliographie

- Accart, J.-P. (2003). Veillez et partager vos connaissances. *Archimag*, 160:32–34.
- Aggeri, F. et Segrestin, B. (2002). Comment concilier innovation et réduction des délais ? Quelques leçons tirées du développement de la Laguna II. *Gérer et Comprendre*, 67.
- Ajzen, I. et Holmes, W. H. (1976). Uniqueness of behavioral effects in causal attribution. *Journal of Personality*, 44(1):98–108. DOI : 10.1111/j.1467-6494.1976.tb00586.x.
- Alcouffe, C. et Corrége, N. (2004). Structures de gouvernance dans l'entreprise étendue : l'exemple d'Airbus. Rapport technique 393, LIHRE-Unité mixte de recherche CNRS/UT1.
- Alhakami, A. S. et Slovic, P. (1994). A psychological study of the inverse relationship between perceived risk and perceived benefit. *Risk Analysis*, 14(6):1085–1096. DOI : 10.1111/j.1539-6924.1994.tb00080.x.
- Allais, M. (1953). Le comportement de l'Homme Rationnel devant le risque et critique des postulats et axiomes de l'école américaine. *Econometrica*, 21:503–546. Disponible à <http://www.jstor.org/stable/1907921>.
- Alter, N. (2000). *L'innovation ordinaire*. Presses Universitaires de France, Paris. ISBN : 978-2130583530, 324 pages.
- Amalberti, R. (1996). *La conduite de systèmes à risques*. Coll. Le Travail Humain. PUF, Paris, 2 édition. ISBN : 978-2130522775, 239 pages.
- Amalberti, R. (2001). The paradoxes of almost totally safe transportation systems. *Safety Science*, 37(2-3):109–126. DOI : 10.1016/S0925-7535(00)00045-X.
- Amalberti, R. (2006). Chapitre *Optimum system safety and optimum system resilience : agonistic or antagonistic concepts ?*, dans *Resilience Engineering : Concepts and Precepts* (Hollnagel, E., Woods, D. D., et Leveson, N., Éd.). Ashgate Publishing Ltd., Aldershot, UK. ISBN : 978-0754646419.
- Amalberti, R. et Barriquault, C. (1999). Fondements et limites du retour d'expérience. *Annales des Ponts et Chaussées*, numéro spécial « Incidents, accidents, catastrophes. Retours d'expérience », numéro 91:67–75.
- Ansoff, H. I. et McDonnell, E. J. (1990). *Implanting strategic management*. Prentice Hall International, 2 édition. ISBN : 978-0134519159, 520 pages.
- Arborio, A.-M. et Fournier, P. (2003). *L'observation directe : l'enquête et ses méthodes*. Nathan, Paris. ISBN : 978-2200249151, 128 pages.
- Argyris, C. et Schön, D. A. (1978). *Organizational learning : a theory of action perspective*. Addison Wesley, Reading, MA, USA. ISBN : 978-0201001747, 356 pages.
- Axelsson, L. (2006). Chapitre *Structure for management of weak and diffuse signals*, dans *Resilience Engineering : Concepts and Precepts* (Hollnagel, E., Woods, D. D., et Leveson, N., Éd.). Ashgate Publishing Ltd, Aldershot, UK. ISBN : 978-0754646419.
- Bales, R. F. et Cohen, S. P. (1979). *SYMLOG : A system for the multiple level observation of groups*. Free Press.
- Balmissis, G. (2002). *Gestion des connaissances — Outils et application du Knowledge Management*. Vuibert, Paris, France.
- Beaud, S. et Weber, F. (2003). *Guide de l'enquête de terrain*. La Découverte, Paris.
- Beaudouin, F. (2006). Chapitre *Aide à la décision pour le management des risques industriels*, dans *Risques industriels — Complexité incertitude et décision — Une approche interdisciplinaire* (Magne, L. et Vasseur, D., Éd.), pages 371–400. Lavoisier, Paris.
- Beaudouin, F., Munier, B., et Serquin, Y. (1999). Chapitre *Multi-attribute decision making and generalized expected utility in nuclear power plant maintenance*, dans *Beliefs, Interactions and Preferences in Decision Making* (Machina, M. J. et Munier, B., Éd.), pages 341–357. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, The Netherlands. ISBN : 978-0-7923-8599-8.
- Beaujolin, F. (2001). *Vers une organisation apprenante*. Liaisons sociales, Paris, France.
- Becker, G., Pariès, J., Bieder, C., Heijer, T., et Hale, A. (2006). Special challenges. *Safety Science Monitor*, 10(1). Disponible à <http://www.monash.edu.au/muarc/IPSO/vol10/5becker.pdf>.
- Belet, D. (2002). *Devenir une vraie entreprise apprenante : les meilleures pratiques*. Éditions d'organisation, Paris, France. ISBN : 978-2708128361, 217 pages.
- Bieder, C. (2006). *Les facteurs humains dans la gestion des risques : évolution de la pensée et des outils*. Hermès Science, Paris. ISBN : 978-2746212206, 216 pages.
- Bieder, C. et Pariès, J. (2003). AMSMA — Aviation Maintenance Safety Management Assistant : a top-down approach to derive general safety lessons from reported events. Dans *JRC/ESReDA seminar on Safety Investigation of Accidents*, Petten, The Netherlands.
- Boeing (2007). Statistical summary of commercial jet airplane accidents, worldwide operations 1959–2006. Rapport technique, Boeing.
- Bontis, N. (2000). Assessing knowledge assets. A review of the models used to measure intellectual capital (framework paper). Rapport technique, Queen's University at Kingston.
- Boughzala, I., Zacklad, M., et Matta, N. (2001). L'ingénierie de la coopération et l'entreprise étendue : Cas pratique dans l'industrie du textile. Dans *Modélisation et Simulation « Conception, Analyse et gestion des Systèmes Industriels »*, Troyes, France.
- Bourdeaux, I. et Gilbert, C. (1999). *Procédures de REX, d'apprentissage et de vigilance organisationnelles : approches croisées*. Programme Risques Collectifs et Situation de Crise, Éditions CNRS, Grenoble, France.

- Bourrier, M. (1999). *Le nucléaire à l'épreuve de l'organisation*. Coll. Le Travail Humain. PUF, Paris, France. ISBN : 978-2130502579, 304 pages.
- Bourrier, M. (2002). Bridging research and practice : the challenge of "normal operations" studies. *Journal of Contingencies and Crisis Management*, 10(4):173-180. DOI : 10.1111/1468-5973.00194.
- Bourrier, M. et Laroche, H. (2001). Risque de défaillance : les approches organisationnelles. Dans Amalberti, R., Éd., *Risques, erreurs et défaillances. Approche interdisciplinaire*, pages 15-51. CNRS, MSH-Alpes.
- Cacciabue, P. C. (2000). Human factors insight and reliability data from accident reports : The case of ADREP-2000 for aviation safety assessment. Dans *PSAM 5 – International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management*, Osaka.
- Cadet, B. (2006). Chapitre *Percevoir et évaluer les risques – Les apports de la psychologie en matière de traitement de l'information*, dans *Psychologie des risques* (Kouabenan, R. D., Cadet, B., Hermand, D., et Munoz-Sastre, M. T., Éd.), pages 37-56. De Boeck.
- Cadet, B. et Kouabenan, D. R. (2005). Évaluer et modéliser les risques : apports et limites de différents paradigmes dans le diagnostic de sécurité. *Le Travail Humain*, 68:7-35.
- Capraro, M. et Baglin, G. (2002). *L'entreprise étendue et le développement des fournisseurs*. Presses Universitaires de Lyon, Lyon, France.
- Caron-Fasan, M.-L. (2001). Une méthode de gestion de l'attention aux signaux faibles. *Systèmes d'Information et Management*, 6(4).
- Claveau, N. et Séville, M. (2004). Le tireur de sonnette d'alarme, un acteur-clé du management stratégique ? Dans *13ème conférence de l'AIMS*, Normandie, Vallée de Seine.
- Cocquemot, C., Prost, M., et Carmignac, D. (2003). Interceptions et introductions en France de longicornes asiatiques : Cas des *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky, 1913) et *Chinensis* (Forster, 1771) (Coleoptera Cerambycidae). *Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon*.
- de Courville, B. (2000). Prévention et retour d'expérience à Air France. Dans *Congrès de la Société Francophone d'Informatique et de Monitoring en Anesthésie et Réanimation*, Lille.
- Crawley, J. (2008). Airline groundings end, but U.S. scrutiny tougher. *Thomson Reuters India*. Disponible à <http://www.reuters.com/article/2008/04/13/us-airlines-faa-idUSN1330335220080413>.
- Crozier, M. et Friedberg, E. (1977). *L'acteur et le système : les contraintes de l'action collective*. Seuil, Paris. ISBN : 978-2020182201, 500 pages.
- Cru, D. (1993). Aucun risque ! Travail, représentation du risque et prévention. *Éducation Permanente*, 117:75-83.
- Dake, K. (1992). Myths of nature : culture and the social construction of risk. *Journal of Social Issues*, 48(4):21-37. DOI : 10.1111/j.1540-4560.1992.tb01943.x.
- Davis, E. W. et Spekman, R. E. (2003). *The Extended Enterprise : Gaining Competitive Advantage through Collaborative Supply Chains*. Financial Times Prentice Hall.
- DeBruijne, M. (2007). Networked reliability : From monitoring to incident management. Dans *4th International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management (ISCRAM)*, pages 385-393, Delft, The Netherlands.
- Dekker, S. W. (2005). *Ten questions about human error : A new view of human factors and system safety*. Lawrence Erlbaum Publishers, New Jersey.
- Detrie, J.-P. (2005). *Stratégor : Politique générale de l'entreprise*. Dunod, Paris. ISBN : 978-2100083145, 877 pages.
- Dien, Y. (2006). Retour d'expérience, lanceurs d'alerte et facteurs organisationnels. Dans *Séminaire de Saint-André Risques Industriels et Sécurité : les organisations en question*.
- Dodgson, M. (1993). Learning, trust and technological collaboration. *Human relations*, 46(1):77-95. DOI : 10.1177/001872679304600106.
- Douglas, M. et Wildavsky, A. (1982). *Risk and culture : an essay on the selection of technological and environmental dangers*. University of California Press, Berkeley, USA. ISBN : 0-520-05063-0.
- Dubost, J. (1987). *L'intervention psycho-sociologique*. PUF, Paris.
- Dugdale, J. et Pavard, B. (2001). Introduction to complexity : complex systems theory and social science. Assimilation of the complexity paradigm. Rapport technique, GRIC-IRIT, Toulouse, France. Disponible à <http://www.irit.fr/COSI/training/complexity-tutorial/complexity-tutorial.htm>.
- van Dyck, C., Frese, M., Baer, M., et Sonnentag, S. (2005). Organizational error management culture and its impact on performance : a two-study replication. *Journal of Applied Psychology*, 90(6):1228-1240. DOI : 10.1037/0021-9010.90.6.1228.
- Dyer, J. H. et Nobeoka, K. (2000). Creating and managing a high-performance knowledge-sharing network : the Toyota case. *Strategic Management Journal*, 21:345-367.
- Edmondson, A. C. (1996). Learning from mistakes is easier said than done : Group and organizational influences on the detection and correction of human error. *Journal of Applied Behavioural Science*, 32:5-28.
- Ermine, J.-L., Chaillot, M., Bigeon, P., Charretton, B., et Malavieille, D. (1996). MKSM, méthode pour la gestion des connaissances. *Ingénierie des systèmes d'information*, 4(4):541-575.
- de Finetti, B. (1937). La prévision : ses lois logiques, ses sources subjectives. *Annales de l'Institut Henri Poincaré*, 7:1-68.
- FonCSI (2005). Facteurs socioculturels de réussite du REX. Rapport technique, FonCSI. Appel à propositions scientifiques sur le REX.
- Fujiki, H., Nakada, S. K., et Tachibanaki, T. (2001). Structural issues in the Japanese labor market : An era of variety, equity, and efficiency or an era of bipolarization ? *Monetary and Economic Studies*, 19:177-208.
- Gaillard, I. (2005). Analyse bibliographique des facteurs socio-culturels de réussite du retour d'expérience. Cahiers de la Sécurité Industrielle 2008-01, Fondation pour une Culture de Sécurité Industrielle, Toulouse, France. Disponible à <http://www.foncsi.org/>.

- Gauthey, O. (2005). État des pratiques industrielles de REX. Cahiers de la Sécurité Industrielle 2008-02, Fondation pour une Culture de Sécurité Industrielle, Toulouse, France. Disponible à <http://www.foncsi.org/>.
- Gergen, K. J. (1999). *An invitation to social construction*. Sage Publications, London, UK. ISBN : 978-0803983779, 200 pages.
- Gilbert, C. (1999). Premiers éléments de réflexions pour une approche transversale du retour d'expérience. *Annales des Ponts et Chaussées*, 91:4-10.
- Gilbert, C. (2001). Retours d'expérience : le poids des contraintes. *Annales des Mines*, 22. Disponible à <http://annales.com/re/2001/re04-2001/gilbert09-24.pdf>.
- Girin, J. (1977). Du neutron au neurone, réflexions sur le concept de sûreté et son analyse. Rapport technique, École polytechnique, Paris.
- Glassman, R. B. (1973). Persistence and loose coupling in living systems. *Behavioral Science*, 18(2):83-98. DOI : 10.1002/bs.3830180202.
- Grote, G. (2006). Rules management as source for loose coupling in high-risk systems. Dans *Second Resilience Engineering Symposium*, Juan les Pins, France.
- Gyekye, S. A. et Salminen, S. (2005). Responsibility assignment at the workplace : a Finnish and Ghanaian perspective. *Scandinavian Journal of Psychology*, 46:43-48.
- Hale, A. R. (2000). Conditions of occurrence of major and minor accidents. Dans *Conditions et mécanismes de production des défaillances, Actes MSH-Alpes, CNRS*.
- Hamel, G. (1991). Competition for competence and interorganisational learning within international strategic alliances. *Strategic Management Journal*, 12:83-103.
- Hamel, G. et Prahalad, C. K. (1989). Strategic intent. *Harvard Business Review*, pages 63-76.
- Hamel, G. et Prahalad, C. K. (1994). Competing for the future. *Harvard Business Review*, 72(4):122-128.
- Hammond, J. S., Keeney, R. L., et Raifa, H. (1998). The hidden traps in decision making. *Harvard Business Review*, 76(5). DOI : 10.1225/5408.
- Hatchuel, A. (1992). L'intervention de chercheurs en entreprise. *Éducation Permanente*, 113:73-88.
- Hatchuel, A. et Molet, H. (1986). Rational modelling in understanding and aiding human decision making : about two case studies. *European Journal of Operations Research*, 24(1):178-186. DOI : 10.1016/0377-2217(86)90024-X.
- Heider, F. (1958). *The psychology of interpersonal relations*. Wiley, New York. ISBN : 978-0898592825, 336 pages.
- Heider, F. (1959). Thing and medium. *Psychological Issues*, 1(3):1-34.
- Heimbeck, D., Freese, M., Sonnetag, S., et Keith, N. (2003). Integrating errors into the training process : The function of error management instructions and the role of goal orientation. *Personnel Psychology*, 56:333-361.
- Hejduk, I. K. (2005). On the way to the future : The knowledge-based enterprise. *Human factors and ergonomics in manufacturing*, 15(1):5-14.
- Hobday, M. et Rush, H. (1999). Technology management in complex product systems : Ten questions answered. *International Journal of Technology Management*, 17:618-638.
- Hollnagel, E. (2004). *Barriers and Accident Prevention*. Ashgate Publishing Ltd, Aldershot, UK. ISBN : 978-0754643012, 226 pages.
- Hollnagel, E. et Woods, D. D. (1983). Cognitive systems engineering. New wine in new bottles. *International Journal of Man-Machine Studies*, 18(6):583-600. DOI : 10.1016/S0020-7373(83)80034-0.
- Hollnagel, E., Woods, D. D., et Leveson, N. (2006). *Resilience Engineering : Concepts and Precepts*. Ashgate Publishing, Aldershot, UK. ISBN : 978-0754646419, 410 pages.
- Holmqvist, M. (1999). Learning in imaginary organisations : Creating interorganisational knowledge. *Journal of Organizational Change Management*, 12(5):419-438. DOI : 10.1108/09534819910289101.
- Holmqvist, M. (2003). Intra- and interorganisational learning processes : an empirical comparison. *Scandinavian Journal of Management*, 19(4):443-466. DOI : 10.1016/S0956-5221(03)00055-1.
- Hopkins, A. (2006). Studying organizational cultures and their effects on safety. *Safety Science*, 44(10):875-889. DOI : 10.1016/j.ssci.2006.05.005.
- Jacques, J.-M., Bodson, D., Hennuy, L., Jacques, C., et Wallemacq, A. (2002). volume 65, Chapitre *L'information forme l'organisation qui la forme*, dans *Le manuel de la police*, pages 89-107. Kluwer.
- Jacques, J.-M. et Latiers, M. (2007). Le travail d'articulation à distance en situation d'urgence : Perspective située. Dans *XVIème Conférence Internationale de Management Stratégique*, Montréal.
- Jacques, J.-M., Lobet-Marais, C., et Rousseau, A. (2004). *La modernisation de l'hôpital : kaléidoscope du changement*. Presses Universitaires de Namur.
- Johnson, C. W. (2000). The limitations of aviation incident reporting. Dans *HCI Aero 2000 : International Conference on Human-Computer Interfaces in Aeronautics*, pages 17-22, Toulouse, France. Disponible à <http://www.dcs.gla.ac.uk/~johnson/papers/reminders/>.
- Joule, R.-V. et Beauvois, J.-L. (2002). *Petit traité de manipulation à l'usage des honnêtes gens*. Presses Universitaires de Grenoble, Grenoble.
- Journé, B. (1997). Positivisme et constructivisme dans la sûreté et la fiabilité des centrales nucléaires. Dans *Constructivisme et Sciences de Gestion*, pages 124-134, Lille, France.
- Journé, B. (2001). La prise de décision dans les organisations à haute fiabilité : entre risque d'accident et risque bureaucratique. *Cahiers de l'Artémis, Organisation et Stratégies Industrielles*, 3:101-126.
- Journé, B. et Raulet-Croset, N. (2004). Le concept de « situation » dans les sciences du management : analyser l'indétermination, l'incertitude, l'ambiguïté et l'imprévu dans l'organisation. Dans *Congrès de l'AIMS*, Le Havre, France.

- Kahneman, D., Slovic, P., et Tversky, A. (1982). *Judgment under uncertainty : Heuristics and biases*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. ISBN : 978-0521284141, 544 pages.
- Kahneman, D. et Tversky, A. (1973). On the psychology of prediction. *Psychological Review*, 80(4):237–251. DOI : 10.1037/h0034747.
- Keeney, R. et Raiffa, H. (1976). *Decisions with multiple objectives : Preference and value tradeoffs*. John Wiley and Sons, New York.
- Kim, C. S., Tannock, J., Byrne, M., Farr, R., Cao, B., et Er, M. (2004). State of the art review – Techniques to model the supply chain in an extended enterprise : VIVACE consortium members. Rapport technique, Operations Management Division, University of Nottingham. Disponible à http://www.vivaceproject.com/content/engine/tmscee_full.pdf.
- Knight, F. H. (1921). *Risk, uncertainty and profit*. Houghton Mifflin Company. Disponible à <http://www.econlib.org/library/Knight/knRUP0.html>.
- Kolmayer, E. et Peyrelong, M.-F. (2002). Partage de connaissances ou partage de documents ? Rapport technique, Enssib-Gresi. Disponible à http://archivesic.ccsd.cnrs.fr/docs/00/06/20/79/PDF/sic_00000100.pdf.
- Kouabenan, D. R. (1998a). Beliefs and the perception of risks and accidents. *Risk Analysis*, 18:243–252. DOI : 10.1111/j.1539-6924.1998.tb01291.x.
- Kouabenan, D. R. (1998b). Chapitre *L'analyse naïve de l'accident : une nouvelle perspective pour la formation à la sécurité*, dans *Psychologie sociale et formation professionnelle* (Py, J., Somat, A., et Baillé, J., Éd.), pages 193–206. Presses Universitaires de Rennes, Rennes.
- Kouabenan, D. R. (1999). *Explication naïve de l'accident et prévention*. Presses Universitaires de France (PUF), Paris.
- Kouabenan, D. R. (2000a). Explication ordinaire des accidents, perception des risques et stratégies de protection. *Pratiques Psychologiques*, 1:85–97.
- Kouabenan, D. R. (2000b). Chapitre *Décision, perception du risque et sécurité*, dans *Traité de psychologie du travail et des organisations* (Bernaud, J. L. et Lemoine, C., Éd.), pages 279–321. Dunod, Paris.
- Kouabenan, D. R. (2006). Chapitre *Des croyances aux comportements de protection*, dans *Psychologie du Risque : Identifier, évaluer, prévenir* (Kouabenan, D. R., Cadet, B., Hermand, D., et Sastre, M. T. M., Éd.), pages 241–289. Éditions de Boeck. ISBN : 2-8041-5217-0.
- Kouabenan, D. R. et Cadet, B. (2005). Risk evaluation and accident analysis. *Advances in Psychology research*, 36:61–80.
- Kouabenan, D. R., Cadet, B., Hermand, D., et Sastre, M. T. M. (2006). *Psychologie du Risque : Identifier, évaluer, prévenir*. Éditions de Boeck, Bruxelles. ISBN : 2-8041-5217-0.
- Kouabenan, D. R., Gilbert, D., Médina, M., et Bouzon, F. (2001). Hierarchical position, gender, accident severity, and causal attribution. *Journal of Applied Psychology*, 31(3):553–575.
- Kouabenan, D. R. et Guyot, J.-M. (2004). Study of the causes of pedestrian accidents by severity. *Journal of Psychology in Africa*, 14(2):119–126.
- Körvers, P. (2004). *Accident precursors : pro-active identification of safety risks in the chemical process industry*. Thèse de Doctorat, Technische Universiteit Eindhoven.
- Lagadec, P. et Guilhou, X. (2002). Chapitre *Les conditions de survenue des crises graves (Actes de la seconde séance du séminaire « Le risque de défaillance et son contrôle par les individus et les organisations dans les activités à hauts risques »)*, dans *Conditions et mécanismes de production des défaillances, accidents et crises* (Amalberti, R., Fuchs, C., et Gilbert, C., Éd.), pages 157–210. Éditions CNRS – Ministère de la Recherche, MSH-Alpes, Grenoble, France. Disponible à http://www.patricklagadec.net/fr/pdf/crises_graves.pdf.
- Lane, P. J. et Lubatkin, M. (1998). Relative absorptive capacity and interorganisational learning. *Strategic Management Journal*, 19:461–477.
- Langer, E. J. (1975). The illusion of control. *Journal of Personality and Social Psychology*, 32(2):311–328. DOI : 10.1037/0022-3514.32.2.311.
- Lannoy, A. et Procaccia, H. (2001). *L'utilisation du jugement d'expert en sûreté de fonctionnement*. Éditions Technique et Documentation, Paris. ISBN : 978-2743004842, 392 pages.
- Larsson, R., Bengtsson, L., Henriksson, K., et Sparks, K. (1998). The interorganisational learning dilemma : Collective knowledge development in strategic alliances. *Organization Science*, 9:285–305.
- Lassagne, M. (2004). *Management des risques, stratégies d'entreprise et réglementation — Le cas de l'industrie maritime*. Thèse de Doctorat, École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers. Disponible à <http://pastel.archives-ouvertes.fr/docs/00/49/98/46/PDF/TheseLassagne1.pdf>.
- Le Moigne, J.-L. (1990). *La modélisation des systèmes complexes*. Dunod, Paris. ISBN : 978-2100043828, 178 pages.
- LeCoze, J.-C. (2005). Are organisations too complex to be integrated in technical risk assessment and current safety auditing? *Safety Science*, 43:613–638.
- Leonard-Barton, D. (1992). Core capabilities and core rigidities : A paradox in managing new product development. *Strategic Management Journal*, 13:111–125.
- Leplat, J. (1968). *Attention et incertitude dans les travaux de surveillance et d'inspection*. Dunod, Paris.
- Leplat, J. (2002). De l'étude de cas à l'analyse de l'activité. *Pistes*, 4(2):1–31.
- Lesca, H. (2001). Veille stratégique : passage de la notion de signal faible à la notion de signe d'alerte précoce. Dans *Colloque VSST (Veille Stratégique, Scientifique et Technologique)*, Barcelone, Espagne.
- Lesca, H. et Blanco, S. (2002). Contribution à la capacité des entreprises par la sensibilisation aux signaux faibles. Dans *6ème congrès international francophone sur les PME*, HEC Montréal.
- Lesca, H. et Castanos, J. C. (2004). Capter les signaux faibles : comment amorcer le processus. *Economica e Gestao*, 4(7):15–34.
- Leveson, N. (2002). *Systems safety engineering : Back to the future*. MIT. Disponible à <http://sunnyday.mit.edu/book2.pdf>.

- Leveson, N. (2003). White paper on approaches to safety engineering. Disponible à <http://sunnyday.mit.edu/caib/concepts.pdf>.
- Leveson, N. (2004). A new accident model for engineering safer systems. *Safety Science*, 42:237–270. Disponible à <http://sunnyday.mit.edu/accidents/safetyscience-single.pdf>.
- Lewin, K. (1964). *Psychologie dynamique, les relations humaines*. PUF, Paris.
- Lim, S., Lecoze, J.-C., et Dechy, N. (2002). Intégration des aspects organisationnels dans le REX. L'accident majeur, un phénomène complexe à étudier. Rapport Technique numéro 366988, INERIS. Disponible à <http://www.ineris.fr/>.
- Lincoln, J. R., Gerlach, M. L., et Ahmadjian, C. L. (1996). Keiretsu networks and corporate performance in Japan. *American Sociological Review*, 61(1):67–88.
- Llory, M. (1996). *Accidents industriels, le coût du silence. Opérateurs privés de parole et cadres introuvables*. L'Harmattan, Paris.
- MacDonald, G. (1999). Accidents : un rude apprentissage. *Annales des Ponts et Chaussées*, 91:62–66.
- Malvache, P. et Prieur, P. (1993). Mastering corporate experience with the REX method, management of industrial and corporate memory. Dans *International Symposium on the Management of Industrial and Corporate Knowledge*, Compiègne, France.
- Marais, K., Dulac, L., et Leveson, N. (2004). Beyond normal accidents and high reliability organizations : The need for an alternative approach to safety in complex systems. Dans *MIT ESD Symposium*. Disponible à <http://esd.mit.edu/symposium/pdfs/papers/marais-b.pdf>.
- March, J. G. (1991). *Décisions et Organisations*. Éditions d'Organisation, Paris, France.
- March, J. G. et Olsen, J. P. (1975). Choice situations in loosely coupled worlds. Unpublished manuscript, Stanford University, 1975.
- March, J. G. et Simon, H. S. (1965). *Les Organisations*. Dunod, Paris.
- Mathieu, J. E., Goodwin, G., Heffner, T. S., Salas, E., et Cannon-Bowers, J. A. (2000). The influence of shared mental models on team process and performance. *Journal of Applied Psychology*, 85(2):273–283. DOI : [10.1037/0021-9010.85.2.273](https://doi.org/10.1037/0021-9010.85.2.273).
- Mayo, E. (1933). *The human problems of an industrial civilization*. Macmillan, New York. ISBN : 978-0415279888, 204 pages.
- Mays, C., Charron, S., et Brenot, J. (2003). Social trust and confidence in the management of long lived radioactive wastes : Qualitative data from France. Dans *Extended version after the VALOR presentation, Stockholm*, Stockholm.
- Mével, O. (2004). *Du rôle des signaux faibles sur la reconfiguration des processus de la chaîne de valeur de l'organisation : l'exemple d'une centrale d'achats de la grande distribution française*. Thèse de Doctorat, École doctorale Lettres, Langues, Société et Gestion et École Nationale Supérieure des Télécommunications de Bretagne.
- Midler, C. (1993). *L'auto qui n'existait pas : Management des projets et transformation de l'entreprise*. InterÉditions, Paris, France. ISBN : 2-7296-0506-1, 216 pages.
- Mortureux, Y. (2004). Le retour d'expérience en questions. *Techniques de l'Ingénieur*, traité L'Entreprise Industrielle AG 4608.
- MossKanter, R. (1994). Collaborative advantage : The art of alliances. *Harvard Business Review*, 72:97–108.
- Moulin, V. et Pariès, J. (2007). Predir : État de l'art dans la gestion du risque organisationnel et théorie de la complexité. Rapport technique DAST/SEA/2006/003, DGAC/DAST.
- Munier, B. (2000). L'ingénierie du risque. *Risques : Les Cahiers de l'Assurance*, 44:27–32.
- Munier, B. (2001). Risk attitudes appraisal and cognitive coordination in decentralized decision systems. *Group Decision and Negotiation*, 10(2):141–158.
- Munier, B. (2005). Évaluation des risques : surmonter la complexité. *Ponts et Chaussées Magazine*, 103(11):12–15.
- Neal, A. et Griffin, M. (2004). Chapitre *Safety climate and safety at work*, dans *The psychology of workplace safety* (Frone, M. et Barling, J., Éd.). American Psychological Association, Washington D.C.
- Nielsen, B. B. (2002). Synergies in strategic alliance, motivation and outcomes of complementary and synergistic knowledge networks. *Journal of Knowledge Management Practice*.
- Nonaka, I. et Konno, N. (1998). The concept of "ba" : building a foundation for knowledge creation. *California Management Review*, 40(3):40–54.
- Nonaka, I. et Takeuchi, H. (1995). *The knowledge-creating company : How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*. Oxford University Press. ISBN : 978-0195092691, 304 pages.
- Norbjerg, P. M. (2004). The creation of an aviation safety reporting culture in Danish air traffic control. Dans *Open Reporting and Just Culture Workshop : Legal Impediments*, pages 1–12, Eurocontrol, Brussels.
- Ostberg, G. (2006). An unsorted collection of remarks on aspects, perspectives and dimensions of weak signals. Rapport technique, University of Lund, Sweden.
- Pariès, J. (1996). Evolution of the aviation safety paradigm : Towards systemic causality and proactive actions. Dans Hayward, B. et Lowe, A., Éd., *Applied Aviation Psychology : Achievement, Change and Challenge – Proceedings of the third Australian Aviation Psychology Symposium*, pages 39–49. Gower Technical.
- Pariès, J. (1999). Shift in aviation safety paradigm is key to future success in reducing air accidents. *ICAO Journal, Montréal, Canada*, 54(5). Presentation to the ICAO Regional Symposium on Human Factors and Aviation Safety, Santiago du Chili.
- Pariès, J. et Bieder, C. (2003). A complementary approach to support risk management and decision-making. Dans *6th Australian Aviation Psychology Symposium*, Sydney, Australia.
- Pedon, A. et Schmidt, G. (2003). L'apprentissage organisationnel en PME : Réalité et déterminants. Rapport technique, GREGOR, Paris.
- Perrow, C. (1984). *Normal accidents : Living with High-Risk Technologies*. Basic Books, New York. ISBN : 978-0465051427.

- Perrow, C. (1999). Actes de la quatorzième séance, organisations à hauts risques et « normal accidents ». Point de vue de Charles Perrow. Dans *Séminaire du programme risques collectifs et situation de crise*, CNRS, Paris, France.
- Polyani, M. (1958). *The tacit dimension*. Anchor Books, Garden City, New York, USA.
- Poumadère, M. et Mugnai, C. (2006). Chapitre *Perception des risques et gouvernance de la sécurité industrielle*, dans *Psychologie du risque : identifier, évaluer et prévenir les risques* (Kouabenan, R., Cadet, B., et D.Hermand, Éd.). De Boeck, Bruxelles.
- Prahalad, C. K. et Hamel, G. (1990). The core competence of the corporation. *Harvard Business Review*, 68(3):79–91.
- Pransky, G., Snyder, T., Dembe, A., et Himmelstein, J. (1999). Under-reporting of work-related disorders in the workplace : a case study and review of the literature. *Ergonomics*, 42(1):171–182. DOI : 10.1080/001401399185874.
- Prax, J.-Y. (2000). *Le guide du knowledge management – Concepts et pratiques du management de la connaissance*. Dunod, Paris. ISBN : 978-2100047017, 266 pages.
- Prax, J.-Y. (2003). *Le manuel du knowledge management – Une approche de seconde génération*. Dunod, Paris. ISBN : 978-2100047178.
- Qureshi, S., Briggs, R. O., et Hlupic, V. (2006). Value creation from intellectual capital : Convergence of knowledge management and collaboration in the intellectual bandwidth model. *Group Decision and Negotiation*, 15(3):197–220. DOI : 10.1007/s10726-006-9018-x.
- Rasmussen, J. (1997). Risk management in a dynamic society : a modelling problem. *Safety Science*, 27(2):183–213. DOI : 10.1016/S0925-7535(97)00052-0.
- Raufaste, E. et Hilton, D. J. (1999). Les mécanismes de la décision face au risque. *Risques*, 39.
- Rayner, S. (1988). Chapitre *The rules that keep us equal : Complexity and the costs of egalitarian organization*, dans *Rule, decisions and inequality in egalitarian societies* (Flanagan, J. et Rayner, S., Éd.), pages 20–42. Avebury, England.
- Reason, J. (1990). *Human Error*. Cambridge University Press. ISBN : 978-0521314190, 316 pages.
- Reason, J. (1993). *L'erreur humaine*. Coll. Le Travail Humain. Presses Universitaires de France, Paris. Traduit par J. M. Hoc, de « Human Error », 1990, Cambridge University Press, ISBN : 213045187X.
- Reason, J. (2000). Human error : Models and management. *British Medical Journal*, 320:768–770. DOI : 10.1136/bmj.320.7237.768.
- Reid, D. (2000). Alliance formation issues for knowledge-based enterprises. Rapport technique, Queen's Management Research Centre for Knowledge-Based Enterprises.
- Reix, R. (2004). *Système d'information et management des organisations*. Coll. Gestion. Librairie Vuibert, 5 édition. ISBN : 978-2711775682, 486 pages.
- Renou, Y. (2004). Économie fondée sur la connaissance, nouvelles formes organisationnelles et la question des frontières de la firme : une compréhension théorique historisée de l'entreprise réseau. Dans *13ème Rencontres « Histoire et Gestion »*, pages 1–21, Toulouse, France. Disponible à <http://halshs.archives-ouvertes.fr/docs/00/10/48/55/PDF/pub04047.pdf>.
- Rippl, S. (2002). Cultural theory and risk perception : A proposal for a better measurement. *Journal of Risk Research*, 5(2):147–165. DOI : 10.1080/13669870110042598.
- Roberts, K. H. (1988). Some characteristics of HRO, organizational behavior and industrial relations. Rapport technique OBR-23, Berkeley : University of California, Berkeley Business School.
- Roberts, K. H. (1990). Managing high reliability organizations. *California Management Review*, 32(4):101–113.
- Rochlin, G. I. (1999). Safe operation as a social construct. *Ergonomics*, 42(11):1549–1560. DOI : 10.1080/001401399184884.
- Rochlin, G. I. (2001). Chapitre *Les organisations à haute fiabilité : bilan et perspectives de la recherche*, dans *Organiser la fiabilité* (Bourrier, M., Éd.), pages 39–70. L'Harmattan, Paris.
- Ross, L. (1977). volume 10, Chapitre *The intuitive psychologist and his shortcomings : Distortions in the attribution process*, dans *Advances in experimental social psychology* (Berkowitz, L., Éd.), pages 173–220. Academic Press, New York.
- Roux-Dufort, C. (2000). Aspects sociaux et culturels des signaux faibles dans les organisations. Dans *Conférence Association ECRIN*, Paris.
- Roy, B. (1985). *Méthodologie multicritère d'aide à la décision*. Economica. ISBN : 978-2717809015, 423 pages.
- Roy, B., Damart, S., et David, A. (2001). Comment organiser et structurer le processus de décisions pour favoriser la concertation entre parties prenantes et accroître la légitimité de la décision. Rapport technique DRAST-01-27, INIST-CNRS, Ministère de l'équipement, des transports et du logement, Programme de Recherche et de développement pour l'innovation et la technologie dans les transports terrestres, Puteaux, France.
- Samin, P. (2000). *Les compétences professionnelles : descriptif, mesure et développement*. L'Harmattan, Paris. ISBN : 2-7384-9534-6, pages 49–57.
- Sato, H. (1996). Keeping employees employed : Shukko and tenseki job transfers–Formation of a labor market within corporate groups. *Japan Labor Bulletin*, 35(12):45–61.
- Savage, L. J. (1954). *The foundations of statistics*. Wiley, New York, Dover. ISBN : 978-0486623498, 310 pages.
- van der Schaaf, T. et Kanse, L. (2004). Biases in incident reporting databases : an empirical study in the chemical process industry. *Safety Science*, 42(1):57–67. DOI : 10.1016/S0925-7535(03)00023-7.
- Secchi, P., Ciaschi, R., et Spence, D. (1999). A concept for an ESA lessons learned system. Dans Secchi, P., Éd., *Alerts and Lessons Learned : An effective way to prevent failures and problems*, pages 57–61, Noordwijk, The Netherlands. ESTEC.
- Sellini, F., Cloonan, J., Carver, E., et Williams, P. (2006). Collaboration across the extended enterprise : barrier or opportunity to develop your knowledge assets. Dans *TMCE*, pages 1–9, Ljubljana, Slovenia.
- Senge, P., Roberts, C., et Smith, B. (1994). *The fifth discipline fieldbook : Strategies and tools for building a learning organization*. Currency, New York.

- Sharif, M. N. A., Zakaria, N. H., Ching, L. S., et Fung, L. S. (2005). Facilitating knowledge sharing through lessons learned system. *Journal of Knowledge Management Practice*, 12.
- Simonin, B. L. (1999). Ambiguity and the process of knowledge transfer in strategic alliances. *Strategic Management Journal*, 20:595–623.
- Slovic, P. (1987). Perception of risk. *Science*, 236(4799):280–285. DOI : 10.1126/science.3563507.
- Slovic, P. (1993). Perceived risk, trust and democracy. *Risk Analysis*, 13(6):675–682. DOI : 10.1111/j.1539-6924.1993.tb01329.x.
- Slovic, P. (1998). The risk game. *Reliability Engineering & System Safety*, 59(1):73–77. DOI : 10.1016/S0951-8320(97)00121-X.
- Slovic, P., Finucane, M. L., Peters, E., et Gregor, D. G. M. (2004). Risk as analysis and risk as feelings : some thoughts about affect, reason, risk and rationality. *Risk Analysis*, 24(2):311–322. DOI : 10.1111/j.0272-4332.2004.00433.x.
- Slovic, P., Finucane, M. L., Peters, E., et MacGregor, D. G. (2002). Chapitre *Rational actors or rational fools : implications of the affect heuristic for behavioral economics*, dans *Intuitive judgment : heuristics and biases* (Gilovich, T., Griffin, D., et Kahneman, D., Éd.). Cambridge University Press.
- Snook, S. A. (2000). *Friendly fire : The accidental shootdown of US Black Hawks over Northern Iraq*. Princeton University Press, Princeton, USA. ISBN : 978-0691095189, 280 pages.
- Steele, K. et Pâriès, J. (2007). Barriers to safety innovation : Experiences applying the “safety model based analysis” approach in European aviation. Dans *Proceedings of the 14th International Symposium on Aviation Psychology*, Dayton, USA.
- Strauss, A. (1985). Work and the division of labor. *The Sociological Quarterly*, 26(1):1–19. DOI : 10.1111/j.1533-8525.1985.tb00212.x.
- Strauss, A. (1988). The articulation of project work : an organizational process. *The Sociological Quarterly*, 29(2):163–178. DOI : 10.1111/j.1533-8525.1988.tb01249.x.
- Strauss, A. (2005). *La trame de la négociation. Sociologie qualitative et interactionnisme*. L’Harmattan, Paris.
- Taylor-Gooby, P. et Zinn, J. (2005). Current directions in risk research : reinvigorating the social? *Social Contexts and Responses to Risk Network (SCARR)*, 8:1–29.
- Tea, C. (2007). Retour d’expérience et estimation des risques. Dans *Colloque Malveillance et Conception des systèmes d’information pour la gestion des risques*. Institut pour la Maîtrise des Risques.
- Tea, C. (2008). Integration of subjective data in the decision making process. Dans *PSAM 9 – International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management*.
- de Terssac, G. (2001). Chapitre *Les risques de la rationalisation du point de vue de la sociologie du travail*, dans *Risques, erreurs et défaillances : approche interdisciplinaire* (Amalberti, R., Fuchs, C., et Gilbert, C., Éd.), pages 169–216. Éditions CNRS – Ministère de la Recherche, MSH-Alpes, Grenoble, France.
- de Terssac, G. et Friedberg, E. (1996). *Coopération et conception*. Collection Travail. Octarès, Toulouse. ISBN : 978-2906769335, 332 pages.
- Tisseyre, R.-C. (1999). *Knowledge management – Théorie et pratique de la gestion des connaissances*. Hermès, Paris.
- Turner, B. A. (1978). *Man-made Disasters*. Wykeham Publications, London. ISBN : 0844813729.
- Turner, B. A. et Pidgeon, N. F. (1997). *Man-made disasters*. Butterworth-Heinemann, 2 édition. ISBN : 978-0750620871, 200 pages.
- Tversky, A. et Kahneman, D. (1974). Judgment under uncertainty : heuristics and biases. *Science*, 185:1124–1131. DOI : 10.1126/science.185.4157.1124.
- VanFenema, P. C. (2003). Collaborative elasticity and breakdowns in high reliability : Contributions from distributed cognition and collective mind theory. Dans *Second International Workshop on Analyzing Collaborative Activity*, pages 1–8, Amsterdam, Netherlands.
- Vaughan, D. (1996). *The Challenger launch decision : Risky technology, culture and deviance at NASA*. University of Chicago Press, Chicago. ISBN : 978-0-226-85175-4.
- Vaughan, D. (1999). Actes de la quinzième séance « technologie à haut risques, organisations et culture : le cas de Challenger. Point de vue de Diane Vaughan ». Dans *Séminaire du programme risques collectifs et situation de crise*, Paris, France.
- Vaughan, D. (2003). Report vol. 1. Rapport technique, Columbia Accident Investigation Board. Disponible à [http : //www. nasa. gov/ columbia/ home/ CAIB_ Vol1. html](http://www.nasa.gov/columbia/home/CAIB_Vol1.html).
- Vidal, P. (2000). *Contribution à la théorie des Systèmes d’Informations organisationnels. De l’automatisation analytique à l’ingénierie des processus de décisions en situation complexe*. Thèse de Doctorat, Université d’Aix-Marseille III.
- Vidal, P. (2002). Chapitre *Risques et systèmes d’informations*, dans *Comprendre et gérer les risques* (Moreau, F., Éd.). Éditions d’Organisation, Paris.
- Von Neumann, J. et Morgenstern, O. (1953). *Theory of games and economic behavior*. Princeton University Press, Princeton, USA. 3rd ed. (1st ed 1944), ISBN : 978-0471911852.
- Weber, R., Aha, D. W., Muñoz-Ávila, H., et Breslow, L. A. (2000). Active delivery for lessons learned systems. Dans *Advances in Case-Based Reasoning, 5th European Workshop, EWCBR2*, pages 322–334, Trento, Italy.
- Weick, K. E. (1976). Educational organization as loosely coupled systems. *Administrative Science Quarterly*, 21:1–19. Disponible à [http : //www. jstor. org/ stable/ 2391875](http://www.jstor.org/stable/2391875).
- Weick, K. E. (1993). Collapse of sensemaking in organizations : the Mann Gulch disaster. *Administrative Science Quarterly*, 38(4):628–652. DOI : 10.2307/2393339.
- Weick, K. E. (1995). *Sensemaking in organizations (Foundations for organizational science)*. Sage Publications, Thousand Oaks, CA. ISBN : 978-0803971776, 235 pages.
- Weiner, B. (1985). An attributional theory of achievement motivation and emotion. *Psychological Review*, 92(4):548–573. DOI : 10.1037/0033-295X.92.4.548.

- Weinstein, N. D. (1989). Effects of personal experience on self-protective behavior. *Psychological Bulletin*, 105(1):31–50. DOI : 10.1037/0033-2909.105.1.31.
- Weinstein, N. D. (2000). Perceived probability, perceived severity, and health-protective behaviour. *Health Psychology*, 19(1):65–74. DOI : 10.1037/0278-6133.19.1.65.
- Whiting, R. (1999). Myths and realities. *Information Week*, pages 1–5. Disponible à <http://www.informationweek.com/762/know.htm>.
- Woods, D. D. (2003). Creating foresight : How resilience engineering can transform NASA's approach to risky decision making. Dans *Testimony on the Future of NASA for Committee on Commerce, Science and Transportation, John McCain, Chair*. Disponible à <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.133.6470&rep=rep1&type=pdf>.
- Woods, D. D. (2004). Creating foresight : Lessons for enhancing resilience from Columbia. Rapport technique, Institute for Ergonomics, The Ohio State University. Disponible à <http://cse1.eng.ohio-state.edu/woods/space/Create%20foresight%20Col-draft.pdf>.
- Woods, D. D. (2006). Chapitre *How to design a safety organization*, dans *Resilience engineering : concepts and precepts* (Hollnagel, E., Woods, D. D., et Leveson, N., Éd.). Ashgate, Aldershot, UK.
- Wybo, J.-L. (2004a). Le rôle de l'apprentissage dans la maîtrise des risques. *Risques – Les Cahiers de l'Assurance*, pages 148–157.
- Wybo, J.-L. (2004b). Le rôle du retour d'expérience dans la maîtrise des risques et des crises. *Qualitique*, 158:27–30.
- Wybo, J.-L. (2004c). Mastering risks of damage and risks of crisis : the role of organizational learning. *International Journal of Emergency Management*, 2:22–34.
- Wybo, J.-L., Godfrin, V., Colardelle, C., Guinet, V., et Remis, D. (2003). Méthodologie de retour d'expérience des actions de gestion des risques. Étude, Convention MATE.
- Yang, J. (2005). Knowledge integration and innovation : securing new product advantage in high technology industry. *Journal of High Technology Management Research*, 16(1):121–135. DOI : 10.1016/j.hitech.2005.06.007.
- Zakay, D., Ellis, S., et Shevsky, M. (2004). Outcome value and early warning indications as determinants of willingness to learn from experience. *Experimental Psychology*, 51(2):150–157. DOI : 10.1027/1618-3169.51.2.150.



Vous pouvez extraire ces entrées bibliographiques au format BibTeX en cliquant sur l'icône de trombone à gauche.

Reproduction de ce document

Ce document est diffusé selon les termes de la licence [BY-NC-ND du Creative Commons](#). Vous êtes libres de reproduire, distribuer et communiquer cette création au public selon les conditions suivantes :

- ▷ **Paternité.** Vous devez citer le nom de l'auteur original de la manière indiquée par l'auteur de l'œuvre ou le titulaire des droits qui vous confère cette autorisation (mais pas d'une manière qui suggérerait qu'ils vous soutiennent ou approuvent votre utilisation de l'œuvre).
- ▷ **Pas d'utilisation commerciale.** Vous n'avez pas le droit d'utiliser cette création à des fins commerciales.
- ▷ **Pas de modification.** Vous n'avez pas le droit de modifier, de transformer ou d'adapter cette création.



Vous pouvez télécharger ce document, ainsi que d'autres dans la collection des *Cahiers de la Sécurité Industrielle*, aux formats PDF, EPUB (pour liseuses électroniques et tablettes numériques) et MOBI (pour liseuses Kindle), depuis le site web de la FonCSI. Des exemplaires papier peuvent être commandés auprès d'un service d'impression à la demande.



Fondation pour une Culture de Sécurité Industrielle

Fondation de recherche reconnue d'utilité publique

<http://www.FonCSI.org/>

6 allée Émile Monso — BP 34038
31029 Toulouse cedex 4
France

Téléphone: +33 534 32 32 00
Twitter: @LaFonCSI
Courriel: contact@FonCSI.org





ISSN 2100-3874

6 allée Émile Monso
ZAC du Palays - BP 34038
31029 Toulouse cedex 4

www.foncsi.org