



Université de Toulouse II - le Mirail
5, Allées Antonio Machado
31058 Toulouse

La gestion des conflits d'objectifs dans la conduite et l'exploitation d'installations nucléaires

Pierre LETZKUS

Thèse de Doctorat Nouveau Régime en Ergonomie

Soutenue le 29 Novembre 2004

Directeur de Thèse

Jean-Marie Cellier

Directeur d'études à l'EPHE, Toulouse

Jury

- M. Amalberti René, Professeur Agrégé du Val de Grâce, IMASSA, *Rapporteur*.
- M. Boy Guy, directeur d'EURISCO, *Rapporteur*.
- M. Cellier Jean-Marie, Directeur d'études à l'EPHE, Toulouse, *Directeur de Thèse*
- M. Guillermain Hubert, Ergonome Expert, Technicatome.
- M. Papin Bernard, Expert Senior Conduite - Facteurs Humains, CEA.
- M. de Terssac Gilbert, Directeur de recherche au CNRS, Toulouse.

Cette recherche a été rendue possible grâce au soutien financier et technique du Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA) et de la société Technicatome.

REMERCIEMENTS

Une thèse n'est pas le résultat du travail d'un chercheur isolé, qui, bien que souvent confronté à des questions métaphysiques, puisse se comparer volontiers à un astronaute perdu dans l'espace. Bien au contraire, s'il s'y trouve, c'est parce qu'une équipe avait projeté de l'y envoyer. S'il se trouve dans cette posture, c'est parce qu'il l'a voulu...

... et si il a pu toucher à nouveau le sol un jour, c'est parce que cette équipe a tout fait pour lui en donner les moyens. C'est cette « équipe » que je tiens à remercier maintenant, dans cette petite section, que je conçois comme un espace de liberté et d'expression privilégié.

Je tiens tout d'abord à remercier monsieur Jean-Marie Cellier pour m'avoir fait l'honneur d'accepter la direction de cette thèse ainsi que pour son soutien dans la réalisation de ce travail. Au-delà de l'aspect formel et solennel que peuvent revêtir ces quelques lignes, je tiens à lui exprimer ici toute ma gratitude pour sa présence, la qualité de nos relations (malgré la distance) mais aussi à saluer son « don » (ou le fruit d'une longue pratique ?) lui permettant de formuler en quelques mots des remarques qui m'ont permis de sortir d'impasses dans lesquelles je m'étais fourvoyé, parfois avec une certaine application.

Je remercie également messieurs René Amalberti, Guy Boy et Gilbert de Terssac pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de porter une attention particulière à mon travail en participant au jury de cette thèse. Je remercie en particulier monsieur Gilbert de Terssac pour l'aide précieuse qu'il a pu m'apporter en me donnant les orientations théoriques essentielles à l'étayage de cette recherche.

Je tiens à exprimer ma reconnaissance à monsieur Hubert Guillermain. Je le remercie pour le soutien, ses encouragements et sa spontanéité pour apporter des réponses à mes questionnements. Je ne pourrai pas oublier son engouement à mettre en schémas les idées ou les concepts que je tentais de concrétiser, ainsi que les multiples pistes qu'il pouvait avancer à partir des quelques informations que je lui apportais et qui ont servi à enrichir mes travaux.

Mes remerciements vont également à monsieur Bernard Papin, lecteur et critique assidu, à qui n'échappent ni le fond ni la forme du moindre document écrit. Le suivi courageux qu'il a assuré par sa lecture de ma prose, ses remarques et les questions qu'il pouvait me poser par la suite, ont très largement contribué à la qualité globale de ce travail.

Je souhaite aussi remercier dans la société Technicatome messieurs Jean-François Jamen et Vincent Frontéri, pour leur disponibilité, les efforts déployés pour m'expliquer les principes de fonctionnement et de conduite des chaufferies nucléaires embarquées, ainsi que leur aide dans les analyses d'incidents que je n'aurais jamais pu faire sans eux. A monsieur Serge Bosc, grâce à qui j'ai pu découvrir les rouages de la gestion et la supervision de projets industriels. Je tiens aussi à remercier chaleureusement les Responsables d'Équipes, les Chefs de Quarts et leurs équipes de conduite ainsi et les membres du personnel du Réacteur Nouvelle Génération de Cadarache, pour leur accueil, leur disponibilité et leur collaboration à ce travail. Enfin, je remercie Cécile Luna pour toutes les qualités qu'elle a pu déployer pour me supporter pendant qu'elle collaborait à mes recherches pendant de son stage à Technicatome.

Mes remerciements vont aussi aux personnes que j'ai pu côtoyer au sein du laboratoire du CEA (dont le nom change souvent) dans lequel j'ai eu la chance de réaliser cette recherche. Mes pensées vont ici à Nicolas Devictor, qui en sa qualité de Chef de Laboratoire, m'a apporté lorsque cela était nécessaire, un soutien d'une grande efficacité. Merci aussi à Simone Turina et aux efforts qu'elle a déployé pour me trouver des articles souvent à contre courant des requêtes qu'elle avait l'habitude de traiter, Martine Thorez pour nos échanges, Anne Bassi dont les compétences de spam ne sont plus à démontrer, Nicole « nikkyio » Ducret, Françoise Burle pour son amitié, Paul Saignes,

Michel Marques, Williams Cette, Bertrand Ioss, Nadia, Jean-Marc Fourneron. Enfin, je remercie Xavier Debroyse pour sa collaboration à mes recherches lors de son stage au CEA.

Toute ma reconnaissance, et même plus encore, va à ma famille : mes parents, Jacques et Annie, pour m'avoir soutenu et cru en moi pendant ces années de « dernière ligne droite » (tout en croisant les doigts et en serrant les dents sans que cela ne se voit de trop : hommage...).

Il y a enfin les amis, les proches, ceux qui par leur présence, leur soutien, leurs encouragements m'ont aidé à réaliser ce que je pensais être un pari impossible. Je dois un grand remerciement à Eric Pagès pour avoir largement assuré la supervision cuisino-logistique et technico-surfacique, du « château » et tout ça sans s'énervier (hommage là aussi). Je tiens à remercier chaleureusement Christophe Schmeltzer et Raphaële Collet pour leur discrète mais rassurante présence, leurs encouragements et les longues discussions que nous avons pu avoir au sujet de cette recherche qui a fait de moi un monomaniac durant ces années. Merci enfin au Colonel Georges Meurisse (artilleur « pastelliste », une espèce rare et précieuse) pour nos échanges et son soutien.

Et pour finir, je te remercie Paola, car tu m'as apporté un soutien décisif, tant par ta patience, ta présence... que par les « lunettes ergonomiques » que tu as su poser sur mon nez de cognitiviste, alors que j'avais fraîchement débarqué dans les contrées de cette discipline.

Résumé

Les conflits d'objectifs sont un ensemble de situations de terrain suffisamment complexes pour poser les bases d'une thématique de recherche. Connus dans différentes disciplines, dont l'ergonomie, sans être regroupés sous ce terme, ils correspondent à un ensemble de situations parfois paradoxales auxquelles sont confrontés les opérateurs (tant ceux de première ligne, que les décideurs ou les concepteurs). Ces situations, mettent régulièrement en avant des prises de risques, qui même si elles sont modérés, ne sont pas toujours tolérables ou acceptables, notamment dans des installations industrielles sensibles, comme c'est le cas de l'industrie nucléaire. Ce constat pose alors la question des moyens et méthodes à développer pour éviter au mieux l'occurrence de ce genre de situations.

Les observations de terrain et les analyses de situations incidentelles ou accidentelles montrent que les conflits d'objectifs présentent une grande diversité. Pour mieux en comprendre les rouages et en dénouer la complexité, il a été décidé en un premier temps de considérer séparément l'homme de l'organisation socio-technique. En un second temps l'intérêt s'est porté sur leurs interactions afin de pouvoir faire la part entre les causes des conflits et leurs manifestations.

Cette étude a suivi deux voies d'investigations : celle de l'analyse de l'organisation et celle de l'analyse de l'individu au travail. Ceci a donné lieu à une modélisation du mécanisme des situations conflictuelles, et a permis de poser les bases d'un modèle organisationnel « sociotechnique » générique. L'objectif visé par ces modèles était de pouvoir fournir des repères permettant d'identifier, tant chez l'homme que dans une organisation, les causes de conflits ou les mécanismes participant à leur occurrence. En définitive, l'analyse de l'activité des opérateurs, en complément des analyses d'incidents, nous a permis de déboucher sur un modèle qualitatif de l'activité cognitivo-comportementale qui repose en partie sur le modèle du compromis cognitif (Amalberti, 1996, 2001) préalablement identifié dans notre recherche comme modèle cadre. Notre modèle stipule que l'allocation de ressources attentionnelles, faite entre la gestion d'une tâche et sa supervision (représentation, diagnostic, décision...), est un facteur déterminant dans le comportement de l'individu. L'allocation des ressources serait dynamique et serait conditionnée par deux facteurs. Le premier serait fonction des besoins de la tâche (dynamique) et des compétences de l'opérateur à gérer le court terme et le long terme. Le second facteur serait d'ordre motivationnel, et soit renforcerait l'efficacité de l'individu soit la perturberait en allouant des ressources nécessaires à des processus destinés à d'autres objectifs.

Les résultats obtenus nous permettent de proposer des indicateurs ergonomiques visant l'identification de conflits d'objectifs, aussi bien dans une démarche prospective (conception) que rétrospective (analyse d'événements, d'incidents...). Un exemple de l'emploi qui peut en être fait est présenté dans une méthode d'analyse classique d'ergonomie.

Mots clefs : conflits d'objectifs, compromis, prise de décision, ressources attentionnelles.

Table des matières

1. Introduction	1
2. Positionnement de l'étude	6
2.1. La notion de conflits d'objectifs	8
2.1.1. Premiers repères sur les conflits d'objectifs	8
2.1.2. Les conflits d'objectifs : une origine naturelle ou culturelle ?	9
2.1.3. Les conflits d'objectifs dans les environnements industrialisés	11
2.2. Les interactions comme origines des conflits d'objectifs	11
2.2.1. Les interactions entre le système sociotechnique et son environnement	11
2.2.2. Les interactions entre les opérateurs et le système sociotechnique : origines et effets des conflits d'objectifs	12
2.2.3. L'activité des opérateurs et les conflits d'objectifs dans le milieu industriel	13
2.2.4. L'origine des conflits d'objectifs dans l'activité : une adaptation de l'homme aux contraintes	14
2.2.4.1. Un exemple d'accident issu de conflits organisationnels : La Mède (1992)	16
2.2.4.2. La conception des systèmes : une autre origine organisationnelle des conflits d'objectifs	18
2.3. Les conflits d'objectifs dans l'industrie à risque : le cas du nucléaire	19
2.3.1. La sûreté nucléaire et la défense en profondeur : une anticipation du risque	20
2.3.2. L'origine de la prise en compte des conflits d'objectifs dans le nucléaire	21
2.3.3. Les différentes approches des conflits d'objectifs dans le nucléaire industriel	23
2.3.3.1. Le management face aux conflits d'objectifs	23
2.3.3.2. La conduite d'installation nucléaire : approche générale des stratégies de conduite face aux conflits	26
2.3.3.3. La gestion des conflits d'objectifs dans la conduite, le cas de « l'Approche par Etat » (APE)	27
2.3.3.4. La difficulté de la prise en compte des conflits d'objectifs dans l'exploitation : fiabilité humaine et analyses de retours d'incidents	29
2.3.4. Le nucléaire expérimental	30
2.3.5. La propulsion navale nucléaire	30
2.3.6. Une étude spécifique aux conflits d'objectifs	32

2.3.6.1. Une étude sur les performances de récupération d'incidents en cas de conflits d'objectifs	32
2.3.6.2. Remarques sur ces résultats	33
2.4. Une double approche des conflits d'objectifs : l'organisation et l'individu	35
2.4.1. L'approche organisationnelle	36
2.4.2. L'approche individuelle des conflits d'objectifs	37
2.5. Conclusions et premiers éléments d'une problématique	37
2.5.1. Une première définition du conflit d'objectifs	39
2.6. Aborder les conflits au travers du retour d'expérience et des résultats expérimentaux	39
2.6.1. Rechercher l'origine et la nature des conflits d'objectifs	40
2.6.1.1. Le paradoxe du retour d'expérience	40
2.6.1.2. La recherche d'une amélioration de l'exploitation des systèmes futurs	40
2.6.2. Approfondir la notion de conflits d'objectifs	41
2.6.3. La gestion des conflits d'objectifs chez l'individu : deux logiques en compétition ?	42
3. Cadre théorique	46
3.1. Champ d'élaboration d'une catégorisation des objectifs	48
3.1.1. Les objectifs organisationnels	48
3.1.2. Les objectifs opérationnels	49
3.1.3. Les objectifs individuels	50
3.2. Repères pour une approche organisationnelle des conflits d'objectifs	52
3.2.1. L'activité humaine du point de vue organisationnel	52
3.2.2. Vers un modèle de système sociotechnique générique	54
3.2.2.1. Une première définition des composantes d'un modèle cadre pour l'approche organisationnelle des conflits d'objectifs	55
3.2.2.2. Objections et propositions d'amélioration pour un modèle sociotechnique générique	57
3.2.3. Remarques sur le découpage LEOST	61
3.3. Repères pour une approche individuelle de la gestion des conflits d'objectifs	62
3.3.1. Une représentation pour l'action	62
3.3.1.1. La représentation mentale dans le mécanisme de la décision	63
3.3.1.2. La fixation des objectifs et la gestion d'objectifs multiples	67
3.3.1.3. Les mécanismes de la prise de décision	67
3.3.1.4. Aspects affectifs dans le diagnostic et la prise de décision	69
3.3.2. Aspects psychosociaux intervenant dans les processus décisionnels	69
3.4. Un modèle de l'activité individuelle : le compromis cognitif	71
3.4.1. L'économie cognitive comme moteur de la décision	71
3.4.2. Le compromis cognitif : rechercher la satisfaction du principe d'économie cognitive	72
3.4.2.1. L'activité finalisée	72
3.4.2.2. La gestion du compromis cognitif	72
3.4.3. Remarques sur ce modèle	73
3.5. Un candidat à la modélisation du mécanisme des conflits d'objectifs	74

3.5.1.1. <i>L'adaptation du modèle de la décision erronée pour la représentation des conflits d'objectifs</i>	76
3.5.1.2. <i>Remarques sur ce modèle</i>	80
3.6. Synthèse et problématique	80
3.6.1. <i>Une reformulation de la problématique initiale</i>	80
3.6.2. <i>L'activité comme clef de voûte entre l'homme et l'organisation</i>	81
3.6.3. <i>Les orientations de cette étude</i>	82
4. Etudes empiriques	84
4.1. Démarche empirique	86
4.1.1. <i>Recherche et recueil de données</i>	86
4.1.2. <i>Analyse des données et modélisation</i>	89
4.1.2.1. <i>Le recours à un méta-modèle</i>	89
4.1.2.2. <i>Élaboration des modèles définitifs</i>	90
4.2. Catégorisation des effets observables des conflits dans l'activité	91
4.2.1. <i>Analyses de cas d'incidents dans le domaine nucléaire</i>	91
4.2.2. <i>Catégorisation des situations conflictuelles dans l'activité</i>	91
4.2.2.1. <i>L'écart entre prescrit et réel</i>	92
a) <i>Chercher la rapidité du résultat</i>	92
b) <i>Réduire les contraintes opératoires</i>	93
c) <i>Se rajouter des contraintes</i>	93
d) <i>Réguler son activité ou celle de ses co-équipiers</i>	94
e) <i>La confiance de l'opérateur</i>	95
f) <i>L'escalade d'engagement</i>	95
g) <i>Le conflit technique : cause d'activités répétitives</i>	95
4.2.2.2. <i>Synthèse des effets observés dans l'activité</i>	97
4.2.3. <i>Catégorisation des observables issus de situations conflictuelles pour l'organisation</i>	97
a) <i>Modifier l'organisation du travail</i>	98
b) <i>Modifier les caractéristiques techniques d'un système</i>	99
c) <i>Dérives organisationnelles</i>	100
d) <i>Fragilisation organisationnelle par la réduction des degrés de liberté</i>	100
4.2.4. <i>Évaluation des catégories par une analyse de l'activité</i>	100
4.2.4.1. <i>Résumé de l'activité</i>	100
4.2.4.2. <i>Éjection d'un conteneur dans la cellule blindée de déchargement</i>	101
4.2.5. <i>Discussion</i>	105
4.2.5.1. <i>Le compromis cognitif comme révélateur d'une coexistence de stratégies de gestion ?</i>	106
4.2.5.2. <i>Une première modélisation de la coexistence de logiques de gestion</i>	107
4.3. Les conflits d'objectifs dans l'organisation	109
4.3.1. <i>Challenger</i>	109
4.3.1.1. <i>Les causes techniques : des joints défailants en basse température</i>	110
4.3.1.2. <i>Les causes organisationnelles</i>	110
a) <i>Une origine gouvernementale (1)</i>	111
b) <i>Conflit économique-technique (2)</i>	112
c) <i>La dérive d'un conflit économique-économique en conflit économique-technique (2)</i>	112
4.3.1.3. <i>Conclusion</i>	113
4.3.2. <i>Bhopal</i>	114
4.3.2.1. <i>Chronologie de l'accident</i>	114
4.3.2.2. <i>L'analyse organisationnelle</i>	115

4.3.2.3. Une construction imposée	116
4.3.2.4. Conclusion	119
4.3.3. Tokai Mura	119
4.3.3.1. Les causes	120
4.3.3.2. L'analyse organisationnelle	121
4.3.3.3. Conclusion	124
4.3.4. Conclusions sur l'approche organisationnelle des conflits d'objectifs	124
4.3.4.1. Intérêt de LEOST et première validation	125
4.3.4.2. Articulation entre les contraintes et les conflits dans la conception et l'exploitation de systèmes complexes	125
4.4. Les conflits d'objectifs dans l'activité d'exploitation normale : une approche du domaine sociotechnique	126
4.4.1. Méthode d'investigation	126
4.4.2. Retour d'expérience d'opérateurs et de leurs responsables travaillant dans une installation nucléaire	127
4.4.2.1. Présentation du RNG, principe de fonctionnement d'un réacteur nucléaire à eau pressurisée	127
4.4.2.2. Organisation du RNG	128
4.4.3. Synthèse des entretiens	129
4.4.3.1. Impact des contraintes organisationnelles et économiques sur l'activité	129
a) Des réductions budgétaires constantes d'années en années	129
b) La gestion des équipes et son effet sur l'exploitation	129
c) Concilier la maintenance et la réduction de budget	130
d) La sous-traitance	131
4.4.3.2. La gestion des conflits d'objectifs : le rôle du management	132
4.4.3.3. Entretiens avec les chefs de quart	132
a) Le Chef de Quart : Chef d'orchestre du RNG ?	132
b) L'activité du chef de quart et la gestion des conflits d'objectifs	133
c) La conduite d'un réacteur expérimental, une culture de l'évitement des conflits ?	135
d) Conclusion : éléments en faveur d'une co-existence de stratégies de gestion des conflits	137
4.5. Première Analyse de l'activité en situation incidentelle : la résolution d'un incident de pollution sur simulateur de SNA	137
4.5.1. Méthode d'analyse	138
4.5.2. Situation expérimentale	140
4.5.2.1. Description de l'incident	141
4.5.2.2. Actions attendues par les opérateurs	142
4.5.2.3. Population ayant participé aux tests	143
4.5.2.4. Hypothèses et attentes sur l'activité des opérateurs	144
4.5.3. Résultats	145
4.5.4. Deux exemples de résolution : une réussite et un échec	145
4.5.4.1. Un exemple de résolution idéale	146
a) Résumé de la gestion de l'incident	146
b) Gestion des objectifs et coopération entre opérateurs	147
c) Discussion	147
4.5.4.2. Un exemple d'échec de résolution	148
a) Résumé de l'incident	148
b) Gestion des objectifs et coopération entre opérateurs	149
c) Discussion	150
4.5.5. Les objectifs individuels et les conflits de second niveau	151
4.5.6. Synthèse des observations	153

4.5.6.1. <i>La représentation mentale : une source de conflits d'objectifs en situation opérationnelle</i>	153
4.5.6.2. <i>Le support documentaire dans la gestion des incidents</i>	159
4.5.7. <i>Discussion : la gestion des conflits par le compromis ou l'innovation</i>	160
4.5.7.1. <i>Gérer le conflit par le compromis</i>	161
4.5.7.2. <i>Sortir du conflit par une solution innovante</i>	163
4.5.8. <i>Synthèse</i>	164
4.6. <i>Seconde Analyse de l'activité en situation incidentelle sur sous-marin : prise de décision en situation incertaine</i>	164
4.6.1. <i>Présentation de la situation expérimentale et le cas des voies d'eau</i>	165
4.6.1.1. <i>Participants au test</i>	165
4.6.1.2. <i>Scénario de l'incident</i>	165
4.6.1.3. <i>Une situation conflictuelle</i>	166
4.6.1.4. <i>Les informations essentielles pour résoudre ce conflit</i>	166
4.6.2. <i>Résultats</i>	167
4.6.2.1. <i>Les conflits retardent la prise de décision et l'action</i>	168
4.6.2.2. <i>Un manque d'informations essentielles pour résoudre la situation</i>	169
4.6.2.3. <i>Rôle des modèles mentaux dans la prise de décision et la conduite</i>	169
4.7. <i>Analyse d'un accident : intervention sur site</i>	170
4.7.1. <i>Démarche adoptée pour l'analyse de cet incident</i>	170
4.7.2. <i>Analyse du rapport et des autres données officielles</i>	170
4.7.2.1. <i>Un défaut de protection</i>	171
4.7.2.2. <i>Un manquement aux règles d'exploitation</i>	171
4.7.2.3. <i>Une conclusion orientée sur le respect des règles</i>	171
4.7.3. <i>Retour sur les conclusions du rapport officiel</i>	172
4.7.3.1. <i>Entretiens avec des opérateurs</i>	172
a) <i>Une adaptation des règles de fixation du plat en pyrex</i>	172
b) <i>L'évaluation concertée des risques d'intervention</i>	172
c) <i>La protection de l'opérateur</i>	173
4.7.3.2. <i>Réunion et comptes rendus</i>	174
4.7.3.3. <i>Analyse organisationnelle</i>	174
a) <i>Un problème d'organisation et de management</i>	174
b) <i>Les aspects liés à l'opérateur en cause dans l'incident</i>	175
c) <i>Analyse des conflits d'objectifs à l'origine de l'incident</i>	176
4.7.4. <i>Discussion</i>	177
5. <i>Discussion générale et conclusion</i>	180
5.1. <i>Introduction</i>	182
5.2. <i>Définition et indicateurs des conflits d'objectifs</i>	182
5.2.1. <i>Une définition des conflits d'objectifs</i>	183
5.2.2. <i>Les indicateurs comportementaux et organisationnels de la présence de conflits d'objectifs</i>	183
5.2.3. <i>Intérêt des indicateurs</i>	188
5.3. <i>Contribution méthodologique</i>	189
5.3.1. <i>Intégration des indicateurs de conflits d'objectifs dans une méthode d'analyse de l'activité</i>	189
5.3.2. <i>Contributions de LEOST aux analyses qualitatives</i>	190
5.4. <i>Variabilité des conduites ou co-existence de stratégies ?</i>	191

5.4.1. <i>Modélisation de la gestion de l'activité</i>	192
5.5. <i>Prévenir les conflits d'objectifs : une démarche contribuant à réduire les risques</i>	194
5.5.1. <i>Remonter aux causes des conflits pour réduire le risque, mais à quel risque ?</i>	195
5.6. <i>Perspectives de recherche</i>	196
5.6.1. <i>Renversements de conduites et dualités décisionnelles</i>	197
5.6.2. <i>De la naturalisation des systèmes à la naturalisation de l'environnement de travail</i>	197
6. <i>Bibliographie</i>	199

1. **INTRODUCTION**

On engendre les conflits en fertilisant les petites erreurs.
(Gérald Lescarbeault, Le plat brisé)

*Nous avons tous trop souffert, anges et hommes,
De ce conflit entre le Pire et le Mieux.*
(Paul Verlaine, Jadis et naguère)

Il est 6h30 du matin. Nous sommes dans la salle de conduite d'une installation nucléaire. La fin du quart s'annonce et l'équipe de conduite de nuit se prépare à la relève du matin. Le réacteur fonctionne alors presque à pleine puissance.

Une alarme de radioprotection se déclenche indiquant un danger de contamination ou d'irradiation. Elle est suivie d'une autre indiquant une présomption de fuite primaire et l'indicateur de contamination de la vapeur s'allume à son tour. L'incident est grave car le risque de contamination de la machinerie est important.

Le chef de quart, alors fatigué par la nuit qu'il vient de passer, est abasourdi par l'avalanche d'alarmes et la gravité de la situation. Il se prépare à devoir réaliser rapidement une procédure d'urgence, alors que le réacteur est en marche en puissance. « *On y est* » se dit-il à mi-voix.

Le déclenchement d'une alarme correspondant à une contamination de la vapeur implique normalement pour les équipes de conduite de devoir confiner le réacteur. Cette procédure a pour but d'isoler le réacteur du reste de l'installation afin d'éviter toute propagation de pollution radioactive dans le bâtiment et vers l'extérieur. Cette opération répond aux trois critères de sûreté que doivent respecter les équipes de conduite en cas d'incident : confiner la propagation, maîtriser la réactivité et refroidir le réacteur. Or en marche en puissance, cette opération est lourde à gérer. Elle peut être comparée à un freinage d'urgence à réaliser sur une voiture lancée à pleine vitesse : l'opération est prévue par les concepteurs, réalisable par l'opérateur, mais n'est pas exempte de risques.

L'anticipation de la mise en œuvre de l'arrêt d'urgence et de ses conséquences font monter chez le Chef de Quart un sentiment d'angoisse : l'arrêt brutal et le confinement du réacteur augmenteraient temporairement sa puissance résiduelle, c'est à dire l'énergie qui continue à se dégager du cœur une fois le réacteur arrêté. Or, l'arrêt d'urgence et les mesures de confinement privent l'équipe de conduite des moyens habituels pour évacuer efficacement la chaleur, rendant alors plus complexe la tâche de mise à l'arrêt sûr le réacteur. Ceci pourrait causer une montée en température du réacteur qui augmenterait le *risque* d'une dégradation du matériel, voire même d'une fusion du cœur.

Il décide finalement d'arrêter le réacteur. Au moment où il tend la main sur la commande d'arrêt d'urgence, un des membres de l'équipe de conduite l'arrête et lui demande d'attendre encore un peu. Au même moment, le voyant d'alarme contamination s'éteint et l'incident disparaît avec. Les membres de son équipe lui apprennent alors que le capteur était défectueux. Ils en avaient été avertis lors de leur prise de quart par l'équipe précédente, cependant personne ne lui avait remonté cette information.

A la suite de cet événement, l'Ingénieur de Permanence est prévenu, et demande par précaution au responsable de la radioprotection de faire des mesures sur une contamination éventuelle.

De son côté, le Chef de Quart consulte les documents de conduite, recherche la fiche correspondante à l'incident et ouvre la consigne. Celle-ci mentionne qu'il existe deux indicateurs de vapeur contaminée à prendre en compte : lorsque le premier indicateur de vapeur contaminé est allumé (celui pris en compte par le chef de quart), la procédure

préconise la réflexion et une évaluation de la situation, si le deuxième indicateur est allumé, la procédure impose d'arrêter le réacteur.

Lorsque l'alarme s'était déclenchée, le Chef de Quart avait complètement fait abstraction du second indicateur, et la réflexion qu'il avait menée pour évaluer la situation avant d'agir, comme conseillé dans les documents de conduite, ne lui avait pas apporté d'aide supplémentaire sur ce point. L'évitement de l'erreur et le soutien approprié au Chef de Quart pour gérer la situation sont venus du collectif. Le sentiment d'urgence de la situation que l'indicateur de contamination avait procuré au Chef de quart ne lui avait pas permis de remarquer que les autres membres de l'équipe ne s'en étaient même pas inquiétés, et d'autres facteurs comme la fatigue, l'avaient conduit à l'isoler du collectif de travail, comme l'a montré sa décision d'arrêter le réacteur sans en informer son équipe.

Lorsque l'équipe de conduite suivante arriva pour la relève, il prit à part son remplaçant et lui expliqua l'événement qu'il venait de vivre, ce à quoi son collègue lui demanda « *on a eu l'autre indicateur ?* » (sous entendant la seconde verrine d'alarme de contamination) « *Non !* », « *Alors ça va !* ».

Questionné au sujet de son comportement, le Chef de Quart estime que sa panique était due à la fatigue de la fin du quart de nuit, qui d'après son expérience, est le plus difficile de tous à assurer. Il avouera le lendemain avoir eu du mal à trouver le sommeil à la suite de cet incident, à cause du stress encore présent.

Ce récit, présenté en guise d'introduction, est la retranscription d'un événement qui s'est déroulé dans une installation nucléaire de faible puissance. Il présente un Chef de Quart qui doit anticiper les conséquences d'une action de sûreté importante. Or la mise en œuvre de cette procédure est aussi délicate que paradoxale : s'il cherchait à mettre le réacteur dans un état sûr, l'action à réaliser aurait eu l'air d'aggraver (momentanément) la situation ou, du moins, présentait la résolution de l'événement comme complexe et risquée. Il venait d'être confronté à une situation critique, celle d'anticiper les conséquences d'une situation présentant conflit d'objectifs particulier : la restauration de l'objectif de sûreté impliquait de prendre une mesure pouvant lui porter atteinte.

Les conflits d'objectifs sont des catégories de situations à la complexité variable que rencontrent les opérateurs. Souvent observés, les conflits d'objectifs sont parfois évoqués (sous différents termes) dans le domaine de l'ergonomie et des disciplines dont le travail humain est l'objet d'étude. Cependant aucune recherche n'a tenté de les aborder directement afin d'en constituer une problématique à part entière. C'est dans cette optique qu'il a été décidé de réaliser cette recherche, co-financée par le Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA) et TECHNICATOME et dirigée par le Laboratoire Travail et Cognition (LTC) de l'Université de Toulouse le Mirail. L'objectif sera de montrer, sous l'angle de l'exploitation des installations nucléaires, la place occupée par les conflits d'objectifs.

Les bénéfices de cette recherche concerneront la conception des systèmes futurs, en tentant d'apporter des méthodes et des moyens permettant de réduire autant que possible l'apparition de situations conflictuelles.

Pour cela, nous proposons d'aborder de façon globale la gestion des conflits d'objectifs dans l'exploitation des centrales nucléaires, en nous intéressant aux interactions existantes entre les hommes et les systèmes.

Cette étude se déroulera à deux niveaux :

- 1) l'analyse des conflits du point de vue organisationnel, c'est à dire centrée sur les conditions préliminaires puis leurs manifestations dans un système sociotechnique,
- 2) les causes d'apparition de conflits, leur impact sur l'activité des opérateurs, et leur gestion.

En conséquence, en s'intéressant à la gestion des conflits d'objectifs, cette recherche se présentera comme une contribution supplémentaire à l'amélioration de la sûreté dans l'exploitation des installations nucléaires, sans pour autant que cela se fasse au détriment d'autres objectifs.

Cette thèse s'organise en cinq parties. La première partie abordera les conflits d'objectifs de façon généraliste afin de présenter la diversité de leurs manifestations, en partant de situations « quotidiennes » pour aller progressivement jusqu'à leur identification au sein de l'industrie nucléaire. Ce chapitre se conclura par un argumentaire présentant l'intérêt de réaliser une approche organisationnelle et individuelle afin de cerner avec le plus d'exhaustivité cette problématique.

Dans la seconde partie, nous dresserons le cadre théorique en regroupant les différents domaines en lien avec la gestion des conflits d'objectifs. Nous proposerons une première catégorisation d'objectifs qui serviront à préciser le cadre théorique, qui servira aussi dans la partie suivante, à supporter les analyses de cas. Enfin, nous conclurons ce tour d'horizon théorique par la présentation de la problématique qui guidera notre étude.

Les troisièmes et quatrièmes parties seront dédiées à la présentation de la démarche empirique retenue pour cette étude et des résultats obtenus. Elles feront l'état des sources sur lesquelles nous avons basé nos observations et des méthodes d'investigation retenues. Cette partie comportera plusieurs sous parties, chacune employant selon les besoins des analyses une démarche qui lui est spécifique.

La cinquième partie dressera un bilan de nos observations, à partir desquelles nous proposerons, du point de vue de l'individu, une modélisation des processus cognitifs participant la gestion des conflits d'objectifs. Il sera également présenté une méthode d'analyse qui prend en compte les conflits d'objectifs, basée sur les indicateurs de conflits que nous aurons retiré de nos observations. Enfin, cette partie se conclura par les perspectives de recherche que sous tendent les résultats que nous avons présenté.

2. POSITIONNEMENT DE L'ÉTUDE

Quand tout est permis, il y a peu de conflits.
(Michaël Krüger, Histoires de famille)

2.1. La notion de conflits d'objectifs

L'étude des conflits d'objectifs dans la conduite d'installations nucléaires ne peut se faire sans disposer d'une vision d'ensemble de ce thème. Nous débuterons ainsi notre approche des conflits d'objectifs de façon large afin de pouvoir constituer un panorama de situations types. Nous rechercherons alors des exemples dans des domaines allant du plus quotidien jusque dans celui de l'industrie pour finalement nous recentrer sur l'industrie nucléaire. Le but de cette focalisation progressive sur le nucléaire, part du principe que notre cadre d'étude (l'exploitation nucléaire) présentera des situations analogues à d'autres secteurs d'activités. Ceci constituera un premier retour d'expérience sur lequel nous baserons notre recherche. Enfin notre démarche dans ce chapitre s'appuiera sur une première définition des conflits d'objectifs qui nous aidera à analyser les situations qui seront abordées au cours de son développement.

2.1.1. Premiers repères sur les conflits d'objectifs

Quel lien existe-t-il entre le sommeil des canards, les tracteurs des Amish de l'Ohio, les contraintes de travail des ouvriers dans l'industrie et l'amélioration de la sûreté et du rendement des installations nucléaires ? Toutes ont en commun la nécessité de satisfaire à la fois plusieurs objectifs. Cependant des événements ou des situations particulières les rendent parfois difficilement accordables. On parle alors de conflits d'objectifs ou de buts (selon les expressions employées dans la littérature). Les situations conflictuelles sont bien souvent la cause de problèmes, et se retrouvent largement employées dans la littérature ou le cinéma. Elles n'ont pas aussi manqué d'inspirer les psychologues avec les études portant sur le conflit informationnel, comme l'effet Stroop (1935) : on demande à une personne d'énoncer le nom de la couleur avec laquelle est écrit le nom d'une autre couleur (ex : le mot « rouge » écrit en bleu). Les participants ont des difficultés ou commettent des erreurs en les énonçant. Il existe d'autres travaux en psychologie portant sur divers aspects des conflits cognitifs, comme les théories de l'engagement ou les mécanismes de changement d'opinion... Nous pouvons aussi citer les travaux de Jean Piaget accordant une part importante au conflit socio-cognitif en tant qu'élément essentiel au passage d'un stade de développement à un autre chez l'enfant. Par exemple le *test du village* demande à des enfants de placer les maisons d'un village en s'aidant d'un plan. Or ils ne possèdent pas le même référentiel spatial pour comprendre le plan, ce qui leur demande de s'accorder entre eux.

Afin de guider notre compréhension des conflits d'objectifs, nous essaierons de garder en mémoire au cours de la présentation suivante une première façon de définir les conflits d'objectifs. Lewin (1935) définit le *conflit* comme une situation qui met en scène des forces d'une puissance comparable, directement opposées, agissant simultanément et s'exerçant sur un individu. Si l'on se réfère à nos exemples précédents, la définition de Lewin doit être modulée car elle réduit le conflit à une opposition directe entre des forces que l'on pourrait nommer dans notre cas « objectifs ». Or dans le test du village de Piaget, les enfants doivent réaliser un même objectif, mais leur divergence de point de vue crée le conflit. De même, l'expression « *faire vite et bien* » illustre la nécessité de réaliser une

action en associant des objectifs temporels et qualitatifs, qui selon les situations, seront difficilement conciliables pour un résultat optimal. On peut donc avancer, pour notre approche des conflits d'objectifs, qu'un conflit peut très bien exister entre des objectifs sans qu'ils soient nécessairement opposés, mais qu'en fonction de la situation, ils viennent à entrer en opposition. Nous retiendrons ainsi pour notre première définition qu'***un conflit apparaîtra entre des objectifs lorsqu'une incompatibilité dans leur finalité rendra impossible leur satisfaction conjointe.***

2.1.2. Les conflits d'objectifs : une origine naturelle ou culturelle ?

On peut se demander si le phénomène des conflits d'objectifs provient d'une construction sociotechnique, culturelle ou alors s'inscrit déjà dans l'évolution de tout système biologique, qu'il soit animal ou humain. Prenons comme exemple un but aussi simple que celui de chercher à se reposer tout en étant à découvert dans un milieu jugé « hostile ». Cet exemple relève bien du conflit d'objectifs, tels que nous venons de le définir précédemment, car tenter de se reposer risque de s'avérer fatal. Dans tel cas, plusieurs solutions sont possibles, comme prendre de la hauteur (dans un arbre) ou ne dormir qu'à moitié... Cette seconde alternative est la conduite qui a été adoptée par les canards colverts : ils ne dorment que d'un demi-cerveau (Deligeorges, 2000). L'hémisphère cérébral tenu en éveil permet de garder un oeil ouvert qui scrute toujours dans la même direction : celle de l'apparition éventuelle d'un prédateur¹.

Ce simple exemple éthologique démontre ici que même pour l'activité la plus élémentaire, existent des situations relevant du dilemme, et qui incitent à trouver des solutions là où apparemment seul un compromis reste la meilleure option. Un autre exemple va dans le même sens de la solution par compromis, mais oppose cette fois-ci des objectifs plus éloignés que les problèmes de survie : l'adoption d'une solution technique qui entre en opposition avec le respect d'une croyance.

Nous empruntons ci-après un exemple que cite Morel (2002) sur la solution retenue par des Amishs pour utiliser un tracteur, outil aussi utile que signe de modernité. Il faut savoir que les Amishs refusent les avantages de la vie moderne car ils estiment qu'ils détournent l'homme de Dieu. Parmi les inventions modernes, l'automobile fait partie des instruments les plus rejetés par cette communauté. Les causes sont multiples, comme le confort et de la facilité qu'elle apporte dans la vie courante, l'attrait qu'elle présente auprès des jeunes (vitesse, objet « culte » dans la société américaine....). Ceci explique pourquoi les Amishs se déplacent dans de petites charrettes noires, tirées par des chevaux. Les principaux revenus des Amishs sont issus de leur artisanat et de leur agriculture. L'utilisation d'un tracteur semble alors d'autant plus évidente que nécessaire pour améliorer et faciliter leur production. Mais l'emploi de cette machine agricole introduirait dans les communautés un

¹ C'est l'enregistrement de l'activité cérébrale de canards colverts, au sein d'un groupe filmé par des caméras vidéo, qui a conduit à cette conclusion. Les colverts auraient le sens de la solidarité. Lorsqu'ils dorment, les canards qui sont postés à la périphérie du groupe ne somnolent que d'un oeil 31, 8% du temps. Tandis que cette moyenne chute à 12, 4% pour les canards placés au centre du groupe.

semblant d'automobile. Pour arriver à bénéficier des avantages d'un tracteur sans que son usage ne rentre en conflit avec leur système de croyance, certains groupes Amishs de l'Ohio, ont remplacé ses roues par celles d'un chariot « classique ». Cette modification le rend alors impropre à la circulation sur route et garantie son utilisation exclusive aux activités agricoles, évitant ainsi des « dérives » redoutées.

Le conflit que rencontrent les Amishs et la solution qu'ils appliquent relèvent du phénomène de la *dissonance cognitive*. Ce phénomène, étudié en psychologie sociale, appartient au champ des théories de l'engagement. La dissonance cognitive se définit par « un état de tension désagréable dû à la présence simultanée de deux cognitions (idées, opinions, comportements) psychologiquement inconsistantes » (Festinger, 1957). D'après cet auteur, les individus aspirent à éliminer chez eux des faits de pensée ou comportementaux contradictoires. En d'autres termes, tout individu a besoin de cohérence rationnelle et cherche à réduire l'inconfort psychologique que cause cette dissonance. La réduction de la dissonance cognitive s'explique en termes d'économie cognitive. Il est moins coûteux, pour un individu ou un groupe, de modifier des comportements que des pensées (Joule & Beauvois, 1987). Le mécanisme employé (rationalisation) permet de trouver alors une solution comportementale ou cognitive au dilemme. Dans le contexte culturel des Amishs, la réduction de la dissonance se fait par une *rationalisation en actes* (moins coûteuse), concrétisée par l'emploi de roues de chariot.

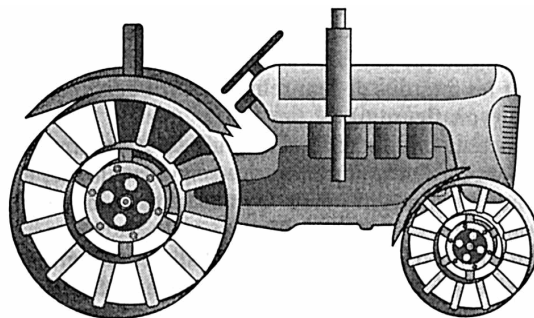


Figure 1 : Tracteur Amish volontairement privé de pneumatiques pour des raisons religieuses (reproduit d'après Morel, 2002)

Le premier constat que nous pouvons établir à la suite de ces premiers exemples est celui de la diversité des conflits d'objectifs. Une raison à cette diversité pourrait tenir à la notion de « richesse » du domaine, que l'on peut comparer à la notion de « domaine des possibles » que l'on rencontre dans la résolution de problèmes (Richard, 1990). En conséquence, on peut être amené à penser que si le domaine s'appauvrit, on peut s'attendre également à une réduction des conflits d'objectifs. Dans un tel cas, les spécificités du domaine industriel peuvent répondre à cette attente, puisque l'industrie procède d'une rationalisation de l'activité (définition de systèmes de production, des règles de fonctionnement, emploi de procédures...). Cette rationalisation s'applique à définir les rôles et des relations entre les systèmes techniques et les intervenants, ce qui doit limiter de fait les conflits d'objectifs. Cependant, il est possible que les conflits subsistent sous une forme spécifique à ce domaine, mais on s'attend à ce que des parades aient été prévues en conséquence à la conception des systèmes sociotechniques.

2.1.3. Les conflits d'objectifs dans les environnements industrialisés

L'industrie moderne présente un cadre aussi exhaustif et normatif que possible définissant l'organisation et l'activité de ses intervenants, en terme d'assurance qualité, de méthodes d'ordonnancement, de gestion, d'optimisation, etc. Une telle rationalisation de l'activité devrait permettre, par anticipation à la conception, l'évitement de toute apparition de conflit d'objectif. Or, des situations paradoxales, héritées des origines de l'industrie moderne (organisation scientifique du travail de Taylor) et du comportement des opérateurs, permettent encore aux conflits d'objectifs de perdurer. C'est le cas du couplage entre les hommes et les systèmes. L'activité des machines est basée la plupart du temps sur une logique déterministe : les machines exécutent des actions précises dans un cadre donné de façon invariable sauf en cas de panne. Celle des hommes se fait dans un cadre réglementaire, en fonction des compétences de chacun et présente une grande variabilité comportementale participant de fait à l'enrichissement en terme de possibles. Ainsi, sur la base de notre définition, nous nous attendons à ce que les interactions entre les hommes et l'environnement sociotechnique présentent des conditions propices à l'apparition de conflits d'objectifs. Ces conditions se traduisant par des incompatibilités (temporaires ou non) entre les objectifs du système sociotechnique et ceux des hommes.

2.2. Les interactions comme origines des conflits d'objectifs

Pour chercher à appréhender les origines des conflits d'objectifs, nous considérerons deux grands types d'interactions : celles issues de l'interaction entre l'organisation (au sens large) et les opérateurs, et celles existant entre le système sociotechnique et son environnement. La prise en compte de ces deux interactions ne veut pas dire que nous les excluons l'une de l'autre. Nous considérons qu'elles sont aussi en relation, mais nous les abordons séparément pour simplifier la présentation de notre cadre d'analyse. Ainsi, en se basant sur le fait que l'on étudie un système bouclé, nous estimons que l'environnement d'une organisation sociotechnique a aussi des répercussions sur les opérateurs, et qu'il existe aussi des rétroactions. Cependant, la rétroaction issue de l'activité des opérateurs sur le système sociotechnique et son environnement, ne sera pas abordée car elle nous emmènerait trop loin dans notre étude, par exemple à cause des thématiques macro économiques qu'elle implique.

2.2.1. Les interactions entre le système sociotechnique et son environnement

L'entreprise, en tant qu'organisation sociotechnique, définit le cadre dans lequel se réalise la tâche prescrite aux opérateurs correspondant aux différents objectifs de l'entreprise : productivité, compétitivité, maintenabilité... D'une manière générale, la finalité d'une entreprise est de prospérer grâce à sa production. Pour cela, elle recherche le meilleur compromis (en terme de bénéfices) entre le coût de production et le prix de vente. Or ce coût de production est tributaire de contraintes externes comme internes : prix des matières brutes, évolution des marchés, coût de fonctionnement de l'entreprise (comprenant les salaires, la maintenance...). L'objectif pour l'entreprise est qu'il soit le plus bas possible. D'autre part, le prix de vente ne peut être fixé sans que ne soient pris en compte des

contraintes externes (comme l'état du marché ou les tarifs de la concurrence sur le même type de produit), et les contraintes internes, comme vendre plus cher que cela n'a coûté à produire.

L'entreprise est donc confrontée à un environnement dynamique, tant sur le plan matériel qu'économique. L'adaptation de la stratégie de l'entreprise au marché, afin de rester compétitive, aura alors des conséquences sur l'activité des opérateurs (Rasmussen, 1997). Par exemple, dans la variation des rythmes de production en fonction de l'offre et de la demande. Des conflits peuvent alors apparaître entre une contrainte de réponse à une forte demande et le temps nécessaire pour fournir un produit de qualité. Ceci se cristallise alors sous la forme de contraintes s'exerçant sur les opérateurs comme le souligne Mispelblom (1999) pour qui les ouvriers sont de plus en plus confrontés à des situations où il faut choisir entre qualité et quantité, maintenance et prévention, gestion et rapidité, court terme et long terme. Les conflits que rencontre le système sociotechnique dans sa sphère décisionnelle, issus de contraintes externes et internes, vont créer d'autres contraintes qui s'appliqueront alors sur la sphère exécutive du système. En bout de chaîne, ce sera aux opérateurs qu'il sera demandé d'y répondre. Cette réponse se concrétisera alors sous la forme d'une adaptation de l'homme à la tâche.

2.2.2. Les interactions entre les opérateurs et le système sociotechnique : origines et effets des conflits d'objectifs

Les interactions entre les opérateurs et le système sociotechnique sont nombreuses. Nous les regrouperons en deux parties : les interactions opérateurs/tâches et les interactions opérateurs/système sociotechnique. Le but de ce paragraphe sera de se centrer sur les situations conflictuelles que rencontreront les opérateurs, issues du système ainsi que de leur activité. La complexité de l'ensemble de ces interactions pousse à les aborder dans un premier temps de façon isolée. Nous tenterons de présenter une vision synthétique à la fin de cette partie, afin de disposer d'une première grille de lecture qui pourra nous guider dans l'approche des conflits d'objectifs dans le nucléaire.

Les interactions, du point de vue de l'individu, impliquent de considérer deux dimensions : la représentation et l'action. Toute action que doit réaliser un individu doit être contextualisée et orientée vers un but. L'absence de ces deux paramètres fait perdre à l'individu une lisibilité nécessaire à l'évaluation de la performance de sa tâche. Les conséquences de ce manque de lisibilité seront par exemple de faire entrer l'individu dans un processus visant à réduire l'espace problème. Cela se caractérise alors par une génération de règles (Richard, 1990) qui seront employées pour construire un cadre dans lequel l'individu pourra situer son action. On peut alors penser que ces règles « implicites » peuvent entrer en contradiction avec des règles explicites du système, et mettre l'opérateur en face d'un conflit d'objectifs, comme l'avance Leplat (1985, p. 98) « *les buts [que l'homme] se donne et la hiérarchie qu'il introduit entre eux, outre qu'ils peuvent varier dans le temps, ne coïncident pas forcément avec ceux qui sont assignés* ».

L'activité des opérateurs revient à réaliser la tâche qui leur est prescrite par le système sociotechnique. Cependant, les opérateurs doivent parfois faire face à des aléas, aussi bien

techniques (pannes) qu'organisationnels (remplacements de personnes absentes, réorganisations d'équipes...) et s'adapter aux contraintes qui en découlent. Cette adaptation redéfinit en partie l'activité, et peut avoir en retour des conséquences sur les opérateurs et la tâche. C'est la prise en compte de façon systémique de ces éléments (opérateur, tâche, activité) et leurs rétroactions qui servent de cadre de *l'analyse de l'activité* (Leplat, 1985) :

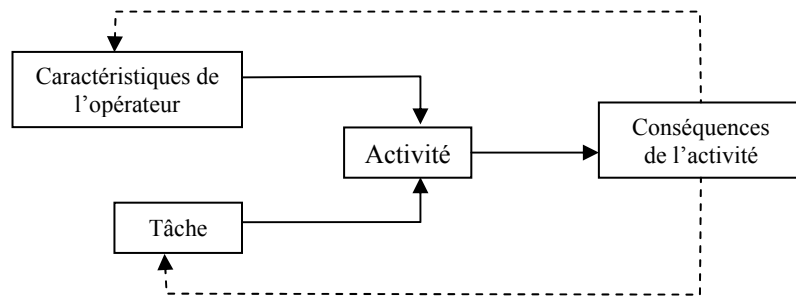


Figure 2 : Les quatre groupes d'éléments essentiels à considérer dans une analyse du travail (adapté de Leplat, 1985).

Cette approche systémique montre que la dynamique de l'activité, par ses rétroactions, va avoir des effets sur la tâche et l'opérateur qui vont finalement aussi la modifier. Nous avons donc ici, à partir de l'effet des boucles de rétroaction (en pointillé sur le schéma ci-dessus) une base explicative des causes d'apparition des conflits d'objectifs dans l'activité des opérateurs. Par exemple, des conséquences de l'activité (ex. : bruit, vibrations) peuvent se reporter sur l'opérateur qui tentera de les réduire, modifiant alors son activité. Par lien de causalité on s'attend à ce que l'activité ait aussi des conséquences sur le système sociotechnique. Dans notre exemple, le bruit occasionné par une activité peut aussi perturber (contraindre) d'autres sans lien direct (télécommunications, bureaux...). Nous avons encore ici des possibilités de situations conflictuelles qui se profilent.

2.2.3. L'activité des opérateurs et les conflits d'objectifs dans le milieu industriel

En reprenant la définition que nous donnions du conflit d'objectifs et en la replaçant dans l'activité humaine, la notion *d'incompatibilité de la satisfaction d'objectifs conjoints* prend le sens d'une incompatibilité entre les buts prédéfinis et ceux que se fixe un opérateur. Nous citerons par exemple, les buts de sécurité et de productivité, qui sont souvent au centre des études de fiabilité, aussi bien technique qu'humaine. Les études de fiabilité cherchent à supprimer, à la conception des systèmes ou des installations, le risque lié aux actions humaines pouvant présenter des risques en les rendant impossibles. Les solutions alors appliquées par les concepteurs sont soit de type « garde fous », se traduisant par des dispositifs de sécurité empêchant des actions risquées (coupe-circuits) ou en limitant l'action humaine, voire la remplaçant par des automatismes.

Malgré les efforts déployés dans ce but, les observations et les études réalisées sur l'activité des opérateurs montrent que le non-respect ou le contournement de ces solutions

prises en place (en terme de règles ou dispositif), ont pour origine des contraintes entre l'homme et son activité. Ces contraintes débouchent sur des conduites risquées, allant à l'encontre de procédures existantes, dans un besoin d'efficacité, de rapidité ou éventuellement de sécurité (Veyrac, 1998). Il est devenu classique en ergonomie d'aborder ces conduites sous le thème des écarts constatés entre l'activité réelle et la tâche (cf. Herbst, 1974 ; Ombredane & Favergé, 1955 ; Vermersh, 1980 ; Leplat, 1985).

2.2.4. L'origine des conflits d'objectifs dans l'activité : une adaptation de l'homme aux contraintes

La compréhension des écarts entre prescrit et réel, demande de s'intéresser aux facteurs à l'origine du changement de l'activité des opérateurs. Si l'on considère que l'opérateur rencontre plusieurs contraintes à satisfaire conjointement, on peut penser qu'il va tenter de les satisfaire au mieux, en recherchant un compromis. Selon les situations, de tels compromis impliquent une prise de risque. En effet « *la prise de risque est l'adoption d'un comportement informel moins sûr mais également moins coûteux (en temps et en efforts) que le comportement formel (modes opératoires prescrits)* » (Noulin, 2002, p. 116). Cette prise de risque s'opère en fonction des objectifs que se fixe l'individu, mais aussi grâce au recours de ses *métaconnaissances*, lui permettant d'avoir une idée de ses limites dans la prise de risque (Amalberti, 2002). Il va alors hiérarchiser ses objectifs en recherchant d'une part la performance mais aussi en évitant la fatigue. Ainsi, pour un individu confronté dans son activité à une triple contrainte, impliquant la production, l'évitement de la fatigue excessive et sa sécurité, il est constaté que c'est la motivation de production qui est satisfaite en priorité. Vient ensuite l'économie d'effort qui l'emporte sur la sécurité de l'individu ou du processus (cf. Cazamian, 1969 ; Grosjean & Terrier, 1998).

Le but d'un opérateur revient donc à rechercher une amélioration de son activité, comme la cadence ou le confort de travail. Pour cela il va ajuster son activité par rapport à la performance qu'il en attend, ne la faisant plus correspondre avec les spécifications de sa tâche. Plusieurs approches, dans l'observation des écarts, sont possibles (Leplat, 1985) pour une même situation :

- celle de l'opérateur, où l'écart apparaît entre la tâche effective et la performance,
- celle d'un observateur extérieur, pour qui l'écart dépare la tâche prescrite et la performance,
- enfin celui entre la tâche prescrite et la tâche réelle.

Nous pouvons à ce stade avancer qu'à travers l'adaptation de l'activité, plusieurs objectifs sont pris en compte. Nous séparerons les *objectifs opérationnels*, assignés par la tâche, des *objectifs personnels* de l'opérateur (éviter la fatigue, éthique professionnelle poussant à la réalisation du but...). S'ajoutent aux objectifs opérationnels et personnels des *contraintes aléatoires* aussi bien organisationnelles, individuelles que techniques. L'activité de l'opérateur sera donc de satisfaire l'ensemble de ces objectifs et contraintes en jouant sur les différents degrés de liberté au travers de *compromis opérationnels*. C'est dans ce cadre que peuvent apparaître des conflits d'objectifs, donnant lieu à des écarts importants entre prescrit et réel, non-respect des règles, ou/et conduites à risques, comme le présente l'exemple suivant :

Exemple d'adaptations au cours de l'activité

Nous avons réalisé dans le cadre d'une étude ergonomique une analyse de l'activité, portant sur le déchargement d'un « postiche » de conteneur de matières nucléaires destinées à être entreposées. Cette opération avait pour but de planifier l'opération de déchargement d'un conteneur d'une taille plus grande que d'habitude. Comme ce n'est pas une activité fréquente, l'ingénieur sûreté voulait faire réviser les procédures aux opérateurs à travers cet exercice.

Pour cela, l'entraînement au déchargement est réalisé en grandeur nature, avec un conteneur qui se présente sous la forme d'un cylindre d'environ quatre mètres de haut et pesant plusieurs tonnes. Ce « postiche » est un conteneur, dans lequel est placée une fausse cartouche censée contenir des matériaux radioactifs. Le but de la manœuvre était de réceptionner le conteneur, le démonter, en extraire la cartouche et la transporter dans une cellule de télé-manipulation. Dans cette cellule, la cartouche est ouverte et son contenu est ensuite transporté dans la zone d'entreposage.

Les opérateurs avaient été informés de l'importance de cette répétition par l'ingénieur sûreté, lequel avait insisté sur les aspects réglementaires à suivre (procédures de déchargement, protections individuelles...). Le déchargement s'est réalisé avec succès, mais nous avons pu observer au cours de sa réalisation de nombreuses actions des opérateurs non prévues par le règlement :

- La partie supérieure du conteneur semblait coincée. Les opérateurs n'arrivaient pas à défaire une de ses attaches. Un opérateur a pris implicitement le rôle de chef d'équipe (rôle non défini dans les règles d'exploitation) pour suppléer au chef d'exploitation qui est arrivé en retard. Lorsque le chef d'exploitation arrive, l'opérateur lui demande alors quelle est la procédure à appliquer pour résoudre le problème. Il lui répond « *je ne sais pas, débrouillez-vous* », sans chercher à consulter d'autres personnes présentes ou se référer à un support documentaire. Finalement, un des opérateurs a escaladé en partie le conteneur sans équipements particuliers (harnais) et a débloqué la fixation à grands coups de pinces.
- Aucun opérateur n'avait dans sa tenue l'ensemble des protections requises (casques, chaussures de protection, gants).

D'autres « dérogations » aux procédures ont aussi pu être observées par la suite. Cependant, aucune ne mettait réellement en danger la sûreté nucléaire, mais plutôt la sécurité des opérateurs vis à vis de la réalisation de la tâche.

Dans cet exemple, nous avons pu voir que lors de situations non prévues à l'avance (absence de superviseur, absence de règles ou de directives), c'est aux opérateurs de trouver une solution pour réaliser les objectifs opérationnels qui leur sont fixés et gérer les « conflits de contraintes » qui se présentent (Bazet *et al.*, 1998). Comme cela a déjà été observé dans d'autres études (cf. Cazamian, 1969 ; Grosjean & Terrier, 1998), les opérateurs, et en

particulier ceux qui ont déjà une longue pratique, font passer en premier l'objectif de productivité. Ils le font en renégociant des contraintes (Noulin, 2002), leur faisant adopter des comportements où des règles de sécurité sont certes transgressées mais pour réaliser la tâche qui leur est donnée. En quelque sorte, on peut dire que la fin justifie les moyens, et en conséquence, pour les opérateurs, la productivité ne peut toujours se conjuguer avec leur propre sécurité, comme le montrent Thonin & Doniol-Shaw (2000) dans le milieu ferroviaire : *"Les opérateurs de St Amour (site de régulation du trafic ferroviaire) prennent des risques calculés dans certaines situations et dans certaines conditions en transgressant le règlement pour assurer la production. Cet engagement est sans doute à mettre en relation avec la qualité du service effectué, les agents prenant ces risques pour respecter la ponctualité et la régularité des trains."* (p. 34). Les conduites ainsi adoptées par les opérateurs relèvent de ce qu'Amalberti (1996) appelle *"l'acceptabilité du risque"* qu'il définit *« toujours comme un problème de décision ou de choix entre des solutions décrites par des dimensions autres que la sécurité (le coût, la performance, le niveau de qualification, ...). »* (p. 38). Nous retiendrons donc ici cet aspect de la transgression des règles qui conduit les opérateurs à s'exposer au danger pour réaliser leur activité.

Il existe un autre phénomène comportemental aux conséquences analogues pour la sécurité de l'individu : *l'homéostasie du risque*. Si un système possède de fortes caractéristiques en termes de performance et de sécurité, il risque d'inciter l'utilisateur à adopter un comportement de plus en plus risqué par excès de confiance (Wilde, 1982, 1994). La conséquence du comportement risqué est de faire sortir l'opérateur du cadre réglementaire prescrit. Par exemple, une étude réalisée par des compagnies d'assurances, tend à montrer que les systèmes de sécurité sur les véhicules (Air Bag, ABS, ASR...) feraient prendre plus de risques de conduite aux automobilistes parce qu'ils se sentiraient mieux protégés (Doniol-Shaw, 1996).

La tentative de gestion des conflits d'objectifs ajoute finalement une dimension explicative aux écarts constatés entre le prescrit (ou le comportement escompté) et le réel. Elle donne un sens motivationnel aux actions des opérateurs pour lesquels il s'agit de rechercher l'amélioration ou le maintien des composantes du travail, comme le confort, la qualité, la performance, etc. Cette recherche se fait alors sous la forme de réponses adaptatives aux différentes contraintes rencontrées. L'homme montre alors, grâce à ses capacités d'adaptation, de récupération d'erreurs (cf. Reason, 1990, Faverge, 1980) ou de régulation (Faverge, 1966) qu'il apporte une fiabilité, voire une sur-fiabilité au système, puisqu'il est capable de répondre efficacement à des situations non prévues initialement dans sa tâche (cf. Faverge, 1980, Guillermain & Mazet, 1993 ; Mazeau, 1993). Cependant, malgré ces compétences, l'homme, en tant qu'acteur, ne peut pas toujours faire bénéficier le système de ses capacités adaptatives ou récupératrices, comme dans le cas des dérives organisationnelles qui présenteront un trop grand nombre de paramètres ou contraintes à couvrir.

2.2.4.1. Un exemple d'accident issu de conflits organisationnels : La Mède (1992)

Les catastrophes d'AZF (2002) et dix ans auparavant celle de La Mède (1992) montrent les risques de dérives que peuvent provoquer les conflits d'objectifs dans le management et l'organisation. Ainsi, dans ces deux incidents, les syndicats des entreprises avaient prévenu les responsables d'un risque de catastrophe. Ils avaient alors signalé les risques liés à une

trop grande sous-traitance. Selon un responsable à la Fédération chimie-énergie de la CFDT² « *Depuis des années, dans la chimie, tout le monde travaille avec des équipes réduites, en sous-effectif [...] c'est redoutable. Les entreprises externalisent, surtout sur la maintenance. Il y a donc des pertes de mémoire énormes sur le fonctionnement des usines.* ». Ce recours à la sous-traitance est la conséquence de la recherche de la satisfaction de contraintes relatives au domaine économique. La recherche de réduction des coûts d'exploitation passe alors par une recherche de la réduction de personnel ou la possibilité d'avoir des effectifs modulables en fonction des besoins. Les actions menées pour réduire les dépenses sont alors nombreuses, passant par des réductions d'effectifs, des reports de travaux de rénovation, des missions allouées aux sous-traitants de plus en plus larges. On peut alors penser que les objectifs de sécurité, des hommes et des systèmes sont poussés à leurs limites.

Le cas de l'accident de la Mède montre que les conflits d'objectifs induits par les décisions du management sont difficilement gérables par les opérateurs. Nous basons notre étude de l'accident sur plusieurs sources³ pour en reconstituer les causes :

Accident de La Mède (9/11/92)

Le 9 novembre 1992, dans l'atelier le plus ancien qui date de 1953, une tuyauterie vieille de 36 ans, extrêmement corrodée et qui n'était plus vérifiée depuis 12 ans, finit par céder laissant s'échapper un nuage gazeux d'hydrocarbure qui s'est enflammé dans l'unité de transformation des distillats en carburants de la Raffinerie TOTAL de La Mède (Bouches du Rhône). La conception de l'installation, datant des années 1950, ne présente alors pas de moyens suffisants pour y faire face et protéger les personnes présentes : insuffisance du nombre de détecteurs de fuite de gaz, mise en sécurité manuelle située à l'extérieur ne se déclenchant pas automatiquement depuis la salle de contrôle. Enfin, la salle de contrôle ne répond plus aux normes de protection en cas d'explosion.

L'explosion fait 6 morts et 1 blessé grave parmi les 7 personnes présentes dans l'installation. Le bilan aurait été plus lourd si l'accident s'était produit de jour ou si les stockages avaient été touchés. Les rapports des experts, réalisés à la suite de l'accident, sont accablants sur l'état de délabrement général de la raffinerie.

L'atelier où a eu lieu l'accident datait de 1953 et était normalement construit pour une durée de vie de 10 ans. Dans l'attente d'une mise à niveau de l'usine, l'entretien est réduit et les investissements nécessaires de rénovation ne sont effectués qu'en cas de nécessité.

En 1991, la guerre du Koweït relance l'économie en jouant sur le levier de la production pétrolière. Les bénéfices sont alors en forte croissance et les raffineries, plutôt que d'être rénovées sont poussées au maximum de leurs capacités de production. La construction d'un atelier supplémentaire est démarrée à Total La Mède. Les investissements plus modestes nécessaires à l'amélioration des ateliers existants sont encore reportés dont notamment ceux destinés à la salle de contrôle. L'arrêt technique qui devait avoir lieu en 1992 avait été reporté.

² Journal « Libération » du 22/09/2001

³ Sites internet de Greenpeace, le site Internet de Jurisques (www.jurisques.com) spécialisé dans les aspects juridiques des risques industriels, le journal « Le monde » du 31/01/02, 02/02/02.

Pour résumer cet accident, nous dirons que les objectifs économiques entrent en conflit avec des exigences techniques. Les conséquences prennent la forme de contraintes s'exerçant sur le domaine de la maintenance et l'ensemble de la sphère sociotechnique : les opérateurs font de leur mieux pour satisfaire les objectifs opérationnels avec les moyens (progressivement réduits) que les gestionnaires mettent à leur disposition.

La conclusion que l'on pourrait tirer à la suite de ces exemples semble négative. Elle serait de penser que les conflits d'objectifs sont toujours à l'origine d'incidents, d'accidents ou de façon moindre, sources de problèmes pour les opérateurs. Cependant, tous les conflits ne conduisent pas à des accidents, puisque les opérateurs utilisent dans leur activité les marges de liberté dont ils disposent pour les éviter ou les gérer. Mais cette capacité des opérateurs à s'adapter n'empêche que les contraintes organisationnelles qu'ils subissent peuvent compliquer leur tâche, leur quotidien, et avoir des répercussions plus profondes sur leur vie professionnelle et privée (cf. Fromageat & Wennubst, 2000 ; Dejours, 1996).

2.2.4.2. La conception des systèmes : une autre origine organisationnelle des conflits d'objectifs

Les systèmes que doivent utiliser les opérateurs peuvent aussi être une source de conflits d'objectifs. L'origine de cette complexité technique peut être organisationnelle lorsqu'elle se situe au niveau des conditions de la conception d'un système. On entend par conditions les contraintes de conception soumises aux concepteurs. Elles se présentent sous différents aspects : temps disponible, moyens financiers, humains, techniques... Ainsi, les ingénieurs et les concepteurs sont bien souvent contraints à réaliser des systèmes « techniquement élégants », répondant à l'ensemble des contraintes imposées en amont. Mais du point de vue ergonomique ils présentent une toute autre réalité lors de leur utilisation. Ces systèmes comportent des *erreurs latentes* sous la forme de solutions techniques qui peuvent devenir contradictoires dans leur utilisation (que l'on pourrait appeler des conflits technico-techniques). Les retours d'expériences d'incidents sur ce genre de systèmes présentent bien souvent l'erreur humaine comme étant à son origine. Ceci par défaut d'analyse ou pour éviter toute refonte trop onéreuse du système incriminé. Des efforts sont actuellement développés pour réduire autant que possible cette complexité technique à la conception au moyen d'indicateurs de complexité des systèmes (Papin, 2004). Cependant, la finalisation d'une telle méthode est encore loin d'aboutir, notamment pour attribuer de façon objective une valeur à ces indicateurs de complexité. L'exemple qui suit présente une source potentielle de conflits de type technique que peuvent rencontrer des opérateurs sur un réacteur nucléaire civil :

Le RCV, une source potentielle de conflits d'objectifs techniques

Un exemple de cause technique de conflit d'objectif issu de la conception est illustré par le RCV dans les centrales EDF. Le Circuit de contrôle chimique et volumétrique - RCV (*chemical and volume control system*) est un système raccordé sur le circuit primaire, qui permet principalement de maintenir la qualité de l'eau primaire, d'ajuster son volume et de régler sa teneur en acide borique. Il est utilisé conjointement à d'autres systèmes pour intervenir dans plusieurs fonctions essentielles de l'installation : borication-dilution (contrôle de la réaction nucléaire par l'injection de bore), charge-décharge du circuit primaire (contrôle volumétrique), contrôle chimique, aspersion (contrôle de la pression),

injection aux joints des pompes primaires (extraction de puissance).

Dans la conduite normale, le RCV répond aux exigences de conception et d'utilisation. Mais sa capacité à assurer plusieurs fonctions peut rendre la conduite difficile, voire la situation impossible à réaliser. C'est le cas en particulier en situation incidentelle. Si le RCV est capable de permettre de refroidir la Pompe Primaire et de diminuer la pression, il ne peut répondre à des objectifs contradictoires relevant pourtant de ses fonctions, comme injecter du bore et diminuer l'inventaire en eau. .

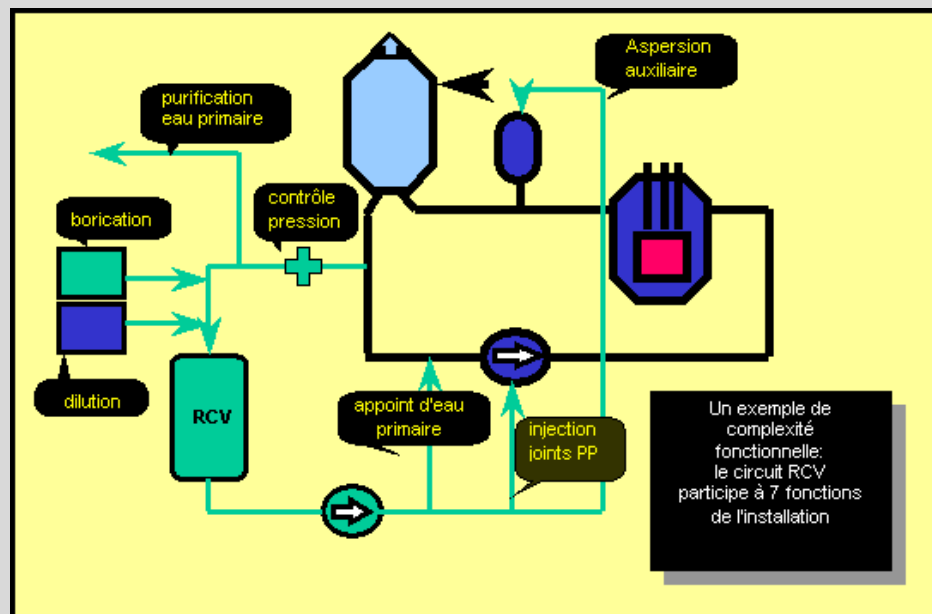


Figure 3 : L'intégration du RCV d'EDF dans plusieurs fonctions du circuit primaire. (Papin, 2000)

2.3. Les conflits d'objectifs dans l'industrie à risque : le cas du nucléaire

Dans les industries dites à risques (ferroviaire, aéronautique, chimique, nucléaire) l'éventualité qu'un accident se produise est inversement proportionnelle à ses conséquences. Tchernobyl ou Bhopal sont d'ailleurs des exemples classiquement cités à ce sujet (cf. Amalberti, 1996, 2001 ; Llory, 1997). Face au coût économique, humain et psychologique de tels accidents, de nombreux efforts sont déployés en terme de recherches, directives, lois, destinés à réduire le risque ou à le prévenir au mieux. La démarche dans la sûreté nucléaire est à ce sujet fortement préventive. Elle repose sur une anticipation du risque pour élaborer sa logique de défense. Nous avons vu précédemment que la richesse du contexte était un facteur favorable à l'émergence de conflits d'objectifs. L'anticipation des situations à risques peut ici apparaître comme une réponse à la gestion des conflits d'objectifs, en les évitant à la source par un contrôle ou une réduction de cette richesse du contexte. En d'autres termes, la rationalisation de l'environnement industriel semble être un bon candidat à la réduction des situations conflictuelles.

2.3.1. La sûreté nucléaire et la défense en profondeur : une anticipation du risque

La Sûreté Nucléaire est une composante de la « sécurité nucléaire » correspondant à l'ensemble des dispositions administratives et techniques qui sont mises en place pour protéger un pays et ses habitants des risques liés à la présence de matières nucléaires et à leurs différentes utilisations. Les domaines composants la sécurité nucléaire sont la sûreté des installations, la radioprotection, la gestion des situations de crise, le contrôle et la protection physique des matières nucléaires. Par *sûreté nucléaire* on désigne une « *prévention des accidents – y compris celle des actions malveillance – et la limitation de leurs conséquences. On y rattache également les mesures techniques destinées à assurer le fonctionnement normal des installations, sans exposition excessive des travailleurs aux rayonnements, en optimisant la production et la gestion des déchets et effluents radioactifs. Son domaine s'inscrit dans le celui, plus vaste, de la sécurité nucléaire qui vise d'une manière générale à assurer la protection des personnes et des biens contre les dangers, nuisances et gênes de toute nature, résultant de la création, du fonctionnement et de l'arrêt des installations nucléaires fixes ou mobiles ainsi que de la transformation, du transport, de l'utilisation ou de la transformation de substances radioactives naturelles ou artificielles* » (Libmann, 1996, citant la définition de la DSIN⁴). Appliqué au niveau industriel, la sûreté nucléaire vise en cas d'incident ou d'accident à éviter l'atteinte de conséquences inacceptables pour l'installation et son environnement au travers de trois objectifs techniques :

- **Evacuer la puissance résiduelle** : évacuer la chaleur engendrée dans le cœur du réacteur par les réactions nucléaires,
- **Maîtriser la réactivité** : maîtriser en toutes circonstances la réaction en chaîne et pouvoir la stopper à tout instant,
- **Assurer le confinement** : empêcher la dissémination dans l'environnement de produits radioactifs.

Pour satisfaire ces exigences, le dispositif de sûreté s'articule en lignes de défense successives s'appliquant à différents niveaux : conception de l'installation, exploitation, phase incidentelle ou accidentelle. La combinaison de ces protections définit la « défense en profondeur » dans sens où l'entend la sûreté de fonctionnement.

Dans le cadre de la définition de la défense en profondeur par la sûreté de fonctionnement, la première étape de la démarche de sûreté consiste à établir la liste de toutes les situations possibles et pour y faire face, de prévoir les dispositifs et équipements de sauvegarde appropriés. Ces situations sont classées en quatre catégories en fonction de leur probabilité d'apparition :

- Fonctionnement normal,
- Incidents de fréquence modérée,
- Accidents de fréquence faible,
- Accidents graves de très faible probabilité.

Les risques d'agressions extérieures telles que séisme, inondation, chute d'avion, acte de malveillance sont également pris en compte au moment de la conception de l'installation et

⁴ DSIN : Direction des la Sûreté des Installations Nucléaires.

font l'objet d'une évaluation d'occurrence, par exemple, la chute accidentelle d'un avion sur une centrale est évaluée à $10 \cdot 10^{-6}/\text{an}/\text{m}^2$. La sûreté nucléaire pour une installation commence dès la conception, et se prolonge dans son exploitation aussi bien « en conditions normales » qu'en conditions « dégradées » (incidentelles et accidentelles).

Le premier niveau de la défense en profondeur, conçu pour garantir la sûreté des centrales nucléaires consiste à enfermer dans trois barrières de confinement superposées les produits radioactifs présents dans le cœur du réacteur. La première barrière correspond aux gaines qui contiennent le combustible nucléaire, la seconde est la cuve renfermant le cœur du réacteur, généralement remplie d'eau assurant un rôle de modérateur et de barrière « naturelle », et enfin la troisième est l'enceinte du réacteur qui assure le confinement de l'ensemble du dispositif composant le réacteur.

Le second niveau de la défense en profondeur est fondé sur l'exploitation de l'installation au cours de la conduite normale. Pour faire en sorte que l'état du réacteur reste toujours normal et en phase nominale, les équipes de conduite et de maintenance se doivent d'assurer :

- la *prévention* pour éviter une situation anormale. Ceci passe par la qualité de l'exploitation (conduite de l'installation évitant de mener les dispositifs trop souvent aux limites de fonctionnement, afin de ne pas user prématurément l'installation) et la maintenance préventive (remplacer les composants avant les pannes),
- la *surveillance*, pour détecter tout début d'anomalie (contrôles périodiques, entretien des matériels),
- l'application d'actions appropriées pour *revenir à un état sûr* : traitement des anomalies, déclenchement des systèmes de sauvegarde.

La culture de sûreté repose donc sur les bases d'une démarche préventive, demandant aux hommes une attention constante et une application stricte des règles. De leur côté, les systèmes techniques intègrent de par leur conception des caractéristiques permettant d'assurer au mieux l'objectif de sûreté. En conséquence, cet objectif semble bénéficier de toute l'attention et des précautions nécessaires qui en feront toujours l'objectif prioritaire en cas de conflit. La position privilégiée de cet objectif devrait aider les opérateurs à hiérarchiser plus aisément les objectifs qu'ils auraient à arbitrer en cas de conflits.

2.3.2. L'origine de la prise en compte des conflits d'objectifs dans le nucléaire

L'identification et la prise en compte des conflits d'objectifs est apparue progressivement, à la suite de l'accident « historique » de Three Mile Island (TMI), dans des études réalisées sur la conduite d'installations nucléaires de puissance (Alengry, 1989) ou d'expérimentation, et dans le domaine militaire de la propulsion nucléaire (Salazar-Ferrer, & Guillermain, 1999). L'identification de conflits entre objectifs nous semble facilitée dans le domaine nucléaire grâce au cadre normatif imposé par les réglementations mais aussi par les concepteurs qui font en sorte de concevoir des systèmes qui respectent les règles de sûreté. Par exemple la définition de la Sûreté de Fonctionnement (Mortureux, 2002) intègre des objectifs (comme la productivité, la disponibilité, la maintenabilité) qui sont à prendre en compte dans l'exploitation d'une installation nucléaire.

La sûreté nucléaire définit les concepts essentiels pour l'utilisation la plus sûre des installations nucléaires vis-à-vis de l'environnement. Elle recouvre la prévention des accidents (malveillants ou non) et la limitation de leurs conséquences (Libmann, 1996). La Sûreté de Fonctionnement est la mise en application de ces principes. En d'autres termes, appliqué au nucléaire, la sûreté de fonctionnement se rapproche de l'exploitation en définissant aussi bien du point de vue de la conception que de l'exploitation les règles à suivre pour assurer au mieux la sûreté nucléaire, mais aussi la productivité, la disponibilité...

L'identification des conflits pouvant exister entre les composants de la sûreté de fonctionnement se résume très souvent par ceux entre la sûreté (d'une installation) et la « compétitivité ». Ce dernier est un objectif « flou » qui en intègre de nombreux (productivité, disponibilité, maintenabilité...) ainsi que des concepts économiques et managériaux connexes (durée d'arrêt de tranche⁵, type de combustible employé, le temps de fonctionnement entre deux arrêts de tranche, ressources humaines...) (Roche, 2003 ; Journé, 2000). Un regroupement d'objectifs dans un objectif supérieur n'écarte pas qu'il puisse exister des conflits entre ces objectifs.

On peut ainsi penser aux conflits entre la maintenabilité, disponibilité et productivité. C'est le cas par exemple, dans le cas d'EDF, de la réduction de la durée d'arrêt de tranche pour maintenance afin d'obtenir un redémarrage rapide de la centrale afin de minimiser le manque à gagner (Journé, 2000 ; Doniol-Shaw, 1996). Ces réductions se font de façon concertée entre les différents intervenants. Les arrêts sont planifiés et optimisés pour obtenir ce redémarrage rapide. Cependant des aléas peuvent survenir (retard de livraison de matériels ou de validation au niveau de la qualité des opérations de maintenance), et causer une augmentation de la pression des contraintes pour tenir les délais.

Enfin, il faut également mentionner l'existence d'installations nucléaires qui n'ont pas de réels objectifs « économiques », comme la propulsion nucléaire militaire, et voient le maintien de la disponibilité de la propulsion prendre une place prépondérante. On pourrait penser alors, que dégagés des contraintes économiques, les installations nucléaires militaires rencontrent moins de conflits d'objectifs. La partie qui va suivre va donc présenter comment les conflits sont identifiés et gérés dans ces deux domaines de l'exploitation nucléaire.

⁵ On entend par « tranche » un réacteur et l'ensemble des éléments permettant la production d'énergie. Une centrale nucléaire peut être composée de plusieurs réacteurs, comme celle de Tricastin qui possède 4 tranches de 900MW.

2.3.3. Les différentes approches des conflits d'objectifs dans le nucléaire industriel

2.3.3.1. Le management face aux conflits d'objectifs

En 1994, l'Inspecteur Général à la Sûreté Nucléaire, a demandé que soit créé à EDF un observatoire sur les situations de conflits entre la sûreté et les autres objectifs d'exploitation, en particulier la disponibilité. Il conclue d'ailleurs son intervention par le fait « qu'il faut les assumer et non les dissimuler⁶ ». C'est ainsi qu'a été créé l'Observatoire Sûreté-Disponibilité (OSD) dont le rôle est d'analyser les situations dans lesquelles apparaissent des conflits entre la sûreté et la disponibilité. Un exemple typique d'incident que relève EDF concerne le dépassement des limites d'insertion des barres de contrôle de la réactivité du cœur :

Respect des limites d'insertion des barres de contrôles des Réacteurs à Eau Pressurisée⁷

Les réacteurs à eau pressurisée, comme ceux d'EDF, sont pilotés par des barres de contrôle (barres absorbant les neutrons assurant le contrôle de la réactivité). Le Bore est un composant chimique que l'on injecte dans le circuit d'eau en contact avec le cœur du réacteur (circuit primaire) pour réduire de façon globale la réactivité. Les barres ne sont pas manoeuvrables indépendamment les unes des autres, ce qui rend le pilotage du cœur très sûr mais pas très efficace.

Pour permettre plus de finesse dans le pilotage des cœurs, les barres ont été divisées en deux groupes. Le premier groupe de barres de contrôle (Groupe R) conserve les mêmes propriétés d'absorption qu'avant, et l'autre groupe de contrôle (groupe G) a une capacité d'absorption réduite. Le groupe G permet des transitoires plus fins et une réduction des arrêts, mais ses caractéristiques amenuisent la marge d'anti-réactivité disponible en cas d'incident. Cela implique une modification des règles de conduite, sur la base d'études de sûreté : Au cours de la conduite normale, les barres du groupe R ne doivent descendre en dessous d'un certain seuil afin de conserver une marge d'anti-réactivité suffisante en cas d'urgence, l'injection de bore (produit neutrophage) doit venir en renfort du contrôle de la réactivité pour éviter d'insérer trop profondément les barres de contrôle, notamment en cours de transitoire.

Les rapports d'incidents qu'émet EDF (CRESS) font état de dépassement de ces limites d'insertions. Les raisons évoquées sont multiples. Par exemple, l'injection de bore dans le circuit primaire du réacteur est une manoeuvre qui demande du temps. En particulier lorsque pour regagner de la réactivité, il faut réduire la concentration en bore dans le fluide primaire. On réalise cela en remplaçant l'eau du circuit primaire par de l'eau « claire ». Cette manoeuvre est longue, coûteuse en traitement des effluents, et nécessite que les bâches à effluents aient encore la capacité à recevoir le fluide primaire rejeté. Pour éviter d'avoir à procéder ainsi, et anticiper d'autres phénomènes physiques, les équipes de conduite font le choix de dépasser transitoirement les limites d'insertion. Or en procédant ainsi, elles ne sortent du cadre réglementaire d'exploitation. Les opérateurs opposent des objectifs de divers, comme des objectifs professionnels d'économie (par rapport au coût de traitement des effluents) ou de production et parfois des objectifs personnels de « confort de conduite » à l'objectif de sûreté de l'installation. Ces objectifs de confort de conduite tentent donc de réduire le coût « opérationnel » que causeraient les opérations de borication / dilution par rapport à celui d'une insertion des barres de contrôle un peu plus profonde que d'habitude, mais pour une durée déterminée.

Dans cet exemple, les opérateurs développent une solution adaptée à la situation (maîtrise de la criticité). Ceci leur évite une charge de travail supplémentaire à moyen terme (en évitant de diminuer la concentration en bore) ainsi que d'être confronté à une éventuelle contrainte supplémentaire : la saturation de la station de traitement des effluents. Dans ce dernier cas, la dilution n'est plus possible dans des délais raisonnables et risque de porter atteinte aux objectifs de productivité. Cet exemple est intéressant pour l'ambiguïté qu'il soulève. Les opérateurs, en insérant les barres de contrôle au-delà des limites s'évitent des efforts de régulation supplémentaires à moyen ou long terme. Bien qu'ils ne respectent pas les règles de *sûreté* en dépassant les limites d'insertion, ils continuent à assurer la productivité.

Les limites d'insertion sont définies par les études de sûreté, car elles sont destinées à conserver une marge d'anti-réactivité suffisante en cas de situations incidentelles. Du point de vue des opérateurs, la conduite consiste à agir sur les barres de contrôle pour deux raisons différentes. La première est d'assurer la maîtrise de la réactivité au niveau du coeur. Mais en modulant l'insertion, il est possible d'augmenter ou réduire cette réactivité. Ainsi, les barres sont des éléments de sûreté qui remplissent également une fonction de *productivité*.

Finalement, la perception du risque n'est pas toujours claire pour les opérateurs dans cette situation. En effet, ils ne sont pas dans une situation critique et disposent de tous les moyens pour contrôler le réacteur. La conjonction des facteurs environnementaux (possibilité d'employer les barres de contrôle et le bore), des *objectifs professionnels* (assurer la disponibilité, la sûreté, la productivité), des *objectifs personnels* (se préserver d'efforts, maîtriser la situation...) ainsi que l'expertise des opérateurs jouent sur la confiance qu'ils ont dans leur maîtrise du processus. En conséquence, ils choisissent la solution qui leur apparaît la plus aisée à mettre en oeuvre : descendre les barres au-delà des limites d'insertion autorisées en fonctionnement normal en sachant par expérience le bénéfice qu'ils en retirent pour le risque pris. On peut constater ici le rôle qu'ont les *métaconnaissances* sur la maîtrise d'un processus, que les rapports EDF (cités par Journé, 2000) traduisent comme un *excès de confiance*.

Les opérateurs de conduite de centrales EDF travaillent également avec des critères de productivité et de management des matériels (éviter l'usure prématurée du matériel). Or des actions d'urgence ou de sécurité, comme l'injection de sécurité présentent un double effet. D'une part elles interrompent bien souvent le fonctionnement (et la production), et d'autre part, certaines sont comptabilisées car elles provoquent des contraintes physiques sévères sur le matériel. De telles situations posent alors des dilemmes aux opérateurs pour lesquels l'application des règles n'est pas toujours évidente :

⁶ Source : "C'est arrivé dans les centrales", Avril 1998, n°44.

⁷ Source : Comptes Rendus d'Événements Significatifs (CRESS) d'EDF. Fin 1995, la DSIN estimait l'occurrence de cet "incident volontaire" à plus d'une centaine. Ceci incita EDF en 1996 à prendre cet incident en compte par l'Observatoire Sûreté Disponibilité, et les mesures nécessaires pour éviter que ce type de conduite se reproduise à l'avenir.

Utilisation problématique du « soutirage excédentaire »

Cet événement nous a été rapporté par un ancien agent de l'IRSN⁸ détaché alors auprès du DES⁹ d'EDF. La situation qu'il avait pour mission d'observer se déroulait au cours d'un essai de sécurité simulant la perte d'alimentation électrique sur une centrale nucléaire, sans que le cœur soit chargé. Cette perte d'alimentation rend indisponibles un certain nombre de matériels dont la décharge du RCV¹⁰. Les opérateurs ont tardé dans l'application de leur consigne de conduite, ce qui a conduit à une élévation excessive du niveau d'eau dans le pressuriseur.

La conduite préconisée par les procédures de conduite demandait dans ce cas d'utiliser le soutirage excédentaire afin de faire baisser ce niveau. Cependant, le soutirage excédentaire ne doit être utilisé que 10 fois au maximum dans la durée de vie de la tranche (centrale nucléaire) à cause des contraintes physiques que cela impose au matériel. A chaque fois que cette action est réalisée, elle doit donc être comptabilisée.

Ainsi, alors que le niveau d'eau dans le pressuriseur montait de plus en plus, au risque de faire sauter les clapets d'évacuation, un des opérateurs a demandé d'utiliser le soutirage excédentaire. Un de ses collègues lui a alors fortement manifesté son opposition. Pour ne pas comptabiliser une opération d'évacuation, l'équipe a donc attendu la remise en service de la décharge avec un niveau d'eau qui continuait à monter... L'équipe commençait à être très inquiète, mais continuait à espérer le retour de l'alimentation électrique. Quelques minutes après la récupération de la source électrique les opérateurs ont pu utiliser le système de décharge conventionnel redevenu disponible.

Cette situation dans laquelle les équipes hésitent à appliquer des actions ultimes n'est pas un cas à part. Par exemple, EDF a procédé à des exercices de sûreté, dont un très particulier, demandant aux opérateurs d'ouvrir les vannes de décharge du pressuriseur dans l'enceinte du réacteur. Cette opération appelée « gavé-ouvert », présentée clairement dans les procédures, doit être employée certaines configurations accidentelles car elle représente le seul moyen d'assurer le refroidissement du réacteur (Alengry, 1988). Les conséquences à cela sont que cette aspersion de l'enceinte retombe en pluie (eau et acide borique) sur les composants de l'installation, causant des dégâts irréversibles sur les matériels. Au cours d'exercices de sûreté (simulations), les observations ont montré que les opérateurs faisaient tout pour éviter de recourir à ce moyen ultime (Alengry, op. cit.), alors que la variable temporelle est essentielle : réalisée trop tard, cette action devient inefficace.

L'OSD propose donc de nouvelles pistes en prenant en compte la responsabilisation et les contraintes de l'exploitation pour aboutir à une culture de sûreté collective. Cette culture se veut plus transparente et plus proche de la problématique économique en cherchant à prendre en compte tous les objectifs que comprend la Sûreté de Fonctionnement. Cette volonté de déboucher sur une culture de sûreté « plus près du terrain » peut sembler étonnante. En réalité elle témoigne de l'important décalage qui existe entre les directives qu'imposent les autorités de sûreté sur la conception et le fonctionnement des installations

8 Institut pour la Radioprotection et la Sûreté Nucléaire.

9 Département d'Etudes de Sûreté

10 Circuit de contrôle chimique et volumétrique - RCV (*chemical and volume control system*) : système raccordé sur le circuit primaire, qui permet principalement de maintenir la qualité de l'eau primaire, d'ajuster son volume et de régler sa teneur en acide borique.

vis-à-vis des réalités technico-économiques que rencontrent quotidiennement les exploitants. En effet, les autorités de sûreté sont très exigeantes sur le respect des critères de sûreté. Leur approche est d'ailleurs principalement orientée sur le respect de ces objectifs sûreté, comme l'indique cette définition du premier principe de la culture de sûreté : « *La culture de sûreté est l'ensemble des caractéristiques et des attitudes qui, dans les organismes et chez les individus, font que les questions relatives à la sûreté de toutes les installations bénéficient, en priorité, de l'attention qu'elles méritent en raison de leur importance.* » (AIEA, 1991). De même, les exploitants ou tout intervenant sur une installation nucléaire doivent assurer ce respect de la sûreté, comme le précise cet autre article : « *Dans toute activité importante, la manière dont agissent les individus est conditionnée par des exigences imposées à un niveau supérieur. Le niveau le plus élevé où s'exerce une influence sur la sûreté nucléaire, est le niveau législatif, où sont posés les fondements nationaux de la culture de sûreté.* » (AIEA, 1991).

Si l'on résume cette situation du point de vue organisationnel on constate que l'on est en présence de deux cultures possédant des objectifs en compétition. Les objectifs de la culture de sûreté posent des contraintes vis à vis de la « culture de production » (Llory, Dien & Montmayeul, 2002). Cette dernière recherche une amélioration des performances techniques afin d'obtenir une amélioration des performances économiques (diminution des coûts de production, des dépenses de gestion, des effectifs). Le contexte nucléaire fait que tout ceci doit aussi se faire en assurant le respect de la sûreté (Llory *et al.*, *op. cit.*). On comprendra alors que cette situation aura un impact sur l'exploitation des centrales et l'activité des différents opérateurs. Les enjeux économiques de la déréglementation dans la production électrique demanderont aux autorités de sûreté¹¹ une nouvelle approche de leurs exigences sécuritaires pour qu'elles permettent aux exploitants de rester compétitifs. Cependant, la question du maintien de la disponibilité et du respect de la sûreté a amené les concepteurs et les exploitants à réfléchir, dans le cadre des contraintes imposées par les règles de sûreté, sur les moyens permettant de satisfaire ces deux grands objectifs.

2.3.3.2. La conduite d'installation nucléaire : approche générale des stratégies de conduite face aux conflits

Une enquête de l'OCDE menée auprès de plusieurs fournisseurs d'électricité nucléaire abordait la question de la gestion des conflits d'objectifs sous l'angle de la recherche d'un *compromis* entre la sûreté et le maintien de la productivité (Bonaca, 1991).

Parmi les thèmes abordés dans cette étude, l'un d'entre eux avait pour but de savoir si le recours à une solution de compromis se faisait *uniquement* s'il s'accompagnait d'une réduction significative du risque, c'est à dire, si le recours au compromis était retenu uniquement s'il impliquait une réduction du risque de fusion du cœur. A cette question, environ la moitié des participants a indiqué qu'il n'existait pas de procédure ni de directives relatives aux solutions de compromis. Plusieurs compagnies d'électricité ont répondu qu'une augmentation du risque faible et/ou à court terme était admissible, si des

¹¹ Allocution de M. Schmitt sur la sûreté et la compétitivité dans le nucléaire, lors de la conférence de presse de l'Autorité de Sûreté du 01/04/2003 « La sûreté nucléaire et la radioprotection en France en 2002 ».

mesures de compensation étaient prises ou si les avantages l'emportaient nettement sur les coûts. Plusieurs compagnies d'électricité ont ainsi signalé que les solutions de compromis sont admises pour autant qu'elles soient prudentes et que l'augmentation du risque soit compensée par quelque avantage.

Les réponses faites par ces compagnies sont intéressantes à plus d'un titre. Tout d'abord on remarque qu'il n'existe pas *au premier abord* de procédures conçues spécifiquement pour gérer des situations conflictuelles. Cet *a priori* repose sur le fait que le rapport n'indique pas si certaines compagnies possèdent des procédures spécifiques, puisque qu'il ne fait état que de la moitié des responsables qui ont dit ne pas en posséder. On ne sait donc pas, sur cette question, quelles ont été les réponses des autres industriels. Par exemple, la conduite de réacteur en situation incidentelle / accidentelle retenue par EDF (cf. §2. 3. 3. 3 suivant) présente une prise en compte de la gestion du conflit sûreté – productivité. Cette prise en compte se fait grâce à l'intégration de la gestion du conflit dans les procédures lorsque l'état du réacteur n'est pas fortement dégradé. Si l'état du réacteur s'aggrave, la recherche d'une gestion d'un conflit de type sûreté/productivité n'est plus la priorité et les actions de conduite se portent rapidement en faveur de la sûreté car les manœuvres à appliquer ne permettent plus techniquement de satisfaire la productivité.

Un autre aspect intéressant dans cette enquête est celui de la justification des compagnies vis à vis du recours à des solutions de compromis. La réponse donnée par les intéressés illustre bien le dilemme qu'ils rencontrent entre le respect des objectifs de sûreté et les objectifs économiques ou opérationnels. Dans un premier temps, leur réponse se base sur l'évaluation probabiliste du risque : tout recours à un compromis peut se faire si le risque admissible (fusion du cœur) encouru est *faible et de courte durée*. Cette réponse est celle que peuvent attendre des représentants de la sûreté. Cependant, ils précisent que le compromis peut être adopté si le risque peut être compensé par un avantage. L'avantage dont il est fait part n'est pas mentionné, mais on peut penser qu'il correspond à des objectifs de disponibilité ou de productivité. Cette seconde partie de leur réponse montre que face à la satisfaction des exigences de la sûreté, existe une réalité de terrain qui appelle à faire des exceptions à la règle. On retrouve donc, du point de vue organisationnel, un mécanisme analogue à celui de l'écart entre la tâche et l'activité réelle observé chez les opérateurs.

2.3.3.3. La gestion des conflits d'objectifs dans la conduite, le cas de « l'Approche par Etat » (APE)

A l'origine, dans la conduite des réacteurs nucléaires, les procédures employées pour gérer des situations incidentelles ou accidentelles se basaient sur une approche de type « événementiel ». Cette approche consistait, pour des événements identifiés à l'avance, à concevoir des actions de conduite nécessaires au maintien des fonctions de sûreté. Les fonctions de sûreté sont des conditions qu'il faut maintenir dans toutes les classes de situations, normales comme dégradées.

Chez EDF, l'emploi de procédures événementielles a duré jusqu'en 1989. Le basculement vers une autre philosophie de conduite a été initié par l'accident de Three Mile Island (TMI), le 29 mars 1979, qui a mis en évidence les limites de la conduite événementielle. Celle-ci ne permet pas en effet de gérer les situations où se trouvent cumulées, en plus de l'événement initiateur, des défaillances humaines ou matérielles. En conséquence à ce cumul de défaillance, l'équipe en charge de la gestion de la crise se trouve confrontée à l'équivalent d'une « explosion combinatoire » provenant de la multiplication des situations pré-étudiées à prendre en compte. Ceci accroît alors le nombre de procédures de conduite à appliquer, rendant encore plus complexe le diagnostic et le choix de la bonne procédure. Enfin l'approche par événement rend difficilement possible la réactualisation du diagnostic final en cas d'une évolution de l'état de l'installation qui ne serait pas conforme aux prévisions de ce diagnostic (Libmann, 1966c).

C'est à partir des études « facteurs humains » basées sur le retour d'expérience de cet accident et de celui de Tchernobyl, qu'EDF et Framatome ont décidé d'abandonner progressivement l'approche événementielle pour passer à une approche nouvelle, dite par états (APE), qui deviendra effective en 1994.

Le principe de l'APE considère que s'il est possible de multiplier à l'infini les séquences accidentelles, il n'en est pas de même pour les états de réactivité, de refroidissement et de confinement possible du système. Ces états peuvent être dénombrés à partir des diverses conditions normales de fonctionnement jusqu'aux états les plus dégradés (Libmann, 1996c). L'APE se présente comme un ensemble de procédures destinées à couvrir les cumuls de défaillances matérielles ou humaines, en adaptant la conduite de l'installation à l'état réel de la chaudière, et en se donnant comme objectif la restauration des fonctions d'état dégradées selon une grille de conduite qui définit les priorités.

Ainsi, l'état de la chaudière est défini à partir de six « fonctions d'état » qui recouvrent les trois fonctions de sûreté citées précédemment. Elle offre donc une vision plus globale du fonctionnement et de l'état d'une installation et impose aux opérateurs un ensemble de procédures à suivre pour maintenir ou ramener l'installation dans un état sûr, à défaut d'être optimal. Il faut enfin souligner qu'elle n'intervient pas dans le cadre de la conduite courante. De ce fait L'APE permet une gestion progressive des situations en fonction de leur gravité et a comme finalité le maintien de la sûreté, au détriment même du matériel dans le pire des cas. Ce nouveau mode de conduite nous permet de situer l'origine d'une prise en compte des conflits d'objectifs dans l'exploitation des réacteurs de puissance.

L'intérêt que présente l'APE dans la thématique des conflits d'objectifs réside dans la gestion des situations de moindre gravité qu'elle propose, qui intègrent une tentative de gestion des objectifs de productivité et de sûreté. C'est le cas de la mise en œuvre des procédures (ECP) comme l'ECP-1 qui emploie des fonctions et des moyens propres à la conduite normale pour restaurer la sûreté permettant aussi de préserver la productivité. Cela veut dire que bien que l'installation se retrouve dans un état nécessitant la mise en œuvre de procédures incidentelles, tout est pris en compte dans les procédures ECP-1 pour tenter de maintenir une disponibilité optimale malgré une détérioration de la sûreté de

l'installation. Dans ce genre de situation, les opérateurs n'ont pas à se soucier de gérer la situation au mieux, c'est « idéalement » la procédure qui en a la charge.

2.3.3.4. La difficulté de la prise en compte des conflits d'objectifs dans l'exploitation : fiabilité humaine et analyses de retours d'incidents

L'évaluation des conflits d'objectifs chez les individus semble plus complexe que pour ceux des systèmes, en particulier lorsqu'il s'agit d'aborder la fiabilité des opérateurs en charge de leur conduite. Une explication à cela se trouve dans le déroulement des processus de conception de systèmes sûrs, dans lequel une étape décisive, notamment dans l'industrie nucléaire, est celle de la démonstration de leur fiabilité auprès des autorités de sûreté. Ces démonstrations prennent en compte les domaines de fonctionnements des systèmes et l'identification de leurs limites de fonctionnement. La validation auprès des autorités de sûreté nécessite alors une approche déterministe du fonctionnement des systèmes et les mesures prises pour répondre à un ensemble d'aléas connus. L'erreur humaine fait partie de ces aléas et les systèmes doivent présenter une résistance à ces erreurs (en terme de limitation du nombre d'erreurs ou de leur propagation, leur récupération ou la tolérance). Toujours basés sur les études probabilistes, ces solutions tentent de réduire l'apparition et la gravité des erreurs par la réduction d'opérations à réaliser. Par exemple, la limitation des erreurs humaines passe un recours aux procédures ou l'emploi d'automatismes. Toutes ces démarches de validation et de démonstration se réalisent donc sur la prise en compte d'un système idéal et déterministe. Cependant, l'homme ne rentre pas facilement dans le cadre d'un système déterministe en raison de sa grande variabilité comportementale, rendant toujours difficile l'évaluation de la fiabilité humaine dans un système complexe. Les retours d'incidents présentent alors des origines issues d'erreurs humaines caractérisées par des non-respects de procédures ou de délais d'action, de fausses manœuvres. Il joue le rôle du plus fort des maillons faibles de la sûreté comme cela l'a été largement décrit dans la littérature ergonomique (Mazeau, 1993 ; Amalberti, 1996, 2001 ; De Keyser, 2002). Le fait qu'il assure la conduite de tels systèmes, seul ou en équipe, qu'il témoigne d'une capacité naturelle d'adaptation et de prise en compte de situations non prévisibles en fait *le principal agent de récupération* de situations qui ne peuvent pas/plus être couvertes par les automatismes ou les procédures. Cette capacité que possède l'homme à pouvoir faire face à l'imprévu a aussi un revers, celui d'être capable du pire. Ainsi, le retour d'expérience montre que des erreurs humaines interviennent dans 65 à 80% des accidents (Hollnagel, 1993b). Cependant, le paradoxe de l'erreur humaine est que celle-ci est nécessaire, tout autant que le non-respect des règles, pour permettre la construction de l'expertise et la satisfaction des objectifs opérationnels soumis aux opérateurs.

Les études menées au CEA sur les incidents et accidents entre 1997 et 2000 montrent ainsi des résultats plus nuancés tout comme dans leurs conclusions. Les incidents faisant intervenir l'homme sont regroupés avec ceux dont les causes sont aussi imputables au domaine organisationnel. Ainsi, les causes les plus fréquentes liées à l'organisation et aux procédures correspondent pour cette étude à des insuffisances (1) dans la conception (2) la rédaction des procédures, des modes opératoires ou des consignes et (3) dans la préparation, la planification et le suivi des activités liées aux interventions (travaux,

modifications, maintenance, essais ou contrôles périodiques). « *Des défauts d'organisation ou d'assurance de la qualité (traçabilité) ont entraîné des non-respects de périodicités de contrôles ou essais périodiques, voire des actions inappropriées en maintenance ou intervention (schémas non mis à jour ou erronés), ainsi que la difficulté d'apporter la preuve du respect de prescriptions techniques.* » (CEA-DSNQ, 2002).

Le bilan de la sûreté du CEA (CEA DSNQ, 2002) comporte des éléments de réponse aux origines des conflits d'objectifs. Comme par exemple le lien entre les représentations mentales et les oublis ou erreurs commises au cours de la réalisation d'actions non prévues. La *perception* des conflits d'objectifs, dans leurs aspects *causaux*, participe à notre avis de façon essentielle à leur gestion, mais le coût cognitif que demande un raisonnement causal pour cela présente un inconvénient dans de nombreuses situations, en particulier lorsque la pression temporelle est forte (Hoc & Amalberti, 1994).

2.3.4. Le nucléaire expérimental

Il existe une catégorie de réacteurs dans lesquels des expérimentations sont menées, tant pour le domaine civil que militaire. Dans ces réacteurs plusieurs équipes interviennent au sein de l'exploitation et se répartissent la conduite du réacteur et des expérimentations. Ces différentes équipes ne sont pas toujours en contact direct les unes des autres, certaines expérimentations pouvant être dirigées depuis l'extérieur du réacteur. Tout dépend de la taille de l'installation et de ses missions. Bien souvent, ces expérimentations consistent dans l'irradiation de produits, que ce soit pour le domaine médical ou l'électronique. Des situations peuvent survenir où les objectifs entre équipes de conduite et équipes d'expérimentation diffèrent. Par exemple, des événements de type techniques peuvent imposer aux équipes de conduite une réduction de la production en neutrons du réacteur. Cette réduction risque de mettre un terme aux expérimentations si celles-ci nécessitent une alimentation maximale et continue en neutrons. Les équipes de conduite doivent alors mettre en balance la sûreté du réacteur et la responsabilité de la perte d'expérimentations pouvant se chiffrer en millions d'euros.

2.3.5. La propulsion navale nucléaire

Dans la propulsion navale, la prise en compte des conflits d'objectifs est aussi récente. Depuis une dizaine d'années ce problème réapparaît régulièrement chez les concepteurs et les opérateurs, notamment en terme de disponibilité et sûreté.

Des études réalisées par Technicatome ont porté sur l'observation en situation réelle d'opérateurs de conduite de réacteurs nucléaires embarqués (Salazar-Ferrer & Guillermain, 1998). Des scénarii d'incidents ont aussi été joués avec des opérateurs sur des simulateurs de sous-marin. Cette étude ne portait pas à l'origine sur la gestion des conflits d'objectifs dans la conduite, mais recherchait plutôt à recueillir de façon large le maximum d'informations sur l'activité des opérateurs de conduite. Cependant, il a été remarqué au cours des analyses des données que certaines situations ou conséquences de stratégies suivies par les équipes de conduite présentaient des conflits d'objectifs. Parmi les conclusions de ces études, certaines avançaient que les conflits d'objectifs causaient des

retards dans les prises de décision, une instabilité dans des décisions prises pour des situations identiques et pour un même opérateur.

Des facteurs aggravants dans la gestion des conflits ou des situations incidentelles ont aussi été identifiés. Une cause essentielle aggravant la situation pour les équipes de conduite concerne la qualité des informations données aux opérateurs pour prendre la bonne décision : manque d'ordres clairs en provenance des responsables et des supérieurs hiérarchiques, incohérences dans les documents de conduite, manque d'une représentation commune de l'état de l'installation. En d'autres termes, les équipes manquent dans certaines situations d'un support efficace pour leur permettre d'avoir une bonne représentation mentale de l'installation. Ce manque se traduit alors par des difficultés de diagnostic et complique la prise de décision. Cela touche aussi les supérieurs hiérarchiques et se traduit par des ordres peu clairs qu'ils donnent aux équipes de conduite. Ainsi, les éléments essentiels à la réalisation d'une activité correcte, vus sous l'angle de l'activité finalisée (Amalberti, 2001), manquent aux opérateurs : il n'y a pas d'ordre clair (but imprécis, difficulté de définir une finalisation) et une représentation opérative claire fait défaut pour mettre en œuvre l'atteinte de ce but.

La conduite d'un réacteur embarqué et d'un réacteur à terre (type réacteur de production électrique) se différencie par les temps de réponse lors du passage d'un état à un autre du réacteur (augmentation ou extraction de la puissance au niveau du cœur). Les réacteurs embarqués ont des temps de réponse beaucoup plus rapides que les réacteurs civils qui peuvent demander jusqu'à 48h, selon les cas, pour effectuer un *transitoire*¹². Le contexte du sous-marin nucléaire accentue encore plus l'importance de la pression temporelle. Par exemple, un retard dans une décision et l'action qui en découle peut avoir des conséquences dramatiques pour les équipages ou le bâtiment (par exemple en cas de voie d'eau). Face à une situation critique, il est essentiel de pouvoir prendre une décision rapidement. Cela demande l'affectation de priorités aux objectifs. Un exemple illustrant la complexité d'une prise de décision dans la conduite de sous-marin nous a été donné par un ancien instructeur marine. C'est l'ordre « Priorité Propulsion » en situation incidentelle complexe :

L'ordre « Priorité Propulsion » et les conflits d'objectifs

Quand le Chef De Quart PCP¹³ détecte qu'il arrive aux limites de ce que peut fournir la chaufferie pour répondre à un ordre d'allure donné par le PCNO¹⁴, il doit prévenir ce dernier de la situation mais il ne peut en aucun cas discuter l'ordre. Cependant, le Chef de Quart PCP peut prendre l'initiative sur le PCNO lorsque la propulsion doit être préservée ou restaurée lors d'un ordre d'allure normal. C'est la Priorité propulsion. En effet, la perte de la chaufferie nucléaire s'accompagne de celle de la fourniture électrique et avec elle la propulsion, mettant en péril le bâtiment. D'autres moyens de propulsion sont possibles,

¹² Transitoire : évolution lente ou rapide, programmée ou fortuite, de l'état de fonctionnement d'une installation. Dans le cas d'un réacteur nucléaire sont distingués les transitoires normaux, lors desquels les valeurs des paramètres physiques restent à l'intérieur des spécifications techniques d'exploitation et les transitoires accidentels qui entraînent l'action de systèmes de protection puis de sauvegarde (définition tirée de « Clefs CEA » N°45 – Physique nucléaire et sûreté)

¹³ PCP : Poste de Conduite Principal, c'est la salle de conduite du réacteur du sous-marin regroupant les opérateurs en charge de la fourniture d'énergie (Kr), de la propulsion (Km), de l'électricité (Ke) supervisés par un Chef de Quart (CdQ).

¹⁴ PCNO : Poste Conduite Navigation Opération : la poste du commandant du sous-marin.

mais sont moins puissants et ne peuvent dans ce cas aider à répondre à une situation incidentelle ou accidentelle comme une voie d'eau.

Par exemple, si l'équipe de conduite perd la pompe qui alimente le Générateur de Vapeur (GV) (surtout à forte puissance), le Chef de Quart du PCP va demander la « priorité propulsion » au PCNO et réduire l'allure pour éviter d'assécher le GV.

En l'absence d'ordre d'urgence lors d'une demande priorité propulsion, le PCNO va se rallier à l'avis du PCP et laisser ce dernier stabiliser la propulsion. S'il y a un ordre d'urgence du PCNO, le PCP se doit alors d'exécuter l'ordre au maximum de ses possibilités, ce qui se traduira dans ce cas par la fourniture de la puissance maximale jusqu'à l'assèchement du GV qui interviendra quelques minutes plus tard et dans ce cas la perte de la propulsion puisque physiquement le PCP ne pourra plus fournir.

Le conflit d'objectif identifié dans le cas de la priorité propulsion oppose en général les objectifs de sûreté (du bâtiment) et de disponibilité (du système de propulsion). On ne parle pas ici de la sûreté de la chaufferie nucléaire, car l'état de fonctionnement de la chaufferie est étroitement lié à la sauvegarde du bâtiment. Ainsi, en cas de conflit, les procédures donnent la priorité à un objectif de niveau supérieur : la sûreté du bâtiment.

Une façon de gérer le conflit, qu'applique le chef de quart du PCP, passe par sa *prévention*, c'est à dire qu'il anticipe et tente d'éviter sa potentialité d'apparition. Cette prévention du conflit tente d'éviter toute incompatibilité entre l'état de la chaufferie et un ordre d'allure du PCNO. Pour cela, le CdQ *déplace* la prise de décision de l'ordre vers le PCNO en le prévenant des limites que rencontre la propulsion. Le Chef de Quart du PCP devra alors se cantonner à respecter les ordres, sachant que le PCNO aura la tâche de sélectionner ses ordres en fonction de l'état de la chaufferie.

2.3.6. Une étude spécifique aux conflits d'objectifs

Peu d'études ont été menées sur la thématique des conflits d'objectifs dans le domaine nucléaire. Il convient à ce sujet de citer l'étude de Weber (1999). Elle impliquait des opérateurs de conduite d'un réacteur nucléaire et avait pour but d'évaluer l'effet des conflits d'objectifs sur leurs performances de récupération de situations dégradées. Nous ferons ici une comparaison de ses résultats avec ceux présents dans la littérature ergonomique ou expérimentale.

2.3.6.1. Une étude sur les performances de récupération d'incidents en cas de conflits d'objectifs

Une étude s'est intéressée aux performances d'équipes de conduite d'un réacteur expérimental devant récupérer des situations incidentelles pouvant présenter des conflits d'objectifs (Weber, 1999). Dans le cas de situations avec conflits, il était attendu que la qualité des opérations de récupération se dégrade et s'accompagne d'une augmentation du temps nécessaire à l'opération de restauration.

L'expérimentation se déroulait sur 2 jours. Pour forcer la situation de conflit d'objectif, les opérateurs devaient respecter tout au long de leur activité, une instruction de conduite orientée soit sur la productivité soit sur la sûreté (jour 1). Le lendemain, un scénario faisant

intervenir une erreur de manipulation provenant d'opérateurs en local, va les confronter à une situation incidentelle impactant soit la sûreté soit la productivité. Il était alors attendu qu'ils résolvent l'incident en respectant au mieux les instructions qu'ils avaient reçues le jour précédent.

Les principaux résultats ont montré que :

- globalement il n'y a pas d'effet du conflit d'objectif sur le temps de récupération des situations.
- Il y a une différence significative entre les performances de récupération lorsque la sûreté primait (scénario orienté sûreté) par rapport au scénario orienté maintien de la production : les performances des opérateurs se dégradent quand on leur présente des instructions orientées sur la production.

2.3.6.2. Remarques sur ces résultats

Des remarques sont à faire sur cette étude et les résultats qu'elle présente. Concernant la méthodologie, il apparaît qu'un effet d'amorçage a joué un rôle non négligeable puisque les opérateurs étaient en situation incidentelle identifiée (le type et l'origine de la panne étaient connus). Ceci permet de donner implicitement des pistes aux opérateurs pour résoudre la situation, biaisant par-là une partie de l'expérimentation. De ce fait, toutes les tâches de détection et d'anticipation des effets de la panne et d'un conflit sont alors écartées. On retrouve ce biais dans la problématique de cette recherche, avec une focalisation du plan expérimental sur la dimension production. L'expérimentation commence par mettre l'accent sur la détection d'une perte progressive de production et incite les opérateurs à ne s'occuper que de la récupération de l'objectif de production. L'expérimentation ne prend pas en compte l'activité de détection de la panne et se focalise sur les performances d'identification et de récupération. D'un point de vue cognitif, cette centration sur l'action de récupération ne prend pas en compte la nécessité d'une représentation mentale de la situation nécessaire pour décider et agir. Une telle situation réduit les opérateurs à faire de la conduite aux alarmes et à appliquer dans ce cas des procédures adéquates. Le rôle des opérateurs est alors fortement réduit, et perd en représentativité. L'étude montrerait alors plus un effet de l'application des procédures sur la récupération d'une situation dégradée.

Un autre aspect concerne la participation des opérateurs à une expérimentation dont l'environnement et les conditions de travail ne sont pas ceux qu'ils ont l'habitude de connaître, bien que l'expérimentation se déroule dans une salle de conduite de réacteur nucléaire. Les opérateurs sont placés le premier jour dans une situation où on leur demande d'assurer un type d'objectif (sûreté ou productivité). Le second jour, un incident se déclenche et va soit dans le sens de l'objectif qui a été donné le jour précédent, soit à l'encontre. La seconde situation est alors présentée dans cette étude comme un conflit d'objectifs. Pour gérer le conflit, plusieurs possibilités existent, comme trouver une solution d'équilibre entre les objectifs. Plus le conflit est fort et plus il est attendu une dégradation de la performance (par exemple, en terme de temps pour faire un choix) à cause d'une difficulté de hiérarchisation. Dans ce protocole expérimental, l'objectif donné

le premier jour définit la priorité à suivre dans la conduite, et donne alors un moyen de gérer le conflit d'objectifs. Cependant deux autres facteurs semblent centraux à la compréhension des conclusions de cette recherche : les objectifs implicites des opérateurs et la situation expérimentale.

Les conclusions de Weber sont de présenter une absence d'effets des conflits d'objectifs sur les performances des opérateurs, en particulier dans le cas de récupération de situations incidentelles. Cependant, une *dégradation des performances de récupération* s'observe lorsque les instructions du premier jour doivent orienter l'activité des opérateurs sur la *productivité*. Ce résultat présente un intérêt particulier par son décalage par rapport à ce que l'on retrouve dans la littérature. En effet, dans des situations conflictuelle entre sûreté et productivité, les opérateurs cherchent à satisfaire en priorité la productivité face à la sûreté (cf § 2. 2. 4). Cet effet s'accentuerait avec l'expertise (Grosjean & Terrier, 1998). On peut s'interroger sur les causes d'une telle observation. Il semblerait que ce résultat corresponde à d'autres conflits d'objectifs que l'expérimentation ne contrôlait pas, issus d'un effet de contexte associé à l'expertise des opérateurs.

Les opérateurs suivaient à l'origine un stage de formation à la sûreté, sur lequel se greffait cette expérimentation. Faire participer des opérateurs à une expérimentation leur demandant d'assurer la sûreté ou la productivité alors qu'ils savent être là pour suivre un perfectionnement dans l'application de sûreté règles ne change en rien l'effet recherché par le plan expérimental. Un tel contexte implique seulement qu'ils ont conscience de l'observation de leur activité. Nous pensons que ceci influence par contre les opérateurs à prouver leurs compétences en matière de respect de la sûreté de l'installation (et donc suivre les objectifs de leur formation) qui biaise les données recueillies. Lorsque les opérateurs se retrouvent dans la situation qui demande de satisfaire la productivité, même si dans la première journée, l'objectif expérimental donné aux opérateurs était d'assurer la productivité, ils feront tout pour montrer qu'ils appliquent au mieux les règle de sûreté.

L'importance de ce dernier point montre une limite de la simulation différente de celle classiquement connue comme la difficulté d'immersion ou de représentativité. Cela pourrait correspondre à une limite de la validité écologique des expérimentations puisqu'il existe des différences notables de performances et de conduites entre les situations naturelles et les situations expérimentales (Combe, 2001, p. 313-314). Cette limite est d'autant plus importante qu'elle ressemble à un conflit d'objectifs entre une règle implicite que se fixerait un opérateur, en cherchant à satisfaire un objectif de désirabilité sociale¹⁵ (que l'on peut résumer par : « *je dois montrer que je respecte la sûreté, puisque la formation porte là dessus* ») et des règles explicites, propres à l'expérimentation : « *Oubliez la sûreté que l'on vous enseigne ici et assurez la productivité* ». Mais implicitement, l'expérimentation est comprise autrement pour l'opérateur : « *faites comme si nous n'étions pas là et montrez-nous ce que vous savez faire* ». Cependant on peut être amené à penser que le sentiment de « surveillance » des opérateurs a pu aussi être renforcé par la présence du matériel expérimental (nombreuses caméras) et d'observateurs, ce qui aura d'autant plus influencé leurs conduites.

¹⁵ La désirabilité sociale est le biais par lequel le sujet tente de valoriser son image.

2.4. Une double approche des conflits d'objectifs : l'organisation et l'individu

Les conflits d'objectifs et leur gestion se présentent comme les deux faces d'une même pièce. D'un côté ils concernent *l'organisation*, ce terme définissant aussi bien l'organisation du travail que l'organisation de système sociotechniques complexes. De l'autre, ils concernent les *opérateurs* intervenant dans la conduite ou le fonctionnement de ces systèmes. Ces deux aspects sont profondément liés l'un à l'autre, rendant difficile toute dissociation, au risque de faire perdre beaucoup de sens à ce qui peut être observé ou analysé. Ceci est à mettre en lien avec les règles de l'approche systémique qui demandent de ne pas « ouvrir » les boucles de régulation (Yatchinovsky, 1999). Par exemple, le comportement d'un opérateur n'a de sens que s'il est resitué dans son contexte. Il faut chercher ensuite la contribution entre chaque élément (l'activité de l'opérateur vis-à-vis de la production, de l'activité d'autres opérateurs...) et des effets en retour sur ces éléments (feed-back) pour disposer finalement d'une vision globale de l'activité.

Afin de suivre cette règle nous désignons l'activité des opérateurs comme point d'entrée de notre étude. En nous centrant sur l'activité, nous pensons distinguer les conflits provenant de l'organisation ou de l'homme. La figure suivante présente la relation systémique entre l'individu et l'organisation sociotechnique (ici l'entreprise). Ce schéma présente une définition de l'activité de travail qui soutiendra la démarche de notre étude (Guérin, Laville, Daniellou, Duraffourg, & Kerguelen, 1997) :

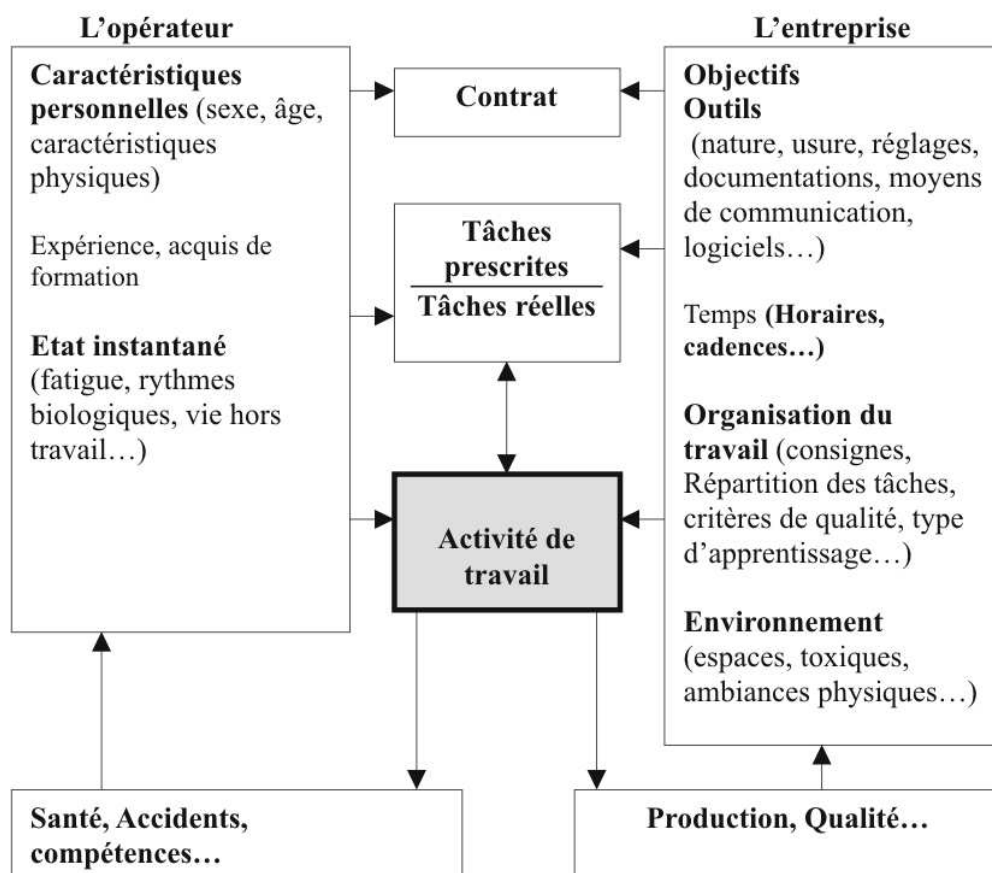


Figure 4 : Les régulations de l'activité de travail (d'après Guérin et al., 1997)

En nous basant sur le schéma résumant la démarche de l'analyse de l'activité, nous considérons que notre approche s'effectuera à deux niveaux. Le premier niveau sera *organisationnel*, et concernera les aspects « macroscopiques » auxquels sont confrontés ou intervenant dans les systèmes sociotechniques complexes : la politique, l'économie, les réglementations... Le second niveau concernera l'opérateur humain réalisant une activité définie et réglementée par le premier niveau. Ce niveau s'intéressera par exemple à l'impact des conflits d'objectifs sur l'activité (performance, organisation du travail...) et les stratégies employées pour les gérer.

2.4.1. L'approche organisationnelle

La complexité d'analyse ou d'identification des conflits d'objectifs semble liée à celle des organisations sociotechniques. Cette complexité se concrétise par des interactions entre divers domaines : législatifs, réglementaires, économiques, sociotechniques... Les contraintes pouvant s'exercer entre ces différents niveaux peuvent alors donner lieu à des conflits. Ces conflits expriment des contradictions entre des logiques de fonctionnement spécifiques à des niveaux, qui ne sont pas toujours compatibles avec les logiques de fonctionnement des autres niveaux. Les travaux réalisés par l'AIEA sur la culture de sûreté présentent une logique organisationnelle basée sur l'« *engagement et le sens de la responsabilité personnelle de tous les individus se consacrant à toute activité qui a une incidence sur la sûreté, d'une habitude générale de penser en termes de sûreté qui implique une attitude de remise en question systématique, un refus de se contenter des résultats acquis, un soucis permanent de perfection, un effort de responsabilité personnelle et d'autodiscipline de groupe en matière de sûreté et la reconnaissance du caractère indispensable de toutes les formes de communication. Dans toute activité importante, la manière dont agissent les individus est conditionnée par des exigences imposées à un niveau législatif, où sont posés les fondements nationaux de la culture de sûreté.* » (AIEA, 1991). Libmann (1996) propose à partir de cette définition une représentation qui résume l'organisation responsable de la culture de sûreté :

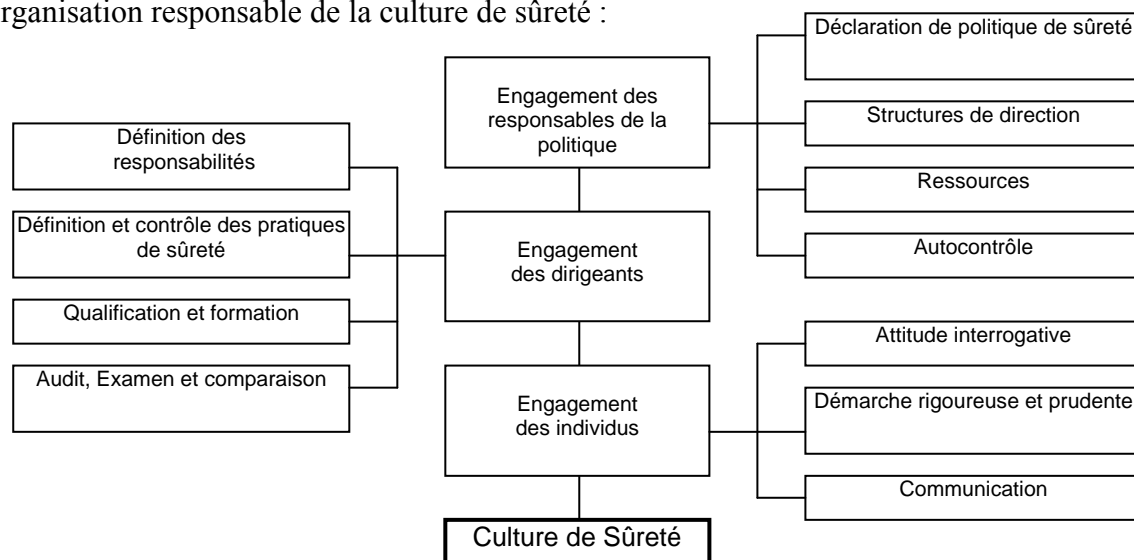


Figure 5 : Représentation de la culture de sûreté définie dans l'INSAG-4 (d'après Libmann, 1996).

Dans cette représentation (Figure 5) l'axe central sur lequel repose la culture de sûreté comprend les différents niveaux organisationnels entrant dans son application : individus, dirigeants, politiques. A chacun de ces niveaux existent des fonctions définissant des actions à mener pour garantir la bonne application des principes de la sûreté. Comme nous l'avons vu précédemment, une installation nucléaire est destinée à produire de la puissance, c'est-à-dire fournir de l'énergie. Or l'organisation de la culture de sûreté ne fait pas apparaître de prise en compte de cette dimension économique. En effet, les aspects économiques ne sont pas pris en compte car toute la logique de ce schéma s'axe autour d'une mise en application de la sûreté définie du point de vue légal (déclaration d'une politique de sûreté). Cette définition légale devient ensuite réglementaire et définit alors la ligne de conduite à suivre par les opérateurs (démarche rigoureuse et prudente...). Cette mise à l'écart de l'aspect économique montre que les risques associés n'ont pas été pris en compte à l'époque, puisque l'accident de référence (TMI) ciblait essentiellement des problèmes sociotechniques en lien avec la sûreté. On peut donc voir, dans ce constat, l'origine des différences entre les objectifs de la sûreté et les autres objectifs des exploitants d'installations nucléaires (sûreté, disponibilité) que doivent au final gérer sur le terrain les opérateurs.

Enfin, comme il existe différents intervenants dans ce schéma, et d'autres non pris en compte, on peut s'attendre à ce que tous possèdent des objectifs propres qui entrent en compétition. Il reviendra alors aux mécanismes de régulation organisationnels de trouver le moyen d'accorder ces différents objectifs. Ce dernier point montre l'importance, pour notre étude, de disposer d'un modèle organisationnel du domaine nucléaire qui assez large pour en être représentatif.

2.4.2. L'approche individuelle des conflits d'objectifs

Contrairement à ce que nous avons pu aborder au travers de la thématique de l'écart entre prescrit et réel, la prescription de l'activité des opérateurs définie par de la culture de sûreté ne correspond pas à ce qui est rapporté dans la littérature ergonomique, lors d'observations de terrain. En effet, nous avons vu précédemment que les individus pouvaient être confrontés à des situations opposant leurs idéaux avec leurs besoins ou d'une façon plus large, opposant des objectifs *personnels* et *professionnels*. En d'autres termes les conflits d'objectifs que les individus rencontreront seront en rapport avec les différentes limites qui définissent les frontières de leur domaine d'activité prise au sens large : les aspects réglementaires, les objectifs professionnels et personnels, le collectif de travail, les aspects en lien avec la gestion des tâches, les contraintes éthiques, techniques, la vie privée...

2.5. Conclusions et premiers éléments d'une problématique

La prise en compte des effets des conflits d'objectifs dans l'exploitation nucléaire a été longue à se mettre en place. La raison, nous l'avons vu, revient à une approche des autorités de sûreté trop centrée sur la dimension technico-légale, qui tend à négliger les aspects économiques et à idéaliser les conduites humaines dans l'application des règles de sûreté. Cependant, cette prise en compte des conflits devient désormais un axe privilégié d'étude, aussi bien pour les organismes gouvernementaux que pour les exploitants. Par

exemple, l'Autorité de Sûreté Nucléaire concentrait jusque là ses missions sur l'application et le respect des règles de sûreté. Elle a depuis décidé de modifier sa démarche pour lui faire prendre en compte les objectifs de compétitivité que vont devoir prendre en compte plus sérieusement les exploitants lors de la déréglementation du marché de l'électricité¹⁶. En effet, les autorités de sûreté estiment que cette déréglementation incitera les producteurs d'électricité à mettre par moments en balance la sûreté et la productivité pour des raisons économique. Cela ne veut pas dire que l'Autorité de Sûreté cherchera à assouplir sa démarche pour la rendre plus compatible avec les lois de l'économie de marché. Au contraire, lors de la présentation Bilan de l'ASN sur la Sûreté Nucléaire en France en 2002, il a été affiché la volonté de conserver l'ensemble de la démarche actuelle. Cependant, cette démarche sera enrichie par la prise en compte des aspects facteurs humains et organisationnels, afin d'identifier plus précocement toutes dérives à la sûreté. Cette reconnaissance est la plus évidente puisque les aspects économiques (temps, argent...) et de sécurité sont souvent mis en cause dans le retour d'expérience incidentel/accidentel. Mais l'identification précoce des « dérives » risque de poser des problèmes aux exploitants tant que l'acceptation de l'existence *nécessaire d'écarts entre prescrit et réel* (ici au niveau organisationnel) n'est pas effective. En cherchant à empêcher toute « dérive » on contrarie les organisations dans leur recherche d'adaptation au contexte concurrentiel. Or le contexte concurrentiel créera nécessairement de nouvelles contraintes technico-économiques qui risqueront de causer l'apparition de nouvelles situations conflictuelles notamment entre la disponibilité, la productivité et la sûreté.

L'intérêt que nous portons à la question des conflits d'objectifs est motivé par le désir d'apporter des éléments supplémentaires pour améliorer l'exploitation des centrales nucléaires. Si cette amélioration ne visait que la sûreté, les bénéfices que l'on pourrait en attendre seraient minimes, car l'amélioration de la sûreté des installations à risque est un challenge sans cesse renouvelé qu'Amalberti (1997) présente comme un « *impossible pari* ». Synonyme de « risque zéro », il traduit les efforts déployés pour réduire de manière significative le risque lié à l'exploitation d'installations à risque. Or d'après Amalberti (op. cit.), le niveau atteint dans la prévention plafonne depuis une décennie. Toute démarche de prévention entreprise réduit le risque sans jamais pouvoir le faire disparaître, et les investissements entrepris pour ces recherches sont quantitativement supérieurs aux progrès réalisés.

Force est d'avouer que notre démarche s'inscrit aussi dans cette quête. Bien que cette recherche contribue à soutenir les efforts réalisés dans l'amélioration de la sûreté, elle tente également de la rendre compatible avec les autres objectifs existant dans le domaine industriel. C'est pour répondre à ces questions, que le Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA) et la société Technicatome (filiale du groupe AREVA) mènent des recherches pour que les systèmes futurs prennent en compte cette thématique et leurs risques associés dès les premières phases de leur conception.

Les exemples de situations conflictuelles donnés précédemment montrent qu'il existe une grande diversité des situations ou des domaines qui sont abordables sous l'angle des conflits d'objectifs. Notre étude s'intéressant aux conflits d'objectifs dans l'exploitation d'installations nucléaires, nous tenterons ici d'en faire une définition qui y corresponde et qui soit autant que possible générique à d'autres domaines. Pour cela nous repartirons de notre première définition de « travail » qui nous avait permis de comprendre les situations

¹⁶ Conférence de Presse de L'Autorité de Sûreté Nucléaire du 01/04/03 lors de la présentation du rapport portant sur la Sûreté Nucléaire en France en 2002 (rapport et conférence consultables sur Internet : www.asn.gouv.fr)

présentées en exemple et l'enrichirons par les exemples que nous avons cités jusqu'à présent. Cette première définition était centrée sur l'aspect mécanique du conflit, c'est-à-dire qu'il y est présenté de façon causale, lorsque qu'une action visant à privilégier un objectif peut nuire à d'autres.

2.5.1. Une première définition du conflit d'objectifs

En nous replaçant dans le contexte organisationnel de l'exploitation d'installations nucléaires et afin de répondre à une nécessité de représentativité écologique, notre définition envisagera que les conflits puissent impliquer plus de deux objectifs. Cela se justifie par la complexité structurelle que l'on peut rencontrer aussi bien dans les systèmes à risques que chez les individus. Chacun des acteurs du système possède ses propres objectifs ou en partage avec d'autres, des régulations sont alors mises en place entre les acteurs afin de réduire autant que possible les contraintes relatives à la satisfaction des différents objectifs (Bazet, de Terssac & Erschler, 1998).

Définir un conflit d'objectifs demande donc de prendre en compte, de façon systémique, plusieurs facteurs : le milieu, les intervenants, l'activité. Pour chacun d'eux, il s'agira d'estimer leurs objectifs et les contraintes que cela leur impose ainsi qu'aux autres facteurs. Les objectifs peuvent être de différente nature pour chacun des facteurs pris en compte. Dans le cas des individus, il faudra prendre en compte les objectifs *externes* (tâche à réaliser) et les objectifs *internes* (physiologiques, psychologiques, sociaux...). De la même façon, pour les systèmes il peut aussi exister des objectifs internes (par exemple fonctionner avec le moins d'arrêts possibles) et externes (répondre à la demande, produire au meilleur prix...). Tous ces objectifs possèdent ensuite une *priorité*, relative à chaque facteur et entre chacun de ces facteurs. Les conflits entre objectifs (internes comme externes pour un ou plusieurs facteurs) pourront apparaître à la suite de contraintes ou d'évènements en modifiant l'état général d'une situation. Nous pouvons à ce stade définir de façon générique le conflit d'objectif comme une *dégradation de la satisfaction de certains objectifs au profit de la recherche de l'amélioration d'un ou plusieurs autres*.

Les manifestations des conflits se feront selon les objectifs et les facteurs qui leur sont relatifs. Par exemple, si l'on se centre sur l'activité des opérateurs, la manifestation des conflits d'objectifs revêt la forme de conduites traduisant des écarts à l'activité attendue (ex. : écarts aux règles). Si l'on s'intéresse au fonctionnement d'un système sociotechnique (comme une entreprise) le conflit prendra la forme de réorganisations (ex. plans sociaux) ou de dérives (retards dans la maintenance pour des raisons de gestion) pour présenter, de la même façon que chez tout individu, une adaptation à de nouvelles contraintes. De ce fait, le conflit peut se situer à différents niveaux : technique, humain, organisationnel et en impliquer plusieurs.

2.6. Aborder les conflits au travers du retour d'expérience et des résultats expérimentaux

Le retour d'expérience est une des premières sources qui va nous permettre d'amorcer cette recherche. Il faut toutefois signaler que la littérature ergonomique ou expérimentale aborde rarement la problématique des conflits d'objectifs de façon explicite, bien qu'ils soient souvent observés. Des recherches ont cependant été réalisées dans des thématiques proches, comme celle de la fixation de buts, et qui ont pu donner un premier aperçu des

mécanismes en œuvre chez l'individu (Locke & Latham, 1990). On trouve également dans la littérature sociologique des exemples de situations relevant en tout ou partie des conflits d'objectifs, mais sous une autre dénomination, comme par exemple celle des régulations implicites (Bourrier, 1996, pp. 231-253).

2.6.1. Rechercher l'origine et la nature des conflits d'objectifs

A partir des exemples déjà exposés dans le chapitre précédent, nous pouvons déjà faire une première présentation des origines des conflits d'objectifs. Devant les risques que présentent les activités de certaines industries ou pour normaliser l'activité d'opérateurs, des règles ont été créées afin de réduire autant que possible la venue d'événements redoutés. Cependant la génération de règles et le processus visant leur amélioration continue amène à l'augmentation du volume documentaire. Ceci en particulier lorsque la prévention de toute situation nouvellement rencontrée conduit à revoir les documents et augmenter leur degré de prescription sur un point faible identifié à la suite d'un incident.

Le nucléaire appartient à ces industries dans lesquelles les aspects relatifs à la sûreté et la sécurité sont les plus forts. Le cadre réglementant l'exploitation est fortement normé, et des efforts sont continuellement produits pour éviter que le pire ne se réalise. Par exemple, l'amélioration des supports documentaires pour l'exploitation des installations se traduit par l'introduction d'une démarche d'assurance qualité dans la rédaction des procédures. De même, au sein de l'activité cela se traduit par la recherche d'une amélioration de la formation et une sensibilisation constante des acteurs aux risques liés à l'activité dans cette branche de l'industrie. Ces améliorations sont destinées à renforcer toujours plus les barrières assurant la défense en profondeur. Mais le risque ne peut toujours être linéairement prévisible, et l'amalgame de petits événements peuvent conduire à des situations complexes au regard de la sûreté. C'est à cette logique non linéaire, dans ce domaine de l'imprévisible ou du difficilement quantifiable ou contrôlable que les conflits d'objectifs appartiennent.

2.6.1.1. *Le paradoxe du retour d'expérience*

Le retour d'expérience (REX) place notre étude dans une situation paradoxale. En effet, le REX est nécessaire pour capitaliser suffisamment de situations pour réaliser une catégorisation solide des conflits d'objectifs (causes, manifestations, conséquences). Cependant, la logique de la constitution du REX ne donne accès qu'à des situations ayant pour origine des incidents ou des accidents. En nous centrant uniquement sur ce REX négatif, nous risquons alors d'avoir une vision biaisée des conflits d'objectifs, pouvant nous faire penser qu'ils présentent obligatoirement un danger dans les industries à risque. Or le peu d'accidents critiques que l'on peut trouver dans l'industrie nucléaire montre que ceci n'est pas une règle absolue. Ceci soulève les problèmes que rencontre actuellement le REX avec par sa focalisation sur des situations critiques par rapport à l'ensemble de situations qui auraient pu être comparables mais qui ont été évitées par des moyens de récupération existants (automatismes, procédures, compétence des équipes...).

2.6.1.2. *La recherche d'une amélioration de l'exploitation des systèmes futurs*

La prévention des conflits d'objectifs est une problématique actuellement émergente dans le développement des systèmes futurs, et participe à l'amélioration de leur fiabilité. Cette prévention s'intéresse tant aux aspects techniques qu'à l'identification des contraintes économiques et légales qui doivent être considérées pour réduire la probabilité

d'occurrence de conflits. Il semble toutefois actuellement impossible de réduire à zéro les conflits d'objectifs et par-là même leurs conséquences sur la gestion des systèmes complexes. A la façon du *pari impossible* d'Amalberti, une recherche uniquement orientée sur l'amélioration des systèmes techniques finit par geler les potentialités d'amélioration de la sûreté car elle met de côté le « facteur humain ». Or une capacité forte que possède l'homme face à la machine est de pouvoir faire face à l'imprévu, comme accomplir des tâches qui ne sont pas clairement identifiées dans le cadre de son activité, ce qui le rend ainsi sur fiable (Mazeau, 1993 ; Guillermain & Mazet, 1993). Mais bien qu'il puisse répondre à l'imprévu, il n'est pas évident pour l'homme de gérer des informations complexes sous forte contrainte temporelle, comme identifier rapidement la nature d'une défaillance en recoupant sur de nombreux paramètres. En réalité, il en est capable, grâce à son « expertise », comme les heuristiques qu'il s'est constituées au cours de son activité. Mais de telles heuristiques peuvent aussi le conduire à faire des erreurs (dans la cas d'une mauvaise identification de la situation). Il convient alors de s'intéresser à l'autre aspect motivant cette recherche, celui de *l'aide* à la gestion des conflits d'objectifs. Ces aides sont concevables de différentes manières et pourront être regroupées en deux catégories : *prévenir les conflits* et *apporter une aide à leur gestion*.

2.6.2. Approfondir la notion de conflits d'objectifs

La compréhension des conflits d'objectifs présente une complexité pluri-dimensionnelle : elle implique aussi bien l'organisation que les hommes. Et pour chacune de ces dimensions, existent des liens de causalité qui l'accentuent d'autant. Preuve en est lorsqu'il s'agit, pour des dirigeants, de réduire autant que possible les conduites à risques de leurs employés lorsqu'il réalisent leur travail (Benchekroun, Bourgeois, & Hubault, 2002).

Un autre facteur de complexité intervenant dans la compréhension des conflits est l'« effet d'écran » que peuvent produire les incidents dans l'interprétation causale de leur apparition. Les conflits sont masqués par leurs conséquences et bien souvent les analyses des rapports d'incidents s'arrêtent à la limite de la zone d'identification des conflits : ils se centrent sur les défaillances matérielles, les manques dans les procédures ou leur contournement, sans pouvoir y donner de raisons plus profondes. En conséquence, les actions correctrices reviennent à traiter les symptômes au lieu des causes.

Un accident consécutif à une transgression des règles aura comme conséquences, au niveau hiérarchique, de rechercher à s'assurer du respect des règles. Ceci se traduit souvent par l'ajout de mesures contraignantes, l'affinage du degré de prescription, afin de rendre inévitable (et donc sûr) le respect de ces procédures. Bien d'autres mesures peuvent encore être prises puisque le but avoué est *d'éviter* qu'un accident du même type ne se reproduise pour les mêmes raisons. C'est ce que les spécialistes de la systémique de l'école de Palo Alto appellent le « *changement I* » qui se résume par « *toujours faire plus de la même chose* », c'est-à-dire que le système change tout en restant le même (Samson, 2002).

Cette situation est presque « auto-bloquante ». Elle consiste à renforcer le respect des règles de sûreté dans le but (louable) de la préserver. Mais comme cela a un effet contraignant sur des opérateurs, ceux-ci recherchent alors les moyens de les contourner pour réaliser leurs objectifs de productivité, gagner du temps ou éviter de se fatiguer ce jour là... C'est par ces types de motivations (rarement évoquées dans les rapports) que l'identification des conflits d'objectifs paraît possible, et non en arrêtant l'analyse au franchissement d'une limite de sécurité. C'est en ce sens que nous recherchons le moyen

de passer de l'autre côté de cet *écran* des événements significatifs pour en comprendre les origines.

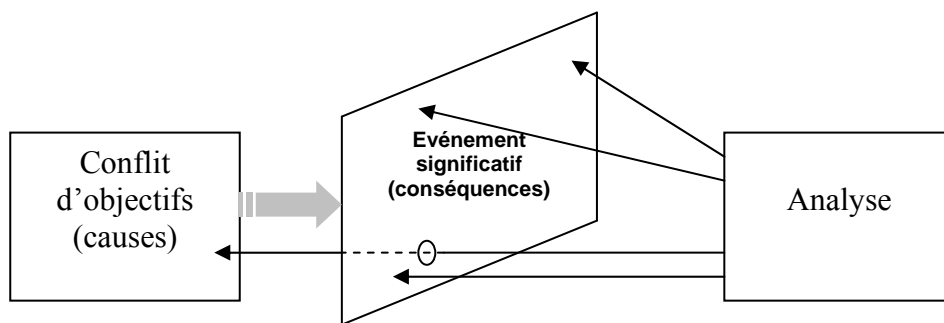


Figure 6 : La complexité d'analyse des conflits d'objectifs : au-delà des événements, trouver le moyen de remonter aux conflits qui en sont la cause.

L'analyse des conflits d'objectifs nous demande de trouver le moyen de prendre en compte ce grand nombre d'objectifs pouvant exister au cours d'une activité. La solution de travail qui nous semble la plus adaptée revient à opérer dans un premier temps une séparation entre l'individu et l'organisation. Nous répartirons alors les situations recueillies entre deux domaines : organisationnels et individuels.

Devant l'apparente disparité des genres de conflits qu'il est possible rencontrer, il semble nécessaire pour nos analyses, de disposer d'un moyen d'identifier leurs origines. Pour cela, notre approche des conflits d'objectifs s'articulera sur deux axes : leurs origines et leur mode de développement et se déclineront sur les dimensions *organisationnelles* et *humaines*. Au travers de leurs effets nous nous intéresserons aux modes de réponse et d'adaptation mises en œuvre par les individus afin de les gérer.

Enfin, que notre attention soit porté vers l'homme ou l'organisation, il est nécessaire de pouvoir identifier des objectifs qui leurs sont propres. Nous devrons pour cela nous intéresser à la synergie existante entre hommes, systèmes techniques et organisation générale. Cette approche nous servira à soutenir le déroulement des analyses de l'ensemble des conflits qui émergeront entre eux par la suite. Dans ce but, nous aurons recours à des outils d'analyse qui pourront nous permettre d'identifier les conflits originels, sans quoi nous risquons une focalisation sur certains types conflits sans disposer d'une vision d'ensemble. Cette catégorisation des conflits doit nous permettre en définitive d'aboutir à une catégorisation de leur incidence sur les hommes et les systèmes.

2.6.3. La gestion des conflits d'objectifs chez l'individu : deux logiques en compétition ?

Nous avons vu que la logique suivie par des individus pour résoudre une situation conflictuelle présente une configuration changeante :

- 1) Soit elle consiste à rechercher le meilleur compromis possible entre les différents objectifs.
- 2) Soit elle procède d'une hiérarchisation où en premier la productivité est satisfaite au détriment des autres objectifs, et si elle ne peut l'être, c'est le confort de l'individu qui passe alors en priorité devant sa propre sécurité.

Dans cette double logique de résolution, quatre stratégies semblent coexister, que nous proposons ici de classer par ordre d'importance *a priori* en nous basant sur Cazamian (1969) :

- 1) la satisfaction partielle de tous les objectifs (compromis),
- 1) (ex aequo) la réalisation du but (assurer la finalité de l'action au détriment d'autres objectifs),
- 2) la préservation des ressources physiologiques et cognitives (éviter la fatigue),
- 3) assurer sa propre sécurité.

Les deux dernières stratégies sont présentées dans l'ordre que leur donne Cazamian (1969). Nous proposons de placer *a priori* **la recherche de compromis** en *ex aequo* avec la **réalisation du but** en nous basant, à ce stade de notre étude, sur la fréquence d'apparition de ce mode de résolution dans la littérature.

La diversité de ces stratégies pose ici la question de la façon par laquelle s'opère le choix pour l'une ou l'autre d'entre elles, tout comme l'existence de critères de choix, d'arrêt ou de réorientation entre ces stratégies.

La résolution par compromis est présentée par Montgomery (1983) dans sa notion du « *give up problem* ». Cette notion part d'une situation hypothétique nécessitant de faire un choix entre deux options, la première étant celle qui est retenue au départ et la seconde, apparaissant ensuite, est meilleure que la première. Le « *give up problem* » illustre la difficulté qu'ont les individus à ne pas pouvoir se résoudre à abandonner une option pour une autre, quitte à ce que le résultat de la seconde option soit plus avantageux. L'auteur montre que les individus tentent alors d'éviter ce conflit par diverses attitudes déjà connues dans le domaine de la psychologie sociale (« effet de gel », réduction de la dissonance cognitive...). La résolution par compromis entre dans ce type de conduite de refus d'abandon des options, comme l'illustre l'exemple précédent des Amishs de l'Ohio.

Nous retiendrons dans la seconde logique de gestion des conflits la *ségrégation* que propose Cazamian (op. cit) entre les objectifs. Ses conclusions présentent *deux groupes d'objectifs* organisés hiérarchiquement. Le premier groupe vise la réalisation de l'objectif opérationnel. Le second groupe comporte deux objectifs eux aussi hiérarchisés faisant passer la sécurité personnelle au second plan. Présenté de façon plus formelle, ce mode de gestion peut s'écrire ainsi :

(Objectif opérationnel) > (Confort personnel > Sécurité Personnelle)

Les résultats et les observations de terrain portant sur l'étude de l'activité (cf. Grosjean & Terrier, 1998 ; Bourrier, 1996a, 1996b, 1999) et les observations que nous avons pu faire au cours d'analyses de l'activité, comme le déchargement d'un container de matières nucléaire, semblent confirmer ce type de stratégie et peut s'expliquer par la notion de *réalisation du but* (Weill-Fassina, Rabardel, & Dubois, 1993). L'objectif opérationnel serait prioritaire : dans le cas du déchargement du conteneur de matières nucléaires, les opérateurs ont une mission à réaliser (décharger un conteneur). Ils mettent alors tout en œuvre pour y parvenir. En cas de contraintes suffisamment fortes pour contrarier cet objectif, les opérateurs recourent aux stratégies du second groupe, dont la première vise la réduction des contraintes liées à la tâche (objectif de confort). Ces contraintes peuvent être les systèmes de protection (capots de protection, casques, gants, la régulation d'un travail à

deux...). Les stratégies du second groupe donneront aux opérateurs plus de libertés pour réaliser la tâche. Cela se concrétisera alors par des contournement ou des renégociations des règles pour satisfaire l'objectif opérationnel (la tâche).

Les deux logiques qui sous tendent les modes de gestion d'une situation restent cependant à confirmer.

Une autre question porte sur la représentation des objectifs et probablement la dynamique des situations qui pourrait influencer les opérateurs dans leur processus de gestion. Cette question demande de comprendre l'effet des conflits d'objectifs sur les individus : comment ils se manifestent, au-delà des effets déjà connus comme les attitudes de contournement de règles.

Par une approche organisationnelle, nous chercherons à comprendre comment s'objectivent les conflits, et s'il existe des signaux précurseurs, et comment s'organise leur gestion. Enfin, nous nous intéresserons aux conséquences des situations conflictuelles dans les organisations socio-techniques.

Résumé de la Partie II

Les situations de conflits d'objectifs existent dans tous types d'organisations, qu'elles soient animales, humaines ou techniques. L'accroissement des causes de conflits va de pair avec la variété des réponses et des adaptations que peuvent fournir un individu, une organisation ou un système, pour répondre à une situation. La complexité des interactions entre homme, systèmes et organisation, nous pousse à suivre dans notre analyse une double approche : organisationnelle et individuelle, afin de pouvoir catégoriser au mieux les causes et les conséquences de conflits.

L'environnement industriel, en particulier nucléaire, par la rationalisation de son activité et les dispositions visant à la prévention des risques, semblait *a priori* être un bon candidat à l'évitement ou à la gestion des conflits. Mais l'existence d'objectifs explicites et implicites chez les des individus, ne réduit finalement pas le risque d'occurrence de conduites ou de situations potentiellement ou réellement conflictuelles.

Si on s'intéresse dans un premier temps à l'activité des opérateurs, les situations de conflits d'objectifs semblent être les principales causes des écarts aux normes et aux règles (sociales, techniques, éthiques...). Cependant, en s'intéressant à ce qui a motivé ces écarts, on comprend qu'ils sont une volonté d'adaptation des opérateurs en réponse aux variations des contraintes qu'ils rencontrent au cours de leur activité.

Au niveau organisationnel, les réponses adaptatives existent également. Elles conduisent à des situations opposant différents niveaux organisationnels, dont les conséquences se répercutent sur l'activité des acteurs du système sociotechnique. En conséquence, les solutions opérationnelles ou comportementales développées en réponse aux contraintes environnementales incite les individus à revoir la priorité de leurs objectifs. La reconfiguration la plus souvent observée attribue la priorité à l'atteinte de l'objectif opérationnel (que l'on peut nommer de façon générale « la productivité ») au détriment de la propre sécurité des intervenants ou des systèmes employés.

La définition que nous donnons des conflits d'objectifs considère la notion d'existence de contraintes aussi bien externes qu'internes aux individus ou aux organisations auxquelles appartiennent des objectifs à satisfaire. A cette notion s'ajoute la priorité accordée à la satisfaction d'un objectif qui portera atteinte à celles des autres. Chez les individus, deux

stratégies de gestion des conflits d'objectifs se dégagent et semblent opposées dans leur finalité : priorité à la satisfaction des objectifs de tâche ou de l'individu ? La façon de hiérarchiser les objectifs définira également l'orientation de la stratégie de leur résolution. La question qui se pose alors sera de savoir comment s'établit cette hiérarchisation.

3. CADRE THÉORIQUE

La théorie, c'est quand on sait tout et que rien ne fonctionne. La pratique, c'est quand tout fonctionne et que personne ne sait pourquoi.
(Albert Einstein)

Les situations de conflits d'objectifs ont souvent été repérées dans le domaine de l'ergonomie, de la sociologie et de la psychologie. Toutefois elle n'est pas abordée en tant que tel, c'est-à-dire que ses causes et conséquences sont présentées sous d'autres formes. L'expression même de *conflits d'objectifs* n'est pas souvent employée. Les termes employés pour décrire ces situations concernent plus généralement leurs conséquences qu'eux-mêmes. En d'autres termes, les situations conflictuelles sont prises en compte à partir de leurs conséquences et non de leur causalité. Du point de vue de la psychologie ergonomique, bien que l'on soupçonne leur existence et leur effet dans la prise de décision, les objectifs individuels et les motivations les plus profondes qui en découlent restent difficiles à appréhender et manipuler pour l'expérimentaliste.

Au cours de la présentation de ce chapitre, nous suivront les deux approches de notre étude et nous proposerons de recourir pour chacune d'elles à un modèle cadre. Nous appuierons également notre revue de question sur une catégorisation des objectifs dont le but sera de nous faciliter l'analyse des conflits et des situations auxquelles nous faisons référence. Nous poursuivrons ce chapitre par la proposition d'un troisième modèle, qualitatif, destiné à représenter la mécanique des conflits d'objectifs.

Ainsi, ce ne sont pas trois modèles que nous présentons, mais deux modèles (organisationnel et individuel), et un troisième modèle, candidat à l'explication d'un point de vue générique, de la logique de fonctionnement des conflits.

Enfin, nous clôturerons ce chapitre sur une synthèse qui nous permettra de présenter la problématique qui nous servira de fil directeur dans notre approche empirique.

3.1. Champ d'élaboration d'une catégorisation des objectifs

Nous avons précédemment abordé, au travers de l'organisation et de l'individu l'existence d'objectifs de différentes natures (implicites, explicites...). Afin de préparer au mieux nos analyses (incidents, observation de terrain) il nous faut disposer au préalable d'une première catégorisation des objectifs que nous pourrions rencontrer. Ce chapitre présente d'un point de vue théorique, une liste et une définition de différents objectifs. Elle n'est toutefois pas exhaustive, mais servira comme pré requis, à guider nos futures analyses.

Nous présenterons ici des objectifs suffisamment génériques pour couvrir la majeure partie des situations que nous étudierons. Pour conserver le lien de notre double approche homme/organisation, ces objectifs seront de trois types : *organisationnels* (définis par les finalités de l'entreprise), *opérationnels* (relatifs à l'activité) et *individuels* (relatifs aux opérateurs). Ces objectifs s'organisent selon une structure « d'emboîtement » allant en décroissant de l'organisation d'un système sociotechnique général vers ses composants. Le choix de cette structure se base sur les régulations de l'activité de travail (Guérin & al., 1997) vues précédemment (Figure 4).

3.1.1. Les objectifs organisationnels

Par objectifs *organisationnels* nous entendons ceux qui définissent les finalités de l'organisation (son fonctionnement), et constituent ce qui est attendu d'elle (par exemple la productivité, la compétitivité...).

Pour définir les objectifs au niveau de l'organisation, nous proposons de nous tourner vers les études réalisées dans la sûreté de fonctionnement (SdF). La sûreté de fonctionnement d'un système donné peut être définie comme étant la propriété qui permet à ses utilisateurs de placer une confiance justifiée dans le service qu'il leur délivre. Le service délivré par un système est son comportement tel que perçu ou requis par ses utilisateurs, un utilisateur étant un autre système (humain ou technique) qui interagit avec le système considéré (Metge, 1996).

Selon les applications auxquelles un système est destiné, la sûreté de son fonctionnement se définit à partir d'un ensemble de notions : *fiabilité*, *disponibilité*, *sécurité*, *maintenabilité*, *confidentialité-intégrité*. Ces propriétés élémentaires sont comparables à des *objectifs* à satisfaire pour assurer la sûreté de fonctionnement d'un système. Tous ne sont pas toujours requis pour un système donné, par exemple la « *confidentialité-intégrité* » est plus spécifique à un système de type informatique que mécanique. Nous emprunterons aux travaux sur la sûreté de fonctionnement (systèmes informatiques, systèmes généraux) les notions de base qui nous serviront à définir les objectifs issus du domaine organisationnel (cf. Laprie, 1997 ; Metge, 1996 ; Mortureux, 2002) :

- **disponibilité** : aptitude d'une entité à être en état d'accomplir les fonctions requises dans les conditions données,
- **exploitabilité** : aptitude d'une entité à permettre un accomplissement aisé de ses fonctions requises,
- **fiabilité** : aptitude d'une entité à accomplir les fonctions requises dans des conditions données pendant une durée donnée,
- **maintenabilité** : aptitude d'une entité à être remise en état, par une maintenance donnée, en termes de rapidité de recouvrement de la disponibilité en vue d'accomplir des fonctions requises dans les conditions données,
- **robustesse** : aptitude d'une entité à être résistante et adaptable aux aléas et variations d'un environnement donné.
- **sécurité** : aptitude d'une entité à ne pas causer de dommages dans des conditions données ou à ne pas faire apparaître, dans des conditions données, des événements critiques ou catastrophiques envers du personnel, des matériels,
- **sûreté** : aptitude d'une entité à ne pas causer de dommages dans des conditions données ou à ne pas faire apparaître, dans des conditions données, des événements critiques ou catastrophiques *sur l'environnement*.

Ces différentes notions constituent des objectifs de haut niveau. Replacés au sein de l'activité, les efforts déployés pour les satisfaire constituent des *objectifs opérationnels*.

3.1.2. Les objectifs opérationnels

Les objectifs *opérationnels* sont des tâches à réaliser ou des règles à respecter, allouées aux différents acteurs d'un système. Ainsi, assurer la disponibilité ou la productivité *de l'organisation* revient à demander aux opérateurs de suivre les lignes de conduite définies au niveau des objectifs organisationnels, et qui se traduisent en objectifs opérationnels dans

les tâches assignées. Par exemple, satisfaire la production sans créer d'accidents (sécurité / productivité).

Les objectifs organisationnels et opérationnels sont donc fortement liés car orientés vers le même but, celui du fonctionnement du système sociotechnique. Le schéma suivant présente un exemple de décomposition d'un objectif organisationnel de production d'électricité en objectifs opérationnels qui sont en lien avec des objectifs organisationnels.

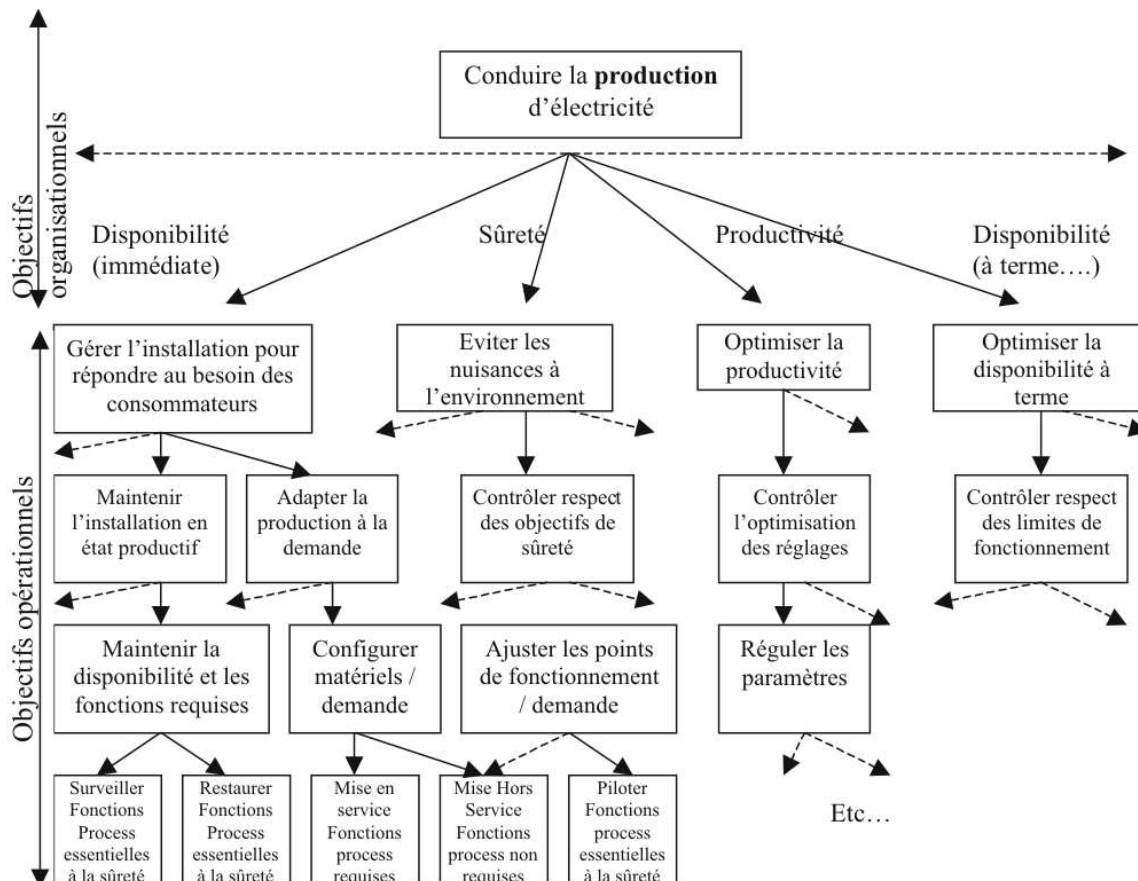


Figure 7 : Définition des objectifs opérationnels à partir des objectifs organisationnels (adapté de Papin, 2004)

3.1.3. Les objectifs individuels

Les objectifs *individuels*, par leur appartenance aux opérateurs, présentent dans leurs formes une forte variabilité, tant chez l'individu qu'entre individus. Les raisons de cette variabilité sont multiples car elles dépendent des *représentations* et des *motivations* de chacun (Amalberti, 1996). Ces deux notions possèdent, en plus de leur forte relation, plusieurs dimensions. Par les objectifs individuels, nous abordons le domaine le plus difficile à évaluer, en particulier lorsqu'il s'agit, dans les études de fiabilité, de quantifier les risques associés aux conduites humaines qui sont directement reliées aux deux notions que nous venons de citer.

La notion de représentation possède une dimension sociale, celle du rôle de l'individu (dans la famille, la société, l'entreprise). Il possède donc socialement plusieurs rôles qui lui servent de référentiel à la construction de la représentation qu'il a de lui-même. Nous n'aborderons pas ce thème, bien qu'il intervienne dans les motivations de l'individu. Par

exemple le rôle qu'il devra jouer dans certaines circonstances lui sera dicté par ces représentations. Ainsi, un représentant syndical ne se comportera pas de la même manière au travail, en famille, en réunion... Nous retiendrons, pour prendre toutefois en compte cet aspect, la notion de *désirabilité sociale*. Notre intérêt pour les représentations concernera le point de vue cognitif, c'est-à-dire la façon dont l'individu perçoit et comprend ce qui l'entoure pour diagnostiquer, décider et agir.

L'étude de la motivation a fait très tôt l'objet de recherche en philosophie et en psychologie. Ce domaine d'étude présente plusieurs approches : innéiste (psychologique et philosophique), situationniste (sociologie), empiriste (psychanalytique), interactionnisme (combinaison entre situationnisme et empirisme). Ainsi, Maslow (1954 ; 1972) dans une approche innéiste, propose une hiérarchisation des besoins fondamentaux comme base des motivations humaines : besoins primaires (biologiques), sociologiques et spirituels (Maslow, 1972) :

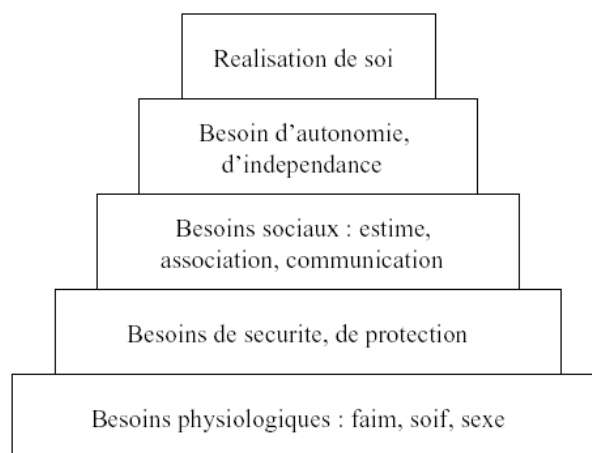


Figure 8 : la hiérarchisation des besoins (d'après Maslow, 1954)

Ces besoins correspondent aussi bien à des facteurs externes qu'internes à l'individu, pour lequel leur satisfaction est un objectif essentiel. Ainsi, un besoin à satisfaire motivera l'atteinte d'un objectif destiné à satisfaire ce besoin. Lorsqu'il sera atteint, l'individu trouve comme nouvelle motivation le désir de satisfaire une nouvelle classe de besoin, et ainsi de suite jusqu'au cinquième niveau de la hiérarchie, celui du besoin de réalisation de soi. La hiérarchie de Maslow a été critiquée, dans la mesure où un résultat dans un certain niveau ne supprimait pas le besoin correspondant. Par exemple, un besoin peut changer de forme ou d'exigences quand il a été satisfait. Ainsi, une fois acquis, il peut devenir un dû, un « acquis » (social) alors qu'avant l'individu concevait la nécessité de fournir des efforts pour l'obtenir. D'autres critiques portaient sur les travaux suivant de Maslow (1972) et l'explication de la consommation de drogues comme moyen de satisfaction d'un besoin supplémentaire, le besoin *spirituel*. Néanmoins, cette théorie dans sa forme première reste encore largement utilisée. Elle apporte un cadre qui permet de répondre à la question de la motivation de l'individu, que nous traduirons ici dans son activité professionnelle.

En plus des besoins qui sous-tendent les objectifs personnels, il existe des *facteurs* pouvant influencer la satisfaction de certains besoins en donnant alors plus de poids aux objectifs qui leur sont reliés. Ces facteurs peuvent être identifiés à partir des caractéristiques que proposent Guérin & al. (1997) pour définir un opérateur humain :

- les *caractéristiques personnelles* (sexe, âge, caractéristiques physiques),
- l'*expérience*,
- l'*état instantané* (fatigue, rythmes biologiques, vie hors travail...).

Ces différentes caractéristiques influenceront l'activité des opérateurs dans le choix des stratégies qu'ils adopteront au cours de leur activité (cf. §2. 2. 4).

En définitive, nous retiendrons que les objectifs individuels sont nombreux, variables en fonction des âges, des sexes, des cultures, des traits de caractère... Cette grande variabilité risque de rendre complexe leur prise en compte dans les analyses, et demandera toute l'attention nécessaire pour éviter les interprétations trop subjectives.

3.2. Repères pour une approche organisationnelle des conflits d'objectifs

La proposition de repères organisationnels sur la question des conflits d'objectifs demande tout d'abord de préciser l'*organisation* dont il s'agit. L'organisation, en tant qu'« organisation du travail », que l'on retrouve dans le taylorisme, correspond à l'ensemble des prescriptions édictées, plus ou moins formellement, au sein des entreprises et services, de l'activité des travailleurs. Les « organisations » (à distinguer de l'organisation au singulier) sont les objets d'étude de la sociologie, de la psychologie des organisations, de l'ergonomie et plus largement de l'ensemble des sciences de l'organisation et de la gestion (de Montmollin, 1996). L'*organisation* que nous proposons d'aborder ici est celle de l'organisation sociotechnique, consistant à prendre en compte les interactions entre les dimensions réglementaires, humaines et techniques. Nous garderons ici comme fil directeur l'activité des opérateurs et plus particulièrement, les causes sous-jacentes des écarts aux règles, c'est-à-dire des conduites qui s'apparentent à la renégociation de contraintes au cours de l'activité.

L'objectif de cette partie sera de présenter, à partir de repères organisationnels, les éléments d'une structure sociotechnique permettant de disposer d'une grille de lecture organisationnelle « générique ». Elle nous permettra d'identifier l'origine et la concrétisation des conflits d'objectifs, au travers des différents domaines organisationnels. La recherche d'un caractère générique pour cette grille est motivée par l'apparente diversité des situations dans lesquelles peuvent apparaître des conflits. Plutôt que de recourir à des techniques d'analyses ou descriptives *ad hoc*, nous avons opté pour un support d'analyses canonique.

3.2.1. L'activité humaine du point de vue organisationnel

L'organisation du travail s'établit sur des bases hiérarchiques par lesquelles se distribuent des rôles entre les différents acteurs du système. Plusieurs facteurs inciteront les opérateurs à modifier leur activité et par conséquent l'organisation de leur travail, comme la *pénibilité* de la tâche, des *changements dans la situation* de travail, la recherche d'une *réduction des contraintes* réglementaires. D'une manière générale, la réduction de ces contraintes

nécessite la détention d'un *pouvoir* sur la tâche permettant de bénéficier de plus grandes marges de liberté d'action.

Par des *régulations autonomes*, les opérateurs tentent d'obtenir ou d'acquérir ce pouvoir supplémentaire. En réponse à cela, les dirigeants tentent de contrôler ces « zones de liberté » au moyen de nouvelles règles (ou *régulation de contrôle*) afin de conserver leur pouvoir (Reynaud, 1988). Cette recherche de pouvoir ne concerne pas seulement l'activité, mais aussi le cadre social par celle de l'acquisition ou la conservation d'un pouvoir, qu'il soit tacite ou déclaré (Crozier ; 1983). Cette recherche de régulation, destinée finalement à toujours pouvoir disposer d'une marge de manœuvre n'est pas infinie. Elle peut déboucher dans des situations autobloquantes (Donnadieu & Layole, 1995) où la régulation de contrôle devient si forte au travers de la procéduralisation de l'activité que les opérateurs en viennent à perdre toute volonté. Ainsi, Bourrier (1999) cite en exemple la centrale de Diablo Canyon où face à toute situation imprévue, alors que tout est planifié à l'avance, personne ne cherche à agir de son propre chef, mais en réfère directement à son supérieur hiérarchique. Toute action est ainsi parfaitement contrôlée, mais cela a pour effet d'annihiler les *capacités* d'adaptation (réactivité, créativité) chez les opérateurs, en particulier s'il devient nécessaire de réaliser une action sans support documentaire.

Face aux évolutions de la situation de travail, et en particulier dans le cas de situations critiques, les opérateurs développent des activités de compensation lorsque le système fonctionne en mode dégradé. Ils élaborent un référentiel commun pour gérer collectivement les incidents, anticipent les perturbations, grâce à leur expérience, pour gérer les risques et appliquent les règles de sécurité en les intégrant progressivement aux autres contraintes de l'activité (Weill-Fassina, Rabardel, Dubois, 1993). Mais bien qu'une telle organisation semble présenter tous les éléments nécessaires à une réussite, les limitations des opérateurs en termes cognitifs (les opérateurs ne peuvent prendre en compte tous les éléments d'une situation), et les aspects motivationnels (on ne recherche pas toujours une satisfaction immédiate et absolue des besoins) rendent variables les performances des opérateurs. Ils donneront des réponses au « coup par coup », et ajusteront le niveau d'exigence de leur réaction à la situation : ils ne chercheront pas nécessairement l'optimisation de la réponse mais plutôt l'atteinte d'une situation qu'ils jugent satisfaisante (Donnadieu & Layole, 1995 ; Maïs, 1988) et très souvent ne recourront pas aux supports documentaires (procédures ou modes opératoires) difficiles d'accès, préférant l'action immédiate guidée par les actions réflexe ou par leur expérience (Veyrac, Cellier & Bertrand, 1997).

Les régulations que vont (tenter de) mettre en place les opérateurs finissent par les faire sortir de façon plus ou moins temporaire du cadre prescrit de leur activité. Que ce soit par la transgression de règles, la réalisation d'actions ou l'emploi de moyens non prévus dans leur activité (catachrèses), les opérateurs vont commettre diverses *violations* concernant soit leur *activité* : violations de *routine*, d'*optimisation* ou *nécessaires* (Reason, 1991), soit *l'organisation de leur travail* : violations de *commodité*, de *routine* ou *pure* (Bourrier, 1996a, 1999) :

- **Violation de routine** (spécifique à Reason) : se traduisent par des courts-circuits dans les procédures, où l'acteur choisi délibérément la loi du moindre effort.
- **Violations d'optimisation** : qui reflètent le fait que les actions humaines servent une grande variété de motivations et que certaines sont très peu en relation avec les aspects fonctionnels de la tâche à accomplir.

- **Violations nécessaires** : commandées par le contexte particulier dans lequel s'effectuent les tâches : il s'agit d'actions en non-conformité avec les procédures, nécessaires pour effectuer le travail demandé et attendu.
- **Violations de commodités** : elles permettent de gagner du temps. Le manque d'assistance, de moyens et de ressources oblige les acteurs à prendre quelques libertés avec les procédures.
- **Violations de routines** (Bourrier) : reviennent à tolérer que de nombreuses dérives ou non conformités se reproduisent sans cesse sans espoir de voir que les remarques faites soient prises en compte. Cependant, elles ne sont pas ignorées mais les procédures les plus importantes ou les plus récurrentes sont conservées dans certains carnets personnels d'opérateurs.
- **Violations pures** : constituent un non respect des règles, mais elles sont plus rarement observées. Il s'agit de court-circuitages délibérés, que l'on ne peut pas interpréter à première vue comme des nécessités.

Toutes ces violations, mis à part la violation pure (que Bourrier indique comme possible sans pour autant avoir observé de situations de ce genre) reviennent globalement à satisfaire l'objectif *opérationnel* (en gagnant du temps, en s'affranchissant des contraintes, en évitant la fatigue) et peuvent être rattachées aux deux types de stratégies de résolution que nous mentionnons précédemment (§2. 2. 4). Mais parce qu'elle se pratique dans un cadre collectif structuré et cohérent, la violation ou la transgression des règles, n'est pas culpabilisante du point de vue subjectif, même si elle reste stressante. Enfin, elle ne présente pas autant de dangers que si elle se situait dans un cadre moins réglementé, car l'existence de règles et d'une organisation permet d'une part une transgression socialement admise, mais aussi qui peut être aussi mieux contrôlée (Poirot-Delpech, 1996).

En définitive, au cours de son activité, la conduite qu'adoptera un opérateur sera définie en fonction de ses besoins, des besoins de la tâche, et des besoins implicites et explicites issus du prescripteur de la tâche. Il s'agit désormais de resituer l'activité de l'opérateur dans son contexte organisationnel afin de disposer d'une vision globale des jeux de contraintes dont elle dépend.

3.2.2. Vers un modèle de système sociotechnique générique

L'approche organisationnelle des conflits d'objectifs requiert l'emploi d'un cadre de référence unique permettant de caractériser les interactions génératrices de conflits. La sociologie a longuement étudié les dynamiques de régulations et de gestion de contraintes dans le milieu industriel. Les cheminements menant aux décisions, sont pris en fonction des limites des différents acteurs, des règles formelles et informelles, constituant les réseaux décisionnels (Reynaud 1988 ; Bazet, de Terssac & Erschler, 1998). Ces régulations de contraintes entraînent l'observation de conduites s'écartant des tâches prescrites, faisant dire à Bourrier (1996b) qu'elles sont organisationnellement construites, et rapproche ce phénomène de l'imperfection des procédures à une construction sociale : « *des préparateurs lointains et un groupe de technicien qui ne bénéficie pas d'un droit de regard sur ce qui s'écrit en vertu de la séparation entre conception et exécution contribuent à la création de « vides procéduraux » comme on parle de « vides juridiques »* ». (p. 344)

D'autre part, l'activité technique suppose un arbitrage entre les différentes instances de l'organisation. Dodier (1996) citant les travaux de Poirot-Delpech (1993) et de Terssac (1992) évoque les situations d'arbitrage constant entre les exigences de sécurité et de fluidité dans le trafic aérien, et les compromis entre les règles implicites qui émanent des chefs (être dans les temps) et des règles plus explicites relatives à la productivité, dans le monde de l'imprimerie. Il se dégage de ces études une thématique récurrente, chez les opérateurs, sur un arbitrage à mener entre les exigences de sécurité et de productivité (ou rentabilité à court terme).

Nous avons vu en introduction que la *définition* de la *culture de sûreté* apportait des éléments d'une définition organisationnelle pour faire appliquer une démarche de sûreté dans l'ensemble des activités liées à l'exploitation d'installations nucléaires. Cependant, la focalisation sur la sûreté qu'elle présente ne lui permet pas proposer d'orientation ou de démarche répondant à l'ensemble des domaines existants dans un système sociotechnique, comme ceux liés à la production.

Cette première remarque permet de considérer les aspects *législatifs et réglementaires* dans notre modèle cadre, puisqu'ils ont une incidence toute particulière sur les règles de fonctionnement des installations nucléaires et dans la maîtrise des risques. A ce sujet, Rasmussen (1997) propose une approche sociotechnique, pour trouver une alternative au contrôle des comportements individuels classiquement employé pour contrer les transgressions de règles. Il propose plutôt que de contraindre les comportements, de les contrôler par deux moyens. Le premier serait de *rendre les limites d'exploitation explicites* et connues des différents intervenants. Le second serait de *donner des opportunités* pour développer des compétences et savoir gérer ces limites (p. 191). Cette approche revient à modifier l'approche de l'analyse de risque centrée sur l'activité de l'individu (analyse de ses erreurs) en l'élargissant à l'environnement sociotechnique dans lequel s'inscrit l'activité humaine. Rasmussen, se basant sur le concept Gibsonien des invariants et des affordances¹⁷ (Gibson, 1966, 1979), estime que c'est en rendant explicites les limites d'un système sociotechnique qu'il sera possible de contrôler les comportements. Pour cela, il s'agirait de stimuler le développement des compétences pour arriver à gérer ces limites. Rasmussen (op. cit.) propose en conséquence un système sociotechnique qui se présente pour notre étude comme candidat à la constitution d'un modèle organisationnel générique.

3.2.2.1. Une première définition des composantes d'un modèle cadre pour l'approche organisationnelle des conflits d'objectifs

Pour définir les limites organisationnelles, Rasmussen (1997) propose de resituer le management du risque dans un contexte dynamique. Il considère que tout accident, qu'il soit industriel ou financier, ainsi que sa propagation, proviennent d'une perte de contrôle de la situation par les individus en charge de sa maîtrise. La sûreté dépend alors du niveau de contrôle du processus. Pour assurer au mieux cette sûreté, de nombreux intervenants à divers niveaux (politiciens, gestionnaires, responsables de la sûreté, superviseurs) instaurent des lois, des règles, des instructions, formalisant progressivement les moyens de contrôle qui peuvent assurer la maîtrise des risques. En plus des moyens mis en œuvre, ces « gestionnaires » font en sorte de motiver les opérateurs à respecter la sûreté. Cela passe

¹⁷ L'environnement suggère à l'organisme des possibilités pour l'action, ce sont les affordances. Elles sont spécifiques au sujet, elles intègrent ses propriétés morpho-énergétiques "le système biologique joue le rôle de standard naturel" (Gibson, 1979).

par les formations ou l'élaboration de règles et l'emploi d'équipements visant à contraindre les conduites. Tout ceci est ainsi mis en place dans l'unique but d'éviter une atteinte critique à la sûreté de tout processus sensible.

Ainsi, selon Rasmussen, c'est au sommet de la société que s'exerce le contrôle de l'objectif primordial, celui de la sûreté, lequel s'exprime à travers le système légal. C'est à ce niveau que se définissent les priorités en cas de conflits d'objectifs et les limites acceptables de la condition humaine. Au niveau inférieur, les autorités et les associations en charge de l'interprétation et de la mise en application des règles visent à assurer le contrôle de l'activité pour des installations et des personnels spécifiques. C'est à ce niveau que situe Rasmussen l'intervention des sociologues du travail. Au niveau inférieur, les règles sont opérationnalisées pour être appliqués dans le contexte propre à chaque industrie, en fonction de leurs finalités et de la définition de leurs équipements. C'est à ce niveau qu'interviennent des disciplines comme la psychologie du travail, l'ergonomie, pour définir les interactions hommes-machines. C'est enfin au niveau inférieur, qui constitue la base de cette organisation, que sont définis les systèmes et les équipements qui doivent, dans leurs fonctionnalités et leur conception, permettre d'assurer en cas d'événements redoutés, respecter les prescriptions et règles de sûreté.

Enfin, Rasmussen (op. cit.) propose pour cette structure de prendre en compte la dimension dynamique dans laquelle se trouve tout système sociotechnique. Pour Rasmussen, le contrôle de l'activité et sa sûreté découle d'une approche classique prescriptive de type contrôle-commande. Elle dérive des règles de conduite descendantes, et n'est efficace que dans des environnements stables, inscrits dans une logique linéaire. Or une telle approche perd de sa validité lorsqu'elle est confrontée à la réalité des situations dynamiques, qui ne sont pas soumises à des lois linéaires, et que l'auteur appelle « stressseurs environnementaux » : les changements technologiques, le développement rapide des méthodes de communication, la compétition et la concurrence de plus en plus agressives, etc.

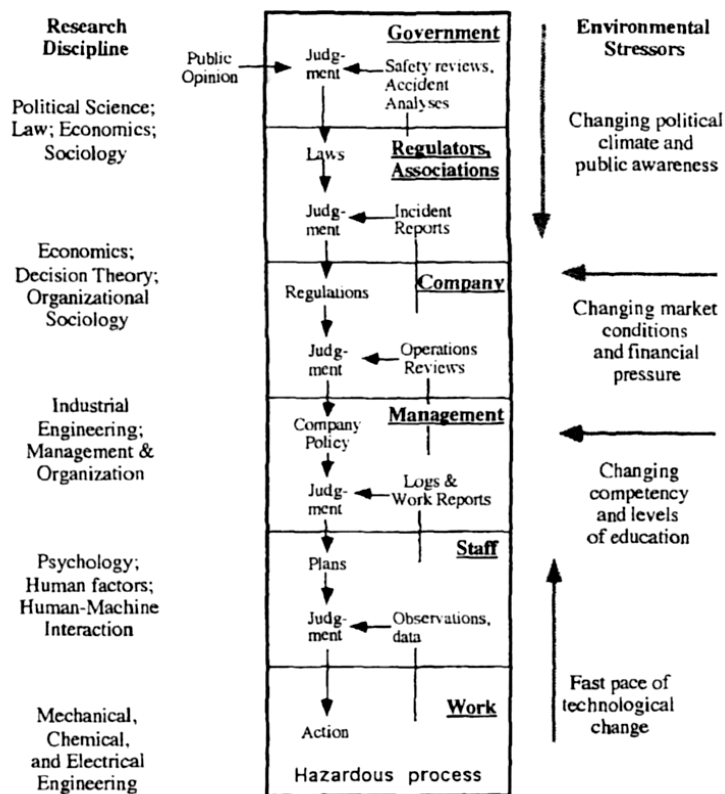


Figure 9 : Le système sociotechnique dans le management des risques (Rasmussen, 1997)

La structure de ce système sociotechnique va dans le sens de nos premières conclusions (§ 2. 5) sur le rôle des instances de haut niveau (légal) et l'importance qu'elles accordent à la sûreté en tant qu'objectif prévalant aux autres objectifs.

Rasmussen (op. cit) propose une technique d'analyse qui permet, au moyen d'un arbre des causes s'intégrant dans cette structure sociotechnique, de présenter l'enchaînement des événements ayant pu mener à un accident. L'intérêt de sa démonstration, qu'il réalise sur le cas d'un accident de ferry (Zeebrugge), montre sous l'approche du point de vue de la décision opérationnelle, que chaque décideur rattaché à un niveau spécifique du système sociotechnique est isolé des autres et ne peut avoir une vision suffisamment claire pour prévenir l'accident. Il oppose alors à cette vision celle d'un arbre des causes où la combinaison des événements apparaît clairement mais *a posteriori*.

3.2.2.2. Objections et propositions d'amélioration pour un modèle sociotechnique générique

La structure sociotechnique que propose Rasmussen, et sa mise en application au moyen d'un arbre des causes, ne répondent pas complètement aux besoins de notre étude. En effet, cette structure s'arrête là où commence l'activité des opérateurs : elle ne fait pas apparaître clairement l'interaction entre les hommes et les systèmes techniques, mais répartit ces derniers sur plusieurs niveaux : définition des systèmes techniques en accord avec la sûreté, définition des modes d'interaction entre hommes et machines, et développement

(conception) des systèmes par l'ingénierie, cette dernière devant proposer une solution de conception permettant de répondre à l'ensemble du cahier des charges réglementaire et fonctionnel. Or nous avons pu voir les conséquences, en termes de *conflits d'objectifs potentiels*, qu'un faisceau de contraintes réglementaires et techniques (mais peut être aussi budgétaire et temporelles), peut avoir dans la conception et l'utilisation d'un système (§2. 2. 4. 2).

Ce phénomène correspond à la notion de CLUs (Conditions Limites tolérées par l'Usage), qui proviennent des *contraintes et des conflits d'objectifs* qui existaient lors de la conception des systèmes techniques (cf. Didelot, 2001 ; De la Garza 2002). Les CLUs ne sont pas visibles au cours de l'activité. Elles se *déduisent* à partir des décisions prises par les opérateurs, sous la forme d'écarts aux prescriptions, lesquels se situent aux limites d'usage acceptables définies pour une activité donnée (ALU - Activité Limites d'Usage). Les CLUs sont au croisement d'un ensemble de facteurs et/ou d'éléments supposés introduits au cours des différentes phases du cycle de vie du système (conception, implantation, exploitation), et de circonstances liées à la situation de travail spécifique (manque de personnel, planning...). Il existe deux types de CLU (Didelot, 2001) :

- Les **CLU internes** sont des décisions prises à différents niveaux hiérarchiques en lien avec la politique interne de l'exploitant, ainsi que des contraintes socio-économiques qui lui sont propres. Ces CLU impactent directement l'activité des opérateurs et correspondent en partie aux ALUs managériales qui vont éventuellement impacter le système et les opérateurs sous la forme d'ALUs opérationnelles.

- Les **CLU externes** apparaissent lors des processus de conception. Elles définissent des situations, du point de vue de la conception, qui se caractérisent sous la forme d'écarts entre la situation de départ et la situation d'arrivée :

- **écart entre solution de sécurité et fonction de sécurité** : conflit entre la protection mise en place et son objectif qui aboutit à sa neutralisation,
- **écart entre solution technique et exigence de travail** : solutions techniques initiales non compatibles avec les exigences de l'activité,
- **écart entre modèle conçu et modèle implanté** : solution finale non optimale ou dégradée par rapport à la solution initiale,
- **écart entre les conditions nominales prévues et les conditions opérationnelles vécues.**

Les CLU externes correspondent ici aux conflits techniques évoqués précédemment dans l'exemple du RCV (§ 2. 2. 4. 2), et démontrent l'importance à accorder aux interactions homme-machine dans la définition d'un système sociotechnique. Au final, la structure sociotechnique de Rasmussen présente les conséquences que peut avoir la définition de règles édictées au plus haut niveau de la société, sans prise en compte des contraintes de la réalité économique-technique. En nous replaçant dans le contexte du nucléaire, et plus largement dans celui des industries sensibles, cette vision que propose Rasmussen reste valide.

Toutefois, si l'on se base sur le modèle qu'offre Rasmussen pour établir un modèle sociotechnique générique, des questions se posent quant à la dynamique des événements pouvant intervenir sur un modèle somme toute linéaire.

En effet, le modèle de Rasmussen s'établit de façon hiérarchique, de façon à le faire coïncider à la vision linéaire qu'impose une formalisation progressive des lois débouchant sur des prescriptions destinées à la conception de systèmes techniques. Or Rasmussen objectait que cette linéarité était mise à mal face aux événements qu'elle pouvait rencontrer puisque ces événements (techniques, économiques...) ne se présentaient ni sur un mode linéaire, ni selon l'ordre hiérarchique (par exemple l'évolution technologique qui n'est plus en adéquation avec les normes). C'est en ce sens que Rasmussen (op. cit.) montre les faiblesses que présente le recours à un arbre des causes (en terme d'un formalisme séquentiel tâche-erreur) qui a pour effet de réduire considérablement, dans l'analyse d'incidents, la capacité à comprendre le comportement humain. Or l'intérêt est ici de comprendre quelles sont les pressions que subissent les individus dans leur activité (ouvriers ou décideurs), et qui les poussent à prendre des risques ou à se rapprocher des limites acceptables de leur activité. Il propose pour cela un modèle des conduites humaines s'inscrivant dans un espace représentant les degrés de liberté d'action des individus. Les pressions de l'environnement poussent plus ou moins fortement l'individu vers les limites de performance acceptables qui bornent son domaine d'activité, à la façon d'un « mouvement Brownien¹⁸ » (p. 190).

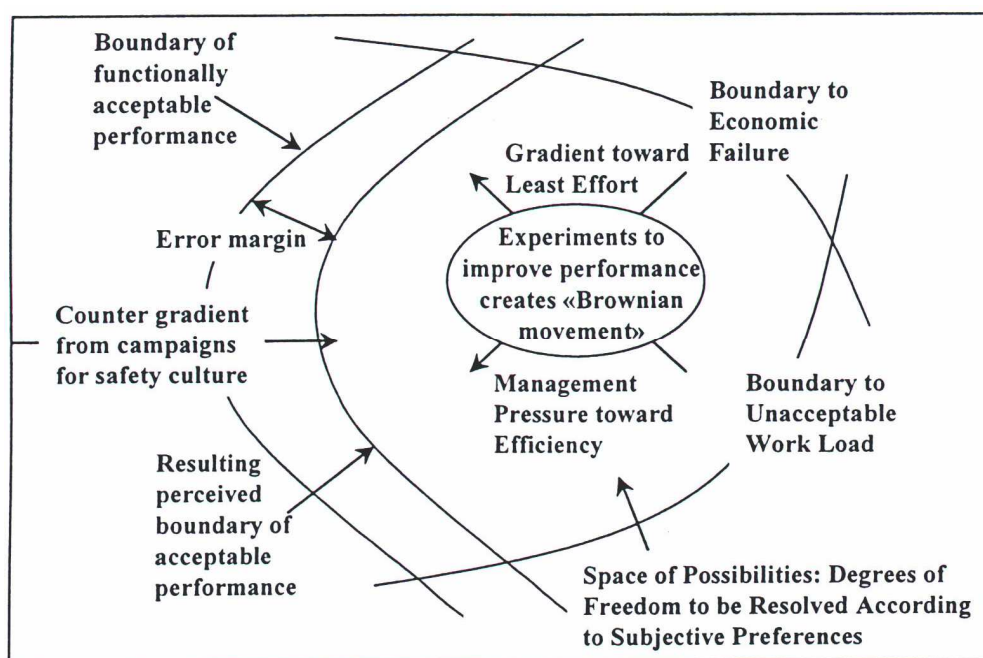


Figure 10 : Les migrations des conduites humaines aux limites des performances acceptables sous les pressions de l'environnement (d'après Rasmussen, 1997)

¹⁸ Les "mouvements Browniens" ont été originellement étudiés à partir de l'observation du mouvement aléatoire d'une particule en suspension dans un fluide. Par exemple, un grain de pollen ou de poussière suspendu dans un fluide est soumis à un bombardement incessant par les molécules qui constituent le fluide. La quantité de mouvement d'une molécule isolée n'est jamais suffisamment importante pour que son effet sur la particule suspendue soit visible au microscope. Cependant, si un plus grand nombre de molécules frappent en même temps la particule d'un côté, elles peuvent déplacer celle-ci de façon notable.

Rasmussen caractérise donc la variabilité de l'activité humaine comme une migration des conduites en réponse aux pressions de l'environnement. Sa représentation se limite toutefois à ne représenter que les influences externes qui s'exercent sur l'individu. Il ne prend pas en considération les autres « pressions », propres au sujet, qui peuvent elles aussi le pousser à aller dans le sens des pressions externes ou de tenter d'y faire face. Ainsi, il ne prend pas en compte les stratégies de régulation employées par les opérateurs au cours de leur activité (cf. §2. 2. 4) ou plus globalement la tentative, pour un individu donné, d'atteindre autant que possible la réalisation des objectifs opérationnels. Mais le propos de Rasmussen n'était pas ici de considérer l'individu, mais plutôt les contraintes qu'il subirait en conséquences de celles rencontrée par l'organisation sociotechnique dans laquelle il travaille

L'approche organisationnelle des régulations (Faverge, 1966 ; Reynaud, 1988, Leplat & de Terssac, 1991 ; Donnadieu & Layole, 1995) montre qu'une entreprise peut être considérée comme un organisme, au sens biologique (Faverge, 1966), du fait des interactions qu'elle possède en elle et avec son environnement. Dans les organisations, Reynaud (1988) définit deux types de régulations. Les *régulations de contrôle* qui sont celles des dirigeants et vont du sommet vers la base, et les *régulations autonomes* qui sont produites par les groupes d'exécutants. On retrouve dans ces régulations les constituants de l'activité (Guérin *et al.*, 1997) qui rendent essentielle sa prise en compte dans notre approche organisationnelle.

Deux domaines supplémentaires doivent être pris en compte si l'on considère l'activité des opérateurs : un aspect (1) *sociotechnique*, au sens de l'interaction hommes-machines et plus largement qui intègre la mise en application de l'activité prescrite, et (2) l'outil en lui-même, autrement dit, le domaine *technique*.

Les domaines organisationnels que nous retiendrons pour notre modélisation d'un système sociotechnique sont donc : le Légal, l'Economique, l'Organisationnel, le Sociotechnique et le Technique. Par convention d'écriture, nous appellerons cette structure organisationnelle « LEOST ». Les caractéristiques de ces niveaux reprennent en partie celles du système sociotechnique de Rasmussen et se définissent ainsi :

- Le **domaine légal** correspond aux instances étatiques, aux organismes s'appliquant à la définition et à l'application de la sûreté. C'est à ce niveau que sont définies les lois et les règles visant à assurer la sûreté des hommes, de l'environnement, et donc de la nation (ex : définition de la politique de sécurité nucléaire française). Il revient aux autorités de sûreté d'assurer le suivi de l'application des règles découlant de ces lois, lesquelles se concrétisent finalement dans les normes de conception et d'usage des systèmes techniques.
- Le **domaine économique** correspond aux personnels et entités en lien avec les aspects économiques aussi bien internes qu'externes aux organisations sociotechniques industrielles.
- Le **domaine organisationnel** concerne les différents intervenants (hommes et organisations) dont le rôle est de faire cohabiter les prescriptions du domaine légal avec les contraintes économique-sociales.

- Le **domaine sociotechnique** est celui de la procéduralisation correspond à l'interaction homme-systèmes ou homme-machine, et regroupe les aspects liés à la documentation et aux moyens de conduite des processus techniques.
- Le **domaine technique** concerne l'environnement technique avec lequel interagissent les hommes et le reste de l'organisation.

Le découpage organisationnel reprend donc les notions proposées dans le modèle de Rasmussen, mais en propose un aménagement différent.

Par exemple, nous regroupons les niveaux gouvernement et organismes de Rasmussen dans un domaine unique (Légal). Nous estimons en effet que les organismes de régulation rattachés au gouvernement (autorités de sûreté), peuvent être considérés comme des extensions de celui-ci. Par contre, nous particulariserons le niveau « Travail » de Rasmussen en distinguant le fonctionnement du système de sa conduite par les opérateurs.

A titre de comparaison, nous présentons ci-après la différence de découpage entre le modèle initial de Rasmussen et celui que nous nous proposons d'utiliser dans notre étude :

Gouvernement	LEGAL
Organismes de régulation	ECONOMIQUE
Entreprises	ORGANISATIONNEL
Management	SOCIOTECHNIQUE
Equipes	TECHNIQUE
Travail	
Système Sociotechnique (Rasmussen)	Organisation sociotechnique LEOST

Figure 11 : Découpage du modèle organisationnel LEOST comparé au modèle sociotechnique de Rasmussen.

3.2.3. Remarques sur le découpage LEOST

La structure LEOST que nous venons de proposer comme grille de lecture théorique sera employée et éprouvée au cours des analyses que nous réaliserons dans notre approche organisationnelle des conflits d'objectifs. Elle répond au besoin que nous avons de disposer d'un outil formalisé d'analyse organisationnelle qui nous permette d'identifier les contraintes et les conflits entre les divers domaines d'une organisation étudiée.

Notre approche, par le biais de LEOST, se différencie de celle de Rasmussen (1997). Dans son modèle, Rasmussen propose d'intégrer, pour l'analyse d'un événement donné, un arbre des causes dans cette structure. Il présente ainsi une autre façon de concevoir la réalisation d'un arbre des causes en regroupant par domaines sociotechniques l'historique d'un événement accidentel. LEOST pour sa part ne remet pas en cause les résultats d'un arbre des causes, son élaboration peu d'ailleurs y recourir. La grille de lecture que propose LEOST a pour but de présenter (en les listant) les « jeux de contraintes » entre les différents domaines, et les conflits d'objectifs que cela peut causer.

3.3. Repères pour une approche individuelle de la gestion des conflits d'objectifs

L'objectif de cette section sera de recenser les différents concepts employés pour décrire l'activité humaine et leurs liens avec la gestion des conflits d'objectifs. Pour cela, nous utiliserons comme fil directeur l'activité des opérateurs conditionnée par les objectifs opérationnels et individuels. Il conviendra aussi, pour comprendre l'activité des individus, de prendre en compte le *contexte* dans lequel ils réalisent leurs tâches. Cette approche est volontairement systémique puisque si ces éléments (objectifs opérationnels, individuels, activité et contexte) étaient abordés séparément, leur pouvoir explicatif serait en partie perdu avec la mise à l'écart des relations qu'ils entretiennent. De plus, la vision systémique est ici essentielle car elle apporte la dimension *dynamique* nécessaire, en terme de structure explicative, pour la compréhension des phénomènes observés sur le terrain.

Un autre objectif de cette partie consistera à présenter des éléments théoriques permettant d'éclairer la notion que nous présentons dans le chapitre précédent sur l'existence de deux types de gestion de conflit (résolution par un compromis ou un choix fait entre productivité et confort ou sécurité).

3.3.1. Une représentation pour l'action

L'activité des opérateurs se réalise dans un contexte culturel et professionnel. Cette notion de contexte est d'autant plus large qu'elle est « floue » et se réfère métaphoriquement à la *situation de travail* prise dans sa globalité (de Montmollin, 1995, 1996). Toutefois, il n'est pas possible d'exclure cette notion, car son appartenance à la situation de travail fait qu'elle participe à la représentation que peut avoir un opérateur de son environnement opérationnel. Ainsi, en raison des acteurs et de leur environnement opérationnel, ce contexte se traduira de façons différentes s'il est abordé du point de vue organisationnel, opérationnel ou individuel. Ces variations peuvent être propices à l'apparition de conflits par la façon dont est perçu le contexte par les opérateurs. Par exemple, toute tâche donnée à des opérateurs s'inscrit dans « l'historique » de leur activité. Au fil du temps, par leurs pratiques, les opérateurs construisent (de manière intentionnelle et non-intentionnelle) des représentations, des normes, des règles. Elles s'inscrivent dans leur expérience professionnelle, sous la forme de « *savoir-faire* », d'habitudes, de règles sociales. De manière rétroactive, ces représentations deviennent pour les opérateurs, d'une part *un savoir opérationnel* (pour chacun) et d'autre part elles participent à leur *culture*

professionnelle (en terme de valeurs partagées par le groupe), qui vont à leur tour contraindre, orienter ou limiter les comportements des opérateurs (Donnadieu & Layole, 1995). Ainsi toute tâche verra son cadre prescriptif modulé par la dimension culturelle et l'expertise des opérateurs.

Pour l'opérateur, l'action est précédée d'une représentation permettant de *diagnostiquer* et *comprendre* la situation. Le diagnostic se définit d'ailleurs comme une « *activité de compréhension d'une situation, pertinente à la décision d'action* » (Hoc & Amalberti, 1994, p. 179). Cette compréhension est nécessaire à l'individu pour qu'il finalise son activité, c'est-à-dire qu'il mette en jeu son expertise et ses compétences pour parvenir au but fixé (Richard, 1990 ; Hoc & Amalberti, 1994 ; Amalberti, 2002). Toutefois, avant de pouvoir comprendre une situation, il est nécessaire de passer par une étape de prise d'information destinée à élaborer la représentation de la situation. A partir de cette représentation, s'opèrera le diagnostic et la prise de décision. Toutefois, ces étapes ne se déroulent pas obligatoirement de façon linéaire. Amalberti (2001) parle des "essais-erreurs" des opérateurs pour réussir une action : en particulier lorsque les opérateurs ne planifient pas toujours leur activité et préfèrent passer par une activité de test (faire une action "pour voir") plutôt que de réfléchir (simulation mentale) sur les conséquences de cette action. Ainsi, la prise de décision menant à l'action peut se faire sans réelle analyse, par exemple au moyen d'heuristiques ou de raisonnements analogiques, comme le présentent en partie les modèles SRK (pour Skills – Rules – Knowledge ; Rasmussen, 1986, 1993) ou RPD (Recognition-Primed Decision, Klein, 1993).

3.3.1.1. La représentation mentale dans le mécanisme de la décision

En situation opérationnelle un opérateur réalise un rééquilibrage constant de ses représentations et de ses modalités d'action. Ces représentations opératives sont des modèles mentaux ainsi que des processus d'élaboration et de mise en oeuvre des modèles mentaux en fonction du but fixé par la tâche (Weill-Fassina, Rabardel, & Dubois, 1993). Les représentations sont des constructions circonstanciées faites dans un contexte particulier et à des fins spécifiques. Elles sont finalisées par une tâche et la nature des décisions à prendre (Richard, 1990). Les psycholinguistes ont été parmi les premiers à étudier la construction de ces représentations, au travers de la compréhension de textes. Comprendre un texte se caractérise par la construction d'un modèle mental qui représente les objets et leurs relations sémantiques décrites dans un texte ou tout autre médium (Kintsch & Van Dijk, 1978 ; Van Dijk & Kintsch 1983 ; Schank & Abelson, 1977 ; Johnson-Laird, 1988 ; Kintsch, 1988). Ces recherches ont aussi mis en avant les caractéristiques dynamiques des modèles (Kintsch & Van Dijk, 1978.), c'est-à-dire leur capacité à se reconfigurer au fil de l'information reçue, permettant de faire évoluer la représentation pour la faire correspondre au mieux à la situation.

Cette capacité à construire une représentation aux caractéristiques relativement isomorphes à une situation (Johnson-Laird, 1983) en procure à l'individu une vision subjective, et le risque de ne pas être représentatif. L'absence de linéarité dans la construction d'un modèle mental, et la compréhension qu'il apporte sur une situation ne se constitue pas de façon

séquentielle comme l'avance Searle (1979), au fil de l'information recueillie. De même que l'ordre de présentation des informations joue sur la structure du modèle et donc le compréhension (Britton & Graesser, 1996).

Enfin, la compréhension va se faire au cours d'un processus de va-et-vient entre la situation, le modèle mental et les connaissances de l'individu. Les informations recueillies sont mises en relation avec les connaissances de l'opérateur au cours de l'élaboration de la représentation (Richard, 1990). Plusieurs types de connaissances sont mobilisés, comme des *connaissances opératives* (c'est-à-dire issues de la pratique), des connaissances déclaratives (issues de la formation), des *métakonnaissances* (Cellier & Hoc, 2001 ; Valot, 1998) correspondant à des connaissances sur ses propres compétences permettant la gestion d'une situation. L'accès à ces différentes connaissances se fait en fonction de l'expertise de l'individu, de son temps disponible, de la situation et vont conditionner l'emploi des mécanismes sollicités dans prise de décision, comme le présente le modèle RPD (Klein, 1993). Cette dynamique démontre le caractère actif de la prise d'information dans l'élaboration d'un diagnostic (Hoc & Amalberti, 1994), précédemment relevé par Sebillotte (1982) dans le cadre de la surveillance de grossesse, où le diagnostic des médecins s'effectue progressivement et en même temps que sont prises les décisions thérapeutiques.

Le modèle RPD (Recognition-Primed Decision) décrit comment les décideurs expérimentés essaient habituellement de trouver un cours d'action satisfaisant, et non pas le meilleur. Ce modèle a été au début construit à partir de l'observation de l'activité de chefs de brigades de pompiers aux Etats-Unis. Pour Klein (1993) le processus décisionnel revient à mettre en relation une situation antérieure analogue à celle qu'ils rencontrent afin d'employer une résolution de même type si elle avait prouvé son efficacité antérieurement (Klein, Calderwood, & Clinton-Cirocco, 1986). Ainsi, à partir des représentations des situations qu'ils élaborent, les décideurs peuvent en évaluer l'évolution par une simulation mentale. Ils n'ont ainsi pas besoin de comparer plusieurs options. Les observations antérieures montrent que les stratégies de *reconnaissance* dans la prise de décision sont plus appropriées à des situations ambiguës et soumises à une contrainte temporelle forte. Enfin, dans la variété des réglages opérationnels, les stratégies de reconnaissance dans la prise de décision sont employées plus fréquemment que les stratégies analytiques, même pour des cas difficiles (Klein, 1993).

En résumé, la prise d'information et la compréhension d'une situation (son diagnostic) se réalisent de façon dépendante et interactive. Très tôt dans le cours d'action, les informations reçues activeront des mécanismes de reconnaissance qui ne nécessitent pas de traitements analytiques coûteux. Ils déboucheront sur les premières conclusions du diagnostic qui orienteront alors la sélection des informations suivantes ou l'adoption d'un mode résolution qui a déjà prouvé son efficacité. Toutefois, il n'existe pas qu'un seul type de raisonnement (analogie).

Si l'expérience fait défaut pour pouvoir prendre la bonne décision, il faut alors s'orienter vers un niveau supérieur de raisonnement mais aussi plus coûteux. Ce type de stratégie est à la base de la structure du modèle de la double échelle de décision de Rasmussen (1986). Ce modèle a été un des plus employés pour rendre compte de l'activité d'opérateurs en environnements dynamiques et a pour origine l'analyse des protocoles verbaux de techniciens dépannant des appareils électriques. Nous rappelons ci-après les grandes lignes

de ce modèle, pour en présenter une adaptation orientée vers le diagnostic et la prise de décision en situation dynamique (Hoc et Amalberti, 1994).

Dans ce modèle la résolution d'une situation est initiée par une phase de détection de conditions anormales. Pour résoudre la situation, les opérateurs emploient des stratégies de résolutions variant en fonction de la familiarité avec l'environnement ou de la tâche, allant de la moins coûteuse et la plus rapide à la plus coûteuse et la moins rapide : le recours aux habiletés (skills), l'emploi de règles (rules) ou la régulation par les connaissances déclaratives (knowledge). Au fur et à mesure que l'expertise augmente, les mécanismes du contrôle cognitif sont effectués du niveau basé sur des connaissances déclaratives vers le niveau de contrôle automatique. Les trois niveaux fonctionnent en parallèle.

La prise de décision est identifiée à un processus en huit étapes réparties dans ces trois niveaux : activation, observation, identification, interprétation, évaluation, sélection du but, sélection de la procédure et exécution. La nouveauté, par rapport aux auteurs de l'époque, est d'avoir mis en évidence des courts circuits pour la prise de décision d'actions de la vie courante. Ces raccourcis sont représentatifs des conduites observées chez les experts, par exemple leur capacité à reconnaître immédiatement une situation problématique et savoir comment y remédier efficacement. L'autre avancée majeure concerne l'identification des types d'erreurs qui sont associés à chaque niveau d'activité. Les erreurs relatives aux automatismes (skills) proviennent de comportements sans lien avec la situation. Au niveau des règles (si... alors), il s'agira de l'application de procédures inadaptées aux situations à cause d'une mauvaise reconnaissance de la situation. Les erreurs du troisième niveau (knowledge) correspondent à un manque de temps, d'informations ou de connaissances pour établir une bonne stratégie.

C'est dans la régulation par les connaissances que Rasmussen situe la *gestion* des conflits d'objectifs. Cette gestion correspond ici à une tâche d'évaluation, où l'opérateur cherche à définir le niveau de performance d'une solution envisagée pour une situation perçue comme ambiguë. Pour cela, il va tenter de réaliser une hiérarchisation des différents buts en compétition. Par l'anticipation il évaluera la performance de ses choix, mais aussi leurs conséquences (en terme cette fois de gravité) sur l'état du système.

L'intérêt de ce modèle pour la gestion de conflits, est de donner une place centrale à deux mécanismes complémentaires dans cette activité : la hiérarchisation et l'anticipation. L'anticipation est ici essentielle à l'élaboration d'une hiérarchisation car elle permet, d'après Cellier (1996) d'« *évaluer l'état futur d'un processus dynamique, à déterminer, en fonction de la représentation du processus dans le futur, le type d'actions à entreprendre et le moment où elles doivent être mises en œuvre, et enfin à évaluer mentalement les conséquences possibles de ces actions* » (p. 35). De plus, l'auteur souligne, sur la base d'une étude de Van Daele et Carpinelli (1996), l'importance de *l'anticipation des effets de l'action* en regard de l'évolution propre du processus, dans la mesure où l'opérateur doit intégrer dans sa représentation l'effet de ses propres actions. Cependant, le modèle décrit cette activité sans prendre en compte les limitations cognitives des individus, en particulier la quantité d'informations qui peuvent être prises en compte pour une simulation mentale ou encore le coût cognitif et temporel que représente l'élaboration d'une chaîne causale. Il ne prend pas non plus en compte les attentes des opérateurs en retour de leurs actions, ce qui rend ce modèle trop réactif aux événements alors que majoritairement, les individus en situations dynamiques sont pro-actifs (Hoc & Amalberti, 1994).

C'est à partir de ces critiques que Hoc et Amalberti proposent alors une évolution du modèle de Rasmussen. Ils y introduisent des mécanismes de réactualisation de la représentation de la situation pour enlever au modèle son caractère séquentiel, et introduisent 3 boucles de régulation en lien avec la dimension temporelle de la tâche. La *première boucle* est en lien direct avec la tâche, c'est une boucle à court terme basée sur la représentation de la situation et met en œuvre, si besoin est, des actions sur le processus automatisées ou pré-planifiées. La *seconde boucle* concerne la vision à moyen terme du process. Elle concerne la compréhension et l'ajustement de l'opérateur à l'activité en cours, avec des diagnostics destinés à supporter l'activité de la première boucle. Enfin, la *troisième boucle* a un rôle de régulation entre l'activité de l'opérateur et la tâche qui lui est assigné. Elle sert à réactualiser la représentation occurrente, construire des représentations sur les actions à venir, et fait plus largement appel aux connaissances générales.

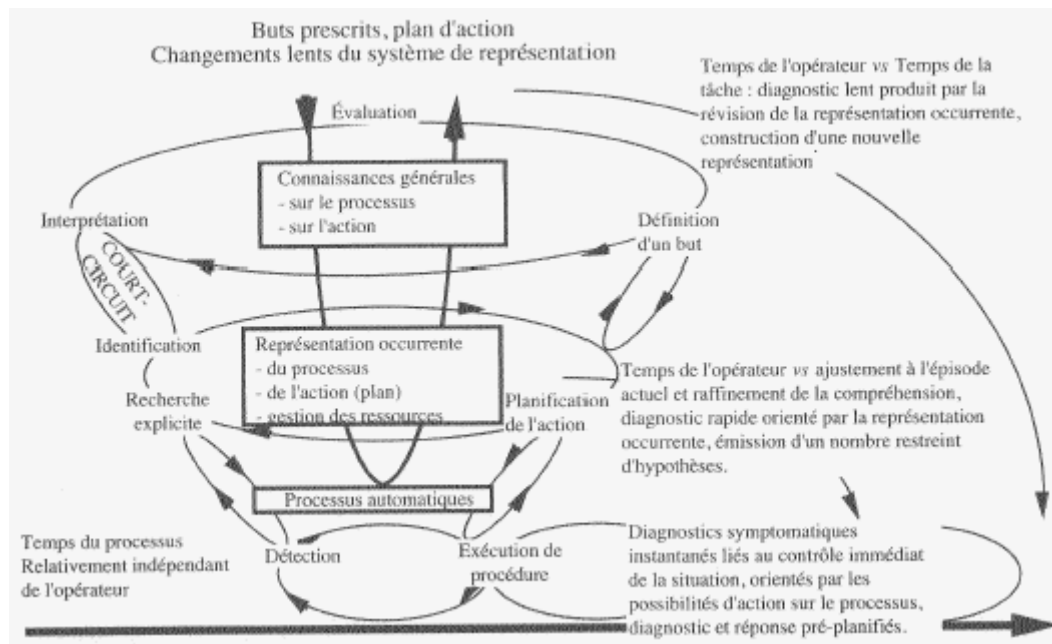


Figure 12 : Le modèle de la décision en environnement dynamique (tiré de Hoc & Amalberti, 1994)

Cette réactualisation du modèle de Rasmussen complète la notion de l'évolution des représentations et des modalités de gestion de situations critiques (Weill-Fassina, Rabardel, & Dubois, 1993). Cette notion de représentation repose sur deux processus d'équilibrage, à court terme (contrôler la situation) et à long terme (diagnostiquer le processus) dont le *but* reste un contrôle procédural de l'activité. Le contrôle de la situation à court terme peut en partie expliquer la logique d'une recherche de satisfaction des objectifs opérationnels. En effet ces derniers demandent que des interventions soient réalisées dans les délais imposés par la dynamique de la situation, pouvant nécessiter des actions rapides avec un court délai de réflexion. Le déroulement de l'activité se fait donc au moyen d'une régulation de l'activité à court terme, mais *guidée* par une vision de plus haut niveau, employant l'anticipation pour maintenir le cap de l'activité vers le ou les *buts* opérationnels et individuels fixés. Un des buts individuels étant le maintien de la charge globale de l'activité à un niveau inférieur à la capacité limite, pour éviter toute dégradation de la performance (Spérandio, 1980).

3.3.1.2. La fixation des objectifs et la gestion d'objectifs multiples

La réalisation d'un objectif ne dépend pas nécessairement de sa complexité. Les objectifs les plus clairs, les plus spécifiques sont habituellement *quantitatifs* (chiffre d'affaire à atteindre, puissance à fournir...). Les moins clairs concernent plus souvent le domaine *verbal*. Locke (1968) attire l'attention à ce sujet, d'éviter dans la fixation des objectifs des formulations du type "faites pour le mieux", pourtant régulièrement rencontrées dans les procédures (Veyrac, 1998).

Deux facteurs sont essentiels pour obtenir une certaine qualité dans l'atteinte d'objectifs fixés. Pour le premier, les buts vagues, éloignés ou "généraux" ont peu d'effet sur la qualité et le niveau de l'exécution. Le second tient au *degré d'acceptation des buts fixés*, c'est à dire que le résultat dépend de *qui* fixe les buts (Steers & Porter, 1974).

La *théorie des buts* présente des conclusions intéressantes quant aux performances des individus vis-à-vis du nombre et de la définition (quantitative ou qualitative) des objectifs. Elle montre que les individus à qui l'on soumet *plusieurs objectifs à atteindre* présentent de meilleures performances que s'ils ne devaient en satisfaire qu'un seul (Atkinson & Reitman, 1956 ; Steers & Porter, 1974 ; Locke & Latham, 1990). Bien évidemment, des règles sont à respecter pour présenter plusieurs objectifs, essentiellement pour éviter une surcharge ou une fixation d'objectifs irréalisables pour les intervenants. Par contre, même si les objectifs sont en nombre suffisants pour être correctement gérés, dès que des conflits apparaissent entre eux, les performances chutent.

3.3.1.3. Les mécanismes de la prise de décision

La prise de décision a été largement étudiée par la psychologie, et sa compréhension a évolué depuis plus de soixante ans. Elle est conditionnée par de nombreux facteurs, comme l'ordre et le mode de présentation des éléments à prendre en compte pour faire un choix (cf. Hogarth 1987, Hsee, Loewenstein, Blount & Bazerman 1999, Schmeltzer 2002) ; le mode de raisonnement dépendant de la dynamique temporelle ou encore le coût cognitif qu'elle engendre.

La première réelle tentative de modélisation de la prise de décision se base sur le principe de l'utilité espérée (von Neumann & Morgenstern, 1944). La théorie de l'utilité espérée s'appuie sur deux notions centrales : l'utilité et l'incertitude. Cette théorie soutient qu'une décision rationnelle sélectionne le choix qui maximise une fonction de décision, l'utilité espérée. Le calcul de l'utilité espérée combine d'une part les utilités des conséquences potentielles des actions issues de la décision, et d'autre part les probabilités que ces conséquences s'actualisent. Il peut ainsi être considéré comme rationnel d'admettre que, toutes choses égales par ailleurs, les options les plus *utiles* devraient être choisies préférentiellement. Toutefois, les actions réelles sont entachées d'incertitude quant à leurs résultats. Ainsi, choisir une action ne garantit pas que l'utilité prévue devienne effective. C'est pourquoi dans les théories formelles de la décision, une "*utilité espérée*" est calculée par combinaison d'une fonction d'incertitude (dépendant des probabilités de succès des actions) et d'une fonction d'utilité (dépendant des coûts liés à la recherche de solution et à l'espérance de gain). Dans la théorie classique de la décision, l'utilité espérée sert de base à

la décision. L'action choisie est celle qui maximisera la somme des produits associés aux résultats potentiels. (Raufaste, 2001)

Le modèle de l'utilité espérée a été mis à mal par de nombreuses recherches qui mettent en évidence des incohérences quant aux comportements des individus (cf. Allais, 1953, Ellsberg, 1961), favorisant l'hypothèse d'une rationalité limitée (Simon, 1956, 1957, 1983). La prise de décision ne se ferait pas sur la base d'un seul critère pour lequel tout serait mis en œuvre pour le satisfaire, mais plutôt à partir d'une sélection entre plusieurs possibilités. De surcroît, cette théorie s'avère incompatible avec les comportements des sujets, car tout individu présente une double tendance (Raufaste & Hilton, 1999) caractérisée par des conduites opposées. D'une part c'est une *aversion pour le risque* (Kahneman & Tversky, 1979), qui conduit l'individu à éviter les situations dangereuses. Mais d'autre part, elle incite la recherche d'une « réalisation d'un potentiel » (comme la pratique de sports extrêmes), l'incitant à *rechercher le risque*. D'un point de vue évolutionniste, soulignent Raufaste & Hilton (1999), notre système cognitif a été doté « d'une architecture capable de traiter l'information selon deux modes très différents. Le premier fait intervenir des traitements automatiques, rapides, peu conscients, fondés essentiellement sur la détection ou la mise en œuvre d'associations. Le second mode, dit « symbolique », est plus lent. « Cognitivement coûteux » car il mobilise l'attention pour inhiber les traitements automatiques. Mais lui seul permet le raisonnement formel, et les modèles mathématiques comme la théorie de l'utilité espérée en sont de purs produits » (p. 79). En conséquence de leur fort coût cognitif, les raisonnements formels sont peu employés dans la vie courante.

Le principe d'économie cognitive explique l'automatisation naturelle des actions les plus courantes pour libérer des ressources pour tout ce qui est nouveau ou pas toujours automatisable. Ce mode de traitement automatique ne correspond donc pas aux normes classiques de la rationalité.

La recherche progressant, il a été démontré que l'homme ne fonctionne pas sur un mode totalement rationnel. Le mode de raisonnement qu'il emploie pour comprendre et prendre des décisions s'appuie aussi sur des représentations imparfaites dont la théorie des modèles mentaux (Johnson-Laird, 1983) rend compte. C'est à partir de ces travaux sur les représentations que commencèrent à être étudiés les heuristiques et les biais de jugements. Les heuristiques sont des règles que l'on se construit à partir d'observations et que l'on réutilise, d'autant plus facilement qu'elles sont peu coûteuses pour l'appareil cognitif. D'après Tversky & Kahneman (1974) les individus s'appuient sur un petit nombre de principes heuristiques, qui réduisent à des activités de jugement plus simples les tâches complexes d'affectation de probabilités et de prédiction des valeurs.

La fréquence du recours à ces heuristiques est si forte dans l'activité, qu'elle a incité des auteurs à décrire l'homme comme un « *avare cognitif* » (Fiske & Taylor, 1984). Ces heuristiques sont en général assez utiles, mais elles conduisent quelquefois à des erreurs graves et systématiques. Tversky & Kahneman décrivent trois heuristiques : de *disponibilité* (plus les événements arrivent aisément à l'esprit, plus ils sont jugés fréquents), de *représentativité* (plus les événements sont familiers, plus ils sont jugés

probables) et *d'ancrage et ajustement* (plus les événements sont saillants, plus le poids qu'on leur attribue dans le processus de décision est important). Les dangers auxquelles peuvent mener ces heuristiques seraient d'orienter les individus dans ces jugements biaisés les conduisant à ne pas prendre compte certains paramètres dans une situation. Ceci conduirait à adopter une stratégie orientée sur de mauvais objectifs et causer des conflits entre ces objectifs et ceux de la situation.

3.3.1.4. Aspects affectifs dans le diagnostic et la prise de décision

Dans chaque expérience vécue se distinguent une partie affective (émotion ressentie) et une partie intellectuelle (la leçon que nous en tirons). C'est ainsi que Freud (1956, 1996) distinguait *l'affect* et la *représentation*. Les affects ont un effet dans le processus de décision au travers de l'orientation qu'ils donneront aux représentations.

Les effets du stress ont été abordés à travers le processus de framing par Stokes et Kite (1994). Ces auteurs reprennent la notion de *frame*, c'est-à-dire des structures de connaissance permettant à l'individu de s'orienter dans la compréhension de la situation, pour présenter un modèle d'évaluation de situation se faisant en deux étapes. La première revient à évaluer cognitivement une situation en identifiant les objectifs à atteindre, des alternatives et les évolutions possibles. La seconde fait intervenir cette fois une estimation « affective » de la situation, s'attachant à identifier les risques et à fixer un seuil destiné à évaluer si les exigences de la situation ne vont pas au-delà des capacités cognitives nécessaires à la traiter. Ce seuil de référence sert à identifier le niveau de stress et les risques que le sujet est prêt à affronter, et fournit les critères pour évaluer la faisabilité des objectifs et des alternatives développées dans la première étape du framing. Les résultats ont montré que deux opérateurs face à la même situation, vont percevoir les mêmes évolutions possibles, mais un *framing affectif* différent sera déterminant pour les différencier dans l'évaluation des risques sous-jacents des choix possibles. De même, pour Nygren (1997) les effets du framing concernent les aspects cognitifs et affectifs de l'activité dans des domaines dynamiques et à risques et les mets en relations avec l'anxiété et le stress induit par la pression temporelle. Cet auteur montre qu'un *frame* positif induit le sujet à être plus enclin à estimer ses ressources suffisantes pour réaliser une tâche, tandis qu'un *frame* négatif lui ferait évaluer à la baisse ses propres habiletés et faire face à des contraintes multiples. De ce fait l'évaluation du stress, la performance et la nature de la prise de décisions devraient être influencées par le *frame* adopté. Ce modèle explique ainsi que la dimension (positive ou négative) que l'on attribue à une situation à résoudre créera des sentiments négatifs et bloquants (anxiété, incertitude) ou stimulants pour y faire face (Nygren, 1997). Ces sentiments moduleront alors les motivations sur lesquelles repose la tentative de satisfaction des objectifs personnels et opérationnels.

3.3.2. Aspects psychosociaux intervenant dans les processus décisionnels

La psychologie sociale connaît depuis longtemps (Lewin, 1935, 1947), les phénomènes qui poussent les individus à adopter des stratégies leur faisant suivre des conduites différentes pour une même situation ou encore, les poussant à retrouver un *comportement consistant* face à des faits de pensées ou d'actes contradictoires. En effet, pour la croyance commune, les individus présentent un comportement dit *consistant*, c'est-à-dire qu'ils agissent de façon similaire dans des circonstances comparables. Or de nombreuses expériences ont

prouvé qu'il n'est pas possible de prédire le comportement d'un individu en se référant à ses comportements antérieurs, à ses attitudes ou à sa personnalité. Au contraire, la différence peut provenir de la situation ou se situer dans le contexte de l'action. Les travaux de Lewin (op. cit.) ont montré que les individus sont *consistants avec leurs décisions*, dans un phénomène appelé *effet de gel*.

Cet effet se manifeste sous différentes formes : piège abscons, dépense gâchée ou l'escalade d'engagement (Staw, 1976, 1981, 1987). La réplication dans de nombreuses expériences a prouvé la robustesse du phénomène (Joule & Beauvois, 1987), et s'observe chaque fois « *qu'un individu reste sur une stratégie ou une ligne de conduite dans laquelle il a préalablement investi (en argent, en temps, en énergie) et ceci au détriment d'autres stratégies ou lignes de conduites plus avantageuses* » (p. 34).

Parmi toutes les manifestations de l'effet de gel, *l'escalade d'engagement* semble appropriée aux situations dynamiques, et a notamment été étudiée dans les phénomènes boursiers, dans lesquels les individus observés estimaient le plus souvent pouvoir exercer un contrôle sur les événements ou le risque pris (Shapira, 1995). Pour entrer dans une logique d'escalade d'engagement, 5 règles ont été identifiées (Joule & Beauvois, 1998) : «

- 1) *L'individu a décidé de s'engager dans un processus de dépense (en argent, en temps ou en énergie) pour atteindre un but donné.*
- 2) *Que l'individu en soit conscient ou pas, l'atteinte du but n'est pas certaine.*
- 3) *La situation est telle que l'individu peut avoir l'impression que chaque dépense le rapproche davantage du but.*
- 4) *Le processus se poursuit sauf si l'individu décide activement de l'interrompre.*
- 5) *L'individu n'a pas fixé au départ de limite à ses investissements.* » (p. 37).

L'escalade d'engagement, du point de vue de l'activité et des conflits d'objectifs, explique pourquoi les équipes de Tchernobyl, pour réaliser un essai de sûreté, ont volontairement inhibé progressivement les mécanismes de sûreté, sans jamais les réactiver quand la situation le demandait. Ce phénomène permet d'expliquer pourquoi ils ne les ont pas remis en fonctionnement lorsqu'il était devenu nécessaire (et encore possible) de le faire. Il faut remarquer ici que l'escalade d'engagement ne concerne pas une personne en particulier, mais peut s'appliquer à un groupe entier. Ce type de conduite pourrait donc, concerner dans notre étude tant les hommes que les organisations.

Ce même principe se retrouve dans les observations faites par les équipes de sûreté d'EDF lors d'exercices de sûreté confrontant les équipes de conduite à un risque de fusion du cœur (cf. § 2. 3. 3. 3). Les opérateurs devaient réaliser un refroidissement de l'enceinte réacteur par le biais de l'ouverture du pressuriseur (fonctionnement en « gavé-ouvert »). Bien que les procédures indiquent la nécessité de respecter un seuil temporel au-delà duquel l'action perd son efficacité, ils ne la réalisaient pas, repoussant toujours plus dans le temps sa mise en application. Alengry (1988) évoque dans cette situation la « rigidité des attitudes » pour décrire la conduite des opérateurs. En définitive, l'escalade d'engagement traduit une volonté manifeste de réalisation d'objectifs opérationnels mais motivés par des objectifs individuels (lesquels étant soumis aux cinq règles de l'escalade d'engagement de Joule & Beauvois (1998)) les incitant à poursuivre dans ces objectifs.

3.4. Un modèle de l'activité individuelle : le compromis cognitif

La richesse observée dans la diversité des modes d'action adoptés par les individus pour répondre à des situations contraignantes rend complexe le recours à un modèle explicatif. De plus, la nature des situations influence aussi les individus dans leur façon de les gérer. Toutefois, le principe *d'économie cognitive* nous permet ici de réaliser une première synthèse du comportement humain en situation dynamique. La question qui se posait jusqu'ici était de comprendre la co-existence, dans le cadre de la gestion des conflits d'objectifs, de stratégies de gestion et de hiérarchisations d'objectifs observées sur le terrain (§ 2. 5. 3. 1).

3.4.1. L'économie cognitive comme moteur de la décision

L'activité de raisonnement humain suit deux modes distincts. L'un employant des processus peu coûteux (analogie, heuristiques) et l'autre des processus, dont le coût augmentera avec la complexité du raisonnement (raisonnements causaux, hypothético-déductifs). Le principe d'économie cognitive a été étudié sous de nombreuses thématiques, comme celui de la charge mentale, abordé par exemple sous l'angle psycholinguistique de l'utilisation de la mémoire de travail (Kellog, 1988). Ce concept « flou » a d'ailleurs fait l'objet de nombreuses tentatives de quantification, et de grilles d'évaluation, comme celle de l'évaluation de la charge mentale subjective par la NASA-TLX (Task Load index) (Hart & Staveland, 1988). Pour revenir au principe d'économie cognitive, nous retiendrons ici les caractéristiques qu'en donnent les études réalisées en psycholinguistique qui ont mis en lumière le processus d'*automatisation* qui permet de conserver le maximum de ressources. Étudié dans les processus rédactionnels chez l'enfant, les recherches ont montré le déplacement progressif des ressources attentionnelles allant de la production de signes à la production du sens (Passerault, Alamargot, Dansac & Lambert, 1996). Dit autrement, les jeunes enfants mobilisent au début de l'apprentissage la majorité de leurs ressources dans le dessin des lettres. Cette mobilisation va progressivement diminuer avec l'acquisition des automatismes nécessaires à la production grapho-motrice pour s'orienter sur des processus de contrôle de plus haut niveau, comme celui de l'orthographe ou de la grammaire. Ces observations ont confirmé que *l'automatisation de processus récurrents* est une *caractéristique centrale* dans le principe de *l'économie cognitive*.

Dans la résolution de problèmes, un type de raisonnement fréquemment utilisé est celui de l'analogie, connu sous le terme de *pattern matching*. Par ce mode de raisonnement s'établit une recherche de mise en correspondances de similarités entre la situation rencontrée (problème cible) et des événements déjà vécus et pour lesquels des solutions ont été appliquées (problème source) (Ehrlich, M. -F, Tardieu, H., Cavaza, M., 1993 ; Richard, 1990). La fréquence et le caractère irrépressible de ce mécanisme témoignent du peu de ressources nécessaires à son emploi. D'autre part, le raisonnement déductif, plus coûteux sera mobilisé en cas de faillite du raisonnement analogique (Raufaste & Hilton, 1999). Il fera appel à plusieurs stratégies d'évaluation de critères de choix (Montgomery, 1983) dont la performance sera modulée par les effets de la rationalité limitée et l'emploi d'heuristiques.

En conclusion, l'activité humaine en situation opérationnelle va naturellement tendre vers des modes de résolution d'autant moins coûteux qu'il y aura, d'un point de vue cognitif, de paramètres à intégrer dans le cours de l'activité (acquisition de données, travail en équipe...). La limitation des capacités cognitive est modulée par l'emploi de stratégies ou d'heuristiques issues de la pratique et de la recherche d'une régulation de l'activité (réduction de la pénibilité au travail). La conduite classique est celle d'une recherche de l'économie, tant physique que cognitive. Elle prend la forme d'une recherche du compromis permettant un rendement acceptable pour un effort minimal et un risque contrôlé : *« l'opérateur préfère - dans les cas qu'il sait sans graves conséquences potentielles - accepter de commettre des erreurs en les détectant après coup et bénéficier d'un fonctionnement basé sur les habitudes, plutôt que de devoir utiliser un fonctionnement basé sur les règles, extrêmement contrôlé, lent, coûteux en ressources et fatigant. »* (Amalberti, 2001, Pp. 193-194). Ces considérations nous permettent d'avancer que le modèle le plus enclin à apporter la vision d'ensemble sur l'activité des opérateurs est celui du *compromis cognitif* d'Amalberti (1996, 2001).

3.4.2. Le compromis cognitif : rechercher la satisfaction du principe d'économie cognitive

Le modèle du compromis cognitif (Amalberti, 1996, 2001) propose une approche dans laquelle les opérateurs cherchent à contrôler au mieux leur activité tout en évitant d'y investir trop de ressources. Ce type de conduite implique l'acceptation d'une part de risque (celui de ne pas pouvoir gérer totalement la situation) tout en faisant en sorte de le contrôler. Ainsi, le modèle se compose de deux volets, l'un caractérisant l'activité de l'opérateur, *activité finalisée* par la recherche d'une satisfaction de buts pas toujours conciliables, et un autre volet regroupant les facteurs permettant de réaliser au mieux le but fixé par l'activité finalisée.

3.4.2.1. L'activité finalisée

Amalberti avance que tout individu accomplit des activités motivées par des objectifs. Que ces objectifs soient professionnels ou personnels, ils *finalisent* l'activité par la motivation qu'ils y apportent dans sa réalisation. De part la pluralité des objectifs, cette représentation de la finalisation de l'activité se complexifie rapidement, d'autant plus que tous les objectifs ne sont pas toujours clairement identifiables. Citant Rasmussen (1990), Amalberti considère que les objectifs de « survie », et leur décomposition en objectifs à court terme (éviter les fautes ou les situations fatales) et à long terme (se préserver de la fatigue), interagissent avec les autres objectifs en les modulant fortement, et agissent toujours en arrière plan de l'activité des opérateurs.

3.4.2.2. La gestion du compromis cognitif

La gestion du compromis cognitif, second volet du modèle, se réalise à deux niveaux. Le premier regroupe trois principes qui décrivent comment un opérateur, à travers une prise de risque constante, réalise une tâche à un coût cognitif acceptable vis à vis de ses ressources et des conséquences physiologiques de la fatigue. Le premier principe est *l'économie cognitive* permettant la mise en œuvre d'une conduite automatisée. Le second principe découle du premier, c'est une *réduction de la complexité* de la situation. Cette réduction permet à l'opérateur de superviser une situation de façon plus globale, et le cas échéant, de

se focaliser sur un aspect de la conduite et à ce moment là d'augmenter le niveau de détails, ce qui devient alors plus coûteux mais nécessaire. Enfin, le troisième principe est *l'anticipation*, qui permet de prévenir les situations potentiellement problématiques qui auraient été coûteuses à résoudre si elles n'avaient pas été gérées préventivement.

Le second niveau du modèle concerne les aspects en lien avec la *défense en profondeur* (d'un point de vue psychologique). Cette défense en profondeur, chez l'individu, est un ensemble de mécanismes et d'heuristiques qui permettent de contrôler les risques *internes* et *externes* qu'il a accepté de prendre. Le *risque externe* est ce que l'on appelle habituellement la notion de *risque d'accident*, c'est la partie objective car quantifiable du risque (arriver près d'un seuil de limite de sûreté par exemple). Le *risque interne* est lui subjectif et donc varie d'un individu à un autre. Ce risque connaît deux axes. L'un correspond au risque de ne pas disposer des savoir-faire en lien avec l'action escomptée. Ce risque s'apprécie par anticipation, au moyen de mécanismes métacognitifs (savoir que l'on est capable de réaliser une action ou non). L'autre axe correspond au risque du manque de contrôle des ressources disponibles destinées au contrôle de la situation. Amalberti identifie ce risque comme émergeant au cours de son exécution et de ce fait reste difficile à anticiper.

Dans cette seconde partie du modèle, deux principes, relevant de l'expérience, sont identifiés pour réaliser cette défense. Le premier concerne des défenses qui permettent *d'accepter un risque* de départ. Ces défenses proviennent des métaconnaissances (Valot, 1998 ; Valot, Grau, & Amalberti, 1992), de l'expérience et de la confiance que l'on accorde à soi-même et aux systèmes. Le second principe concerne des défenses permettant *de contrôler la prise du risque accepté au départ* lors de l'exécution, et d'éviter la perte de contrôle du risque accepté.

3.4.3. Remarques sur ce modèle

Les caractéristiques de ce modèle sont suffisamment larges pour recouvrir *a priori* l'ensemble des thématiques soulevées par la gestion des conflits d'objectifs. Nous avons ainsi identifié que les conflits s'inscrivaient, dans l'activité des opérateurs, par le biais d'une recherche d'adaptation à la dynamique de la situation. Les observations classiquement admises montrent que les opérateurs doivent régulièrement prendre des risques dans leur activité ou plus généralement transgresser des règles pour continuer à assurer leurs objectifs opérationnels. Le modèle cadre ici proposé répond à cela par le biais de la notion d'acceptation et de gestion du risque.

Toutefois, ce modèle présente des limites du point de vue du domaine psychosocial, en ne proposant pas de façon explicite les conduites en lien avec le phénomène de l'effet de gel. Or ces conduites font prendre des risques (dans certaines situations) ou réduisent les solutions des individus, notamment lorsqu'il s'agit de prendre une décision ou de revenir sur une stratégie. Cependant, ceci peut s'expliquer par d'autres dimensions, comme celles de l'économie cognitive, présente dans ce modèle.

3.5. Un candidat à la modélisation du mécanisme des conflits d'objectifs

En dehors des modèles centrés sur les effets de la dimension dynamiques d'une situation sur les processus décisionnels, Reason (1993) propose une représentation de la prise de décision basée sur le dilemme. Les conflits d'objectifs font partie de ces situations ou faits de pensées plaçant les opérateurs ou les décideurs face à des dilemmes. Plutôt que de présenter la décision comme un choix pour une option au détriment d'une ou plusieurs autres, paradigme classique dans les études expérimentales sur la décision (cf. §3. 3. 1. 2), Rasmussen propose une vision plus proche des thématiques de terrain que rencontrent les décideur, celles d'une recherche d'un compromis acceptable *au travers d'une attributions des ressources disponibles* à différentes options.

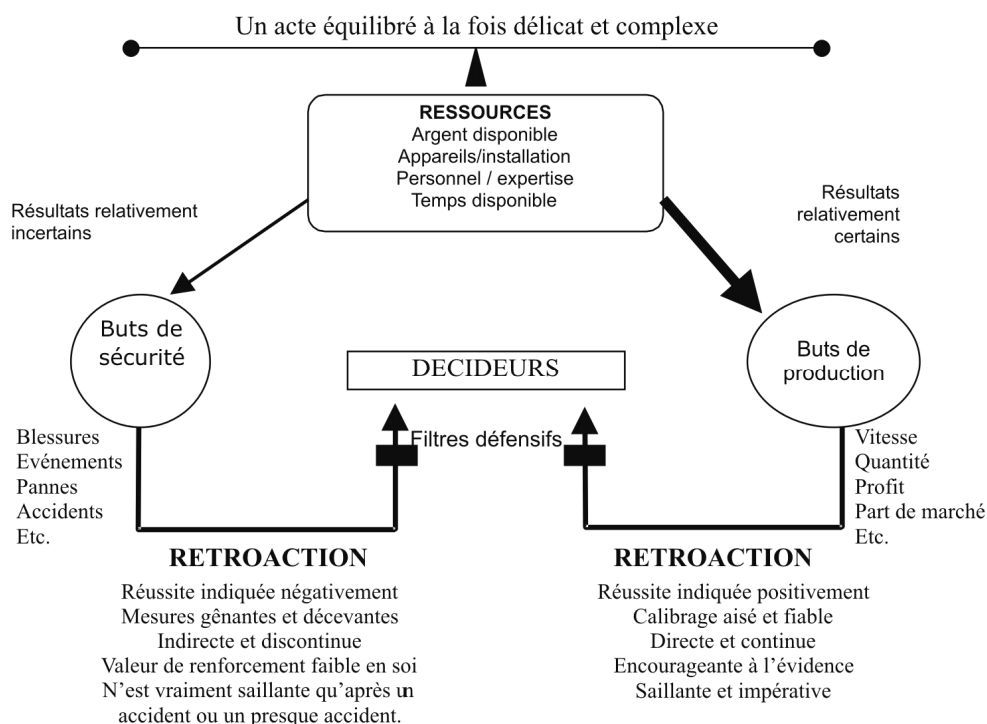


Figure 13 : modèle des « décisions erronées » (Reason, 1993) : facteurs contribuant aux décisions erronées de haut niveau.

Le modèle de Reason présente une mise en balance entre deux objectifs (sécurité et production) pour lesquels des ressources doivent être attribuées. Cependant, cette attribution va être conditionnée par le « retour sur investissement » (boucles de rétroactions) que vont apporter ces objectifs. Or les rétroactions ne peuvent être équitablement comparées car leurs modes d'évaluation sont différents. Les décideurs prennent alors en compte les rétroactions pour établir leurs choix, que Reason qualifie de «*décisions erronées*». En effet, les investissements concédés à la sûreté vont dans le sens d'une réduction des incidents ou de blessures pour le personnel. C'est donc une réussite qui ne se remarque pas. Par contre, les efforts consentis à l'amélioration de la production présentent un retour bien plus aisément quantifiable, comme la réduction des coûts de production et l'augmentation des marges bénéficiaires. En conséquence, les décideurs

auront tendance à choisir les options qui leur permettront d'obtenir des résultats « quantifiables », et qui s'évaluent plus sur le court terme que le long terme. En résumé, ces dilemmes sont exacerbés par deux facteurs :

- **la certitude d'un résultat** : les ressources affectées à l'augmentation de la productivité ont des résultats relativement certains à l'inverse de celles destinées à augmenter la sécurité qui n'en ont pas, ou du moins à court terme. Cela est dû pour une large part, à la contribution de facteurs aléatoires dans la causalité des accidents, rendant d'autant plus complexe la prévention des risques par leur anticipation.
- **la nature de la rétroaction** : les retours générés par la poursuite des buts de production sont généralement dépourvus d'ambiguïté. Ils sont rapides et (quand les nouvelles sont bonnes) hautement renforçant. Par contre, la rétroaction produite par la recherche et l'application de solutions destinées à l'amélioration de la sécurité est négative et même contraignante pour l'activité, en particulier lorsqu'elle suit un accident majeur ou des incidents en chaîne. La rétroaction de la production, à de rares exceptions près, est toujours majorée vis à vis de celle de la sûreté. Cela rend le contrôle de la sécurité par la direction extrêmement difficile.

Selon Reason (op. cit.) les objectifs de production et de sécurité sont clairement compatibles sur le long terme, mais comme les ressources sont finies, les chances pour qu'il y ait des conflits d'intérêts sont nombreuses dans le court terme. Dans pareilles situations, les ressources qui seront allouées pour satisfaire les conditions de production risquent de diminuer celles de la sécurité ou l'inverse. Ce modèle ne s'arrête pas aux limites du domaine de la gestion. En effet, la recherche d'un gain au prix d'une décision risquée nous renvoie aux thématiques du compromis cognitif, mais aussi à notre définition du conflit d'objectifs, pour laquelle la recherche de la satisfaction d'un objectif aura comme conséquence la dégradation d'un autre.

Le modèle de Reason présente des caractéristiques comparables à notre définition du conflit d'objectif qui présente une *mise en balance* des objectifs : la satisfaction que l'on tentera d'apporter à l'un ne se fera pas sans causer de dégradation sur autre. Le modèle de Reason présente en conséquence la décision comme la recherche d'un équilibre, visant un compromis acceptable pour les différents objectifs. Mais des facteurs aggravant (les rétroactions) vont biaiser la décision en focalisant l'attention sur un objectif particulier, lui donnant de fait la priorité (exemple de la productivité). Or cette focalisation ne résout pas le conflit et crée alors un déséquilibre, c'est la conséquence de cette « décision erronée ».

Cette métaphore de la balance peut être ici un moyen pour représenter le mécanisme de la gestion d'un conflit d'objectifs. Elle nous incite à prendre en considération le *lien* entre les objectifs qui jusque là était resté en arrière plan. Dans le modèle de Reason, ce lien se définit comme des *ressources* (financières, techniques, personnel, temps) investies dans le maintien ou l'amélioration d'objectifs spécifiques. La gestion d'un conflit doit-elle alors se résoudre à toujours passer par une répartition optimale des ressources ? Dans pareil cas, la solution « d'équilibre » proposée par le compromis est-elle la seule possible ou la plus évidente ?

3.5.1.1. L'adaptation du modèle de la décision erronée pour la représentation des conflits d'objectifs

Pour modéliser la logique de fonctionnement des conflits d'objectifs, nous partirons du modèle de Reason (1993) qui emploie la métaphore de la balance entre deux objectifs.

Prenons par exemple la nécessité d'augmenter la productivité en poussant un système de production à ses limites, voire à les dépasser pendant un temps donné. Dans ce dernier cas, la productivité va augmenter au détriment des règles de sécurité du système, lequel risquant de subir des dégradations à cause du dépassement de ses limites de fonctionnement. La logique est donc celle d'une balance, que l'on peut représenter ainsi :

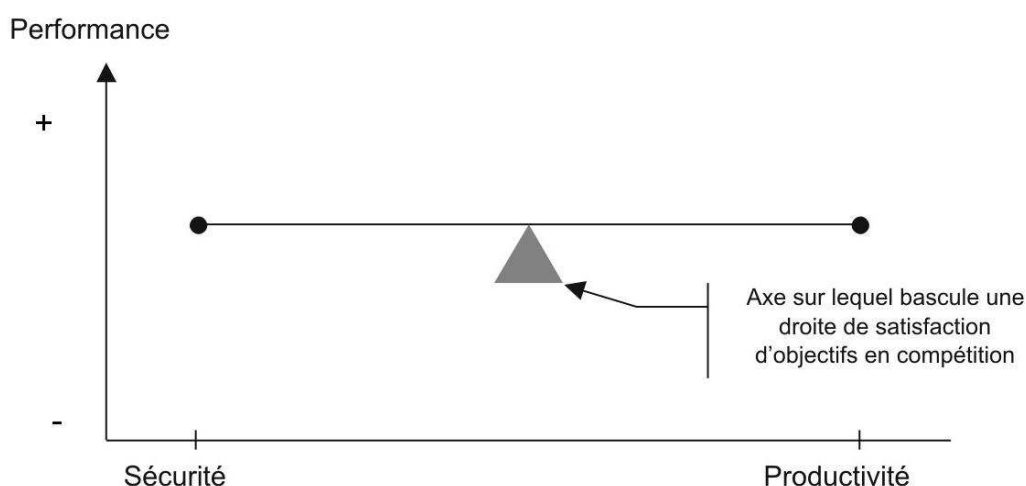


Figure 14 : la métaphore de la balance entre deux objectifs (ici sûreté et productivité).

Les variations de l'état d'un objectif se feront en fonction de celui qui est modifié. Dans le cas d'une balance traditionnelle, elles suivent deux tendances (positive ou négative) :

Modification de l'objectif 1		
	+	-
Effet sur l'objectif 2	-	+

Par contre, dans la réalité, la réduction de la cadence voire l'arrêt de la production, ne portera pas atteinte à la sûreté¹⁹ puisque l'on en respectera les limites. Mais c'est alors la productivité qui en pâtira. Mais il existe des situations pour lesquelles cette logique de balancier n'est pas toujours vraie. Dans notre exemple mettant en scène sécurité et productivité, cela revient à employer une technique permettant d'augmenter la production sans que cela présente de conséquences sur la sécurité. La prise en compte de ce cas de figure dans notre modèle est essentielle pour en assurer sa validité écologique.

Pour que notre modèle puisse rendre aussi compte de ce type de configuration, il faut en modifier une propriété centrale : celle de considérer que l'axe n'est pas fixement placé au

¹⁹ Bien qu'il existe des situations « exceptionnelles » comme dans les réacteurs nucléaires soviétiques (RMBK) à technologie « graphite gaz ». Ces réacteurs ont la particularité d'être neutroniquement instables lorsque la puissance nominale totale de la tranche est autour des 20%. Le risque dans cette phase de faible production est de provoquer spontanément une accélération de la réaction nucléaire, comme cela fut le cas pour Tchernobyl (Llory, 1997 ; Libman, 1996b).

milieu de la droite des objectifs, mais que les bords de la droite se déplacent verticalement, donnant au bord opposé la fonction d'axe. Cette caractéristique augmente donc le champ des évolutions possibles pour deux objectifs donnés, comme présente le tableau suivant en intégrant comme dimension supplémentaire, au tableau précédent, celle d'une absence d'effet (\emptyset) :

		Modification de l'objectif 1			Légende : + : action ou effet positif - : action ou effet négatif \emptyset : action ou effet nul
		+	-	\emptyset	
Effet sur l'objectif 2	+	+/+	+/-	+/ \emptyset	
	-	-/+	-/-	-/ \emptyset	
	\emptyset	\emptyset /+	\emptyset /-	\emptyset / \emptyset	

La représentation des états que peuvent désormais atteindre les objectifs dans notre modèle semble répondre *a priori* à tous les cas de figures possibles, y compris ceux que l'on rencontre en situations dynamiques où ne pas agir revient néanmoins à réaliser une action (\emptyset /+ ; \emptyset /- ; \emptyset / \emptyset).

Pour présenter l'illustration de la logique des conflits avec notre modèle, nous prendrons une situation classique tirée de la conduite automobile.

La conduite automobile et les conflits d'objectifs.

La figure 14 présente la conduite sur une route par beau temps. Le conducteur roule à une vitesse normale sur autoroute (130KM/H) compatible avec les objectifs de sécurité (contrôle de distance, capacité de freinage et de reprise en main du véhicule...) et de performance (arriver à l'heure), correspondant ici à la « productivité ».

Le temps se dégrade, et une forte pluie s'abat alors sur la chaussée. Les conditions de sécurité ne sont plus respectées, du fait de la perte d'adhérence du véhicule sur la chaussée et de la diminution de visibilité. Réduire la vitesse s'impose mais cela risque d'avoir des conséquences sur l'heure d'arrivée.

Cet exemple au départ ne présente pas de conflit d'objectif. Par contre, l'arrivée de la pluie et le maintien de la vitesse de la voiture instaure une situation conflictuelle. Si l'on reprend la métaphore de la balance classique, l'axe de rotation de la droite est confondu avec l'objectif de productivité. Seule la satisfaction de la sûreté sera dégradée :

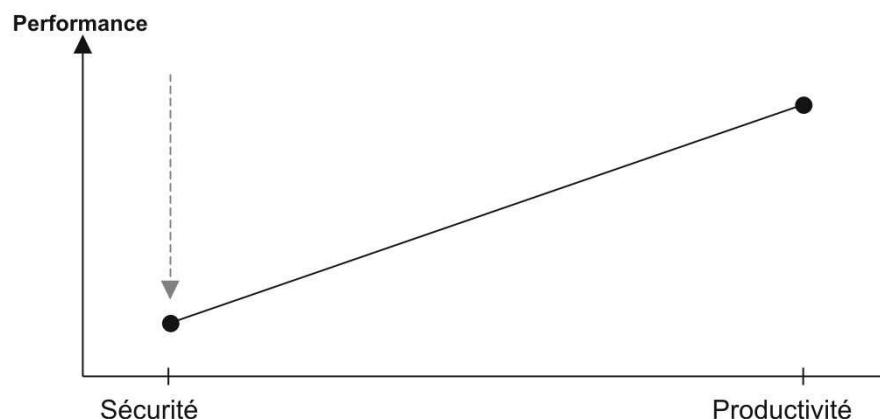


Figure 15 : Dégradation de l'objectif de sécurité.

Tant que le conducteur conserve sa vitesse malgré la dégradation du temps, il enfreint la loi. La contrainte de temps l'incite à conserver sa vitesse. Il y a ici un conflit entre des objectifs personnels (désir d'arriver à l'heure) et légaux (respecter le code de la route).

Du point de vue opérationnel, le conflit d'objectifs va se manifester lorsque le rétablissement de la sécurité entraînera une dégradation de l'objectifs de productivité (arriver à l'heure). Il faut alors rechercher un compromis qu'illustre l'axe dans notre modèle. En intervenant sur la vitesse il devient possible de trouver un nouvel équilibre présentant un état optimal vis-à-vis de la situation. Nous employons le terme « *optimisé* » pour désigner une situation de *compromis*, impliquant une satisfaction moyenne des objectifs. A l'opposé, nous emploierons le terme *nominal* pour définir une satisfaction maximale.

Dans notre exemple, la vitesse est un paramètre commun aux deux objectifs (une *ressource* dans le modèle de Reason). Cependant, cet état optimal revient à dégrader la productivité pour restaurer la sécurité (Figure 14). Avec l'amélioration des conditions climatiques, la performance générale des objectifs alors réduite pour répondre aux contraintes sécuritaires pourra de nouveau revenir à son état initial.

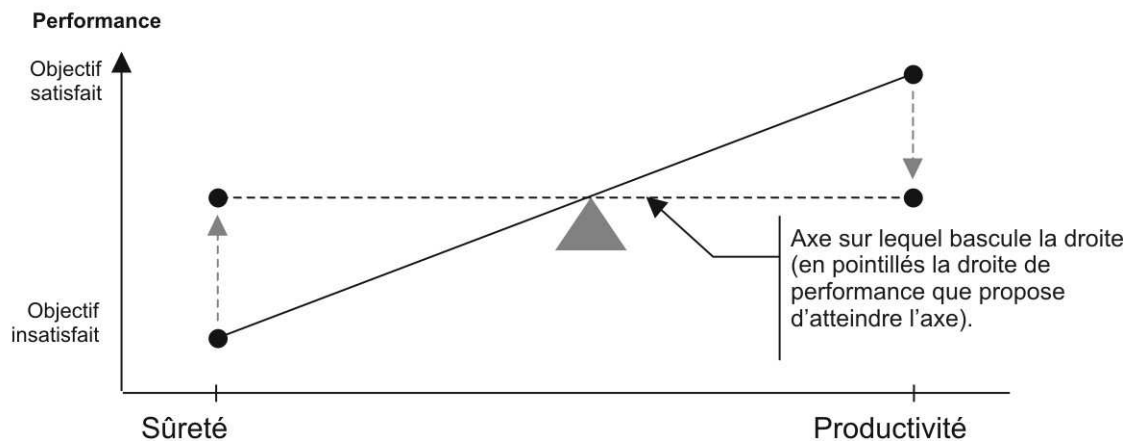


Figure 16 : Principe des vases communicants.

La représentation ci-dessus est typique du compromis, où l'on tente de trouver une voie médiane, pour satisfaire aux différentes contraintes que sont le climat, la capacité à garder le contrôle du véhicule, le respect des règles autoroutières. La gestion de la situation porte alors sur un paramètre commun aux deux objectifs, la vitesse. Mais ce modèle montre qu'il existe d'autres solutions applicables pour sortir de la recherche du compromis et des moindres satisfactions qu'il apporterait.

Si l'on procède à un enrichissement du modèle pour l'adapter pleinement à cet exemple, il convient de prendre en compte le respect de la légalité (réglementation routière). Il ne s'agit donc plus d'une gestion de 2 objectifs, mais 3 (sur la base de la situation initiale – Figure 14) :

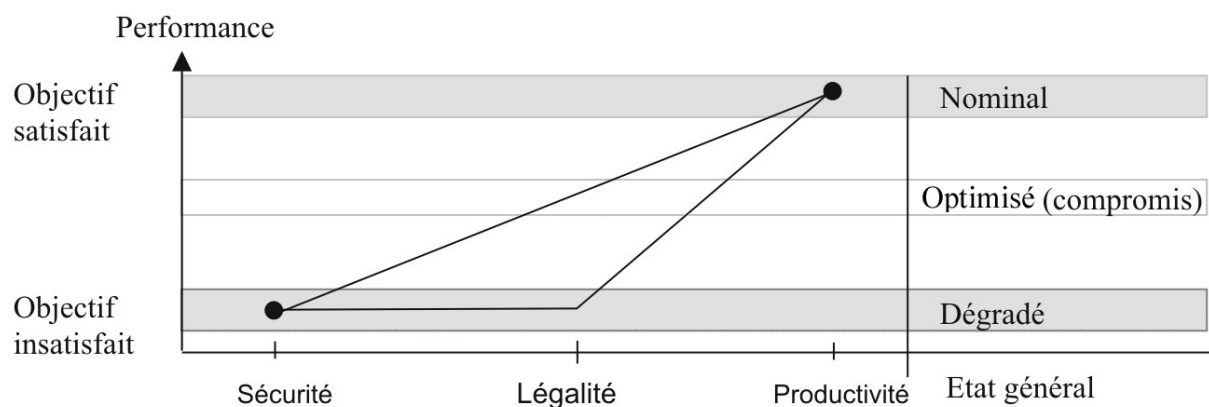


Figure 17 : enrichissement du modèle.

Il est possible de restaurer un objectif dégradé en agissant sur les paramètres qui le composent. Ici un des paramètres qui est en cause dans la dégradation de la sécurité est l'adhérence du véhicule sur route mouillée. Pour parer aux risques de perte de contrôle du véhicule, la réglementation impose une réduction de la vitesse. La conservation de cette vitesse malgré le temps dégrade donc les objectifs liés à la sécurité et à la légalité. Toutefois, dans l'absolu, changer les pneumatiques classiques par des pneumatiques spécifiques pour les routes humides permet de restaurer en tout ou partie la sécurité (Figure 18).

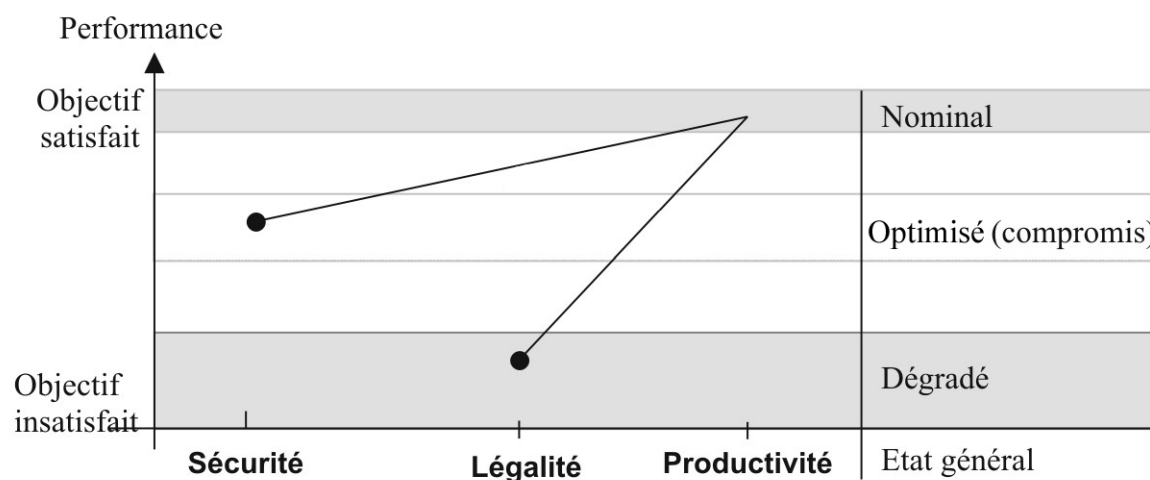


Figure 18 : Restauration de la sécurité

Dans une telle situation il est pratiquement possible de satisfaire la productivité. Mais les aspects réglementaires du code de la route ne tiennent pas compte de tels paramètres (pneus anti-pluie). La règle impose de fait une réduction de la vitesse pour tous les usagers de la route. D'autre part, certains paramètres en lien avec la sécurité restent inchangés, comme par exemple la visibilité ou la prise en compte des distances de freinage des autres véhicules. C'est pour cette raison que la figure 18 représente l'objectif de sécurité dans l'espace des solutions optimisées (vis-à-vis de la situation) et non nominales.

3.5.1.2. Remarques sur ce modèle

Le modèle que nous proposons tente, sur la base d'une métaphore de balancier, de caractériser dans une situation, un axe désignant une ressource spécifique à un ou plusieurs objectifs et dont la modification permettrait de trouver pour une situation donnée un comportement de l'individu ou du système qui soit homogène, cohérent (Caractérisation d'un l'Axe pour reTrouver un Comportement Homogène – CATCH). Il s'agit là d'un modèle qui se veut qualitatif, dont la validité passera par une confrontation à des cas réels.

La motivation à l'origine de CATCH est de tenter de proposer une représentation de la logique des situations conflictuelles. Son intérêt réside essentiellement dans la capacité figurative qui permettra de représenter des situations conflictuelles de façon synthétique. Un autre intérêt que présente ce modèle est sa capacité à pouvoir répondre à la question que nous soulevions sur l'écart pouvant exister entre la situation réelle et la représentation que peuvent en avoir des opérateurs. Par ce modèle nous pensons pouvoir disposer d'un outil qui nous permettra de comparer deux modèles de situations (effective et représentée) et les objectifs leur appartenant.

3.6. Synthèse et problématique

L'objectif initial de cette thèse était d'identifier les conflits d'objectifs dans l'exploitation de réacteurs nucléaire, et les principes ou les pistes de solutions à suivre pour soutenir l'activité des opérateurs. Cependant, les premiers éléments recueillis montrent qu'il n'est pas concevable de dissocier les opérateurs de leur environnement de travail. La prévention et la gestion des conflits d'objectifs passe alors par la compréhension de l'impact environnemental sur l'activité ainsi que les processus cognitifs et sociaux en jeu chez les opérateurs. Ceci a donc donné lieu à une reformulation de la problématique, et a permis de définir, par l'étude de l'activité, la façon par laquelle réaliser cette recherche.

3.6.1. Une reformulation de la problématique initiale

Au cours de la définition du positionnement de l'étude, il n'est pas apparu concevable de l'aborder en cherchant uniquement à apporter une amélioration au niveau individuel. Bien que l'on cherche à apporter des éléments de réponse pour soutenir les *opérateurs*, cela ne peut se faire sans aborder *l'environnement* dans lequel ils réalisent leurs *tâches* et le lien de réciprocité qui les unit (Guérin *et al.*, 1997). Cette réciprocité nous pousse à reformuler en partie l'objectif initial de cette recherche pour prendre en compte l'aspect *organisationnel* dans la problématique générale. Cette dimension organisationnelle élargit le focus non plus uniquement sur les opérateurs en charge de la conduite du réacteur mais sur les équipes responsables de l'exploitation du réacteur. En effet une équipe de conduite travaille en collaboration avec d'autres équipes, qu'elles soient de terrain (rondiers, équipes de maintenance...) ou fonctionnelles (administration, direction...). Toutefois, bien que le domaine d'étude concerne les installations nucléaires, il semble qu'il sera possible de transposer une grande partie de cette étude, moyennant toutes les précautions d'usage, dans d'autres domaines industriels ou en psychologie ergonomique. Ceci en particulier dans les processus cognitifs sollicités dans la gestion de situations incertaines et fortement contraintes.

3.6.2. L'activité comme clef de voûte entre l'homme et l'organisation

L'activité, par sa position centrale entre une organisation prescrivant une tâche, et l'individu devant l'exécuter, apparaît comme le moyen d'aborder *l'origine* des conflits d'objectifs. Nous évoquons au tout début de cette thèse le lien entre la richesse de l'environnement et la probabilité d'apparition des conflits d'objectifs. La réduction de cette richesse (en terme d'éventail de situations probables) dans un environnement industrialisé fortement réglementé semblait être une solution pour maîtriser les causes des conflits. Or l'homme fait partie de l'environnement et contribue fortement à cet enrichissement. En fonction des aléas qu'il rencontre dans son activité, l'homme met en place des stratégies visant la réalisation des objectifs opérationnels en parallèle d'une régulation générale de l'effort nécessaire à la réalisation de l'activité (Reynaud, 1988, Hoc & Amalberti, 1994, Journée 2000). En cela, les activités de régulation peuvent conduire les opérateurs à transgresser ou contourner les règles (violations) pour faire cadrer les objectifs personnels dans les objectifs opérationnels (Bourrier, 1999 ; Reason, 1993, Girin & Grosjean, 1996).

Le contournement de règles, en particulier de sécurité ou de sûreté, exposant l'individu à un risque, résultent de situations conflictuelles facilement identifiables. Les motivations en arrière plan sont ici nombreuses. On pose alors ici la question de la définition d'un schéma général, décrivant la prise de risque, qui ne soit pas uniquement basé sur un principe économique.

Ces transgressions sont motivées et réalisées à partir d'une acceptation et d'une gestion du risque encouru (Amalberti, 1996, 2001). Les opérateurs suivent deux logiques de résolution, faisant appel à différentes ressources ou mécanismes cognitifs. La piste d'une recherche d'économie cognitive semble apporter ici une première réponse à l'orientation que va suivre un opérateur vers l'une ou l'autre de ces deux logiques. Un autre élément de réponse nous est fourni par la modélisation du diagnostic en situation dynamique (Hoc & Amalberti, 1997). Ce modèle montre que les stratégies de résolution et de régulation dépendront de la perception et l'évaluation de la dynamique temporelle de l'activité. Néanmoins, il fait encore largement appel à la représentation d'un opérateur en situation de diagnostic/résolution d'une situation opérationnelle. Il n'intègre pas, du point de vue de notre problématique, la dimension compétitive pouvant survenir entre des objectifs opérationnels et individuels.

Nous avançons ici l'hypothèse que les *objectifs individuels* vont moduler l'activité que décrit le modèle de Hoc & Amalberti, en particulier dans la définition et la gestion des priorités. Il nous appartiendra alors de découvrir l'articulation, si elle existe, entre les deux types de logiques de résolution qui nous semblent en compétition ou de les reconsidérer sous la forme d'un mode de résolution unique. Dans les deux cas, la question du mécanisme de hiérarchisation entre le choix des objectifs et celui des mécanismes mobilisés au sein des stratégies employées restera à démontrer.

La transgression volontaire des règles n'est pas le seul aspect imputable aux conflits d'objectifs que l'on retrouve dans l'activité. Notre première approche organisationnelle a soulevé la question des contraintes émergentes dans l'environnement d'un système sociotechnique. Ces contraintes organisationnelles se manifestent sous diverses formes comme la pression hiérarchique (productivité, sûreté, qualité) ou plus en amont, lors de la conception des systèmes, de solutions de fonctionnement retenues qui ne correspondent

pas aux besoins des opérateurs. Au final on retrouvera au niveau de l'activité des opérateurs pris en tenaille entre le devoir d'application des directives de la hiérarchie et les contraintes imposées par les systèmes techniques.

La question de l'origine des conflits opérationnels, abordée par le thème classique en ergonomie de l'écart entre la tâche prescrite et l'activité réelle s'intéressera à la cohérence entre ces directives et, si ce phénomène est observé de façon récurrente, des différentes formes que cela revêt dans l'activité.

Toujours du point de vue organisationnel, tout système technique est issu d'un projet industriel qui a rencontré, lui aussi au cours de son développement, son lot de contraintes et de conflits. De fait, tout système possède des failles, des faiblesses non identifiées qui pourront se manifester un jour dans l'exploitation (Didelot, 2001 ; Papin, 2000). Il ne s'agit pas ici des événements redoutés que cherchent à parer les études probabilistes de sûreté, c'est-à-dire des événements déterminés à l'avance et dont l'ensemble des causes et conséquences sont évaluées une à une. Il s'agit plutôt des événements insignifiants qui, par une association de circonstances mettent en péril (à divers degrés) un système dit fiable. Ces événements insignifiants peuvent être les conséquences de conflits d'objectifs.

La question qui se pose ici est tout aussi intéressante que paradoxale. Elle intéressera plus particulièrement un débat épistémique, mais trouve néanmoins sa place dans notre étude. Rechercher à éviter les conflits d'objectifs dans l'exploitation part d'une démarche louable d'amélioration de la sûreté. Mais elle pose la question, qui n'est pas inconnue des ergonomes, de la sur-fiabilité des systèmes et de l'impact que cela peut avoir sur les opérateurs : en terme de sur-confiance dans les systèmes, de perte ou d'émoussement des compétences dans la conduite (qui dérive en supervision) d'un système dit sûr. L'évolution technique de la fiabilité va dans le sens de l'amélioration des systèmes et l'anticipation des conséquences de cette évolution doit se faire maintenant pour que l'homme puisse toujours pouvoir et savoir comment reprendre la main lorsque l'automatisme sortira de ses limites de fonctionnement. La gestion des conflits d'objectifs constitue ici la limite entre deux mondes. Celui de l'activité naturelle de l'homme, pour qui l'apprentissage et l'activité passent par une série d'essai erreurs et de dépassement des limites imposées, et de l'autre, le fonctionnement de systèmes à risques pour lesquels l'erreur est intolérable en raison de l'ampleur des conséquences possibles.

3.6.3. Les orientations de cette étude

Nous aborderons la partie empirique de cette recherche en commençant par nous intéresser à l'aspect organisationnel, puis nous nous tournerons vers l'individu. Cet ordre n'est pas arbitraire puisqu'il consiste à présenter en premier lieu le « cadre » dans lequel se déroule l'activité pour ensuite se focaliser sur l'activité, et donc ses acteurs. Cette prise en compte en priorité des aspects organisationnels servira de base pour comprendre plus aisément les situations de travail que nous aborderons dans le second volet de la partie empirique.

Les aspects organisationnels seront abordés sous l'angle d'une analyse de cas d'accidents connus, mais analysés sous l'angle de notre problématique, de façon à faire ressortir les conflits d'objectifs qui en sont à l'origine. Le peu d'accidents de grande ampleur que l'on peut trouver dans le nucléaire nous a fait choisir deux cas hors nucléaire mais qui sont à

notre avis représentatifs des mécanismes en jeu. Cette revue de grands cas se terminera par deux cas tirés du nucléaire, un récent qui commence à être connu dans la littérature, et une étude de terrain (qui n'est pas un cas d'accident) que nous avons réalisé sur une installation nucléaire qui clôturera cette partie organisationnelle. Ces deux cas permettront d'introduire dans l'approche organisationnelle une première vision de l'activité et des conflits qu'on y rencontre.

L'aspect individuel sera abordé dans une seconde partie. Il s'emploiera à répondre aux questions soulevées ici au moyen de techniques d'entretiens, d'analyses de situations incidentelles simulées, et se conclura par l'étude d'un incident sur lequel nous sommes intervenus.

4. ETUDES EMPIRIQUES

A little less conversation, a little more action please
(Elvis Presley)

4.1. Démarche empirique

Quelles peuvent être les méthodes d'investigations envisageables pour étudier les conflits d'objectifs ? Cette question s'est longtemps posée durant cette recherche, tant les craintes de passer à côté du but ou d'emprunter la mauvaise voie étaient récurrentes. Les problèmes rencontrés dans une étude spécifiquement réalisée pour étudier l'effet des conflits (Weber, 1999) nous laissaient perplexes quant aux techniques d'investigation sur simulateur, notamment la complexité de mobilisation de personnel qualifié et de matériel classé confidentiel, ainsi que la difficulté dans la mise au point de scénarios appropriés qui soient suffisamment réalistes pour conserver l'implication des opérateurs. Le risque face au déploiement de tels efforts étant au final d'obtenir des résultats comparables à ceux de l'étude de Weber (1999), en particulier à cause des biais induits par le désirabilité sociale dans le comportement des opérateurs.

L'observation pure, relevant soit des pratiques issues de l'anthropologie cognitive située, comme le *cours d'action* (Theureau, 1992), soit de l'analyse de l'activité, risquaient aussi de donner des résultats en demi-teinte par rapport aux conflits possibles entre les objectifs individuels et opérationnels, soit de perdre beaucoup de temps à ne pas observer la bonne situation. La solution retenue a consisté à identifier différentes techniques de recueil de données afin d'identifier leurs points forts pour couvrir les faiblesses des autres par croisements. Le champ d'investigation étant large, il n'était pas non plus concevable de se cantonner à une seule méthode.

4.1.1. Recherche et recueil de données

L'investigation dans la problématique des conflits d'objectifs revient à identifier au cours de l'activité, qu'elle soit observée ou relatée, les objectifs en présence et les catégories auxquelles ils se rattachent (organisationnels, opérationnels, individuels). Plusieurs démarches sont alors possibles pour réaliser le recueil de données :

1. l'observation de terrain,
2. l'analyse de retour d'incidents,
3. la simulation,
4. les entretiens.

En nous référant au cadre théorique, ces solutions classiquement envisagées présentent des points positifs, mais aussi négatifs, auxquels nous proposons des moyens pour en réduire ou contourner les effets :

1. L'observation de terrain

Les opérateurs n'aiment pas être observés, tout au moins au début d'une intervention. Une présentation de l'étude et de l'intervenant est nécessaire, sans quoi ils réalisent au début de la campagne d'observations, leurs tâches avec plus d'application et d'attention qu'au naturel. Cela tient à la crainte existant vis-à-vis de l'intervenant et du risque qu'il présente par un rapport qu'il peut faire auprès de la direction (crainte des sanctions). Ceci peut être contourné en établissant un contrat moral de confidentialité entre l'intervenant et les

opérateurs. La désirabilité sociale joue aussi un rôle important car, par sa seule présence, l'observateur rajoute des contraintes à l'opérateur. Celui-ci veut montrer sa capacité à réaliser la tâche, il cherchera peut-être à sympathiser... La présence sur le long terme, la familiarisation de l'intervenant avec les équipes peut permettre de réduire en partie cet effet.

Un autre facteur de complexité pour l'investigation concerne tout ce qui touche à la connaissance et la compréhension de l'activité, le langage opératif et le procédé. Comprendre, pour ce qui concerne notre étude, le fonctionnement d'un réacteur nucléaire peut se faire à plusieurs niveaux, allant des connaissances générales sur les grands principes, jusqu'aux aspects fins de la conduite et de l'exploitation. Or le niveau d'identification des conflits ira de pair avec le niveau de finesse que l'on a de la compréhension du processus, de l'activité et de l'organisation. Le risque que l'on avait identifié ici était de réaliser des immersions de longue durée qui n'auraient permis d'apporter que des retours d'expérience de « surface » à cause de ce manque de connaissance technique et opérationnelle. Le manque de connaissances techniques peut aussi avoir des conséquences sur la profondeur des entretiens *a posteriori*, comme dans le cas d'une auto-confrontation.

2. L'analyse de retour d'incidents

Analyser des rapports d'incidents, présente le risque de passer à côté des causes réelles (humaines et/ou organisationnelles), masquées derrière des justifications techniques, à cause de la nature même des rapports d'incidents. Lorsque le domaine incidentel est abordé, l'implication humaine en est plus que souvent à l'origine, en particulier dans la conduite ou la maintenance. L'erreur humaine peut avoir des conséquences sur l'emploi des personnes concernées. De ce fait, les rapports tentent le plus souvent de faire passer en avant une erreur technique (vice de conception). Le tri de cas pouvant être pertinents est biaisé par cette recherche de protection de l'individu. Toutefois, en cernant les types d'incidents (par exemple des dépassements de limites de fonctionnement), il semble possible d'identifier des origines conflictuelles humaines ou organisationnelles. Dans pareil cas, nous nous attendons à trouver de nombreux exemples de situations, mais avec un faible degré d'approfondissement, toujours en lien avec la protection de l'individu. Mais, avec ce type de capitalisation, il semble possible de pouvoir disposer en définitive d'un certain nombre d'invariants permettant d'établir une première catégorisation. Nous avons retenu cette première solution qui nous a permis de concevoir notre modèle descriptif de la logique de fonctionnement des conflits d'objectifs (CATCH). La validité de ce modèle sera ensuite confrontée avec des cas plus approfondis.

3. La simulation

Elle est d'autant plus difficile à mettre en place sur un simulateur grande échelle (il faut disposer d'un simulateur représentatif, du personnel adéquat, disponible et d'autorisations) que les retours peuvent être décevants, comme ce fut le cas pour l'étude précédemment citée qui portait sur les effets des conflits d'objectifs dans la récupération de situations dégradées (Weber, 1999). Il peut être réalisé d'autres types de simulations qui, d'un point de vue expérimental, peuvent être valides (micro-mondes). Mais elles risquent de ne pas posséder la validité écologique requise vis-à-vis des situations opératives appartenant à notre terrain d'étude. En effet, les études de laboratoires se font avec des participants « tout venant », sur des micro-mondes qui peuvent être complexes mais ne fournissent que des

résultats «exploratoires» (Leplat, 1997) : un des aspects spécifique de notre terrain d'étude est la dimension collective de l'activité. Il s'agit d'un caractère fondamental de la sûreté de fonctionnement qui considère que toute activité ne doit pas être effectuée par un seul système. Hommes et systèmes sont donc redondés pour réduire les risques d'erreurs, de défaillances ou d'accidents.

Enfin, le domaine industriel et nucléaire emploie des individus possédant des compétences propres à leur formation et leur expérience. Les stratégies et les automatismes opérationnels qu'ils emploient n'auront alors rien en commun avec ceux de personnes « naïves » se prêtant à une expérience. Dans le cas de situations mettant classiquement en compétition la sûreté avec la productivité, le niveau de compétence et d'expérience modifiera la hiérarchisation des *objectifs opérationnels* (Grosjean & Terrier, 1998).

4. Les entretiens

Ils présentent de nombreux attraits. Tout d'abord, la personne rencontrée a tout loisir pour expliquer son activité. Par des entretiens préalables, il est possible d'identifier les thèmes et les activités qui peuvent être sources de conflits, ce qui permet alors de mieux orienter les entretiens ultérieurs. Le recours aux techniques héritées des incidents critiques (Flanagan, 1954) présente de nombreux avantages. Elles permettent de recueillir, à partir d'entretiens individuels, les incidents que les opérateurs ont jugés critiques pour leur travail à un moment donné. Ces techniques permettent d'éviter les problèmes inhérents au manque de connaissances du domaine d'activité, grâce aux explications techniques apportées par les opérateurs, et d'identifier des conduites significatives. Mais il faut aussi signaler le risque dans la technique d'entretien, d'un écart possible entre ce que l'opérateur devait faire (prescriptions), ce qu'il a dit faire et ce qu'il a réellement fait. L'opérateur n'a pas forcément la capacité d'analyser les processus employés pour réaliser sa tâche. Enfin, il existe toujours les biais de reconstruction (faux souvenirs, mauvaises représentations, rationalisations *a posteriori*...) qu'il ne faudra pas ignorer (ainsi que les biais de désirabilité sociale). Cette solution présente enfin l'avantage de collecter des retours d'expérience *positifs* sur la gestion de conflits d'objectifs et la récupération d'incidents. Ces retours positifs sont constitués de situations complexes (voire incidentelles) que les opérateurs ont pu récupérer et éviter qu'elles ne s'aggravent ou débouchent sur un incident.

5. Bilan

À partir de ces remarques, la *démarche* retenue pour recueillir des données fut la suivante :

1. Récupération sur les bases documentaires disponibles des cas pouvant présenter des origines conflictuelles,
2. À partir de ces cas, rechercher des invariants pour établir une catégorisation et un premier modèle descriptif des conflits d'objectifs,
3. La collecte de nouveaux cas servit à tester la validité des modèles et de la catégorisation : cas issus de la littérature ou d'interventions menées sur le terrain,
4. Des entretiens (opérateurs, responsables, instructeurs) furent réalisés pour recueillir de nouveaux cas et poursuivre la mise à l'épreuve des modèles,
5. Nous avons à disposition des bandes filmées d'études précédentes réalisées à TECHNICATOME (Etudes OSCAR), présentant des données brutes sur la conduite de réacteurs de sous-marins nucléaires. Cela représentait plus de 200h de bandes vidéo et des rapports de *débriefing* des équipes filmées. Des instructeurs

ayant participé à ces études étaient à notre disposition pour nous expliquer le fondement des situations simulées et l'activités des opérateurs. Ils ont aussi rapporté des informations supplémentaires sur les actions « hors caméras » de certains opérateurs ou rajouté des souvenirs contextuels qui ont enrichi notre vision de la situation observée.

4.1.2. Analyse des données et modélisation

L'analyse des cas a donné lieu à la création d'un méta-modèle qui nous a aidé à définir les items qui seront retenus pour les définitions des modèles descriptifs et organisationnels de notre étude. Il s'agissait d'une approche sous forme d'ensembles destinés à identifier pour chaque « acteur » (au sens large, incluant homme et machine) d'un système les objectifs qui lui étaient propres et les conflits pouvant apparaître entre eux. Cette démarche s'est tout d'abord réalisée en boucle, sur la base d'un méta-modèles dédié à l'analyse des situations.

4.1.2.1. Le recours à un méta-modèle

Lorsque cette étude a débuté, nous ne disposions que d'une vision sommaire des mécanismes et des différentes modalités de manifestation des conflits d'objectifs. Il se posait alors la question des conditions d'apparition puis de gestion des conflits d'objectifs afin de savoir si des mécanismes ou des invariants pouvaient être isolés. La démarche suivie fut de développer un méta-modèle devant nous permettre :

- 1) En partant d'une situation donnée, d'isoler les acteurs (hommes et systèmes), d'identifier les objectifs propres à chacun et ceux qui entraînent en conflit. Une représentation sous forme d'ensembles était alors réalisée, afin d'en dégager une vision synthétique et rechercher un degré de complexité des conflits, partant de l'hypothèse d'une gradation de la complexité suivante :
 - **conflits intra objectifs** : un objectif entre en conflit avec lui-même. Par exemple, restaurer la sûreté la dégraderait par ailleurs,
 - **Conflits inter-objectifs** : c'est le conflit d'objectifs tel qu'on le conçoit au premier abord (exemple : conflit sûreté/productivité),
 - **Conflit inter et intra objectifs** : c'est le croisement des deux premiers types de conflits.
 - **conflits entre intervenants** : conflits existant entre différentes entités d'un environnement sociotechnique (hommes, tâches, systèmes)
- 2) Sur la base des analyses sous forme d'ensemble, une mise en formule était réalisée (formalisme) afin d'en dégager un indicateur de complexité des conflits d'objectifs. Destinée à l'analyse, l'identification de ces rangs devait donner une idée générale de la complexité des conflits à résoudre.

Le méta-modèle a été établi à partir des données issues du retour d'expérience. Dans une démarche « en boucle », l'amélioration du méta-modèle devait permettre celle des analyses des données issues du retour d'expérience dont les résultats profiteraient à l'affinement du méta modèle. Ceci se poursuivit jusqu'à l'atteinte d'une situation d'équilibre dans laquelle le modèle n'apportait aucune plus value aux données et les données n'affinaient plus le méta modèle. La démarche alors suivie pouvait se résumer ainsi :

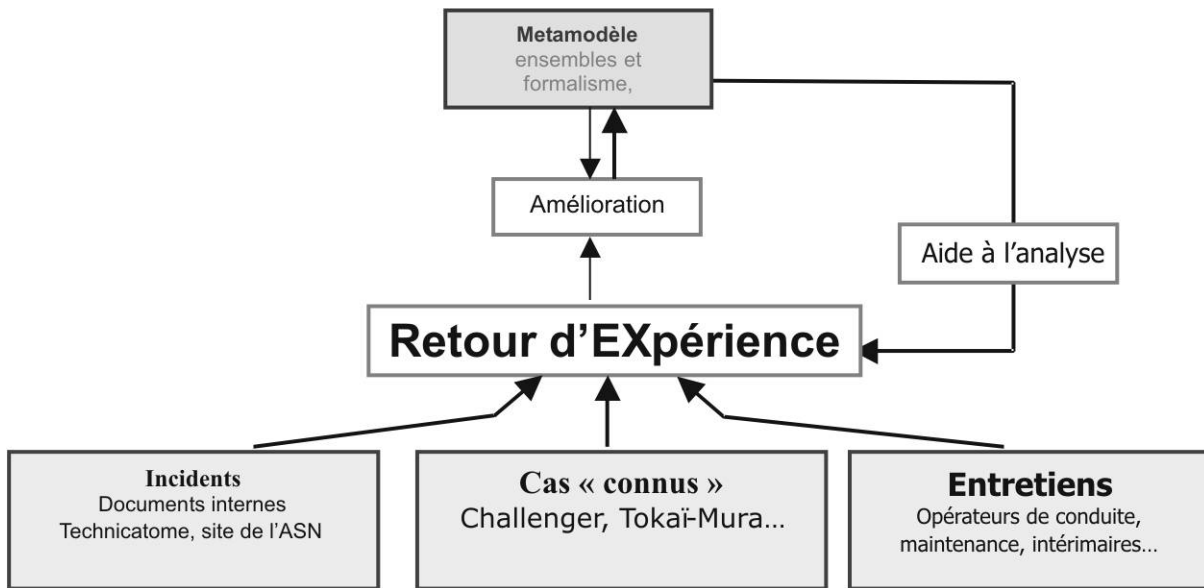


Figure 19 : Démarche suivie pour la création du méta modèle et d'une typologie des conflits d'objectifs.

4.1.2.2. Élaboration des modèles définitifs

Les éléments identifiés par le méta-modèle ont servi à concevoir les modèles spécifiques à notre approche organisationnelle (LEOST) et celle orientée sur la compréhension de la logique des conflits d'objectifs (CATCH).

Le modèle retenu pour soutenir notre étude de l'activité humaine correspondait pour sa part au modèle cadre du *compromis cognitif* d'Amalberti (2001).

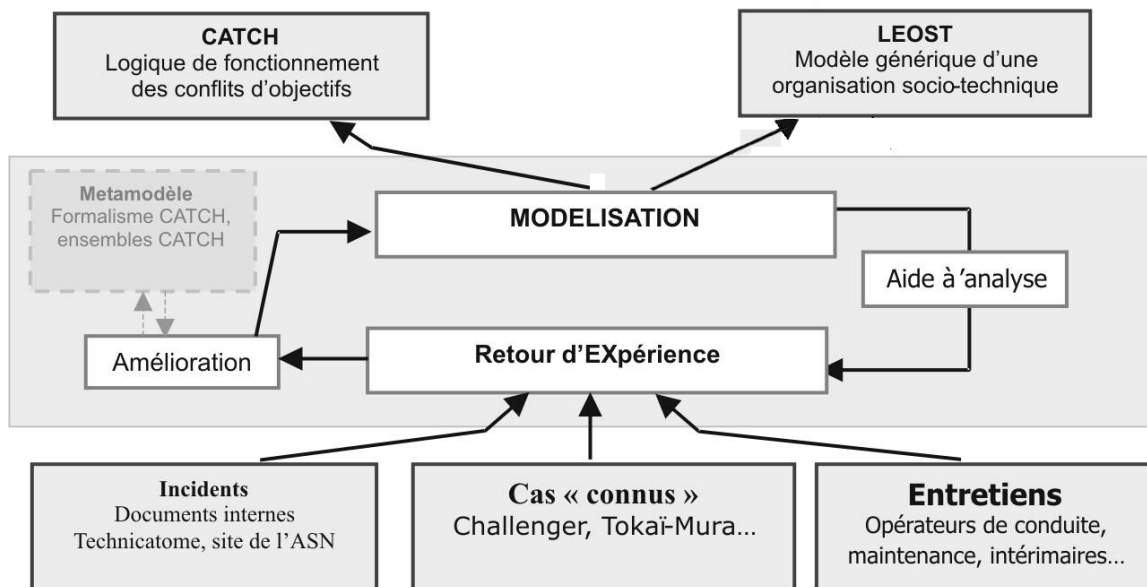


Figure 20 : L'évolution du métamodèle et l'émergence des modèles définitifs.

4.2. Catégorisation des effets observables des conflits dans l'activité

Ce chapitre va présenter une catégorisation des effets des conflits d'objectifs en se basant sur la notion des écarts entre tâche et activité et les types d'objectifs précédemment définis : **individuels**, **organisationnels** et **opérationnels**. Ainsi, la catégorisation distinguera les catégories d'observables propres aux individus et à l'organisation. Ce chapitre se conclura par une évaluation de cette catégorisation à partir d'une observation de l'activité réalisée sur une installation de stockage de déchets nucléaires.

4.2.1. Analyses de cas d'incidents dans le domaine nucléaire

L'analyse de cas sur base documentaire regroupe 40 cas. Elle a été constituée à partir de rapports d'incidents réalisés par l'Autorité de Sûreté Nucléaire²⁰, de rapports réalisés au cours d'entretiens avec des opérateurs, des instructeurs, de rapports classés (confidentiels), et d'articles tirés de revues spécialisées. L'ensemble des données est regroupé ainsi :

Origine des cas	Nombre
EDF (rapports, entretiens)	6
Propulsion nucléaire (sous-marins nucléaires d'attaque : observations, entretiens)	15
Réacteur d'Essais (entretiens, observations)	6
Divers nucléaires (rapports de l'ASN, rapports d'incidents, entretiens)	10
Divers hors nucléaire (autres industries)	3

Nous ne présenterons pas ici la totalité des rapports, du fait de la confidentialité de certains, les cas « hors nucléaire » seront aussi écartés. Nous citerons, en guise d'exemple, des cas d'incidents diffusables ou consultables dans le domaine public, qui seront suffisamment représentatifs pour chacune des catégories identifiées. Il faut toutefois noter que les cas « classés », hormis leur caractère sensible (militaire ou industriel), ne présentent pas de particularités notables, du point de vue de l'activité des opérateurs, pouvant les distinguer des autres cas.

4.2.2. Catégorisation des situations conflictuelles dans l'activité

La catégorisation que l'on propose dans ce chapitre se déclinera deux parties. La première sera centrée sur l'activité de l'individu, abordée au travers des écarts entre le prescrit et le réel. La seconde s'intéressera aux causes organisationnelles de haut niveau, c'est-à-dire relatives aux domaines légaux et économiques. D'autres aspects organisationnels qui auraient pu être rapportés, comme la planification de l'activité dans un système complexe, n'apparaissent pas clairement dans ces cas. Bien qu'ils ne soient donc pas mentionnés, ils ne sont pas écartés de cette étude, car leur prise en compte interviendra lors des analyses de situations réelles.

²⁰ Ces incidents sont du domaine public et consultables sur le site de l'ASN : www.asn.gouv.fr.

4.2.2.1. L'écart entre prescrit et réel

Les incidents mettant en cause un écart entre le prescrit et le réel sont les plus nombreux (28 cas sur 37). Ils présentent en général des conflits entre des objectifs individuels et des objectifs opérationnels. La diversité des objectifs individuels est telle qu'elle rend spécifique chacun des cas. Mais le point commun à tous ces incidents reste la recherche de la *réalisation du but opérationnel*, comme en fait état le modèle de l'activité finalisée.

a) Chercher la rapidité du résultat

Il s'agit ici de cas pour lesquels la priorité est donnée au délai de réalisation d'une tâche. La conséquence à cette recherche d'amélioration de la performance risquera de dégrader d'autres objectifs comme la sécurité des personnes et des matériels ou encore la qualité du travail produit. Ce type de conduite est apparemment difficile à prévenir car elle peut concerner des opérateurs en pleine activité, sans supervision directe d'un tiers ou d'un autre moyen permettant d'éviter de telles initiatives :

Irradiation d'un opérateur (1)

L'incident s'est déroulé, il y a une trentaine d'années, sur une installation (pile d'essais) destinée à tester les éléments constituant les cœurs de futurs réacteurs. Cet exemple est régulièrement cité au cours de formations à la sûreté.

Un opérateur avait pour tâche, avant de partir en week-end prolongé, de retirer d'un dispositif d'essai les éléments constituant un futur cœur de réacteur. Pressé de terminer son travail, il retire à la main (ce qui est la procédure normale) les éléments neutrophages sans en respecter la vitesse d'extraction, comme l'exigent les règles de sûreté. Son travail terminé il quitte son poste.

C'est en sortant du centre que l'irradiation, qu'il a reçue pendant son travail, a été détectée sur sa montre et son collier. Les balises de détection sur son lieu de travail ne s'étaient pas déclenchées. Seules les balises générales à la sortie du centre ont été en mesure de détecter la faible dose d'irradiation reçue sur les éléments métalliques que portait l'opérateur (montre et collier)

(Source : cas rapporté par un ingénieur sur un ancien incident)

La recherche d'une rapidité dans la réalisation des objectifs opérationnels se fait toujours avec une prise de risque, au sens d'une dégradation possible ou tolérée d'autres objectifs. Ceci s'accompagne d'une autre stratégie, visant à réduire les contraintes opératoires. Ce type de comportement donne à penser que les opérateurs n'ont pas toujours conscience de la nature conflictuelle de leur activité, comme le souligne le rapport du Bilan de la Sûreté du CEA « *un opérateur travaillant sur la mise au point d'un générateur d'Yttrium 90 a manipulé une source d'activité huit fois plus importante que celle autorisée dans le laboratoire. Il n'avait pris en compte que les exigences liées à la production.* » (CEA DSNQ, 2002, p. 31 de l'annexe).

b) Réduire les contraintes opératoires

Les contraintes opératoires se rencontrent régulièrement ou sont perçues comme telles par les opérateurs au travers des tâches à accomplir (complexité, temps d'intervention, moyens disponibles, procédures à appliquer) et des dispositifs de sécurité (équipements obligatoires, règles). Ces cas, classiquement rencontrés en ergonomie, présentent souvent des situations dans lesquelles les opérateurs enlèvent leurs protections individuelles, inhibent des mécanismes de protection ou des automatismes de régulation.

Irradiation d'un opérateur (2)

Un opérateur a reçu une dose de 147 mSv à la main gauche à comparer à la valeur maximale annuelle de 500 mSv fixée par la réglementation.

Après enquête, il s'avère que l'opérateur, travaillant dans un laboratoire de recherche a procédé à deux reprises, les 2 et 9 juillet, à une manipulation imprévue au cours d'une opération de filtration d'une solution de 148 MBq d'Yttrium 90 contenant des impuretés de Strontium 90. Constatant qu'il ne parvenait pas à terminer l'opération avec le matériel mis à sa disposition (une seringue munie d'une membrane filtrante et d'une protection biologique), l'opérateur a pris l'initiative d'intervenir sur l'outil et de le sortir de sa protection biologique. L'irradiation est survenue au cours de la saisie manuelle de la membrane de filtration.

(Source : base d'incidents de l'ASN)

La recherche d'une réduction des contraintes est la conduite la plus manifeste dans l'activité humaine. L'opérateur recherche la satisfaction d'un confort dans le travail et en même temps que celle d'un meilleur rendement. Mais l'opérateur ne recherche pas *nécessairement* à tenir une cadence, comme le souligne Jacomy (2002), il va aménager son espace de travail pour réaliser sa tâche de la façon la moins entravée possible. Cet aménagement va alors le conduire à imaginer des solutions (régulations autonomes) qui présenteront parfois des écarts avec la conformité de la tâche prescrite mais qui seront transparentes dans sa production.

c) Se rajouter des contraintes

C'est une conduite opposée à la précédente, mais connue en psychologie cognitive dans la résolution de problèmes (Richard, 1990). En situation d'incertitude, les individus se rajoutent des contraintes fortes ou des interdictions pour mieux comprendre (et cerner) le problème. Il s'agit ici, pour l'opérateur, de disposer d'une représentation rendant une situation "maîtrisable" (tout au moins au niveau de sa compréhension), et non pas d'une représentation nécessairement juste.

Un exemple de conduite comparable à cette auto-censure a été observée en situation accidentelle sur un réacteur. Le rapport officiel faisait cas d'un défaut d'ouverture de vanne, pour mettre à l'arrêt le réacteur :

Fuite de vapeur.

Lors de la commande d'ouverture d'une vanne, pour mettre le réacteur à l'arrêt, le verrou s'efface mais la vanne ne s'ouvre pas. Une nouvelle tentative de commande d'ouverture est passée, sans réussite. Deux autres tentatives sont réalisées en présence du responsable de la maintenance. Avant le second essai, le responsable lance manuellement la station d'huile pour

graisser les organes de commande. Au deuxième essai, la vanne refuse toujours de s'ouvrir et une fuite de vapeur apparaît sur le niveau haut de cette vanne. Le local des vannes d'arrêt est alors envahi de vapeur. Le personnel est évacué et le réacteur mis à l'arrêt manuellement. L'incident est alors déclaré clos.

Les entretiens avec des opérateurs présents le jour de cet incident rapportent une version différente, dans laquelle une stratégie a été mise en place pour ne pas avoir recours à l'emploi d'une vanne de secours. L'opérateur chargé de la supervision de l'incident a refusé d'ouvrir la vanne de secours, donnant à cela plusieurs raisons, dont les deux premières sont de fausses contraintes :

1. comme elle n'avait jamais été utilisée, il ne pouvait pas être sûr de son entière disponibilité : il n'a pas testé l'usage de la vanne,
2. elle risquait de ne plus être étanche dans l'avenir : c'est le rôle de la maintenance de la remplacer,
3. des opérateurs manquaient à l'appel, et il y avait de fortes présomptions à ce qu'ils se trouvent près de cette vanne. En cas d'ouverture, elle pouvait les blesser ou les brûler à la vapeur : les opérateurs ont été rapidement retrouvés, à l'extérieur du bâtiment.

En définitive, bien que les opérateurs manquant à l'appel aient été retrouvés, il a été recherché un autre moyen pour rétablir la situation. Cela fut fait, en plusieurs heures, sans utiliser le moyen spécifique.

Cet exemple montre, du point de vue de la constitution du retour d'expérience, le type de biais que présente l'analyse de cas sur la base de rapports. Une somme importante d'informations peut être perdue, alors qu'elles présentent des aspects essentiels pour l'analyse de situations critiques.

d) Réguler son activité ou celle de ses co-équipiers

La régulation de la charge de travail est un objectif à part entière. Elle est recherchée, individuellement et collectivement. Ce type de stratégie conduit, par exemple, des opérateurs non habilités ou non habitués à réaliser certaines actions pour éviter, par « solidarité », à d'autres opérateurs de s'en charger :

Irradiation du doigt d'un opérateur

Un opérateur est intervenu de façon intempestive dans une phase de réglage d'un générateur de rayons X dont il ignorait le mode opératoire. Il a décidé d'ôter le système de sécurité associé sans respecter les procédures adéquates. L'opération aurait dû être réalisée en présence d'une personne habilitée en radioprotection.

Une expérimentatrice a rejoint l'opérateur plus tard et a passé un doigt dans le flux de rayons X, pensant que le générateur était arrêté. La dose reçue au doigt a été estimée entre 180 et 360 milli sievert, ce qui est inférieur à la limite réglementaire annuelle pour la main fixée à 500 milli sievert. Les examens médicaux complémentaires n'ont rien détecté d'anormal.

Cet incident aurait pu aboutir à une surexposition très importante des mains de l'opérateur. La cause principale de l'incident est la mise en œuvre d'une opération de réglage exceptionnelle hors procédure, par du personnel non habilité en dehors des heures ouvrables, provoquée par des contraintes de temps.

(Source : rapport ASN et Rapport interne du Bilan de la Sécurité 2002 du CEA)

L'effet inverse se rencontre également. Des opérateurs peuvent chercher à se dérober face à certaines activités, pour des raisons diverses (envie de faire une pause, aversion pour la tâche...) et d'autres doivent alors les remplacer. Ces remplacements se font donc implicitement dans les deux sens.

e) La confiance de l'opérateur

La confiance dans un système est une cause importante de la prise de risque au cours de l'activité. Avec l'acquisition du savoir-faire, « *c'est le compromis cognitif et non le savoir-faire par lui même qui permet de régler la performance et in fine de donner les critères de flexibilité et d'adaptation au contexte* » (Amalberti, 2001). Ainsi, la confiance de l'opérateur en ses capacités, son aptitude à gérer la tâche, vont diminuer son niveau de vigilance. Par le biais du compromis cognitif, les risques pris par l'opérateur seront alors moins bien gérés. Si le niveau de vigilance (variant en fonction de la journée, de l'état de l'opérateur...) est trop bas, la correction nécessaire ne sera pas appliquée ou le sera trop tard :

Excès de confiance et perte de contrôle

Deux opérateurs ont procédé au reconditionnement d'un fût de déchets, sans précaution particulière et dans un local mal adapté. Cette opération a conduit à une dissémination de matières radioactives. Les opérateurs ont contaminé une partie des locaux de l'installation en omettant le contrôle en sortie du local et pour l'un d'eux en sortie de zone contrôlée.

Cet incident est significatif en ce sens qu'il constitue une cascade de manquements à des principes de radioprotection, les opérateurs impliqués ayant manifesté un excès de confiance dans la maîtrise de l'opération, une perte de vigilance par rapport aux risques potentiels ainsi qu'une attitude inappropriée en sortie de zone. Ces derniers ont également tardé à prévenir le responsable de la radioprotection (SPR), ce qui a compliqué la mise en place rapide de mesures de protection adaptées.

(Source : rapport ASN et Rapport interne du Bilan de la Sûreté 2002 du CEA)

f) L'escalade d'engagement

Cette catégorie correspond à un type de conduite déjà évoqué précédemment, et illustré dans l'exemple du §2. 3. 3. 3 qui appartient aux cas retenus dans notre base (un cas EDF). Nous retiendrons sur ce sujet que celui qui endosse cette conduite présente un risque tant pour lui-même que pour l'équipe avec laquelle il collabore, ainsi que les systèmes concernés. Du point de vue de l'activité, la conduite adoptée par l'individu et l'apparent manque de contrôle qu'il est possible d'avoir dessus présentera un risque lorsque l'activité visant la productivité ou la disponibilité entrera en conflit avec des objectifs de sûreté ou de sécurité.

g) Le conflit technique : cause d'activités répétitives

Les conflits techniques présentent la particularité d'avoir un effet significatif sur l'activité des opérateurs. Il s'agit en général d'une dualité fonctionnelle pour un composant donné (voir par exemple, le cas du RCV § 2. 2. 4. 2). Elle revêt la forme d'effets opposés pouvant apparaître au même moment. Le système renferme donc un conflit forçant les opérateurs à

assurer une activité de régulation plus importante que prévue. Ceci augmente leur charge de travail et diminue d'autant leur capacité de diagnostiquer la situation :

Fuite sur une vanne de pressuriseur sur Sous-marin Nucléaire d'Attaque

Une fuite sur une vanne manuelle d'un pressuriseur est déclenchée sur un simulateur de chaufferie nucléaire, faisant chuter la pression du circuit primaire au cours d'un transitoire de puissance (exécution d'un ordre d'allure).

L'opérateur en charge de la conduite du réacteur (Kr) perçoit la chute de la pression du circuit primaire. Par ailleurs, le transitoire de puissance entraîne une montée en température moyenne primaire (Tm) et une montée du niveau pressuriseur.

La situation est techniquement conflictuelle et pousse les opérateurs (Chef de Quart et Kr) à réaliser en boucle une suite d'actions de régulation. Le conflit d'objectif technique se passe entre la volonté d'arrêter la chute de pression primaire et d'éviter la montée excessive du niveau pressuriseur :

- pour corriger la chute de pression, il faut augmenter le chauffage du pressuriseur en passant en mode manuel et en le mettant à fond.
- pour s'opposer à la montée excessive du niveau d'eau du pressuriseur il faut couper le chauffage du pressuriseur²¹.

Le chauffage pressuriseur est perçu par les opérateurs comme une ressource commune à la fonction de contrôle du niveau pressuriseur et à la fonction du contrôle de la pression primaire. La satisfaction simultanée des deux fonctions nécessiterait pour eux de mettre la ressource dans deux états incompatibles.

Le dialogue suivant illustre cette situation, avec les ordres contradictoires du CdQ à l'opérateur Kr (lignes 10 & 12) et les actions du Kr (ligne 13).

1. Kr->CdQ : *"Je chute en pression"*.
2. CdQ->Kr : *"Tu chutes en quoi?"*
3. Kr->CdQ : *"Je mets le chauffage à fond, j'ai le chauffage qui n'arrive pas à étaler"*.
4. Kr->CdQ : *"Les soupapes, c'est bon"*.
5. CdQ : consulte T° SS primaires.
6. SAV : *"Niveau pressuriseur haut"*.
7. Kr : *"La densité..."*.
8. CdQ->Kr : *"Et le niveau, il est comment?"*.
9. Kr->CdQ : *"J'ai eu le niveau haut"*.
10. CdQ->Kr : ***"Tu mets tout le chauffage à fond, en fin de compte"***.
11. Kr->CdQ : *"J'ai le chauffage à fond"*.
12. CdQ->Kr : ***"Alors, tu le disjonctes"***.
13. **Kr coupe le chauffage pressuriseur (il le remet 5 secondes plus tard).**
14. CdQ->Kr : *"Sinon, on va se payer..."*.
15. Kr : *"Je remonte"*.

(Source : Rapports OSCAR-SNA (Technicatome) et entretiens avec un instructeur marine)

Ce type de situation n'est pas inconnu en ergonomie et a déjà été soulevé sur des cas analogue, comme l'accident de Three Miles Island. Ce type de situation introduit ici la notion de conflit *interne* pour lequel un élément, un individu ou un objectif entre en contradiction avec lui-même.

²¹ D'après les formateurs marine, le niveau du pressuriseur varie entre 3 et 4 cm par degré.

4.2.2.2. Synthèse des effets observés dans l'activité

Les catégories d'effets que nous venons d'identifier montrent une grande variabilité. Le recours à un référentiel commun, comme l'activité prise en tant que régulation de la tâche à accomplir, permet de répartir ces catégories en trois classes : la **cause** des conflits, leur **manifestation** (la *régulation de l'activité*) et leur **conséquence** (ce qu'il en ressort) du point de vue de l'activité.

Les catégories identifiées se répartissent alors ainsi pour chacune des classes :

Causes de conflits

- S'ajouter des contraintes (réduction de l'espace problème),
- Confiance de l'opérateur dans les systèmes ou ses collaborateurs,
- Caractéristiques techniques pouvant présenter des contradictions fonctionnelles ou des contraintes difficiles à appréhender,
- Phénomènes liés à l'Escalade d'engagement,

Manifestation dans l'activité

- Régulation de sa propre activité ou celle de ses coéquipiers.

Conséquences des conflits dans l'activité

- Accélérer la réalisation du résultat (pouvant entraîner une poursuite dans l'escalade d'engagement),
- Réduire les contraintes opératoires ou réglementaires,
- Activités répétitives ou en boucle,
- Difficulté de prise de décision.

4.2.3. Catégorisation des observables issus de situations conflictuelles pour l'organisation

Les causes organisationnelles des conflits d'objectifs reposent sur des problématiques économiques ou réglementaires. Bien que le but premier, dans le nucléaire, soit d'assurer la sûreté de fonctionnement d'une installation, ceci a aussi un prix. Si l'installation se destine également à la *production* de puissance, l'objectif économique de réalisation de bénéfices ira de pair avec celui de la sûreté. En pratique, les logiques correspondantes aux objectifs économiques sont nombreuses, et certaines sont incompatibles avec les objectifs de sûreté. Nous ne chercherons pas ici à présenter des exemples de situations extrêmes, comme ceux à l'origine de l'accident de La Mède²². Ils ne doivent normalement pas trouver leur place dans le domaine nucléaire, en particulier en raison de la vigilance des autorités de sûreté, au professionnalisme des différents intervenants et encore la relative « protection » vis-à-vis de l'économie de marché. Toutefois nous présenterons des catégories en lien avec ces types de situations (tirées d'exemples hors nucléaire) pour les prendre en compte et leur donner une place dans notre catégorisation.

²² Le 9 novembre 1992, à 5 h 20, la rupture d'une canalisation située à 8,5 m de hauteur a laissé échapper un nuage gazeux d'hydrocarbure qui s'est enflammé dans l'unité de transformation des distillats en carburants de la Raffinerie TOTAL de La Mède (Bouches du Rhône). Six techniciens ont trouvé la mort, tandis que deux autres étaient grièvement blessés.

a) Modifier l'organisation du travail

L'actualité sociale regorge de cas économiques, prenant la forme de « plans sociaux », de licenciements en masse visant à réduire les effectifs et par la même la « masse salariale ». Cette réduction vise l'augmentation des bénéfices, comme par exemple en fermant l'usine la plus productive d'un groupe pour redistribuer la charge de production sur les unités moins productives. La production reste la même, la masse salariale est d'autant plus réduite que les bénéfices augmentent alors (Moore, 2004). Les syndicats dénoncent souvent ces actions destinées à satisfaire en priorité les actionnaires. Sans vouloir prendre parti pour ou contre les licenciements abusifs qui sont les cas les plus « visibles », nous nous intéresserons aux actions latérales visant à réduire le personnel ou tout au moins rendre l'entreprise plus souple aux aléas du marché, et à savoir adapter sa structure à ses besoins. En cela nous ne pouvons que reprendre l'analogie que fait Faverge (1966) entre une organisation et un organisme, en particulier le fait que toute régulation soit la conséquence d'un « *équilibre dynamique entre effets antagonistes* » (p. 65). Ainsi, la régulation du personnel entre les intérimaires et les titularisés, les sollicitations à des départs en retraite anticipés (dont les postes ne sont pas reconduits) témoignent de cette recherche de maintien (sinon d'augmentation) de la productivité.

Dodier (1996) et Doniol-Shaw (1996) ont donné de nombreux exemples montrant des sociétés d'intérim qui emploient des opérateurs non qualifiés ou ne les forment qu'à minima au travail sur des installations nucléaires. Le risque, dans le recours à la sous-traitance, est de ne pas pouvoir toujours contrôler l'activité des entreprises avec lesquelles sont passés des contrat.

La situation s'aggrave en particulier dans les cas de « sous-sous-traitance ». Néanmoins, le contrôle des autorités de sûreté nucléaire en France prend en compte ce genre de situation, et assure ici, pour ce type d'industrie, une garantie contre les dérives qui ont pu être constatées dans les autres domaines de l'industrie à risques.

Mise en demeure d'une société sous-traitante de transport de matériaux nucléaires

Le 5 février 2002, les inspecteurs de l'Autorité de sûreté nucléaire ont contrôlé une société de transport. Cette entreprise transportait et mettait en œuvre des sources radioactives, dans le cadre de chantiers de gammagraphie. L'organisation retenue pour respecter la réglementation n'a pas paru satisfaisante aux inspecteurs. Par ailleurs, ils ont noté que cette entreprise passait sous le contrôle d'une autre société.

Le 26 mars 2002, les inspecteurs de l'Autorité de sûreté nucléaire se sont rendus dans l'établissement de cette autre entreprise. Ils ont relevé plusieurs infractions à la réglementation : des conducteurs procédaient au transport de matières radioactives sans disposer de la formation adéquate, et les dispositions prises pour protéger les travailleurs contre les rayonnements sur les chantiers étaient insuffisantes.

Des démarches de qualité et sûreté ont été réalisées par cette nouvelle entreprise pour devenir conforme aux exigences de sûreté dans le transport de matières nucléaires.

(Source : rapport de ASN)

b) Modifier les caractéristiques techniques d'un système

Cet objectif vise essentiellement l'amélioration de la productivité. Il ne s'agit pas là de tirer profit d'effets mécaniques consécutifs à une restructuration du personnel, mais plutôt de rechercher une amélioration de la productivité au niveau des systèmes.

Les décisions sont prises à haut niveau, sans prendre en compte (ou pouvoir évaluer) les conséquences au niveau opérationnel, en particulier à cause de biais dans le processus de décision (voir Figure 13). Cela peut se traduire par exemple par une volonté politique et économique d'utiliser un nouveau type de combustible pour les réacteurs EDF (le MOX) qui pose des contraintes lors de sa mise en application au niveau technique et sociotechnique.

Utilisation du MOX dans les REP EDF 900MW

« Aujourd'hui, plus que jamais, l'exploitant nucléaire doit avoir les yeux fixés sur la boussole qui lui indique l'orientation sûreté-compétitivité » (Bernard DUPRAZ, haut responsable EDF).

La politique de compétitivité d'EDF, avec la citation de B. Dupraz, se tourne vers l'utilisation accrue de cœurs comportant du MOX (mélange d'uranium et de plutonium, ce dernier étant un produit à très longue durée de vie, de la fission de l'uranium). Il s'agit de concevoir des cœurs permettant une productivité proche voir similaire des cœurs à l'oxyde d'Uranium (UO₂). Ceci a été rendu possible grâce à une technologie spécifiquement développée pour ce radio élément permettant des irradiations plus fortes et un séjour en cœur plus long.

D'après des études (Takagi & Kamisawa, 1999), le combustible MOX compliquera la conduite des réacteurs en raison d'une hausse de la réactivité plus importante au refroidissement rapide du cœur, et la marge d'arrêt serait sérieusement réduite à cause du coefficient de température du réfrigérant très négatif.

Dans les piscines de désactivation (où l'on entrepose les éléments composant les cœurs) les parties MOX mettent plus de temps que les autres pour refroidir. EDF rencontre déjà à ce sujet des problèmes de place dans ses piscines de désactivation (en 1996). Normalement, le temps pris pour un cycle de tranche permet aux éléments précédents de refroidir. Cependant, le temps de séjour du combustible en cœur se prolonge et provoque une augmentation des taux d'irradiation de décharge : cette hausse a pour conséquence un allongement des périodes de refroidissement en piscine de désactivation, qui devient supérieur à la durée des campagnes. De ce fait, il n'est plus possible d'évacuer la totalité des assemblages déchargés avant l'arrêt de tranche suivant. La présence de MOX dont la durée de refroidissement est encore plus longue, accentue ce phénomène. Au niveau de l'évacuation, ce sont les emballages qu'il a fallu modifier (ou tout simplement concevoir) pour qu'ils puissent recevoir les assemblages MOX à cause de leur plus fort taux d'irradiation.

(Source : « Évolution du combustible nucléaire et de sa gestion : une histoire de cœur ! » in, C'est arrivé dans les centrales, 12/99 n° 49)

c) *Dérives organisationnelles*

Les dérives au niveau de l'organisation ont lieu lorsque le système ne possède par de moyen de régulation ou qu'il l'a perdu. Par régulations organisationnelles nous n'entendons pas les régulations de contrôle précédemment présentées (cf. §3. 2. 1) mais toutes actions entreprises pour s'adapter aux contraintes économiques qui perdent le lien de cohérence avec la réalité de terrain. C'est ce que décrit Rasmussen (1994) au travers des *observables* qu'il présente en prenant pour exemple les entreprises de ferry. Les compagnies de Ferry sont rachetées par des banques. L'objectif est d'améliorer la productivité. Pour y arriver, les décideurs prennent la décision de faire monter plus de monde dans les bateaux en rognant sur les places laissées normalement libres pour des raisons de sécurité : si le ferry doit croiser la route d'un bateau en perdition, il doit pouvoir accueillir à bord ses occupants. Pour cela des places sont conservées vides. La *dérive* de la sécurité se poursuit. D'autres pratiques sont encore mises en place pour gagner plus de place. Les capitaines ne sont plus décisionnaires, et ne peuvent qu'assister impuissants aux décisions prises par des gestionnaires qui n'ont aucune connaissance du métier.

d) *Fragilisation organisationnelle par la réduction des degrés de liberté*

Rasmussen présente un tableau plus large dans lequel la logique sous-jacente de la recherche de la maximisation du profit réduit les marges de manoeuvre organisationnelles (financières, techniques, humaines), ce qui finit par rigidifier tout le système, lui faisant perdre toute capacité d'adaptation en cas d'imprévu. Ce type de situation correspond à celui évoqué précédemment (§2. 2. 4. 1) dans l'accident de la Mède, comme la grande majorité des accidents faisant intervenir des défauts de maintenance ou de réduction de personnel (et les risques qu'entraînent de tels manques) pour des raisons économiques.

4.2.4. Évaluation des catégories par une analyse de l'activité

Les catégories que nous venons d'identifier vont être employées pour analyser une observation de l'activité que nous avons réalisée *avant* cette catégorisation, alors que nous ne disposions pas d'une grille de lecture des conflits d'objectifs suffisante. L'intérêt de cette analyse est double. Elle doit nous permettre de confronter notre catégorisation avec cette fois-ci des données directement recueillies sur le terrain, mais aussi donner un aperçu de la fréquence et des types conflits apparaissant au cours de l'activité.

Cette observation de l'activité a été réalisée dans le cadre d'une intervention facteurs humains, portant sur l'analyse du fonctionnement d'une installation d'entreposage de déchets nucléaires.

4.2.4.1. *Résumé de l'activité*

L'observation se déroule dans le hall de déchargement d'une installation nucléaire destinée au stockage de déchets radioactifs. Un emballage contenant des matières nucléaires (déchets de faible activité), doit être vidé de son contenu, et ce dernier doit être placé dans un conteneur immergé dans une piscine de stockage.

Pour réaliser cette opération, les opérateurs doivent pousser un côté de l’emballage (posé sur un chariot) contre le sas d’une cellule de déchargement. De l’autre côté de l’emballage se trouve une ouverture dans laquelle doit être placée une longue perche (ringard) qui servira à pousser le contenu de l’emballage (conteneur) dans la cellule.

Une fois dans la cellule blindée, le conteneur subit une analyse radiologique (détection de fuites) et une procédure est exécutée, visant à immerger le conteneur et le déplacer sous l’eau jusqu’à son futur emplacement de stockage. Pour cela, le conteneur est placé au moyen d’un bras télémanipulateur sur un chariot immergé qui fait le transit entre la cellule blindée et le bassin de stockage. Une fois le transit effectué, le conteneur est placé dans un casier au fond d’un bassin.

4.2.4.2. Éjection d’un conteneur dans la cellule blindée de déchargement

Trois opérateurs et un agent de Sûreté et de Radio Protection (SPR) sont sur les lieux. Un opérateur déboulonne le conteneur, aidé d’un second. le SPR contrôle le sas de la cellule et fait un frottis (avec du coton alcoolisé) sur le côté de l’emballage qui sera en contact avec le sas. Il contrôle le niveau de radio activité du coton (poussières). Cette opération a pour but d’éviter toute chute de poussières activées dans le hall lors de l’ouverture de l’emballage. Les résultats sont bons, il donne son accord pour poursuivre l’opération. Deux opérateurs n’ont pas de dosimètre. Le SPR s’en rend compte et leur donne l’ordre d’aller le chercher (ce qu’il font immédiatement).

*Notre présence a vraisemblablement attiré l’attention du SPR sur le respect du suivi dosimétrique des personnes en zone chaude. Il nous fait la remarque à ce sujet de la négligence récurrente des opérateurs dans le port du dosimètre. On retrouve dans les attitudes des opérateurs des signes de la **confiance** qu’ils ont dans leur activité, et probablement une « négligence » due à une conduite visant à **minimiser** ou **réduire les contraintes opératoires**, comme le port de dosimètre. Le port semble être considéré (à tort) par les opérateurs comme superflu par rapport à leur perception subjective du risque dans cette tâche. Ces objectifs individuels entrent donc en conflit avec les aspects réglementaires liés au suivi dosimétrique, et plus largement à la sécurité des personnes elles-mêmes.*

Un opérateur part au pupitre de la cellule blindée et avance le bras manipulateur près du sas, afin de récupérer par la suite le conteneur. L’emballage, posé sur un chariot, est poussé par les opérateurs contre le mur de la cellule de déchargement. Une perche est enfoncée à l’arrière de l’emballage par deux opérateurs qui la poussent sur quelques centimètres avant que l’ensemble paraisse coincé. La perche bute à l’intérieur de l’emballage. Un opérateur a l’impression qu’il y a un frottement au niveau du barillet (support à l’intérieur de l’emballage sur lequel se fixe la perche et qui sert à pousser le conteneur). Les trois opérateurs et le SPR forcent sur la perche. Elle ne s’enfonce pas jusqu’au bout.

*La conduite observée ici est classique. Les opérateurs sont en train de réaliser une poussée sur un élément, le fait qu’il coince les incite à pousser un peu plus fort (et à plusieurs). Il s’agit ici d’une stratégie visant à **réduire les contraintes** pour **réaliser rapidement l’objectif opérationnel**. La conduite du SPR témoigne d’une solidarité technique : il va tenter d’apporter son aide aux opérateurs dans leur tâche.*

La conduite générale des opérateurs n'est pas encore à ce stade conflictuelle, car une petite contrainte mécanique peut effectivement être contournée ici sans pour autant porter atteinte à la sûreté et la radioprotection.

Les opérateurs pensent que l'emballage n'est pas assez ouvert. Ils le referment dans un premier temps.

SPR : « les 2 barilletts sont fermés au dessus? c'est bon ? ».

Les opérateurs reculent le chariot puis l'avancent à nouveau contre le sas.

Un opérateur : « Ils ont du avoir des problèmes déjà quand ils l'ont chargé ». Le SPR vérifie l'alignement entre la perche et conteneur : il n'est pas bon ; la perche est vrillée.

Un opérateur : « Ca coince dès le départ, je pense pas que ce soit le château (conteneur dans lequel était placé l'emballage pour son transport routier). ».

Les opérateurs font appel au pont roulant pour modifier la position de l'emballage sur le chariot. Ils pensent alors à un mauvais alignement entre l'emballage et le sas.

Ils font alors un nouvel essai, sans résultat. Les opérateurs ressortent la perche avec difficulté (s'aident d'un marteau).

SPR : « Y'en a pas un autre de ringard ? »

Un opérateur trouve dans un tas de perches usagées une autre susceptible de convenir. Les opérateurs essayent de la mettre, mais elle se coince aussi.

Les opérateurs décident de revenir à l'ancienne perche et essayent de régler la position du chariot sur les rails.

*Les opérateurs explorent les différentes possibilités qui s'offrent à eux pour réaliser leur tâche. Ils persistent dans leur stratégie visant à trouver une perche non vrillée pour pousser le barillet. Peu de solutions sont à leur disposition, ils ne peuvent regarder du côté de l'ouverture de l'emballage pour voir où cela pourrait coincer (risque d'irradiation). Une démarche de diagnostic collectif s'instaure. Des signes de dépassement de limites opérationnelles apparaissent (**réduction de contraintes**) par l'usage d'un marteau pour enlever la perche alors qu'elle se visse.*

SPR : « On fait une dernière tentative et puis on appelle les autorités. Il faut qu'ils prennent une décision...Enfin je sais pas, c'est pas moi l'exploitant ! » (les opérateurs approuvent)

Le SPR nettoie la perche avec un coton humide.

Bien que le SPR apporte son aide aux opérateurs il présente un leadership temporaire auprès des opérateurs, certains lui demandant ce qu'il est possible de faire, alors que ce n'est pas sa tâche.

Les opérateurs et le SPR essayent encore 2 fois de pousser la perche dans le barillet. A la seconde fois, la perche rentre complètement et le conteneur est éjecté dans la cellule blindée. Pour cela, il a fallu prendre de l'élan et forcer sur la perche pour la rentrer (comme s'il fallait « plonger » sur le barillet)

*« Dernière » tentative avant de s'avouer vaincus et de faire appel aux supérieurs. C'est une démarche naturelle qui entre dans le processus d'**escalade d'engagement** dans lequel est toujours tenté une « dernière » action qui sera la bonne. Si elle échoue il sera moins coûteux d'en refaire une autre qui sera la*

bonne, plutôt que d'abandonner tous les efforts engagés jusque là. On peut se poser ici la question du nombre de tentatives qui auraient encore été faites pour arriver à éjecter le barillet et son contenu, avec les recherches de solutions les plus immédiates que cela comporte.

Le SPR s'adresse alors à nous : « *notez mesdames et messieurs les conditions de travail ... !!!* ». Puis il se retourne vers le mur de la cellule : « *Là il est dedans (le conteneur), je l'entend...* » (L'appareil de mesure du débit de dose de l'intérieur de la cellule crépite).

Le SPR met alors ses gants et les fixe à sa combinaison avec de l'adhésif. Il demande aussi aux opérateurs de changer leurs gants. Deux opérateurs reculent le chariot. Le SPR fait un frottis de l'embout de l'emballage qu'il contrôle et le nettoie car il a détecté une légère contamination. Le SPR explique qu'il veut redescendre à un « *bruit de fond* ». « *On pourrait se permettre de ne pas le nettoyer mais je préfère enlever un max de contamination* ».

*Notre présence peut avoir un effet sur la motivation du SPR à vouloir diminuer autant la contamination. On pense ici à un objectif relatif à une forme de **désirabilité sociale** (montrer qu'il est responsable et réalise correctement son travail) mais aussi à vouloir montrer l'exemple à des opérateurs qui ont fait preuve, pendant l'activité, d'une certaine désinvolture face au risque de contamination. Nous apprendrons par la suite, au cours d'entretiens, que l'installation est perçue par ses occupants comme un « village gaulois » et que les opérateurs, bien que réalisant correctement leur métier, prennent de nombreuses libertés avec les aspects réglementaires. Une analyse plus poussée a révélé que les causes de ces conduites revenaient à de mauvaises conditions organisationnelles.*

Dans la salle de commande de la cellule, un opérateur s'aide de deux caméras pour voir l'intérieur de la cellule ainsi que de la vision directe au travers d'une vitre au plomb, très épaisse et sombre, modifiant fortement la perception, par exemple celle des distances. Il y a aussi de nombreux reflets dans la vitre du fait de son opacité.

Nous demandons comment il opère pour placer la pince juste au-dessus du conteneur dans ces conditions (vision latérale alors qu'il aurait aussi besoin d'une vue de dessus).

« *A l'œil. En plus, je suis à contre jour !* » dit-il en bougeant beaucoup autour de la commande du bras télémanipulateur.

L'opérateur s'aide un peu de la caméra en zoomant sur l'orifice de l'intérieur de la cellule par lequel a été introduit le conteneur. Le SPR éteint la lampe du hall où se trouve le pupitre de la cellule blindée, réduisant les reflets sur la vitre « *Comme ça c'est plus facile de voir l'intérieur de la cellule blindée* ». Les deux autres opérateurs referment pendant ce temps l'ouverture de l'emballage.

L'ingénieur qualité (IQ) arrive alors pour le contrôle de second niveau de la pesée et la contamination surfacique. La pesée permet de vérifier le contenu du conteneur. On compare la pesée de l'expéditeur avec la pesée réalisée par l'installation, ce qui permet de détecter une erreur de l'un ou de l'autre. Suivant les valeurs trouvées, l'installation peut refuser le conteneur, le remettre dans l'emballage et le réexpédier.

L'IQ s'adresse à l'opérateur au pupitre de la cellule : « *Vous faites les frottis et je vais chercher le dossier* ».

Les opérateurs racontent à l'IQ le problème de la perche « *Vous auriez dû le dire pour le problème de la perche. Quand on aura un réel problème, ça nous tombera dessus. Il vaut mieux le laisser dans son emballage en attendant une décision.* »

Nous avons ici un aperçu du diagnostic à froid d'une situation opérationnelle. Le recul vis-à-vis de la dynamique d'une activité semble apporter une orientation visant la sécurité ou la sûreté, alors que l'immersion dans la dynamique tendrait à favoriser la productivité.

Le SPR met un masque pour aller récupérer les frottis à l'intérieur de la cellule par le sas qui a servi à faire entrer le conteneur. L'opérateur au pupitre approche la pince du bras télémanipulateur tenant le coton près du sas. Le SPR a lui aussi une pince. Les 2 personnes sont dans deux endroits différents et ne se voient pas. L'IQ regarde par la vitre et guide l'opérateur.

L'opérateur : « *je sais pas si il l'a attrapé ! Tu l'as attrapé ?* »

Nous apprendrons que l'IQ remplace ici le Chef d'Exploitation qui devrait superviser cette opération. On nous dit qu'il n'est jamais présent pendant les opérations. De plus il devrait y avoir deux opérateurs au pupitre, or là, un seul est présent, personne ne sait pas où sont partis les deux autres.

Ici encore, preuve de solidarité technique : d'autres intervenants viennent aider des opérateurs dans leur tâche. Cette régulation implicite n'est pas ici conflictuelle. L'IQ n'a pas une tâche très lourde à assurer. De plus, son action va dans le sens de son rôle de supervision de la seconde phase du déchargement. On notera toutefois le manque de l'opérateur supplémentaire et la disparition des deux autres opérateurs.

L'IQ contacte le Chef d'Installation pour la signature des dossiers et lui indiquer les résultats de la pesée (le Chef d'Installation devait apporter les dossiers mais ne l'a pas fait). A ce moment l'électricité est coupée. Les caméras, l'éclairage de la cellule et les lumières du pupitre s'éteignent.

SPR : « *ils ont du faire l'essai groupe. Vas-y (faisant un signe de tête à l'opérateur), tu peux remettre en route* ».

L'opérateur essaye de redémarrer les appareils, rien ne se passe.

L'IQ : « *il faut appeler [nom du responsable maintenance et travaux neufs]* »

L'opérateur prend le téléphone et le bascule sur la diffusion générale « *M. [nom du responsable] et un agent [société de maintenance sous-traitante] sont demandés à l'atelier chaud* ».

L'opérateur : « *c'est pas normal qu'ils fassent l'essai groupe quand il y a une manip !* »

La lumière revient toute seule, le rétablissement de l'électricité est fait sans annonce générale, de la même façon qu'elle a été coupée.

*Problèmes de co-activité. L'information circule mal entre les équipes de maintenance et les titulaires. D'après les entretiens, il ne s'agit pas d'une compétition entre équipes mais plutôt un manque de rigueur et d'organisation dans la diffusion de l'information. Ce **problème organisationnel** peut présenter des risques importants selon les activités.*

Les opérations se poursuivent, il n'y a toujours qu'un seul opérateur au pupitre de la cellule. L'IQ s'énervé « *Les 2 autres OP n'ont pas été appelés ailleurs ! On a une équipe de branquignols, ils profitent du système !* »

De son côté, le SPR est parti à sa visite médicale.

*Les opérateurs disparaissent progressivement. Il s'agit ici de la fin de la seconde phase du déchargement. Il y a une transition du barillet, d'une quinzaine de minutes, entre la cellule blindée et le hall piscine. Cette transition sera assurée par l'opérateur (seul) qui reste alors que cela doit se réaliser à deux. Nous n'avons pas su ce qu'étaient allés faire les deux autres opérateurs, mais ils ont rejoint les lieux au moment où leur présence était nécessaire (opération de stockage en piscine). Le **désintéressement** de certains opérateurs, et les motivations qui sont derrière entrent ici en conflit avec la sûreté du processus et la sécurité de l'opérateur travaillant seul dans des zones où se trouvent des plans d'eau.*

4.2.5. Discussion

Pour réaliser cette analyse de l'activité, il a été nécessaire d'aller au-delà de l'observation. Nous avons pu remarquer la désinvolture de certains opérateurs, c'est-à-dire leur conduite vis-à-vis des règles à suivre ou de l'aide relative qu'ils pouvaient apporter aux autres. Ainsi, les différents événements comme la panne de courant lors de la manipulation en cellule blindée, les remarques faites avec une pointe d'exaspération chez l'Ingénieur Qualité quant aux pratiques des opérateurs, les remplacements implicites d'opérateurs par d'autres intervenants ont pu être compris par des entretiens consécutifs à l'observation avec les différents intervenants.

La conduite générale des opérateurs a trouvé une explication dans la dérive de la gestion du personnel et de l'installation. Pour des questions de rivalités et de démotivation du côté des responsables de l'installation, les opérateurs et les équipes techniques se sont progressivement retrouvés à gérer eux-mêmes l'installation. On a pu retrouver le problème classique des difficultés de circulation de l'information entre niveaux hiérarchiques, et de très nombreuses régulations en termes de communication au sein des niveaux (opérateurs, maintenance, superviseurs....).

Ainsi, le désinvestissement des supérieurs a fini par faire émerger des rôles implicites de suppléants de la direction dans chacun des niveaux de l'organisation. Ceci a eu pour conséquence un relâchement chez certains, mais la cohésion au sein des niveaux et la régulation des « chefs par intérim » et entre niveaux hiérarchiques permet une gestion relativement efficace de l'installation. De leur côté, les responsables assuraient le minimum de présence et de pression pour assurer le suivi correct de l'exploitation. Tous ces aspects organisationnels observés ici n'avaient pu être relevés dans notre catégorisation précédente, et nous mesurons ici l'importance de disposer d'une connaissance des régulations organisationnelles pour comprendre le sens des régulations opérationnelles que nous avons pu observer.

Dans les conduites observées, on remarque la présence d'écarts entre l'activité prescrite et l'activité réelle. La réalisation d'un objectif opérationnel passe par une renégociation des rôles, l'apparition de contraintes conduisant à des contournements ou des adaptations des règles. On sort donc bien du schéma linéaire de la prescription des règles pour entrer dans celui de l'adaptation des règles (et non leur transgression) pour réaliser une tâche assignée.

Les entretiens ont d'ailleurs confirmé l'écart entre le recours aux procédures en cours d'activité et leur réelle mise en application, traduisant plus un besoin d'opérationnalité immédiate qu'un désintéressement des règles : « *je les lis pas trop* », « *elles ont été raccourcies car, elles étaient trop longues* », « *Il y en a trop, le temps de trouver la bonne, il vaut mieux connaître le bâtiment* ».

Du point de vue de notre catégorisation, nous avons pu retrouver une grande partie des items dans nos observations :

- Confiance de l'opérateur dans les systèmes ou ses collaborateurs,
- Caractéristiques techniques pouvant présenter des contradictions fonctionnelles ou des contraintes difficiles à appréhender,
- Phénomènes liés à l'Escalade d'engagement,
- Régulation de sa propre activité ou celle de ses coéquipiers.
- Accélérer la réalisation du résultat (pouvant entraîner une poursuite dans l'escalade d'engagement),
- Réduire les contraintes opératoires ou réglementaires,

Nous n'avons pas rencontré ou identifié dans cette observation de situation en lien avec le rajout de contraintes. Ce type d'effet n'ayant été observé qu'auprès de décideurs ou de personnes en recul avec l'activité, on peut être amené à penser que c'est un phénomène rare dans l'activité, d'autant plus que les opérateurs ont tenté plusieurs types d'actions pour résoudre le problème de l'éjection du conteneur (pousser seul, pousser à plusieurs, vérifications d'alignement, du matériel, nouvelles tentatives, augmentation de la force de poussée...). Ce type de conduite confirme les observations sur la résolution de problème, dans lesquelles a été remarqué que l'individu ne planifie pas nécessairement à court terme ses actions. Il fait des tentatives lui permettant de comprendre la situation qu'il est en train de résoudre (cf. Hoc & Amalberti, 1997 ; Amalberti, 1996, 2001).

Enfin, l'investissement du SPR dans son comportement préventif nous est apparu important, et nous a fait penser à une forme de désirabilité sociale que nous n'avions pas retenue précédemment dans nos items.

4.2.5.1. Le compromis cognitif comme révélateur d'une coexistence de stratégies de gestion ?

Nos observations ont montré que les opérateurs, au cours de leur activité, modulent leur conduite en appliquant une stratégie privilégiant soit une économie cognitive soit une économie physique pour réaliser l'objectif opérationnel. Le recours à notre modèle de référence du compromis cognitif trouve ici son intérêt pour apporter des éléments de réponse quant à cette apparente double logique de gestion.

Notre question sur l'existence d'une double logique de gestion implique l'existence d'un mécanisme de sélection ou de régulation pour arbitrer toute éventuelle compétition entre elles. Le premier élément de réponse qui avait été apporté consistait à prendre en compte le principe d'économie cognitive, lequel avait ainsi orienté notre choix pour ce modèle explicatif de l'activité. Ainsi, le modèle du *compromis cognitif* présente, pour un individu, les éléments participant à la recherche d'un compromis opérationnel et cognitif basé sur une recherche de l'effort minimal pour un résultat non pas optimal, mais subjectivement acceptable par l'individu en fonction des contraintes qu'il rencontre.

Toutefois, bien que le modèle soit bâti sous une approche duale (prise de risque vs. gestion du risque, recherche d'efficacité vs. limitation de l'effort fourni) il *ne permet pas d'expliquer* pourquoi on peut observer *une augmentation de l'activité des opérateurs* pour un résultat *soit incertain soit minime* (escalade d'engagement, dépense gâchée...), d'autant plus que les stratégies employées dans ce genre d'activités sont bien souvent coûteuses (en temps, en efforts. .). Par contre, le modèle explique les nécessaires *dépassements* de limites en général pris par les experts (qu'il exprime sous la forme d'une sortie volontaire et maîtrisée du domaine de maîtrise du processus) pour rétablir une situation. Ces remarques et les observations tendent donc à nous faire considérer l'existence d'une dualité (mais pas une opposition) dans l'activité, tant physique que cognitive.

4.2.5.2. Une première modélisation de la coexistence de logiques de gestion

Le recours à CATCH peut, sur la base de nos premières observations, donner une première explication de la coexistence de ces deux logiques de gestion et du phénomène permettant la sélection de l'une des deux.

Pour comprendre cette articulation dans l'activité, nous considérerons deux dimensions nécessaires à toute activité opérationnelle : les *processus supportant la décision* et ceux supportant *l'action*. Ces processus fournissent un niveau d'efficacité en fonction de deux facteurs : l'allocation de ressources cognitives et le degré d'expertise de possède l'individu pour une tâche donnée. Plus l'expertise d'un opérateur augmente et moins le contrôle de son activité nécessitera de ressources attentionnelles (grâce aux automatisations, aux heuristiques...). On retrouve donc ici une notion essentielle au compromis cognitif : l'économie cognitive.

L'opérateur gère son activité en recherchant une concordance avec la dynamique de la tâche. Les conséquences des limitations cognitives de l'individu ont pour effet de le faire agir sur le court terme par des actions appropriées et parfois automatisées, en correspondance avec l'objectif opérationnel assigné (Hoc & Amalberti, 1994). L'assignation de ressources est ici déterminante dans la détermination de la stratégie de régulation qu'appliquera l'opérateur dans son activité. Si la situation est trop complexe à comprendre, l'essentiel des ressources cognitives sera mobilisé pour supporter l'activité de diagnostic de prise de décision. Par un effet mécanique, les processus de gestion de l'activité manqueront alors de ressources pour en assurer la régulation sur le court terme. Ceci se traduira par une augmentation d'erreurs de manipulations, d'omissions, signes que l'opérateur se fait déborder par sa tâche.

Pour faire face à un débordement dans son activité, l'opérateur cherchera à retrouver la maîtrise de la situation opérationnelle. Pour cela, il fera appel aux ressources cognitives disponibles, aux heuristiques et habiletés acquises. Toutefois, l'urgence ou la complexité de reprise en main de la situation demandera de prendre des risques, avec pour conséquence de très probables transgressions de règles. Ce type de conduite illustre alors la logique de réduction des contraintes opératoires :

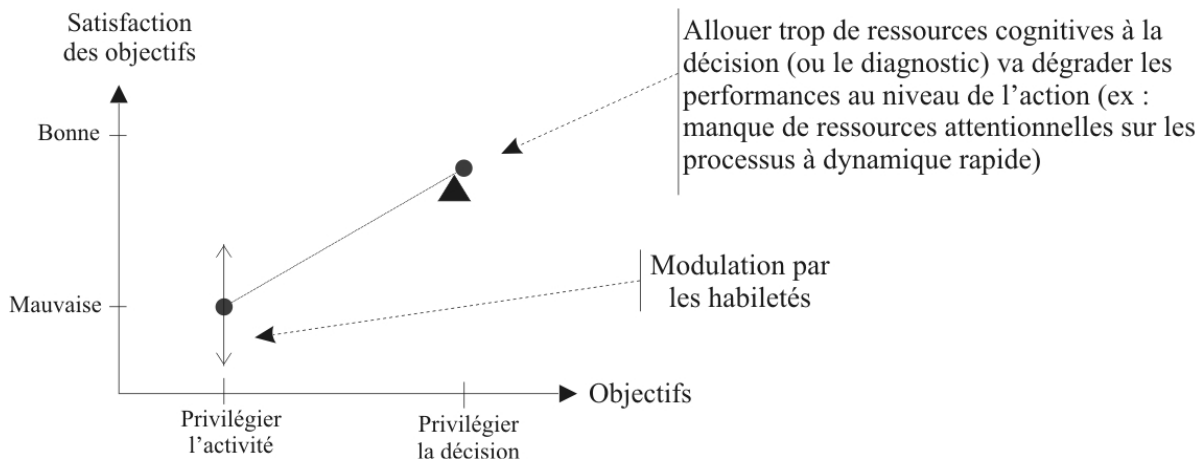


Figure 21 : modélisation CATCH de la réduction des contraintes opératoires

L'opérateur peut libérer des ressources cognitives allouées aux processus de décision (analyse et diagnostic) pour les attribuer aux processus supportant l'activité. Cette libération est rendue possible par des solutions peut coûteuses, comme le raisonnement par analogie, les métaconnaissances ou la déduction logique (si-alors). Elles permettront de réaliser un compromis entre l'investissement physique/cognitif et la performance obtenue pour une tâche donnée. Par ces modifications d'allocations de ressources, l'opérateur tentera de retrouver un niveau de performance lui permettant de poursuivre la réalisation de son objectif, en réduisant le risque de perte de contrôle du processus :

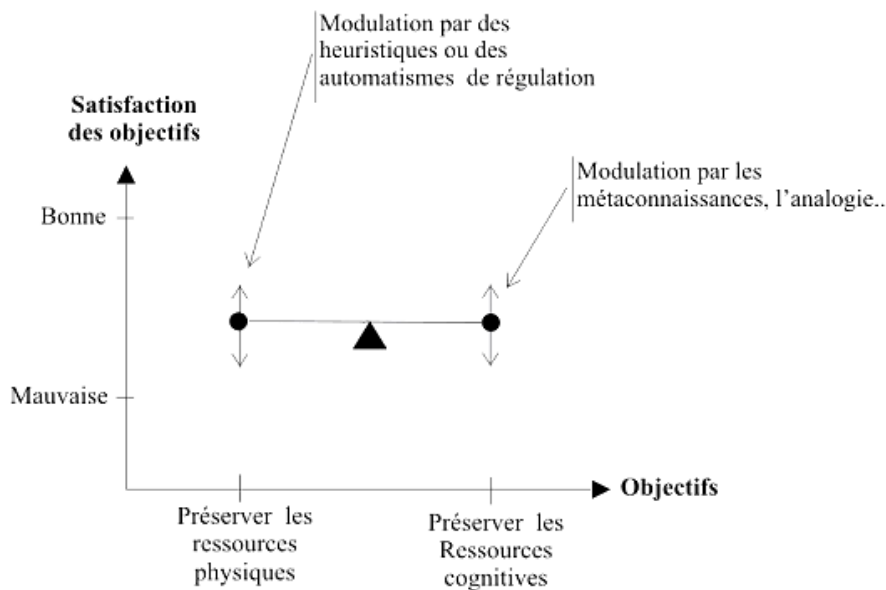


Figure 22 : La réallocation dynamique de ressources et l'évolution de la gestion d'une situation au moyen d'une stratégie par compromis

La logique duale, exprimée au moyen de CATCH, propose une réponse à la coexistence des deux modes de gestion et comment s'opérerait leur sélection. Cette première conclusion, qui reste à valider, avance une vision plus *écologique* que notre question de départ, c'est-à-dire que nous ne serions pas en présence de deux logiques en compétition, mais plus vraisemblablement face à une logique *d'adaptation* du mode de résolution en fonction des ressources attentionnelles disponibles.

Cette première conclusion sur l'allocation de ressources en situation opérationnelle ouvre des pistes sur les mécanismes intervenant dans la hiérarchisation des priorités. Une démarche d'observation de situations de terrain permettrait de disposer d'un large panel de cas, la catégorisation ne vaudrait nécessairement pas ou une validation. Le recours à une situation expérimentale est ici nécessaire.

4.3. Les conflits d'objectifs dans l'organisation

Cette section propose d'aborder les conflits d'objectifs à partir des aspects organisationnels. Notre propos n'est pas de présenter ici l'activité des opérateurs en butte à des conflits organisationnels mais plutôt, d'une façon graduée, présenter l'origine de contraintes et conflits organisationnels auxquels sont confrontés les opérateurs. Nous n'avons pas non plus ici la prétention, au travers de cas classiques, de présenter tous les types de conflits organisationnels. Nous pensons plutôt que les cas suivants ont la pertinence d'illustrer les grandes lignes de la genèse organisationnelle des conflits d'objectifs. Pour cela, trois cas seront présentés : Challenger, un cas connu, longuement étudié sous de nombreux aspects mais revisités ici sous l'angle des conflits d'objectifs. Le second cas, Bhopal est un cas-charnière entre le premier et le troisième cas. Bhopal est un cas très riche illustrant les contraintes exercées sur une seule usine pour satisfaire des objectifs très opposés entre un pays et une multinationale. Enfin Tokai-Mura présente un accident nucléaire qui était devenu pratiquement impossible à parer pour les opérateurs, tant, comme pour Bhopal, le relâchement au sein de l'organisation était fort.

4.3.1. Challenger

Prévu à l'origine pour le 22 janvier 1986, le départ de *Challenger* a déjà été reporté à quatre reprises. La veille, les sept membres de l'équipage, sanglés cinq heures d'affilée à leurs sièges, ont dû attendre encore un peu pour que les techniciens réussissent à enlever la poignée de l'écouille, bloquée par le froid. La cinquième tentative de décollage est à présent fixée à 9h38 (heure locale), malgré le fait que la tour de lancement soit couverte de glace.

Des guirlandes de glaçons dont certains font plus de cinquante centimètres pendent de toutes parts. Il est à craindre que, sous le choc du décollage, quelques-uns n'aillent heurter le vaisseau et endommagent alors les fragiles tuiles thermiques. À trois reprises, une équipe d'inspection sera dépêchée sur les lieux afin d'évaluer la situation.

Le 28 janvier 1986, à 11 h38mn du matin, l'ordre de décollage de la navette spatiale *Challenger* est donné. Sept secondes après la mise à feu des moteurs de l'orbiteur (la plus grosse fusée centrale sur laquelle est arrimée la navette), a lieu la mise à feu des deux *boosters*, deux moteurs à poudre en forme de cylindre, servant à assurer la poussée initiale. Les moteurs de l'orbiteur s'alimentent sur un réservoir cylindrique qui contient une grande quantité d'oxygène et d'hydrogène liquides, dans des réservoirs internes séparés. Le mélange combustible se fait à partir de ces deux corps naturellement gazeux, mais qui sont conservés ici à haute pression et très basse température afin de rester à l'état liquide.

La navette *Challenger* quitte le sol du Centre spatial *Kennedy*. Elle explosera 73 secondes plus tard.

Cette catastrophe a initié une longue série d'études et de rapports pour comprendre ses causes. Si les raisons techniques ont été les plus rapides à être identifiées (un joint défailant sur le booster droit), il n'en a pas été de même des causes de cette défaillance

technique et de la décision de faire décoller la navette. Nous proposons ici une relecture des événements les plus significatifs revus à la lumière des conflits d'objectifs, avec une approche organisationnelle, car cette catastrophe est largement admise comme un accident *organisationnel* (Llory, 1996).

4.3.1.1. Les causes techniques : des joints défailants en basse température

La température de l'air ambiant au Centre Spatial *Kennedy*, le matin du lancement, est proche de 0°C. Cette température est la plus faible que tous les vols précédents ont connu. Elle a même chuté jusqu'à -7°C au cours de la nuit. Avant ce vol, la température la plus faible enregistrée pour les vols précédents avait été de 12°C. Les estimations de la plus faible température au niveau des joints des boosters avoisinaient les -2°C. Les études menées par la société conceptrice des joints des boosters, Morton Thiokol, précisait que les joints présentaient des défaillances en dessous de 12°C et que ceci n'était « pas souhaitable mais acceptable » (Rogers, 1986 ; chap. 6). Six ans plus tard, la NASA réévaluera la criticité des joints en reconnaissant qu'une défaillance de ces composants pouvait causer la perte de l'équipage et de la navette.

Grâce au film du lancement réalisé depuis le sol, on peut apercevoir un nuage de fumée noire qui se forme entre le *booster* droit et le réservoir extérieur, au niveau d'un joint du *booster*. Ce nuage apparaît dès le début du démarrage des moteurs. Moins d'une minute après le décollage apparaît la première flamme qui va augmenter et commencer à attaquer le réservoir extérieur au bout de la première minute. Elle provoquera la rupture des réservoirs d'oxygène et d'hydrogène liquides situés dans le réservoir extérieur. Cette rupture fera exploser les systèmes de propulsion de la navette, approximativement à 73 secondes. A 76 secondes, des fragments non identifiables de l'engin spatial peuvent être aperçus, contre un grand nuage de feu, de fumée et de combustibles vaporisés.

4.3.1.2. Les causes organisationnelles

S'intéresser aux causes organisationnelles d'un accident implique une part d'intérêt pour l'histoire de l'organisation étudiée. C'est en s'intéressant aux aspects historiques que l'on cerne les premières décisions qui finiront par avoir un effet sur des décisions prises plus tard. Dans l'approche des conflits d'objectif, les décisions initiales présentent une forte capacité d'inertie. Plus elles sont anciennes et plus il sera difficile de les modifier, sinon à des coûts financiers et structurels importants.

Les éléments essentiels pour l'analyse organisationnelle de cet accident sont résumés dans le tableau ci-dessous :

LEGAL	1	- Le gouvernement définit les budgets de la NASA en fonction de ses résultats	←
ECONOMIQUE	2	- Morton Thiokol (MT) est le prestataire le moins cher pour fournir les joints	←
		- Concurrence avec Ariane	←
ORGANISATIONNEL		- MT ne présente pas la meilleure solution technique pour les joints	←
		- Décideurs NASA ignorent les inquiétudes des ingénieurs MT sur la solidité des joints	←
		- MT veut reporter le décollage	←
SOCIO-TECHNIQUE		- Les ingénieurs de MT signalent les faiblesses des joints toriques	←
		- Détections récurrentes de la corrosion des joints	←
TECHNIQUE		- Fenêtre temporelle idéale pour l'envol	←
		- Autres possibilités de décollage	←
		- Les conditions climatiques ce jour sont défavorables (température) mais le temps est excellent (ciel dégagé)	←

Figure 23 : Analyse LEOST des conflits d'objectifs dans Challenger

Les analyses précédemment réalisées sur le cas de Challenger portaient sur les aspects techniques, sociologiques, psychologiques et organisationnels. Nous n'avons pas la prétention de revenir sur les conclusions de ces études, mais proposons d'apporter la vision des conflits d'objectifs à leurs principaux résultats.

La logique d'ensemble qui a conduit à l'accident apparaît sous la forme d'une cascade de contraintes (flèches verticales) qui créeront des conflits entre les niveaux et dans les niveaux de toute l'organisation (doubles flèches). Tout d'abord, la NASA subit une contrainte du point de vue de son efficacité. Le gouvernement américain lui octroie un budget en fonction de ses performances dont le lancement de la navette fait partie. Il s'agit donc ici d'une contrainte entre les niveaux LEGAL et ECONOMIQUE. Cette contrainte va pousser la NASA à éviter de reporter le lancement de la navette sur des considérations économiques : la concurrence avec Ariane se fait au niveau des performances (tirs réussis, calendrier des lancements respecté). D'autre part, la logique économique tend naturellement à faire cadrer le budget avec les objectifs que se donne la NASA. Ceci passe alors par la recherche de sous-traitants aussi efficaces que peu onéreux (ici Morton Thiokol). L'analyse de l'accident par Vaughan (1996) aborde l'enchaînement des dérives organisationnelles (report d'année en année du problème du joint, la décision trop tardive d'y remédier) en la caractérisant de « *Normalisation de la dérive* ». Selon cet auteur, il n'y a pas de véritable transgression des règles de sécurité car l'ensemble des acteurs de la NASA ont collectivement produit des normes dans les règles de l'institution, et les ont fait dériver progressivement. Les enchaînements de contraintes et conflits sont les suivants :

a) Une origine gouvernementale (1)

Les décisions qui seront prises tout au long du projet de développement de la navette spatiale américaine et son exploitation seront influencés par les budgets accordés par le Sénat américain. La satisfaction de contraintes économiques aura en amont (13 ans avant) des conséquences sur la qualité des joints, et le choix du fournisseur. Les conséquences économiques pour la NASA à la suite d'un nouveau report entreront en conflit avec les objectifs techniques de sécurité lorsque la compétitivité avec Ariane sera évoquée.

b) Conflit économique-technique (2)

Afin de faire cadrer au mieux le budget de développement de la navette, il a été fait appel à de nombreux sous-traitants afin de retenir ceux proposant les meilleures prestations au meilleur prix (appels d'offres). Pour les joints toriques des boosters, C'est la société Thiokol qui a été retenue, pour ses compétences en management de projet, de développement et les contrôles, alors que des réserves avaient été émises sur ses capacités à pouvoir assurer la conception. Le rapport édité par la NASA mentionnait à ce sujet que les compétences techniques de Thiokol « *pouvaient être corrigées facilement* ».

Ces améliorations ont été reportées dans le temps, et n'ont jamais été réalisées, comme le souligne en partie un passage du rapport de l'analyse de l'incident : « *The Commission has concluded that neither Thiokol nor NASA responded adequately to internal warnings about the faulty seal design. Furthermore, Thiokol and NASA did not make a timely attempt to develop and verify a new seal after the initial design was shown to be deficient. Neither organization developed a solution to the unexpected occurrences of O-ring erosion and blow-by even though this problem was experienced frequently during the Shuttle flight history. Instead, Thiokol and NASA management came to accept erosion and blow-by as unavoidable and an acceptable flight risk*²³. »(Rogers, 1986, Ch. 6).

c) La dérive d'un conflit économique-économique en conflit économique-technique (2)

Un aspect qui n'a pas été souvent abordé dans les études sur l'accident Challenger est la « motivation » financière qu'apporte l'état américain à la NASA lorsque les délais sont respectés pour les envols de la navette. Motivation à la productivité qui se double d'une compétition avec le lanceur européen Ariane. L'attraction que doit exercer la NASA sur les clients potentiels repose en partie dans sa capacité à pouvoir mettre rapidement un satellite en orbite, et à bas prix.

Le report du décollage de la navette depuis le 22 janvier commençait à mettre à mal l'objectif de productivité de la NASA, et les « fenêtres de lancement » n'étaient pas nombreuses. Il fallait pouvoir bénéficier de bonnes conditions climatiques et la Floride en décembre ne dispose pas tous les jours les conditions climatiques requises (Lighthall, 1991, cité par Llory, 1996). Dans le processus décisionnel, cet aspect est entré en ligne de compte avec les premières décisions de Thiokol de reporter le lancement que les responsables de la NASA refusaient d'entendre, comme le présente la reconstruction du compte rendu de la réunion du 27 janvier 1986, c'est-à-dire la veille du lancement (Llory, 1996) :

Il est demandé ce jour-là aux ingénieurs de Thiokol si les responsables techniques ont des inquiétudes au sujet des basses températures et si oui, d'en définir les effets possibles pour

²³ Notre traduction : La Commission a conclu que ni Thiokol ni la NASA n'ont répondu en de justes proportions aux avertissements internes concernant la conception défectueuse des joints. En outre, Thiokol et la NASA n'ont pas fait de tentative opportune de développement et de vérification d'un nouveau joint après que la conception initiale se fut avérée déficiente. Ni l'une ni l'autre des organisations n'a développé de solution aux occurrences inattendues de l'érosion et des carbonisations des joints toriques bien que ce problème ait été fréquemment observé durant l'histoire du vol de navette. Au lieu de cela, Thiokol et la direction de la NASA en sont venus à accepter l'érosion et les carbonisations comme inévitables et un risque acceptable de vol.

ce vol. Cette question de la NASA fait suite au retour d'expérience du vol de janvier 1985 (le 15e vol) pour lequel il avait été remarqué une érosion maximale des joints, alors que la température ambiante était la plus basse des 24 vols précédents, soit 12°C.

Une téléconférence aura lieu en deux fois, à la suite d'un appel d'un responsable de Thiokol spécifiant qu'il avait exprimé des craintes sur la tenue des joints toriques de ce vol. Lors de la première partie de la téléconférence, Thiokol demande de retarder le vol. Aucune décision n'est prise sur le moment, la téléconférence doit se poursuivre quelques heures plus tard. Lors de la seconde partie de la téléconférence, un des responsables du service technique de Thiokol recommande de ne pas lancer la navette en dessous d'une température de 12°C. Cette température est la plus basse qui a été enregistrée pour les vols précédents, faisant d'elle une référence de sécurité. De fait, un des managers de Thiokol présent à la téléconférence décide de ne pas donner son accord pour ce vol.

Les responsables de la NASA contestent les conclusions et les recommandations. La séance sera interrompue cinq minutes pour laisser les représentants de Thiokol débattre entre eux. Il est rapporté que c'est à ce moment que l'un des responsables de Thiokol demande au représentant des ingénieurs de « *quitter son "chapeau d'ingénieur" pour prendre son "chapeau de manager"* » (Llory, 1996).

Cette injonction est ici lourde de conséquences car les objectifs ne sont pas les mêmes du moment que les fonctions changent. La perception du risque subit des variations et modifie la décision.

Finalement un accord sera trouvé entre les agents de Thiokol. Le message des ingénieurs de Thiokol exprimera leur crainte pour une érosion très importante du premier joint. Ils précisent toutefois que si le premier joint venait à lâcher, le second assurerait la fonction par redondance. Il n'est plus fait état de la température citée en référence : le risque est dilué entre une forte crainte de la perte d'un joint et la redondance assurée par le second (mais non validée, faute de temps, de pression temporelle et de lutte de pouvoir). C'est donc une recommandation en demi-teinte, témoignant d'une situation où l'on tente de satisfaire des intérêts managériaux et techniques ici incompatibles.

Les responsables de la NASA demandent alors une preuve écrite de l'accord de lancement de la navette par Thiokol. Les hauts responsables, lors de la dernière réunion de concertation le jour du lancement, n'auront jamais été informés de cette mise en alerte de Thiokol.

4.3.1.3. Conclusion

L'enchevêtrement des causes de l'accident de Challenger est important, et cette complexité ressort dans toutes les analyses par une focalisation sur les faiblesses organisationnelles de la NASA. L'intérêt des études se porte sur les décideurs et les prises de pouvoir, tandis que la pression Economico-Légale reste en second plan, alors que c'est elle qui participe, du point de vue de notre analyse, à l'origine des contraintes et conflits émergents du domaine économique. En ce sens, le recours à LEOST (cf. Figure 23) permet d'illustrer cette contrainte gouvernementale unique mais aux nombreuses conséquences sur le reste de l'organisation de la NASA : perte de budgets, remises en cause de postes de responsables en cas de report de vol. La pertinence de notre étude s'arrête donc sur cet aspect.

4.3.2. Bhopal

Peu après minuit le 2 décembre 1984 la pression et la température montent dangereusement dans un réservoir d'isocyanate de méthyle (MIC) de l'Entreprise Union Carbide à Bhopal, en Inde. Vers une heure du matin, la structure vibre puis explose laissant s'échapper une fumée blanchâtre. Au petit matin, un nuage d'une trentaine de tonnes d'isocyanate de méthyle, de cyanure hydrogéné, d'amine mono méthyle et d'autres gaz mortels s'étendent sur une zone de 40 Km² et se déplacent au gré des vents, provoquant l'intoxication des populations à son contact. Du fait du caractère nocturne de l'accident, la majorité des victimes décèdent dans leur sommeil.

Dans les heures qui ont suivi, la confusion dans les systèmes de secours a régné devant le grand nombre de victimes (2500 morts au total) et 250. 000 blessés et leur inadaptation à gérer une crise de cette ampleur. Cette confusion a été renforcée par le fait que les polluants en cause n'ont pas été identifiés correctement. En fait, les différentes autorités ont cru que le MIC était l'unique polluant libéré, mais en réalité, le MIC une fois émis a réagi, causant alors la présence probable de phosgène et autres sous produits chlorés. La grande majorité des dommages corporels dus aux inhalations auraient ainsi pu être évités simplement à l'aide d'un linge humide posé sur le visage.

4.3.2.1. Chronologie de l'accident

Nous empruntons largement à Llory (1997) et Usunier & Verna (1994) les éléments qui nous seront nécessaires à la reconstitution de l'accident et l'isolement des causes organisationnelles initiales que nous reprendrons dans LEOST. La chronologie que nous retiendrons ici n'est pas destinée à l'analyse des erreurs humaine, que nous considérerons dans cette situation comme des facteurs aggravants. Nous essayons de montrer ici que ces *conduites* humaines sont des dérives comportementales *conséquentes* à des dérives organisationnelles de plus haut niveau.

21h15 : Un opérateur de MIC et son contremaître procèdent au lavage d'un tuyau à grande eau. Ce tuyau communique avec le silo 610 et il semble malheureusement que la vanne soit inexplicablement restée ouverte, contrairement à toutes les consignes de sécurité. L'eau va donc couler pendant plus de 3 heures et environ mille litres d'eau vont se déverser dans le réservoir.

22h20 : Le réservoir 610 est rempli de MIC à 70 % de sa capacité. On y mesure une pression intérieure de 2 psi. Le seuil est donc respecté car la pression admissible est comprise entre 2 et 25 psi.

22h45 : La nouvelle équipe de nuit prend la relève.

23h00 : Un contrôleur note que la pression du réservoir 610 est de 10 psi, soit cinq fois plus qu'à peine une heure auparavant. Étant *habitué* à ce que de nombreux appareils de contrôle *ne fonctionnent pas bien*, il ne tient pas compte de ces 400 % d'augmentation en

une heure. Quelques gênes sont ressenties par le personnel, comme des picotements aux yeux. Elles sont la conséquence d'une petite fuite de MIC près de ce réservoir. Mais cela est également assez courant dans l'usine ; personne ne se préoccupe donc de ces picotements des yeux pas plus que de la pression anormalement élevée.

23h30 : La fuite est localisée et le contrôleur est prévenu. Celui-ci décide qu'il s'en occupera à minuit et quart, après sa pause thé.

00h15 : La pression intérieure du réservoir 610 dépasse la limite admissible : elle atteint 30 psi et semble continuer à augmenter.

00h30 : La pression atteint 55 psi. Le contrôleur, bravant les instructions reçues de ne pas déranger inutilement son chef de service, se décide enfin à lui téléphoner pour le prévenir. Il sort ensuite pour aller observer l'état du réservoir et entend celui-ci trembler alors qu'il ressent un fort dégagement de chaleur. C'est la panique. Le couvercle en béton du réservoir se fend, puis la valve de sécurité explose, laissant échapper un nuage mortel.

01h00 : Le chef de service arrive, constate rapidement les fuites de gaz toxiques du réservoir 610 et fait sonner l'alarme.

02h30 : La valve de sécurité du silo 610 est refermée.

4.3.2.2. L'analyse organisationnelle

Le cas de Bhopal est intéressant à plus d'un titre. Il présente un grand nombre de contradictions à tous les niveaux organisationnels. À cela s'ajoutent des problèmes de politique, de luttes d'influence, de problèmes économiques qui finissent par porter gravement atteinte au bon fonctionnement de l'usine. Les principaux faits sont présentés ci-dessous et développés ensuite.

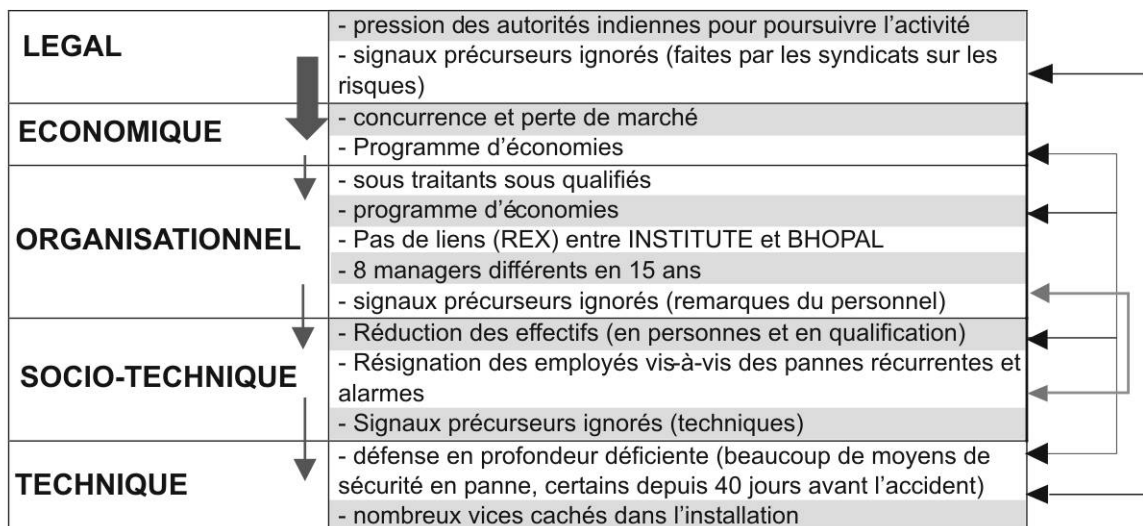


Figure 24 : Bhopal, résumé des facteurs organisationnels aggravants.

Présenter les conflits d'objectifs existants entre chaque niveau organisationnel (doubles flèches) est presque inutile tant ici le cas peut se résumer à un « effet de contraintes en

cascade parfait ». Cet effet en cascade de *contraintes* (flèches verticales) aura pour conséquences de créer une suite de conflits d'objectifs. Cependant, il sera à noter l'importance des contraintes du domaine légal pour ce cas, qui sont bien plus présentes que dans le cas de Challenger que nous venons de voir.

Pour comprendre l'accident de Bhopal il faut remonter très tôt dans son histoire. À la déclaration d'indépendance de l'Inde en 1949, UCC (Union Carbide Corporation, multinationale dont le siège est aux Etats-Unis) reçoit l'autorisation de poursuivre ses activités en devenant partenaire majoritaire de Union Carbide India Limited (UCIL, la filiale indienne d'UCC). Dans les années 1960, alors que l'Inde essaie d'accéder à une autosuffisance alimentaire, UCC reçoit l'approbation du gouvernement Indien pour construire une première usine de pesticides dans le centre de l'Inde. Cette autorisation est motivée par le fait que cette production permettrait de sauver 10 % des récoltes annuelles. La première usine est construite en 1969. C'est en 1977 qu' UCC se voit imposer la construction d'une seconde usine par le gouvernement Indien, sans quoi il serait retiré à UCC sa licence d'exploitation aux Indes.

4.3.2.3. Une construction imposée

UCC se plie aux exigences et lance la construction d'une seconde usine à Bhopal en 1978. Les raisons de cette décision d'UCC de se plier à ces exigences ne sont pas éclaircies. Certains y voient une façon pour UCC de garder un pied en Inde, pays perçu comme ayant un fort potentiel de développement, logique qui aurait été conservée pour décider du maintien du fonctionnement de l'usine lorsque celle-ci présenta un déficit financier qui aurait logiquement nécessité son arrêt (Usunier & Verna, 1994).

Ce sont donc ici des contraintes d'une volonté politique qui, non seulement ont conditionné la création de cette usine, mais ont aussi maintenu son activité. Cependant, les premiers signes de conflits d'objectifs apparaissent avec la construction de l'usine. La volonté de l'état Indien de voir construit l'usine, et la condition présentée à UCC en cas de refus, a poussé cette dernière à rechercher un compromis : construire une usine la moins chère possible pour conserver le droit d'exploitation. Cette conclusion repose sur les faits déclarés, l'année de sa construction, d'incidents et d'accidents graves, comme l'immense incendie en 1978 et cinq importantes fuites de gaz en 1981 et 1983 qui provoqueront un mort, 47 blessés et plus de 670. 000 dollars de dommages. En 1982, à la suite d'une inspection technique réalisée en interne, il est constaté une dizaine de déficiences graves, autant techniques qu'organisationnelles, par exemple (Llory, 1996) :

- risques de fuites dans les unités de fabrication et de stockage,
- manque de moyens de protection en cas de fuite de gaz aussi bien interne qu'externe (pulvérisateurs),
- carences sur les matériels et leurs programmes de maintenance (soupapes de sécurité, capteurs...),
- non-respects récurrents de règles essentielles à la sécurité,
- turn-over de personnel trop important (à cause des premières réductions de personnel consécutives au manque de revenus).

Selon Usunier et Verna (1994), les économies faites sur les moyens dédiés à la sécurité se seraient élevées à près de 6 millions de dollars. Parallèlement à cela, rien de tel ne se produira sur la première usine de Madhya Pradesh. La conséquence à ces événements sera que l'usine de Bhopal n'atteindra jamais son rendement maximum. Ceci lui sera

économiquement dommageable car le pesticide qu'elle fournit ne peut être stocké longtemps et demande donc une production en continu. Tout arrêt de l'usine est alors une perte sèche pour l'entreprise car ses stocks ne peuvent pas longtemps la prémunir d'une perte de revenus pendant les arrêts de maintenance.

En résumé, les origines de l'accident de Bhopal viennent d'une obligation de construire une usine pour laquelle UCC n'a pas de volonté d'investissement. Une solution de construction à l'économie semble avoir été retenue en espérant cependant percevoir un bénéfice sur cette nouvelle usine. C'est en quelque sorte une mauvaise appréciation qui a été faite entre les *coûts de possession* (construire et entretenir à l'économie) et les *coûts d'exploitation*, en particulier ceux des réparations pour remise en fonctionnement auxquels s'ajoutent ceux liés aux pertes de production durant les phases d'arrêt.

En utilisant ici CATCH pour représenter cette situation on s'aperçoit que le conflit économico-technique fait intervenir trois objectifs :

- rechercher à faire des *économies* à court terme ('Ect') : construire une usine en investissant le moins possible,
- rechercher des *bénéfices* à moyen terme ('Bmt') : tenter de faire en sorte de retirer des bénéfices de cette usine. C'est en quelque sorte la suite logique au premier objectif : si on peut avoir une usine qui coûte le moins cher, autant essayer qu'elle rapporte autant que les autres,
- assurer une solution *technique* minimaliste pour la sécurité ('Ts').

CATCH montre alors qu'il existe deux représentations de cette situation. L'une est celle qui tend à être la plus proche de la réalité, et la seconde celle qui devait être attendue par les responsables d'UCC :

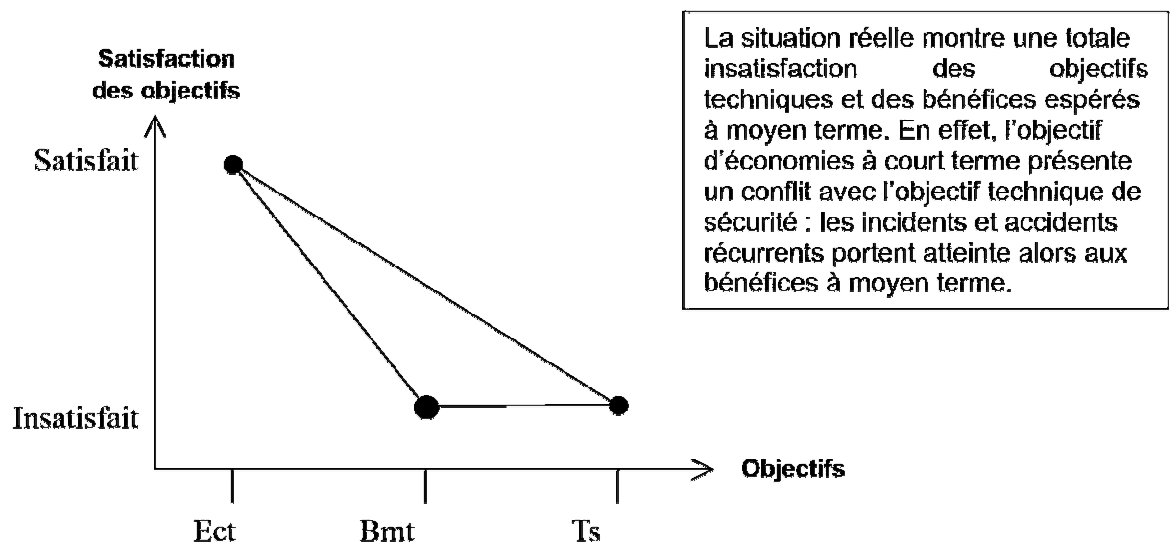


Figure 25 : CATCH de la situation réelle

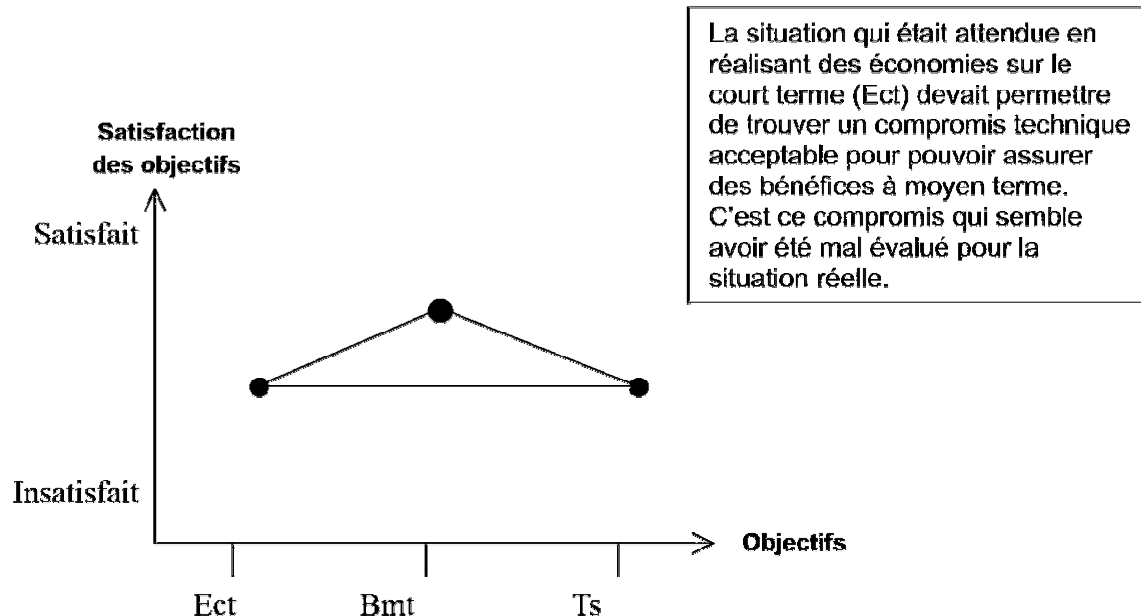


Figure 26 : CATCH de la situation espérée par UCC

La suite des événements pour Bhopal sera une accentuation de la situation que l'on vient de décrire. Des événements politico-économiques supplémentaires aggravant s'y ajouteront :

Face aux déboires financiers de l'usine et la décision d'UCC de la fermer en 1982, l'état Indien continue à faire pression pour que l'usine fonctionne, stratégie dénotant du phénomène de l'escalade d'engagement. La raison évoquée est économique : la population dans la région est passée de 385000 habitants à 800000 en 13 ans. Le gouvernement Indien espère alors attirer d'autres industries avec les premières infrastructures mises en place (eau, électricité). La fermeture de l'usine aurait alors un impact très négatif sur le plan économique local.

En parallèle à ses pressions pour maintenir l'usine ouverte, le gouvernement tente « d'indianiser » au possible la gestion de l'usine (renvoi de techniciens américains destinés à former les opérateurs indiens à la sécurité, mise à la tête de l'usine de gérants indiens...). Cette volonté entre en conflit avec la sûreté de l'installation, puisque le départ des techniciens américains revient à se séparer de l'expertise nécessaire à l'entretien et à la prévention des risques de l'installation.

Pour faire face aux problèmes financiers, la filiale indienne d'UCC décide de réduire encore ses effectifs. Cette décision face aux contraintes économiques va aussi à l'encontre de la sûreté assurée par le domaine sociotechnique. Ils passeront de 1500 à 950 employés et de 12 à 6 opérateurs ronds dans les équipes de nuit. Un recours à une main d'œuvre moins chère est aussi mis en place²⁴, accentuant encore plus la capacité du collectif de travail à assurer son rôle de récupération / prévention des risques.

²⁴ En plus de la faible qualification de cette main d'œuvre souvent provenant de contrats de sous-traitance, bon nombre de ces employés ne savent lire que l'indi, alors que les procédures et les panneaux d'indication dédiés à la sécurité sont écrits en anglais (Llory, 1996)

Des décisions sont prises, en conséquence des luttes de pouvoir se déroulant au niveau politique. UCC offre réceptions et dividendes aux responsables politiques locaux. L'acte n'est pas gratuit puisqu'en conséquence UCC obtient une prolongation de sept ans de sa licence d'exploitation en Inde, au détriment des protestations émises au parlement indien sur le maintien en fonctionnement de l'usine. En définitive, ces enjeux politiques visant la prolongation de la licence d'exploitation concernent aussi celle de l'usine de Bhopal et sa dérive.

4.3.2.4. Conclusion

Le cas de Bhopal présente pratiquement tous les éléments organisationnels pour qu'un accident se produise. Face aux problèmes de conception, de maintenance, d'usure des systèmes, pour des raisons politico-économiques, les opérateurs montrent de moins en moins de motivation pour remédier aux problèmes.

Les opérateurs se retrouvent, pris au piège d'un système sociotechnique qui se contredit. La situation se résume chez UCC à rechercher un bénéfice dans une usine non voulue tout en réduisant au maximum les investissements sur sa fabrication et sa maintenance.

L'analyse des conflits d'objectifs est favorisée, grâce à LEOST (cf. Figure 24), par les regroupements thématiques des éléments qui constituent le cas. Toutefois, la grille de lecture qu'offre ce modèle est fortement tributaire de la qualité du retour d'expérience pour que l'analyse soit la plus complète possible.

Enfin, le premier emploi que l'on vient de faire de CATCH (cf. Figures 25 et 26), montre ici un intérêt pour illustrer qualitativement les différences de représentation des situations (représentation de la situation recherchée et de la réalité). Toutefois, il ne représente pas ici de conflits d'objectifs, mais plutôt un état instantané d'un degré de satisfaction, réel ou perçu, des principaux objectifs. En ce sens, CATCH ne propose ici qu'un soutien illustratif. Il restera dans les cas suivants, à démontrer son intérêt dans la représentation des conflits d'objectifs.

4.3.3. Tokai Mura

Le cas de Tokai-Mura présente un accident nucléaire récent (1999).

16 kg d'uranium enrichi à 18,6% sont versés dans une cuve de décantation, ne devant en recevoir que 2,4 kg pour assurer tout risque de criticité. Au cours de la vidange du dernier seau, un opérateur a observé un flash bleu caractéristique d'un accident de criticité (effet Cerenkov).

Au lieu d'utiliser une colonne de dissolution, les employés versaient la solution d'uranium à l'aide de récipients en acier inoxydable, similaires à des seaux, puis remuaient à la main la cuve de mélange. Pour chauffer la cuve, les ouvriers utilisaient une plaque électrique de cuisine, afin d'accélérer la dissolution.

La veille de l'accident, les employés avaient déjà versé 4 seaux dans la cuve, soit environ 9,2 kg, dépassant la masse critique de 1,2 kg, mais la réaction en chaîne n'a démarré que quand ils ont versé les 3 seaux restants.

« Le 30 septembre 1999 s'est produit à Tokaïmura, au Japon, un accident dit de criticité : dans une usine de traitement de l'uranium de la Japan Nuclear Fuels Conversion Company (JCO), des réactions nucléaires en chaîne (des fissions) se sont déclenchées de façon incontrôlée en dégageant d'intenses rayonnements et un peu de gaz radioactifs. L'accident a été maîtrisé une vingtaine d'heures après son démarrage. Il a été considéré par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) comme le plus important depuis celui de Tchernobyl en 1986. » (tiré du site de l'IRSN²⁵)

4.3.3.1. Les causes

Pour les opérateurs, l'application des procédures modifiées de production était devenue une routine. Le dépassement de capacité de la cuve durait depuis 4 ou 5 ans, afin d'optimiser le rendement. Ils appliquaient pour cela les recommandations d'un manuel non validé, rédigé au siège de JCO à Tokyo et signé par 6 responsables²⁶. Avant qu'une telle dérive dans le processus n'apparaisse, les opérateurs réalisaient, dans des colonnes à « géométrie sûre » (plus petites pour éviter tout incident de criticité), la fabrication de nitrate d'uranyle avec de l'uranium enrichi à 5% dont la limite de masse critique pour ce type d'uranium est de 16Kg. L'incident s'est produit avec de l'uranium enrichi à 18,6%, pour lequel la masse critique s'établissait aux alentours de 2 à 3 kg.

Une cuve a remplacé les « colonnes à géométrie sûre » pour des raisons techniques. Les colonnes ne permettaient pas d'obtenir assez de nitrate d'uranyle, à cause de leur volume trop faible. De plus, le procédé demandait plusieurs dilutions, causant des lots de concentration inhomogènes. En conséquence, le département production avait décidé de modifier le dispositif, et d'opter pour un équipement unique de plus grande capacité : une cuve de décantation. Cette décision ne respecte plus les limites de masse critique, et d'un point de vue technique, le circuit d'eau de refroidissement du nouvel équipement augmentait (par réflexion) le nombre de neutrons dans la cuve, et donc le risque de criticité.

L'organisation de l'unité de production se répartissait en deux départements. D'un côté le département de production qui avait aussi le rôle d'adapter et concevoir les procédures d'exploitation. De l'autre, le département technique (comprenant le responsable de la sûreté, le responsable de l'assurance qualité) qui n'a qu'un rôle consultatif et facultatif sur les activités du département de production.

Au cours des modifications des procédures destinées au changement de technique de production, l'ingénieur de production n'a pas jugé nécessaire de consulter le département technique. Du côté des opérateurs, les consignes pour éviter tout accident de criticité n'étaient pas affichées et ils n'étaient pas sensibilisés à ce type de risque. Concernant leurs compétences, seuls quelques opérateurs et le contremaître avaient de l'expérience dans la fabrication de nitrate d'uranyle à base d'uranium à 5%. Enfin, les autres opérateurs n'étaient pas sensibilisés au risque de criticité à cause de l'important turn-over de l'entreprise.

²⁵ http://www.irsn.fr/vf/05_inf/05_inf_1dossiers/05_inf_24_tokai/05_inf_20_1tokai.shtm

²⁶ d'après les enquêtes des journaux Yomiuri des 4 et 11/10/1999, 5/11/1999 et Asahi des 4, 7 et 20/10/1999.

L'enquête menée par la police a montré que la direction de l'usine a encouragé les employés à simplifier les procédures pour gagner du temps (et donc accroître la productivité) : la compagnie rencontrait des difficultés financières depuis 5 ou 6 ans à cause de la baisse du prix de l'oxyde d'uranium importé.

Un responsable de l'Agence des Sciences et des Techniques a reconnu que le gouvernement japonais n'avait mené aucune inspection du complexe nucléaire de Tokaï-Mura depuis 1992. Il a précisé que ces inspections n'étaient pas légalement obligatoires et qu'elles avaient été stoppées « par manque de main d'œuvre ».

«La réglementation nucléaire oblige le gouvernement à inspecter la sécurité des sites nucléaires chaque année mais la mesure ne s'appliquait pas à proprement parler à JCO parce que cette société était considérée comme une entreprise de production de combustible 'pour les centrales'²⁷ ». (AFP, 9/10/1999)

4.3.3.2. L'analyse organisationnelle

L'accident de Tokaï-Mura est la conséquence de conflits d'objectifs organisationnels et techniques. Il ne peut être simplement considéré comme une « grossière erreur humaine » (Andurand, 2002). Cet accident présente au contraire toutes les caractéristiques d'une escalade d'engagements visant à sortir l'entreprise d'une situation financière précaire.

Les choix techniques, la qualification du personnel, la démarche de validation des procédures et les conséquences en retour sur le personnel et l'organisation montrent que des conflits issus de décisions mettant en balance la sûreté et la productivité constituent ici un accident *organisationnel* (Llory, Dien & Montmayeul, 2002).

La richesse et l'intérêt du cas de Tokaï-Mura nous incite, pour des questions de lisibilité, à présenter notre grille d'analyse LEOST en deux étapes. Dans la première nous présenterons l'ensemble des contraintes relatives aux différents domaines, et dans la seconde les conflits apparaissant entre les domaines. Les différentes contraintes relevées pour chaque domaine sont :

²⁷ Il s'agissait en réalité de combustible destiné aux réacteurs de recherche

LEGAL	-Absence de contrôle des autorités depuis plusieurs années (raisons économiques)
ECONOMIQUE	- Faible production (méthode originelle) : demande d'abandonner les colonnes à géométrie sûre pour augmenter la production, - Réduction du personnel / pressions productivistes, - Absence de contrôles, absence d'implication du management, - incitation du personnel à simplifier les procédures pour augmenter la production (méthodes non validées par le département sûreté).
ORGANISATIONNEL	- Manque d'instruction de sécurité avant la tâche, - urgence de finir une tâche en cours pour former de nouveaux opérateurs, - manque de formation sûreté / criticité des personnels, - culture de sécurité faible et dégradée.
SOCIOTECHNIQUE	- erreurs de procédures, - quantité d'uranium versée trop importante par rapport à son nouvel enrichissement, - ergonomie du procédé défaillante, - modifications des techniques de production (non validées par le département sûreté).
TECHNIQUE	- réservoirs inadaptés, ne respectant plus les normes de criticité, - installation technique non prévue pour contenir un accident de criticité.

A partir de l'identification de ces éléments nous présentons et commentons les contraintes et conflits apparaissant entre les différents domaines (doubles flèches).

LEGAL		1') Conflit intra niveau Légal
ECONOMIQUE		2) Conflit inter économique /légal
ORGANISATIONNEL		3) conflit organisationnel / légal et 4) organisationnel / socio-technique
SOCIO-TECHNIQUE		5) Conflit inter économique/socio-technique
TECHNIQUE		6)conflit inter Economico/Technique entre sûreté et productivité 4)Conflit inter Technico/Légal entre la technique employée et les règles de sûreté

Figure 27 : Conflits organisationnels dans Tokai-Mura

Les raisons de l'accident de criticité de Tokai-Mura tiennent essentiellement à des problèmes économiques que rencontrait la compagnie. La nécessité de sauver l'usine incita les dirigeants à prendre de plus en plus de libertés avec les aspects réglementaires pour assurer la rentabilité. Le contexte général qui se présente ici est un conflit organisationnel entre la sûreté et la productivité

1) Conflit interne au niveau légal : les autorités de sûreté, pour des raisons financières, n'assurent plus toutes les inspections de sites. Le conflit est interne car il se caractérise par

une dégradation de l'objectif du respect de la sûreté pour continuer à le maintenir en opérant des choix entre les installations à visiter ou non. Le choix des installations qui seront visitées sera conditionné par des décisions provenant d'un compromis entre le maintien de la sûreté et les impératifs budgétaires. Du point de vue des théories de la décision, le choix des décideurs s'est fait sur la base d'un mode compensatoire, c'est à dire que le choix des installations à inspecter ou non a été réalisé par des pondérations entre différents facteurs (privilégier les installations de production d'électricité plutôt que les installations de production de combustible). Les problèmes budgétaires des autorités de sûreté japonaise (réduction des personnels en charge des inspections) se reportant d'année en années, le phénomène s'est alors reproduit en suivant ce schéma, un peu à la façon des solutions « temporaires » qui finissent par devenir « définitives ». Enfin, d'un point de vue légal, la réglementation nucléaire oblige le gouvernement à inspecter la sécurité des sites nucléaires chaque année mais la mesure ne s'appliquait pas à proprement parler à JCO parce que cette société était considérée comme une entreprise de production de combustible «pour les centrales », et non comme une installation nucléaire à part entière.

2) Conflit económico-légal (*contrainte origine*) : JCO connaît des problèmes financiers. C'est dans un tel cas que l'accent est mis sur les décisions poussant à la productivité au détriment de la sûreté. Les décisions aboutissant à la modification des processus de production comme l'emploi d'une cuve de décantation plutôt que de colonnes à géométrie sûre, la modification des procédures sans chercher à les valider clairement au niveau de la sûreté. Toutes ces décisions vont donc à l'encontre de la réglementation sur la sûreté de fonctionnement de l'installation dont les conséquences ne peuvent être directement perçues, et privilégient la productivité avec ici un effet visible des prises de décision. Ceci devient une porte ouverte pour poursuivre dans l'amélioration de la productivité avec les directives de la société auprès des opérateurs pour qu'ils mettent tout en œuvre simplifier les procédures afin d'améliorer le rendement. Ce point définit le conflit suivant, le conflit económico-sociotechnique.

3) Conflit organisationnel-Légal : les décisions du management, concernant la transmission de la culture de sûreté aux opérateurs, vont à l'encontre des principes mêmes de l'AIEA, dans lesquels les responsables d'installation sont tenus (cf. Figure 5, §2. 4. 1) de définir et contrôler les pratiques de sûreté, d'assurer la qualification et la formation des employés, et d'assurer des audits et des examens de l'installation.

4) Conflit organisationnel-Sociotechnique : ces conflits conduisent généralement à ne pas respecter la réglementation, comme assurer la formation du personnel à manipuler un nouveau type d'uranium ou d'assurer la conformité de l'installation avec l'installation du nouveau processus. Les conflits se situent encore entre la sûreté de l'installation, la sécurité des hommes et les besoins de productivité.

5) Conflit económico-technique : le point n°2 montre que les responsables de JCO incitaient les opérateurs à simplifier les procédures pour augmenter le rendement. Des rapports ont fait état de pression sur les opérateurs sous forme de chantage à l'emploi pour les forcer dans ce sens (Llory, Dien & Montmayeul, 2002).

6) Conflit Technico-Legal : les manifestations de ce conflit se remarquent entre la sûreté et productivité, dans les solutions retenues pour la modification des installations. Les conséquences du conflit económico-légal précédent se traduisaient par une volonté forte de modifier les processus de fabrication. Ici c'est l'application de cette volonté économique

qui entre en conflit avec le principe technique, essentiellement les colonnes de décantation, mais aussi l'emploi d'entreprises extérieures peu onéreuses, avec une main d'œuvre dont la qualification et la formation n'était plus certifiée, et un laxisme dans l'exploitation du retour d'expérience comme dans vérification de la modification des procédures.

5) Conflit Technico-Légal : un conflit évident se présente entre la modification des techniques de production et les règles de sûreté. Ce conflit boucle en quelque sorte toute la chaîne de conflits et contraintes découlant depuis le niveau économique.

4.3.3.3. Conclusion

Le cas de Tokai-Mura présente une dérive organisationnelle lente, conditionnée par des problèmes d'ordre financiers. Le jugement *a posteriori* que l'on peut faire est qu'il est presque « normal » qu'une installation industrielle ne respecte pas tous les critères de sûreté et de sécurité pour des raisons de productivité (Dodier, 1996). Une façon d'éviter que les conditions ne se dégradent nécessite l'intervention d'un organisme extérieur, témoignant d'une volonté gouvernementale forte de faire respecter les règles de sûreté et de sécurité des personnes. Dans ce cas précis, le niveau légal est ici lui-même aussi court-circuité pour des raisons budgétaires. Privé de toute régulation, JCO ne pouvait que poursuivre dans sa lancée. Si l'accident n'avait pas eu lieu, un retour à la normale de l'état financier de JCO n'aurait sans doute rien changé. D'une part son organisation avec ses deux départements (production et technique) ne permettait pas qu'une régulation interne s'instaure (mise en conformité des processus de fabrication respectant la réglementation). D'autre part, les bénéfices en retours de la production, optimisée à l'extrême devenaient un frein à toute tentative d'une réévaluation de la sûreté qui aurait pu y porter atteinte. Ces indicateurs montrent qu'un organisme de régulation externe, sans lien avec la société, semble être un moyen incontournable pour éviter de telles dérives organisationnelles. Mais ici aussi, les problèmes financiers rencontrés par l'organisme de sûreté Japonais a montré les limites d'un tel système.

L'apport de LEOST semble répondre à nos besoins en matière d'extraction des contraintes et conflits que l'on peut retirer dans une étude de cas *existante*. CATCH ne s'est pas montré ici nécessaire pour expliquer les mécanismes des conflits d'objectifs. Ceci tend à lui conférer un rôle purement explicatif de la logique des conflits d'objectifs mais pas de réelle nécessité pour la compréhension d'une situation, tout au moins d'un point de vue organisationnel. Il reste donc à aborder l'intérêt de CATCH dans l'analyse de situations opérationnelles pour éprouver sa validité.

4.3.4. Conclusions sur l'approche organisationnelle des conflits d'objectifs

Les premières conclusions que nous pouvons tirer de notre approche est une confirmation de la nécessité d'aborder l'environnement dans lequel travaillent les opérateurs pour identifier les facteurs qui vont les pousser à adopter des conduites à risques. Cette remarque ne fait d'ailleurs que suivre toute démarche ergonomique traditionnelle. L'étude des conflits d'objectifs ne déroge donc pas à la règle en ce domaine. Dans ce sens, nous pourrions reprendre l'expression *d'erreur organisationnelle* pour caractériser les erreurs ou conduites à risques qu'adoptent les opérateurs. Toutefois, nous préférons parler d'erreurs *d'influence* organisationnelles, pour ne pas tomber dans le même travers réducteur que

peuvent présenter des rapports d'incidents traitant d'erreur humaine alors que la cause provient d'une *mauvaise conception* des systèmes sociotechniques (interfaces, logique de fonctionnement, organisation du travail).

Concernant le domaine sociotechnique, la question se pose de l'aide qu'il sera possible d'apporter aux opérateurs pour gérer des conflits lorsque leurs origines ne font pas partie de leur niveau organisationnel. On peut même avancer ici la métaphore des opérateurs pris entre le marteau de la prescription et des contraintes hiérarchiques et l'enclume constituée du système technique et de l'environnement de la tâche avec lesquels ils doivent composer.

4.3.4.1. Intérêt de LEOST et première validation

Les trois cas qui viennent d'être présentés ont été étudiés au moyen du modèle LEOST que nous proposons. Il n'a pas été rencontré la nécessité de l'adapter pour le rendre cohérent avec un cas. Ceci peut donc être considéré, dans un premier temps, comme un indicateur fort de son caractère générique. Toutefois, le caractère générique d'un modèle peut s'accompagner du défaut de caricaturisation.

L'intérêt que présente LEOST revient à apporter une grille de lecture suffisamment claire pour identifier les indicateurs à prendre en considération pour chaque domaine entrant dans une analyse de type organisationnelle. La démarche des études de sûreté dans le retour d'expérience (CEA DSNQ, 2002) suit à ce titre une double approche (organisationnelle et individuelle). Nous estimons que l'emploi de LEOST permet d'éviter de passer à côté de certains domaines, comme les études (que l'on trouve dans la littérature) de Challenger ou Bhopal ont pu parfois faire passer en second rang. Nous pensons en particulier au domaine légal, qui est apparu être *dans ces cas précis* un facteur *initiateur* important.

4.3.4.2. Articulation entre les contraintes et les conflits dans la conception et l'exploitation de systèmes complexes

Les trois cas que nous venons de voir présentent des invariants. Chacun d'eux comporte par exemple une forte pression économique ou concurrentielle qui va exercer des contraintes sur la conception des systèmes et leur exploitation. Les opérateurs doivent alors utiliser des systèmes qui risquent de périliter (par faute d'entretien, report dans le temps de la maintenance) ou qui seront mal conçus, à cause de contraintes technico-économiques.

On peut retrouver dans cette logique certains des paradigmes que présentait Rasmussen (1997) dans son modèle sociotechnique : celui d'une *rigidification progressive du système*, causée par une recherche d'optimisation budgétaire. Son modèle présente un système à l'origine capable d'affronter les contraintes environnementales (pressions de l'économie de marché) ou interne (gestion de stocks) grâce à des marges de manœuvre larges (personnel et matériel suffisant, entretien correct, capacité d'absorption d'une variation de charge). La recherche de la réduction des dépenses pour améliorer la rentabilité réduit progressivement les marges de manœuvre, durcissant le système jusqu'à le rendre cassant. Les exemples que nous venons de voir montrent qu'il n'est pas nécessaire que tout le système soit rigidifié pour casser. Il suffit d'une faiblesse et de la présence d'un événement adéquat pour que la défense s'écroule et laisse alors l'incident ou l'accident devenir réalité.

4.4. Les conflits d'objectifs dans l'activité d'exploitation normale : une approche du domaine sociotechnique

Les contraintes organisationnelles s'exercent de façon descendante. Les décisions prises à haut niveau et les régulations de contrôle se concrétisent dans l'activité par des contraintes supplémentaires. L'évolution de l'environnement de travail va aussi apporter d'autres types de contraintes à l'activité des opérateurs. Cette partie présentera pour un environnement dynamique, l'apparition des conflits d'objectifs et leur gestion par les individus. Vis-à-vis des thématiques soulevées précédemment : contournements des règles, compréhension de la situation, régulation de l'activité, perception des conflits.

4.4.1. Méthode d'investigation

Nous avons réalisé une série d'entretiens avec des opérateurs et leurs responsables travaillant sur un réacteur expérimental.

Les entretiens que nous avons réalisés avaient pour but de comprendre comment les opérateurs prenaient en compte les objectifs dans leur activité. Nous cherchions alors à connaître les types d'objectifs caractérisant leur activité, comment ils les géraient lorsque des situations conflictuelles se présentaient. Un autre objectif visait à constituer une base de cas dans laquelle nous aurions disposé d'exemples de traitement réussi de situations conflictuelles, afin de contrebalancer le REX traditionnel qui nous présentait uniquement des situations d'échec de gestion de conflits. Cette démarche s'est déroulée en deux étapes.

La première partie consistait essentiellement en une prise de contact avec le chef des équipes de conduites. Ces entretiens permettaient de nous familiariser avec les équipes, certains opérateurs étant réticents à nous voir évoluer dans les murs et leur poser des questions. Il était donc essentiel, pour obtenir la meilleure coopération au test, de se faire connaître et accepter. Pour cela, nous avons, avant chaque intervention, envoyé aux intéressés un courrier interne expliquant notre démarche, ce que nous attendions d'eux en précisant que tout l'entretien serait consigné de façon confidentielle. Pour s'assurer de la qualité des retranscriptions d'entretiens, retourne voir les personnes interrogées pour leur soumettre à relecture le contenu des entretiens. Cela n'a pas pu être entièrement réalisé à cause de la mise à l'arrêt du réacteur, avec comme conséquence l'éparpillement des équipes sur d'autres sites ou des départs prolongés en vacances. Nous avons cependant pu le faire avec quelques Chefs de Quart.

Deux entretiens préliminaires nous ont servi à disposer d'une vision de la gestion des équipes, des problèmes qu'il rencontrait pour gérer les équipes en fonction des problèmes organisationnels qui pouvaient se présenter. Ces entretiens ont alors servi à identifier les différentes thématiques que nous aborderions ensuite avec les opérateurs. La méthode employée revenait à une adaptation de la méthode des incidents critiques basée sur la présentation du poste, de l'activité, des contraintes rencontrées des situations les plus problématiques à gérer. Le but était de disposer d'un tableau suffisamment réaliste pour élaborer les questionnaires de la seconde étape, celle de la rencontre avec le reste du personnel.

Dans la seconde étape, nous avons réalisé des entretiens en reprenant la technique des incidents critiques (de Flanagan, 1954, cité par Leplat, 1985) en nous basant sur les cas qu'avait pu nous énoncer le chef des équipes de conduite. L'intérêt de disposer de ces cas avait pour but de susciter l'évocation de cas similaires chez les opérateurs interrogés. Il s'agissait encore ici de pouvoir recueillir des exemples de situations vécues par des équipes ou des opérateurs, qui pouvaient s'assimiler à des situations conflictuelles. Les entretiens se réalisèrent avec les membres des équipes de conduite, les chefs d'équipes de conduite, les chefs de secteurs responsables de la maintenance (électricité, mécanique, circuits fluides...).

4.4.2. Retour d'expérience d'opérateurs et de leurs responsables travaillant dans une installation nucléaire

La première étape de constitution d'un retour d'expérience des opérateurs a été réalisée auprès d'exploitants d'un réacteur à terre. Le but était, au moyen d'entretiens, de comprendre comment étaient perçus et pris en compte les conflits d'objectifs dans l'exploitation quotidienne.

4.4.2.1. Présentation du RNG, principe de fonctionnement d'un réacteur nucléaire à eau pressurisée

Le RNG ou Réacteur Nouvelle Génération, est la réplique à terre d'un réacteur de sous-marin nucléaire d'attaque (SNA). Il est destiné à la formation des futures équipes marines destinées à la conduite de ce type de réacteurs. Le RNG est un réacteur basé sur la technologie des Réacteurs à Eau Pressurisée. Nous présentons ci-après le principe de fonctionnement d'un réacteur à eau pressurisé sur lequel repose en grande partie le fonctionnement du RNG :

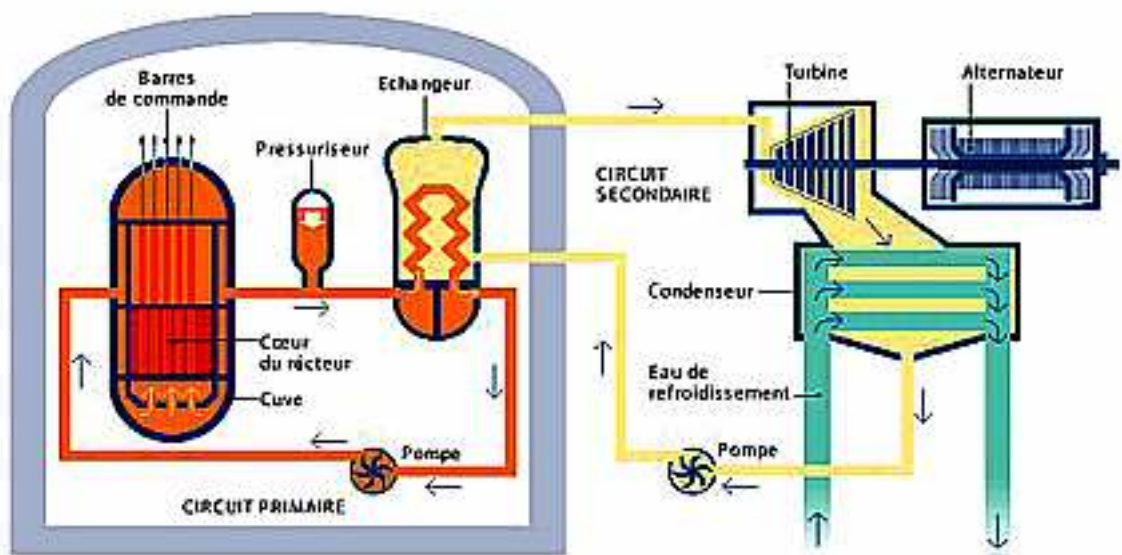


Figure 28 : Schéma de principe d'un réacteur à eau pressurisée.

Le but d'un réacteur nucléaire est de produire de la vapeur et la convertir en courant électrique via une turbine. Dans le réacteur, les éléments combustibles transfèrent leur

chaleur à l'eau du circuit primaire. Cette eau devient extrêmement chaude – environs 300°C - mais elle ne bout pas car elle est maintenue à une pression d'environ 150 bars d'où l'origine du nom "Réacteur à Eau Pressurisée". C'est le rôle d'un composant, le pressuriseur, qu'il revient d'assurer une pression toujours suffisante de l'eau pour éviter qu'elle ne se mette à bouillir.

En fonctionnement nominal, l'eau chauffée à plus de 300°C est envoyée vers des échangeurs de chaleur (les générateurs de vapeur ou GV). La chaleur de l'eau du circuit primaire y est transférée du circuit primaire vers le circuit secondaire. Comme le circuit secondaire (circuit eau-vapeur) est à une pression inférieure à celle du circuit primaire, l'eau du circuit secondaire se transforme en vapeur. Cette vapeur est alors utilisée pour entraîner une turbine à laquelle est couplé un alternateur.

Finalement, la vapeur issue de la turbine est reconvertie en eau dans le condenseur. Celui-ci est refroidi par un troisième circuit de refroidissement qui utilise l'eau d'une source externe (fleuve) ou l'atmosphère comme « source froide ».

4.4.2.2. Organisation du RNG

Le RNG est organisé comme une installation nucléaire « traditionnelle ». Il dépend de la responsabilité d'un chef d'installation, assisté d'un chef d'exploitation. Le chef d'exploitation a sous sa responsabilité les différents chefs de secteurs (électricité, machines, maintenance, instrumentation), le chef des équipes de conduite et les équipes de conduite du réacteur. L'équipe de conduite du réacteur comporte plusieurs opérateurs, tous sont placés sous la responsabilité d'un Chef de Quart. Plusieurs équipes se relaient pour assurer le fonctionnement du réacteur 24h/24. Les équipes du RNG présentent la particularité d'être composées d'opérateurs étant pour une part d'anciens marins et sous-marins (des militaires) et pour une autre part des civils. Les fonctions et rôles de chaque opérateur d'une équipe sont les suivants :

- CdQ (Chef de Quart) : Responsable de l'équipe et de la production
- CdB (Chef de Bloc) : Responsable de la conduite (par délégation du CdQ)
- 2 CdA (Conducteur des Auxiliaires) : Le Kr et le CdB. Ils ont en charge d'assurer l'arrêt du réacteur en cas d'accident grave (séisme) depuis le poste de repli ou de la salle de conduite,
- MR (Mécanicien Réacteur) : opérateurs en charge des parties mécaniques de l'installation. Ils assurent conduite locale et surveillance, informent CQ et CB de tout événement constaté, se tiennent à disposition du CQ et CB,
- Elec (Electriciens réacteur) : assure la conduite en locale et la surveillance, informe le CdQ et CdB de tout événement constaté, il se tient à la disposition du CdQ et CdB,
- IP (Ingénieur de Permanence) : c'est le représentant du Chef d'Installation en son absence, il est garant du respect des procédures par le CdQ et du bon fonctionnement de l'installation.

4.4.3. Synthèse des entretiens

4.4.3.1. *Impact des contraintes organisationnelles et économiques sur l'activité*

Nous présentons dans cette partie les aspects organisationnels de l'exploitation du réacteur. Les entretiens abordaient les difficultés que rencontraient les opérateurs au cours de leur activité.

a) *Des réductions budgétaires constantes d'années en années*

Le RNG fonctionne actuellement par tranches de 6 mois pour raisons économiques. Pendant ces 6 mois d'activité, les équipes assurent le fonctionnement, les formations marine (futurs opérateurs de conduite sur réacteurs embarqués) et la mise à l'arrêt du réacteur en fin de cycle. D'une manière générale, les opérateurs se plaignent de cette longue période d'arrêt. Pendant 6 mois, ils n'auront plus la possibilité d'exercer leur métier. Ce sont plus particulièrement les opérateurs de conduite qui soulèvent le problème de la perte de compétences :

« ...Les réglages fins, les petits détails qui font la différence, on les oublie, au retour ça ne va pas être évident. Bon ça ne veut pas dire que c'est pas possible hein... La compétence on l'a. Mais c'est pour se remettre dans le bain et retrouver les habitudes... C'est un problème ça... » (le chef des équipes de conduite).

b) *La gestion des équipes et son effet sur l'exploitation*

La réduction de budget touche aussi les équipes de conduite. S'il n'y a pas eu de réduction du personnel, il y a eu une réduction du nombre d'équipes en roulement, avec des rotations des opérateurs entre équipes, ce qui est très néfaste à la qualité de la conduite. En effet, la conduite du réacteur fait appel, comme dans bien des activités, à des habitudes. Les opérateurs sont habitués à travailler entre eux, les équipes qui se relèvent d'un quart à un autre se connaissent. Les opérateurs rapportent cet état de fait et les avantages que cela présente :

« La dimension de cohésion dans l'équipe est également très importante. Du fait du manque de personnel ou de disponibilité, les membres de l'équipe peuvent être amenés à changer. Et ça c'est pas bien ! Par exemple pour les relèves, quand on se connaît, c'est plus facile de communiquer. Quand l'équipe est stable dans sa composition, on sait que certains ont une manière de faire telle chose de telle façon. Il y a des choses qu'on n'a pas besoin de se dire.

En plus, quand il s'agit d'une pièce rapportée, du fait qu'on le connaît moins, on a tendance à moins faire confiance. On lui demande plus de précisions, de faire plus de comptes-rendus... » (le Chef des équipes de conduite). Cette remarque sera également confirmée auprès des membres des équipes de conduite. Leur discours était relativement semblable : il ne s'agit pas d'un manque de confiance dans les compétences de leurs prédécesseurs. Les opérateurs reconnaissent avoir l'habitude des « faiblesses » de leurs collègues. Ils sont alors moins pointilleux et demandent moins de détails sur le travail réalisé par leurs prédécesseurs. Cette attitude peut paraître paradoxale, mais illustre la capacité d'adaptation et de régulation des équipes. Les opérateurs agissent en connaissance

des compétences de leurs collègues, et font les contrôles nécessaires lors des relèves de quart.

La même situation se retrouve aussi chez les équipes de maintenance : *« Il y a une réduction du personnel. Quand un poste est supprimé, les tâches de ce poste sont reportées sur les opérateurs de maintenance. Cela pose un problème, avant dans la formation elle-même il y avait une polyvalence. Maintenant à cause d'un important turnover, on récupère un agent de maintenance qui est électricien ou mécanicien, mais il n'a plus la double qualification comme auparavant (ex : mécanicien/électricien). Au final on a des équipes moins performantes, c'est une conséquence de la politique économique actuelle. [...] L'expérience du CdQ diminue également, car il ne reste désormais en place que 5 ans. De même, le compagnonnage n'est plus possible, alors qu'avant il se faisait en double. Les stagiaires actuels n'en savent pas plus que certains nouveaux employés... [Heureusement,] les nouveaux connaissent généralement le métier, seule l'installation est nouvelle pour eux. »* (un chef de secteur).

c) Concilier la maintenance et la réduction de budget

La politique de fonctionnement par tranche de 6 mois s'accompagne de réductions budgétaires de fonctionnement, régulièrement d'une année sur l'autre. La raison en revient à la planification de la mise à l'arrêt définitive du réacteur pour 2005, pour laisser la place à son futur remplaçant, le RES, prévu pour démarrer en 2007²⁸.

La maintenance curative n'a jamais été dans la politique de fonctionnement du RNG, qui est un réacteur important pour Technicatome. Cependant, d'un point de vue organisationnel, ce réacteur est utilisé par Technicatome (qui en a la charge) mais que son propriétaire est le CEA. Technicatome a la charge d'assurer le fonctionnement d'une installation pour laquelle l'état réduit les moyens financiers²⁹ d'environ 20% par an.

Ceci entraîne de nombreux problèmes, se manifestant par des contraintes à tous les niveaux. Par exemple, certaines pièces ne sont plus en magasin *« on va en arriver à ne changer que si ça casse et même arrêter le réacteur si certaines pièces ne sont pas disponibles car il faut les faire fabriquer sur mesure »* (un chef de secteur). Nous retrouvons dans ce descriptif les conditions évoquées dans nos études de cas sur les aspects organisationnels. Les marges de manœuvres opérationnelles qui se réduisent sont la caractérisent la logique de conflits d'objectifs, ici entre des contraintes économiques et des contraintes techniques (maintenabilité, disponibilité).

Certains travaux sont réalisés tardivement, demandant aux équipes de réaliser une planification serrée ou de ne pas respecter certaines règles, afin de gagner du temps. Or il existe des règles incontournables et les délais raccourcis pour des raisons de budget finissent par coûter plus cher, comme le raconte un Chef de Secteur : *« A la fin de l'année dernière, il y avait des travaux à faire très rapidement pour pouvoir redémarrer le réacteur, imposant un management de la tâche [à faire] rapidement. Les délais que proposaient les entreprises extérieures étaient trop importants. Nous les avons fait nous-même. On a managé la tâche en faisant l'impasse sur le principe d'enchaînement des tâches. On a fait en 3 mois un travail qui nécessitait 9 mois. Du fait que certaines tâches étaient incompressibles, nous les avons fait se chevaucher. C'est à dire qu'on commençait une nouvelle tâche avant même que la précédente n'ait été validée par les autorités de*

²⁸ Rapport parlementaire n°90 de la loi de finance pour 2002, tome VIII.

²⁹ Rapport parlementaire n°95 de la loi de finance pour 2001, tome IV.

sûreté. Ca représente une certaine prise de risques. Il peut y avoir de la casse ou des non-conformités. Par exemple, on a calculé toutes les côtes et caractéristiques d'une armoire électrique, puis on a lancé sa fabrication avant d'avoir reçu la validation des chiffres. Au final, les chiffres n'ont pas été acceptés, car ils n'étaient pas conformes aux normes anti-sismiques. On a donc dû défaire et changer les boulons qui ne convenaient pas. Ca revient plus cher, forcément.

En revanche, quand on fait des trucs comme ça, en aval, je demande plus de rigueur. Par exemple, quand l'inspecteur de l'audit de qualité (indépendant) passe vérifier notre travail, je demande à ce qu'il soit plus intransigeant (de toute façon, ils font toujours très bien leur boulot), pour vérifier qu'on a bien repris ce qu'on a fait trop vite. Quand on se permet de bousculer ainsi les règles, il faut bétonner derrière (encore plus). Il n'est jamais fait d'impasse sur la sûreté et la sécurité. C'est primordial. La sûreté et la sécurité pour moi n'ont pas de prix» (un chef de secteur).

d) La sous-traitance

La réduction du personnel suit celle du budget de fonctionnement. Le manque de personnel se compense par un recours à la sous-traitance paradoxal : il est recommandé de faire appel à la sous-traitance pour pallier le manque d'opérateurs de maintenance, mais la direction réduit aussi le nombre de contrats de maintenance. Nous pouvons nous demander comment est assurée le fonctionnement du réacteur, quels sont les impacts sur la sûreté, la disponibilité. « *La sûreté n'a pas de prix ? C'est une franche rigolade !* » (un chef d'Equipe). Les échos sont unanimes, les opérateurs et les responsables s'inquiètent de la façon dont ils auront à assurer le fonctionnement et la sûreté dans les prochaines années « *le conflit sûreté/rentabilité, la sûreté elle ne s'en accommode pas, ça demande un travail de réflexion, pour aller à l'essentiel, il faut enlever le 'léger superflus'* » (un chef d'équipe). Un fait intéressant concerne les compétences, l'expérience et le recul du personnel sous-traitants sur l'installation (qui y travaille depuis de nombreuses années) qui leur permet de donner leur avis sur la faisabilité d'une action en fonction des moyens que se donne l'installation. Il est donc notable qu'ici ce sont les sous-traitants qui indiquent lorsque des limites sont sur le point d'être franchies. « *Il y a une réduction du personnel. Quand un poste est supprimé, les tâches de ce poste sont reportées sur les opérateurs de maintenance. Cela pose un problème, avant dans la formation elle-même il y avait une polyvalence. Maintenant fait d'un important turnover, on récupère un agent de maintenance qui est électricien ou mécanicien, mais il n'a plus la double qualification comme auparavant (ex : mécanicien/électricien). Au final on a des équipes moins performantes, c'est une conséquence de la politique économique actuelle. L'expérience du CdQ diminue également, car il ne reste désormais en place que 5 ans.*

De même, le compagnonnage n'est plus possible, alors qu'avant il se faisait en double. Les stagiaires actuels n'en savent pas plus que certains nouveaux employés [...] les nouveaux connaissent généralement le métier, seule l'installation est nouvelle pour eux. » (un chef de secteur).

4.4.3.2. La gestion des conflits d'objectifs : le rôle du management

Les conflits existent donc de façon constante dans les décisions à prendre pour gérer l'installation. Les équipes sont moins nombreuses, imposant des rythmes plus soutenus :

« [...] toutes les 1000 heures de fonctionnement, on doit procéder à l'entretien des GCP. Cet entretien nécessite que l'installation soit en ACCR³⁰. L'Ingénieur de Permanence peut vouloir continuer le fonctionnement du réacteur, car un ACCR n'entre pas à ce moment-là dans le programme de formation alors que chef d'exploitation a un planning chargé. Dans un tel cas, je dois pouvoir céder face un conflit entre la maintenance et la disponibilité. Ensuite, pour mettre le réacteur en situation de sûreté, on a besoin des hommes, or ceux-ci ont déjà travaillé plus de 10 heures. On peut les faire travailler plus, mais on prend le risque d'aller vers l'accident du travail » (un chef de secteur).

Au niveau de la gestion de l'installation, lorsque des décisions de travaux contraignants doivent être pris, nécessitant un arrêt du réacteur alors que des formations sont en cours (conflit maintenabilité / disponibilité), tout se passe au cours de réunions de concertation. Elles sont journalières et préparent les actions pour le lendemain (vérification de la cohérence des d'ensemble de la co-activité). Le Chef de Quart participe à ces réunions, car, nous allons le voir, il a un rôle informatif essentiel (rôle totalement implicite), alors qu'il n'a qu'un rôle consultatif au sein de ces réunions. Nous avons à regretter de ne pas avoir reçu d'autorisation pour assister à ces réunions. Non pas pour des raisons de secret (nous disposons des habilitations de confidentialité nécessaires) mais plutôt pour des raisons de "politique interne".

4.4.3.3. Entretiens avec les chefs de quart

Les entretiens précédents nous ont montré que la prise en compte des conflits d'objectifs, et surtout leur identification, n'était pas possible à tous les postes. Il y a un effet de distance par rapport au processus et à sa dynamique empêchant les opérateurs d'avoir le temps nécessaire pour prendre conscience des différents objectifs. On se retrouve, à ce niveau, dans les premières et seconde boucles du modèle de Hoc et Amalberti (cf. Figure 12, p. 71), dans lesquelles la dynamique de l'activité règle celle de l'opérateur. C'est ici que le rôle du chef de quart prend toute sa dimension : celui d'un chef d'orchestre. Six chefs de Quart (dont 1 ancien) ont participé à ces entretiens.

a) Le Chef de Quart : Chef d'orchestre du RNG ?

Le Chef de Quart (CdQ) possède un rôle central aussi bien pour la conduite du réacteur que pour la supervision de l'installation. Les règles Générales d'exploitation (Chapitre 1) définissent *explicitement* ses fonctions :

- il veille à l'application des règles (conduite, sécurité, programme de fonctionnement),
- il coordonne les manœuvres de changement d'état,

³⁰ Arrêt Chaud Conditions Réduites : caractérise un état du réacteur.

- il est responsable de la mise en place et des levées des consignations,
- il fait prendre les dispositions prévues en cas d'indisponibilité ou d'essais,
- il décide avec l'IC ou l'IP³¹ des modifications à apporter au programme (en cas d'incompatibilité de l'installation avec le programme)
- il a une obligation de présence dans la salle de conduite ou à proximité selon l'état de l'installation.

Dans le paragraphe « fonctionnement » des Règles Générales d'Exploitation il est aussi précisé que « *toute anomalie détectée par un agent de conduite est signalée au CdQ qui décide des mesures à prendre* ».

Le CdQ tient également à jour le cahier de quart, le carnet de divergence et le journal des analyses physico-chimiques. Il établit les bilans de fonctionnement journaliers. Il signe les journaux remplis aux différents postes.

Dans le chapitre 5 des RGE il est succinctement précisé que le CdQ prend connaissance des Fiches d'Intervention Technique (FIT). Il n'est toutefois pas fait référence à la gestion des interventions qu'impliquent ces fiches ou à une éventuelle prise en compte de la programmation de ces interventions. Car, dans les faits, le CdQ ne participe pas obligatoirement aux réunions de coordinations car il est en poste. Ces réunions servent à définir et planifier les travaux et valider la mise en place de la co-activité. La seule situation qui ne requière pas sa présence en salle de conduite est l'arrêt froid (2 opérateurs seulement sont nécessaires). La gestion des FIT fait donc partie de ces activités *implicites*.

Le Chef de Quart endosse *implicitement* beaucoup d'autres responsabilités que la seule conduite (fracture de porte en cas d'intervention urgente, appel des pompiers. . .). Il a un rôle central car il est le « permanent de l'installation ». Tous les intervenants savent qu'il y a toujours au moins une personne, 24h/24h en poste dans le bâtiment « *En même temps, je comprends que c'est pratique, car en cas de problème, on appelle et on a toujours quelqu'un de compétent au bout du fil* ». En conséquence il reçoit des appels téléphoniques pour tout ce qui concerne l'installation, ce qui entraîne perturbations et pertes de temps dans son activité principale. A cela s'ajoute enfin qu'en exploitation, à cause de la conception des locaux, beaucoup de personnel transite par la salle de conduite. Bien que cela soit parfois gênant pour l'équipe de conduite, cette disposition permet de toujours savoir qui circule dans l'installation.

b) L'activité du chef de quart et la gestion des conflits d'objectifs

La gestion des conflits d'objectifs par les chefs de quart montre une variabilité entre les origines de ceux-ci (civils ou militaires). Cela semble tenir à la culture militaire pour certains. Les chefs de quart de formation marine tiennent à avoir des directives claires, surtout lors de la prise de quart, car ces directives les aideront à définir les priorités en cas d'imprévus.

D'une manière générale, les Chefs de Quart insistent sur l'importance de la sûreté dans le RNG « *Le RNG ne pose pas de problème de Conflit d'objectifs. Le seul vrai objectif est la*

³¹ IC : Ingénieur de Quart – IP : Ingénieur de Permanence

sûreté. Les autres objectifs tels que le cyclage³² ou la formation ne peuvent être des objectifs se mesurant à la sûreté ! », « Toute anomalie, tout dysfonctionnement, toute carence d'un système amène à un état de repli ; Si tout est bien fait, il doit [l'état de repli] assurer au minimum la sûreté de l'installation ». Ces réponses indiquent une forte culture de sûreté pour laquelle, au moindre ennui, c'est la solution de repli qui est recherchée.

Cette logique de « sûreté avant tout » est à nos yeux, non pas une façon d'éviter les conflits, mais une source de conflits potentiels. Cet objectif de respect de sûreté peut créer des contraintes vis-à-vis des autres missions du RNG, comme les formations de futurs conducteurs de réacteurs. C'est ce point que soulève un Chef de Quart, exprimant par la même occasion sa conception pour cette catégorie de conflit : « *Moi le conflit d'objectifs, je le vois au quotidien, dans la formation. On a un programme de formation à tenir. Par ailleurs, c'est une vraie installation, donc elle vit. L'installation peut ne pas être disponible, les paramètres peuvent ne pas être favorables à la réalisation du programme de formation. Il faut ménager la chèvre et le chou !* ».

Mais des différences se font sentir dans la façon d'aborder ce genre de situation selon la philosophie de conduite des chefs de quart. On rejoint ici les priorités et les aménagements que réalisent les Chefs de Quart entre les objectifs « *s'il veut faire le programme à tout prix, c'est à fond les ballons. Ou bien, on peut se dire que le programme trouvera toujours sa place plus tard, on discute pour trouver des solutions, voir si on peut faire cette étape de la formation le lendemain... Il faut savoir dire non. Quand je trouve que c'est pas bien de le faire, je le fais pas. Si le conflit se situe au-dessus de moi, je consulte la personne qui doit prendre la décision* » (un chef de quart). Dans cette remarque, le chef de quart mentionne qu'il est conscient de la pression du conflit à un niveau supérieur. La stratégie qu'il présente est intéressante, puisque plutôt que de chercher à s'adapter à la situation, il remonte le problème au niveau hiérarchique supérieur, à l'origine de la contrainte. Il *inhibe* ainsi la concrétisation du conflit au sein de son activité. Parmi tous les chefs de quarts interrogés, il fut le seul à présenter une très grandes capacités d'anticipation. Il est, à ce sujet, connu par les autres opérateurs comme une personne se faisant rarement surprendre dans son activité grâce à son tempérament calme, sa capacité à se donner du temps provenant d'une bonne organisation, d'une planification rigoureuse et anticipatrice des événements.

Au sujet des procédures, les avis restent partagés entre la nécessité de leur application et les conflits qu'elles occasionnent lorsqu'il faut les appliquer alors qu'elles sont (jugées) mal réalisées ou incomplètes « *La sécurité du personnel n'est pas prise en compte dans les documents techniques. Je considère que le rôle du CdQ est aussi de ne pas mettre en danger le personnel. Un impératif technique peut amener à exposer du personnel. C'est pas bien ! Avec une analyse différente [a posteriori] on aurait pu faire autrement* ». Le chef de quart cite alors un exemple, mettant en avant l'envoi non nécessaire de personnels en zone chaude (irradiant le personnel) alors qu'à son avis c'était évitable : « *On était en marche en puissance. Les détecteurs à incendie situés dans l'enceinte du réacteur se déclenchent. C'était probablement dû à l'orage (à cause de l'électricité statique). Le CdQ qui était en poste a envoyé du personnel en zone chaude avec l'équipement. Or, ça faisait une heure que l'alarme à incendie s'était déclenchée. S'il y avait eu le feu, on aurait eu d'autres indices, notamment la température. Si j'avais été en poste, j'aurais pris le risque de ne pas agir.* ».

³² simulation d'opération de catapultage d'avions, comparable à celle réalisée sur un porte avions.

Un ancien chef de quart a aussi critiqué la conception de l'installation où les rajouts (correctifs) décidés et planifiés par les ingénieurs, ne prenaient pas en compte les problèmes de la maintenance (en terme de facilité d'accès), impactant sur les durées d'exposition en zone chaude en cas d'intervention « *On avait besoin qu'un opérateur isole un capteur. Le capteur était mal référencé, l'opérateur ne savait pas où il était. Il a dû le chercher et a subi une forte exposition. J'ai exigé de la part de la maintenance qu'ils finissent le boulot pour ne pas exposer d'avantage le gars.* ».

c) La conduite d'un réacteur expérimental, une culture de l'évitement des conflits ?

Les Chefs de Quart expriment en entretien une capacité à prendre en compte les différents objectifs qu'ils peuvent avoir à assurer ou à satisfaire au cours de leur activité. Possédant un rôle central dans l'installation, ils sont sollicités pour de nombreuses tâches implicites, qui d'un côté peuvent présenter une surcharge, mais qui apportent aussi le bénéfice d'une vision d'ensemble de l'installation, c'est-à-dire des hommes et des systèmes, qu'ils participent à la conduite ou encore la maintenance.

La culture de sûreté, affichée à travers leur discours, ferait penser que les conflits d'objectifs se présentent rarement dans l'installation. En effet, le discours qui nous tenu au cours des entretiens présente régulièrement un message rationnel, dans lequel toute situation pouvant présenter un risque même minime pour la sûreté se solde invariablement par un arrêt du réacteur : « *Le RNG est un réacteur d'essai, donc on n'a pas les mêmes contraintes on ne joue pas avec la sécurité. Ce doit être différent sur un bateau ou pour EDF mais ici, on arrête dès qu'on a atteint la limite, on ne cherche pas à la repousser.* » (un chef de quart).

Par sa nature, ce réacteur d'essai ne contraindrait donc pas les équipes à assurer d'objectif de « production ». La sûreté serait donc ici l'objectif principal avec lequel nul autre objectif ne pourrait être mis en compétition. Il existerait donc structurellement une hiérarchisation des objectifs déjà clairement établie.

Des entretiens occasionnel faits avec d'autres intervenants présentent une réalité parfois bien différente, que l'on rapprochera des conséquences que la construction d'un réacteur futur imposait à l'exploitation du RNG (cf. §4. 4. 3. 1). Par exemple, des conflits se manifestent entre la sûreté de l'installation et la formation des stagiaires. Il ne s'agit ici que d'un « principe » de conflit car les entretiens ont fourni des exemples dans lesquels des incidents avaient lieu sur le réacteur (bien que la formation serve à simuler des incidents que les stagiaires doivent résoudre), et la priorité avait été d'assurer la sûreté de l'installation en mettant celle-ci à l'arrêt. Enfin, du point de vue de l'exploitation, d'autres types de conflits existent et montrent que les opérateurs adoptent des attitudes conduisant à des situations conflictuelles :

L'équipe de conduite qui prenait le premier quart un week-end avait reçu des directives de productivité. Il s'agissait de faire fonctionner le réacteur le plus longtemps possible pendant le week-end en régime nominal. Ceci avait comme but de tester les pompes primaires qui venaient d'être remplacées. L'équipe monte alors le réacteur en puissance, lance ensuite les pompes primaires qui disjonctent très rapidement. La puissance du réacteur est alors diminuée et les pompes sont à nouveau relancées. Elles disjonctent de

nouveau.

Le chef de quart décide d'appeler le chef du secteur électricité à son domicile. Celui-ci lui explique que les équipes de maintenance n'ont pas dû finir certains travaux et que cela sera fait lundi. Après explications sur les tests à mener, la décision est prise de guider un opérateur par téléphone pour lui expliquer la manœuvre à réaliser sur un panneau électrique, afin de remédier pour le week-end au problème. La manœuvre est relativement simple à réaliser. Les pompes sont relancées et ne disjonctent plus. Les tests sont alors réalisés sans le moindre problème.

(Source : Cas rapporté par un ancien Ingénieur de Permanence)

Cet exemple expose une dérogation aux règles, où une manœuvre est réalisée sur des panneaux électriques par une personne non habilitée, et sans disposer au préalable d'une autorisation d'intervention officielle. Toutefois, la décision est prise entre responsables, afin de permettre la réalisation de l'essai au cours du week-end. Cette pratique peut paraître choquante, en particulier lorsqu'elle est considérée d'un point de vue extérieur, mais elle présente comment dans, une situation de travail, un risque est *accepté* et *motivé* par la nécessité (pour les opérateurs) d'accomplir un objectif opérationnel. On peut se demander pourquoi la régulation n'a pas été faite autrement, par exemple en faisant en sorte que le chef de Quart appelle à son domicile le Chef d'Exploitation pour lui dire qu'un problème technique empêchait la réalisation de l'essai. Il aurait alors incombé au Chef d'Exploitation de reporter l'essai ou de tenter, en dehors des heures de bureau de trouver une solution qui réponde aux exigences des procédures. Nous n'avons pas de réponse à cela, mais nous soulignerons que la gestion de la situation par l'équipe, aura été préférentiellement de chercher à réduire les contraintes en faisant appel à la *solidarité technique* avec le contournement des règles correspondant.

D'autres situations de transgressions *nécessaires* nous sont rapportées par les opérateurs, où les règles ne sont pas appliquées à la lettre afin de réaliser rapidement un objectif opérationnel. C'est par exemple le cas des procédures de conduite incidentelles : « *On a le classeur IF (incidents fonctionnement) qui répertorie tous les incidents par pupitre. Personnellement je l'ai lu, mais en cas d'incident, je ne cherche même pas à regarder dedans. Quand on travaille en équipe on se demande entre nous "que ferais-tu toi ?...". Parfois, on discute, on réfléchit avec le CdQ, avec les collègues. On se demande ce qu'on ferait s'il se passait ceci ou cela [...]*

En cas d'incident, on ne cherche même pas à les ouvrir, on fait au feeling.

[...]

Après 24h de réflexion, les patrons dans leur bureau -loin du stress de la salle de conduite et du moment où survient l'incident- disent "vous auriez du faire autrement, par exemple assécher le pressu". Quoi qu'il arrive -et ça dépend de l'opérateur-, sur l'instant on ne peut pas faire autrement. » (un chef de quart).

Un membre d'une équipe de quart nous livrait au cours d'un entretien une vision comparable : « *le soir, quand on est en quart et qu'on a du temps, on va lire les nouvelles procédures. On en reçoit régulièrement, surtout depuis la remise à niveau pour le séisme. Mais bon, quand il faut agir, on se fie plus à notre tête. Parfois, OK, on lit avant... mais pas toujours.* ». Ces témoignages font état du besoin pour les opérateurs de pouvoir agir rapidement face aux situations. La recherche documentaire est ici une contrainte qu'ils tentent de réduire en maintenant leur expertise, en se testant les uns les autres, en relisant

leurs procédures. La mise en application de ce besoin se retrouve dans la formation des équipes de sous-marinières, au travers de leurs actions réflexes, destinées à répondre rapidement à une situation en tentant de circonscrire l'événement, afin de pouvoir ensuite réfléchir sur son traitement.

d) Conclusion : éléments en faveur d'une co-existence de stratégies de gestion des conflits

Les témoignages des Chefs de Quart nous montrent comment ils perçoivent les événements, et les motivations qui les poussent à agir *promptement* pour *rétablir une situation au plus vite*, comme cela a déjà été observé (Veyrac, Cellier & Bertrand, 1997). Ces actions promptes poussent les opérateurs à passer outre le respect de certaines règles ou la façon de les appliquer : lire les procédures avant d'agir ou encore les appliquer au fur et à mesure qu'elles sont déroulées. Toutefois, il ne faut pas écarter le professionnalisme des opérateurs, leurs connaissances, leurs compétences. Sans elles, ils ne pourraient réagir de la sorte, et même faire face à l'imprévu ou à « l'insuffisamment prévu ».

En reconsidérant les deux types de stratégies que nous avons identifiées dans la résolution de situations contraignantes, la seconde stratégie (orientée vers la réduction des contraintes pour assurer la productivité) apparaît être prépondérante dans les entretiens. Cette première constatation tirée des entretiens incite à considérer la coexistence de ces deux stratégies. Si ces stratégies co-existent, comment se règle alors la compétition entre elles ? Pour tenter de répondre à cette question, il faut désormais passer des *événements racontés* par les opérateurs aux *événements tels qu'ils sont gérés*. En ce sens, l'analyse des écarts entre ce que disent faire les opérateurs et leur façon d'opérer devrait nous apporter des éléments de réponse supplémentaires.

4.5. Première Analyse de l'activité en situation incidentelle : la résolution d'un incident de pollution sur simulateur de SNA

Les études OSCAR (pour une synthèse des résultats diffusés dans le domaine public : Salazar-Ferrer, 1999 ; Salazar-Ferrer & Guillermain, 1999) ont porté sur l'observation d'opérateurs en charge de la conduite de réacteurs nucléaires à terre (OSCAR RNG) ou embarqués (OSCAR SNA). Parmi ces études, certaines ont fait l'objet d'un ensemble d'expérimentations de situations incidentelles. Nous nous intéresserons ici à des simulations d'incident sur SNA³³ réalisées sur un simulateur à terre reproduisant à l'échelle 1, une salle de conduite de Sous-marin Nucléaire d'Attaque (SNA, simulateur ORION).

L'intérêt de reprendre les données brutes (enregistrements vidéos) et les rapports de synthèse de ces exercices nous permet d'aborder l'analyse de l'activité dans un contexte expérimental. En effet, plusieurs équipes ont participé à des simulations présentant le même type de situation incidentelle. Les stratégies employées pour le diagnostic et la gestion du même incident diffèrent entre les équipes alors que tous les opérateurs ont suivi les mêmes formations et sont soumis au respect des mêmes procédures (Salazar-Ferrer, 1999). Dans ce cadre, il nous est possible d'étudier les invariants comportementaux des opérateurs au cours de la gestion d'un incident, et en particulier la dynamique dans laquelle s'inscrit l'apparition et la gestion des conflits d'objectifs. Les enregistrements vidéos

³³ Sous-marin Nucléaire d'Attaque

permettent ainsi de réaliser *a posteriori* d'autres types d'analyses de l'activité que celles prévues initialement.

4.5.1. Méthode d'analyse

Nous avons eu recours aux documents de synthèse des études OSCAR (Salazar-Ferrer, & Guillermain, 1996a) qui présentaient les caractéristiques et les résultats d'exercices d'entraînement réalisés sur des simulateurs de postes de conduite de sous-marins de la marine française. Les hypothèses de travail à l'origine du projet OSCAR portaient sur la modélisation des représentations causales chez les opérateurs en charge de la conduite de réacteurs de sous-marins nucléaires (Salazar-Ferrer, 1999). Il s'agissait notamment de présenter l'évolution des représentations mentales des opérateurs à leur sortie de l'école navale et au bout de plusieurs mois de conduite en mer. Cette étude a par exemple servi à démontrer l'opérationnalisation des connaissances au travers d'une réorganisation *fonctionnelle* des connaissances, et non *structurelle*, c'est-à-dire identique à la réalité. Par exemple, les opérateurs, mettaient en lien des actionneurs et des systèmes qui n'étaient pas structurellement reliés, mais qui présentaient, d'un point de vue opérationnel (et donc entrant dans les connaissances *expertes*), un lien de cause à effet.

Ces documents de synthèse ont servi de point d'entrée. La configuration d'un exercice simulé impliquant la gestion d'une pollution du circuit d'alimentation de la propulsion d'un sous-marin, conjoint à un ordre d'allure ont attiré notre attention. Nous avons alors sélectionné les enregistrements vidéos correspondants à ces incidents simulés pour les analyser.

Une première étape de visionnage des enregistrements vidéo a été nécessaire pour comprendre l'activité des opérateurs, le langage opératif employé et les actions réalisées et leur but. Il s'agissait essentiellement, comme dans toute étape préalable à l'analyse de l'activité, d'une étape de familiarisation avec l'activité observée. Ces incidents s'insérant dans l'activité de conduite sur simulateur, il a aussi été nécessaire de reconnaître sur les bandes, les séquences de départ des incidents. En effet, pour éviter que les situations ne soient trop artificielles, les incidents n'apparaissaient pas toujours dans le même ordre et s'inséraient au milieu d'autres opérations que devaient réaliser les équipes. Ce point de détail est très intéressant car il permet d'assurer une validité écologique à l'exercice : celle de l'apparition de l'incident au cours d'une activité de régulation ou de supervision, par exemple au cours de la réalisation d'un ordre d'allure (monter en puissance). Les équipes sont moins dans l'attente d'une situation accidentelle ou incidentelle (comme c'est le cas pour tout participant à un exercice simulé) et gèrent les événements de la façon la plus « réaliste » possible (toutes proportions gardées en regard de l'environnement du simulateur).

Dans un second temps, un retour sur les supports documentaires a été nécessaire pour comprendre certains passages de l'activité observée. Nous avons fait appel aux anciens instructeurs marine ayant participé à ces exercices et d'anciens sous-marinières pour nous aider à comprendre les conduites des opérateurs, les règles qui dictent leurs actions.

Nous avons ensuite élaboré, sur la base des premières observations, une grille d'analyse (cf. Figure 28) regroupant les différentes étapes pouvant apparaître au cours d'une

résolution. Cette grille sert à identifier les actions essentielles réalisées par les opérateurs. Les items retenus sont :

- Le type d'**incident** : il était simple ou complexe (en référence aux conditions expérimentales des exercices d'entraînement)
- La **représentation** de la situation : l'équipe a-t-elle bien compris l'incident, agit-elle sur les bons actionneurs. Cette représentation est évaluée, sur les différents membres de l'équipe, selon deux appréciations :
 - o **Bonne** : caractérisée par des actions sur les bons actionneurs, dans le bon ordre, sans erreurs de bord, capacité de récupération d'erreurs au sein du groupe,
 - o **Mauvaise** : caractérisée par des erreurs de bord, erreurs de diagnostic, ordres contradictoires avec l'événement ou sa résolution, manquement dans la récupération d'erreurs au sein du collectif,
- Par défaut, en cas d'une bonne perception de la situation, il est noté que l'équipe ne se trouve pas en situation de conflit d'objectifs (**pas de conflit**), sinon elle est en situation de conflit (**conflits**) si la représentation était mauvaise.
- En cas de conflits : sont-ils **détectés** ou **non détectés**. Cette dimension s'intéresse à la perception du conflit dans la décision, et sa nature (individuel, opérationnel, organisationnel).
- En cas de **détection du conflit**, le groupe ou certains membre de l'équipe, en particulier le Chef de Quart, prend-il la décision de l'ignorer et de rester dans son engagement. Cet item cible l'escalade d'engagement, les effets de gel, les biais de décision.
- La **résolution** du conflit est alors abordée : effective ou non. Quelles sont les stratégies retenues.
- D'un point de vue qualitatif, la **performance** sera ensuite évaluée (réussite (+), échec (-), réussite par intervention des instructeurs (≈)).

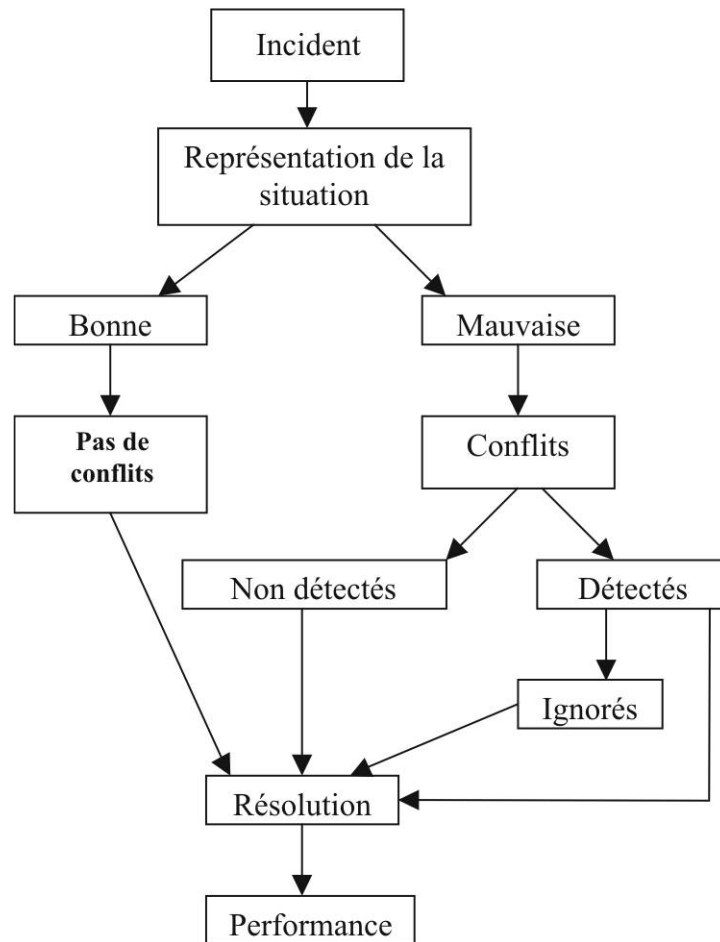


Figure 29 : Schéma de résolution des incidents

4.5.2. Situation expérimentale

Un sous-marin nucléaire dispose, en cas d'une avarie grave nécessitant l'arrêt du réacteur, de batteries et de groupes diesels permettant d'assurer un relais de l'alimentation électrique du bâtiment (et par extension sa propulsion). Toutefois, la puissance délivrée pour la propulsion dans ce cas de figure ne dépasse pas la moitié de celle développée par le réacteur nucléaire. Ces groupes diesels sont principalement destinés à propulser le sous-marin en surface en cas de panne. Dans une situation d'urgence, comme une voie d'eau, le poids supplémentaire et progressif que prend le bâtiment rend rapidement inefficaces les systèmes de propulsion de secours. C'est pour cela que tout est fait pour conserver la disponibilité de la chaufferie nucléaire, et qu'une demande de *priorité à la propulsion*, peut être demandée par l'équipe de conduite à celle chargée de la conduite du bâtiment. Elle est destinée à prémunir la chaufferie de tout ordre d'allure qui serait contradictoire avec son état. Toutefois, les ordres ne se discutant pas, l'équipe de conduite du réacteur ne peut que signaler un problème au commandant, et indiquer les limites de disponibilité pour un usage conventionnel.

4.5.2.1. Description de l'incident

L'incident simulé est une pollution provenant d'un composant défectueux qui entraîne une montée du taux de chlorures sur un condenseur (Bâbord (Bd) ou Tribord (Td)³⁴). Il convient alors d'isoler le bord pollué et d'utiliser les moyens disponibles pour continuer à assurer l'alimentation du Générateur de Vapeur (GV) de manière suffisante afin d'éviter son assèchement (maintien de la disponibilité) ou d'éviter de devoir passer en priorité propulsion et de demander une réduction de l'ordre d'allure (maintien de la disponibilité en condition dégradée). L'incident se décline selon deux configurations :

Soit une configuration simple : le circuit alimentaire en eau principal et ses composants sont entièrement disponibles et sans limitation d'usage. La gestion de la situation se fait alors sans contrainte supplémentaire.

Pollution

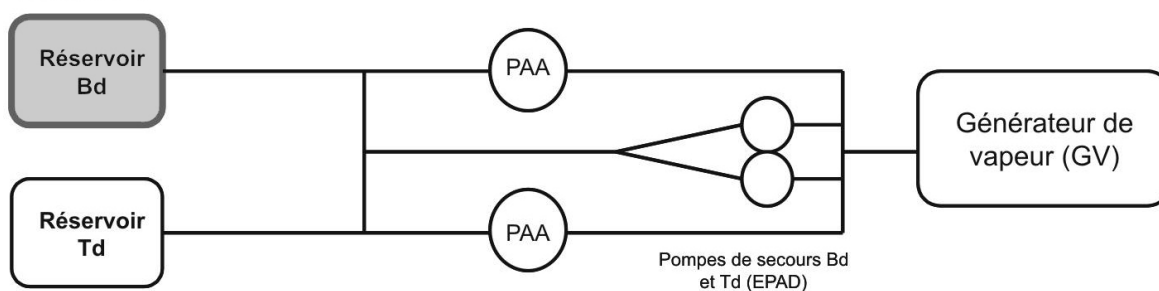
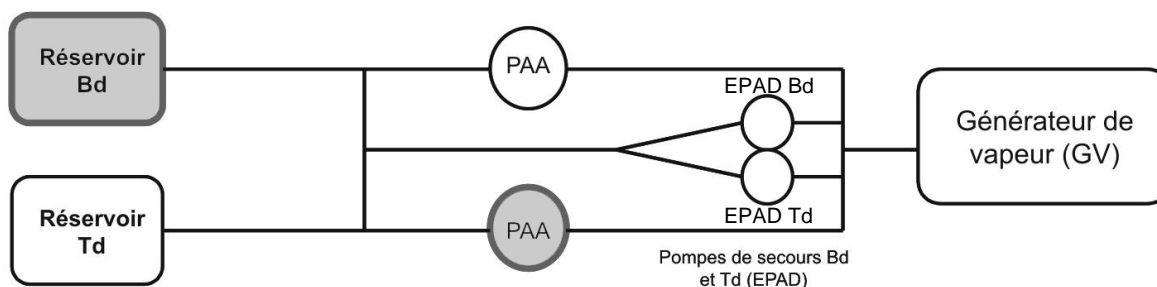


Figure 30 : Représentation des circuits fluides simplifiés dans l'incident simple

Soit une configuration complexe : tous les moyens pour gérer la situation ne sont pas disponibles. La pompe d'alimentation du bord opposé au bord pollué est indisponible (ex. : fuite PAA³⁵). Dans cette situation, les opérateurs doivent employer les EPAD³⁶ qui sont d'autres pompes dont le débit est moins important que les PAA. Les opérateurs doivent utiliser les deux EPAD pour fournir le même débit que la PAA indisponible afin d'alimenter normalement le générateur de vapeur.

Pollution



Indisponibilité

Figure 31 : Représentation des circuits fluides simplifiés dans l'incident complexe

³⁴ Le simulateur étant de type « naval » la localisation des composants d'une installation se fait à partir des bords (bâbord ou tribord).

³⁵ PAA : Pompe Alimentaire Attelée. Pompe principale d'alimentation du GV (il y en a plusieurs) sur SNA

³⁶ EPAD : ElectroPompe Alimentaire de Démarrage

Au cours de l'exercice, les indications de pollution, non instrumentées sur le simulateur sont annoncées par l'instructeur qui va :

- soit simuler le chimiste lors de sa ronde
- soit donner la lecture d'indication de taux de chlorure.

Les valeurs mesurées soit en local (analyse chimiste) soit dans la salle de conduite simulée sont données par l'instructeur :

- soit de sa propre initiative,
- soit sur demande des opérateurs.

Lorsque l'instructeur simule une intervention en local du chimiste pour analyses, il respecte des délais plausibles avant l'annonce du résultat de ces analyses.

4.5.2.2. Actions attendues par les opérateurs

Les équipes de sous-mariniers sont formées pour réagir rapidement en cas d'incident. Cette réaction immédiate est déterminante pour circonscrire au plus vite l'incident, éviter sa propagation et assurer ainsi la survie du bâtiment. Pour cela, la formation fait une part importante aux *actions réflexes*, évitant de recourir aux supports documentaires et donc de perdre un temps précieux. Ces actions sont essentiellement destinées à isoler un incident, éviter sa propagation et disposer d'une plage temporelle pour permettre les investigations (envoi de personnel en local) et le diagnostic. Dans cette simulation, les attentes vis-à-vis de l'activité des opérateurs ne dérogent pas à cette règle de l'action réflexe, et une série d'objectifs opérationnels sont aussi attendus au cours de la résolution (ex : ordre d'allure à assurer).

Pour résoudre l'incident, les équipes devront reconfigurer les circuits fluides de la façon suivante (voir Figure 31) :

- **Dans la situation simple** : isoler le réservoir pollué du circuit fluide, et reconfigurer le circuit pour que la PAA qui est sur le bord du réservoir pollué pompe sur le réservoir non pollué.
- **Dans la situation complexe** : isoler le réservoir pollué et la PAA en avarie du circuit fluide, reconfigurer le circuit pour faire pomper la PAA valide sur le réservoir sain situé sur le bord opposé. Enfin, il faut mettre en marche les deux EPAD (pompes de secours) et les faire pomper ensemble sur le réservoir sain pour assurer un débit identique à la PAA en avarie.

Les objectifs opérationnels de plus haut niveau (en comparaison des actions réflexe citées précédemment qui font aussi partie des objectifs opérationnels) devront ensuite être assurés :

- **Assurer la propulsion du navire** : permettre d'assurer la *disponibilité* en cas d'ordre d'urgence (voie d'eau), pour cela, éviter l'assèchement du GV qui sert à fournir la puissance électrique nécessaire pour propulser le navire.
- **Éviter la propagation de la pollution** : si la concentration de chlorures au GV devient trop importante, le risque de fuite primaire-secondaire augmente. D'une pollution

chimique des circuits fluides on passe à une pollution *radioactive* d'une partie du système de propulsion.

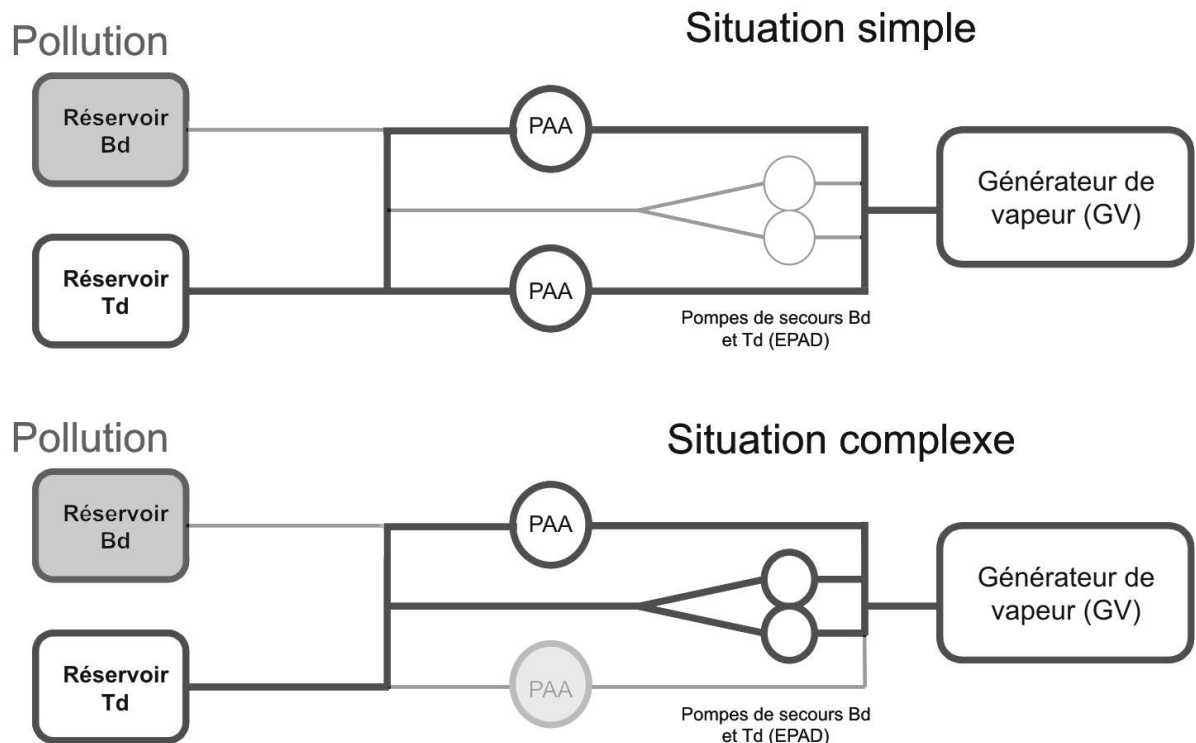


Figure 32 : Reconfiguration des circuits pour résoudre l'incident

Dans les deux types de situations, *il n'existe pas, à l'origine, de conflit d'objectifs*. Les équipes suivent un briefing qui aborde le démarrage des EPADs en situation incidentelle, avant de passer sur simulateur. Les équipes reçoivent donc les informations nécessaires à la résolution du problème. On peut évoquer ici un biais d'amorçage, c'est-à-dire que l'on peut s'attendre dans l'activité des équipes à un recours plus important des EPADs qu'à l'accoutumée. Ainsi, *l'existence* d'une solution *viable* et *optimale* pour ces deux situations, nous fait dire que les conflits d'objectifs *opérationnels* n'existent pas dans cet exercice.

4.5.2.3. Population ayant participé aux tests

10 équipes de sous-marinières ont participé à cet exercice. Chaque équipe se compose de 4 personnes au PCP (Poste de Conduite Principal) :

- 1 Chef de Quart
- 1 Opérateur réacteur (Kr)
- 1 Opérateur Machines (Km)
- 1 Opérateur Electricité (Ke)

Un instructeur était présent auprès du Chef de Quart pour simuler les réponses des rondiers de façon réaliste (temps de réponse, qualité de l'information fournie) et fournir des données qui n'étaient pas intégrées dans le simulateur mais présentes sur le pupitre « chimie » des sous-marins. Les équipes étaient réparties selon les deux types situations incidentelles simple ou complexe :

	Situations	
	Simple	Complexe
Equipes (n)	3	7

4.5.2.4. Hypothèses et attentes sur l'activité des opérateurs

Les hypothèses de travail à l'origine du projet OSCAR portaient sur la modélisation des représentations causales chez les opérateurs en charge de la conduite de réacteurs de sous-marins nucléaires (Salazar-Ferrer, 1999). Les nouvelles attentes que nous avons sur les activités des opérateurs concernent :

- La *perception du conflit* : si un conflit autre qu'opérationnel se présente, quels seront les opérateurs qui vont le percevoir, de quelle façon et quel impact aura-t-il sur la résolution,
- L'*activité* des opérateurs en cas de conflit d'objectifs. Nous avons ici une attente toute particulière, en raison de notre problématique de la double logique de résolution (compromis ou réduction des contraintes),
- la *dimension collective* de la résolution du conflit.

Du point de vue du cadre expérimental, la *situation simple* sert ici de « situation de contrôle » permettant dévaluer la représentation mentale des opérateurs sur leur installation au cours de la gestion de cet incident. Elle nous servira de référentiel pour évaluer le problème de l'utilisation des EPADs dans la situation complexe.

Les instructeurs qui avaient conçu cet exercice avaient soulevé le problème du recours aux EPADs. Ils portaient de leur expérience de la reconfiguration rare et délicate de ces pompes sur SNA et s'attendaient à ce que les opérateurs rencontrent des difficultés pour utiliser les deux EPADs en remplacement de la PAA inhibée (Salazar-Ferrer, 1999). Les causes de cette difficulté sont principalement :

- la nature de la disposition des EPADs. Tous les instruments sont répartis par bords dans un sous-marin. Les EPADs sont une exception car elles peuvent aspirer indifféremment sur un même condenseur bâbord ou tribord après reconfiguration des circuits. Toutefois, chacune d'entre elles est associée à un bord.
- la reconfiguration des circuits, pour les EPADs se fait en local, et il n'y a pas de retour d'information sur les pupitres des opérateurs dans ce cas.
- le recours au EPAD, mis à part les situations de démarrage ne se fait que dans certaines situations accidentelles, ce qui en réduit la fréquence d'usage et l'habitude chez les opérateurs
- Enfin, la documentation d'exploitation et les carnets de schémas ne sont pas clairs sur les modalités de l'aspiration commune des EPAD.

À titre d'illustration de la complexité de reconfiguration d'un système fluide (sachant qu'il se réalise de tête au cours des actions réflexe), nous présentons le véritable schéma fluide que les opérateurs doivent reconfigurer :

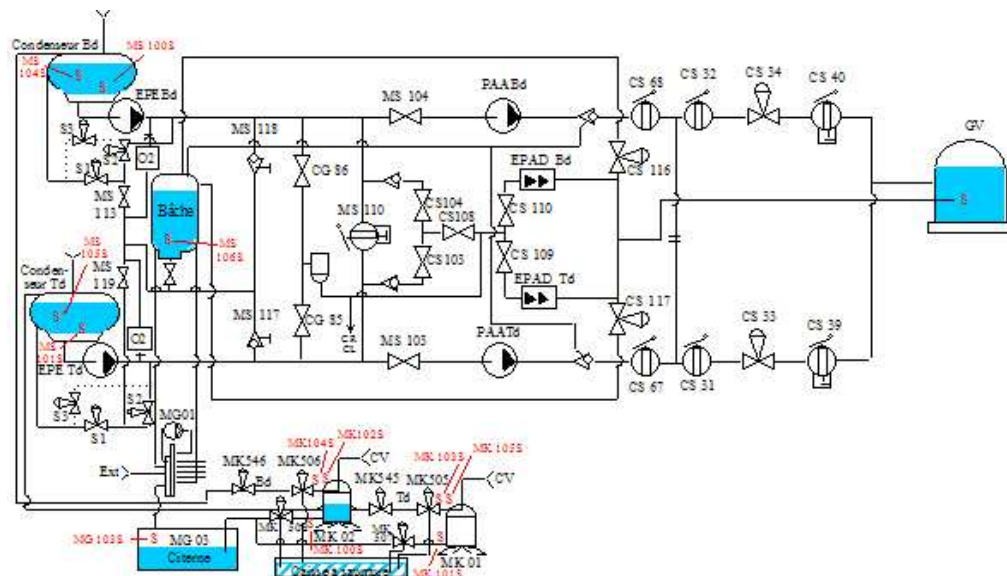


Figure 33 : Schéma réel des circuits fluides à reconfigurer.

4.5.3. Résultats

Le déroulement des exercices et la qualité du résultat obtenu par chaque équipe est renseigné grâce au schéma d'analyse (cf. Figure 29). Les performances relevées montrent que les équipes ont eu des conflits d'objectifs à gérer, malgré la séance de formation avant l'exercice de simulation, et surtout, l'absence de conflits avérés, étant donné l'existence d'une solution optimale pour chaque situation :

		Apparition de conflits d'objectifs	
		oui	non
Situation	Simple	2	1
	Complexe	6	1

Figure 34 : Nombre d'équipes confrontées à des conflits d'objectifs en fonction de la complexité des situations

L'analyse qualitative (sur l'item performance, cf. Figure 28) montre que la gestion de la situation est efficace : 7/10 équipes réussissent, 2 présentent une situation incomplète en fin d'exercice (arrêt de l'exercice ou résolution par les instructeurs) et il n'y a qu'un seul 1 échec véritable.

4.5.4. Deux exemples de résolution : une réussite et un échec

Deux équipes présentent des performances radicalement opposées. La première a su régler la situation de façon optimale (équipe PC-14), et la seconde l'équipe a présenté la plus mauvaise performance (équipe PC-08), soldée par un échec. Nous présentons ici ces deux performances afin d'en identifier les facteurs aggravants ou bénéfiques dans un tel type de situation.

4.5.4.1. Un exemple de résolution idéale

Les résultats de la résolution de l'incident concernent l'équipe 14. La performance est jugée idéale du fait de la parfaite maîtrise de la situation, du temps mis à gérer l'incident et des actions post-crise destinées à remettre l'installation dans un état parfait.

a) Résumé de la gestion de l'incident

Le chimiste signale un taux de chlorures proche du seuil de pollution avérée sur le condenseur Bâbord. L'opérateur Kr arrête alors la PAA du bord pollué (Tribord) et démarre la PAA Bâbord.

L'opérateur Km isole la source potentielle de chlorures en isolant les purges de chauffe du bouilleur en fonction. L'appoint et le déversement condenseur sont isolés. La ligne d'alimentation en eau est fermée pour isoler le bord pollué et préserver le Générateur de Vapeur (GV). On signale depuis le CTA³⁷ une fuite d'eau sur la PAA Bâbord (au temps t + 30 s). L'opérateur Kr arrête la PAA et passe sur EPAD. Les principales opérations pour isoler la bâche (ex : fermeture de plusieurs vannes du circuit, ...), le GV (fermeture de la vanne) et le condenseur pollué sont effectuées rapidement (t < 2 mn 30s). Le schéma suivant présente un résumé de la résolution :

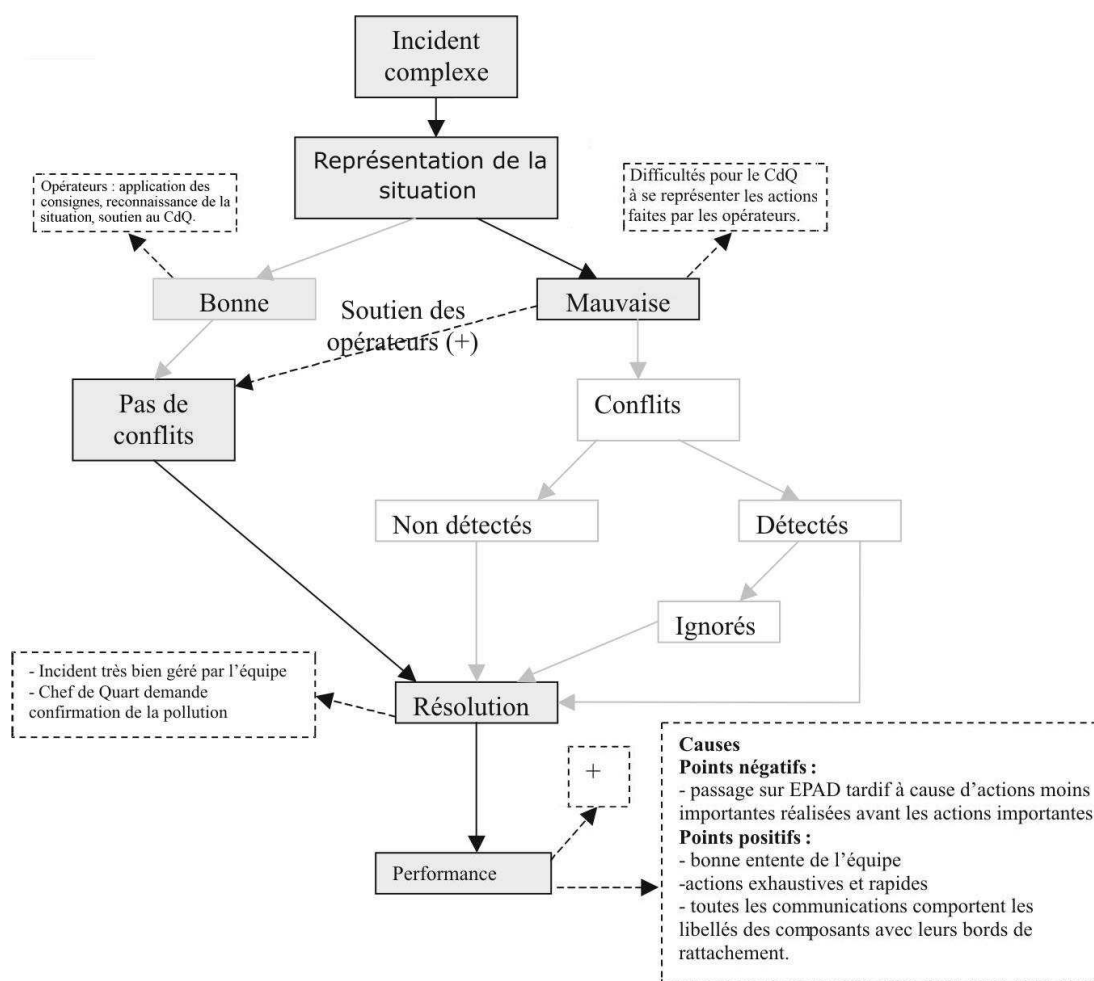


Figure 35 : Résolution de l'équipe 14

³⁷ CTA : Compartiment Turbo Alternateurs

b) Gestion des objectifs et coopération entre opérateurs

L'incident est géré efficacement. Les opérateurs rencontrent peu de difficultés pour reconfigurer les circuits, bien qu'ils soient confrontés à l'incident complexe. Seul un retard de fermeture de vanne dans la reconfiguration des circuits s'est présenté lors du passage aux EPADs. La totalité des actions a été correctement réalisée, dans une chronologie et avec une stratégie d'ensemble qui montre une parfaite maîtrise de la situation par les opérateurs.

Dans la première minute après le début de l'incident, les opérateurs ont satisfait les objectifs principaux de reconfiguration des circuits.

Cependant, le CdQ rencontre au début des difficultés pour se représenter la situation. Il demande à son équipe des informations sur les actions qu'ils réalisent, ainsi que sur l'état de l'installation. La coopération avec les opérateurs se déroule parfaitement, il prend en compte les informations qu'on lui donne, lui faisant éviter de donner des ordres de reconfiguration allant à l'encontre de la situation. Les limites de la simulation, en particulier le rôle du chimiste ou du pupitre chimie joué par l'instructeur lui font se demander si la valeur chlorure annoncée au début de l'incident résulte réellement d'une analyse par le chimiste. Cette question a son importance, car elle lui permet de tester la validité de la donnée d'entrée car les analyses en amont (chimiste ou pupitre) ne reposent pas sur les mêmes types de mesure (résistivité de l'eau ou salinité) avant de prendre ses décisions. Cet aspect montre au passage l'effet du contexte dans l'activité diagnostic et la prise de décision.

Enfin, il montre encore son souci de disposer d'une bonne représentation de la situation en demandant au chimiste d'effectuer des analyses complémentaires à la bache, à la citerne, aux condenseurs, au GV. Lorsque le chimiste confirme une pollution au condenseur, l'équipe prend immédiatement la décision d'arrêter le groupe (CdQ « *au-dessus de [seuil], on ne réfléchit plus, on fait fermer, on se sépare du groupe* »).

c) Discussion

Cette équipe a été la seule sur les 10 présentes à obtenir un résultat à la limite de la perfection, c'est-à-dire en comparaison avec la résolution optimale définie par les instructeurs.

Les performances de cette équipe, au regard des autres, proviennent de la parfaite coordination des opérateurs et d'une coopération optimale entre le CdQ et ses opérateurs. Les opérateurs participent aux prises de décision du CdQ, auquel il revient toujours la décision finale qui valide ou non la proposition du Kr ou du Km. Il informe les personnes concernées de sa décision, que cela concerne son équipe ou d'autres à distance (rondiers) :

Exemple de dialogues :

CdQ à Km : « Là, tu vas avoir une montée de niveau (condenseur) sur Tribord »

Kr au Km : le Kr propose au Km de larguer rapidement la boucle

Km au Kr : « Attends, pour moi il ne monte pas (le niveau condenseur), on est Av0 »

CdQ à Km et Kr : « On attend les mesures du chimiste, déjà, on a pris les mesurés conservatoires »

Chimiste au PCP : « La salinité de la bâche, c'est bon, dans la citerne aussi, au condenseur, on est autour de (valeur de chlorure) »

Km : « On va se séparer du groupe carrément »

CdQ : « OK, on prévient le central » « Central de PCP, on va arrêter le groupe Tribord sur salinité Condenseur »

Central : « OK »,

CdQ : « CTA de PCP, on va fermer la SAA Tribord »

CTA « Reçu ». .

4.5.4.2. Un exemple d'échec de résolution

L'équipe 08 présente une image en miroir de l'équipe 14. Tous les points forts relevés dans l'équipe 14 pour réussir au mieux à gérer la situation deviennent ici des points faibles. Elle est aussi la seule équipe qui n'a pas réussi à résoudre la situation, la simulation a été arrêtée par les instructeurs pour réaliser immédiatement un débriefing.

a) Résumé de l'incident

Une fuite d'eau est découverte sur la PAA Tribord. Les opérateurs permutent alors sur PAA bâbord. Six minutes plus tard, une pollution aux chlorures est détectée sur le condenseur Bâbord. Les opérateurs réduisent d'allure (le CdQ demande alors la priorité propulsion). L'opérateur Kr débraye la PAA bâbord et utilise les EPAD bâbord et tribord de façon à isoler le Générateur de Vapeur de la pollution. Ensuite, il redémarre la PAA Bâbord mais oublie de reconfigurer le pompage sur le condenseur Tribord. Le CdQ fait arrêter l'EPAD du bord pollué (EPAD Bâbord).

Après une annonce de montée du taux de chlorure sur le condenseur Bâbord, l'opérateur Kr annonce au CdQ que sa PAA est toujours en fonction. Le CdQ fait débrayer la PAA en fonction (3 minutes après l'annonce de pollution). L'isolement du GV se poursuit. Le CdQ commet une erreur de représentation sur les EPAD. Il néglige les conseils du Kr de fermer certaines vannes.

En fin de test, la montée de chlorure au GV conduit le CdQ à demander la disjonction de la boucle de propulsion et la perte du groupe Bâbord pollué. Le CdQ découvre l'oubli concernant l'isolement du bouilleur et des purges de chauffe du bouilleur en fonction. (6 minutes après l'annonce de pollution). Malgré l'intervention de l'instructeur en cours d'exercice, le CdQ ne perçoit pas l'erreur qui a entraîné la pollution chlorure au GV.

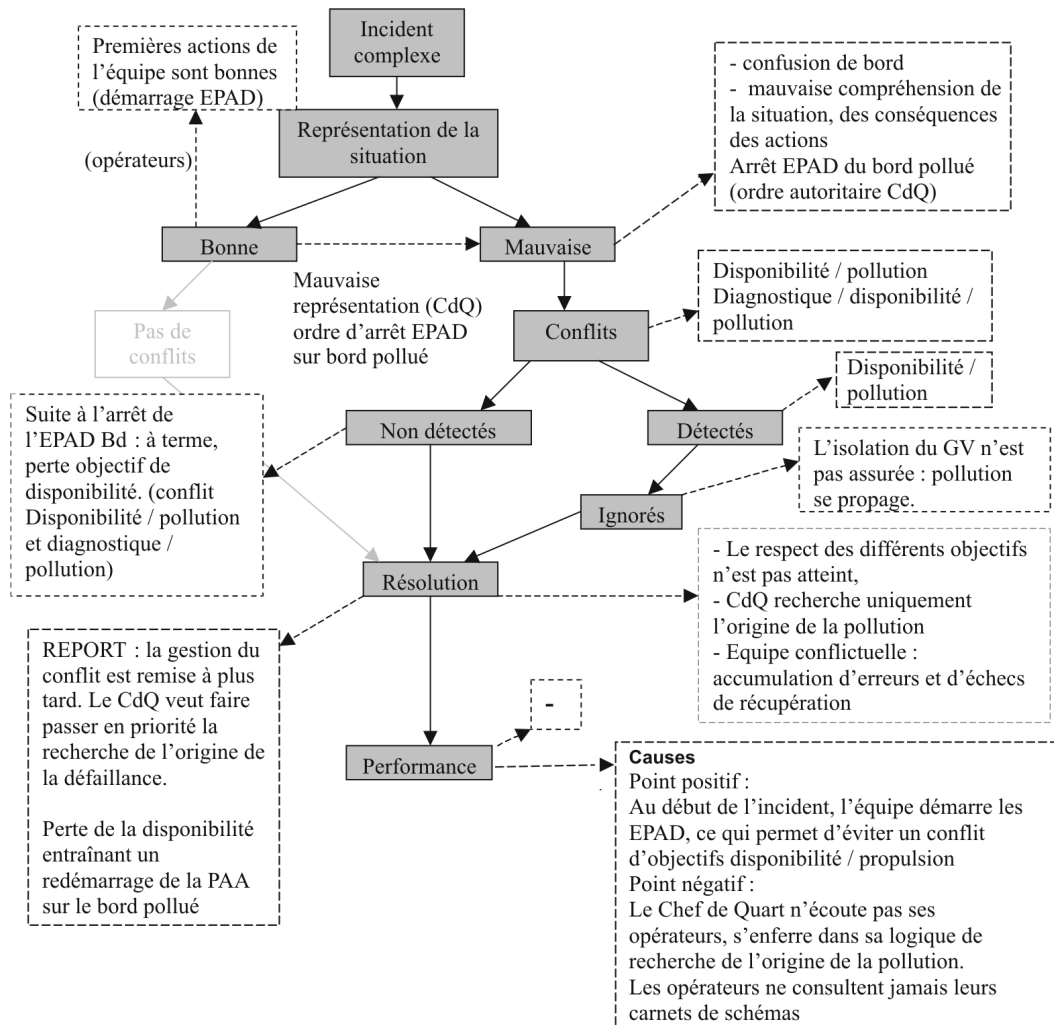


Figure 36 : Résolution de l'équipe 8.

b) Gestion des objectifs et coopération entre opérateurs

Nous distinguerons ici l'équipe de conduite du chef de quart puisque cette séparation qui a été néfaste s'est progressivement installée au cours de l'exercice.

Les opérateurs gèrent l'incident sans recourir aux documents de conduite, et utilisent que rarement les carnets de schémas. Toutefois, dès le début de l'incident, les premières actions sont relativement bien menées. Mais l'activité collective privée de représentation commune et le manque de recours aux supports dégrade représentation de l'installation. Ils commencent alors à faire des erreurs de bord comme redémarrer la PAA du bord pollué. La mauvaise qualité de la représentation commune tient aussi au manque de communication entre les opérateurs. Les opérateurs hésitent dans leurs propos, évitent de trop s'avancer à cause d'une supervision trop stricte du CdQ. Les opérateurs ne lui indiquent pas les problèmes qu'ils rencontrent ou l'incompréhension qu'ils ont de la situation, ils le font plutôt entre eux et entretiennent voire dégradent encore plus la qualité de leur représentation. Quant à la dynamique de régulation, les erreurs de sélection de circuits sont récupérées tardivement, bien que les opérateurs signalent le fait au CdQ.

Le Chef de Quart présente une gestion trop directive de l'équipe de conduite. Bien qu'il n'ait pas une vision claire de la situation, il cherche à contrôler de près l'action du Kr. Cette relation est en général privilégiée dans ces équipes car elle est directement corrélée avec la disponibilité de la propulsion du bâtiment. Mais ici, le CdQ va jusqu'à faire réaliser au Kr des actions dont ce dernier ne comprend manifestement pas la signification ou l'intérêt. Cela perturbe manifestement ses représentations et lui fait produire d'autres erreurs. Il en résulte une grande difficulté pour l'équipe à récupérer les erreurs. Cela tient au manque de communication descendante du CdQ sur le reste des membres, mais aussi par crainte de réprimande en cas de demande de précision au CdQ. Les instructeurs indiquent à son sujet que bien qu'il soit reconnu pour ses compétences, il manifestait au cours de l'exercice sa détermination pour prouver sa capacité à diagnostiquer l'origine de la pollution. En cela le CdQ présentait un enfermement tel dans son comportement qu'il ne prenait pas en considérations les remarques de l'instructeur qui auraient permis à l'équipe de résoudre la situation.

CdQ à Kr : « *La PAA tu me la débrayes, d'abord je t'ai dit de me la débrayer. Tu n'as pas enregistré. C'est pour ça que je t'ai dit l'EPAD. . »*
 Kr : « *Tribord...* »
 CdQ : « *... en Petite Vitesse* »
 Kr débraye la PAA Bâbord.
 CdQ : « *C'est pas bien, tu fais un truc qui n'était pas bien ! Vas-y, sur marche !* »
 Kr met l'EPAD Tribord en marche
 CdQ « *Allez, là tu me pollues le GV mon garçon !* »
 [...]
 CdQ : « *MS110...* »
 Kr ferme la traverse MS110
 CdQ « *Qu'est-ce que tu nous fait ?* »
 Kr : « *MS110, ...c'est normal... par contre CS104, c'est...* »
 CdQ : « *On s'en fout, on n'a pas de CS, on est sur l'EPAD uniquement...on n'a qu'un bord ! EPAD Tribord, OK ?* »
 Kr : « *Sûr, mais je l'avais arrêté* »
 CdQ : « *Mais pourquoi tu l'as relancée ?* »
 Kr : « *je ne sais pas* »
 Kr vers Km « *... [valeur seuil significative]...* »
 CdQ à Kr : « *Je t'ai demandé d'arrêter la PAA Tribord, tu ne la redémarres pas si je ne te le dis pas !* »
 Kr à CdQ : « *la PAA tribord ?* »
 CdQ : « *la PAA Bâbord* »
 [...]
 Kr à Km, en aparté « *La PAA Bâbord, on l'a en vrac ? là je suis un peu paumé... !* »

c) **Discussion**

Les performances de cette équipe montrent l'importance de l'ambiance relationnelle sur les performances d'une équipe. Ici, le *leadership* est trop autoritaire : il réduit pratiquement à néant les capacités de l'équipe de conduite pour gérer la situation. Les opérateurs se mettent progressivement en repli sur leurs activités, réduisent au minimum leurs échanges. Leur attitude va à l'encontre de la bonne gestion de la situation, mais elle est en grande partie imputable à la conduite autoritaire du chef de Quart. Dans le même ordre de comportement, les documents ne sont pas employés semble-t-il par crainte de devoir

« montrer » au chef que l'on ne « sait pas ». Enfin, la communication passe moyennement entre opérateurs, et se fait pratiquement que dans le sens du Chef de quart vers son équipe.

Par sa conduite autoritaire, le Chef de Quart s'isole progressivement de son équipe. Cette dernière hésite à devoir signaler toute anomalie, surtout si elle provient d'une erreur de manipulation du Chef de Quart. Les conditions sont alors si mauvaises que l'intervention de l'instructeur pour remettre à niveau les représentations ne suffit plus. Le Chef de Quart s'étant trompé de bord, personne n'ose le remettre en question et ajoute de la confusion dans l'équipe :

CdQ à Kr : *« Tu préviens l'avant on a eu une avarie sur la PAA... sur une PAA, on sera limité à [valeur] tours. »*
Kr : *« J'ai embrayé la PAA Bâbord, c'est bon ! »* Kr acquitte la verrine *« PAA Bâbord débrayée... heu, Tribord débrayée »*.
Kr à l'avant : *« on a eu une avarie sur la PAA Bâbord, on est passé sur la PAA tribord, on sera limité à (valeur) en normal et (valeur) à 100% »*
Instructeur : *« Oui, c'est cela, on est passé sur PAA Bâbord. On avait une avarie sur la PAA Tribord. »*
Ke : *« Qu'est-ce que tu nous dis ? »*.
Kr : *« oui, c'est la Tribord qui est finie »*.
Instructeur : *« Perte PAA Tribord et passé sur PAA Bâbord, et pas l'inverse »*.
Ke à CdQ : *« tu as dit l'inverse, j'ai pas percuté c'est pour ça, évite de dire quelle PAA, dit qu'on en a une en avarie. »*
Kr à CdQ : *« C'est bien Tribord qui était en rade ? »*
Le CdQ ne répond pas.
Kr repose la question, CdQ ne répond pas.
Ke : *« Il vient de dire que c'est Tribord qui fuyait. »*

Pour conclure, la conduite d'un responsable, peut-être sous l'influence de la simulation, a fait entrer en jeu des objectifs supplémentaires (et personnel) qui ont nuit à la résolution de l'exercice. La prise d'autorité que cela constituait a eu pour conséquence de l'isoler de l'équipe, laquelle s'inhibait progressivement dans le déroulement de l'événement. Cette dimension collective dans la gestion d'un incident montre le rôle des objectifs de second ordre, les objectifs individuel, et les conséquences néfastes qu'ils peuvent avoir sur le recours aux moyens à disposition ou le professionnalisme des individus.

4.5.5. Les objectifs individuels et les conflits de second niveau

Des objectifs individuels ont pu être identifiés dans les enregistrements vidéos et avec l'aide des informations fournies par les instructeurs qui connaissaient la plupart des Chefs de Quart. Les objectifs individuels auxquels nous faisons référence ici sont identifiés au travers de l'observation du comportement des Chefs de Quart. Nous avons mentionné le problème que représentent les objectifs individuels et la considération à porter sur l'impact qu'ils ont sur l'activité des opérateurs dans la simulation (§ 2. 3. 5. 2).

L'étude des conflits d'objectifs se heurte à la difficulté de la prise en compte dans les analyses de la variation des performances en fonction de multiples facteurs, qu'ils soient cognitifs, motivationnels ou encore physiologiques. Bien évidemment, les opérateurs participant aux exercices font en sorte de résoudre les situations qui leur sont présentées, ce qui permet d'identifier les invariants cognitifs propres à ces situations. Mais leurs actions,

leurs conduites sont modulées par leurs objectifs individuels, en particulier ici la recherche de désirabilité sociale, c'est-à-dire donner aux autres une image valorisante de soi (et en bénéficier rétroactivement). Ici, il s'agit d'une relation implicite qui se crée essentiellement entre les Chefs de Quart et les instructeurs en particulier à cause du dialogue qui se fait entre eux. Les instructeurs interviennent rarement sur les actions des autres membres de l'équipe de conduite, conservant leurs remarques pour le débriefing. Ainsi, les Chefs de Quart adoptent des attitudes cherchant à les valoriser, au travers d'une maîtrise de l'équipe, de la situation, à diagnostiquer...

Par exemple, cela se caractérise par le recours à un langage familier, des conduites de connivence, des postures décontractées. Ces conduites dénotent, selon les individus, une recherche de diminution du stress, une distanciation vis-à-vis de l'exercice (le Chef de Quart prend la situation comme un jeu).

CdQ (équipe 13) à l'avant : « *On a la pompe alimentaire Tribord qui a largué* » – rire et regard du coin de l'œil vers l'instructeur, recherche de complicité
 Instructeur : - sourire - « *correction SVP* »
 CdQ à l'avant : « *PAA considérée indisponible actuellement. Il faut intervenir sur les garnitures PAA* ».

Mais au-delà des conduites destinées à assouvir un besoin de désirabilité sociale existent des objectifs individuels en lien avec les objectifs opérationnels. Issus de biais de raisonnement (erreur dans le diagnostic), les opérateurs s'engagent progressivement dans l'erreur sans vouloir faire machine arrière : ils entrent alors dans un processus d'escalade d'engagement. C'est par exemple (Équipes 7 et 8) le cas avec des objectifs individuels de recherche de la cause de la pollution (CdQ 8) et d'hésitation entre circonscrire la pollution ou la laisser se poursuivre pour en isoler l'origine (équipe 7, le conflit a été levé par l'instructeur) :

(Equipe 8)
 Instructeur simulant le Chimiste : « *j'ai (valeur haute de chlorures) au GV* »
 CdQ : « *Au GV ?* »
 CdQ au Km : « *Tu largues tout !* »
 CdQ au PCNO « *Central de PCP, on a (valeur haute de chlorures) au GV* »
 CdQ « *Oh putain ! –se frappe le front – le bouilleur bâbord !* »
 Kr prend le carnet de schéma.
 Instructeur : « *Le bouilleur, ça fait des chlorures au condenseur, pas au GV* »
 CdQ : « *Demande valeur Chlorure au condenseur Tribord* »
 L'instructeur donne une valeur pratiquement nulle.
 CdQ : « *CGE, on va arrêter le groupe Bâbord, on n'a pas d'autre solution* »
 Km à CdQ : « *Le tout, c'est de vider la MC* »
 CdQ à Km : « *A part ça, je ne vois pas trop d'où ça peut venir* » CdQ prend ses documents de conduite.
 Km à CdQ : « *Il y a un truc que je ne comprends pas, on a pollué le GV et le Condenseur Tribord est correct* »
 CdQ : « *Oui, le temps de réponse quoi. .* » (NdR : le temps de propagation de la pollution)
 Km : « *Tu es sûr que c'est ça ?* »
 CdQ : « *J'ai mes doutes là-dessus mais...* »
 Kr : « *Niveau bas GV* » (acquitte l'alarme niveau bas GV)
 CdQ : « *Niveau bas GV, c'est pas grave, là je suis bien emmerdé !* » CdQ continue à consulter la documentation de conduite, il cherche à identifier l'origine de la pollution.

4.5.6. Synthèse des observations

Nous présentons à présent la synthèse des résultats que nous venons de relever. Les principales conduites observées ont permis d'identifier les phénomènes récurrents suivants, qui s'ajoutent à ceux que nous avons identifiés précédemment (§ 4. 2. 2. 2) :

- **Perception des conflits et conflits de second rang** : les opérateurs (Chef de Quart) se fixent des objectifs individuels qui deviennent prioritaires ou prennent de l'importance dans la résolution de l'incident,
- **Objectifs supplémentaires parasitant la hiérarchisation** : ce sont des objectifs opérationnels que se fixent les opérateurs (chef de Quart) et qui vont perturber la résolution de l'incident en devenant prioritaires,
- **Actions en boucle** : généralement des conséquences d'un conflit d'objectifs mal abordé (défaillance de la représentation occurrente de la situation). La difficulté pour les opérateurs à réfléchir dans le cours de l'action en termes d'objectifs, à l'inverse des débriefings,
- **Facteur facilitant/aggravant la gestion** : communication entre opérateurs (feed-back sur les actions, leadership coopératif du Chef de Quart), qualité de la représentation mentale de l'état du système, la clarté des directives provenant de la hiérarchie,
- **Désirabilité sociale** : est ici un type d'objectif individuel qui peut être imputable au contexte du cadre expérimental. Il est retenu ici par sa récurrence (car il a été observé tant dans les situations expérimentales que sur le terrain) et les conduites qu'il fait adopter.

4.5.6.1. *La représentation mentale : une source de conflits d'objectifs en situation opérationnelle*

La résolution de l'incident nécessite chez les opérateurs d'avoir une bonne représentation mentale de l'état de l'installation. Ceci est d'autant plus important que les opérateurs ne disposent pas d'une représentation commune et synthétique de l'installation. Cela influe négativement l'activité de diagnostic et les actions correctrices. Dans cet exercice incidentel, les défauts de représentation impactent *qualitativement* sur l'application des actions correctrices en créant des situations qui *techniquement* présentent des conflits d'objectifs.

Le chef de quart, comparé à un autre opérateur, est le membre de l'équipe qui réalise le plus *d'erreurs de bord*. En ce sens, il fait globalement autant d'erreurs que celles cumulées par le reste de l'équipe. Cette observation est ici déterminante pour le poste de cet opérateur : le chef de quart, dont le rôle est de diriger les actions du collectif tient ici la place du maillon le plus faible. Guillermain et Salazar-Ferrer (1996b) relèvent cette situation paradoxale et considèrent que le Chef de Quart tient le rôle d'un « décideur aveugle » :

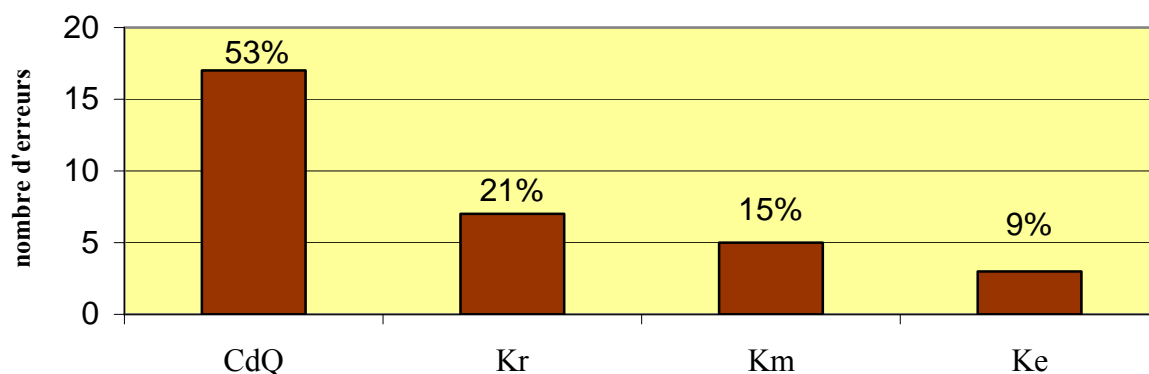


Figure 37: Proportion d'erreurs dans les dialogues (moyenne) par opérateur (confusion de bords, de moyens) (d'après Guillermain et Salazar-Ferrer, 1996b)

Exemples de confusions de bord :

CdQ(5) «CTA, on va se préparer à mettre bas les feux sur Tribord ... (il regarde le Ke en train de reconfigurer son alimentation électrique) ... bas les feux sur Bâbord»

CdQ(8) : «[...] on est sur EPAD uniquement. EPAD Tribord. On n'a qu'un bord». (les EPADs peuvent pomper sur 2 bords)

CdQ (5) : «CTA, de PCP, vous isolez MS 104, CS 104 et oxygénomètre Bâbord, on a un problème de salinité sur le condenseur Bâbord»

Kr(5) à CdQ(5) : «C'est Bâbord ou Tribord?» CdQ : «Pardon : condenseur Tribord. MS 103 et CS 103 et oxygénomètre Tribord».

L'erreur est rattrapée par l'opérateur Kr(5).

L'opérateur Km(7) a réalisé les bonnes actions (fermeture des vannes), mais sur le mauvais bord (bâbord au lieu de tribord). L'erreur sera récupérée plus tard par l'instructeur (et non par l'équipe).

CdQ(15) à Kr(15) : «Tu maintiendras ton niveau GV par les EPAD..., en aspirant sur Bâbord».

Erreur récupérée par l'opérateur Kr : «On aspire sur Tribord!»

Par rapport aux autres opérateurs, le Chef de Quart ne dispose pas d'interface de supervision spécifique. Les pupitres présentent aussi un point négatif pour l'activité de supervision du chef de quart : les commandes permettant de configurer l'installation reviennent systématiquement en position verticale une fois relâchées.

Cette particularité des commandes rend délicate la supervision pour le chef de quart qui doit déjà conserver en mémoire de nombreux paramètres, en particulier l'état de la chaufferie. Il est alors essentiel qu'il se repose sur ses opérateurs et leur délègue des tâches nécessitant une vision plus fine de l'installation. Le chef de quart est donc un superviseur et doit avoir une vision générale de l'installation. S'il se laisse emporter dans la dynamique de l'activité et tente de réaliser trop d'actions, il perdra des informations importantes.

(Equipe 5)

[0. 02] : (alarme)

CTA : « PAA arrêtée, ça fuit toujours ... moins mais toujours. On perd de l'eau, est-ce que je peux isoler les rotations PAA Tribord ? »

CdQ : « Isolez RS103 et prévenez la PAA »

[0. 03] : CdQ au PCP : « on a une pompe alimentaire qui est inhibée. Pour l'instant on se limite à 250 tours. On pourra garder la pleine puissance en urgence. »

[0. 03] KM lit son Carnet de Schémas (CS)

CTA au PCP : Relais 103 isolé, y'a plus de fuite, RS 103 fermé.

CDQ au PC : « on a besoin du patron de chaufferie au CTA ».

CdQ au Ke : « y'a quelque chose que je t'ai pas dit là. A bord, maintenant c'est toi qui pointe tous les gens qui pénètrent le CTA. Tu es en relations avec le central entier. 4 personnes max, ok ? C'est le CTA qui n'est plus responsable chaufferie »

[0. 04]

KR : « et l'instrum ? »

CdQ : « non, l'instrum c'est fini, c'est bon »

Les défauts des représentations mentales, à l'origine des confusions de bords expliquent en partie les *erreurs de manipulation*. Par exemple une mauvaise représentation de l'installation au cours de la reconfiguration des circuits fluides entrave la *récupération des erreurs* de manipulation (IHM, communication) par le collectif.

La *logique de bords* intervient dans les confusions et les erreurs. Dans les bâtiments de la marine, les éléments des systèmes techniques sont redondés (principe de sûreté de fonctionnement) et disposés par bords. Cette *répartition topographique* par bord se traduit, dans la représentation des opérateurs, par une *séparation fonctionnelle* par bords. C'est-à-dire que du point de vue de *leur représentation par bords*, les éléments d'un bord ne peuvent communiquer avec les éléments de l'autre bord. Ainsi, quand une pollution est déclarée sur un bord, les équipes présentent un comportement qui témoignerait d'une logique simplificatrice de la représentation de l'installation : si un élément est indisponible sur un bord, tous les éléments du même bord le deviennent. Cela est d'autant plus vrai lorsqu'il s'agit d'une pollution :

Confusions de bord :

CdQ(équipe 5) «CTA, on va se préparer à mettre bas les feux sur Tribord ... (il regarde le Ke en train de reconfigurer son alimentation électrique) ... bas les feux sur Bâbord»

CdQ (équipe 5) : «CTA, de PCP, vous isolez MS 104, CS 104 et oxygénomètre Bâbord, on a un problème de salinité sur le condenseur Bâbord»

Kr (5) à CdQ(5) : «C'est Bâbord ou Tribord?»

CdQ : «Pardon : condenseur Tribord. MS 103 et CS 103 et oxygénomètre Tribord».

L'erreur est rattrapée par l'opérateur Kr(5).

L'opérateur Km (équipe 7) a réalisé les bonnes actions (fermeture des vannes), mais sur le mauvais bord (bâbord au lieu de tribord). L'erreur sera récupéré plus tard par l'instructeur (et non par l'équipe).

Réduction de la représentation :

CdQ (équipe 8) : «[...]on est sur EPAD uniquement. EPAD Tribord. On n'a qu'un bord».

CdQ à Kr (équipe 15) : «Tu maintiendras ton niveau GV par les EPAD..., en aspirant sur Bâbord».

Kr : «On aspire sur Tribord!»

Ainsi, par rapport aux situations de reconfiguration attendues dans le cas d'une situation complexe (voir Figure 32 §4. 5. 2. 2), les équipes agissaient sur les circuits en associant l'indisponibilité de l'EPAD bâbord avec celle du réservoir pollué (2 équipes sur 6, dont 1 équipe en condition simple) :

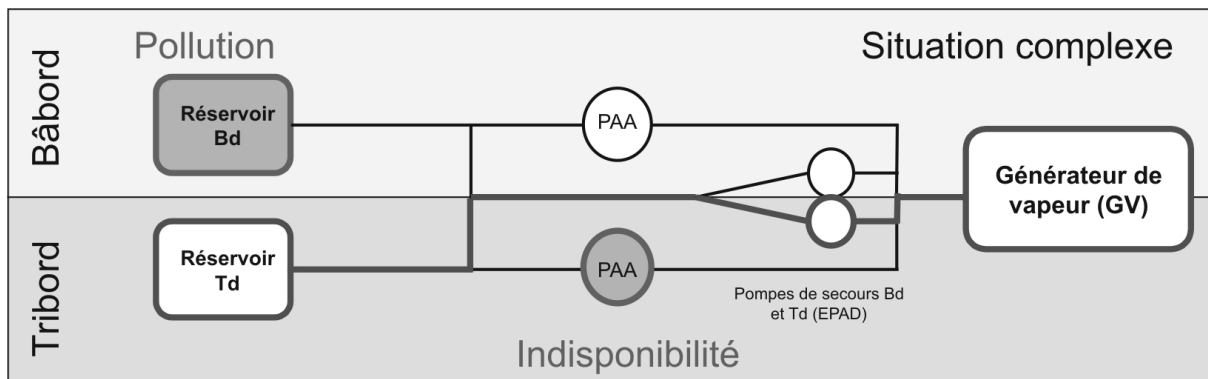


Figure 38 : Erreur de reconfiguration de circuits en situation complexe (les traits en gras illustrent le circuit reconfiguré et les moyens employés).

Cette situation conduit à un *assèchement* du Générateur de Vapeur. Pour y remédier, les équipes changent alors de stratégie (4 équipes sur 6) : au lieu d'activer l'EPAD du bord pollué, elles auront recours par intermittence à la PAA du bord pollué qui sera employée pour pomper sur le réservoir pollué ou conserveront la possibilité de le faire (choix flou).

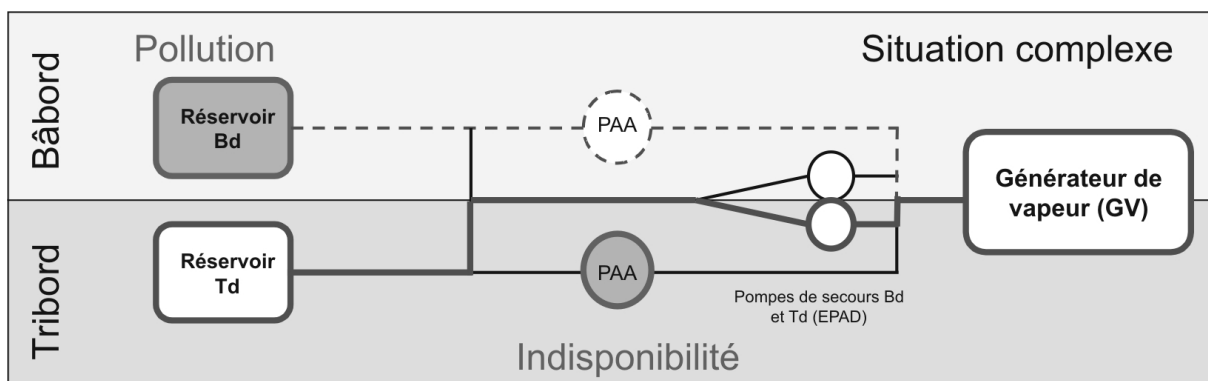


Figure 39 : Emploi de la PAA du bord pollué. Les pointillés signalent l'utilisation par intermittence ou sa conservation en cas de besoin (4 équipes sur 6)

Cette action pollue le Générateur de Vapeur, et fait entrer ces équipes ou certains opérateurs dans des conduites circulaires où la PAA est :

- soit mal reconfigurée et sollicitée par intermittence pour relever le niveau du Générateur de Vapeur (2 équipes sur 6), voire figure 38,

- soit conservée configurée sur le bord polluée pour être employée en cas d'urgence (4 équipes sur 6). L'intermittence de son recours est motivée par la recherche d'une limitation de la pollution à un degré « acceptable », voir figure 39,

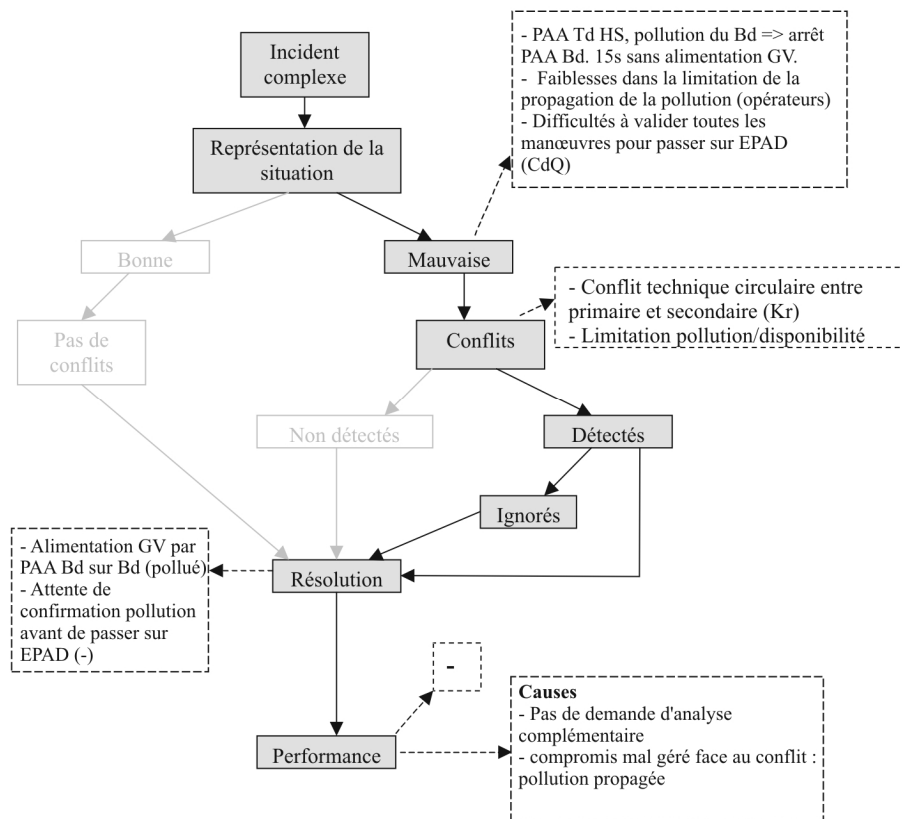


Figure 40 : Résolution de l'équipe 15 (comparable aux équipes 3, 4, 5 et 13).

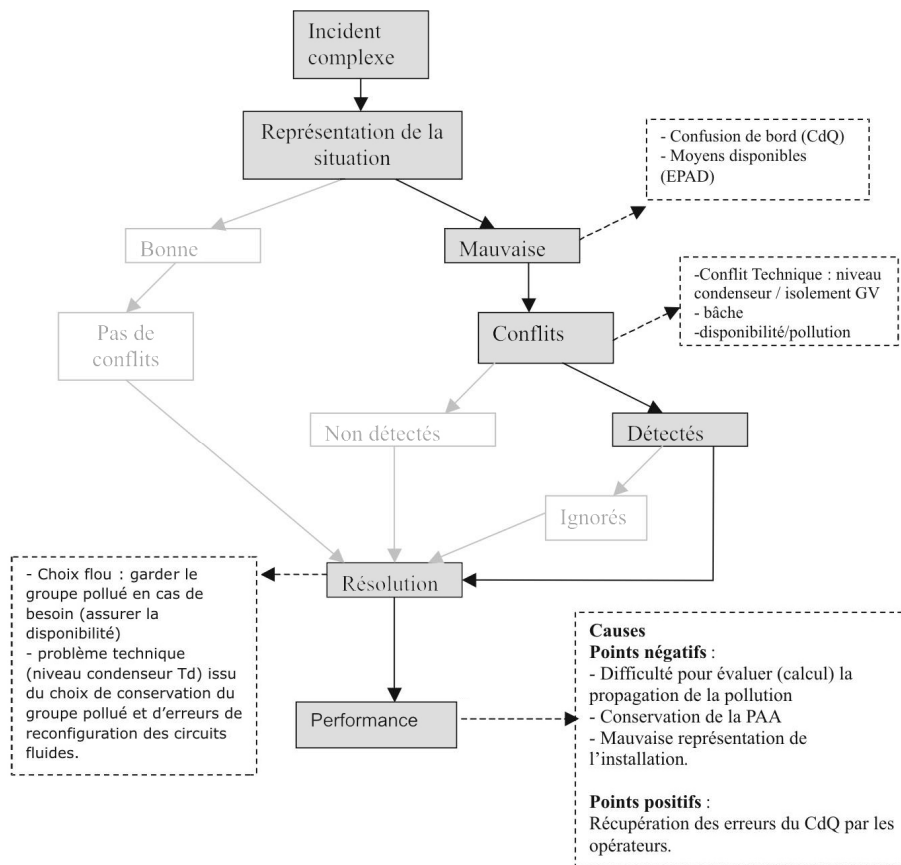
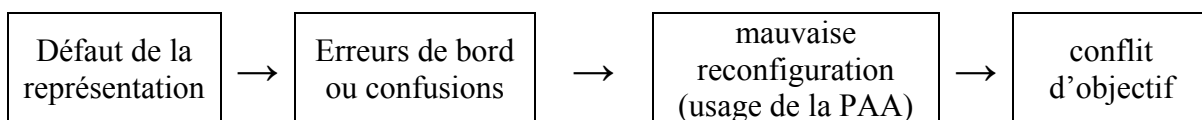


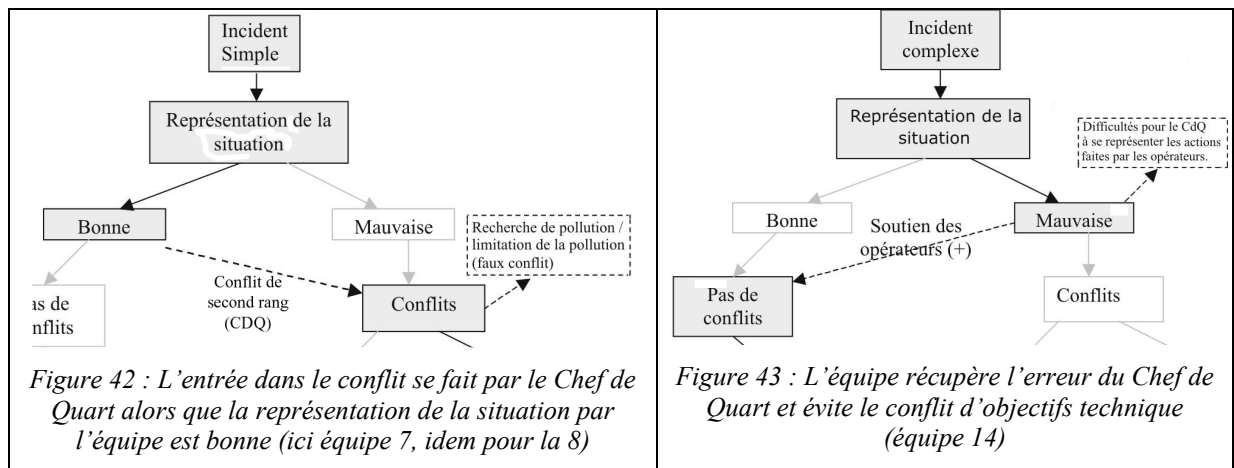
Figure 41 : Résolution de l'incident par l'équipe 5 (comparable aux équipes 3 et 4).

Dans cette stratégie (Figure 38), la configuration du circuit permettant de conserver la PAA sur le condenseur pollué en cas de nécessité, rend la situation floue pour le chef de Quart. L'état d'*indisponibilité* de la pompe rend la situation conflictuelle : elle peut fonctionner, au risque de dégrader l'état de l'installation. L'enchaînement logique conduisant au conflit d'objectif opérationnel est ici :



En situation de conflit, la mauvaise reconfiguration mènera l'équipe à réaliser des actions en boucle. Le but de ces actions sera de tenter d'atteindre ou maintenir un état intermédiaire permettant d'assurer une disponibilité minimale au détriment d'une pollution acceptable.

L'entrée dans une configuration conflictuelle est le plus souvent causée par le Chef de Quart. Lorsque la dynamique relationnelle est bonne dans l'équipe, la sortie de l'incident (ex. équipe 14) ou son évitement (ex. équipe 7) proviennent des opérateurs, comme l'illustre le premier tiers de résolution de ces deux équipes :



Des *objectifs personnels* (équipes 7 et 8) interviennent dans la représentation et compliquent la hiérarchisation des objectifs. S'agit-il de diagnostiquer l'origine de la pollution (et de la laisser se poursuivre) ou d'arrêter le fonctionnement du bord pollué (et ne pas trouver l'origine de la pollution)? Ces points seront rediscutés plus amplement dans le paragraphe §4. 5. 7.

4.5.6.2. Le support documentaire dans la gestion des incidents

Les consignes présentent plusieurs faiblesses de conception, comme le manque d'homogénéité entre les documentations des différents postes (procédures, seuils à prendre en compte). Le manque d'homogénéité entre les documents ou entre les documents et les interfaces sont des facteurs aggravants lorsqu'il s'agit de résoudre des situations complexes. En cas de situation conflictuelle, ce type de document accentue encore plus la difficulté de prise de décision.

Par exemple, les seuils à considérer entre les parties Machine et Chaufferie sont flous et non homogènes. Dans le cas d'une pollution aux chlorures, la documentation de l'opérateur machine (Km) conseille, de façon implicite, d'attendre une confirmation de la pollution avant d'agir, alors que le Kr a pour consigne de ne pas attendre. Le Km attend d'atteindre un seuil quatre fois plus élevé que le Kr avant d'engager d'autres actions plutôt que d'autres, plus simples et plus rapides à mettre en œuvre.

Pour leur part, les consignes du Kr indiquent : « *dès l'apparition de sel à un condenseur* » (si aucune manœuvre d'urgence n'est en cours), de prendre « *immédiatement et sans attendre de confirmation par mesure sur prélèvement et en tout cas sans attendre l'accroissement de la teneur en chlorure de l'eau du générateur de vapeur, issue de la mesure en continu, les mesures conservatoires permettant de ne pas envoyer de chlorures dans le générateur de vapeur, tout en évitant absolument d'alimenter par de l'eau aérée provenant de la bache, et en cherchant à éviter la pollution de l'autre condenseur* »³⁸.

Cette consigne est longue, difficilement lisible et donc peu opérationnelle. Sa compréhension en situation dynamique peut poser des problèmes d'interprétation. Par exemple, le seuil à considérer n'est pas mentionné et les actions importantes ne sont pas rappelées.

³⁸ Tiré des documents de conduite de l'opérateur Kr.

Les actions à entreprendre sont beaucoup plus explicites pour la partie machine que pour la partie chaufferie (mais elles ne sont ni exhaustives ni chronologiquement correctes). Pour la partie chaufferie, les mesures conservatoires ne sont pas listées, l'opérateur Kr n'a pas d'aide mémoire lui permettant de vérifier l'exhaustivité des actions qu'il engage. Le cas réaliste d'un incident sur la physico-chimie du circuit secondaire couplé avec une perturbation du débit alimentaire (perte de la deuxième PAA) n'est traité ni par la documentation relative à la physico-chimie, ni par la documentation portant sur la perturbation du débit alimentaire. Les résultats des simulations ont montré que l'utilisation de l'EPAD du bord pollué, après isolation de la ligne d'alimentation de secours de ce bord pollué, n'était pas évidente pour les opérateurs.

Les conditions d'utilisation des consignes sont donc peu évidentes (quand les appliquer ?) ou alors bien détaillées dans leur enchaînement mais pas dans leurs seuils (temporels ou propres aux indicateurs). Tout cela joue en défaveur de la co-activité, perturbant les équipes dans la gestion de la situation et pouvant occasionner des conflits décisionnels au sein de l'équipe. Cependant, il existe d'autres facteurs organisationnels qui permettent de parer en tout ou partie aux faiblesses documentaires, comme la *double compétence* de chaque opérateur.

La double compétence est un principe de la sûreté de fonctionnement qui permet d'augmenter la robustesse d'un système (qu'il soit technique ou sociotechnique) par un dédoublement ou un recouvrement partiel des compétences. Appliqué dans la conduite de réacteurs embarqués, elle permet un *partage d'expertise* entre opérateurs : un opérateur Kr possédera aussi la compétence d'un Km, le Ke aura la compétence d'assurer la conduite sur Km, ainsi de suite. Les équipes de conduite de sous-marins sont ainsi toujours constituées de sorte à ce que chaque opérateur couvre le domaine d'un autre. Grâce à cela, les opérateurs sont capables de se comprendre facilement entre eux, réduisant de fait les incompréhensions pouvant provenir d'un manque de représentation commune sur l'état de l'installation³⁹. L'équipe reste alors sous la direction du Chef de Quart, lui aussi possédant une double compétence, étant, lui aussi, un ancien opérateur.

4.5.7. Discussion : la gestion des conflits par le compromis ou l'innovation

Dans les exercices de résolution d'incidents, la majorité des équipes emploie à un moment ou à un autre une stratégie de compromis. D'un point de vue opérationnel, il s'agit d'une recherche de solutions recourant aux seuls éléments semblant à disposition. Abordé sous un angle cognitif, les éléments à disposition sont ceux que l'opérateur a en présence dans son modèle mental et qu'il sait pouvoir utiliser. Deux réalités coexistent donc dans la sphère de l'activité, celle de l'état instantané de l'installation et celle relevant de la perception (et intériorisée) du ou des opérateurs. Ainsi, le compromis recherche, pour une situation donnée, une solution intermédiaire qui tentera de satisfaire l'ensemble des objectifs de façon à réduire l'importance du conflit. Dans la situation, la sortie du compromis peut se faire :

- par un rétablissement de la situation (réparation),

³⁹ Les salles de conduite de sous-marins sont très petites. L'espace est une denrée aussi rare que chère lors de la conception des sous-marins et l'usage de systèmes employés sur des installations civiles sont parfois écartés, comme les synoptiques.

- par l'emploi de moyens ou techniques qui n'étaient pas alors présents dans l'environnement immédiat des opérateurs ou dans leur représentation occurrente de la situation,
- par un recours à des compromis successifs pour approcher le rétablissement de la situation.

4.5.7.1. Gérer le conflit par le compromis

Le compromis, par définition, ne permet pas d'atteindre une solution optimale, mais une solution globalement satisfaisante. Valot, Grau & Amalberti (1992) signalent à ce sujet que le compromis est le mode le plus « naturel » pour l'homme car il lui permet d'opérer de manière générale dans une « enveloppe » de degrés de liberté laquelle traduit les compromis entre le coût cognitif et l'efficacité. Pour illustrer cela, reportons-nous à la résolution opérée par l'équipe 5. Cette équipe a déjà une PAA bâbord indisponible, et reçoit une déclaration de pollution par chlorures sur le bord opposé. Le Chef de Quart est pris dans un conflit d'objectifs entre :

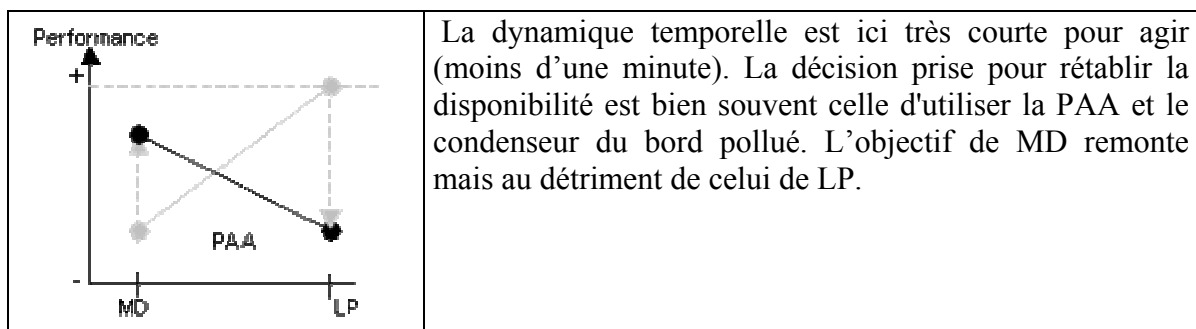
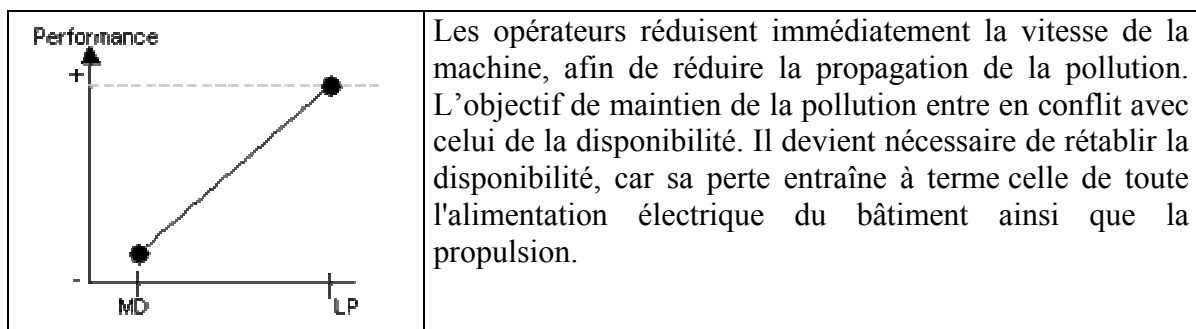
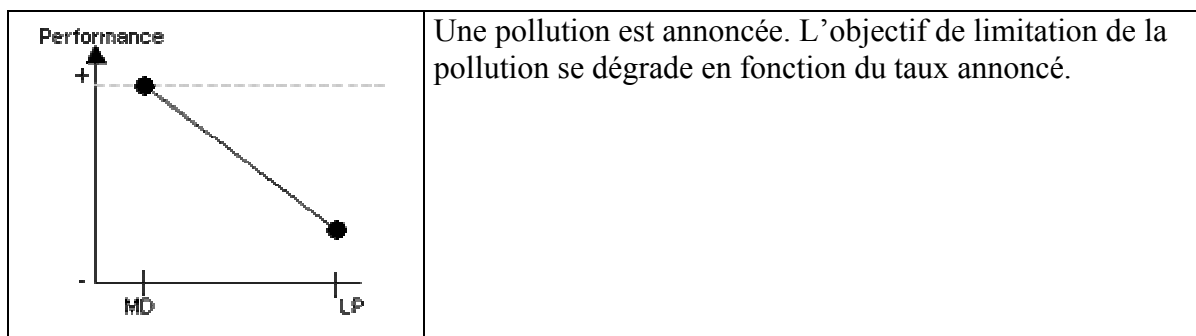
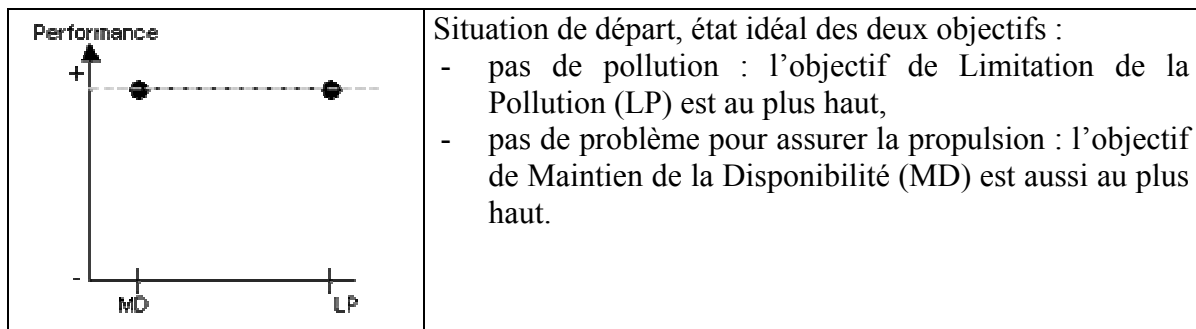
- la disponibilité : alimenter le GV et maintenir la propulsion,
- la sûreté : ne pas dépasser les limites de pollution pour éviter une aggravation à terme, comme la rupture des tubes d'échange dans le GV.

L'indisponibilité de la PAA du bord non pollué (Tribord) *pose un problème pour isoler* la boucle de propulsion du bord pollué, à cause de la logique de séparation par bord et de son effet sur la représentation mentale qu'ont les opérateurs de l'installation.

Le CdQ se donne alors pour objectif d'isoler des circuits afin de confiner la pollution dans le réservoir tribord en fermant ses vannes alimentant la PAA associée. Par cette action, il conserve cette boucle de propulsion. La reconfiguration des circuits va alors faire monter le niveau dans le réservoir (la vapeur du GV, à nouveau condensée, s'y déversant par le circuit retour). Quand cet objectif de confinement est aussi menacé (niveau condenseur haut), le CdQ le vide en partie dans un réservoir de secours (la bache) qu'il pollue également. Sa tentative de concilier le maintien de la disponibilité en limitant la pollution (qu'il tente de modérer en isolant son réservoir pollué) ne fait pas anticiper le Chef de Quart sur les conséquences de son action (débordement). Il se retrouve alors face à une nouvelle contrainte qu'il tente de résoudre en déversant l'excédant d'eau dans la bache. En procédant ainsi, il dégrade l'objectif de confinement de la pollution, en remettant en circulation l'eau polluée (car elle risquera d'être aspirée dans la suite des opérations).

Le compromis permet donc d'obtenir une solution approchante, transitoire lorsqu'il n'y a pas de solution optimale directe ou de solution innovante à mettre en place rapidement. Modélisé à partir de CATCH, le compromis se présente sous la forme d'un moyen ou d'un mode commun agissant conjointement sur les différents objectifs. Ceci se caractérise par le déplacement vertical de l'axe, modifiant conjointement, et dans le même sens les performances des objectifs.

D'une manière générale, la majorité des équipes (8 sur 10) ont recouru au compromis à cause d'une mauvaise représentation de la situation. On peut alors présenter le déroulement de la résolution de ces équipes de la façon suivante au moyen de CATCH :



La solution requérant l'utilisation de la PAA sur le bord pollué ou seule, illustre l'emploi du compromis. C'est la solution la moins « coûteuse » en temps et en réflexion qui est retenue, et qui est ensuite gérée. Les équipes entrent alors dans un processus circulaire par lequel ils démarrent cette pompe afin d'alimenter de GV, mais l'arrêtent rapidement pour le polluer le moins possible. On peut alors considérer que la PAA assure deux fonctions (alimenter le GV et propager la pollution). Avec ce type de comportement, le niveau de performance maximal n'est jamais atteint : le niveau du GV n'est pas maintenu et il est progressivement pollué. Toutefois, dans la majorité des cas (7 équipes sur 10), cette situation de compromis est transitoire, et se conclue par la mise en marche des 2 EPADs. Cette transition se réalise parce que l'objectif devenant ici principal est celui assurant la disponibilité de la propulsion à court terme, car la pollution a un effet sur la disponibilité à

long terme. La recherche d'une solution qui permet d'éviter de polluer le GV plus avant fait prendre conscience aux équipes de la nécessité d'une reconfiguration des circuits pour employer les EPADs. Ce recours aux EPADs caractérise ici une solution *innovante*.

4.5.7.2. Sortir du conflit par une solution innovante

La recherche d'une solution *innovante* est une stratégie qui fait appel à un ensemble de mécanismes (changement de point de vue, décentration de la situation, métacognition et raisonnement analogique) qui ont pour finalité d'aider à résoudre la situation par :

- L'utilisation de moyens ou de méthodes ne faisant pas directement partie de l'espace problème de départ, et/ou
- L'utilisation, d'une façon non prévue de moyens à disposition,

La représentation par CATCH montre que la sortie du compromis revient à utiliser les moyens spécifiques à un objectif pour le rétablir sans que cela présente d'effets sur l'autre objectif :

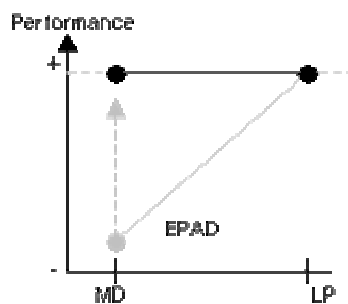


Figure 44 : L'utilisation des EPAD permet d'éviter la propagation des chlorures

La recherche d'une solution innovante reste un processus coûteux s'il doit être mis en œuvre de manière non spontanée. Une condition essentielle à l'usage d'une solution innovante passe par une très bonne représentation de la situation et de l'évolution du processus. Grâce à la qualité de cette représentation, les mécanismes cités précédemment, nécessaires à l'évocation de la solution innovante, pourront soutenir efficacement l'activité de résolution. À l'inverse, si cette représentation mentale fait défaut, l'emploi de ces mécanismes demandera plus de temps, de ressources, et risqueront d'être biaisés par des facteurs environnementaux (dynamique temporelle) ou cognitifs (biais de jugement, effet tunnel...). Ainsi, une *solution innovante*, mal appliquée recourra à des moyens insuffisants qui ne pourront que concourir la solution de compromis, sans pouvoir en sortir. La notion d'*innovation* que nous proposons ici ne définit que le *recours* à des moyens autres pouvant permettre de sortir du conflit, mais n'implique pas nécessairement une résolution effective.

Ce dernier point est très important car dans la résolution de l'incident toutes les équipes n'ont pas immédiatement démarré les deux EPADs ou alors, à cause d'une mauvaise représentation, en ont arrêté une. La résolution de l'incident, dans le cas d'une mauvaise représentation, se fait par approches successives, par compromis, jusqu'à ce que l'emploi des deux EPADS soit réalisé correctement. Ces solutions approchantes s'observent en général par un recours aux « essais-erreurs », par lesquels les opérateurs tentent en général de lancer des actions (réversibles) « pour voir » afin de guider leur diagnostic (Amalberti, 2001). Or ce type de conduite n'a pas été observé dans ces résolutions. On avancera l'idée

d'un lien avec la condition non naturelle de la simulation, où les opérateurs sont observés par plusieurs personnes. Si l'on se réfère à la notion de désirabilité sociale, on peut penser que les opérateurs font leur possible pour montrer le meilleur d'eux-mêmes, et biaisent alors leurs comportements par rapport à une résolution en situation naturelle. Ce type de biais limite ici fortement l'analyse permettant de comprendre les mécanismes cognitifs mis en oeuvre dans une résolution de problème en environnement simulé.

4.5.8. Synthèse

L'analyse des simulations a été riche d'enseignements sur les conflits. Tout d'abord, rappelons que tous les scénarios ne comportaient pas de configuration conflictuelle. Or, même dans ces cas, des conflits émergeaient, principalement à cause d'une mauvaise représentation de la situation. A ces conflits qui étaient techniques, et faisaient adopter aux équipes ou aux opérateurs des stratégies ou des comportements comparables, pouvaient s'ajouter des objectifs personnels pouvant aussi présenter des incompatibilités avec la résolution de la situation.

Les modes de résolution observés montrent généralement que le mode de résolution par compromis est le plus employé, mais, bien qu'il recherche un moindre mal, il fait rester les équipes dans une configuration conflictuelle qui, au final, ne présente pas une résolution optimale. La résolution idéale, que nous avons appelé « innovante » (l'emploi des EPADS) montre un intérêt non négligeable, celui de faire intervenir un tiers, un élément extérieur qui s'affranchit des contraintes du compromis et qui résout la situation. Cependant, un bémol doit être mis ici, car la solution, pour toute innovante qu'elle puisse être, se doit d'être mise parfaitement en application. Or, une fois encore, c'est le défaut de représentation qui jouera ici le rôle du « modérateur ».

Au niveau organisationnel, ces exercices soulignent l'effet connu que peut avoir un leadership sur la dynamique d'un groupe, et comme le comportement d'un supérieur, pour autoritaire qu'il soit, ne finit par se couper d'une équipe dont il a besoin.

Ces observations ont enfin permis de montrer qu'au niveau individuel des objectifs personnels incitaient les opérateurs à mettre en oeuvre diverses stratégies : repli sur soi, évitement de la confrontation à l'autorité, solidarité technique, recherche de connivence, confiance en soi.

4.6. Seconde Analyse de l'activité en situation incidentelle sur sous-marin : prise de décision en situation incertaine

L'analyse que nous proposons ici est une reprise, sous l'angle des conflits d'objectifs, des données et des résultats d'une étude qui a porté sur la *prise de décision en incertitude*, réalisée au cours d'exercices sur simulateur de SNA. Cette reprise intervient ici pour compléter et consolider une partie de nos observations précédentes. La situation que nous présentons est un événement qui survenait au cours des séances de simulation de conduite dont l'incident de pollution aux chlorures faisait aussi partie. Nous avons retenu cette situation pour l'intérêt qu'elle présente, en particulier pour les effets que peuvent présenter les situations conflictuelles lorsqu'une prise de décision doit être faite rapidement dans un contexte incertain. Nous basons cette analyse sur une reprise des travaux antérieurs de Salazar-Ferrer & Guillermain (1996b) et des documents internes du projet OSCAR.

4.6.1. Présentation de la situation expérimentale et le cas des voies d'eau

La voie d'eau est la situation la plus critique pour un sous-marin. Mais en plus du danger qu'elle représente, il n'est généralement pas possible d'en connaître rapidement la gravité. Les instructeurs de la marine soulignent qu'il est très difficile d'évaluer le phénomène car la pression due à l'immersion crée un brouillard qui remplit les volumes où se produit la fuite. À cette difficulté s'ajoute le problème d'entrée d'eau dans le bâtiment. Plus il y aura d'eau et plus il sera difficile de refaire surface rapidement à cause du poids supplémentaire qu'elle apporte. Enfin, il existe aussi une incertitude (qui n'est pas celle que nous allons présenter ici) concernant la réalité ou non de la voie d'eau. D'après les instructeurs la voie d'eau peut être confondue avec une fuite ou une brèche au niveau des tuyauteries ou de certains éléments pouvant présenter de légères fuites. On nous rapporta à ce sujet un cas se déroulant lors d'un exercice d'immersion en grande profondeur en mer :

Un Chef de Quart aurait volontairement quitté son poste (alors que sa fonction l'interdit) pour aller vérifier la réalité d'une alerte à la voie d'eau lancée par un rondier mécanicien. Le chef de Quart *n'avait pas confiance* en l'opérateur qui était connu pour son angoisse des voies d'eau.

Pour ne pas mettre fin à l'exercice important (connaître la capacité de résistance du bâtiment en profondeur), le Chef de Quart a alors dérogé aux règles en allant vérifier de visu la présence de la voie d'eau.

Cet écart que l'on notera ici comme caractéristique d'un conflit d'objectif, a été modulé par le faible risque encouru à quitter le poste permettant de savoir s'il faut arrêter l'exercice ou le poursuivre. En effet, la distance séparant le poste de conduite de l'endroit incriminé est faible (d'après les instructeurs, il ne faudrait qu'une quinzaine de secondes pour faire l'aller-retour). Finalement, la situation a été éclaircie : il s'agissait d'une fuite sur un élément destiné à assurer l'étanchéité du bâtiment. Une manœuvre visant à débloquent ce système (le « presse-étoupe ») permit de poursuivre l'exercice plutôt que d'y mettre fin prématurément.

4.6.1.1. Participants au test

13 équipes⁴⁰ de sous-marinières ont participé à ce test. Chaque équipe se composait de 4 personnes présentes au Poste de Conduite Principal (PCP) :

- 1 Chef de Quart
- 1 Opérateur réacteur (Kr)
- 1 Opérateur Machines (Km)
- 1 Opérateur Electricité (Ke)

4.6.1.2. Scénario de l'incident

L'exercice se déroulait en deux parties. Dans un premier temps, une panne touche les systèmes de refroidissement des pompes primaire principale et primaire dérivée, toutes deux chargées du refroidissement du cœur. Les mesures conservatoires sont alors appliquées : pour éviter de l'endommager, la pompe primaire est désactivée et le

⁴⁰ Les équipes 11 et 13 ont participé deux fois au même exercice

refroidissement du cœur est assuré par la circulation « naturelle » du fluide primaire. Cette résolution permet de mettre en place une opération de maintenance (si elle est possible) tout en assurant la disponibilité. Dans un second temps, une voie d'eau est déclarée. Le PCNO⁴¹ donne alors un ordre d'urgence pour faire remonter le plus rapidement possible le bâtiment en surface. Les équipes doivent alors prendre la décision de mettre en marche la pompe primaire sans réfrigération pour répondre à l'ordre d'urgence.

4.6.1.3. Une situation conflictuelle

Le chef de quart et son équipe sont confrontés, avec l'ordre d'urgence, à une forte contrainte technique entre deux objectifs, dont le second est déjà en lui-même conflictuel :

- Fournir de la puissance pour exécuter l'ordre d'urgence demandé (objectif *impératif* de disponibilité, lié à la survie du bâtiment)
- Choisir entre préserver l'intégrité de la pompe primaire privée de réfrigération ou préserver le cœur du réacteur (objectifs de sûreté).

L'objectif d'assurer la disponibilité de la propulsion est *obligatoirement* assuré (elle est ici indissociable de la sécurité du bâtiment). Il n'y a donc pas de choix à réaliser entre ces deux objectifs. La puissance pour répondre à l'ordre d'urgence est fournie et s'accompagne d'une hausse de la température du circuit primaire. Mais cet ordre d'allure va poser des contraintes techniques supplémentaires qui vont se reporter sur l'équipe de conduite, se traduisant en particulier par le temps disponible pour prendre une décision, et une incertitude des conséquences de cette décision quant au choix concernant le conflit technique du second objectif :

- soit démarrer la pompe primaire disponible, sans qu'elle soit refroidie, ce qui présente le risque d'un échauffement anormal, aux conséquences difficilement prévisibles,
- soit de ne pas démarrer la pompe primaire avec le risque de dépasser les limites de fonctionnement du réacteur lors de l'exécution de l'ordre d'urgence, à cause d'une hausse de température du cœur.

Ce dilemme est aggravé par l'état de la pompe primaire. Elle a été volontairement mise à l'arrêt (action du Kr). Elle ne peut donc pas être considérée comme indisponible car bien que privée de sa capacité de réfrigération, elle peut être relancée. Ceci rend la situation floue, au même titre que dans l'incident de pollution aux chlorures, où la PAA fonctionnelle sur un bord pollué est déclarée indisponible mais pas en panne : elle se présente toujours comme une éventualité de dernier recours.

4.6.1.4. Les informations essentielles pour résoudre ce conflit

Les documents de conduite (Guide de conduite des RGE) ne donnent pas de procédure à suivre dans ce cas de figure. Par contre, ils indiquent la *possibilité* d'exécuter l'ordre d'allure, en recourant à circulation naturelle s'il est impossible de démarrer la pompe primaire. Il n'est cependant pas dit pendant combien de temps cette action peut être maintenue.

⁴¹ Poste de Conduite Navigation Opérations

Un instructeur marine nous a confié avoir remarqué que les opérateurs ont tendance à ne pas respecter les objectifs de Sûreté lorsque la Disponibilité est en péril. En effet, la conduite pour le Chef de Quart est un compromis permanent entre sûreté et disponibilité. La disponibilité du réacteur, pour le sous-marinier, permet de lui sauver la vie (remonter à la surface). Un chef de Quart peut en arriver à ne pas respecter la sûreté, pour maintenir la disponibilité. Mais c'est une disponibilité en lien avec la sécurité du bâtiment qui est alors mise en balance avec la sûreté.

La représentation mentale de la situation pour le Chef de Quart est la suivante (Salazar-Ferrer & Guillermain, 1996b) :

- 1) La pompe peut résister, mais si elle chauffe trop, elle peut commencer à se détériorer, et perdre (d'après le modèle causal incident des opérateurs) des éléments (comme un bout de palier) qui peuvent aller boucher des canaux de réfrigération du cœur avec les conséquences que cela impliquerait⁴².
- 2) Si la voie d'eau n'est pas grave et que l'on exécute un ordre d'urgence en redémarrant la pompe primaire principale alors que l'on a perdu le refroidissement de la pompe primaire, on risque de brûler cette dernière et la perdre définitivement.
- 3) Si la voie d'eau est très importante l'exécution de l'ordre d'urgence, avec démarrage de la pompe primaire principale, risque de causer une dégradation du cœur, même minime. Le coût final humain et matériel sera plus petit qu'une perte du bâtiment.

En résumé :

- Si la capacité de propulsion > voie d'eau : le sous-marin est sauvé
- Si la capacité de propulsion < voie d'eau : le sous-marin est perdu

Il existe un autre moyen de propulsion, qui est le recours aux Moteurs Electriques de Secours (MES). Mais il n'est pas possible, dans cette situation, de les utiliser à cause de leur trop faible puissance pour réaliser cette opération : mis à plein régime, ils n'arriveraient pas à la moitié de la puissance nécessaire pour effectuer la manœuvre d'urgence (vitesse d'allure maximale).

Les opérateurs n'avaient pas à disposition immédiate l'information essentielle sur la possibilité de répondre à un ordre d'urgence : ils peuvent en fait démarrer la pompe primaire en Grande Vitesse et la laisser tourner à ce régime sans réfrigération pendant 10mn, sans risquer de la dégrader. Dix minutes sont un délai largement suffisant pour l'exécution d'un ordre d'urgence.

4.6.2. Résultats

Au cours de la gestion de l'incident, les équipes ayant le plus de mal à adopter une ligne de conduite étaient celles qui présentaient le plus grand nombre d'échanges en interne (devoir répondre à l'ordre ? À quoi donner la priorité : la sûreté ou la disponibilité ?) (Salazar-Ferrer & Guillermain, 1996b). Cette observation a permis de caractériser les effets du conflit par deux traits : un **retard dans la prise de décision**, et la **réalisation d'actions opposées**.

⁴² Perte locale de refroidissement impliquant réaction en chaîne conduisant à une rupture des gaines de combustible (perte de la seconde barrière de protection). Le risque de fusion du cœur est donc important.

4.6.2.1. Les conflits retardent la prise de décision et l'action

Dans l'exécution d'une action correctrice, le retard de la décision puis dans l'action peut être incompatible avec les consignes de conduite. Par exemple : le retard dans l'application de la procédure «*démarrage de la pompe primaire sans réfrigération* » conduit à démarrer la pompe plusieurs dizaines de secondes après l'exécution de l'ordre d'urgence. Salazar-Ferrer et Guillermain (1996b) montrent ici que même si le Chef de Quart donne l'ordre de démarrage de la pompe, le Kr hésitera, différant davantage le démarrage de plusieurs secondes :

Equipe	Intervalle répondre à l'ordre et démarrage CP 03'	Commentaires
03	14 s	l'ordre du CdQ : 14 s
04	26 s	l'ordre du CdQ : 15 s
12	35 s	AV03->AV06. L'ordre du CdQ : 29 s

Figure 45 : Retard entre l'exécution de l'ordre d'urgence par Km et le démarrage de la pompe par l'opérateur Kr. (d'après Salazar-Ferrer & Guillermain, 1996b)

Selon la configuration du primaire, plus l'écart entre les températures du fluide primaire et du cœur est grand, moins il faut attendre pour démarrer la pompe primaire afin que l'ordre soit autorisé par les automatismes. En effet, les automatismes évitent ici que la pompe envoie dans le cœur de l'eau trop froide pouvant alors causer un pic de réactivité avec les risques de détérioration ou de fusion que cela comporte. Ce risque ayant été prévu à la conception, les automatismes peuvent refuser de lancer la pompe en Grande Vitesse. Il faut alors agir rapidement pour pouvoir bénéficier de la Moyenne Vitesse. Le retard dans la prise de décision se concrétise par le croisement du manque d'informations et la difficulté d'une prise de décision collective :

Equipe	Décision de démarrage de la pompe	Avis du CdQ	Avis du Kr	Accord CdQ/Kr
1	Non	-	Non	-
2	Non	Non	Oui	Non
3	Oui	Oui	Oui	Oui
4	Oui	Oui	Oui	Oui
5	Non	Non	Non	Oui
6	Non	Non	Non	Oui
7	Non	Non	Oui	Non
8	Non	Non	Non	Oui
9	Non	Non	?	?
10	Non	Non	Non	Oui
11	Non	Non*	Oui	Non
12	Oui	Oui	Non	Non
13	Oui (E)	Oui*	Oui	Oui
Total oui/non	4/13	4/13	6/13	7/11

Figure 46 : Démarrage de pompe primaire (en Grande Vitesse) sans réfrigération sur ordre d'urgence. (d'après Salazar-Ferrer & Guillermain, 1996b).

Signification des abréviations :

-	réponse non formulée.	?	pas d'avis, ne sais pas.
*	même CdQ : mais avis différent (autre cycle d'entraînement).		
E	Entretien lors d'un entraînement sur ORION sans simulation de l'ordre d'urgence.		

Au final, c'est toujours le Chef de Quart qui décide ou non de démarrer la pompe. Toutefois, les risques perçus influençant modulant la décision ne sont pas les mêmes pour le chef de Quart et le Kr :

Opérateurs	Chef de Quart	Ke	Kr
Dialogue opérateurs	« Personnellement je ne démarre pas la pompe. La circulation naturelle est prévue en cas d'ordre d'urgence »	« Si on a un ordre d'urgence, on démarre quand même la pompe ». « Le temps que la température monte on peut monter en allure »	« On peut fournir 70% en Circulation Naturelle »
Démarrer	Non	Oui	Non
Démarrer	Non		

Figure 47 : Avis divergents des opérateurs après perte de la réfrigération de la pompe primaire, en cas d'ordre d'urgence (d'après Salazar-Ferrer & Guillermain, 1996b).

4.6.2.2. Un manque d'informations essentielles pour résoudre la situation

Les équipes ne disposaient pas de l'information essentielle pour résoudre le problème : la possibilité de faire tourner la pompe sans refroidissement pendant 10mn. Ceci n'était pas indiqué clairement dans les documents de bord car cette action n'était pas envisagée par les concepteurs comme des choix possibles à l'initiative de l'équipe de conduite (Salazar-Ferrer & Guillermain, 1996b). En effet le guide de conduite prévoit l'exécution de l'ordre d'urgence quand le refroidissement du cœur est assuré par la circulation naturelle de l'eau. Par contre, l'ambiguïté d'une *possibilité* de démarrer la pompe primaire dans ces conditions suscite l'indécision chez les équipes de conduite.

Les équipes qui ont eu le plus de mal à gérer la situation sont également celles qui ont présenté le plus de communications entre les membres des équipes (questionnements, évaluations...), témoignant de l'incertitude sur la situation et des actions à mener (Salazar-Ferrer & Guillermain, 1996b).

4.6.2.3. Rôle des modèles mentaux dans la prise de décision et la conduite

Les conflits d'objectifs (et dans une moindre mesure le conflit technique) rencontrés au cours des tests tiennent pour une bonne part aux modèles mentaux et relations causales du fonctionnement de l'installation. La qualité des modèles tient d'une part à la formation, et de l'autre à la qualité des documents de conduite. Les modèles mentaux se construisent au cours de l'activité à partir des données issues de l'environnement (IHM, communication entre opérateurs) et des connaissances (formation, situations antérieures similaires). C'est l'imprécision et l'incertitude des modèles de fonctionnement relatifs aux événements redoutés en situation incidentelle qui sont à l'origine des conflits d'objectifs des opérateurs. De même, le choix entre les stratégies (démarrer ou non la pompe) est instable, aussi bien entre les différents groupes observés, que chez les mêmes opérateurs : dans des situations similaires (effet d'habillage) ils adopteront une stratégie différente (tests réalisés avec la même équipe de conduite).

4.7. Analyse d'un accident : intervention sur site

Nous avons eu la possibilité de tester nos modèles dans l'analyse d'un accident qui s'est déroulé sur une installation du CEA. Le rapport faisait état d'un manquement dans l'application des procédures réglementant le port de protections individuelles et rappelait la règle de sécurité obligeant de ne jamais travailler seul en environnement à risque. Ces premières indications ont motivé notre intervention car elles présentaient une ressemblance avec les critères de *réduction des contraintes* que nous avons identifiés à la suite de notre première catégorisation (§ 4. 2. 2).

Brûlure au sodium

« Un incident a eu lieu dans une installation dédiée à la destruction de petites quantités de sodium. Un plat contenant du sodium à traiter a été posé sur une grille dans une cellule de destruction de sodium. La réaction explosive du sodium et de l'eau a projeté le plat qui n'était pas fixé, dans une zone non accessible par les lances à eau. L'opérateur a attendu qu'il n'y ait plus aucune réaction pendant la demi-heure réglementaire avant d'entrer dans la cellule pour repositionner le plat sur la grille. Il entre, replace le plat et une réaction a lieu (flamme et explosion), brûlant l'opérateur aux avant bras et lui projetant de la soude au visage. »

(source : rapport interne)

L'intérêt que présente cet incident, pour notre étude, été la possibilité de rencontrer les intéressés directs et indirects. Il a également été possible, à la suite de notre demande, de participer aux réunions destinées à identifier les solutions d'amélioration et les décisions à prendre pour éviter à terme la reproduction d'un tel incident.

4.7.1. Démarche adoptée pour l'analyse de cet incident

Pour réaliser l'analyse de cet événement, nous avons suivi la démarche suivante :

1. **Collecte d'information** : lecture des rapports officiels (circulaires, notes, rapport d'incident) et **première analyse des données** avec CATCH et LEOST et élaboration de questions sur les écarts aux règles,
2. **Collecte complémentaire** : entretiens avec l'opérateur concerné et d'autres en lien avec son activité,
3. **Analyse des données complémentaires** avec CATCH et LEOST, formulation d'hypothèses et validation des hypothèses par une seconde série d'entretiens complémentaires,
4. **Synthèse**.

La réunion avec les principaux responsables du département concerné par l'incident s'est faite au cours de notre analyse (avant de rencontrer l'opérateur concerné). Elle a permis de récupérer des informations supplémentaires sur le procédé de destruction du sodium, l'historique de l'installation et les phases précédant la destruction du sodium.

4.7.2. Analyse du rapport et des autres données officielles

Le rapport officiel passait en revue plusieurs aspects réglementaires qui avaient présenté des écarts : la tenue de protection de l'opérateur, les règles qu'il devait appliquer pour intervenir dans le local et disposer le système de destruction du sodium, la nécessité de travailler en binôme.

4.7.2.1. Un défaut de protection

Le casque à visière a été remplacé par des lunettes car les casques disponibles n'étaient pas de la bonne taille. Les sous-vêtements n'étaient pas conformes, mais la présence d'une combinaison en coton a pu protéger la peau des produits qui ont réussi à traverser la combinaison en Nomex (plastique souple épais). La brûlure au niveau des avant-bras n'aurait pas pu être prévenue par le port de la combinaison car les manches des sous-vêtements ont tendance à remonter. Une amélioration peut être envisagée. Si la capuche avait été mise et le col remonté, le rapport estime probable que les brûlures au niveau du visage auraient été évitées.

4.7.2.2. Un manquement aux règles d'exploitation

Le déroulement des opérations ne s'est pas réalisé conformément à la procédure en vigueur, notamment concernant les dispositions pour éviter toute projection des objets traités : fixation des pièces à nettoyer ou grille anti-projection. Un plat contenant du sodium (Na) à traiter avait été posé sur la grille. C'est la violence de la réaction entre l'eau et le sodium qui l'a projeté dans une zone de la cellule non accessible aux lances d'eau.

L'entrée de l'opérateur dans la cellule avant que le traitement soit terminé est due à sa volonté de récupérer une situation anormale : l'inaccessibilité du sodium par les lances à eau. L'opérateur a estimé seul qu'il pouvait intervenir en toute sécurité, car aucun signe de réaction n'était visible après une attente de 30 minutes. Le rapport de l'incident souligne alors ce dernier point en regrettant « *dans cette intervention le fait que la décision ait été prise par l'opérateur sans aucune concertation* ».

4.7.2.3. Une conclusion orientée sur le respect des règles

D'après le rapport, le respect des procédures aurait évité l'accident car :

- il n'y aurait pas eu projection du plat dans une zone inaccessible,
- l'opérateur aurait mieux analysé la nécessité d'intervenir et les risques associés en discutant avec une autre personne,
- le visage aurait été mieux protégé.

Les conclusions du rapport officiel, basées sur un arbre des causes, avancent que seul le respect des procédures permet de garantir la sécurité des opérateurs, leur transgression étant à l'origine de cet accident. Notre analyse de la situation à partir de LEOST, montre que le rapport se centre essentiellement au niveau sociotechnique (application des règles d'exploitation, définition de l'activité...) et leur lien avec les aspects réglementaires (au niveau légal : protection des ouvriers en environnements à risques) :

Niveaux organisationnels	Situations rencontrées
Légal	- protection des individus intervenants en environnements à risques
Économique	
Organisationnel	
Sociotechnique	- devoir agir à deux - se faire aider pour mettre et vérifier la combinaison - mettre une combinaison et des protections conformes
Technique	- mauvaise fixation du plat

Figure 48 LEOST de l'incident Sodium basé sur le rapport officiel

Des manques d'analyse apparaissent dans le rapport aux niveaux économiques et organisationnels. Notre démarche fut alors de chercher si des éléments pouvaient être mis en rapports avec ces niveaux et peut être compléter ceux déjà existants.

4.7.3. Retour sur les conclusions du rapport officiel

4.7.3.1. Entretiens avec des opérateurs

Des entretiens ont été réalisés avec l'opérateur qui a subi l'accident et un opérateur l'assistant généralement dans son travail. Des éléments relatifs à la sécurité de l'opérateur, hormis les procédures, ne semblent pas avoir été tous respectés ou disponibles. Nous reprenons la conclusion du rapport officiel afin d'y apporter les premières remarques.

a) Une adaptation des règles de fixation du plat en pyrex

Un plat en pyrex est utilisé pour contenir des éléments de petite taille à nettoyer contenant du sodium. Une fois posé et fixé sur une grille, le plat est arrosé d'eau. La réaction entre l'eau et le sodium est très vive (dégagement important de chaleur, de soude, petites explosions) c'est pourquoi il convient de fixer le plat sur une grille, sous laquelle un réservoir bombé creusé dans le sol récupère les écoulements de soude.

Le bridage des plats n'a pas été réalisé alors que les procédures l'indiquaient. Ce bridage n'est pas toujours possible, à cause de l'encombrement des éléments que l'on y pose dessus, empêchant d'utiliser les fixations. Une dérive sur les procédures de bridage des plats s'est progressivement installée dans l'activité quotidienne, afin de toujours pouvoir réaliser le nettoyage du sodium. On retrouve donc ces activités de régulation destinées à réaliser l'objectif de productivité, au risque de porter une atteinte à la sécurité.

b) L'évaluation concertée des risques d'intervention

Les procédures indiquent que l'opérateur ne doit pas travailler seul, ce qui était alors le cas. Ce point est central dans cette étude. L'opérateur travaillait sur deux installations en parallèle, distantes de 50 mètres. Ces deux installations présentent des finalités identiques, détruire du sodium, mais seules les capacités de destruction les distinguent.

Dans les faits, l'opérateur travaillait sur la surveillance des deux installations, et vaquait seul de l'une à l'autre. L'opérateur *estimait* ne pas être vraiment seul, car d'autres personnes pouvaient se trouver à proximité. Mais dans les faits personne ne le secondait. Une intérimaire récemment embauchée avait plusieurs rôles comme celui de lui porter assistance, mais elle ne possédait pas d'habilitation à travailler en présence de sodium. L'opérateur estimait donc inutile qu'elle l'accompagne. Lorsque le plat a quitté la grille, l'opérateur a décidé de prendre la responsabilité de s'occuper seul de la situation pour ces mêmes raisons d'habilitation. Il a appliqué les procédures demandant d'attendre 30 minutes avant d'entrer, afin de s'assurer que plus aucune réaction était en cours. Les réactions chimiques se sont rapidement arrêtées, ce qui 30 minutes plus tard, l'a conforté dans son choix d'intervention en solitaire (effet d'une réduction du risque perçu). Cette attente a eu comme double effet de le rendre plus « confiant » pour intervenir, tout en augmentant son désir de résoudre la situation rapidement. On retrouve donc ici la logique de production (réduction des contraintes de productivité), peut être soumise à un biais d'ancrage⁴³ face au risque lié à la durée de l'attente sans aucune réaction chimique.

c) La protection de l'opérateur

Il est noté dans le rapport que la combinaison est mise, mais mal ajustée (col non remonté). Les procédures indiquent que l'opérateur qui doit entrer en cellule doit le faire après concertation avec d'autres personnes et se faire aider à endosser la combinaison et vérifier que celle-ci est bien mise. L'activité de l'opérateur était telle qu'il portait déjà la combinaison et avait avec lui des lunettes de chimiste. Il portait cette combinaison car il travaillait sur deux installations à la fois. D'autre part les procédures concernant la combinaison permettent soit de porter un casque avec une visière, soit de le remplacer par des lunettes de chimiste. L'opérateur n'avait pas confiance dans le casque à cause de la mauvaise tenue de celui-ci, mais aussi parce que des projections pouvaient passer par-dessous la visière. Il remplaçait alors le casque par des lunettes de chimiste, choix qu'il a toujours fait car les lunettes offrent à son avis une protection des yeux bien plus efficaces que le casque. Le « casque » est en fait un casque de chantier sur lequel est adaptée une visière basse (à la façon des masques de soudeurs). Or cette visière est trop en avant du visage, laissant un jour important entre elle et la base du visage. Lors de l'incident, si l'opérateur n'avait pas porté les lunettes, les projections auraient touché ses yeux, car la soude est remontée le long du torse de l'opérateur, passant derrière la visière du casque. D'autres masques, présentant un rabat sous le menton, avaient été commandés, mais ils venaient justes d'être livrés et pas encore distribués.

En conséquence, selon types de protections possibles et l'évaluation de leur efficacité, la solution retenue par l'opérateur s'est portée sur le port de lunettes, plus sécurisantes à son avis, pour les yeux, compte tenu de son expérience. Enfin, le port de lunettes ne constitue pas un contournement des procédures puisqu'elles sont mentionnées dans la définition des différentes tenues de protection présentées dans les documents d'exploitation. L'opérateur n'a donc pas mis une mauvaise protection, comme le suggérait le rapport initial.

⁴³ Ce biais est le pendant de l'Heuristique d'ancrage et ajustement : plus les événements sont saillants, plus le poids qu'on leur attribue dans le processus de décision est important (Tversky & Kahneman, 1974).

4.7.3.2. Réunion et comptes rendus

A la suite de cet incident, des réunions eurent lieu afin de trouver des solutions pour en éviter toute reproduction. La majorité des propositions reprenaient les thématiques habituelles : analyse du poste de travail, redéfinition des procédures, évaluation d'un possible durcissement des procédés pour contraindre les opérateurs au respect des procédures.

Or les causes organisationnelles de l'incident n'ont pratiquement pas été abordées, et avec elles les solutions à envisager de ce point de vue. Par exemple, la prise en compte des conditions essentielles à la réalisation de la tâche : disponibilité des opérateurs (charge de travail, répartition des tâches) et moyens. Une telle analyse vise, par l'évaluation de la charge de travail, d'une part à définir si le personnel est suffisant pour réaliser toutes les tâches en respectant les normes de sûreté, et d'autre part si l'organisation du personnel est encore compatible avec les missions qui lui sont confiées. Enfin, cette approche permettrait d'évaluer la nécessité d'embauches (plutôt qu'un recours à la sous-traitance ou à l'intérim), et si cela était le cas, de redéfinir l'activité des personnes concernées afin d'homogénéiser la répartition des tâches entre les opérateurs.

4.7.3.3. Analyse organisationnelle

Cet incident fait remonter des conflits organisationnels et humains. La totalité de la faute ne peut être rejetée sur l'opérateur et les dispositifs et les règles ne doivent pas être durcis pour éviter que l'incident ne se reproduise par un « *ajustement* » des règles. Il semblerait que la crainte des autorités de sûreté (pouvant suspendre l'activité de l'installation) et/ou la crainte de la mise en évidence d'une faute professionnelle, a conduit à un rapport protégeant les intervenants. Cependant ce rapport d'incident présente que des conflits d'objectifs en sont à l'origine, aussi bien au niveau de la gestion de l'installation que des décisions de l'opérateur.

a) Un problème d'organisation et de management

D'un point de vue organisationnel, le service auquel appartient l'opérateur est à la limite d'une *masse critique* en terme de personnel nécessaire. Nous entendons ici par masse critique les effectifs disponibles par rapport à la charge de travail et le type d'activité à réaliser. L'organisation présente un conflit entre les objectifs de respect de la réglementation du travail (travail à deux en environnement à risques pour assurer la sécurité du personnel) et les objectifs économiques (critères de charge de travail vis à vis de l'embauche). La problématique qui se dégage est de savoir si une personne supplémentaire embauchée à plein temps peut rééquilibrer la charge. Cette solution présente des difficultés de mise en oeuvre, car le risque est grand pour que la définition du poste consiste à apporter une aide ponctuelle aux autres postes. La personne embauchée verrait son domaine d'intervention élargi mais pas sa compétence, en raison d'une *dilution* de l'activité. C'était le cas de l'intérimaire chargée d'assister ponctuellement l'opérateur à l'origine de l'incident. En conclusion l'embauche d'une personne supplémentaire (et qualifiée) est nécessaire pour répondre aux contraintes légales, mais la possibilité qu'elle

soit régulièrement en sous-charge dans son activité principale pose le problème de la définition de son poste.

b) Les aspects liés à l'opérateur en cause dans l'incident

L'origine de cet incident trouve une part de son origine dans le désir de l'opérateur à vouloir intervenir seul, pour plusieurs raisons :

- **La connaissance de son métier** : il savait ce qu'il faisait, et avait déjà rencontré des situations analogues,
- **Le désir de résoudre la situation** : il ne voulait pas laisser durer cette situation trop longtemps pour des raisons de planning (le travail doit être terminé avant 15H30 pour des raisons de transport du personnel),
- **La prise en compte de son binôme** : sur la base des connaissances de son activité et de celles de son binôme, il a jugé qu'il pouvait réaliser l'action seul, d'autant plus que son binôme n'était pas habilité à intervenir sur des installations au sodium. L'estimation que l'opérateur avait de ses propres compétences (métaconnaissances, et la représentation qu'il se faisait de la situation a orienté sa décision dans le sens d'une action en solitaire, qui s'inscrivait dans une activité routinière (il était déjà en combinaison et pouvait intervenir).
- **Un facteur déterminant** : le manque de confiance dans un autre opérateur, auquel il pouvait faire appel, alors que celui là possède toutes les habilitations pour travailler en zone à risque.

L'opérateur était donc face à une situation où il devait choisir entre demander une supervision de son binôme, demander de l'aide à son collègue ou agir seul. Etant décideur, il a minimisé certains aspects relatifs à sa propre sécurité, et a évalué le besoin d'assistance sur la base de son expertise de l'activité.

Enfin, la décision d'agir seul a été renforcée par d'autres facteurs, comme de ne pas faire appel à son collègue habilité. Il appuyait sa décision, dans les entretiens, par sa conviction qu'il valait mieux pour lui de ne pas faire appel à son collègue, mais aussi que la situation ne semblait pas risquée puisque que plus de 30 minutes s'étaient écoulées depuis la fin de la réaction chimique. L'opérateur a donc suivi des objectifs individuels (ne pas demander d'assistance à qui que ce soit et ne pas perdre plus de temps) qui s'opposaient aux *objectifs individuels et opérationnels* de sécurité (la sienne) et *organisationnels* (respect des procédures).

c) Analyse des conflits d'objectifs à l'origine de l'incident

L'ensemble des conflits issus de cette situation sont présentés sous forme du modèle LEOST :

Niveaux organisationnels	Situations rencontrées	Contraintes	Conflits
Légal	- l'activité doit se faire à deux - le port de protections individuelles est obligatoire	- binôme intérimaire non habilité - plus de casque à la bonne taille	-
Economique		embauche d'une personne qui serait en sous charge	-
Social	- pas de concertation : agit seul - binôme occupé ailleurs - le personnel est à la limite de la masse critique - autre opérateur habilité sodium disponible	- être deux - habitation du binôme - pas de confiance entre les deux opérateurs habilités	-
Socio-technique	- devoir agir à deux - mettre la combinaison à deux - Mettre une combinaison conforme	- binôme intérimaire de l'opérateur non habilité pour le second	-
Technique	- plus d'activité chimique dans le local, - plat non fixé	- plat hors de portée des lances	

Figure 49 : LEOST complété de l'accident SODIUM

Les conflits opposent des décisions prises au niveau sociotechniques incompatibles avec les aspects réglementaires (niveau « légal »). Ces conflits sociotechnique/légal constituent ici ce que l'on peut appeler des conflits organisationnels. L'opérateur est placé dans une situation où les contraintes qu'il rencontre (se retrouver seul face à une situation pour le moment problématique) vont le pousser à prendre une décision qui va l'amener dans un conflit opposant les objectifs professionnels aux réglementaires. Il est aussi nécessaire de comprendre que ses objectifs professionnels sont motivés par des objectifs personnels comme sa motivation de régler rapidement la situation.

Du point de vue de la perception des conflits pour l'opérateur, la représentation CATCH est la suivante :

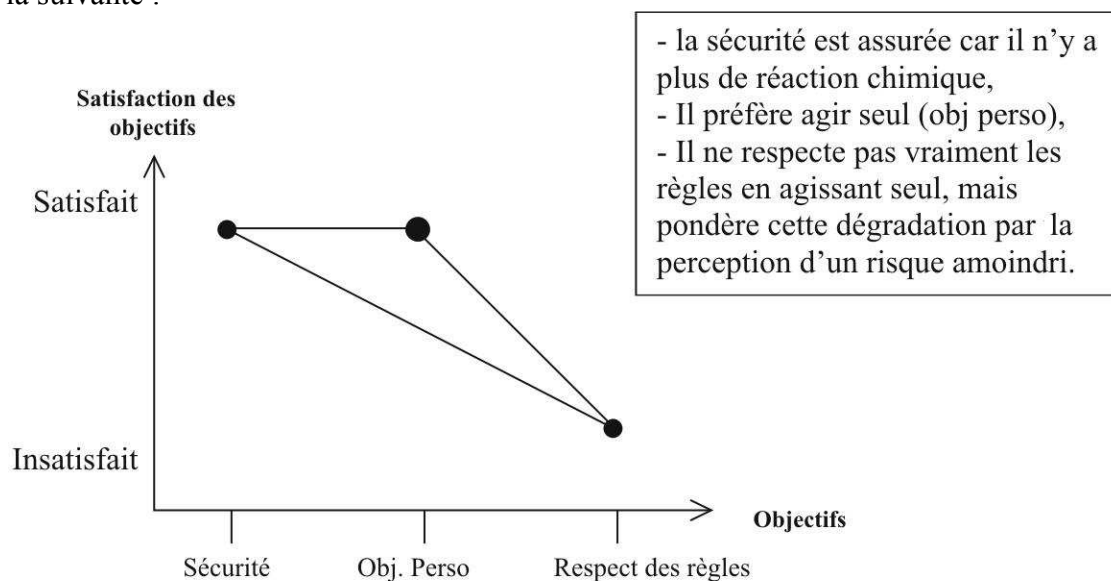


Figure 50 : CATCH de la situation perçue par l'opérateur

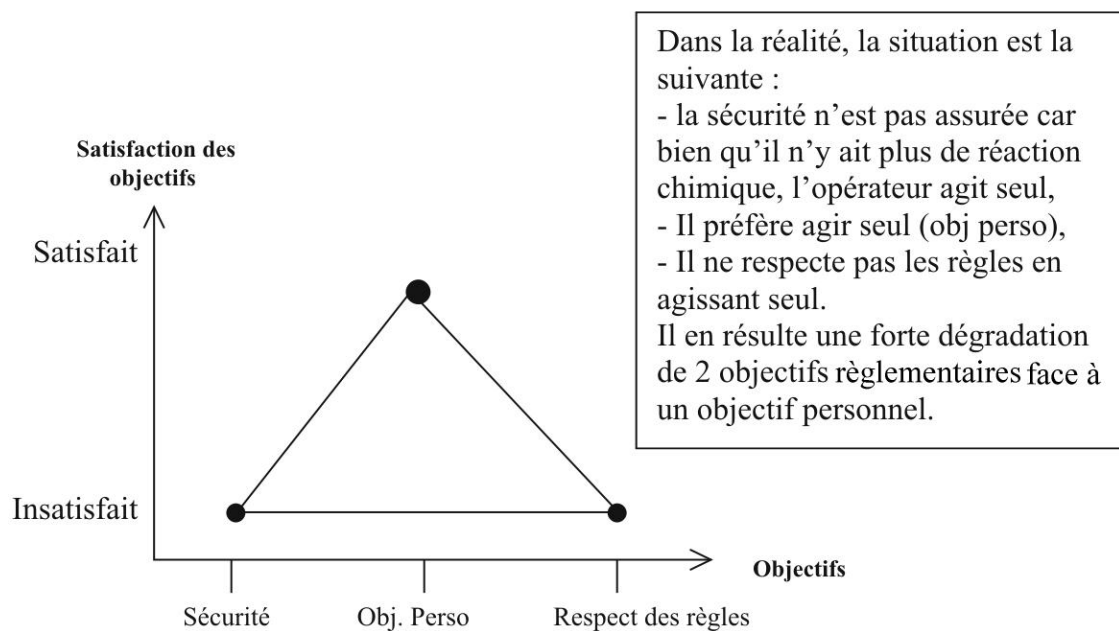


Figure 51 : CATCH de la situation réelle après éjection du plat

La représentation montre bien la différence de la satisfaction des objectifs entre la situation réelle et telle que la perçoit l'opérateur. Toutefois, dans cet exemple, l'action sur l'objectif de respect des règles n'aurait pas nécessairement apporté d'amélioration, puisque selon l'opérateur, si un autre opérateur était entré dans la cellule, cela n'aurait pas évité l'accident.

4.7.4. Discussion

L'analyse de cet accident nous a permis d'évaluer la pertinence de nos modèles, en particulier en soulignant les zones d'ombres existantes dans le rapport initial.

LEOST a servi à montrer que des causes de l'incident, bien qu'illustrant une thématique conflictuelle au sein de l'activité (un contournement des procédures ayant mené à mauvaise fixation du plat étant à l'origine de l'incident), trouvaient leurs sources à d'autres niveaux, notamment économique. Cette remarque nous incite à reconsidérer la remarque de Doniol-Show (1996). Selon cet auteur, « *compte tenu des considérables enjeux économiques et stratégiques mondiaux qui sous-tendent le développement des technologies porteuses de risque élevé, il apparaît que l'identification des sources de conflit ne suffit pas à les éliminer* » (pp. 105-106). Cet auteur base sa remarque sur l'état de délabrement des centrales nucléaires d'Europe de l'Est. On peut effectivement se poser la question des suites à donner après toute identification des sources des conflits, en particulier ceux issus de hauts niveaux. Les corrections techniques ou les changements de comportement peuvent être lourds aussi bien financièrement que structurellement. Les volontés de changement peuvent alors se heurter à de fortes inerties.

Dans notre exemple, l'identification des conflits au niveau organisationnel, présente deux écueils pour la sécurité des personnes : les aspects économiques font que les opérateurs

finissent par travailler seuls par manque d'effectifs, et le problème de confiance affaiblissant, ce que l'on pourrait appeler, au niveau des opérateurs, les dernières barrières de la défense en profondeur pour ce type d'activité.

Avec CATCH la modification des paramètres spécifiques à des objectifs peut donner une orientation du moyen à employer pour corriger la situation. L'opérateur agit seul *en considérant qu'il ne l'est pas*, ce qui l'incite à contourner les règles, notamment en ne demandant pas d'aide à un tiers habilité pour ce genre de tâche. Il s'agit donc ici de restaurer la confiance entre les opérateurs. Une solution possible serait de recourir à une rationalisation en actes en changeant les opérateurs de milieu (au cours d'une formation) et en les impliquant dans la résolution de situations à risques, au travers d'actions individuelles (connaissance de ses propres limites) et en binômes (restauration de la confiance mutuelle).

En conclusion, pour l'étude de ce cas, nous pouvons avancer que LEOST a montré ici son intérêt dans l'identification de domaines écartés de l'analyse initiale, qui était trop centrée sur les faits. L'approche de LEOST n'est pas novatrice en ergonomie, puisque l'intervention ergonomique s'intéresse toujours à comprendre l'environnement des opérateurs et procède d'une démarche volontairement systémique pour saisir toutes les conséquences des interactions (exemple de la démarche d'analyse de l'activité). Mais l'objectif premier de LEOST, visant à servir de grille d'analyse, semble atteint puisque qu'il a incité à investiguer dans les domaines qui avaient été écartés en première approche.

Quant à CATCH, sa capacité descriptive pour l'analyse de cas et l'explication de la logique des conflits semble acquise. Toutefois, son utilité à long terme en tant qu'outil d'analyse de cas semble à remettre en question, une fois acquises les *notions* qu'il propose de prendre en compte pour analyser les conflits d'objectifs.

5. DISCUSSION GÉNÉRALE ET CONCLUSION

Première Loi

UN ROBOT NE PEUT PORTER ATTEINTE À UN ETRE HUMAIN NI, RESTANT PASSIF, LAISSER CET ETRE HUMAIN EXPOSE AU DANGER.

Deuxième Loi

UN ROBOT DOIT OBEIR AUX ORDRES DONNES PAR LES ETRES HUMAINS, SAUF SI DE TELS ORDRES SONT EN CONTRADICTION AVEC LA PREMIERE LOI.

Troisième Loi

UN ROBOT DOIT PROTEGER SON EXISTENCE DANS LA MESURE OU CETTE PROTECTION N'EST PAS EN CONTRADICTION AVEC LA PREMIERE OU LA DEUXIEME LOI.

*Manuel de la robotique
58e édition (2058 ap. J. -C).
[ASIMOV Isaac, Nous les robots]*

Sur Mercure, les spécialistes Powell et Donovan, doivent neutraliser un robot qui tourne indéfiniment autour d'une mine de sélénium. Ils découvrent que le robot a atteint un point d'équilibre entre la deuxième loi, lui disant de prélever du sélénium, et la troisième, lui disant de se protéger des radiations nocives. C'est en intensifiant leurs ordres qu'ils parviennent à faire obéir le robot.

Cercle vicieux [ASIMOV Isaac, Nous les robots]

5.1. Introduction

L'objectif initial de cette recherche visait à étudier les conflits d'objectifs par une approche ergonomique, et à identifier les types d'aides possibles à apporter aux opérateurs. Appliqué à l'industrie nucléaire, cette étude ne pouvait se réduire à une stricte prise en compte des activités humaines. Il était apparu essentiel de considérer l'activité humaine en interaction avec l'environnement de travail, parfois de façon large.

Notre démarche a suivi en conséquence une double approche des conflits d'objectifs : ceux concernant les hommes et ceux spécifiques aux organisations. Ceci a permis d'identifier pour chacun des invariants qui pourront servir d'indicateurs. Ce chapitre fait donc un retour sur les résultats obtenus et propose un rapprochement des deux domaines en un tout qui soit cohérent.

Nous débuterons notre synthèse par une définition des conflits d'objectifs, qui permettra de présenter une catégorisation des différents indicateurs individuels et organisationnels de conflits d'objectifs que nous avons pu relever. Afin de démontrer l'intérêt de ces indicateurs, nous proposons l'adaptation d'une méthode classique d'ergonomie qui prend en compte les conflits d'objectifs, ainsi qu'une méthode d'analyse de la qualité.

Nous recentrerons ensuite notre discussion sur les mécanismes psychologiques à l'origine des conduites relevant des conflits d'objectifs. Nous poserons alors la question des facteurs intervenant dans leur manifestation, ce qui nous amènera alors à un modèle explicatif des origines psychologiques des conflits d'objectifs. Les perspectives qu'ouvre cette étude sont larges, et notre conclusion présentera les pistes à suivre pour de futures recherches.

5.2. Définition et indicateurs des conflits d'objectifs

La conception des conflits d'objectifs a évolué au cours de notre étude. L'angle d'approche suivi au départ de cette recherche, était trop centré sur l'individu. De ce fait, il réduisait la représentation du phénomène, et faisait même perdre le sens causal de l'existence des conflits d'objectifs. C'est en cela qu'une prise en compte des aspects organisationnels en interaction avec l'activité humaine ont permis de donner un sens « écologique » aux conflits d'objectifs. Ainsi, la définition que nous allons proposer, sera aussi exhaustive que possible. Elle ne remettra pas en question la première, que nous avons posée comme base de travail, mais la complètera car elle s'appuiera sur les résultats de nos observations. Les indicateurs que nous aurons retiré de nos analyses concernent autant la sphère individuelle qu'organisationnelle. C'est par une adaptation du schéma de la régulation de travail (cf. Figure 4) que nous proposerons de regrouper ces résultats afin de concevoir une catégorisation permettant de reconnaître la présence de conflits.

5.2.1. Une définition des conflits d'objectifs

Notre première définition présentait les conflits d'objectifs comme une dégradation causée par la satisfaction de certains objectifs au profit d'un ou plusieurs autres (§ 2. 5. 1). Cette définition reposait alors sur une vision mécanique de la gestion de contraintes, proche de la notion des vases communicants. C'est à partir de cette définition que le modèle CATCH a été conçu, en reprenant la logique d'une balance. Il a ensuite évolué pour permettre de rendre compte d'une caractéristique principale des environnements dynamiques : la non réciprocité. C'est l'action sur un objectif qui peut ne pas avoir d'effet sur un autre, alors qu'ils partagent un lien causal. Par exemple, la dégradation d'un objectif entraîne celle d'un autre, mais le rétablissement du premier objectif n'impactera pas l'autre en conséquence (cas où l'on agit sur des paramètres propres à l'objectif).

Nos analyses ont montré que les conduites conflictuelles étaient motivées par *l'atteinte* d'un but (la tâche ou un objectif personnel en lien avec elle), pour lequel les individus tentent d'en réduire les contraintes opératoires. Ceci a fait évoluer la définition dans le sens d'une *conduite adaptative*, lui donnant le sens d'une finalité expliquant les conduites observées. Cette finalité est motivée par de nombreux facteurs (Amalberti, 2001), que nous avons regroupé dans trois catégories d'objectifs : organisationnels, opérationnels et individuels, auxquels nous ajoutons l'environnement technique. En effet, dans certaines phases de l'activité, les moyens à disposition des opérateurs, comme les systèmes qu'ils pilotent, peuvent ajouter des contraintes ou présenter des caractéristiques conflictuelles qui doivent alors être gérées.

Avec la prise en compte de facteurs environnementaux intéressant l'organisation et l'individu, la définition des conflits d'objectifs prend alors une orientation systémique. Les causes de conflits existent à tous les niveaux d'une organisation sociotechnique, mais peuvent aussi être la conséquence de contraintes extérieures à l'organisation. Néanmoins, il est possible de conserver une certaine concision en définissant les conflits d'objectifs comme suit :

On entend par conflits d'objectif les conséquences de toute réponse adaptative d'un individu ou d'une organisation à différentes formes de contraintes, où la tentative d'atteindre certains objectifs se fait au détriment d'autres.

Cette définition sert de point d'entrée pour analyser des situations de travail ou le fonctionnement d'organisations. Toutefois, elle doit être complétée d'un outil ou d'une méthode approprié. Ceci est rendu possible à partir des indicateurs de conflits que nous avons pu identifier à la suite de nos analyses.

5.2.2. Les indicateurs comportementaux et organisationnels de la présence de conflits d'objectifs

Les observations que nous avons menées, ont permis d'identifier un ensemble de conduites ou de phénomènes, tant au niveau individuel qu'organisationnel. Il a été possible de les regrouper, pour les deux voies que nous avons suivies, en trois catégories : leurs causes, leurs manifestations, leurs conséquences. Nous regrouperons l'ensemble de nos résultats en nous basant sur le schéma classique de l'analyse de la situation de travail (cf. Figure 4) :

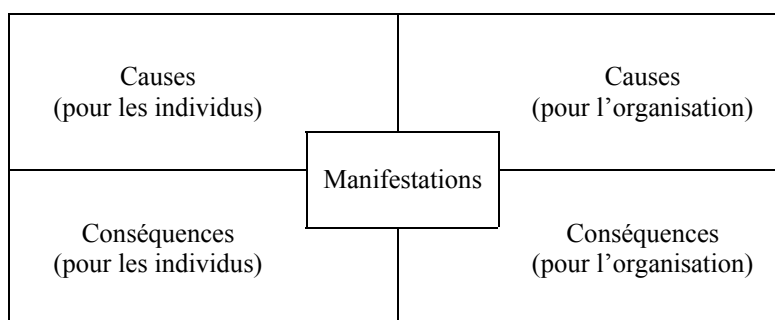


Figure 52 : la répartition des causes et des conséquences des conflits
(adapté de Guérin & al. 1997)

La répartition des indicateurs que nous avons relevé donne le tableau suivant :

Individu		Organisation	
<ul style="list-style-type: none"> • Représentation mentale : s'ajouter des contraintes, mauvaise définition de la priorité des objectifs (pouvant être rajoutés arbitrairement), • Confiance de l'opérateur dans les capacités des systèmes ou les aptitudes de ses collaborateurs, • Phénomènes liés à l'escalade d'engagement, • Désirabilité sociale (objectifs personnels) 	Régulation de sa propre activité ou celle des coéquipiers, recherche de compromis.	<ul style="list-style-type: none"> • Modification de l'organisation du travail : réduction des pertes économiques, • Modification des caractéristiques techniques d'un système : maximisation des bénéfices. • Caractéristiques conflictuelles d'un système technique, • Clarté des directives de la hiérarchie. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Accélérer la réalisation du résultat (pouvant entraîner une poursuite dans l'escalade d'engagement), • Réduire les contraintes opératoires ou réglementaires, • Activités répétitives ou actions en boucle, • Difficulté de prise de décision. 		<ul style="list-style-type: none"> • Manque de moyens ou moyens inadaptés (sous dimensionnés), • Prises de décision visant le court terme, • Dérives organisationnelles (Laxisme vis-à-vis des réglementations, de la politique interne...) 	

Figure 53 : grille d'identification des conflits d'objectifs

• Causes chez les opérateurs

Les causes qui incitent les opérateurs à adapter leur conduite, ne proviennent pas uniquement des individus, mais aussi de l'environnement (social, technique). Nous avons cependant tenté de regrouper dans cette section les causes typiquement individuelles. Les causes environnementales seront présentées dans la section portant sur l'organisation. Toutefois, en raison des interactions entre l'individu et son milieu, nous soulignerons les causes environnementales qui seront à l'origine des causes conflictuelles chez l'individu.

- **Représentation mentale de la situation** : Cet indicateur fait appel à de nombreux mécanismes cognitifs (soumis aux biais et contraintes de la rationalité limitée), ainsi qu'aux informations tirées de l'environnement. Il concerne aussi bien la perception de la dynamique de la situation que les moyens disponibles pour agir ou l'organisation du travail (répartition des tâches avec les autres opérateurs). En conséquence, de la qualité de la

représentation mentale d'une situation dépendra l'adaptation de la réponse. Ce type de cause est en lien direct avec la définition des interfaces de conduite, des modes de représentation de l'information, des documents d'exploitation et de la communication entre opérateurs.

- **Confiance de l'opérateur** dans ses capacités, le système ou les aptitudes de ses collaborateurs : avec l'expérience, l'opérateur se repose sur les automatismes ou le dimensionnement d'un système (incluant les collaborateurs). Ce point est directement relié à la gestion du risque dans le modèle de la gestion du compromis cognitif.
- **Phénomène de la désirabilité sociale** : c'est un type d'objectif qui est imputable au contexte d'une situation. La présence d'observateurs, de collègues de travail, de supérieurs va inciter l'individu concerné à modifier son comportement pour montrer (généralement) le meilleur de lui-même, ce qui modifiera son attitude sous l'angle de la performance. Ce phénomène est retenu ici par sa récurrence et les conduites qu'il fait adopter (car il a été observé tant dans les situations expérimentales que sur le terrain).
- **Phénomènes liés à l'escalade d'engagement** : abordés comme causes de conflits, il s'agit de stratégies visant à s'engager (en temps, en attention, en ressources) toujours davantage pour atteindre un objectif qui a reçu de façon subjective une priorité et dont l'atteinte n'est pas assurée. Hormis les objectifs de désirabilité sociale qui peuvent les initier (dans le cas des incidents sur sous-marin, vouloir tout d'abord montrer que l'on sait diagnostiquer l'origine de la pollution avant de la circonscrire), ce type de phénomène tire parti des effets de la rationalité limitée. Ils orientent les individus vers des objectifs concrets, *subjectivement* peu coûteux à appliquer, et soutenus par la vision erronée d'un bénéfice ou d'une réussite à court terme. Les objectifs pour lesquels ces actions sont réalisées pourront alors présenter des conflits avec des objectifs plus abstraits comme la sûreté ou la sécurité.

- **Manifestations dans l'activité des opérateurs**

- **Régulation** de sa propre activité ou de celle de ses co-équipiers. Les régulations sont toutes les conduites directement observables au cours de l'activité (en terme d'actions réalisées) ou déductibles des traces observables sur les équipements ou l'environnement de travail (modification des outils, usures localisées des matériels). Ces régulations peuvent, selon les circonstances, présenter des conduites ou des dispositions potentiellement conflictuelles, en particulier lorsque la communication dans les équipes fait défaut. Un opérateur peut mettre en fonction un système sans prévenir un autre opérateur qui en avait la charge et causer un accident.
- **Recherche de compromis** : les compromis sont des situations pour lesquelles une solution non optimale est adoptée pour tenter de satisfaire à tous les objectifs présents. Le compromis est une situation qui semble inévitable lorsque la représentation mentale fait défaut et qu'elle ne bénéficie pas de supports externes suffisants, comme par exemple sur les

interfaces. Une conséquence du compromis est alors d'inciter les opérateurs à réaliser des actions de régulation « en boucle »

- **Conséquences dans l'activité**

- **Accélérer la réalisation du résultat** : c'est un phénomène d'écart normalement constaté dans l'activité. Sa mise en œuvre présente parfois des caractéristiques conflictuelles au sein de la tâche, lorsqu'il dépasse le cadre de marges de manœuvres existantes. Il peut aussi être la conséquence d'une poursuite dans l'escalade d'engagement.
- **Réduire les contraintes opératoires ou réglementaires** : c'est ici aussi un type de conduite régulièrement observé dans toute activité. Ce n'est pas obligatoirement la conséquence ou la cause d'une situation conflictuelle, mais peut y participer. Cette conduite est au cœur de la gestion du compromis cognitif et, lorsqu'un risque est pris, peut présenter un risque de conflit potentiel ou avéré en fonction de l'importance de l'écart notable qu'il présente dans l'activité.
- **Activités répétitives ou actions en boucle** : elles sont généralement les conséquences d'un conflit d'objectifs mal abordé (défaillance de la représentation occurrente de la situation, des moyens disponibles). Ce type d'activité manifeste la difficulté pour les opérateurs à réfléchir dans le cours de l'action en termes d'objectifs, alors que l'inverse s'observe au cours des débriefings.
- **Difficulté de prise de décision** : lorsqu'il provient d'un défaut de représentation mentale ou d'un manque de connaissance pour décider ou agir, le conflit d'objectif va poser des difficultés dans la prise de décision. Lorsque le conflit est identifié, il peut alors devenir encore plus complexe de « trancher » pour un objectif ou un autre, à moins que le contexte le permette (ex : ordre de la hiérarchie).

- **Causes dans l'organisation**

Les causes organisationnelles participent à l'émergence d'autres types de transgressions qui impacteront l'organisation ou ses acteurs. Il faut toutefois insister sur l'aspect systémique des conflits dans les organisations, en particulier le renforcement des causes par les rétroactions. Par exemple, si les objectifs économiques contraignent les objectifs opérationnels (réduction d'effectifs, pression à la production), mais que les opérateurs disposent de suffisamment de marges de manoeuvre pour s'adapter (moyens techniques et organisationnels), l'absence de toute remontée d'indicateurs de risque, au niveau du management, favorisera la poursuite des objectifs économiques. Finalement, les dispositions organisationnelles adoptées pour satisfaire les objectifs économiques deviendront les nouvelles références de l'organisation du travail. Cette modification des conditions de réalisation de la tâche ne correspondra plus aux critères initiaux, révélant plus tard le manque d'adéquation entre des moyens disponibles et la situation en cas de crise (incident, pic de charge, vacances...).

- **Modifier l'organisation du travail** : il s'agit ici de toutes les techniques d'optimisation mises en place pour réduire la masse salariale (recours à l'intérim, techniques de réductions du personnel...) qui ont pour conséquence de modifier les rôles et les fonctions des acteurs d'un système. Ce type de solution n'est pas forcément négatif pour l'activité ou l'organisation, mais demande une capacité d'anticipation et de gestion efficace.
- **Modifier les caractéristiques techniques d'un système** : Cet objectif vise une amélioration de la production par des modifications destinées à optimiser le rendement des systèmes. Les conséquences des choix que prennent les décideurs ne peuvent pas toujours être évalués au niveau opérationnel, tout au moins s'il n'y a pas, de la part du management, une véritable connaissance du terrain.
- **Caractéristiques conflictuelles d'un système technique** : les outils ou les systèmes que doivent utiliser ou piloter les opérateurs peuvent présenter des caractéristiques ou des configurations conflictuelles. Ces caractéristiques sont souvent issues de contraintes et de conflits apparus au cours de leur conception. En conséquence, de tels systèmes techniques peuvent en venir à pousser les opérateurs à adopter des conduites « limites » au cours de leur activité.
- **Clarté des directives de la hiérarchie** : les opérateurs auront d'autant plus de mal à réaliser leur activité que les demandes ou les attentes de leur hiérarchie ne seront clairement établies. Cela peut prendre la forme de tâches à réaliser qui sont clairement indiquées, mais qui peuvent s'accompagner d'attentes de la hiérarchie implicites pour d'autres objectifs, rendant difficile, pour les exécutant, la compréhension de l'objectif à atteindre.

- **Manifestation dans le fonctionnement de l'organisation**

Les manifestations des conflits dans le fonctionnement d'une organisation sont interdépendantes. D'une part, face aux contraintes, une recherche de compromis est faite pour tenter de trouver un état d'équilibre acceptable. D'autre part, le compromis implique une réduction de la satisfaction de certains objectifs, ouvrant de fait la voie aux dérives organisationnelles.

- **Recherche de compromis** : ils sont essentiels pour tenter de trouver des lignes de conduite permettant de satisfaire les contraintes précédemment établies (dans les causes organisationnelles). La solution par compromis étant une solution médiane, elle réduira la satisfaction de certains objectifs et pourra devenir une porte d'entrée aux dérives organisationnelles. L'état d'équilibre que permet d'obtenir un compromis apporte, par effet en retour, un renforcement des décisions visant la productivité, et donc à poursuivre dans le même sens de rentabilisation (causes organisationnelles).
- **Dérives organisationnelles** : elles sont la suite logique des décisions visant la modification de l'organisation du travail ou des caractéristiques

techniques des systèmes. Les répercussions se feront sur la qualité du travail (démotivations du personnel, transgressions des règles et augmentation des petits incidents, qualité de la production, de la maintenance, de l'intervention des sous-traitants en recul...).

- **Conséquences pour l'organisation**

Les conséquences attendues portent sur la qualité et la production. La présence de conflits accentuera les risques liés à ces attentes (dégradation de la production, de la qualité) et un effet en retour est aussi à attendre sur les opérateurs ou le reste du personnel (démotivation, accidents du travail, arrêts maladie). D'autres indicateurs consécutifs aux conflits d'objectifs ont toutefois été identifiés :

- **Manque de moyens ou moyens inadaptés** : les modifications des systèmes de production, de la composition des équipes, de l'organisation du travail, des moyens disponibles ne permettent plus de répondre de la même façon aux situations exceptionnelles (et leur fréquence). Les retombées concernent autant les opérateurs (effectifs, moyens disponibles) que leurs responsables (méthodes de gestion, ressources disponibles).
- **Prises de décision visant le court terme** : elles sont les conséquences des décisions prises en amont visant l'optimisation du rendement ou le rétablissement d'un équilibre économique. Les décisions à court terme sont présentées en tant que conséquences car elles sont comparables aux attentes (résultats relativement certains) présentés par Reason [4] : elles sont prises en fonction du contexte. Plus celui-ci est dégradé, plus les décisions viseront l'obtention d'effets immédiats (ceci s'accroissant avec la pression temporelle).
- **Dérives organisationnelles** : Des dérives peuvent avoir lieu ponctuellement, pour répondre à une situation exceptionnelle, telle l'adaptation d'une organisation aux contraintes qu'elle rencontre. Cela concernera alors le domaine des manifestations. Du point de vue des conséquences, si les dérives se répètent progressivement et régulièrement, elles se normalisent et bénéficient en conséquence d'une tolérance de fait. Cela n'enlève en rien le risque qu'elles peuvent présenter et incitent même la poursuite des décisions qui en sont à l'origine.

5.2.3. Intérêt des indicateurs

L'ensemble de ces indicateurs peut servir de base à l'analyse de situations de travail. L'intérêt de leur prise en compte est de pouvoir éviter que l'analyse ne s'arrête avant l'identification des conflits, en se centrant sur leurs manifestations. Le chapitre suivant présente l'utilisation de ces indicateurs dans une méthode classique d'ergonomie : l'analyse de l'activité.

5.3. Contribution méthodologique

5.3.1. Intégration des indicateurs de conflits d'objectifs dans une méthode d'analyse de l'activité

La méthode que nous proposons se base sur la démarche ergonomique classique de l'analyse de l'activité que nous avons en partie utilisée au cours de notre étude. Cette méthode vise à aider l'ergonome à obtenir une vision aussi complète que possible de l'activité qu'il doit analyser, qui se résume par le schéma de l'analyse de l'activité (voir Figure 4).

La démarche de l'analyse de l'activité se déroule généralement en 4 étapes plus une dernière, destinée à répondre à la demande initiale, thème que nous n'aborderons pas ici. Nous résumons ci-après ces étapes dans leurs grandes lignes (pour une présentation plus complète voir Spérando, 1991) en y intégrant nos outils :

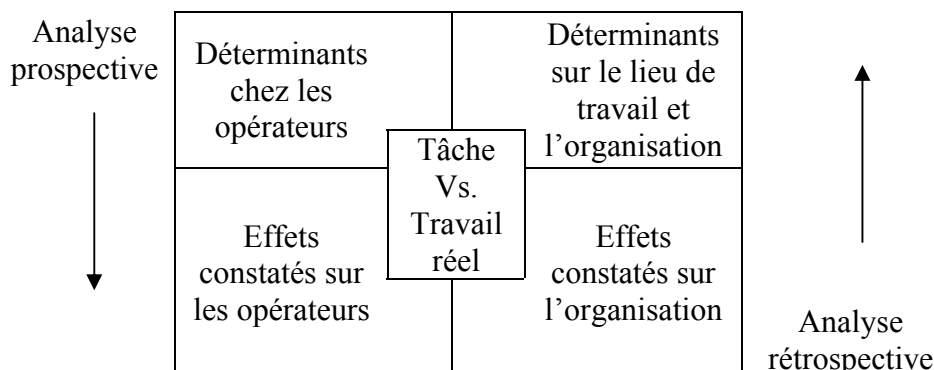
1. **La description de la situation de travail** : elle sert généralement à prendre connaissance de l'activité, à disposer des pré-requis nécessaires pour comprendre les processus et l'activité des opérateurs qui seront observés. Cette première étape se réalise généralement par des entretiens préliminaires, une première visite des installations, un recours à la documentation d'exploitation. Une première représentation de l'activité au travers du schéma de compréhension de l'activité peut être abordée.
2. **L'analyse de la situation de travail** : Elle va être mise en place sur les activités qui présentent soit un intérêt par rapport à la première approche faite précédemment, soit en fonction de la demande du client. Elle peut être directe (comme nous l'avons réalisée pour l'observation de déchargement de matières nucléaires destinées à l'entreposage) ou réalisée dans un contexte expérimental (comme ce fut le cas des études sur les équipes de conduite de SNA).
3. **La formulation d'un pré-diagnostic** : à partir de l'activité observée, le schéma de compréhension de l'activité (Figure 4) est renseigné. Le recours à LEOST sert ici à identifier, au travers de ses 5 dimensions, les aspects organisationnels qui auraient été écartés lors de l'observation ou qui nécessitent d'être abordés pour valider les hypothèses qui seront tirées des observations (hypothèses sur les écarts ou conduites observés).

LEOST servira aussi à identifier les déterminants composant les différentes dimensions qui peuvent présenter des conflits. L'identification des conflits possibles se réalisera à partir des indicateurs comportementaux ou organisationnels qui auront été relevés au cours des observations et qui présenteront des affinités avec ceux de la liste des indicateurs de conflits précédemment présentés. Ces indicateurs pourront servir de base aux hypothèses, en partant :

- soit des observables de l'activité (analyse rétrospective) : à partir des écarts ou des conduites comparables aux items indicateurs de conflits, des

hypothèses seront faites sur la tâche et les déterminants aux origines de ces écarts,

- soit des déterminants (analyse prospective) : à partir des caractéristiques des individus, de la tâche, de l'organisation, on tentera d'identifier les écarts qui se présenteront dans l'activité :



4. Une validation des hypothèses précédemment formulées sera réalisée par des méthodes appropriées (ex : observations ou entretiens complémentaires, expérimentation de situations de travail...). Les causes des conflits feront partie des déterminants. Par exemple, la réduction des écarts qui auront été observés dans l'activité impliquera nécessairement de résoudre les conflits qui en sont la cause.

Cette méthode ne propose pas de solutions *ad hoc* aux conflits d'objectifs observés mais assiste l'intervenant dans l'identification de leurs causes.

5.3.2. Contributions de LEOST aux analyses qualitatives

Le domaine de la qualité possède de nombreux outils d'analyse ou d'aide à la planification. Nous avons pu montrer que la catégorisation proposée dans LEOST recouvrait l'ensemble des domaines organisationnels nécessaires à toute analyse. Employé dans une démarche d'analyse des conflits d'objectifs, il permettrait d'identifier les constituants de chaque niveau organisationnels qui pouvaient entrer en conflits. Un des objectifs de la création de ce modèle, tout au moins de sa catégorisation était de pouvoir disposer d'un outil qui rationalise l'analyse organisationnelle et propose de fait un cadre formaté assurant la prise en compte de toutes les dimensions d'une organisation. Nous proposons ici de récupérer la catégorisation du modèle LEOST et de l'adapter à des méthodes d'analyse qualitatives existantes. La proposition que nous faisons ici est à titre d'exemple, et montre que le modèle développé peut s'adapter à diverses méthodes.

Le diagramme « causes et effets » connu aussi sous d'autres termes⁴⁴ est une méthode d'analyse qualitative dans laquelle les différentes causes d'une erreur sont représentées de façon hiérarchique. L'avantage de cette méthode est de pouvoir énumérer rapidement les causes principales des erreurs, et donc de proposer une vision synthétique rapidement abordable. Elle est un bon complément aux analyses en arbre des causes car elle se centre sur la convergences des causes relatives à chaque niveau d'une organisation dans un incident. Ce regroupement par niveaux organisationnels permet de contextualiser les

⁴⁴ Comme diagramme d'Ishikawa (du nom de son inventeur), méthode des 5M, des 7M, diagramme en arrêt de poisson...

analyses et les solutions à apporter. Cela évite en particulier de chercher à traiter deux causes qui ne relèvent pas du même niveau d'analyse.

Cette méthode comporte une limite dans son apport. L'analyse que permet ce diagramme reste macroscopique. Elle ne permet pas de représenter de relations entre événements clefs comme c'est le cas avec l'arbre des causes. Par exemple, un incident portant sur la surchauffe d'un moteur, qui est la conséquence d'un manque de liquide de refroidissement et d'une lampe témoin défectueuse, ne sera monté clairement qu'à l'aide d'un arbre des causes. En conséquence, il ne faut pas chercher par ce type de méthode le moyen de juger de la fiabilité du système étant donné l'absence de relations logiques.

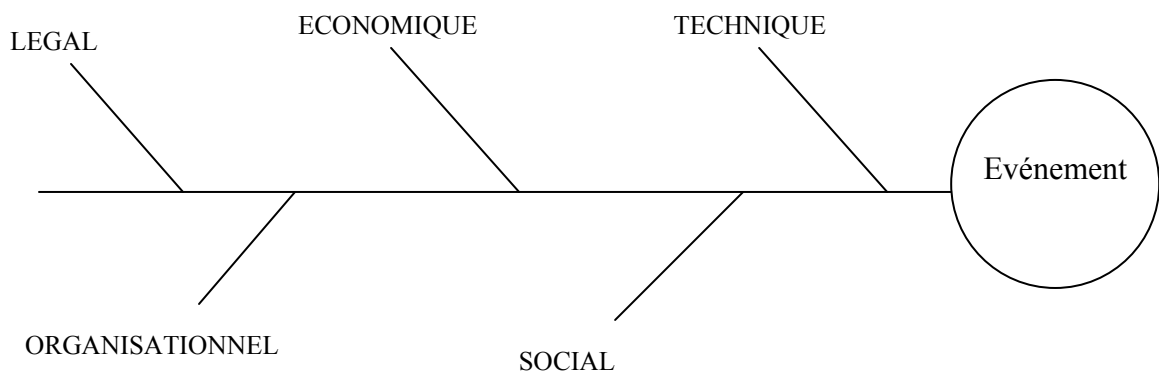


Figure 54 : Adaptation des catégories de LEOST au diagramme d'Ishikawa

5.4. Variabilité des conduites ou co-existence de stratégies ?

Les conduites que nous avons préalablement relevées dans le cadre théorique ont pu être observées dans les résolutions de situations accidentelles ou sur le terrain. Nous soulevons l'hypothèse d'une double logique de gestion des conflits, qui faisait varier les conduites allant de la recherche d'un compromis entre différents objectifs, à la recherche de la satisfaction de l'objectif opérationnel (ou la réduction des contraintes s'exerçant dessus). Les deux conduites s'observaient chez le même individu ou l'une des deux se retrouvait d'un individu à l'autre.

Du point de vue cognitif, un individu peut recourir à plusieurs *méthodes* pour réaliser une action. Mais il est difficilement acceptable que cela s'applique à la coexistence de deux (ou plusieurs) *logiques* soutenant la réalisation d'une action. Il y aurait alors nécessairement une compétition entre ces stratégies. Ceci serait antinomique au principe d'économie cognitive duquel découlent, par exemple, les mécanismes de création de l'expertise.

Toutefois, l'existence de différentes stratégies activées en fonction des facteurs environnementaux et comportementaux peut apporter une réponse à ces observations. Nous avons modélisé avec CATCH, à la suite de nos observations, un premier mécanisme décrivant, par la coexistence de stratégies, les variations de conduites observées chez les opérateurs. La modélisation présentait alors une continuité du comportement évoluant entre deux types de stratégies (§ 4. 2. 5).

Nos observations ont apporté des éléments supplémentaires :

- Les objectifs personnels peuvent s'opposer aux objectifs opérationnels, (mauvaise représentation de la situation, désirabilité sociale),
- L'apparition de conduites en boucles, dans des situations à dynamique rapide, à configuration conflictuelles,
- L'origine de l'adoption d'une logique de gestion par compromis dans une situation conflictuelle.

Outre les mécanismes cognitifs généralement pris en compte dans l'analyse de l'activité, les dimensions conatives⁴⁵ et motivationnelles interviennent aussi dans la définition des conduites ou des stratégies que suivra un individu (Nygren, 1997). Dans le modèle du compromis cognitif, elles appartiennent au système d'intention (objectifs personnels, implicites, explicites...), lequel intervient dans la définition d'objectifs visant la préservation biologique (évitement de la fatigue).

La cognition apparaît comme un régulateur des fonctions affectives et motivationnelles primaires au niveau individuel (Johnson & Raye, 1981) mais aussi comme une instance raisonnée de communication et d'échange au niveau collectif. Réciproquement, les affects et les émotions jouent un rôle important sur la manière dont est orienté le traitement de l'information par l'individu qui ressent l'émotion (Nygren, 1997). De ce fait, il ne peut être écarté d'un modèle humain, la dimension affective et son effet sur la régulation de l'activité. Il apparaît donc nécessaire que notre modèle intègre la dimension affective afin de rendre compte de l'impact de la motivation et des objectifs personnels dans l'activité.

5.4.1. Modélisation de la gestion de l'activité

En nous basant sur la distinction existant entre la supervision de la tâche et sa réalisation au travers de l'activité (Leplat, 1985) nous proposons de regrouper en deux familles, les processus cognitifs qui en ont la charge (Weill-Fassina, Rabardel et Dubois, 1993). Ces deux familles de processus orientent l'activité en fonction de la tâche et des contraintes liées à la réalisation du processus :

- les ***processus décisionnels*** (propres à la tâche) : ils planifient l'activité pour réaliser la tâche à partir des informations collectées et de la représentation occurrente du processus,
- les ***processus opérationnels*** (propres à l'activité) : ce sont des processus de plus bas niveau qui adaptent l'activité au contexte opérationnel de la tâche pour atteindre le but fixé par les processus décisionnels

Nous intégrons dans ces deux groupes de processus ceux en charge de la prise d'information puisqu'ils participent tant au diagnostique qu'au suivi de la réalisation de l'activité (Hoc & Amalberti, 1994).

Les analyses de résolution d'incidents sur simulateurs de sous-marins, nous ont permis d'observer chez des opérateurs des conduites traduisant un état émotionnel :

⁴⁵ « faculté de sentir » spécifique aux dimensions de personnalité et des états émotionnels

- chez les Chefs de Quart, la variabilité de manifestation de l'autorité, la recherche de connivence avec les instructeurs, les attitudes feignant la décontraction vis-à-vis de la gravité d'une situation....
- chez les opérateurs : variabilité des conduites en fonction de l'autorité du Chef de Quart (éviter ou coopérer), recherche de coopération ou d'éloignement avec le Chef de Quart,

Face à une situation incidentelle pour laquelle des objectifs sont clairement identifiés (isoler une pollution), les motivations issues d'objectifs personnels comme la désirabilité sociale modifieront l'attitude et les stratégies (chercher l'origine d'une pollution plutôt que la circonscrire afin de se valoriser vis-à-vis de soi ou des autres).

Les observations de terrain ont également présenté des effets liés au phénomène de désirabilité, lorsque des opérateurs affichaient un zèle notable dans leur activité ou la recherche d'une ascendance sur leurs collègues (montrer qui est le chef, ou le leader). La composante affective ne se limite toutefois pas à ces aspects. D'autres facteurs peuvent intervenir dans les processus décisionnels, comme la confiance, le stress...

En conséquence, la composante émotionnelle, par son impact sur les objectifs individuels montre qu'elle peut moduler l'activité. Cette modulation serait la conséquence de la modification « au vol » de l'attribution des ressources attentionnelles entre d'une part les processus cognitifs en charge de la réalisation de l'activité, et d'autre part, les processus cognitifs dédiés à la gestion d'une situation. Par exemple, les opérateurs entrant dans une activité en boucle présentaient de la difficulté à s'extraire de la tâche pour la considérer sous un autre angle. Dans ce cas, on peut estimer qu'une grande part des ressources attentionnelles aurait été allouée à la régulation du processus et que les ressources restantes auraient été insuffisantes pour soutenir une réflexion à plus haut niveau. C'est une situation similaire à celles que l'on rencontre en psychologie expérimentale, dans les situations de double tâche, qui tentent d'apporter une estimation ou une mesure de la *charge mentale* (Spérando, 1980).

Ainsi, *l'allocation de ressources attentionnelles* aux processus de décision et de réalisation de la tâche sera en partie tributaire des objectifs individuels. En d'autres termes, on peut dire que la gestion d'une tâche ira dans le sens et selon la force de la motivation des objectifs personnels. Les ressources attentionnelles se répartiront donc selon les besoins qu'imposent les caractéristiques d'une situation, mais seront également tributaires des changements induits par la motivation et les affects de l'individu. D'autre part, les processus cognitifs de gestion de l'activité ou d'analyse de la situation verront leur degré d'efficacité varier selon la qualité des heuristiques, les biais et les habiletés existant chez l'individu.

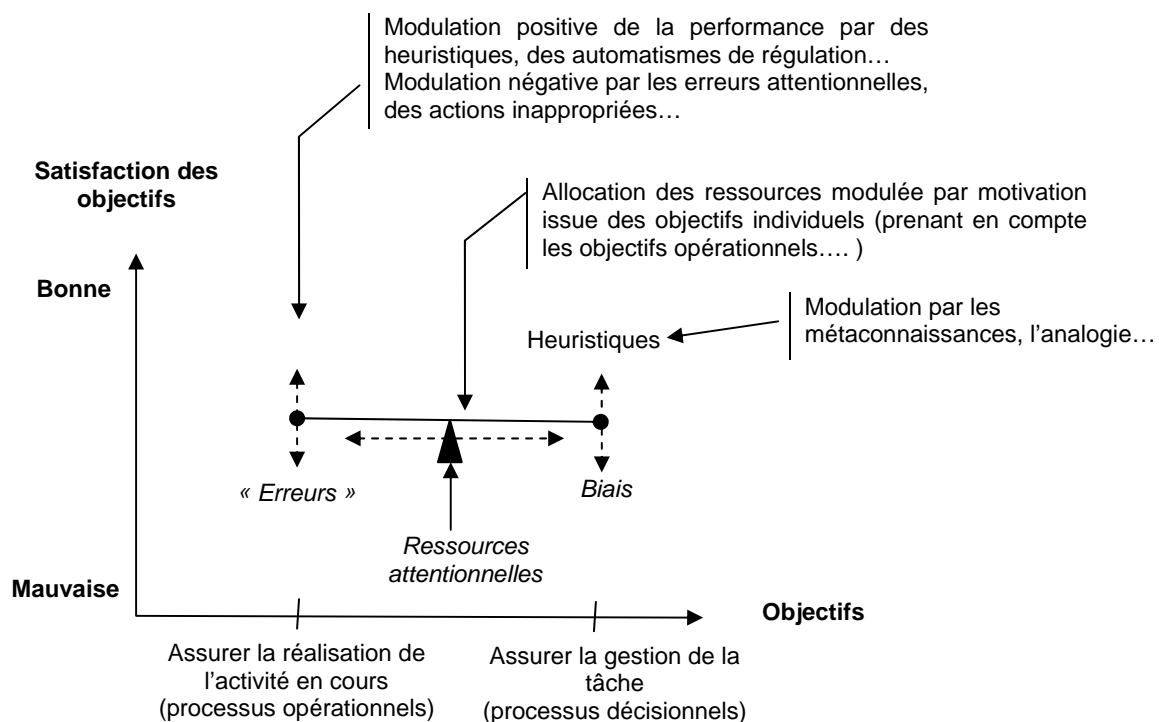


Figure 55 : Modélisation CATCH de la gestion de l'activité
(basé sur le compromis cognitif d'Amalberti, 2001)

Selon la complexité des situations (complexité dans la mise en œuvre ou sa compréhension), la « sous allocation » de ressources à une catégorie de processus au bénéfice d'une autre ne s'accompagnera pas nécessairement d'un échec du respect de son objectif. Par exemple dans le cas d'une situation complexe à appréhender, l'allocation massive de ressources aux processus décisionnels sous-alimentera les processus opérationnels. Une telle situation augmenterait les chances, pour l'opérateur, le risque de perte le contrôle du processus. Contextuellement à cela, les dispositifs techniques ou les outils employés par l'opérateur peuvent s'avérer insuffisants pour le guider dans son activité. Mais même si les ressources attentionnelles destinées à un processus viennent à manquer, l'opérateur restera capable de gérer la situation avec le niveau d'efficacité que lui permet son expérience, en employant des processus cognitifs peu coûteux mais efficaces (comme les automatismes, les heuristiques ou le raisonnement par analogie).

5.5. Prévenir les conflits d'objectifs : une démarche contribuant à réduire les risques

Dans les installations industrielles, la recherche de la réduction des risques approche une limite minimale qu'il semble impossible de réduire, l'expression « d'asymptote du risque » est souvent utilisée à ce sujet (Amalberti, 2001). Cette recherche de réduction des risques

demande une mobilisation de moyens importants, et parfois lourds à mettre en œuvre. Cela commence lors des études préliminaires à la conception d'un système, puis durant la réalisation et enfin pendant l'exploitation. Dans toutes ces phases, des démarches préventives ou correctives sont réalisées pour réduire la probabilité d'occurrence du risque. Toutes ces démarches ont permis d'apporter aux industries à risques, en particulier dans le domaine nucléaire, les niveaux d'efficacité et de sûreté qu'on leur connaît. Toutefois, aucune d'entre elles ne prend réellement en compte les risques liés aux conflits d'objectifs. Or une telle approche apporterait une amélioration significative dans la recherche de la prévention des risques.

5.5.1. Remonter aux causes des conflits pour réduire le risque, mais à quel risque ?

Nos observations ont montré que les conflits d'objectifs étaient nombreux, très variés dans leurs manifestations et leurs conséquences, mais pouvaient être regroupés dans un petit nombre de catégories. Agir sur les *catégories* de causes possibles (indicateurs de causes de conflits présentés précédemment) peut réduire de façon importante les manifestations. En ce sens, s'intéresser à la réduction des causes de conflits d'objectifs revient à appliquer une démarche qualitative. Etant donné le rapport entre les causes et les effets, l'application d'une démarche basée sur la loi de Pareto⁴⁶ réduirait fortement la probabilité de risques liés aux conflits. Cependant, la démarche reste compliquée à mettre en œuvre, à cause de la complexité d'identification des conflits.

En réponse à un accident ou un incident, nous avons constaté qu'il est toujours fait en sorte d'y appliquer en réponse, des corrections se centrant sur les *conséquences* visibles de l'événement, à la façon d'un médicament qui traiterait le symptôme et non la cause. L'exemple de l'incident sodium auquel nous avons participé dans les analyses et les réunions est illustratif à ce sujet. Les solutions envisagées portaient sur le procédé, sur la réglementation ou encore les procédures. Le problème était abordé de façon périphérique, c'est-à-dire qu'il ciblait les causes techniques, voire sociotechniques (respect des règles) mais ne portait aucunement sur les causes organisationnelles qui avaient conduit à l'accident. Autre exemple intéressant, le Bilan de Sûreté du CEA présente un état des lieux des incidents survenus sur plusieurs années. Il aborde l'aspect humain et organisationnel, présente pour chacun d'eux une répartition des incidents, mais les analyses des causes s'arrêtent bien souvent sur la partie visible des incidents. Bien évidemment, les aspects touchant au non-respect des règles, aux défaillances techniques, à la co-activité, etc. sont abordés, et permettent de corriger la majeure partie des causes périphériques. Mais ils ne remontent pas aux causes pourtant conflictuelles. La catégorisation que nous avons proposé doit permettre d'approfondir ces analyses. Mais ici encore, la résolution ou l'évitement des conflits n'est pas pour autant atteint.

Les conflits sont profondément ancrés dans l'homme et l'organisation. L'organisation est issue de l'homme et hérite (et subit) à ce sujet de ses limitations. Chez l'homme, les conflits tiennent à la limitation cognitive, aux nombreux paramètres de variabilité, aux intérêts imprévisibles qui le motivent souvent à l'encontre de son activité. Les

⁴⁶ Wilfredo PARETO (1848-1923) a montré que dans une large majorité des situations, un petit nombre de facteurs a une influence majeure sur les résultats. C'est la loi dite de Pareto des 80-20, où 20% des facteurs expliquent 80% des résultats. Cette répartition inégale se retrouve souvent et permet de distinguer les problèmes importants de ceux qui le sont moins. Ceci a pour but de choisir les actions prioritaires à effectuer et donc de concentrer son attention sur les phénomènes importants à résoudre.

organisations sont composées d'hommes possédant tous les limitations que nous venons de citer. A cela s'ajoutent les luttes pour le pouvoir, les conflits d'intérêts, la limitation du raisonnement causal sur les actions ou les décisions prises. Tous ces éléments interviennent dans les processus de conception de systèmes. Ainsi, les systèmes qu'utiliseront par la suite des opérateurs sont conçus sur les bases de conflits d'objectifs, de recherche de compromis entre temps et argent, de maîtrise et réduction des coûts dans le déroulement de projets qui demandent toujours en fin de conception des efforts supplémentaires. L'exploitation des systèmes et le fonctionnement des organisations vont ensuite présenter des configurations conflictuelles, des dérives avec lesquelles les opérateurs devront composer pour maintenir le cap qui leur est fixé. Tous ces éléments participent à la création, au développement et la pérennisation de « zones de flou » (erreurs latentes, conflits potentiels), heureusement compensées par des adaptations tenant de la même logique.

Cependant, l'évitement de situations conflictuelles risque de nous pousser dans une voie elle aussi conflictuelle. En effet, toute activité humaine procède d'une certaine « virtuosité ». Comme il l'a été précédemment observé dans la comparaison d'opérateurs experts et novices sur un même système, la productivité et la gestion optimale ne sont réalisées que par les experts (cf. Cazamian, 1969 ; Grosjean & Terrier, 1998 ; Noulain, 2002). L'expérience tient à la connaissance des limites de fonctionnement d'un système (Amalberti, 2001) . Le test de la perte de refroidissement de la pompe primaire a bien montré le risque du manque de connaissance des limites physiques d'un système. Si des opérateurs doivent être placés aux commandes d'un système, et qu'ils ne peuvent en connaître les limites, comment créeront-ils leur expérience, d'autant plus qu'elle s'acquiert en grande partie par l'erreur ? Cette question s'attache à la pratique qui avait été constatée chez les opérateurs EDF lorsqu'ils dépassaient volontairement des limites d'insertion des groupes d'absorbants dans le cœur du réacteur. Les opérateurs faisaient cela sciemment, pour des raisons de souplesse de conduite. On comprend bien évidemment la position des autorités de sûreté pour éviter que de telles pratiques perdurent. Toutefois, cette pratique leur assurait une simplification de la conduite et une limitation de rejets d'effluents. Ainsi, si les conflits doivent être écartés, c'est en premier lieu par la conception des systèmes futurs qu'il faut commencer, en prenant en compte les besoins des opérateurs d'un point de vue qui soit cohérent avec leur activité ainsi qu'à la tâche.

5.6. Perspectives de recherche

Les conclusions de cette recherche tendent à montrer que toute tentative de réduction des conflits d'objectifs pour un système donné ne peut raisonnablement pas se faire sans en disposer d'une vision globale, et de mener une action du même type. Ce constat semble pessimiste lorsque l'on connaît la complexité relative à la conception de tout système industriel un peu complexe. Les luttes de pouvoir entre décideurs et corps de métier, les problèmes de circulation de l'information, les contraintes temporelles et budgétaires, etc., sont autant de freins et de facteurs favorisation les conflits d'objectifs organisationnels et opérationnels.

5.6.1. Renversements de conduites et dualités décisionnelles

Selon le contexte, un même individu peut être amené à modifier ses choix (Schmeltzer, 2001). Les raisons sont ici bien souvent cognitives et tiennent de l'habillage ou encore des effets de présentation (effets d'ordres). Au cours d'une activité, les variations possibles dans la stratégie de gestion d'une situation opérationnelle (recherche de compromis ou réduction des contraintes) découleraient, selon nous, d'un arbitrage motivationnel, opposant cognition à conation.

Différentes recherches soulignent l'existence d'une dualité entre cognition et conation. Les recherches en psychologie sur le framing (Nygren, 1997), ou en neurosciences (Drevets & Raichle, 1998) montrent qu'une même situation peut être estimée différemment par un même individu, s'il lui est demandé de donner son avis soit sur la base d'une déduction logique soit sur son ressenti. De même, les stratégies élaborées dans la planification d'une tâche ne sont plus les mêmes selon que le mode d'évaluation (Nygren, 1997).

Ces constats nous amènent donc à penser qu'une nouvelle planification au cours de l'action, basée sur un autre mode de raisonnement, peut expliquer notre hypothèse de modification de l'allocation des ressources entre réalisation et compréhension. Plus encore, la co-existence de différents modes de raisonnement et la question de leur inhibition réciproque pose la question des critères à employer dans la définition et la conception de systèmes que des hommes devront conduire, ou encore les méthodes d'apprentissage à retenir pour les formations. Ceci ne veut pas dire que la conation ou plus simplement les émotions présentent une source de défaillances pour la cognition, le cas de Phinéas Gage (Damasio & Brabowski, 1994) montre d'ailleurs que sans émotion, la prise de décision perd en rationalité.

La thématique de recherche qui se dégage ici pose la question des causes de la variabilité dans la prise de décision, et des conduites à risques qu'elles peuvent présenter. C'est ici un terrain qui incite la confrontation d'approches pluridisciplinaires comme la psychologie, les neuro-sciences, la modélisation informatique...

5.6.2. De la naturalisation des systèmes à la naturalisation de l'environnement de travail

Une orientation importante se présente sur la thématique de la perception des conflits au sein de l'activité humaine. Il ne s'agit pas ici obligatoirement de parler de la conduite de systèmes complexes, mais de toute activité, prenant en compte les aspects organisationnels comme la gestion des équipes, voire du climat de travail.

Actuellement, l'identification des objectifs et des conflits les opposants, se fait *a posteriori*. C'est après coup, lors de débriefings ou d'analyses de cas qu'il est possible d'identifier ces situations. Toutes les activités ne peuvent se dérouler avec des interfaces ou des systèmes répondant à tous les besoins de l'activité. Les opérateurs de maintenance, sur le terrain, n'ont pratiquement jamais recours à un support pour guider leurs actions. L'activité se réalise grâce à l'expérience, et la solidarité technique concertée entre opérateurs et superviseurs.

La maîtrise des conflits d'objectifs dans toute activité peut passer par un support documentaire ou technique (configuration d'un dispositif). Mais il ne peut être écarté que tôt ou tard, les contraintes non prises en compte dans un mode opératoire ou un dispositif inciteront leurs utilisateurs à trouver des raccourcis, ouvrant ainsi la voie à de possibles conflits d'objectifs. Ce constat ouvre alors des perspectives de recherches relevant de la naturalisation de l'environnement de travail, c'est-à-dire d'une intégration profonde des facteurs humains dans la conception de systèmes techniques et organisationnels.

6. BIBLIOGRAPHIE

- Abramovici (1998). Accidents Industriels : l'impossible mise en cause de l'organisation ?, *Préventique Sécurité*, vol. 39, pp. 64-73.
- AIEA (1991). *Culture de sûreté*. Rapport du groupe consultatif international pour la sûreté nucléaire, Agence Internationale de l'Energie Atomique (AIEA). – VIENNE. Collection Sécurité n° 75.
- Alengry, P. (1989). *Analyse du travail de pilotage d'une centrale nucléaire (II). : les classes de situation*. Rapport INRIA, Février 1989.
- Allais, M. (1953). Le comportement de l'homme rationnel devant le risque : critique des postulats et axiomes de l'école américaine. *Econometrica*, 21, 502-546.
- Amalberti, R. (2001). La conduite des systèmes à risques (2^{eme} ed.). Paris : P. U. F. (ouvrage original publié en 1996).
- Amalberti, R. (1996). Intérêt et limites des systèmes d'aides à la décision. *L'armement*, 53, pp. 77-81.
- Amalberti R. (1997). L'impossible pari de la sécurité des systèmes ultra-sûrs, *actes du Séminaire du Programme Risques Collectifs et Situations de Crise*, CNRS, n° 9, 6 Novembre 1997, pp. 115-140.
- Amalberti R. (1998). Dysfonctionnements des systèmes et dysfonctionnements de la cognition, *Revue Générale Nucléaire*, 1998, n° 1, pp. 55-62.
- Amaldi, P. (1999). *Le rôle d'un modèle du diagnostic dans l'évaluation d'un système d'aide à la décision dans le contrôle aérien : le cas d'ERATO*. Thèse, Université de Toulouse-le-Mirail, Toulouse.
- Andorre, V., Quéinnec, Y. (1996). La prise de poste en salle de contrôle de processus continu : approche chronopsychologique, *Le Travail Humain*, 59, 4, Pp. 335-354.
- Andurand, R. (2002). Accident de Tokai-Mura, 30 septembre 1999, *Les cahiers de Préventique « Les grands Accidents Industriels »*, Editions Préventique, Bordeaux, 3, 97-110
- Atkinson, J. W., & Reitman, W. R. (1956). Performance as a function of motive strength and expectancy of goal attainment. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 53, 361-366.
- Bainbridge, L. (1981). Le contrôleur de processus. *Bulletin de Psychologie*, 34, 813-831.
- Barlett, F. (1932). *Remembering : A study in Experimental and Social Psychology*, Cambridge, Cambridge University Press.

- Bazet, I., Terssac, (de), G., Erschler, J. (1998). La gestion de contraintes : conflits et combinaisons de règles, Actes du colloque « *Recherche et Ergonomie* », Toulouse, Février 1998.
- Beach, L. R. (1993). Image theory : Personal and organizational decision. In G. A. Klein, J. R. Orasanu, R. Calderwood, et C. E. Zambock (Eds.), *Decision making in action : Models and methods*. Northwood, N. J. : Ablex Publishing Co. pp. 148-157.
- Benchekroun, H., Bourgeois, F., Hubault, F. (2002). Comment aider l'encadrement de proximité à faire des arbitrages face à des situations à risques ? Actes du 37^e congrès de la SELF d'Aix en Provence "*Les évolutions de la prescription*", pp. 376-384. Greact Ed.
- Bourrier, M. (1999). Le nucléaire à l'épreuve de l'organisation. *Le Travail Humain*, Paris : PUF
- Bourrier, M. (1996a). *Une analyse stratégique de la fiabilité organisationnelle. Organisation des activités de maintenance dans quatre centrales nucléaires en France et aux Etats Unis. Tome 1*. Thèse de doctorat. Institut d'Etudes Politiques de Paris.
- Bourrier, M. (1996b). *Une analyse stratégique de la fiabilité organisationnelle. Organisation des activités de maintenance dans quatre centrales nucléaires en France et aux Etats Unis. Tome 2*. Thèse de doctorat. Institut d'Etudes Politiques de Paris.
- Britton, B., K., Graesser, A., C. (1996)., *Models of understanding text*. Mahwah, NJ : Erlbaum.
- Butera F. & Mugny G. (1995). Biais de confirmation, infirmation et influence sociale. In : E. Drozda-Senkowska (Ed.), *Les irrationalités collectives* (pp. 245-264). Neuchâtel, Paris : Delachaux et Niestlé
- Cazamian, P. (1969). Aspects psychologiques et psychosociologiques de la sécurité industrielle, *La Scuola in Azione*, 86-102.
- CEA DSNQ (2002). *Le bilan de la Sûreté des installations nucléaires du CEA de 1999 à 2001*, rapport interne de la Direction de la Sûreté Nucléaire et de la Qualité, Commissariat à L'Energie Atomique.
- Chapus, C. (1998). L'Observatoire Sûreté Disponibilité. In C'est arrivé dans les centrales, 44.
- Cialdini, R. (1988). Influence, science and practice. Glenview, IL : Scott, Foresman/Little, Brown.

- Combe, C. (2001). Contribution à l'étude de la complexité du système mnésique humain, approche multidimensionnelle des relations entre mémoire et métamémoire. Thèse, Université Lumière Lyon 2, Lyon.
- Crozier, M. (1983). La rationalité du décideur du point de vue du sociologue. *in B. ROY (Ed.), La décision, ses disciplines, ses acteurs*. Lyon : P. U. L., pp. 29-44.
- Damasio, H., T. Brabowski, et al. (1994). " The return of Phineas Gage : Clues about the brain from the skull of a famous patient. " *Science* 264 : 1102-1105.
- Davies, D., R., Parasuraman, R. (1984). Time of day, memory load and vigilance performance. In Mital, A. (Ed.), *Trends in Ergonomics/Human Factors I* (pp. 9-14). New York : Elsevier Science Publishers.
- Debroise, X. (2002). *L'approche par objectifs en conduite de réacteur nucléaire*. Rapport de DESS d'Ergonomie non publié, Institut de Psychologie, Université Paris 5.
- Dejours, C. (1996). Prescription, transgression et souffrance dans le travail. *In* Girin, J., Grosjean, M. *La transgression des règles au travail*, l'Harmattan, Paris. Pp. 107-118.
- Deligeorges, S. (2000). Les canards ne dorment que d'un oeil. *In La Recherche, Hors série n°3 "Le sommeil et le rêve"*. P. 28
- Didelot, A., Fadier, E. (2002). Intégration de la sécurité dans le processus de conception. *In Performances*, 4, pp 21-38.
- Dodier, N. (1996). Ce que provoquent les infractions. *In* Girin, J. & Grosjean, M. (Eds.) *La transgression des règles au travail*, (pp. 11-37). L'Harmattan, Coll. Langage et Travail.
- Doniol-Shaw, G. (1996). Les potentialités de conflit entre la sécurité et les finalités de l'entreprise, *in* Llory M. et Heintz JG., *Les facteurs Humains et la prévention des risques technologiques. Erreur humaine et pathologie des organisations*. Rapport final. Collège de la Prévention des risques Technologiques à l'Institut du Travail Humain. Ministère de l'Environnement, Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques.
- Donnadieu, G., Layole, J. (1995). Essai d'interprétation systémique e la régulation sociale dans une organisation. *In Actes du colloque GREGOR, avril 1995*, IAE de Paris, Université Paris I, Panthéon- Sorbonne.
- Drevets, W. C. and M. E. Raichle (1998). " Reciprocal suppression of regional cerebral blood flow during emotional versus higher cognitive processes : implications for interactions between emotion and cognition. " *Cognition and Emotion* 12 : 353-385.
- Dreze, J. H. (1979)., "La prise de décision en situation d'incertitude", *L'Actualité économique*, 55, pp. 129-150.

- Ehrlich, M. -F, Tardieu, H., Cavaza, M. (1993). *Les modèles mentaux. Approche cognitive des représentations*. Paris : MASSON (Ed.).
- Ellsberg, D. (1961). Risk, ambiguity, and the Savage axioms. *Quarterly Journal of Economics*, 75, 643-669.
- Faverge J. -M. (1966). L'analyse du travail en termes de régulation, *in* Faverge et al. (Eds.). *L'ergonomie des processus industriels*, Université Libre de Bruxelles, 33-60.
- Faverge J. -M. (1970). L'homme agent d'infirmité et de fiabilité des processus industriels. *Ergonomics*, 1970, 13, 3, pp. 300-327.
- Festinger, L. (1957). *A theory of cognitive dissonance*. Evanston : Row, Peterson.
- Fiske, S. T., & Taylor, S. E. (1984). *Social cognition*. New York : Random House.
- Flanagan, J. C. (1954). La technique de l'incident critique, *Revue de Psychologie appliquée*, 166-185, 268-295.
- Freud, S. (1996). *La naissance de la psychanalyse*, (A. Berman, Trad.). Paris : PUF. (Edition originale, 1956)
- Fromaigeat, D., Wennubst, G. (2000). *Souffrance psychologique au travail*. OCIRT, Genève.
- Garza (De la), C. (2000). *Modalités d'intégration de la sécurité dans une activité de conception : l'exemple d'une rotative*. Rapport d'état d'avancement Projet PROSPER n°4.
- Garza (De la), C. (2002). *Intégration de la prévention dès la conception*. Compte rendu de réunion du 31/01/02 – INRS Centre de Lorraine, Paris.
- Guérin, F., Laville, A., Daniellou, F., Duraffourg, J., & Kerguelen, A. (1997). *Comprendre le travail pour le transformer. La pratique de l'ergonomie*. ANACT, Collection Outils et Méthodes.
- Gibson, J., J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Houghton Mifflin, Boston.
- Gibson, J., J. (1966). *The senses considered as perceptual systems*. Houghton Mifflin, Boston.
- Girin, J., Grosjean, M. (1996) *La transgression des règles au travail*, l'Harmattan, Paris.
- Grosjean, V., Terrier, P. (1998). Quel type d'expérimentation pour étudier l'activité future, Actes du colloque « Recherche et Ergonomie », Toulouse, Février 1998.
- Guillermain, H., Mazet, C. (1993). *Tolérance aux erreurs, sur-fiabilité humaine et sûreté de fonctionnement des systèmes sociotechniques*. Rapport LAAS n°93418. Paris : CNRS.

- Guillermain, H., Salazar-Ferrer, P. (1998). Contribution à l'identification des risques facteurs humains dans la conduite des processus à haut niveau de sûreté de fonctionnement, in *Sécurité et Cognition*, Hermès.
- Hart, S. G. & Staveland, L. E. (1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index). : Results of Empirical and Theoretical Research. In P. A. Hancock and N. Meshkati (Eds.), *Human Mental Workload* (p. 139-185). Amsterdam, The Netherlands : North Holland Press.
- Herbst, P. G. (1974). *Social-technical design*. Tavistock Publication : Londres.
- Hoc, J. M., & Amalberti, R. (1994). Diagnostic et prise de décision dans les situations dynamiques. *Psychologie Française*, 39, 177-192.
- Hogarth, R. (1987). *Judgement and Choice*, Chichester : Wiley.
- Hsee, C. K., Loewenstein, G. F., Blount, S., & Bazerman, M. H. (1999). Preference reversals between joint and separate evaluations of options : a review and theoretical analysis. *Psychological Bulletin* 125, 576-590
- Jacomy, B. (2002). *L'age du plip. Chroniques de l'innovation technique*. Collection « Science ouverte ». Paris : Seuil.
- Jerusalem, M., & Schwarzer, R. (1992). Self-efficacy as a resource factor in stress appraisal processes. In R. Schwarzer (Ed.), *Self-efficacy : Thought control of action* (pp. 195-213). Washington, DC : Hemisphere.
- Johnson-Laird, P. N. (1988). Modèles mentaux en science cognitive. *Bulletin de Psychologie*, Tome XLI, n°383 (Traduction du texte de 1980, Mental Models in Cognitive Science, *Cognitive Science*, 4, 71-115).
- Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental models : Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Jouanneaux, M. (1999). *Le pilote est toujours devant, Reconnaissance de l'activité du pilote de ligne*. Octarès, Toulouse.
- Joule, R. -V., Beauvois, J. -L (1987). *Petit traité de manipulation à l'usage des honnêtes gens*, Grenoble, PUG.
- Journé, B. (2000). *Les organisations complexes à risques : gérer la sûreté par les ressources - Etude de situations de conduite de centrales nucléaires*, Thèse de doctorat, Ecole Polytechnique.
- Kahneman, D., & Tversky, A. (1979). Prospect theory : an analysis of decision under risk. *Econometrica*, 47, 263-291.
- Kellogg, R. T. (1998). Un modèle de la mémoire de travail dans la rédaction. In A. Piolat & A. Pelissier (Eds.), *La rédaction de texte. Approche cognitive*, Lausanne : Delachaux et Niestlé.

- Keyser, (De). V. (2002)., *Qui a peur de l'erreur humaine ?*, Labor Ed. Coll. La Noria.
- Kintsch, W., van Dijk, (1978). Toward a model of text comprehension and production. *Psychological Review*, 85, 363-394.
- Kintsch, W. (1988). The role of knowledge in discourse comprehension : A construction-integration model, *Psychological Review*, 95, 163-182.
- Klein, G., A., Calderwood, R., & Clinton-Cirocco, A. (1986). Rapid Decision Making on the fire ground. *Proceedings of the Human Factor Society 30th Annual Meeting*, 1, 576-580.
- Klein, G., A. (1993). A Recognition Primed Decision (RPD). Model of Rapid Decision Making, in *Decision Making in Action : models and methods*, Klein, Orasanu, Calderwood, Zsombok Eds).
- Leplat J., Savoyant A. (1983). Ordonnancement et coordination des actions dans les travaux individuels et collectives, *Bulletin de Psychologie*, 37, 364, 271-278.
- Leplat, J. (1985). *Erreur humaine, fiabilité humaine dans le travail*. Paris : Armand Colin, Collection U.
- Leplat, J, de Terssac, G. (1991). *Les facteurs humains de la fiabilité dans les systèmes complexes*, Toulouse : Octarès.
- Leplat, J. (1997). *Regard sur l'activité en situation de travail. Contribution à la psychologie ergonomique*. Paris : PUF Coll : Le Travail Humain
- Lewin, K. (1935). Environmental forces in child behaviour and developpement. In (Ed). Lewin, K. *A dynamic theory of personality : Selected papers*. New York : Mc Graw-Hill, 66-113.
- Lewin, K. (1947). Group decision and social change in (Eds). Newcomb, T. & Hartley, E., *Readings in social psychology*, New York, Holt.
- Libmann, J. (1996a). L'accident de Three Mile Island, in *Eléments de sûreté Nucléaire*, Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire Ed., Les Editions de Physique, Les Ulis, 183-196.
- Libmann, J. (1996b). L'accident de Tchernobyl, in *Eléments de sûreté Nucléaire*, Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire Ed., Les Editions de Physique, Les Ulis, 305-334.
- Libmann, J. (1996c). L'approche par états, in *Eléments de sûreté Nucléaire*, Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire Ed., Les Editions de Physique, Les Ulis, 197-204.
- Lighthall, F. (1991). *Launching the Space Shuttle Challenger : Disciplinary Deficiencies in the Analysis of Engineering Data*, IEEE Transactions on Engineering Management.

- Llory, M. (1997). Accidents Industriels : le coût du silence. Opérateurs privés de parole et cadres introuvables. L'Harmattan, Paris.
- Llory, M., Dien, Y., Montmayeul, R. (2002). Les accidents organisationnels. Le cas de l'accident de criticité de Tokaï-Mura. *Performances*, 6, pp. 29-37.
- Locke, E. A. (1968). Toward a theory of task motivation and incentives, *Organizational Behavior and Human Performance*, vol. 3, n°2, p. 157-189.
- Locke, E. A., Shaw, K. N., Saari, L. M. et Latham, G. P. (1981). Goal setting and task performance : 1969-1980, *Psychological Bulletin*, vol. 90, n°1, 125-152.
- Locke, E. A., & Latham, G. P. (1990). *A theory of goal setting and task performance*. Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall.
- Maïs, C. (1988). Pour des systèmes d'aide à la réalisation de procédures sous-optimales. *Actes du colloque Ergo /IA '88*, Biarritz, 4-6 Octobre 1988, France, pp. 174-187.
- March, J., G., Simon, H., A. (1971). *Les organisations*, Dunod : Paris.
- Maslow, A. (1972). *Vers une psychologie de l'être*. Fayard.
- Mazeau, M. (1993). L'homme, agent de fiabilité faillible. *Performances Humaines & Techniques*, 66, 24-29.
- Metge, S. (1996). *Êtes-vous sûr de la sûreté de fonctionnement de votre système ? Pas si sûr !*. Note Technique du CENA (CENA/NT96-623/SdF).
- Mispelblom, F. (1999). Au-delà de la qualité, démarches qualité, conditions de travail et politiques du bonheur. Coll. Alternatives Economiques, SYROS Ed.
- Montgomery, H. (1983). Decision rules and the search for a dominance structure : towards a process model of decision-making. In P. C. Humphreys, O. Svenson, & A. Vari (Eds.), *Analyzing and aiding decision processes* (pp. 343-369). Amsterdam : North-Holland.
- Montmollin, M. (1995, 1996). *Vocabulaire de l'Ergonomie*. Ed. Octarès : Toulouse.
- Moore, M. (2004). *Dégraissez-moi ça !* 10/18 Ed : Paris.
- Moray N., Rotenberg, J. (1989). Fault management in process control : eye movements and action. *Ergonomics*, 32, 1319-1342.
- Morel, C. (2002). *Les décisions absurdes*. Gallimard, Paris.
- Mortureux, Y. (2001). La sûreté de fonctionnement : méthodes pour maîtriser les risques. *Techniques de l'ingénieur*, Consultable sur Internet : <http://www.techniques-ingenieur.fr/affichage/DispIntro.asp?nGcmid=AG4670>

- Neumann, J. von-, & Morgenstern, O. (1944). *Theory of Games and Economic Behavior*. 1953 edition, Princeton, NJ : Princeton University Press.
- Newell A., Simon H. A., 1972, *Human problem solving*, Englewood Cliffs, N. J., Erlbaum.
- Noulin, M. (2002). *Ergonomie*, Toulouse : Octarès Ed.
- Nygren, T. E. (1997). Framing of task perforamnce strategies : Effects on performance in a multiattribute dynamic decision making environment. In *Human Factors*, 39(3)., 425-437.
- Oakhill, J. V. (1986). Effects of time of day and information importance on adult's memory for a short story. *Quarterly Journal of Exeprimental Psychology*, 384, 419-430.
- Ombredane, A., & Faverge, J. -M., (1955). *L'analyse du travail*. Paris : PUF.
- Papin B. (2000). : Les approches fonctionnelles : une nouvelle vision de la conduite des réacteurs nucléaires. Article scientifique et technique, CEA, Edition 2000.
- Papin, B. (2002). Méthodologie de facteurs humains a la conception : articulation entre l'analyse fonctionnelle et l'analyse d'activité. Note Technique interne CEA, communication personnelle.
- Papin B. (2004). Prise en compte des risques facteurs humains dans les choix de conception. Actes du Colloque « Lambda Mu 14 » IMDR – SDF .
- Passerault, J. M., Alamargot, D., Dansac, C., et Lambert, E. (1996). La production écrite : Approche de la psychologie cognitive. *Revue de Psychologie de l'éducation* 1(2)., 173-192.
- Perrow C. (1984). *Normal Accidents : Living with High Risk Technologies*, New York, Basic Books.
- Poirot-Delpech, S., L. (1996). Règles prescrites et règles auto-instituées dans le contrôle du trafic aérien. In Girin, J. & Grosjean, M. (Eds.) *La transgression des règles au travail*, (pp. 11-37). L'Harmattan, Coll. Langage et Travail.
- Rabardel P., Carlin N., Chesnais M., Lang, N., Le Joliff, G., Pascal, M. (1998, 2002). *Ergonomie : concepts et méthodes*. Toulouse : OCTARES.
- Rasmussen, J. (1997). Risk Management in a Dynamic Society : a modeling problem. *Safety Science*, vol. 27, n°2/3, 183-213
- Rasmussen J. (1993). Deciding and Doing : Decision Making in Natural Contexts. In Klein G, Orasanu J, Calderwood R, Zsombok C, ed. s, *Decision Making in Action : Models and Methods*. Norwood, NJ : Ablex

- Rasmussen, J. (1986). Information processing and human machine interaction : an approach to cognitive engineering. Amsterdam : North Holland.
- Raufaste, E., Hilton, D. (1999). Les mécanismes de la décision face au risque, *Risques*, 39, 79-86.
- Raufaste, E. (2001)., Les mécanismes cognitifs du diagnostic médical, Coll Sciences humaines, PUF.
- Ray, C., Lindop, J., Gibson, S. (1982), The concept of coping, *Psychological Medecine*, 12, 385-395.
- Reason, J. (1993). *L'erreur humaine* (J. M. Hoc, Trad.). Paris : PUF. (Édition originale, 1990).
- Reason (1997). *Managing the risk of organizational accidents*, Aldershot (GB). Ashgate Publishing Limited.
- Reynaud, J.-D. (1988). Les régulations dans les organisations : régulation de contrôle et régulation autonome. *Revue Française de Sociologie*, 29, 5-18.
- Richard, J.-F. (1990). *Les activités mentales*. Armand Colin Ed. Paris.
- Roche, B. (2003). Sûreté nucléaire et compétitivité. *Dossier « Sûreté et compétitivité », Autorité de Sureté Nucléaire – ASN*, consultable sur internet : http://www.asn.gov.fr/publications/dossiers/c150/Dossier_150.pdf
- Rochlin G., La Porte T., Roberts K. (1987). The Self Designing High-Reliability Organization : Aircraft Carrier Flight Operations at Sea, *Naval War College Review*, (Autumn 1987)., 76-90.
- Rogers, W. P. (1986). Report of the Presidential Commission on the Space Shuttle Challenger Accident, Whashington D. C. : Etats Unis.
- Salazar-Ferrer, P., Guillermain, H. (1996a). Rapport OSCAR-SNA. L'activité de conduite de la chaufferie en situation incidentelle : incidents sur la physico-chimie du circuit secondaire. Document interne TECHNICATOME, Communication Personnelle.
- Salazar-Ferrer, P., Guillermain, H. (1996b). Rapport OSCAR-SNA - L'activité de conduite de la chaufferie en situation incidentelle : incidents sur le pompage primaire. Document interne TECHNICATOME, Communication Personnelle.
- Salazar-Ferrer, P. (1999). Le raisonnement causal dans la modélisation de l'activité des opérateurs de chaufferie nucléaire navale, Thèse de doctorat de l'Université de Provence, Aix-en-Provence.
- Salazar-Ferrer, P., Guillermain, H. (1999). Contribution à l'identification des risques facteurs humains dans la conduite des processus à haut niveau de sûreté de fonctionnement. In Gnascia, J. -B. (Ed.). *Sécurité et cognition*, Hermes, Paris.

- Samson L. (2002). Approche systémique des facteurs humains dans l'entreprise, Techniques de l'Ingénieur, Ref. AG1520, Vol AG.
- Shapira, Z. (1995). *Risk Taking : A Managerial Perspective*. New York : Russell Sage Foundation.
- Shank, R. C. & Abelson, R. (1977). Scripts, plans, goals and understanding. Hillsdale NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Schank, R. (1982). *Dynamic memory : a theory of reminding and learning in computers and people*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Schmeltzer, C. (2002). *Apparition et disparition du renversement de préférence : effet du mode d'évaluation*. Thèse de Doctorat, Université de Provence.
- Sebillotte, S. (1982). *Les processus de diagnostic au cours du déroulement de la grossesse*, Thèse de Psychologie, Université Paris V.
- Simon, H., A. (1956)., Rational choice and the structure of the environnement, *Psychological Review*, 63, pp. 129-138.
- Simon, H., A. (1957). *Model of Man*, Wiley, NY.
- Simon, H., A. (1983)., *Reason in Human Affairs*, Basil Blackwell, London.
- Spérandio, J-C. (1980). La psychologie en ergonomie, PUF Le psychologue.
- Sperandio, J. -C. (1991) Les méthodes d'analyse du travail en psychologie ergonomique, in *La Recherche en Psychologie : domaines et méthodes*, (Rossi, J. -P., Ed.) pp. 197-237, Paris, Bordas.
- Staw, B., M. (1976). Knee-deep in the big muddy : A study of escalating commitment to chosen course of action. *Organizational Behavior & Human performance*, 16.
- Staw, B., M., (1981). *The escalation of commitment : A review and analysis*, Academy of Management Review, vol. 6, p. 577-587.
- Staw, B., M., & Ross. J. (1987). Behavior in Escalation Situations : Antecedents, Prototypes, and Solutions. in B. M. Staw and L. L. Cummings, Eds., *Research in Organizational Behavior*, V. 9, Greenwood, CT., JAI Press, 39-78.
- Staw, B., M. (1997). The escalation of commitment : An update and appraisal. In Z. Shapira (Ed.), *Organisational decision making*. Cambridge : University Press. pp. 191-215.
- Steers, R., M., & Porter, L. W. (1974). The role of task-goal attributes in employee performance. *Psychological Bulletin*, 81, 434-452.
- Stokes, A. F. & Kite, K. (1994). *Flight stress : stress, fatigue, an performance in aviation*. Avebury, England : Avebury Aviation.

- Stroop, J., R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18, 643-662.
- Takagi J., Schneider M., Barnaby F., Hokimoto J., Hosokawa K., Kamisawa C., Nishio B., Rossnagel A., Sailer M. (1999). Evaluation des impacts sociaux de l'utilisation de combustible au plutonium (MOX). dans les réacteurs a eau légère, Version abrégée du Rapport Final IMA ("*International MOX Assessment*")., Septembre 1999, CNIC, Tokyo - WISE-Paris.
- Theureau, J. (1992). *Le cours d'action : Analyse sémiologique. Essais d'anthropologie cognitive située*. Berne, Peter Lang.
- Thonin, F., Doniol-Shaw, G. (2000). Evaluation des conditions de l'insertion d'un logiciel de télésurveillance de passages à niveau dans l'activité d'un régulateur de trafic ferroviaire, Acte du colloque "*Journée Ergonomique et Facteur Humain dans le transport ferroviaire*" du 19/09/00, Toulouse.
- Tversky, A., Kahneman, D. (1974). Judgment under Uncertainty : Heuristics and Biases, *Science*, N° 185, pp. 1124-1131.
- Tversky, A., Sattath, S., & Slovic, P. (1988). Contingent weighting in judgment and choice. *Psychological Review*, 95, 371-384.
- Usunier, J. -C, Verna, G. (1994). *La grande triche (corruption, ethnique et affaires internationales)*., Éditions La Découverte : Paris.
- Valot, C. (1998). *Métacognition et connaissances métacognitives. Intérêts pour l'ergonomie*. Thèse nouveau régime université Toulouse Le Mirail, 1- Déc. 1998.
- Valot, C., Grau, J. -Y., Amalberti, R. (1992). Les métaconnaissances : des représentations de ses propres compétences, in A. Weill-Fassina, P. Rabardel et D. Dubois. *Représentations pour l'action*, Toulouse, Octarés éd. Pp 271-293.
- van Dijk, T. A., & Kintsch, W. (1983). *Strategies of discourse comprehension*. New York : Academic Press.
- Vaughan, D. (1996). *The Challenger Launch Decision : Risky Technology, Culture, and Deviance at NASA*. Chicago : University of Chicago Press.
- Vermersch, (1980). Analyse de la tâche et fonctionnement cognitif dans la programmation de l'enseignement. *Bulletin de psychologie*, 33, 343, pp. 179-187.
- Veyrac, H. (1998)., Repères pour évaluer le caractère d'aide de consignes, in *Performances humaine et technique*, 94.
- Veyrac, H., Cellier, J. -M., Bertrand, A. (1997). Modèle de l'opérateur et modèle du prescripteur. Le cas des consignes de résolution de situation incidentelles pour les conducteurs de trains. *Le Travail Humain*, 60, 4, 387-407.

- Weber, M. (1999). Goal conflict in the Process Control of a Nuclear Power Plant. Effects on operator Performance and Implications for its Measurement together with plant Performance. Rapport de Licence (Diploma Thésis)., Université de Bern, Suisse.
- Weill-Fassina, A., Rabardel, P. & Dubois, D. (1993). *Représentations pour l'action*. Octares Editions, Toulouse, 247-271.
- Wilde, G. J. S. (1982). The theory of risk homeostasis : Implications for safety and health. *Risk Analysis*, 24, 81-84.
- Yatchinovsky, A. (1999). *L'approche systémique*. Ed. ESF.
- Zajonc, R. B. (1968). Attitudinal effects of mere exposure. *Journal of Personality and Social Psychology, Monograph Supplement*, 9, 1-27.
- Zimbardo, P. G., Weisenberg, M., Firestone, I., & Levy, M. (1965). Communicator effectiveness in producing public conformity and private attitude change. *Journal of Personality*, 33, 233-255.

Annexes

Méta modèle développé pour la compréhension des conflits d'objectifs : les origines de CATCH

Représenter les conflits : La méthode CATCH

Pour rester dans la lignée des représentations des conflits d'objectifs sur la base de CATCH, une méthode de représentation des types de conflits a été développée. A partir de CATCH, il a été possible de connaître les mécanismes des conflits. Fuji suppose que sous le stress, des objectifs internes aux opérateurs peuvent aller à l'encontre des objectifs professionnels. Ceci a fait évoluer l'utilisation de CATCH dans le sens d'une présentation des différences entre la perception de la satisfaction des objectifs du côté des opérateurs et la satisfaction réelle de ces objectifs. La méthode qui a alors été mise en place sert à représenter les objectifs identifiés dans une étude de cas, les différents intervenants auxquels ils se rattachent, et les types de conflits identifiés. Deux solutions ont été retenues pour permettre cette représentation.

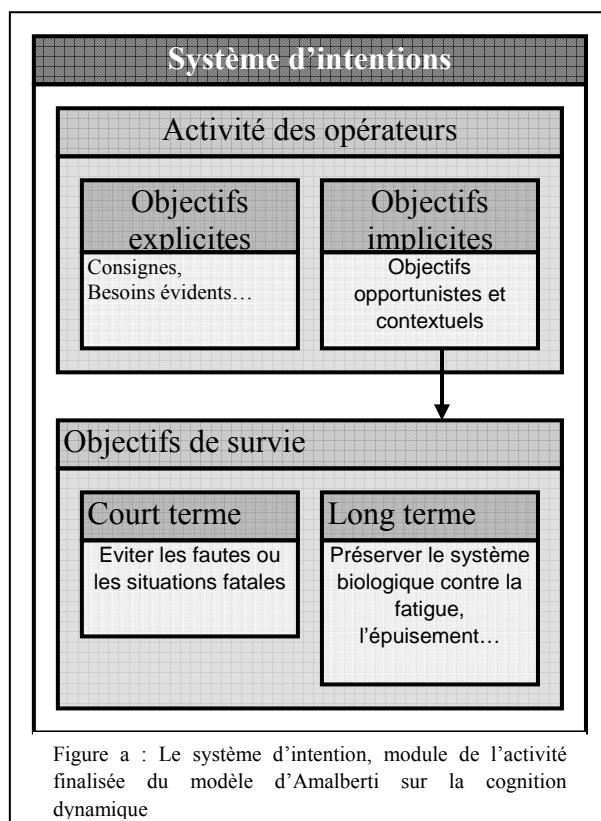
La première est de représenter, à partir d'ensembles les relations et les conflits entre objectifs. La seconde est de proposer une mise en formule des conflits afin d'avoir de façon synthétique, un résumé du conflit d'objectifs mais aussi un degré de complexité du conflit.

Les types de conflits

Avant de commencer à présenter la façon de représenter sous forme d'ensembles les conflits, il est nécessaire de passer en revue les types de conflits identifiés jusqu'à présent. En prenant le point de vue d'un opérateur face à un système, on peut dire qu'il existe des objectifs pour l'opérateur et des contraintes définissant des objectifs pour un système.

Pour l'individu ces objectifs, si l'on reprend le modèle cadre d'Amalberti au niveau de l'activité finalisée, sont ceux de ce que l'auteur appelle le « système d'intention ». Ils sont de deux sortes : explicites et implicites.

Les *objectifs explicites* définissent l'activité de l'opérateur suivant des consignes, des procédures qui lui sont données, ainsi que et les besoins en



relation avec la tâche. Cela correspond au travail prescrit. Les *objectifs implicites* sont de type contextuel, opportunistes et à mettre en relation avec les « objectifs de survie » de Rasmussen (1990) ou encore avec la prise de décision selon Crozier (1983) qui prétend que l'homme minimise son effort en utilisant plus souvent une stratégie de satisfaction que d'optimisation parce qu'elle est plus simple à appliquer et que le décideur se satisfait de la réalisation de solutions sous-optimales. Ces objectifs de survie tentent d'éviter à court terme les fautes et à long terme de préserver le système biologique de l'épuisement. Nous verrons plus loin que les objectifs implicites et explicites intègrent bien d'autres dimensions.

On représentera alors les intervenants (opérateurs et systèmes) et leurs objectifs à la façon d'ensembles, renfermant chacun des objectifs qui leurs sont spécifiques.

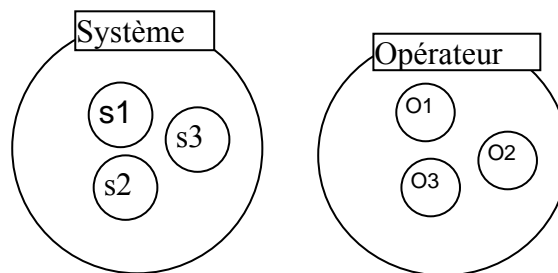


Figure b : Représentation de départ pour les conflits d'objectifs.

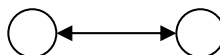
Cette base de représentation permet d'introduire ici les trois types de conflits que l'on peut s'attendre à trouver par la suite. Ces types de conflits identifiés sont placés ici en tant qu'hypothèses que des analyses de cas serviront à valider. Sur la base de cette représentation, les conflits que l'on s'attend alors à trouver concernent d'une part les conflits au sein même des intervenants, et d'autre part les conflits entre les intervenants. On parlera alors de conflits *intra-* et *inter-* objectifs s'établissant soit entre les objectifs d'un intervenant soit entre les objectifs de plusieurs intervenants.

Les types de conflits attendus entre objectifs pour un intervenant se déclinent en trois rangs dont la complexité va croissant :

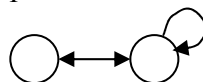
Rang 1 : conflit intra, correspondants à un objectif en conflit avec lui même (dégrader la sûreté pour rétablir la sûreté). Représentation :



Rang 2 : conflit inter, c'est le conflit tel qu'on peut intuitivement en avoir une représentation, c'est à dire s'établissant entre 2 ou plusieurs objectifs, abordé comme tel dans CATCH. Représentation :



Rang 3 : conflit inter et intra, correspondant au croisement des deux rangs précédents. Il est considéré ici comme le type de conflit le plus difficile à gérer. Représentation :



Ces trois rangs de conflits peuvent être attribués aussi bien aux objectifs, aux intervenant et si l'on reprend le modèle organisationnel, aux niveaux d'organisation. Ces attributions de conflits d'objectifs vont du système aux organisations permettent de définir les premiers conflits types que l'on s'attend de trouver dans les analyses de cas, les conflits peuvent se faire entre ou dans les niveaux technique, social, économique, légal.

Toutes les combinaisons de conflits d'objectifs entre niveaux sont alors possibles, allant du conflit technico-technique (que l'on appellera plus simplement conflit technique) au conflit légal. Les types de conflits les plus attendus étaient les suivants, et restaient à démontrer au travers du retour d'expérience :

techniques : classiquement attribués au système, ce sont des conflits apparaissant au niveau de l'utilisation de moyens, de configuration d'installation,

sociotechniques : correspondent aux situations dans lesquelles des individus sont en interaction avec des systèmes (ex : respect réglementaire, choix d'action...),

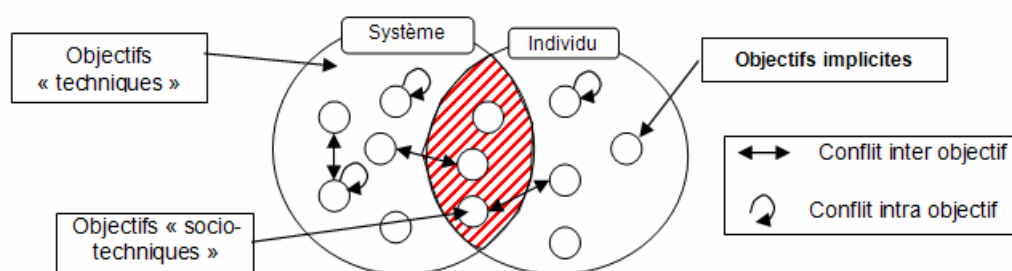
socio-économiques : intégrant des objectifs autres que ceux du couple système-opérateurs. Cette dénomination est large, elle peut être décomposée en d'autres types de conflits faisant entrer en compétition l'exploitation et l'installation, les règles des autorités de sûreté et l'exploitation...

économico-légal : ces types de conflits touchent aussi bien la conception (et retombent au niveau technique) que l'exploitation. Quand on commence à parler de sûreté et de productivité, on touche alors à ce type de conflit.

Pour résumer, la méthode CACTH définit pour un cas donné la nature d'un conflit à travers :

- Les types d'objectifs : explicites ou implicites
- Le type de conflit : sociotechnique, technico-économique...
- La complexité du conflit : définie par des rangs de complexité à partir de la nature inter / intra des conflits.

La mise en schéma donnera des représentations de ce type :



Le cas suivant servira d'exemple pour illustrer l'utilisation de cette méthode :

Irradiation d'un doigt d'une expérimentatrice par un faisceau de rayons X

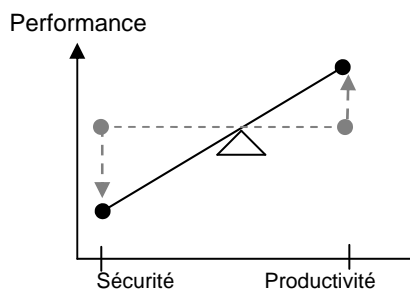
Le 6 mars, une expérimentatrice qui travaillait avec un générateur de rayons X a subi une irradiation à un doigt.

Afin de régler le faisceau d'un générateur de rayons X du laboratoire, un opérateur a

décidé d'ôter le système de sécurité associé sans respecter les procédures adéquates. L'opération aurait dû être réalisée en présence d'une personne habilitée en radioprotection.

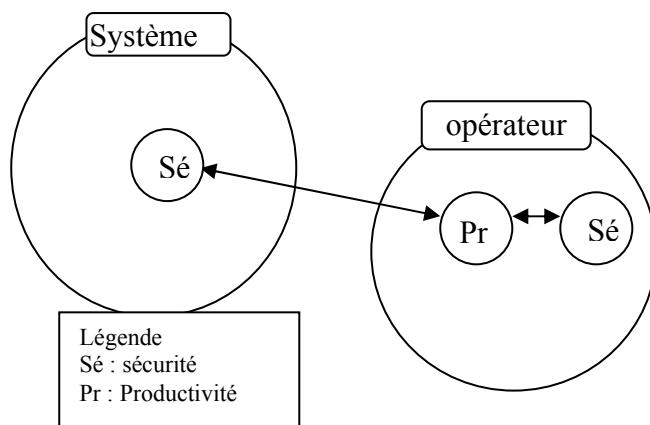
Une expérimentatrice a rejoint l'opérateur plus tard et a passé un doigt dans le flux de rayons X, pensant que le générateur était arrêté. La dose qu'elle a reçue au doigt a été estimée entre 180 et 360 millisievert, ce qui est inférieur à la limite réglementaire annuelle pour la main fixée à 500 millisievert. Les examens médicaux complémentaires n'ont rien détecté d'anormal.

Ce cas présente un incident lié aux conséquences d'un non respect des procédures durant une co-activité⁴⁷. Un premier opérateur, pour faire un réglage, ôte un système de sécurité. Cette action relève d'un conflit se présentant d'une façon générique entre sécurité et productivité. Rien ne permet de dire clairement, d'un point de vue technique, si l'action de l'opérateur peut porter atteinte à sa propre sécurité. Néanmoins, dans notre analyse cette éventualité est considérée comme une réelle. Pour décrire du point de vue des objectifs, l'action de l'opérateur, utilise la méthode de représentation CATCH :



L'opérateur, pour augmenter sa productivité (réparer plus rapidement, avec moins de contraintes) enlève la sécurité sur le système. Cela améliore alors la performance de son objectif de Productivité mais diminue celle de la Sécurité (pour l'individu) de l'appareil.

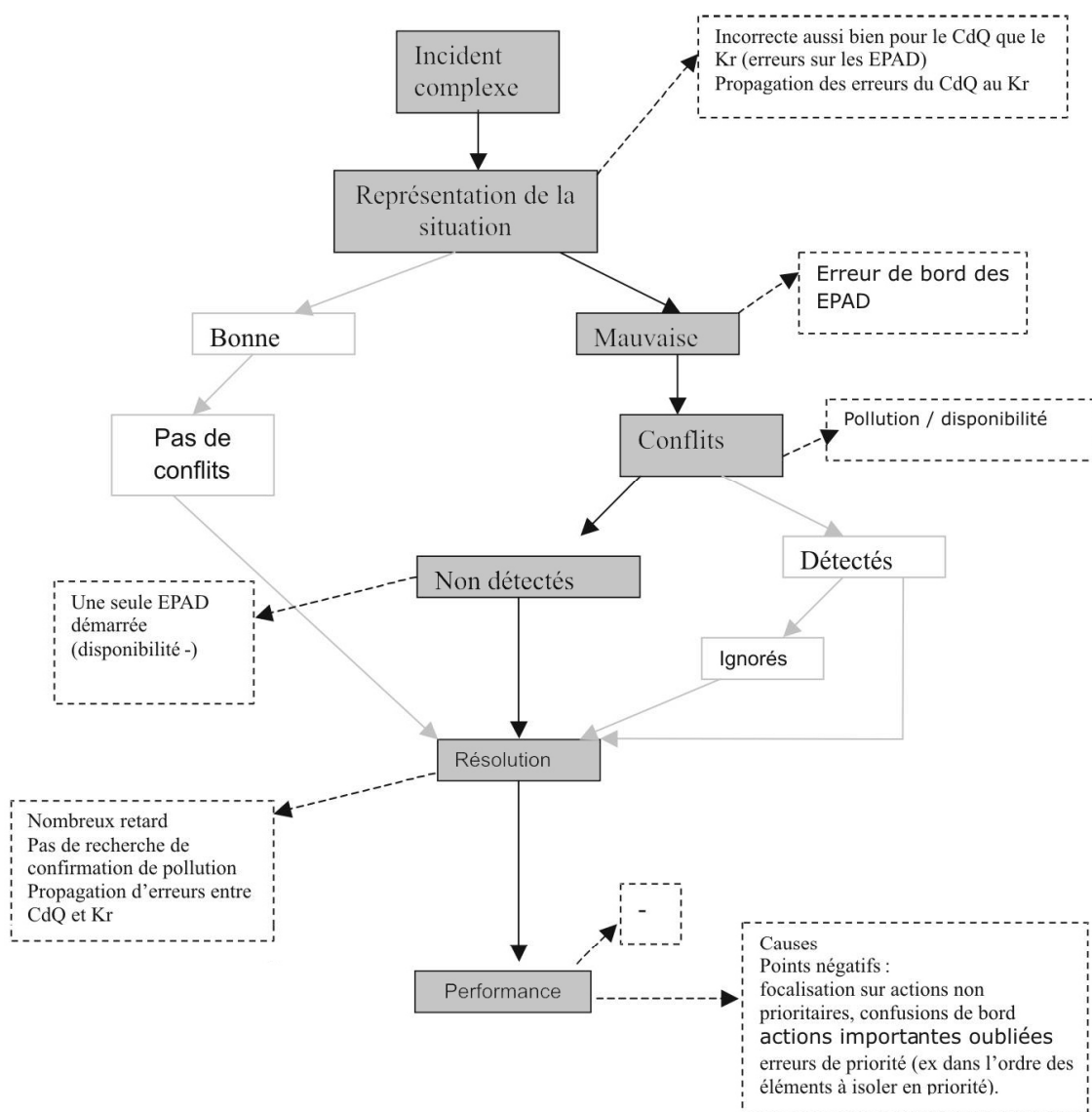
Ce même schéma peut aussi être applicable pour l'opératrice qui a reçu des doses sur son doigt. Le passage à une représentation graphique permet de montrer plus clairement alors les relations entre objectifs et conflits.



Dans cette représentation il y a deux conflits d'objectifs, alors que la représentation basée sur CATCH n'en montrait que 2. En effet, pour l'opérateur aussi il existe un conflit entre sa propre sûreté et sa productivité. En enlevant la sécurité, il ne prend pas en compte non plus celle de l'opératrice. C'est manifestement ici un problème de représentation et de culture de sûreté qui est la cause de l'incident.

⁴⁷ Sur la base des travaux de Barthe et Quéinnec (1999), le terme co-activité est ici pris dans le sens tels que l'emploient Faverge (1967) ou encore Leplat & Cugny (1979), c'est à dire dans une activité nécessitant un partage des ressources matérielles.

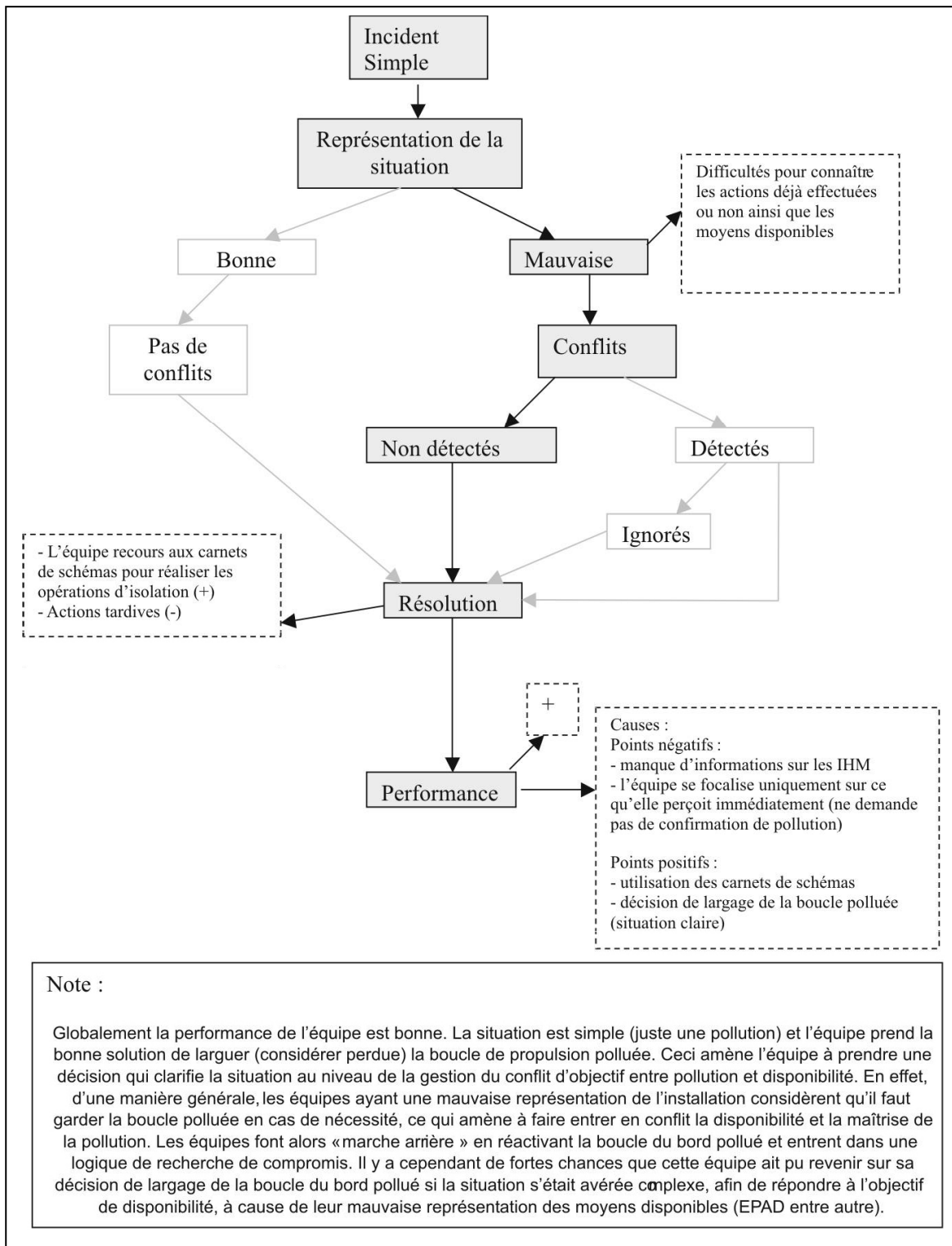
Schémas de résolution des équipes de conduite SNA (Accident pollution chlorures)



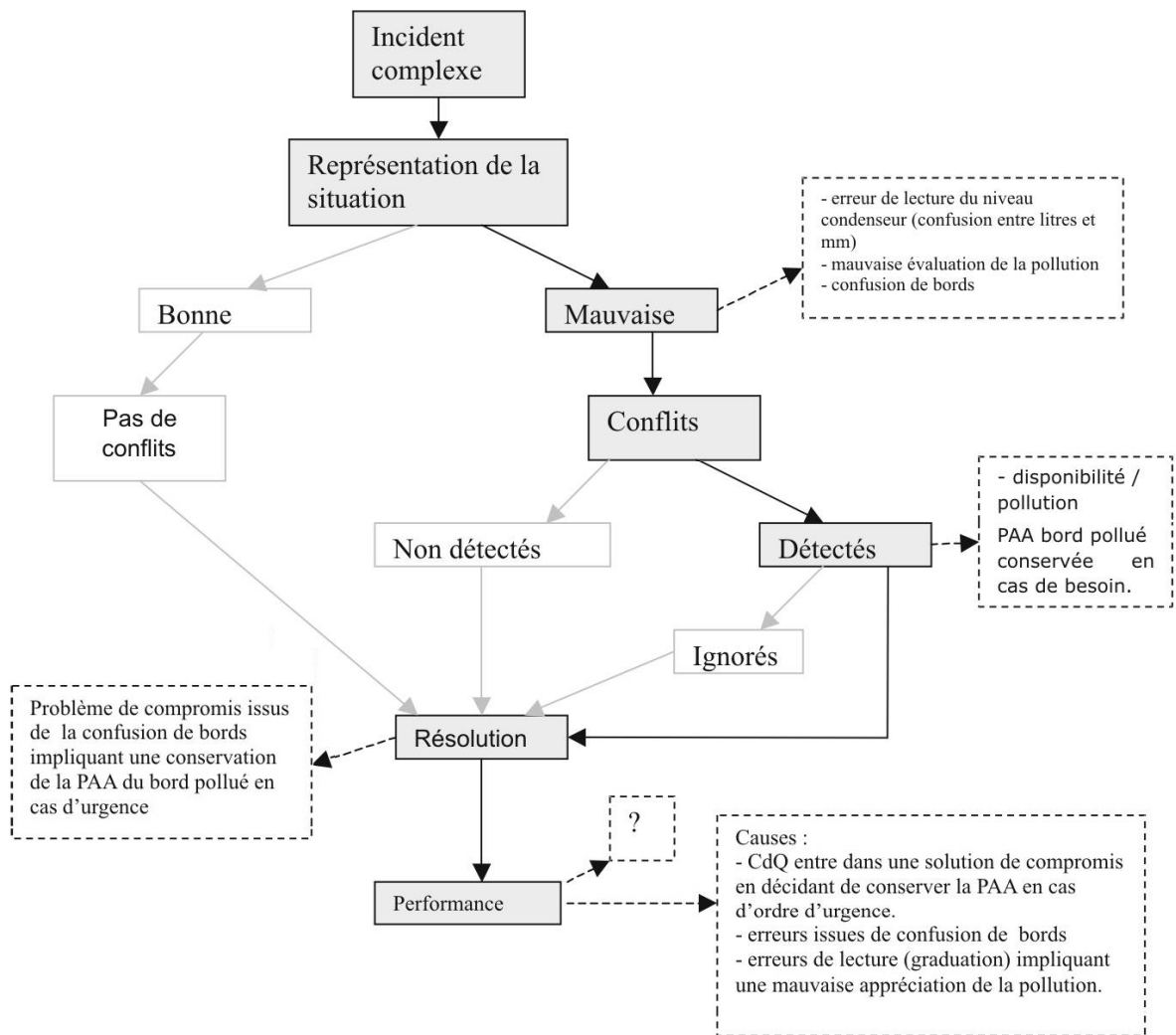
Note :

Le conflit « Pollution / disponibilité » est identifié au niveau de l'analyse des résultats de la situation, mais pas par l'équipe de conduite. Ce conflit est présenté ici comme étant indissociable de la mauvaise représentation de l'installation. Si la représentation avait été bonne, un recours aux EPAD pour assurer la disponibilité aurait été conservé. Dans cette simulation, les EPAD sont bien mises en marche au départ, mais la mauvaise représentation (à cause de la séparation par bords) chez le chef de quart lui fait donner l'ordre d'arrêter l'EPAD du bord pollué au Kr. Celui-ci ne remet pas en cause cet ordre car il pense s'être lui aussi trompé, ce qui témoigne aussi d'une faiblesse de représentation chez le Kr.

Equipe 1



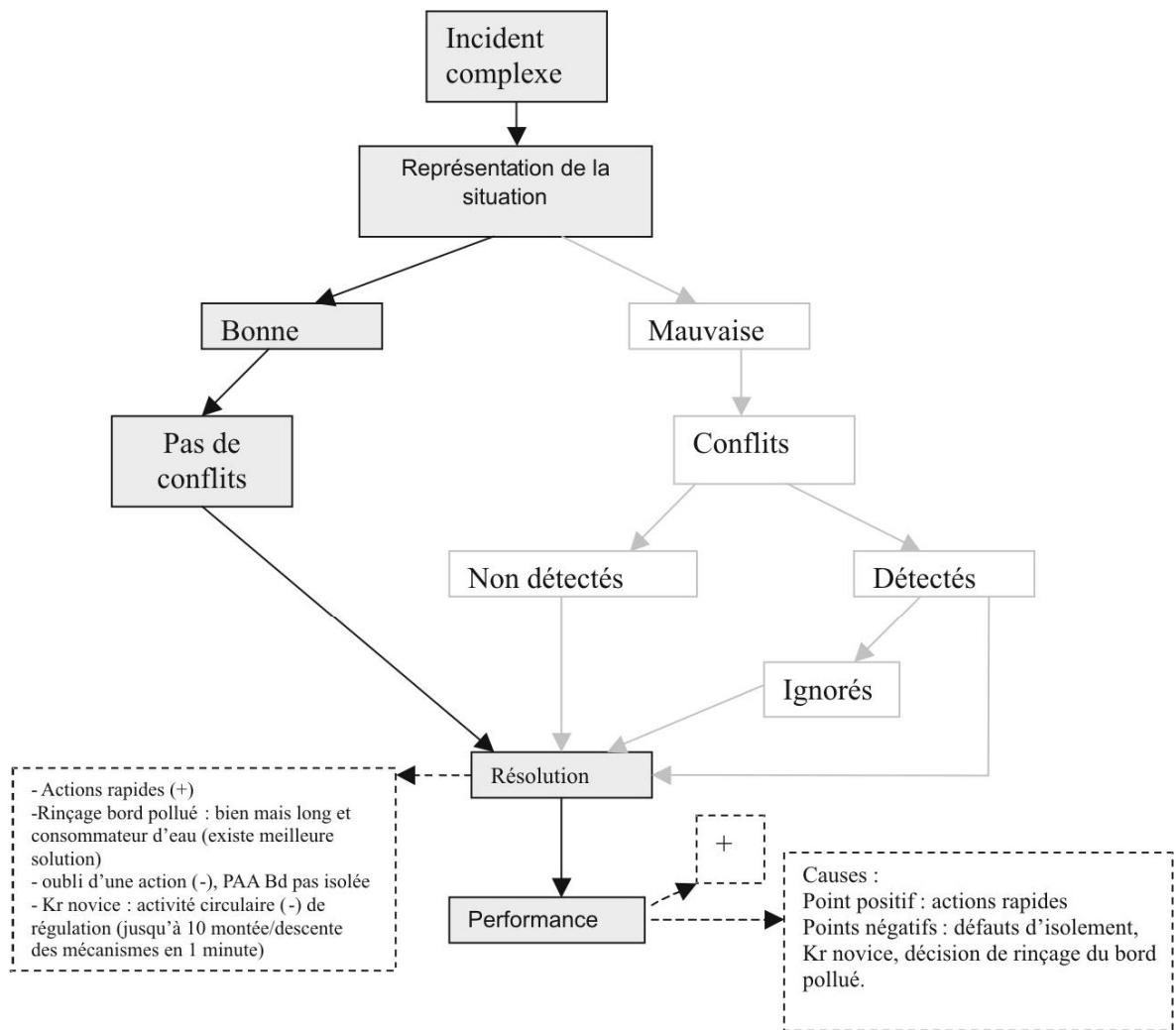
Equipe 3



Note :

D'une manière générale, la performance de cette équipe n'est pas mauvaise. Des erreurs d'actions et des retards d'exécutions d'opérations importantes sont réalisées. La mauvaise représentation mentale de l'installation (induite par la logique de bords) fait entrer l'équipe dans une logique gestion de conflit d'objectifs qui pousse le chef de quart à conserver la PAA du bord pollué (logique de compromis). Le recours aux EPAD n'est d'ailleurs pas mentionné. Autre problème, celui du niveau condenseur. L'objectif de maintien du niveau (pour assurer la disponibilité) n'est pas atteint pour des erreurs de lecture de graduation (confusion entre litres et millimètres) mais aussi de difficultés pour évaluer les effets d'une décision sur l'état de l'installation (ordre d'urgence lorsque le niveau condenseur est haut).

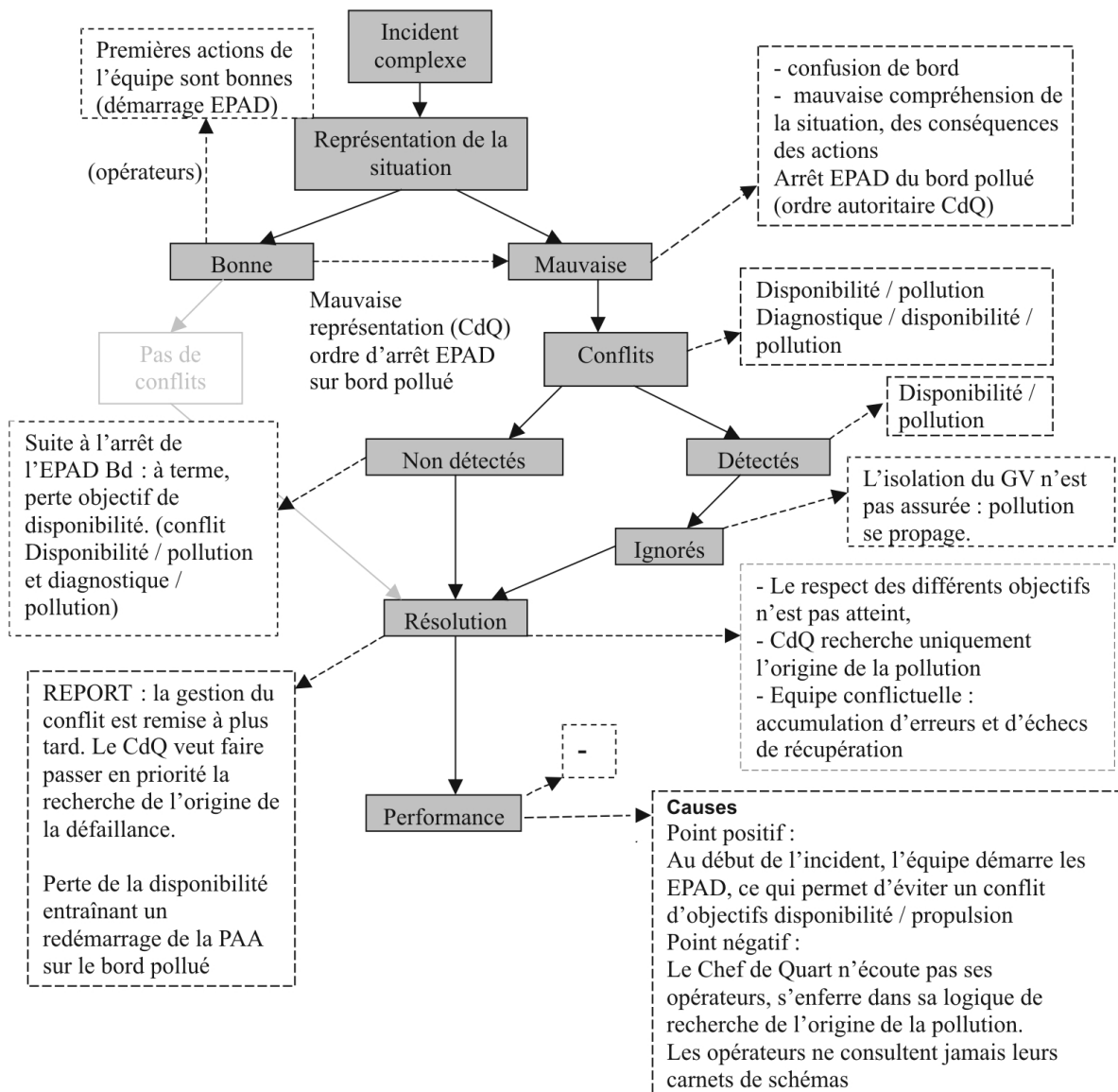
Equipe 4



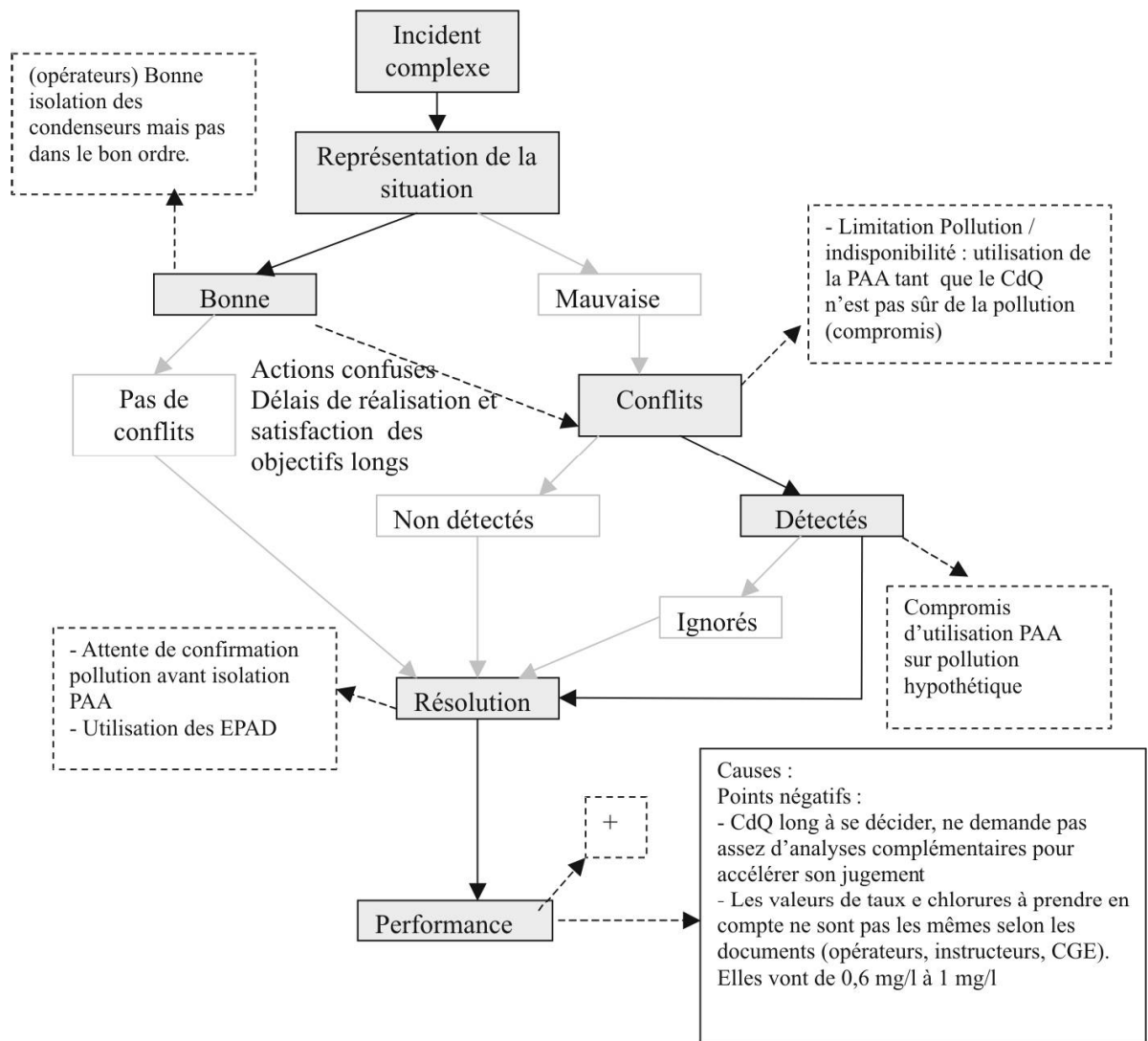
Note :

La situation est simple et sa résolution se fait rapidement. Le temps restant, l'équipe décide alors de rincer le condenseur Bâbord pollué.

Equipe 6



Equipe 7

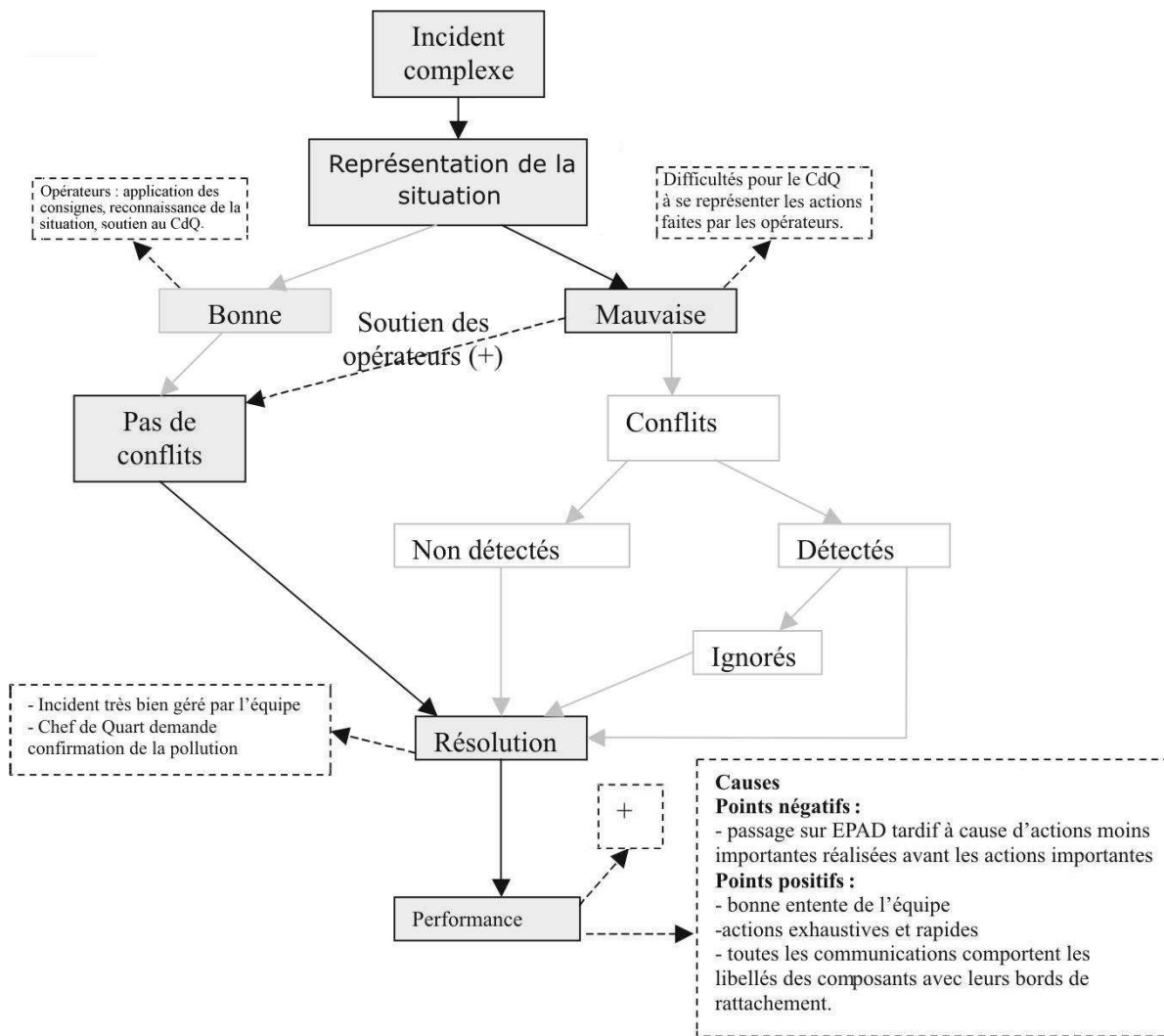


Note :

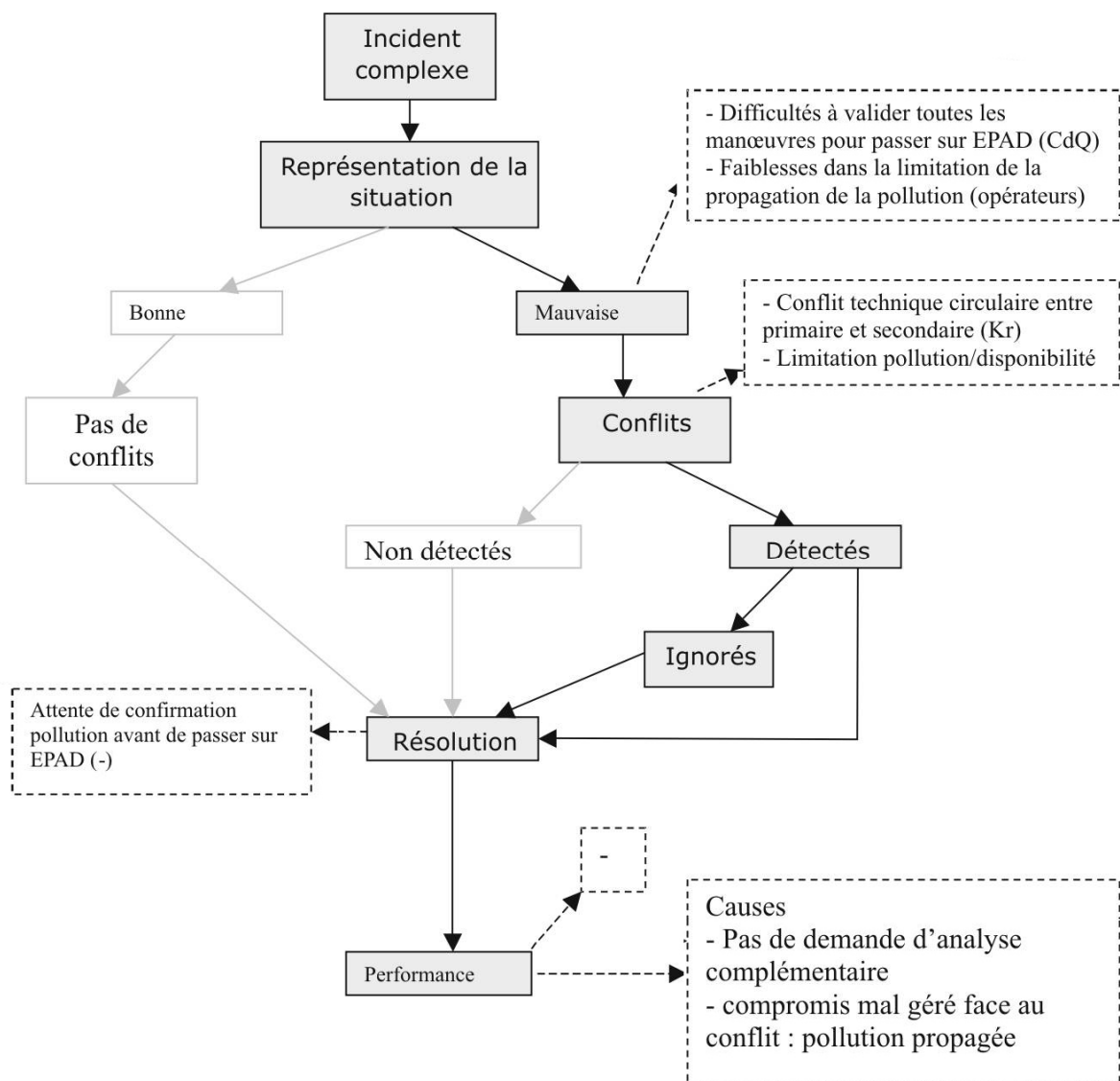
Le conflit d'objectifs entre limiter la pollution chlorure et assurer la disponibilité provient d'un problème lié à la connaissance du taux de chlorure à partir duquel il faut prendre la décision de ne plus maintenir la disponibilité.

Un défaut de représentation provenant de la séparation par bords fait que l'équipe préfère ne pas suivre les documents de conduite qui préconisent de disjoncter la boucle de propulsion du bord pollué. Etant la seule disponible, ils préfèrent la conserver (alors qu'elle pouvait être reconfigurée pour pomper sur le condenseur du bord opposé).

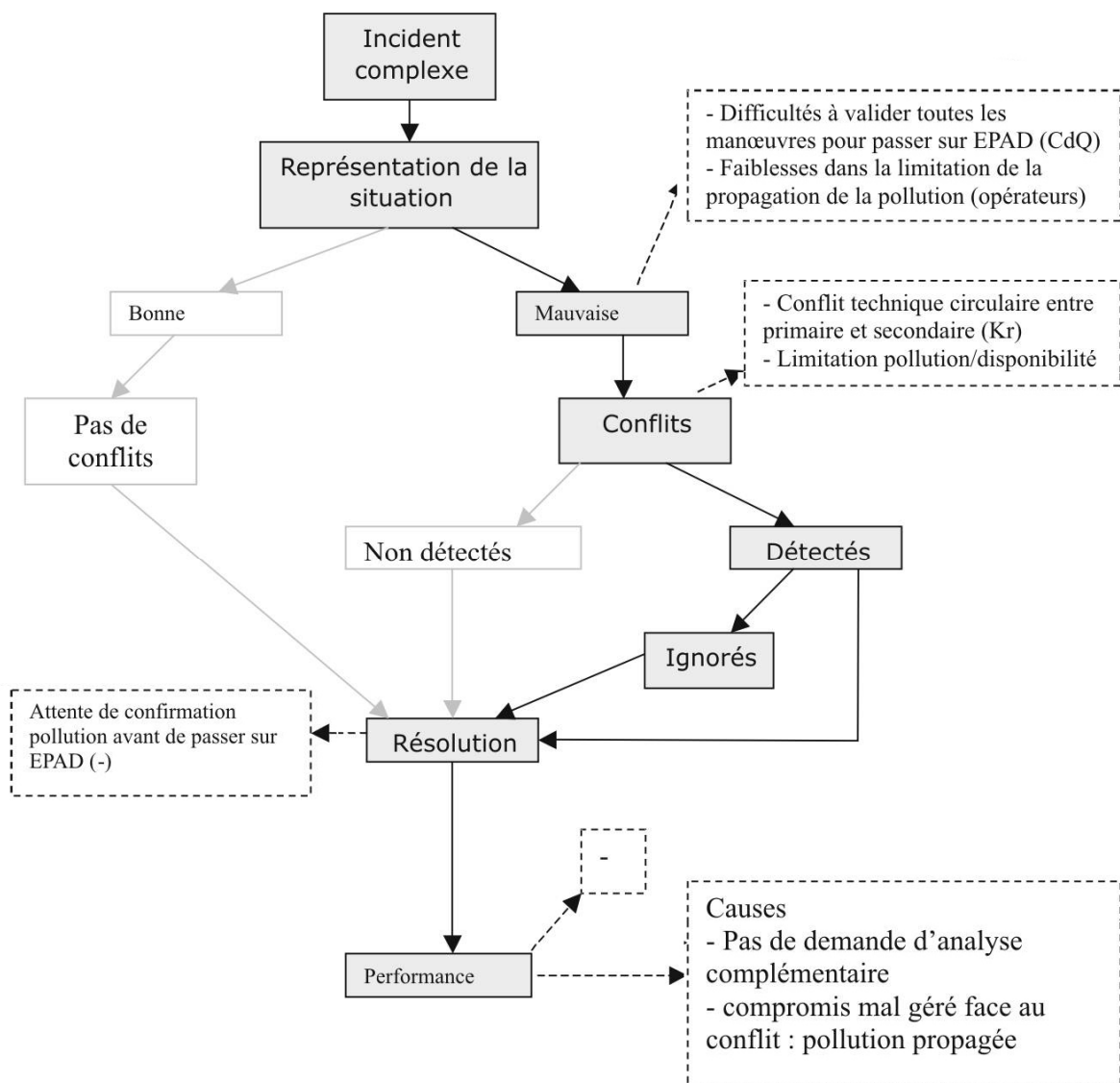
Equipe 8



Equipe 13



Equipe 14



Equipe 15

Table des illustrations

Figure 1 : Tracteur Amish volontairement privé de pneumatiques pour des raisons religieuses (reproduit d'après Morel, 2002).....	10
Figure 2 : Les quatre groupes d'éléments essentiels à considérer dans une analyse du travail (adapté de Leplat, 1985).	13
Figure 3 : L'intégration du RCV d'EDF dans plusieurs fonctions du circuit primaire. (Papin, 2000)	19
Figure 4 : Les régulations de l'activité de travail (d'après Guérin et al., 1997).....	35
Figure 5 : Représentation de la culture de sûreté définie dans l'INSAG-4 (d'après Libmann, 1996).	36
Figure 6 : La complexité d'analyse des conflits d'objectifs : au-delà des événements, trouver le moyen de remonter aux conflits qui en sont la cause.....	42
Figure 7 : Définition des objectifs opérationnels à partir des objectifs organisationnels (adapté de Papin, 2002b).....	50
Figure 8 : la hiérarchisation des besoins (d'après Maslow, 1954)	51
Figure 9 : Le système sociotechnique dans le management des risques (Rasmussen, 1997).....	57
Figure 10 : Les migrations des conduites humaines aux limites des performances acceptables sous les pressions de l'environnement (d'après Rasmussen, 1997)	59
Figure 11 : Découpage du modèle organisationnel LEOST comparé au modèle sociotechnique de Rasmussen.	61
Figure 12 : Le modèle de la décision en environnement dynamique (tiré de Hoc & Amalberti, 1994).....	66
Figure 13 : modèle des « décisions erronées » (Reason, 1993) : facteurs contribuant aux décisions erronées de haut niveau.....	74
Figure 14 : la métaphore de la balance entre deux objectifs (ici sûreté et productivité).	76
Figure 15 : Dégradation de l'objectif de sécurité.....	77
Figure 16 : Principe des vases communicants.	78
Figure 17 : enrichissement du modèle.	79
Figure 18 : Restauration de la sécurité.....	79
Figure 19 : Démarche suivie pour la création du méta modèle et d'une typologie des conflits d'objectifs.	90
Figure 20 : L'évolution du métamodèle et l'émergence des modèles définitifs.	90
Figure 21 : modélisation CATCH de la réduction des contraintes opératoires.....	108
Figure 22 : La réallocation dynamique de ressources et l'évolution de la gestion d'une situation au moyen d'une stratégie par compromis	108
Figure 23 : Analyse LEOST des conflits d'objectifs dans Challenger.....	111
Figure 24 : Bhopal, résumé des facteurs organisationnels aggravants.....	115
Figure 25 : CATCH de la situation réelle	117
Figure 26 : CATCH de la situation espérée par UCC.....	118
Figure 27 : Conflits organisationnels dans Tokai-Mura.....	122
Figure 28 : Schéma de principe d'un réacteur à eau pressurisée.....	127
Figure 29 : Schéma de résolution des incidents.....	140
Figure 30 : Représentation des circuits fluides simplifiés dans l'incident simple.....	141
Figure 31 : Représentation des circuits fluides simplifiés dans l'incident complexe.....	141
Figure 32 : Reconfiguration des circuits pour résoudre l'incident.....	143
Figure 33 : Schéma réel des circuits fluides à reconfigurer.	145
Figure 34 : Nombre d'équipes confrontées à des conflits d'objectifs en fonction de la complexité des situations	145
Figure 35 : Résolution de l'équipe 14.....	146
Figure 36 : Résolution de l'équipe 8.....	149
Figure 37: Proportion d'erreurs dans les dialogues (moyenne) par opérateur (confusion de bords, de moyens) (d'après Guillermain et Salazar-Ferrer, 1996b).....	154
Figure 38 : Erreur de reconfiguration de circuits en situation complexe (les traits en gras illustrent le circuit reconfiguré et les moyens employés).....	156
Figure 39 : Emploi de la PAA du bord pollué. Les pointillés signalent l'utilisation par intermittence ou sa conservation en cas de besoin (4 équipes sur 6)	156
Figure 40 : Résolution de l'équipe 15 (comparable aux équipes 3, 4, 5 et 13).	157
Figure 41 : Résolution de l'incident par l'équipe 5 (comparable aux équipes 3 et 4).	158
Figure 42 : L'entrée dans le conflit se fait par le Chef de Quart alors que la représentation de la situation par l'équipe est bonne (ici équipe 7, idem pour la 8)	159
Figure 43 : L'équipe récupère l'erreur du Chef de Quart et évite le conflit d'objectifs technique (équipe 14)	159

Figure 44 : L'utilisation des EPAD permet d'éviter la propagation des chlorures	163
Figure 45 : Retard entre l'exécution de l'ordre d'urgence par Km et le démarrage de la pompe par l'opérateur Kr. (d'après Salazar-Ferrer & Guillermain, 1996b).....	168
Figure 46 : Démarrage de pompe primaire (en Grande Vitesse) sans réfrigération sur ordre d'urgence. (d'après Salazar-Ferrer & Guillermain, 1996b).....	168
Figure 47 : Avis divergents des opérateurs après perte de la réfrigération de la pompe primaire, en cas d'ordre d'urgence (d'après Salazar-Ferrer & Guillermain, 1996b).....	169
Figure 48 : LEOST de l'incident Sodium basé sur le rapport officiel	172
Figure 49 : LEOST complété de l'accident SODIUM.....	176
Figure 50 : CATCH de la situation perçue par l'opérateur.....	176
Figure 51 : CATCH de la situation réelle après éjection du plat	177
Figure 52 : la répartition des causes et des conséquences des conflits (adapté de Guérin & al. 1997).....	184
Figure 53 : grille d'identification des conflits d'objectifs.....	184
Figure 54 : Adaptation des catégories de LEOST au diagramme d'Ishikawa	191
Figure 55 : Modélisation CATCH de la gestion de l'activité (basé sur le compromis cognitif d'Amalberti, 2001).....	194