L'analyse de l'activité comme préalable à la conception d'un environnement virtuel de formation. Le cas d'une formation à la gestion d'incendies en milieu urbain chez les sapeurs-pompiers

Yohann Cardin

▶ **To cite this version:**

Yohann Cardin. L'analyse de l'activité comme préalable à la conception d'un environnement virtuel de formation. Le cas d'une formation à la gestion d'incendies en milieu urbain chez les sapeurs-pompiers. Psychologie. UBO, 2016. Français. NNT : . tel-01278346v1

HAL Id: tel-01278346

https://hal.science/tel-01278346v1

Submitted on 26 Feb 2016 (v1), last revised 1 Jun 2017 (v2)

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

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

université de bretagne occidentale

THÈSE / UNIVERSITÉ DE BRETAGNE OCCIDENTALE
sous le sceau de l'Université européenne de Bretagne

pour obtenir le titre de
DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE BRETAGNE OCCIDENTALE
Mention : Psychologie ergonomique
École doctorale SHS

L'analyse de l'activité comme préalable à la conception d'un environnement virtuel de formation. Le cas d'une formation à la gestion d'incendies en milieu urbain chez les sapeurs-pompiers.

présentée par
Yohann CARDIN
préparée au Centre Européen
de Réalité Virtuelle
Laboratoire CREAD

Thèse soutenue le 1er Février 2016
devant le jury composé de :

Paul OLRY (rapporteur)
Professeur, AgroSup Dijon

Pascal SALEMBIER (rapporteur)
Professeur, UT de Troyes

Cyril BOSSARD (encadrant)
Maître de conférences, UBO

Cédric BUCHE (directeur)
Maître de conférences HDR, ENIB

Christine CHAUVIN (présidente)
Professeur, UBS

Jérôme GUERIN (examinateur)
Professeur, UBO

Christine VIDAL-GOMEL (invitée)
Maître de conférences, Université de Nantes

Table des matières

Table des matières **iii**

Table des figures **vii**

Liste des tableaux **xiii**

Glossaire **xv**

Introduction **1**
Projet multi-structurel 1
Application à une activité dynamique et collaborative : les sapeurs-pompiers 3
Problématique de recherche 5
Planification 8

I Revue de littérature **11**

1 La décision individuelle en situation dynamique **13**
Introduction 15
1.1 Modèles pour analyser les décisions en situation dynamique . . 17
1.2 Méthodes pour appréhender la décision en situation dynamique 49
1.3 Résultats 56
1.4 Bilan 60
1.5 Discussion 61

2 L'activité collective en situation dynamique **65**
Introduction 67
2.1 Approches pour appréhender l'activité collective 69
2.2 Méthodes pour appréhender l'activité collective 87
2.3 Résultats 103
2.4 Bilan 115
2.5 Discussion 117

3 Simulation et formation professionnelle : quelle(s) place(s) pour le formateur ? 121
Introduction . . . 123
3.1 La formation . . . 124
3.2 La simulation au service de la formation . . . 128
3.3 Implication du formateur . . . 135
3.4 Vers des pistes d'analyse de l'activité des formateurs . . . 148

II Analyse de l'activité 151

4 Étude de l'activité individuelle du stagiaire-chef d'agrès 153
Introduction . . . 155
4.1 Méthode . . . 156
4.2 Résultats . . . 174
4.3 Discussion . . . 182
4.4 Perspectives pédagogiques . . . 195

5 Étude de l'activité collective d'une équipe de sapeurs-pompiers 199
Introduction . . . 201
5.1 Méthode . . . 202
5.2 Résultats . . . 215
5.3 Discussion . . . 228
5.4 Perspectives pédagogiques . . . 239

6 Étude de l'activité des formateurs 243
Introduction . . . 245
6.1 Méthode . . . 246
6.2 Résultats . . . 255
6.3 Discussion . . . 261
6.4 Perspectives pédagogiques . . . 270

III Apports dans la conception d'un environnement de formation 275

7 Pistes de conception d'un environnement virtuel pour l'apprentissage humain (EVAH) 277
Introduction . . . 279
7.1 EVAH et scénarisation pédagogique . . . 280
7.2 Application à une situation d'étude . . . 287
7.3 Intégration de la dimension pédagogique . . . 297

Conclusion **315**
Bilan 315
Discussion 319
Perspectives 322

Bibliographie **325**

Annexes **5**

A Contexte de l'étude **7**
A.1 Formulaire de consentement 8
A.2 Site de formation de l'EDSP du Calvados situé à Vaudry 10
A.3 Fiche d'évaluation des stagiaires chefs d'agrès 12
A.4 Travail d'investigation sur le choix du modèle de caméra embarquée 13

B Étude de l'activité individuelle du stagiaire-chef d'agrès **19**
B.1 Validité de l'analyse synchronique 20
B.2 Analyse diachronique de l'activité décisionnelle des stagiaires-chefs d'agrès 21

C Étude de l'activité collective **27**
C.1 Validité de l'analyse synchronique 28
C.2 Séquençage des manœuvres 30
C.3 Chronique schématique des manœuvres 33

D Étude de l'activité des formateurs **37**
D.1 Validité de l'analyse synchronique 38

Table des figures

1.1 Démarche de développement d'un EVAH, d'après Bossard *et al.* (2009) . . . 15
1.2 Le modèle de prise de décision, dit de "l'échelle double" (Rasmussen, 1986), extrait de Reason (1993) . . . 18
1.3 Le modèle de gestion de situation dynamique (Hoc, 1996) . . . 21
1.4 Le modèle de contrôle contextuel *Contextual Control Model* (COCOM) (Hollnagel, 1993) . . . 22
1.5 Le modèle de contrôle étendu *Extended Control Model* (ECOM) (Hollnagel, 2002) . . . 24
1.6 Le modèle *Recognition Primed-Decision* (RPD) (Klein, 1997) . . . 26
1.7 Représentation alternative de RPD intégrant la nature dynamique du cycle décisionnel (Klein, 2004) . . . 28
1.8 Modèle Recognition/Métacognition (Cohen et Thompson, 2005) . 29
1.9 Modèle *Reduction, Assumption-based reasoning, Weighing pros and cons, Forestalling, Suppression* (RAWFS) (Lipshitz et Strauss, 1997) 32
1.10 *Situation Awareness* (SA) et prise de décision (Endsley, 1995), traduit par Bailly (2004) . . . 35
1.11 Couplage entre donnée et cadre, extrait de Taylor (2010) . . . 39
1.12 La théorie *Data/Frame* (Klein *et al.*, 2007a) . . . 41
1.13 *Inclusive Decision Model* (Flin *et al.*, 2008), extrait de Johnson (2011) . . . 42
1.14 *Worst-Case Scenario Thinking* (Johnson, 2011) . . . 48

2.1 Classification des termes utilisés par divers auteurs pour désigner les différentes modalités de la composante collective des activités, extraite de Barthe et Quéinnec (1999) . . . 68
2.2 Le modèle des activités coopératives (Hoc, 2001b), extrait de Debanne (2013) . . . 72
2.3 La conscience de la situation distribuée (*Distributed Situation Awareness*, *Distributed Situation Awareness* (DSA) ; Stanton *et al.*, 2006) 78
2.4 Représentation graphique de la relation entre environnement cognitif mutuel et contexte partagé (Salembier et Zouinar, 2004) . . . 80

2.5 La relation entre énaction, organisation et sensemaking (Weick *et al.*, 2005, p. 414) . . . 82
2.6 *Team sensemaking* : Adaptation collective du modèle *Data/Frame* extraite de (Klein *et al.*, 2010) . . . 83
2.7 Exemple de superposition du FAN d'un collectif d'équipes d'intervention avec les rôles de chacune d'elles, extrait de Peffer *et al.* (2008) . . . 91
2.8 Exemple d'Accimap d'un accident ferroviaire, extrait de Salmon *et al.* (2013) . . . 93
2.9 Structure de la méthodologie *Event Analysis of Systemic Teamwork* (EAST), extraite de Walker *et al.* (2009) . . . 94
2.10 Articulation des réseaux représentationnels de la méthodologie EAST 95
2.11 Exemple de *Propositional Network* (PN) extrait d'une étude sur la procédure d'intégration d'un transformateur au circuit électrique à proximité de la liaison ferroviaire du tunnel sous la Manche (Salmon *et al.*, 2004) . . . 96
2.12 Exemple de séquence en transcription multi-portées, issu des travaux de Guibourdenche (2013) . . . 102
2.13 Les trois types de boucles de coordination fonctionnelles d'après Peffer *et al.* (2008) . . . 104
2.14 Exemple de diffusion des informations au sein d'un PN extrait d'une étude sur la gestion du trafic ferroviaire (Gibson *et al.*, 2004) 106
2.15 Formes de partage des connaissances et degré de spécialisation des rôles, d'après Cooke *et al.* (2007) . . . 109
2.16 Représentation graphique de deux cas illustratifs du partage dans une équipe de basket-ball, d'après Bourbousson *et al.* (2011) . . . 111

3.1 Cadre général de la formation, extrait de Leplat (2002) . . . 126
3.2 Trois niveaux d'analyse des simulations (schéma extrait de Vidal-Gomel *et al.* (2011) d'après Samurçay (2005)) . . . 129
3.3 Schéma de médiation sujet / situation de référence via la situation de simulation, extrait de Samurçay et Rogalski (1998) . . . 131
3.4 Schéma de médiation sujet / situation de référence via le formateur, extrait de Samurçay et Rogalski (1998) . . . 140
3.5 Catégorisation du codage de l'activité du formateur au cours d'une session de conduite, extraite de Vidal-Gomel et Rogalski (2009) . . . 143

4.1 Entretien en re-situ subjectif . . . 160
4.2 Retranscription des données d'observation, de communication et des entretiens en re-situ subjectifs . . . 162
4.3 Segmentation empirique des séquences relatives à la décision . . . 164
4.4 Segmentation empirique des séquences relatives aux projections . . . 167
4.5 Catégorisation théorique des unité sémantique (US) relatives aux décisions et projections . . . 168

4.6 Identification empirique des sous-catégories 169
4.7 Identification empirique des sous-catégories relatives aux projections 170
4.8 Reconstruction *a posteriori* de la dynamique décisionnelle 173
4.9 Représentation MISTY appliquée à notre séquence-exemple 179
4.10 1er exemple de processus décisionnel typique : Recherche d'informations orientée par projection 181
4.11 2e exemple de processus décisionnel typique : Mise en place de la manœuvre par rapport à des événements potentiels négatifs 181
4.12 3e exemple de processus décisionnel typique : Donner un ordre en s'appuyant sur une simulation ou une évaluation mentale de la situation future des équipiers 182

5.1 Vision microscopique d'une section de la transcription multi-portées de la manœuvre 3 204
5.2 Plan de l'environnement d'intervention lors de la manœuvre 2 . . . 205
5.3 Vision macroscopique d'une section de la transcription multi-portées de la manœuvre 3 206
5.4 Nomenclature préalablement établie des configurations fonctionnelles de l'équipe d'intervention 207
5.5 Nomenclature de la disposition des constructions individuelles de sens en fonction de la configuration fonctionnelle de l'équipe 211
5.6 Exemple de schéma d'articulation des constructions individuelles de sens selon le modèle SAGA 212
5.7 Enchaînement de séquences extrait de la manœuvre 3 215
5.8 1er structure de construction collective de sens : Le chef d'agrès annonce la situation 218
5.9 2e structure de construction collective de sens : Élaboration binômiale 219
5.10 Les trois variantes de la 3e structure de construction collective de sens : La remise en question binômiale 220
5.11 4e structure de construction collective de sens : Ré-attribution de mission 221
5.12 5e structure de construction collective de sens : Attente d'un binôme 222
5.13 6e structure de construction collective de sens : Comparaison entre cadres macroscopique et microscopique 223
5.14 1er processus redondant de construction collective de sens : découverte de la situation 226
5.15 2e processus redondant de construction collective de sens : le cycle d'alimentation 227
5.16 3e processus redondant de construction collective de sens : le cycle d'exploration 228
5.17 Chronique de la construction collective de sens au cours d'une manœuvre 238

6.1 Exemples d'épisodes d'intervention des formateurs extraits de la manœuvre 4 . . . 249
6.2 Section de la session de débriefing extraite de la manœuvre 4 . . . 249
6.3 Exemple de schémas de la chronique des fonctions de tutelle des formateurs au cours de la situation de simulation et de la session de débriefing (Manœuvre 1) . . . 254
6.4 Répartition des fonctions de tutelle sur l'ensemble des situations de simulation . . . 256
6.5 Répartition des types d'intervention sur l'ensemble des situations de simulation . . . 256
6.6 Proportion des fonctions de tutelle en fonction du public auquel elles s'adressent . . . 257
6.7 Répartition des types d'intervention sur l'ensemble des sessions de débriefing . . . 258
6.8 Proportion des types d'intervention au cours des débriefings en fonction du public auquel elles s'adressent . . . 258
6.9 Chronique de l'activité des formateurs au cours des six situations de simulation . . . 260
6.10 Chronique de l'activité des formateurs au cours des six sessions de débriefing . . . 261

7.1 Contenu d'une unité d'apprentissage IMS-Learning Design (IMS-LD), extrait de Marion (2010) . . . 282
7.2 Schéma de structuration générale, extrait de Lejeune (2004) . . . 284
7.3 Notation des actions pédagogiques dans un diagramme d'activité . 286
7.4 Diagramme d'activité UML d'une situation de feu de cabine d'un camion poids-lourd (Partie 1) . . . 288
7.5 Diagramme d'activité UML d'une situation de feu de cabine d'un camion poids-lourd (Partie 2) . . . 289
7.6 Composition du scénario pédagogique conçu sur Reload Editor . . 290
7.7 Exemple d'utilisation des paramètres pour l'activité "Prendre matériel alimentation" . . . 293
7.8 Exemple de changement de valeur d'une propriété suite à l'exécution d'une activité . . . 295
7.9 Exemple de définition d'une condition portant sur la valeur d'une propriété . . . 296
7.10 Diagramme d'activité UML de l'activité pédagogique (Partie 1) . . 302
7.11 Diagramme d'activité UML de l'activité pédagogique (Partie 2) . . 303
7.12 Un exemple de mise en évidence des éléments significatifs au sein de l'environnement. . . . 304

A.1 Formulaire de consentement . . . 8
A.2 Formulaire de consentement (suite) . . . 9
A.3 Vue aérienne du site d'entraînement de l'EDSP du Calvados (Vaudry) 10

A.4 Reproduction d'un centre commercial 10
A.5 Intervention sur l'immeuble de 6 étages 10
A.6 Intervention sur bâtiment pavillonnaire avec feu de garage 11
A.7 Intervention sur incendie de camion-citerne 11
A.8 Intervention sur incendie de citerne de gaz 11
A.9 Feuille d'évaluation des chefs d'agrès 12
A.10 Investigation sur le modèles de caméra embarquée (exigences requises par le terrain) 13
A.11 Investigation sur le modèles de caméra embarquée (1er type de caméra possible) 14
A.12 Investigation sur le modèles de caméra embarquée (2ème type de caméra possible) 15
A.13 Investigation sur le modèles de caméra embarquée (Bilan de l'ensemble des modèles) 16

B.1 Détail des calculs de validité de la procédure de codage sur la manœuvre 2 20
B.2 Représentation MISTY appliquée au stagiaire-chef d'agrès (manœuvres 1 et 2) 21
B.3 Représentation MISTY appliquée au stagiaire-chef d'agrès (manœuvres 3 et 4) 22
B.4 Représentation MISTY appliquée au stagiaire-chef d'agrès (manœuvres 5 et 6) 23
B.5 Processus décisionnels typiques 24
B.6 Processus décisionnels typiques (suite) 25

C.1 Détail des calculs de validité de la procédure de codage sur la manœuvre 3 28
C.2 Détail des calculs de validité de la procédure de codage sur la manœuvre 3 29
C.3 Séquençage de la manœuvre 1 30
C.4 Séquençage de la manœuvre 2 31
C.5 Séquençage de la manœuvre 3 32
C.6 Chronique schématique de la manœuvre 1 33
C.7 Chronique schématique de la manœuvre 2 34
C.8 Chronique schématique de la manœuvre 3 35

D.1 Détail des calculs de validité de la procédure de codage sur la situation de simulation de la manœuvre 1 38
D.2 Détail des calculs de validité de la procédure de codage sur la session de débriefing de la manœuvre 1 38

Liste des tableaux

1.1 Hypothèses de la théorie *Data/Frame* de la construction de sens (Taylor, 2010), adapté de (Klein *et al.*, 2007a, p.120) 40
1.2 Tableau de synthèse des modèles théoriques de l'activité individuelle en situation dynamique 61

2.1 Les sept caractéristiques de la construction de sens proposées par Weick (1995), traduit à partir de Taylor (2010) 81
2.2 Stratégies émergentes de la construction collective de sens, traduit de Klein *et al.* (2010) 84
2.3 Tableau de synthèse des méthodes d'analyse de l'activité collective en situation dynamique 116

4.1 Schème de codage 176
4.2 Schème de codage (suite) 177
4.3 Pourcentages de correspondance relatifs à l'analyse synchronique . 178

5.1 Distribution des activités individuelles de construction de sens lors de la manœuvre 1 216
5.2 Distribution des activités individuelles de construction de sens lors de la manœuvre 2 216
5.3 Distribution des activités individuelles de construction de sens lors de la manœuvre 3 216
5.4 Répartition des niveaux de compréhension par poste au sein de l'équipe 217

7.1 Pistes de conception issues de l'étude de l'activité individuelle . . . 298
7.2 Pistes de conception issues de l'étude de l'activité collective 299
7.3 Pistes de conception issues de l'étude de l'activité des formateurs . 300

Glossaire

Structures

CERV Centre Européen de Réalité Virtuelle

CREAD Centre de Recherche sur l'Éducation, les Apprentissages et la Didactique

IHSEV Interaction Humain Système et Environnement Virtuel

Lab-STICC Laboratoire des Sciences et Techniques de l'Information, de la Communication et de la Connaissance

Analyse de l'activité

ACSE *Applied Cognitive Systems Engineering*

ACWA *Applied Cognitive Work Analysis*

AT *Anticipatory Thinking*

C2 *Command and Control*

C4i *Command, Control, Communications, Computer, Intelligence*

CAST *Coordinated Awareness of Situation by Teams*

CDM *Critical Decision Method*

COCOM *Contextual Control Model*

CSCW *Computer Supported Cooperative Work*

CSA *Collective Situation Awareness*

CTA *Cognitive Task Analysis*

CWA *Cognitive Work Analysis*

CWR *Cognitive Work Requirements*

DPM *Decision Process Model*

DSA *Distributed Situation Awareness*

EAST *Event Analysis of Systemic Teamwork*

ECOM *Extended Control Model*

EVAH environnement virtuel pour l'apprentissage humain

FAN *Functional Abstraction Network*

HFI DTC *Human Factors Integration Defence Technology Center*

HFIP *Human Factors Interview Protocol*

HTA *Hierarchical Task Analysis*

HRO *High Reliability Organization*

IDM *Inclusive Decision Model*

IHM Interaction Homme-Machine

IRR *Information / Relationship Requirements*

MMP modèles mentaux partagés

NDM *Naturalistic Decision Making*

OSD *Operation Sequence Diagram*

PDC *Presentation Design Concepts*

PN *Propositional Network*

RAWFS *Reduction, Assumption-based reasoning, Weighing pros and cons, Forestalling, Suppression*

RDR *Representation Design Requirements*

RPD *Recognition Primed-Decision*

RQP *Reduce, Quantify, Plug*

R/M *Recognition/Metacognition*

SA *Situation Awareness*

SAGAT *Situation Awareness Global Assessment Technique*

SN *Social Network*

SRK *Skills, Rules, Knowledge*

THEDA *Team Holistic Ecologic and Dynamic Activity*

TN *Task Network*

US unité sémantique

WCST *Worst-Case scenario Thinking*

Sapeurs-pompiers

BAL binôme d'alimentation

BAT binôme d'attaque

CODIS Centre Opérationnel Départemental d'Incendie et de Secours

EHPAD établissement d'hébergement pour personnes âgées dépendantes

FPT fourgon pompe-tonne

LDV lance à débit variable

SDIS Service Départemental d'Incendie et de Secours

SMES Situation, Mission, Exécution, Sécurité

VSAV véhicule de secours et d'assistance aux victimes

Réalité virtuelle

EIAH environnement informatique pour l'apprentissage humain

EML *Educational Modeling Language*

EVAH environnement virtuel pour l'apprentissage humain

IMS-LD IMS-Learning Design

LDL *Learning Design Language*

LOM *Learning Object Metada*

SCORM *Sharable Content Object Reference Metadata*

Introduction

Depuis le début des années 90 et l'émergence de la réalité virtuelle, l'informatique permet d'offrir de nouvelles expériences aux utilisateurs grâce à des possibilités d'interaction et d'immersion toujours plus performantes. Ces possibilités trouvent notamment un intérêt particulier dans le domaine de la formation, que ce soit dans le secteur professionnel, le domaine scolaire ou encore le secteur de la santé (Burkhardt *et al.*, 2006; Buche *et al.*, 2009). Les environnements virtuels permettent de créer des situations d'apprentissage originales et dynamiques, détachées des contraintes qui peuvent exister lors de formations réelles (danger, coût, incertitude) et apportant des avantages spécifiques (enrichissement des situations, rejeu, etc. ; Lourdeaux, 2001).

Cependant, en dépit de ces nombreux avantages, la conception de ce type d'outils peut se confronter à des problèmes de crédibilité lorsque la tâche de modélisation de l'activité est laissée à la seule appréciation du concepteur informaticien (Bossard *et al.*, 2009; Tchounikine, 2011). Afin de remédier à cela, notre travail de recherche s'est orienté vers l'étude et la modélisation de l'activité humaine en situation réelle dans le but de fournir une aide à la conception d'un environnement virtuel. Cette idée d'introduire l'étude de l'activité humaine dans les boucles de conception de simulations pédagogiques inscrit ce projet de recherche à la croisée de plusieurs domaines que sont l'ergonomie cognitive, la didactique professionnelle et la réalité virtuelle. Ce positionnement rapproche de cette manière notre travail de ce que Horcik et Durand (2011) définissent comme une véritable ergonomie de la formation. Le caractère pluri-disciplinaire de ce projet se reflète ainsi dans la diversité des structures qui y sont impliquées.

Projet multi-structurel

Les travaux présentés dans ce manuscrit sont le fruit d'un travail collaboratif impliquant différentes structures : STDI, CREAD, Lab-STICC et CERV.

La société STDI est une entreprise spécialisée dans l'impression et la mise en page d'ouvrages pédagogiques. Dans un secteur hautement concurrentiel, STDI a développé depuis quelques années un secteur multimédia destiné à la

conception d'outils pédagogiques complémentaires aux manuels scolaires s'appuyant sur divers supports issus des nouvelles technologies (CD-Rom, sites internet, e-learning, tablettes). STDI souhaite à présent étendre son activité aux **environnements de formation collaboratifs** s'appuyant sur les apports de la réalité virtuelle et plus particulièrement des plate-formes de formation dites "génériques" adaptables à différents domaines d'activité dans le but de minimiser les temps de développement.

Le Centre de Recherche sur l'Éducation, les Apprentissages et la Didactique (CREAD) est un laboratoire de recherche destiné à comprendre et expliquer les pratiques de formation, d'enseignement et d'apprentissage dans divers domaines au travers de deux axes de recherche : 1) l'axe "Institutions et pratiques d'éducation" (IPE) qui vise à analyser les pratiques d'éducation et de formation en prenant en compte les contextes institutionnels et sociaux ; 2) l'axe "Dispositifs Instruments et Activité" (DIA) étudiant les dispositifs de formation et les formes de couplage entre agencements des dispositifs et activité. C'est dans ce deuxième axe de recherche que les travaux présentés dans ce manuscrit s'inscrivent et plus particulièrement dans une dominante centrée sur la conception de technologies éducatives.

Le Laboratoire des Sciences et Techniques de l'Information, de la Communication et de la Connaissance (Lab-STICC) regroupe sous le thème principal "des capteurs à la connaissance", trois pôles : Micro-Ondes et Matériaux (MOM) ; Communications, Architecture et Circuits (CACS) et Connaissance, Information, Décision (CID). C'est au sein de ce troisième pôle de recherche que notre travail s'inscrit, contribuant ainsi en particulier à la dynamique de l'équipe IHSEV (Interaction Humain Système et Environnement Virtuel). Cette dernière, incarnant l'extrémité du continuum "des capteurs à la connaissance", se spécialise notamment dans la réalisation d'applications de réalité virtuelle, la modélisation du comportement de personnages virtuels ou de robots ou le développement de méthodologies et d'outils pour les simulations participatives.

Le Centre Européen de Réalité Virtuelle (CERV) est un centre pluridisciplinaire de recherche tourné vers la modélisation et la simulation de systèmes complexes par la réalité virtuelle. Une grande partie de ces systèmes concerne les plate-formes pédagogiques, autrement appelées environnements virtuels pour l'apprentissage humain EVAH, qui ont permis depuis quelques années de proposer des outils répondant aux besoins actuels de la formation des équipes de travail : diminution des risques humains, faible coût de mise en place et généricité des simulateurs de formation.

Le présent projet se positionne dans la continuité des travaux précédemment réalisés au CERV sur l'analyse de collectifs, que ce soit au sein d'équipes

sportives (Bossard *et al.*, 2009; Keukelaere *et al.*, 2013; Kermarrec et Bossard, 2014), de situations de travail (Cormier *et al.*, 2011) ou de troupes de théâtre (Keukelaere, 2012). Plus précisément, ce travail vise à formaliser une méthodologie générique et opérationnelle de conception d'EVAH. Dans cette perspective, trois objectifs principaux ont été poursuivis lors de ces travaux :

- replacer au centre de la conception des EVAH les spécialistes de la formation (formateurs, didacticiens, pédagogues, experts métiers) ;
- développer des outils auteurs permettant à ces spécialistes d'apporter leur expertise sans l'intervention d'informaticiens ;
- rationaliser le processus de conception d'EVAH afin de diminuer les coûts et capitaliser les développements d'un projet à un autre.

Application à une activité dynamique et collaborative : les sapeurs-pompiers

Dans le but de contribuer à la conception d'un environnement de formation collaboratif, notre travail a dû s'orienter vers un domaine d'activité se caractérisant par une forte dimension collective : les sapeurs-pompiers. En effet, le métier de sapeur-pompier a pour particularité de s'appuyer sur un système organisationnel précis et bien établi amenant ainsi chacun de ses membres a agir, quasiment de façon permanente, en équipe (au minimum en binôme) et à devoir toujours se référer à un supérieur direct (Bigley et Roberts, 2001). Ce dispositif opérationnel, structuré à la fois verticalement (hiérarchie) et horizontalement (secteurs d'intervention, fonctions, rôles) influence grandement l'activité des agents sur le terrain et la manière dont ils gèrent les situations de crise auxquelles ils sont confrontés. Samurçay et Rogalski (1993) ont d'ailleurs mis très tôt en exergue chez des officiers sapeurs-pompiers, l'importance des compétences collectives en pointant les limites des compétences individuelles et la nécessité d'une articulation avec celles du collectif. D'après ces auteurs, *"l'aspect collectif du travail est important pour deux raisons : un ensemble très important d'informations qualitatives et quantitatives doit être traité ; la vitesse de l'évolution de la situation est plus rapide que la vitesse de son traitement par un individu seul"* (p.1).

Afin de préparer au mieux les agents aux conditions qu'ils peuvent rencontrer dans la réalité, la formation des sapeurs-pompiers s'appuie essentiellement sur des mises en situation destinées à éveiller chez les apprenants une activité proche du terrain réel. A des fins pédagogiques, ces derniers sont ainsi plongés dans des situations dites dynamiques, c'est à dire suivant leur propre évolution, relevant d'un certain degré d'incertitude et imposant une forte pression temporelle aux agents y évoluant (Hoc, 2001a). De ce point de vue, la réalité virtuelle et particulièrement les EVAH correspondent totalement à ce principe d'immersion des individus dans des situations d'apprentissage. De

cette manière, cette technologie peut apporter certains avantages à la formation classique des sapeurs-pompiers que ce soit déjà en termes de risques physiques (deux stagiaires ont eu des entorses au cours des quatre semaines où nous avons assisté à ces sessions de formation) ou également de coût financier (une semaine de formation à l'école départementale des sapeurs-pompiers du Calvados est facturée 10000€ au Service Départemental d'Incendie et de Secours (SDIS) en charge de la formation).

Enfin, la disponibilité des intervenants (stagiaires, formateurs, responsables) chez les sapeurs-pompiers constitue un élément non négligeable dans notre choix de ce terrain. En effet, afin de comprendre au mieux les mécanismes sous-jacents à l'activité de chacun des agents, il apparaît indispensable que ces derniers soient les plus ouverts possibles, nous permettant ainsi d'accéder à l'ensemble des données essentielles à notre travail de recherche.

Trois objets de recherche

L'ensemble de ce travail s'est de cette façon intéressé à l'activité d'équipes de sapeurs-pompiers en situation d'intervention et plus particulièrement lors de situations pratiques de formation des chefs d'agrès. Dans une volonté d'appréhender de manière globale ce terrain, nous nous sommes principalement intéressés à trois objets de recherche : l'activité individuelle du chef d'agrès, l'activité collective de l'équipe d'intervention et l'activité des formateurs. L'ensemble de ces objets étant destiné à fournir des pistes de conception de l'environnement de formation.

La formation chez les sapeurs-pompiers se construit généralement en deux temps, privilégiant de cette manière tout d'abord l'apprentissage théorique pour ensuite s'orienter plus vers un apprentissage pratique organisé autour de mises en situation se voulant "réalistes". La dimension théorique de la formation rassemble l'ensemble des connaissances procédurales et règles standards à mémoriser et fournit la structure de référence sur laquelle les stagiaires peuvent construire leurs actions sur le terrain. L'activité décisionnelle des agents sur le terrain en devient principalement fondée sur des règles (March, 1994), des processus de reconnaissance (Klein, 1993) ou de correspondance (Lipshitz, 1994). Cependant, le caractère évolutif et incertain des situations auxquelles ils sont confrontés amène les sapeurs-pompiers, et a fortiori les chefs d'équipe, à continuellement devoir adapter ces procédures au terrain (Lipshitz *et al.*, 2007). **Cette capacité d'adaptation constitue de ce fait le point central de la formation pratique des chefs d'agrès et par conséquent notre premier objet de recherche**.

Comme nous avons pu le mentionner précédemment, le travail en équipe

constitue une caractéristique majeure du métier de sapeur-pompier. Le caractère évolutif et incertain des situations auxquelles les équipes se trouvent confrontées, ainsi que les fortes contraintes temporelles qui s'y exercent, conduisent dès lors les activités individuelles de chacun des membres à s'articuler de manière dynamique en quête d'une plus grande efficacité collective. L'activité collective qui s'y déploie nécessite de ce fait une adaptation permanente de l'activité de chacun des membres à celle des autres. Cependant, le contexte particulier dans lequel évoluent ces agents fait qu'ils sont, sur chaque intervention, amenés à agir efficacement sur une situation dont ils ont généralement, au mieux, qu'une connaissance incomplète (Lipshitz *et al.*, 2007; Dyrks *et al.*, 2008). **De ce fait, notre deuxième objet de recherche portera plus particulièrement sur les mécanismes de construction collective de sens en cours d'intervention**.

Ces sessions pratiques de formation reposent sur des mises en situation, dites de simulations pleine échelle, destinées à "immerger" les apprenants dans des situations proches de la réalité. Ces mises en situation sont préparées et entièrement gérées par les formateurs afin de solliciter de la part des stagiaires une activité similaire à l'activité professionnelle de référence (Grau *et al.*, 1998; Samurçay et Rogalski, 1998; Pastré, 2005). Ce mode d'apprentissage place les formateurs comme médiateurs de la relation apprenant/situation de simulation limitant de ce fait leur influence directe sur l'activité de l'apprenant (Horcik et Durand, 2011). Ce positionnement ne minimise cependant en rien l'importance des formateurs dans la perspective pédagogique dans la mesure où ceux-ci doivent servir de "guides" pour l'apprenant, que ce soit au cours des situations de simulation ou des débriefings. **Par conséquent, notre troisième objet de recherche nous amène à décrire la manière dont ce rôle particulier s'exprime au sein de leur activité au cours de ces deux phases**.

L'ensemble de ces points souligne toute la complexité de l'activité humaine dans le contexte particulier de la formation en situation dynamique et collaborative en relevant notamment son caractère improvisé, spontané et adaptatif. Celui-ci peut constituer les points bloquants de la démarche de conception d'un environnement de formation adapté et crédible.

Problématique de recherche

Les situations d'apprentissage telles que vécues dans la formation se définissent dans la littérature comme des systèmes ouverts de contraintes où : a) le problème et les sous-buts sont mal définis, décalés et compétitifs ; b) l'environnement est évolutif, incertain et sous forte pression temporelle ; c) cette évolution s'effectue selon une boucle ininterrompue entre action et retour sur

l'action ; d) les enjeux humains et/ou matériels sont forts ; e) l'équipe subit l'influence de normes organisationnelles ; f) les différents acteurs sont en interaction sans que leur rôle soit parfaitement défini (Cannon-bowers et Salas, 2001; Lipshitz *et al.*, 2001). Dit autrement, ce type de situation se caractérise par leur évolutivité, l'incertitude et la pression temporelle (Hoc, 2001a; Tiberghien, 2002) qu'elle impose à un groupe de sujets, qui coopèrent en vue d'atteindre un objectif commun identifié (Gutwin et Greenberg, 2004).

Pour pouvoir aborder la complexité de l'activité des sapeurs-pompiers dans sa globalité, il convient par conséquent d'emprunter à la fois un point de vue interne mais également externe sur celle-ci. En effet, si la prise de décision chez les sapeurs-pompiers peut être considérée comme une articulation de variables perceptives et cognitives (point de vue interne), il convient aussi de souligner l'importance des contraintes contextuelles (point de vue externe). Cette approche que nous privilégions a de cette manière une double visée : a) l'activité individuelle issue du couplage individu-environnement ; b) l'articulation entre activité collective et activités individuelles.

La prise en compte des contraintes contextuelles dans notre travail de recherche nous permettrait dans un premier temps de mettre en évidence l'adaptation des agents à l'environnement. L'adoption de ce point de vue épistémologique s'inscrit dès lors dans la continuité des travaux réalisés depuis plusieurs années en situations dites "naturelles" qui ont permis de souligner l'importance d'étudier l'homme "en situation" (Amalberti, 2001) et ont fourni les outils théoriques et méthodologiques adaptés. Ce courant de recherche en s'intéressant principalement aux agents experts a souligné l'importance de l'expérience et des processus de reconnaissance dans l'activité décisionnelle des agents sur le terrain (Klein, 2008). Cependant, si les modèles qui en sont développés illustrent parfaitement l'activité des experts, la littérature s'en trouve moins fournie concernant les agents novices ou en phase d'apprentissage. Les études décrivent ainsi souvent l'activité des novices par le prisme de modèles issus de l'expertise et notamment des capacités de reconnaissance des situations courantes (McLennan *et al.*, 2003).

Néanmoins, certains auteurs soulignant les limites de ces modèles se sont plus récemment intéressés à la manière dont les agents prenaient leurs décisions dans des situations non familières ou fortement incertaines. Ces dernières donc ne pouvant pas forcément être reconnues au premier abord et pouvant nécessité l'utilisation de certaines stratégies ou autres mécanismes afin de mieux "comprendre" ce qui se passe (Cohen *et al.*, 1996; Lipshitz et Strauss, 1997; Klein *et al.*, 2007a; Flin *et al.*, 2008). Dans le cadre de notre étude, nous faisons ainsi l'hypothèse que ces modèles mettant en avant les capacités créatrices ou métacognitives, ou les stratégies utilisées par les agents experts en environnement naturel pourraient être plus adaptés à l'activité de stagiaires.

Ce choix pourrait par conséquence nous permettre de mieux comprendre les processus sous-jacents à l'activité décisionnelle d'agents non-experts en cours de formation.

Parallèlement à la dimension environnementale, les contraintes contextuelles peuvent également être considérées sous l'aspect collectif. Après s'être longtemps intéressées à l'activité décisionnelle des individus de façon isolée, les études en ergonomie se sont en effet plus particulièrement penchées, depuis plusieurs années, sur cette dimension collective de l'activité de groupe (Salas *et al.*, 2008). Dans les interventions telles que vécues par les sapeurs-pompiers, et relevant toujours d'un travail d'équipe, il semble désormais assez difficile d'étudier l'activité humaine dans sa globalité sans prendre en compte ces interactions entre plusieurs agents. Dans ce sens, tout en tenant compte des spécificités hiérarchiques relatives au domaine des sapeurs-pompiers, la coordination des activités individuelles au sein d'une équipe d'intervention devient un point essentiel à aborder au cours de notre étude.

Les équipes impliquées dans la formation des chefs d'agrès ont cependant pour particularité d'évoluer dans un environnement urbain, par conséquent fortement cloisonné (Dyrks *et al.*, 2008). Cette disposition de l'espace impose de ce fait certaines contraintes sur les possibilités d'interaction entre équipiers qui évoluent en cours de situation et influencent fortement l'activité collective de l'équipe. Cette singularité du contexte nous amène à en souligner tout le caractère subjectif en privilégiant le point de vue de l'acteur en situation et une activité collective perçue comme l'émergence de l'articulation des activités individuelles.

De ce travail de thèse relèvent finalement différents enjeux. Tout d'abord, des enjeux scientifiques portant sur nos trois objets de recherche : activité individuelle d'apprenants en situations de simulation, activité collective d'équipes en situations dynamiques et en environnements cloisonnés et activité de guidage des formateurs en situations de simulation et débriefings. A ceux-ci s'associent des enjeux méthodologiques que ce soit au niveau du recueil de données (*e.g.* surmonter les contraintes liées au caractère dynamique de l'activité et au contexte) ou de leur analyse (*e.g.* analyser l'activité d'agents non-experts). Enfin, des enjeux technologiques s'inscrivant dans la perspective applicative de ce travail et revenant à définir de quelle manière transférer informatiquement les résultats récoltés sur le terrain. Il conviendra à ce moment là, de faire certains choix afin d'élaborer la façon dont les processus, mis en évidence que ce soit au niveau de l'activité des stagiaires ou des formateurs, peuvent être pris en compte dans le but de concevoir des outils de formation adaptés à un apprentissage non-procédural.

Organisation du mémoire

Le mémoire de thèse présentant ces travaux est constitué de sept chapitres.

Le premier chapitre recensera les modèles issus de la littérature destinés à l'analyse de l'activité individuelle dans les environnements dynamiques. Ce chapitre a pour ambition d'en fournir une vision relativement large, au travers des deux courants que sont l'approche cognitiviste et l'approche naturaliste. Celui-ci se conclura sur les limites respectives, dans le cadre de notre étude, de ces deux approches et de la nécessité d'orienter notre travail vers une analyse inductive de l'activité d'agents non-experts en situation de formation.

Le second chapitre prolongera notre revue de littérature en suivant la même structure que le précédent mais cette fois-ci en s'orientant plus particulièrement vers la dimension collective de l'activité. L'accent est ici plus particulièrement porté sur la prise en compte des contraintes environnementales caractérisant l'exercice des sapeurs-pompiers. Ce point de vue nous conduira vers les apports théoriques et méthodologiques du cours d'agencement dans la perspective de souligner la dimension subjective de l'activité collective vue comme l'émergence de l'articulation des activités individuelles.

Le troisième chapitre conclura la revue de littérature en s'intéressant à l'activité des formateurs dans un contexte de formation s'appuyant sur la simulation. Après une présentation des particularités liées notamment au caractère fictionnel de ce type de formation, ce chapitre s'orientera plus spécifiquement sur la place du formateur au sein de ce contexte particulier. Il sera notamment mis en avant son rôle de médiateur de la relation apprenant-situation de simulation et de son influence limitée sur les actions de l'apprenant s'exprimant au travers d'une activité de tutelle que ce soit en cours de simulation ou au cours des débriefings.

Le quatrième chapitre amorcera le travail d'analyse en s'intéressant à notre premier objet d'étude : l'activité individuelle du stagiaire-chef d'agrès. Ce travail s'appuiera sur une méthodologie s'inspirant de l'approche naturaliste et reposant sur le recueil de données intrinsèques et extrinsèques au cours de six situations de formation. Ces données d'observation seront complétées par des données de verbalisations obtenus au cours d'entretiens en re-situ subjectifs avec les stagiaires. L'analyse, construite en deux temps (analyses synchronique et diachronique), permettra de mettre en évidence les mécanismes sous-jacents de l'activité des stagiaires-chefs d'agrès en cours de situation au regard des modèles théoriques de la prise de décision et de l'anticipation extraits de notre revue de littérature.

Le cinquième chapitre poursuivra le travail d'analyse au cours de trois situations de formation sur l'activité collective de l'équipe d'intervention et

plus particulièrement sur les mécanismes de construction de sens qui s'y opèrent. Tout en s'appuyant sur la même procédure de recueil de données que lors de l'étude des stagiaires-chefs d'agrès, l'analyse se complétera par l'utilisation de tableaux multi-portées permettant d'appréhender les collectifs "éclatés" suivant les dimensions spatiale et temporelle. Ce travail permettra ainsi de souligner tout le caractère dynamique de la compréhension collective au cours d'une intervention ainsi que l'influence des configurations fonctionnelle et spatiale de l'équipe sur celle-ci.

Le sixième chapitre conclura ce travail d'analyse en abordant notre troisième objet de recherche : l'activité des formateurs. En s'appuyant sur un recueil de données réalisé au cours de six situations, ce travail s'attachera particulièrement à mettre en évidence les activités de tutelle des formateurs sapeurs-pompiers au cours des situations de simulation de feux urbains et des sessions de débriefings. Ce chapitre permettra ainsi de mettre en évidence la manière dont ceux-ci gèrent le caractère pédagogique de ces situations de formation et orchestrent l'apprentissage des stagiaires.

Le septième chapitre ouvrira sur l'aspect applicatif de ce travail de thèse en définissant des pistes de conception d'un environnement de formation s'appuyant sur les technologies liées à la réalité virtuelle. Cette étape permettra de rassembler l'ensemble des résultats obtenu au cours des trois études précédentes afin d'en extraire les éléments nécessaires au développement d'une plate-forme adaptée à ce type de situation d'apprentissage.

Ce manuscrit se conclura par une discussion générale permettant de dresser un bilan des travaux réalisés au regard des objectifs fixés en introduction et de dégager quelques axes prospectifs pour de futures recherches.

Première partie

Revue de littérature

Chapitre 1

La décision individuelle en situation dynamique

Résumé du Chapitre 1

L'objectif de ce premier chapitre est d'introduire la prise de décision individuelle dans les situations dynamiques au travers de certains modèles qui ont pu être développés au sein de la littérature en ergonomie cognitive. Après une introduction sur la démarche de conception d'un EVAH et la nécessité d'un travail préalable d'analyse de l'activité d'apprenants en situation réelle de formation, la revue de littérature s'ouvre sur une première catégorie de modèles théoriques de l'activité individuelle centrés sur le concept de contrôle cognitif. Par la suite, nous avançons la nécessité, dans la perspective d'étudier une formation reposant sur des mises en situation réalistes, de prendre en considération les contraintes contextuelles au sein de l'activité décisionnelle des agents en nous orientant vers des modèles issus de l'approche naturaliste. Le développement de ces modèles s'est vu accompagné de la mise en place de méthodes novatrices s'appuyant continuellement sur l'apport de la technologie et qui se trouvent pour certaines rappelées dans ce chapitre. Cette évolution méthodologique a permis de rapporter nombre de résultats significatifs quant à la compréhension de l'activité sur le terrain d'agents notamment experts, soulignant l'importance de leur expérience et s'illustrant essentiellement par un processus intuitif de reconnaissance des situations. Cependant, malgré des apports théoriques et méthodologiques indéniables, au regard de notre travail de recherche sur la formation de novices au poste de chef d'agrès, cette approche naturaliste semble présenter certaines limites concernant la description de l'activité d'agents non-experts, nous conduisant de ce fait vers une démarche d'analyse inductive de l'activité individuelle des stagiaires-chefs d'agrès.

Contenu du Chapitre 1

Introduction 15
1.1 Modèles pour analyser les décisions en situation dynamique . . 17
1.1.1 Approches cognitives 17
1.1.1.1 Modèle de "l'échelle double" 18
1.1.1.2 Contrôle dynamique 20
1.1.1.3 Le modèle de contrôle étendu 22
1.1.2 Approches naturalistes 25
1.1.2.1 Reconnaître avant d'agir 25
1.1.2.2 Garder un esprit critique 28
1.1.2.3 Faire face à l'incertitude 31
1.1.2.4 Comprendre ce qui nous entoure 34
1.1.2.5 Créer de nouvelles solutions 42
1.1.2.6 "Voir" et agir en avance 43
1.2 Méthodes pour appréhender la décision en situation dynamique 49
1.2.1 Analyse cognitive de la tâche 49
1.2.2 Analyse *in situ* 52
1.2.2.1 La méthode d'analyse des décisions critiques . 52
1.2.2.2 *The Human Factors Interview Protocol* 53
1.2.2.3 Entretien en re-situ subjectif 54
1.3 Résultats 56
1.3.1 Comparaison experts/novices 56
1.3.2 Rôle joué par l'expérience 58
1.4 Bilan 60
1.5 Discussion 61

Introduction

Comme cela a déjà été mentionné, l'ensemble de ce travail de recherche s'inscrit dans un projet de conception d'environnement virtuel pour l'apprentissage humain (EVAH). Ce type d'environnement informatisé, exploitant les propriétés de la réalité virtuelle, constitue l'aboutissement d'une longue tradition de développement technologique des dispositifs d'apprentissage initiée dès le début du vingtième siècle (Buche *et al.*, 2006). Cette évolution a particulièrement été influencée par les différents modèles théoriques élaborés dans le domaine de l'apprentissage faisant passer ces systèmes d'un enseignement uniforme, linéaire et reposant sur une logique répétitive d'essais-erreurs à un fonctionnement plus interactif et s'adaptant à l'activité de l'apprenant. S'inscrivant dans une perspective socio-constructive (Bruner, 1983), les concepteurs ont pu valoriser la dimension pédagogique de leurs dispositifs et favoriser le développement de nouvelles compétences en valorisant la médiation apprenant/objet d'apprentissage permettant d'accompagner l'apprenant à réaliser des tâches qu'il ne peut encore réaliser seul (Vygotski, 1934). Cette valorisation de l'accompagnement individualisé n'a été possible que par l'adoption par les concepteurs d'une logique centrée sur l'apprenant.

Dans cette logique "pédo-centrée", la prise en compte de l'activité humaine en situation réelle ou de formation apparaît dès lors comme un préalable essentiel à la conception d'un EVAH. C'est le mode de fonctionnement adopté au sein du CERV dont de nombreux projets pluri-disciplinaires suivent la démarche de développement proposé par Bossard *et al.* (2009 ; Figure 1.1).

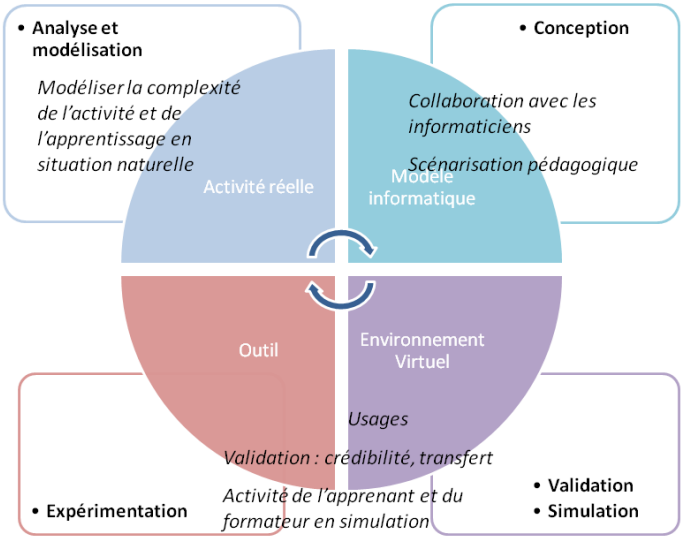


FIGURE 1.1: Démarche de développement d'un EVAH, d'après Bossard *et al.* (2009)

D'après cette démarche, l'étude et la modélisation de l'activité humaine en situation constitue l'étape initiale permettant de fournir les données nécessaires au choix et à l'implémentation des modèles informatiques. Ce travail d'analyse préalable nécessite pour notre part l'exploitation de modèles théoriques et de méthodes spécifiques issus de la littérature scientifique destinées à révéler les mécanismes sous-jacents à l'activité des agents sur le terrain.

Dans le cadre de notre projet, le terrain d'investigation touche au domaine des sapeurs-pompiers et plus précisément des sessions pratiques de formation des chefs d'agrès. Ces sessions d'apprentissage reposent sur des mises en situation réalistes et dynamiques se caractérisant par leur caractère évolutif, leur degré d'incertitude ainsi que la pression temporelle s'exerçant sur les agents (Hoc, 2001a). La nature réaliste de ces mises en situation a pour but de favoriser la construction de connaissances et l'acquisition de savoir-faire chez le stagiaire-chef d'agrès qui seront transférables *a posteriori* dans les situations réelles. Comme cela a déjà été mentionné en introduction, la prise en compte globale de l'activité d'agents dans ce type de situation nécessite d'un côté, de considérer cette dernière comme une articulation de variables perceptives et cognitives (point de vue interne) et de l'autre, de prendre en compte l'importance des contraintes contextuelles (point de vue externe).

Ce chapitre est l'occasion de reprendre les contributions de la littérature issues de la psychologie ergonomique et traitant de la prise de décision individuelle pouvant s'appliquer à ce contexte particulier des situations dynamiques. Il apparaît tout d'abord primordial que les modèles théoriques qui en sont issus tiennent compte à la fois de la variable contextuelle et des variables perceptives et cognitives de l'agent. Qui plus est, notre étude s'attachant à l'activité d'une population bien particulière (en l'occurrence non-experte), il semble également important que ces modèles théoriques soient également présentés au regard de cette spécificité. Ce chapitre a pour ambition de montrer que, suivant l'approche théorique considérée, et l'objet des modèles qui en sont issus, ces derniers prennent plus ou moins en considération ces différents aspects.

Pour ce faire, ce chapitre se compose d'une première partie recensant les modèles théoriques de la prise de décision au regard des deux courants que sont le cognitivisme et le naturalisme (section 1.1). Cette partie initiale sera suivie des méthodes (section 1.2) et des résultats significatifs que ces différentes approches ont permis d'avancer (section 1.3). Ce chapitre se conclura par une section bilan destinée à synthétiser les informations relatives aux modèles théoriques traités au cours de ce chapitre (section 1.4) suivie d'une discussion reprenant l'ensemble de nos observations au regard de notre terrain d'étude (section 1.5).

1.1 Modèles pour analyser les décisions en situation dynamique

L'examen de la littérature sur les modèles d'activité décisionnelle des agents en situation dynamique met en lumière deux orientations épistémologiques distinctes et complémentaires. D'un côté, l'approche qualifiée de "cognitive" envisageant le fonctionnement humain comme celui d'un ordinateur et la décision comme un processus de traitement de l'information (section 1.1.1). Et de l'autre, l'approche "naturaliste" prenant le parti d'une décision relevant de la part de l'agent d'un processus d'adaptation à la situation courante (section 1.1.2). Les modèles présentés par la suite et qui sont issus de l'une ou l'autre de ces approches illustrent parfaitement cette distinction.

1.1.1 Approches cognitives

Historiquement, l'activité décisionnelle en situation dynamique a été étudiée au sein du paradigme cognitiviste. Dans cette perspective théorique, la prise de décision est considérée comme un processus individuel, symbolique et rationnel de traitement de l'information. Ce traitement se réalise par prélèvement des indices pertinents au sein de l'environnement et l'interprétation de ces derniers par la mobilisation de bases de connaissances contenues dans les différents systèmes mnémoniques.

Les modèles décisionnels en situation dynamique issus de cette approche font grandement référence à la notion de contrôle cognitif. Celle-ci peut se définir comme *"l'ensemble des processus mis en jeu pour coordonner nos pensées et nos actions en accord avec les buts qui les ont initiés"* (Barbalat, 2009). La fonction principale du contrôle cognitif est donc de moduler le traitement de l'information au sein des systèmes dits périphériques (bas niveau) selon les buts de la tâche en cours. On parle aussi dans ce cas de contrôle "*top-down* attentionnel".

Le contrôle cognitif intervient spécifiquement lorsque les tâches à accomplir sont difficiles, peu pratiquées ou comportant une interférence (processus compétitifs en jeu) (Levoyer, 2009). Celui-ci intervient donc principalement dans des situations complexes où l'attention peut être grandement mobilisée telles que les situations que nous étudions dans le cadre de ce travail. Dans des situations plus familières, la performance de l'agent dépend moins de mécanismes de contrôle cognitif et s'appuie davantage sur des processus automatisés. C'est justement cette coexistence entre processus automatisés et cognitifs illustrant la diversité de l'activité décisionnelle qui constitue la pierre angulaire des modèles suivants.

1.1.1.1 Modèle de "l'échelle double"

Dans le cadre de la gestion des situations dynamiques, les travaux de Rasmussen tiennent une place de référence qui a influencé les nombreux modèles issus de la littérature aujourd'hui. Ce modèle-référence dit de "l'échelle double" (Figure 1.2) s'appuie sur la taxonomie *"Skills, Rules, Knowledge"* (SRK ; Habiletés, Règles, Connaissances) correspondant aux trois niveaux de régulation de l'activité (Rasmussen, 1986). Ces trois niveaux de traitement des informations, impliquant des variations en termes de coût cognitif pour l'agent, se retrouvent directement dépendants des caractéristiques de la situation rencontrée (risque objectif de perdre le contrôle) et de l'expérience de l'agent (risque subjectif de perdre le contrôle).

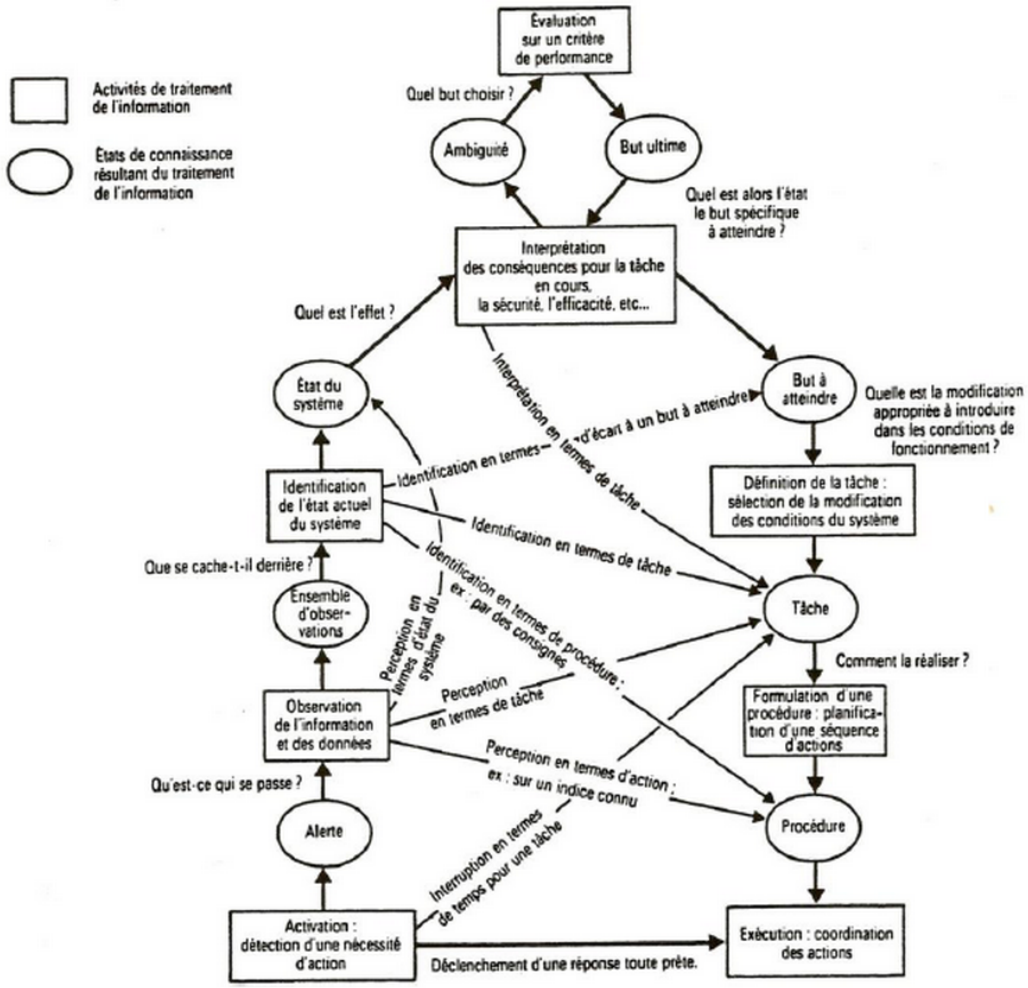


FIGURE 1.2: Le modèle de prise de décision, dit de "l'échelle double" (Rasmussen, 1986), extrait de Reason (1993)

Les comportements basés sur les habiletés (*Skill-based*) sont réalisés de manière automatique et ne requiert qu'un coût cognitif faible. L'agent évolue dans ce cas dans une situation familière et ses activités, une fois l'intention définie, prennent place sans contrôle conscient, de façon fluide et hautement intégrée. Ce niveau de régulation correspond principalement à l'activité d'experts ayant, par leur expérience, été familiarisés à de nombreuses situations leur permettant de développer certains automatismes.

Les comportements basés sur les règles (*Rules-based*) sont contrôlés par un ensemble de règles ou de procédures stockées en mémoire. Dans ce cas, l'agent évolue toujours dans une situation familière mais exerce ici un contrôle conscient sur son activité, déclenchée généralement lorsque le comportement automatique initial n'a pas produit les effets escomptés.

Enfin, les comportements basés sur les connaissances (*Knowledge-based*) représentent des processus activés lorsque les règles connues ne peuvent être appliquées. L'agent se trouve dans ce cas face à une situation nouvelle pour laquelle son activité se trouve contrôlée à un niveau conceptuel plus élevé. Cette activité est alors guidée par un but formulé de façon explicite et fait appel directement à ses connaissances. Il s'agit du niveau de traitement le plus lent et le plus coûteux cognitivement, caractérisant essentiellement les processus de contrôle de l'activité des novices.

Le modèle global comprend ainsi plusieurs phases successives de traitement aboutissant à une prise de décision de la part de l'agent. Le traitement commence par une phase d'analyse de la situation durant laquelle quatre processus peuvent se mettre en place :

- l'activation qui place l'agent en position de recevoir des informations ;
- l'observation qui vise à recueillir ces informations au sein de la situation courante ;
- l'identification durant laquelle les informations captées sont classées en vue d'une représentation de l'état de la situation ;
- l'interprétation qui détermine l'origine et les conséquences des symptômes repérés.

Par la suite, la seconde phase consiste à planifier l'action et transite tout d'abord par un processus d'évaluation consistant à examiner les possibilités d'intervention en fonction du but fixé et des conséquences possibles pour la tâche. Ensuite, la définition de la tâche définit l'action à entreprendre en fonction des conditions significatives du système. S'ensuit la formulation d'une procédure correspondant à la mise au point d'une séquence d'actions à effectuer (qu'elle soit déjà connue ou nécessite sa création). Enfin, la dernière phase consiste simplement à exécuter l'action choisie.

Bien que "l'échelle double" constitue un modèle-cadre de l'activité décision-

nelle, il n'en présente pas moins certaines limites fréquemment évoquées dans la littérature telles que son manque de dynamique du processus, de rétroaction et de parallélisme entre les activités. C'est dans la perspective de répondre à ces critiques, que certains auteurs ont développé d'autres modèles s'appuyant sur différentes dimensions du contrôle (Chalandon, 2007) :

- le "mode de cognition" (ou "type de performance") pour lequel la classification SRK apparaît comme une taxonomie des compétences mobilisées pour l'accomplissement des fonctions cognitives (modèle de gestion de situation dynamique ; Hoc et Amalberti, 1994 ; section 1.1.1.2) ;
- "l'objet de l'activité" qui reflète le niveau d'abstraction de la tâche interprétée (modèle de contrôle étendu ; Hollnagel, 2002 ; section 1.1.1.3).

1.1.1.2 Contrôle dynamique

Issu du courant francophone sur les situations dynamiques, le modèle proposé par Hoc et Amalberti (1994 ; Figure 1.3) se base sur le modèle de "l'échelle double" dont il a pour ambition de palier les limites. Aussi, contrairement au modèle de Rasmussen, les auteurs ont introduit dans ce modèle de manière centrale une composante temporelle à l'action. Ainsi, l'agent est ici considéré comme une entité active au sein de son environnement, capable de créer des attentes sur l'état futur du processus lui permettant de cette manière d'évaluer l'évolution de la situation et d'anticiper certains événements (Neyns, 2011). Dans ce modèle, diagnostic et prise de décision se trouvent étroitement liés. Le diagnostic étant entendu selon les auteurs comme *"une activité de compréhension d'une situation, pertinente à une décision d'action"* (Hoc et Amalberti, 1994, p. 179).

Hoc et Amalberti (1994) postulent que durant l'action, l'opérateur se construit ou évoque une représentation de la situation, que les auteurs nomment "représentation occurrente" (ou "représentation opérationnelle") et qui constitue le concept central du modèle. Cette représentation, qui tient également compte de l'évolution temporelle de la situation, dépend à la fois des informations (brutes et/ou traitées) au sein de l'environnement et des savoirs spécifiques et métaconnaissances de l'agent. Elle permet alors la formulation d'un diagnostic et une prise de décision qui conduira à des actions futures en mobilisant un des trois niveaux du contrôle cognitif constituant l'échelle de Rasmussen. Trois boucles de régulation s'inscrivant dans trois temporalités différentes se distinguent alors : court, moyen et long terme.

Au premier niveau (*skill-based*), l'activité de l'agent repose sur un fonctionnement automatique faisant intervenir ses connaissances procédurales. La boucle à court terme concerne le contrôle automatique de l'agent. A ce niveau, si sa représentation occurrente est suffisamment prédictive de l'évolution de la situation, elle permet à l'agent d'agir sur la situation par anticipation.

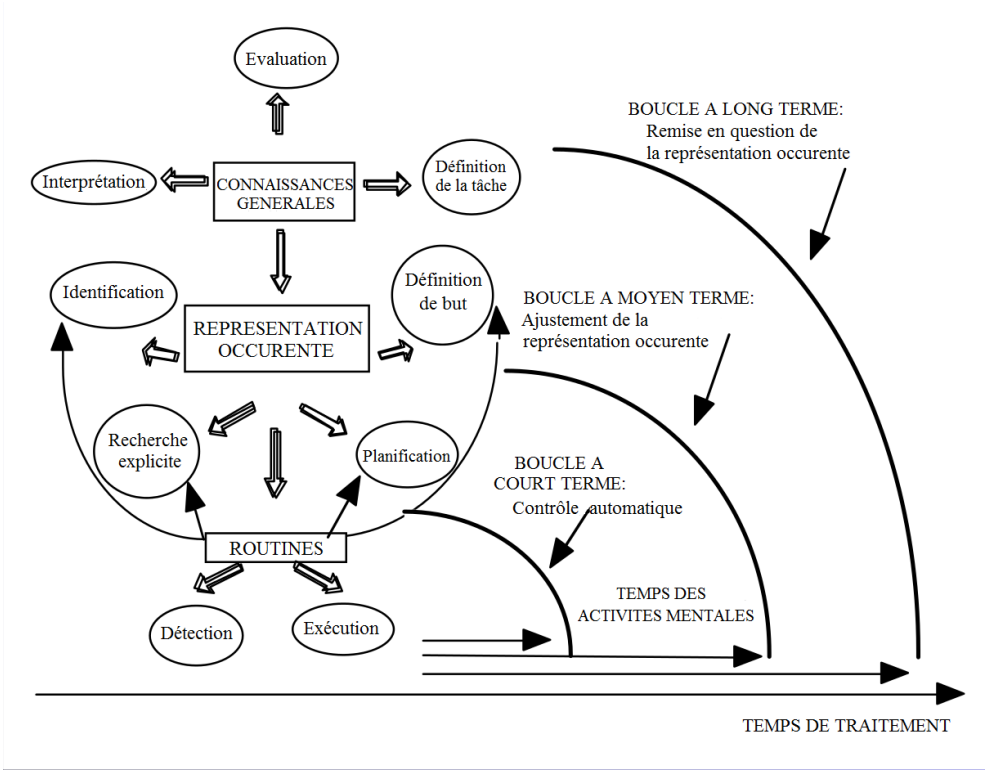


FIGURE 1.3: Le modèle de gestion de situation dynamique (Hoc, 1996)

Au second niveau (*rules-based*), l'activité de l'agent repose sur l'utilisation de règles ou de procédures stockées en mémoire. La représentation occurrente ne permet qu'une prédiction partielle de l'évolution de la situation dont les contraintes trop importantes empêchent une anticipation efficace. La boucle à moyen terme fonctionne dans ce cas en parallèle de la première, afin d'ajuster la représentation occurrente de la situation.

Enfin, au troisième niveau (*knowledge-based*), l'activité de l'agent repose sur l'exploitation de connaissances plus générales que précédemment. La situation suscitant certaines incompréhensions ne permet pas l'anticipation précise de l'évolution à long terme de la part de l'agent. Les trois boucles de régulation fonctionnent alors en parallèle, la boucle à long terme ayant pour but la révision de la représentation occurrente et la construction d'une nouvelle afin d'assurer un niveau de compréhension suffisant.

Ce modèle permet de prendre en compte l'activité globale de l'opérateur dans le contrôle et la surveillance de systèmes dynamiques. Il pallie certaines limites du modèle cadre de Rasmussen en intégrant les aspects dynamiques du processus ainsi que la prise en compte des rétroactions et le parallélisme

entre les activités. Cependant, en dépit de la prise en compte des rétroactions, celui-ci ne permet pas de modéliser la représentation des effets des actions de l'agent. De plus, en les "noyant" au sein du concept de schéma, il introduit une certaine confusion entre les différentes dimensions du contrôle cognitif : étendue du champ de supervision et de contrôle ; proximité de ce contrôle et les délais de réponse ; accessibilité du processus ; transformations sur les variables (continues et discontinues) ; et vitesse du processus (*i.e.* les contraintes temporelles) (Neyns, 2011).

1.1.1.3 Le modèle de contrôle étendu

Empruntant une approche de tradition d'ingénierie, Hollnagel et Woods (1983, 2005) ont proposé la notion de système cognitif conjoint (*joint cognitive system*) correspondant au couplage homme-machine et au sein duquel le système technique est considéré selon les mêmes critères que l'agent (savoir-faire, capacités d'apprentissage, règles, etc.). A partir de cette notion, Hollnagel (1993) a apporté une nouvelle dimension à la réflexion sur la schématisation et le contrôle cognitif dans son modèle initial COCOM (*Contextual Control Model*, Figure 1.4). Celui-ci met en lien contrôle de la situation et distance temporelle à l'action au travers de quatre niveaux de contrôle (stratégique, tactique, réactif et désorganisé) [1] dépendant de la perception par l'agent du temps disponible ainsi que de sa familiarité avec la situation.

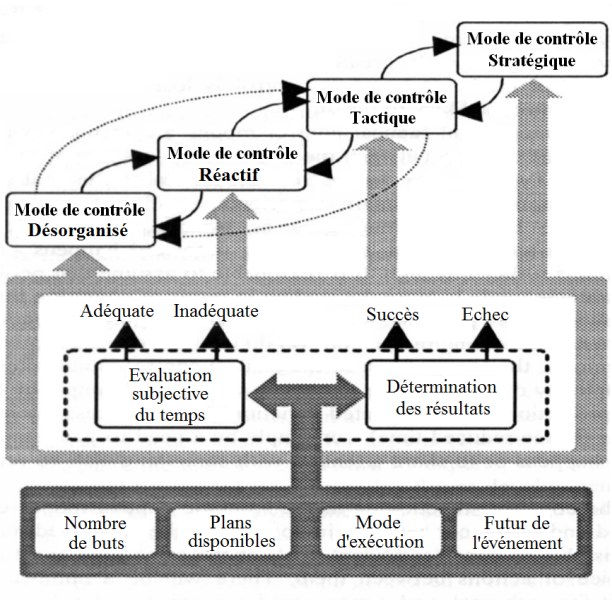


FIGURE 1.4: Le modèle de contrôle contextuel COCOM (Hollnagel, 1993)

1. Hollnagel parle lui de mode *Strategic, Tactical, Opportunistic* et *Scrambled* (Hollnagel, 1993)

Lorsque le temps disponible apparaît élevé aux yeux de l'agent, quelque soit la familiarité de ce dernier avec la situation, il emprunte un mode de contrôle stratégique lui permettant dans ce cas une planification à long terme. Lorsque l'agent présente une familiarité élevée de la situation et/ou une perception du temps disponible relativement importante, cela le mène à un contrôle tactique de la situation s'appuyant sur l'exécution de procédures et permettant une planification à moyen terme. L'agent emprunte un mode de contrôle de la situation réactif lorsque sa perception du temps disponible est moyenne ou qu'il présente une familiarité relativement élevée de la situation. Dans ce cas, la planification n'a que peu d'importance dans la mesure où il s'agit plus d'exécutions à court terme en réaction aux événements de l'environnement. Enfin, le mode désorganisé, considéré comme le cas le plus critique (proche d'un état de panique), apparaît lorsque la perception de temps disponible est faible et que la situation est inconnue. Au delà de l'aspect comportemental, la distinction entre ces deux derniers modes peut également s'opérer sur des critères psychologiques en reposant sur les deux notions que sont les affordances basiques et expertes (Chauvin, 2003). Dans le mode désorganisé, l'agent se trouve dépendant d'affordances de l'environnement non conçues pour la réalisation de la tâche et conduisant à des actions isolées sans effet voire même contre-productives. Dans le mode réactif, le comportement de l'agent est modelé par des affordances expertes plus cohérentes avec la tâche et pouvant conduire à des séries d'actions permettant son accomplissement.

A la suite de ce modèle, Hollnagel (2002) y a incorporé une dimension dynamique constituant alors ECOM (*Extended Control Model*, Figure 1.5). Ce modèle s'articule autour de quatre niveaux d'activité superposés (suivi, régulation, supervision et par objectif) [2] possédant chacun une ou plusieurs boucles de contrôle.

En situation de tâche contrôlée, les objectifs de chaque niveau se trouvent déterminés par le niveau du dessus. Le niveau le plus bas, *Suivi*, correspond aux corrections immédiates et automatisées des perturbations de l'environnement. A ce niveau, les activités sont réalisées pour l'essentiel au moyen d'un contrôle en boucle fermée. Lorsque des changements inattendus surviennent au sein de l'environnement, ces activités peuvent passer sous surveillance et basculer dans un mode où le contrôle est maintenu par le niveau supérieur de *Régulation*. A ce niveau, les activités, bien que n'étant plus automatiques, restent globalement réalisées au moyen d'un contrôle en boucle fermée. A ce niveau, celles-ci conduisent à agir sur la définition des objectifs pour la boucle de niveau inférieur. Ces objectifs, qui sont susceptibles d'évoluer au cours du temps, sont déterminés par le niveau supérieur de *Supervision* qui a pour rôle de générer l'évaluation de la situation. A ce niveau, les activités portent sur

2. Hollnagel utilise les termes *tracking*, *regulating*, *monitoring* et *targeting*

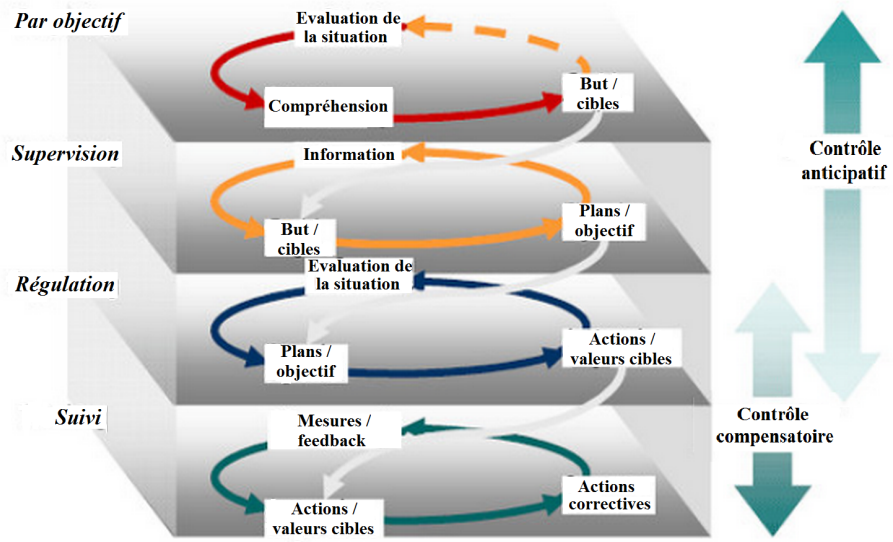


FIGURE 1.5: Le modèle de contrôle étendu ECOM (Hollnagel, 2002)

la définition des objectifs et l'activation de plans dans l'action. Les objectifs à ce niveau correspondent au mode tactique du modèle COCOM décrit précédemment. Enfin, le niveau supérieur, dit *Par objectif*, concerne la planification stratégique correspondant à la fixation des buts haut niveau. Cette fixation de buts est définitivement réalisée au moyen d'un contrôle en boucle ouverte, mise en œuvre par un ensemble non négligeable d'actions et couvrant souvent une longue période de temps. L'ensemble de ces boucles, fonctionnant en parallèle, ouvre sur des horizons temporels différents, possédant des constantes de temps de plus en plus courtes au fur et à mesure qu'on descend vers les niveaux plus bas (Hollnagel et Woods, 2005).

Bien que le paradigme cognitiviste ait fourni des modèles robustes de la complexité de l'activité décisionnelle en situation dynamique, cette approche n'en demeure pas moins la cible de certaines critiques au sein de la littérature. Celles-ci proviennent principalement d'un pan de la recherche qui a pour souci d'aborder la prise de décision dans sa globalité et non pas seulement à la restreindre à la mobilisation d'habiletés cognitives et perceptives. Dans cette perspective, les chercheurs issus de ce courant mettent en avant la nécessité d'élaborer des modèles qui prennent également en compte les contraintes contextuelles.

Comme mentionné en introduction, le caractère procédural de l'activité des sapeurs-pompiers, et particulièrement du chef d'agrès, est fortement atténué par les contraintes environnementales. Cet aspect se traduit sur le terrain par

un travail d'adaptation devant être développé, appris au cours de leur formation pratique au travers de mises en situation variées. En se centrant sur un processus de traitement de l'information, l'approche cognitiviste minimise cet aspect de l'activité. Celle-ci peut dès lors paraître trop rigide et plus adaptée à un apprentissage de procédures "figées" non soumises aux particularités du contexte. Notre cadre de travail nécessiterait dès lors la prise en considération d'une approche théorique plus "souple" et située : le cadre conceptuel de la *Naturalistic Decision Making* (NDM).

1.1.2 Approches naturalistes

Cette approche a été initiée par les travaux de Klein *et al.* (1986) qui ont au départ réfuté l'hypothèse selon laquelle les individus confrontés à des situations dynamiques fondaient leurs choix sur la base d'un calcul rationnel ou d'une analyse exhaustive des utilités (théorie des jeux ou théorie formelle de la décision) (Lipshitz *et al.*, 2001). Cette idée a permis d'initier par la suite tout un courant théorique conservant comme *leitmotiv* de comprendre comment les individus prennent leurs décisions en contexte naturel. Conservant la ligne directrice originelle, les auteurs se réclamant de la NDM ont approfondi depuis près de trente ans les connaissances dans différents domaines applicatifs dont ceux pouvant comporter des situations à risque (militaire, industrie nucléaire, sapeurs-pompiers, aviation civile, etc...). Cette profusion d'études a permis de développer nombre de théories et de modèles dont les plus connus sont développés dans la section suivante.

1.1.2.1 Reconnaître avant d'agir

Le processus de reconnaissance constitue le concept central du courant NDM et de son modèle le plus répandu : *Recognition Primed-Decision* (RPD ; Figure 1.6). Celui-ci avance qu'un expert s'appuie sur son expérience pour reconnaître une situation et agir de manière adéquate. Avec ce modèle RPD, Klein *et al.* (1986) ont voulu ainsi marquer une différence avec l'approche cognitive afin d'expliquer les décisions d'experts prises sous pression temporelle et relevant de forts enjeux (Hoffman et Lintern, 2006).

Le modèle RPD (Klein, 1997) repose sur trois hypothèses fondamentales :

1. Les experts génèrent et évaluent des options de façon hiérarchique (Évaluation holistique du potentiel au cours de l'action) et non pas concurrente de sorte que la première option prise en considération est, d'emblée, une option plausible (Lipshitz *et al.*, 2001) ;
2. Les experts utilisent la reconnaissance de configurations spatio-temporelles au cours de l'action pour s'adapter à l'incidence de la pression temporelle (Klein et Calderwood, 1991). Cette reconnaissance est basée

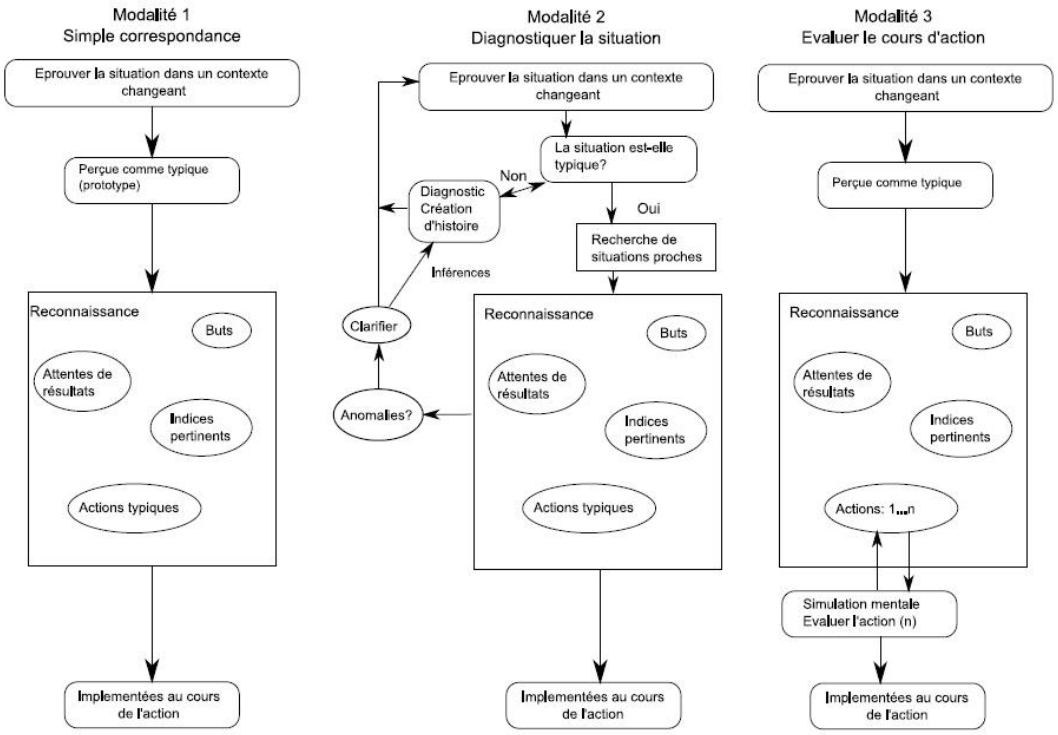


FIGURE 1.6: Le modèle RPD (Klein, 1997)

à la fois sur l'expérience (situations antérieures semblables) et sur des affordances (suggestions automatiques d'actions) ;

3. Les experts choisissent une option sans comparer toutes les options possibles (lié à la notion de suffisance ou de satisfaction ; Simon, 1976). Si une option doit être envisagée, l'évaluation repose sur une simulation mentale de ses conséquences.

En d'autres termes, la situation s'impose à l'individu qui la "découvre" et son expertise se manifeste par une reconnaissance finalisée et rapide de celle-ci lui permettant de cerner son caractère typique. Ce processus de reconnaissance se construit par la mobilisation de ce que Ross *et al.* (2006) nomme le *"package cognitif nourri de significativité"*. Ce *package* associe quatre types de variables secondaires : les attentes de résultats (*expectancies*), les indices pertinents (*relevant cues*), les cours d'action typiques issus de l'expérience (*typical actions*), et les buts plausibles (*plausible goals*) (Klein, 1993). Ces variables ont par la suite été intégrées au sein d'une même structure fonctionnelle afin de constituer le concept de schéma (Lipshitz *et al.*, 2001). Le "coup d'œil" de l'expert en cours d'action, consiste alors en une mise en correspondance implicite entre les indices pertinents perçus et de ces structures fonctionnelles disponibles en

mémoire.

Certains travaux portant sur l'application du modèle RPD, notamment dans le domaine du sport, ont récemment permis de compléter cette catégorisation de variables. Ainsi, Macquet (2009) en volley-ball et Bossard *et al.* (2011) en football ont respectivement ajouté les catégories "conséquences du cours d'action" et "connaissances" au quatre types de variables préalables.

Le modèle RPD se compose de trois modalités qui se trouvent fortement dépendantes du niveau d'expertise de l'agent : la reconnaissance simple (*simple match*), le diagnostic de la situation (*diagnose the situation*) et l'évaluation d'un cours d'action (*evaluate a course of action*). La première modalité du modèle, qui peut être qualifiée de processus réactif, permet à l'expert de reconnaître une situation déjà rencontrée et d'y associer directement une réponse adéquate. La seconde modalité relève d'un processus de diagnostic en comparant des indices pertinents issus de la situation courante avec plusieurs situations précédemment vécues, considérées comme similaires, afin de choisir parmi des réponses connues et mettre en œuvre une action appropriée. Enfin, dans la troisième modalité, l'expert élabore une solution inédite dans le cours de l'action et l'évalue par un processus de simulation mentale. Dans cet ultime cas, ce processus lui permet d'imaginer comment son action pourrait s'intégrer à la situation courante.

Cette représentation statique de la prise de décision a fait l'objet de plusieurs critiques quant à ses manques vis à vis de la nature dynamique des situations réelles. En effet, ces dernières étant évolutives exigent de la part des agents une activité décisionnelle adaptative. Dans le cadre de situations dynamiques telles que rencontrées par les sapeurs-pompiers, comme les incendies par exemple, le caractère évolutif de celles-ci apporte continuellement de nouvelles informations (que ce soit en termes de menaces ou de ressources) à prendre en compte par les agents qui doivent s'appuyer sur des *feedbacks* pour évaluer la situation en cours. *"L'aspect le plus important de la rétroaction au sein des environnements de gestion des situations d'urgence est la modification de l'équilibre demandes / ressources"*[3] (Omodei *et al.*, 2005, p.286).

Klein (2004) a de ce fait souligné la nature cyclique du modèle RPD en proposant un schéma alternatif (Figure 1.7) tenant compte de l'évolution de la situation et des retours que cela génère pour l'agent. Cette nouvelle représentation du modèle repose toujours sur le principe de reconnaissance de formes d'indices. Elle intègre de ce fait les trois modalités originelles du modèle RPD dans des cycles décisionnels imbriqués entre eux et aboutissant tous à la mise en place d'actions. L'effet de ces actions sur la situation en cours génère

3. Notre traduction

une évolution des indices la caractérisant et de ce fait un éventuel nouveau cycle de reconnaissance.

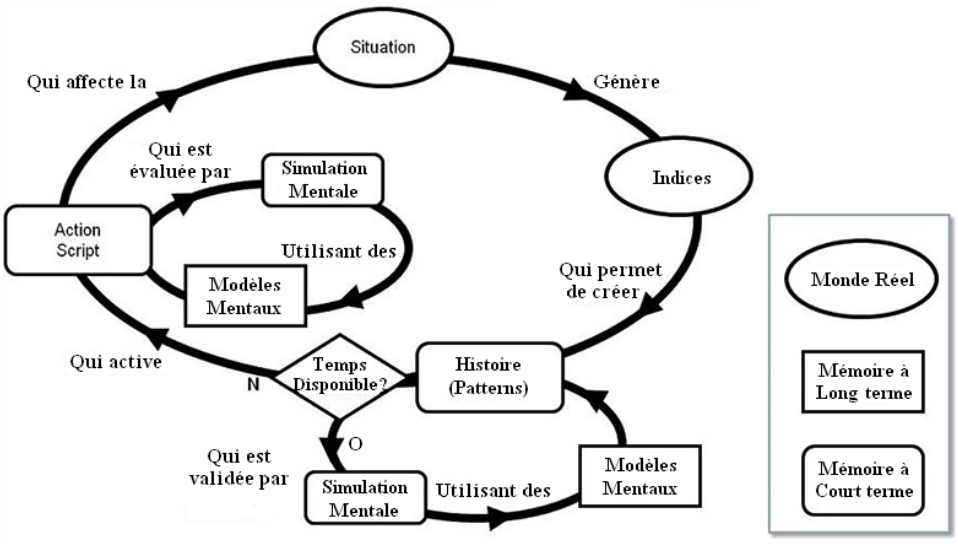


FIGURE 1.7: Représentation alternative de RPD intégrant la nature dynamique du cycle décisionnel (Klein, 2004)

Bien que le courant de la NDM propose différents modèles pour expliquer les prises de décision en situation réelle, tous s'accordent pour considérer le processus de reconnaissance de la situation comme central. Le processus de reconnaissance est en effet particulièrement intéressant pour expliquer la rapidité et la pertinence des décisions observées par les agents experts dans ce type de situation. Cependant, du point de vue de nombreux auteurs, ce modèle présente certains manques, notamment pour expliquer qu'un expert, confronté à une situation non familière, nouvelle ou anormale, peut tout de même s'appuyer sur son expérience pour y répondre généralement plus efficacement qu'un novice. Pour cette raison, Cohen *et al.* (1996) ont ajouté la composante métacognitive au modèle RPD.

1.1.2.2 Garder un esprit critique

Une grande partie de la littérature s'accorde sur le fait que l'activité décisionnelle d'agents en situation réelle est parfois amenée à passer d'un mode de raisonnement intuitif vers un mode plus analytique lorsque ceux-ci se trouvent confrontés à des situations nouvelles pour eux ou considérées comme moins urgentes et leur permettant de trouver la solution "optimale" (Payne *et al.*, 1993). Pourtant, certains auteurs n'ont pas hésité à se positionner contre cette perspective dichotomique intuitive-analytique de l'activité

décisionnelle en environnement naturel (Cohen et Thompson, 2005). Ces auteurs ont alors avancé l'utilité des stratégies métacognitives, par lesquelles les agents pourraient gérer l'incertitude à laquelle ils font face, impliquant dès lors une discontinuité de l'activité moins marquée que dans le modèle intuition-analyse.

D'après Flavell (1976), *"la métacognition se réfère aux connaissances du sujet sur ses propres processus et produits cognitifs. Elle renvoie également au contrôle actif, à la régulation et à l'orchestration de ces processus"*. Cette définition met en évidence les deux pôles caractérisant cette notion que sont les connaissances métacognitives (ou métaconnaissances) et les compétences ou processus de contrôle (Doly, 2006). Les premières nommées font directement référence à la conscience et aux connaissances qu'un sujet a de ses propres processus cognitifs, qu'elles portent sur les tâches, les stratégies ou les personnes et leur fonctionnement cognitif. La seconde composante quant à elle désigne un ensemble d'opérations mentales mis en œuvre par le sujet qui visent à contrôler et réguler sa propre activité pour la guider jusqu'au but. C'est cette conception globale de la métacognition (métaconnaissances et autorégulation) qui se retrouve intégrée dans le modèle *Recognition/Metacognition* (R/M ; Cohen *et al.*, 1996 ; Figure 1.8).

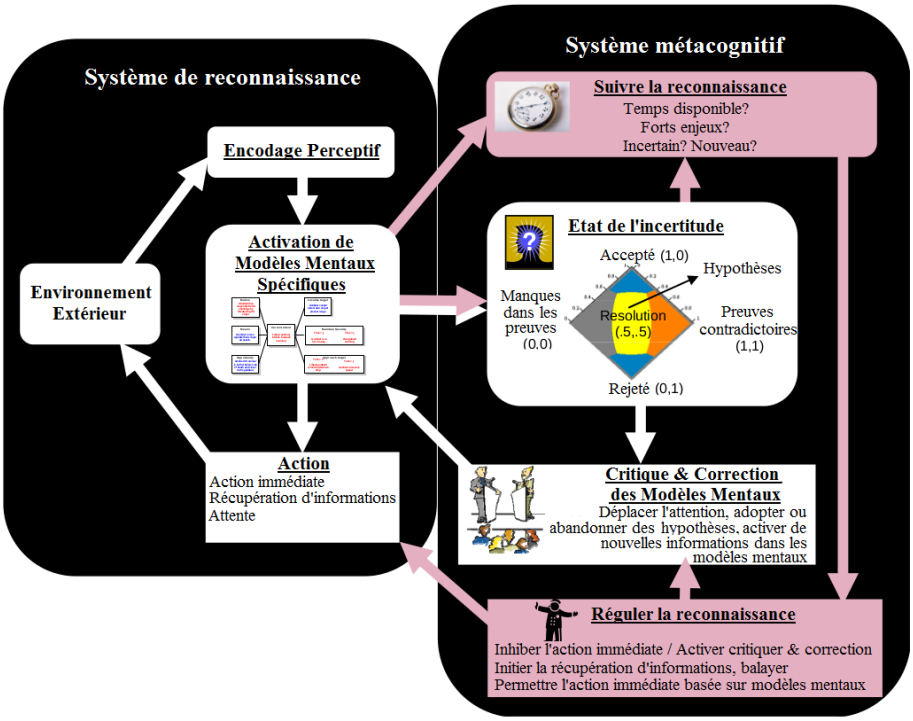


FIGURE 1.8: Modèle Recognition/Métacognition (Cohen et Thompson, 2005)

L'idée de base du modèle R/M repose sur le principe que l'activité décisionnelle des experts diffèrent de celle des opérateurs moins expérimentés de deux manières : 1) les capacités de reconnaissance des patterns familiers et la rapidité de réponse adéquate (cohérent avec le modèle RPD) ; 2) la capacité à utiliser leur expérience dans des situations non familières, nouvelles ou anormales. Dans ce deuxième cas, la reconnaissance a besoin d'être complété par des processus métacognitifs (Cohen et Thompson, 2005). Le modèle R/M se compose par conséquent de deux systèmes (Reconnaissance et Métacognitif) intégrant eux-mêmes plusieurs processus. Cette structure comporte trois cycles de traitement connexes.

Tout d'abord, le cycle de reconnaissance rappelle en grande partie le principe général défendu par le modèle RPD d'activation des modèles mentaux (issus de l'expérience et intégrés à la mémoire à long terme) à partir de l'identification de certains indices issus de l'environnement. Ce processus permet alors au sujet de prendre immédiatement une décision, du moins "satisfaisante", qui va l'amener à modifier l'environnement. Dans les situations dites "de routine", ce cycle de reconnaissance se déroule de manière ininterrompue. Cependant, dans le modèle R/M, il se trouve être surveillé et régulé par deux cycles métacognitifs imbriqués faisant intervenir les mécanismes de l'autre système.

La boucle extérieure est initiée par un "test rapide" consistant en des fonctions de contrôle s'appuyant sur des critères portant sur le temps disponible, l'importance des enjeux et le caractère atypique de la situation. A la suite de ce test, le sujet peut activer le processus de "régulation de la reconnaissance" qui va alors permettre soit de confirmer l'action basée sur les modèles mentaux activés préalablement, soit en cas de doute d'initier une recherche d'informations complémentaires qui permettra d'affirmer ou non les actions prévues. Cette dernière étape achève de cette manière le deuxième cycle de traitement.

Cependant, un troisième cas de figure peut se retrouver à ce niveau lorsque ce processus de régulation inhibe l'action immédiate dans le cas où la pression temporelle n'est pas prépondérante, les enjeux importants et que la solution en cours suscite une certaine incertitude aux yeux du sujet. Dans ce cas, il y a activation du troisième cycle de traitement qui se trouve être la boucle intérieure au sein du modèle. Ce troisième cycle est centré sur un processus dit de "critique et de correction des modèles mentaux". Il s'agit alors dans ce cas pour le sujet d'obtenir de nouvelles informations soit en modifiant son focus attentionnel, soit en révisant ses hypothèses qui sous-tendront un nouveau modèle mental de la situation. L'intégration de nouvelles informations peut ainsi permettre de combler certains manques, de résoudre les conflits initiaux d'indices ou d'induire la révision d'hypothèses considérées initialement comme fragiles. Ce processus de critique et de révision fonctionne sur un mode

itératif dans la mesure où il peut initier plusieurs cycles de "vérification" avant que l'action soit effectivement mise en place ou que les caractéristiques de la situation en cours (temps, enjeux) ne permettent plus ce temps de "réflexion".

Par sa fraction métacognitive, et en soulignant l'avantage apporté par une pensée critique sur l'activité décisionnelle, R/M suscite pour ses auteurs un certain intérêt dans la conception de programmes de formation (Cohen *et al.*, 1997, 2000; Cohen et Thompson, 2005). En effet, en élargissant le spectre du modèle de reconnaissance initial, R/M pourrait correspondre idéalement au caractère inédit et incertain des situations auxquelles des stagiaires sont généralement amenés à faire face.

C'est justement sur le caractère incertain suscité fréquemment par les situations réelles que certains auteurs se sont penchés afin de définir les stratégies que les agents mettent en place afin d'y faire face.

1.1.2.3 Faire face à l'incertitude

Redéfinissant la notion d'incertitude en lui conférant une signification se voulant plus générale, Lipshitz et Strauss (1997) ont développé le modèle RAWFS (Figure 1.9) dans le but de décrire les stratégies utilisées par les opérateurs pour faire face aux différents types d'incertitude qu'ils pouvaient rencontrer en situation naturelle.

L'incertitude et les concepts qui y sont liés, tels que le risque et l'ambiguïté, sont marquants dans la littérature sur la prise de décision (March et Olsen, 1976; Kahneman *et al.*, 1982). Omniprésente en situation naturelle, l'incertitude constitue un des principaux obstacles à l'efficacité de la prise de décision des agents sur le terrain. C'est particulièrement le cas dans un métier comme celui de sapeurs-pompiers, où ces derniers sont appelés sur des incidents pour lesquels généralement ils ne possèdent pas l'ensemble des informations nécessaires et sont amenés de ce fait à un travail "d'enquête" ou de suppositions afin de mieux cerner le problème auquel ils ont affaire (Dyrks *et al.*, 2008). Par conséquence, l'incertitude des sapeurs-pompiers en cours d'intervention les amène à deux catégories de prise de décision : 1) décider quelle procédure appliquer à la situation courante, mais dans ce cas décider comment ajuster la procédure standard choisie ; et 2) décider comment faire face à l'incertitude qui n'est pas "couverte" par les procédures disponibles (Lipshitz *et al.*, 2007).

En reconceptualisant l'impact de l'incertitude sur l'activité décisionnelle comme *"un sentiment de doute qui bloque ou diffère l'action"*, Lipshitz et Strauss (1997) ont reconsidéré, entre autres, le caractère subjectif de cette notion ainsi que sa généricité en la ramenant à ses effets sur l'action (hésitation,

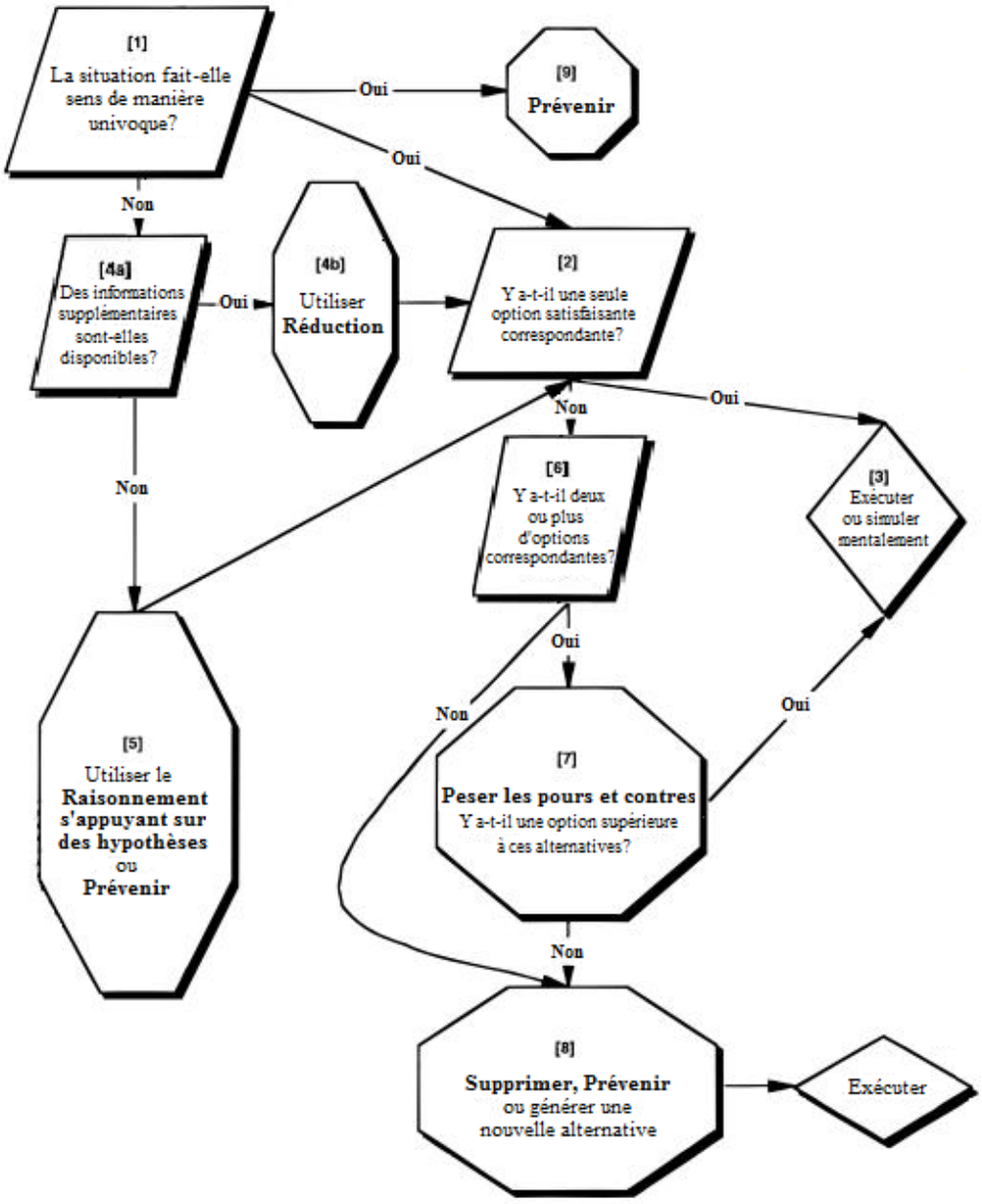


FIGURE 1.9: Modèle RAWFS (Lipshitz et Strauss, 1997)

indécision et procrastination). A partir de cette définition et d'une étude s'appuyant sur des rapports militaires, ces auteurs ont développé, de manière théorique, le modèle RAWFS. Cet acronyme désignant les cinq types de stratégies de *coping* utilisées par les agents sur le terrain pour faire face à l'incertitude : Réduction ; Raisonnement s'appuyant sur des hypothèses (*Assump-*

tion-based reasoning) ; Peser les pours et contres ; (*Weighing pros and cons*) ; Prévoyance (*Forestalling*) et Suppression. Ces stratégies s'appuyant elles-mêmes sur des tactiques de coping spécifiques et intervenant à différents moments du processus décisionnel décrit par le modèle.

D'après la figure 1.9, si l'étape initiatrice de compréhension de la situation [1] s'avère concluante, l'agent initie un processus d'évaluation sérielle d'options [2] qui est complétée, si l'aspect temporel caractérisant la situation n'est pas prépondérant, par simulation mentale [3]. Si la situation se trouve trop incertaine aux yeux de l'agent pour être comprise en intégralité [4a], ce dernier utilise la stratégie de Réduction [4b] dans le cas où d'autres informations semblent disponibles dans l'environnement. En cas de manque d'informations, il passe par un processus d'extrapolation s'appuyant sur la stratégie de Raisonnement basé sur les hypothèses ou de Prévoyance [5]. Si l'agent se voit générer plusieurs options satisfaisantes [6], il passe par un processus de comparaison de celles-ci faisant intervenir une stratégie de "Pesage" des pours et contres de chacune d'entre elles [7] lui permettant d'en extraire la meilleure. Enfin, s'il ne parvient pas soit à identifier une seule option satisfaisante soit à extraire la meilleur option parmi plusieurs, il peut se résoudre soit à utiliser les stratégies de Suppression ou de Prévoyance soit à tenter de générer une nouvelle alternative.

Ce modèle RAWFS est issu d'une volonté de la part des auteurs de fournir une alternative orientée "naturelle" à ce qu'ils nomment globalement l'heuristique RQP (*Reduce, Quantify, Plug*) rassemblant les modèles analytiques formels et depuis plusieurs années, critiqués pour leur manque de pertinence en situation réelle (Kahneman et Tversky, 2000). Aux dires de ses auteurs, ce modèle se veut en accord ou se présente comme l'unification de plusieurs modèles issus de la NDM (Janis et Mann, 1977; Weick, 1979; Montgomery, 1989; Beach, 1990; Klein, 1993; Weick, 1995; Cohen *et al.*, 1996) articulant une étape intuitive avec un processus plus analytique. Ainsi, l'évaluation de la situation par l'agent [1] (par reconnaissance ou construction de sens) se trouve couplée à la génération sérielle d'options [2] et la mise en concurrence de ces choix disponibles [6].

Par cette modélisation théorique, Lipshitz et Strauss (1997) cherchent à mieux définir l'activité décisionnelle des agents se retrouvant face à des situations incertaines qu'ils peuvent résoudre directement par reconnaissance ou compréhension de la situation ou en passant par plusieurs étapes de traitement si la situation ne se présente pas de manière si évidente pour eux. Cet aspect global du modèle se retrouve ainsi mis en avant par Lipshitz *et al.* (2007), qui le définissent plus comme un "patron" à partir duquel des modèles spécifiques à un domaine peuvent être élaborés. Ainsi, ce modèle a déjà été complété par les résultats d'une étude portant sur l'activité de policiers lors de

mise en situations de prise d'otages (van den Heuvel *et al.*, 2014). Ce travail a alors permis d'identifier une sixième stratégie de *coping*, intégrant la notion de rétroaction, avec la "Réflexion en cours d'action".

Comme nous pouvons en attester au sein de ce modèle, l'ensemble des mécanismes mis en jeu dans le processus décisionnel reste directement tributaire et orienté par l'étape initiatrice de compréhension de la situation. Cette étape prépondérante constitue un objet d'étude en soi.

1.1.2.4 Comprendre ce qui nous entoure

Dans le paysage des modèles décisionnels issus de l'approche naturaliste, certains modèles se sont concentrés plus particulièrement sur cette phase de compréhension de la situation qui précède la prise de décision de l'agent en situation. Ces modèles constituent de cette manière un prolongement intéressant des modèles précédents en insistant sur la prise en compte de la dynamique externe de l'activité : la compréhension de la situation résulte alors du couplage entre le contexte et le package cognitif de l'individu (mentionné en section 1.1.2.1 concernant le modèle RPD).

Parmi ces modèles destinés à décrire les mécanismes de compréhension de la situation, deux se détachent particulièrement :
- la conscience de la situation (*Situation Awareness*, SA ; Endsley, 1995) [4] ;
- la construction de sens (*Sensemaking* ; Weick, 1995 ; Klein *et al.*, 2007a).

La conscience de la situation

La capacité à construire et à maintenir une "bonne" conscience de la situation est considérée comme un aspect critique de l'activité décisionnelle d'agents en situation, plus particulièrement, sur le terrain des sapeurs-pompiers, concernant l'aspect sécuritaire (Jones, 2007). Dans la littérature, la SA s'est trouvée fréquemment citée comme un composant critique de l'efficacité de l'activité décisionnelle en situation stressante (Gasaway, 2008). Chez les sapeurs-pompiers, prendre conscience de la situation permet ainsi aux officiers de surveiller la progression de l'opération et d'anticiper ou prévenir les situations pouvant mener à des accidents au sein de leur personnel (Brunacini, 1985; Rubin, 2001).

Le modèle de la SA (Figure 1.10) constitue une extension du modèle RPD dans la mesure où il met l'accent sur le processus de reconnaissance de la situation en cours. Il est défini par Endsley (1995) comme l'enchaînement de trois activités hiérarchiquement et temporellement organisées : *"La perception*

4. "Situation Awareness" est souvent traduit en français par Conscience de la Situation mais en anglais, il peut aussi se définir par "l'état d'être informé, d'être au fait de...".

d'éléments de l'environnement à l'intérieur d'un volume spatio-temporel, la compréhension de leur signification et la projection de leur statut dans un futur proche" [5].

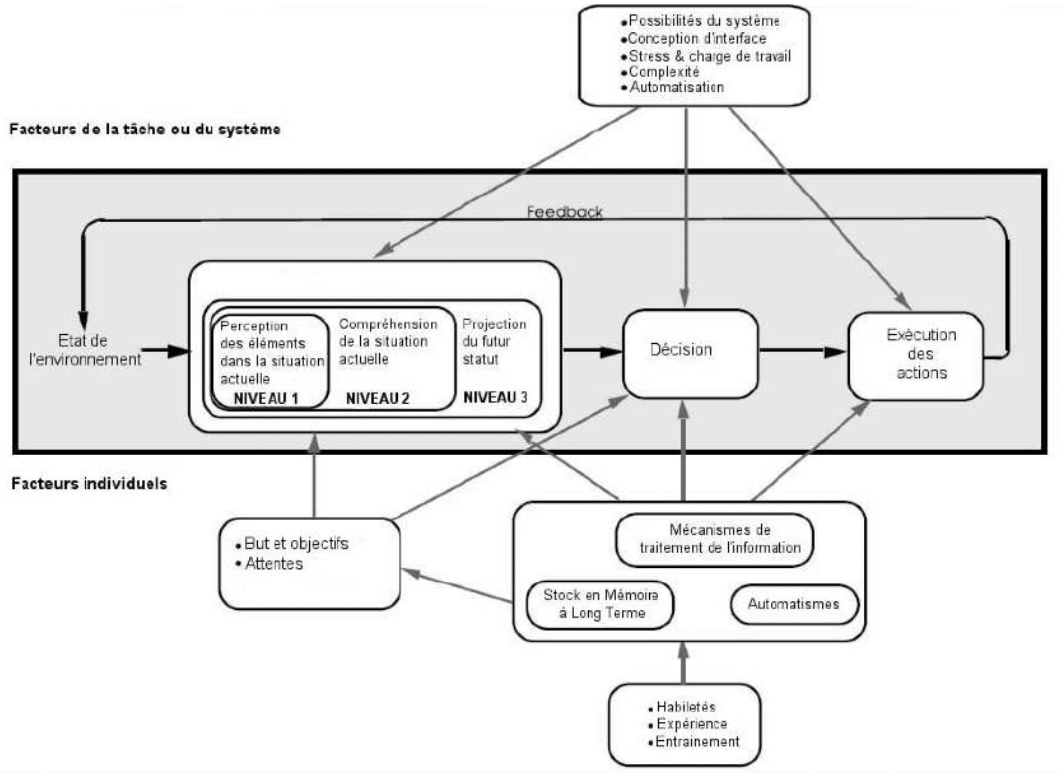


FIGURE 1.10: SA et prise de décision (Endsley, 1995), traduit par Bailly (2004)

Le point de départ du modèle se situe dans l'information provenant de l'environnement. La première phase du modèle passe alors par la perception du statut, des attributs et de la dynamique des éléments pertinents de la situation. Au second niveau, ces éléments sont intégrés entre eux afin de comprendre leur pertinence et leur signification à la lumière des buts fixés par l'opérateur. Il s'agit dans ce cas pour ce dernier d'avoir une vue d'ensemble de ces éléments en opérant des liens, en leur donnant une signification, en codant et en passant par une phase d'interprétation. Enfin, lors de la troisième étape, l'agent s'appuie sur cette compréhension pour effectuer des projections (*i.e.* anticipation) sur l'avenir de la situation.

5. Traduction de : "The perception of the elements in the environment within a volum of time and space, the comprehension of their meaning, and the projection of their status in the near future"(Endsley, 1995).

Dans le modèle de référence, la SA est présentée comme “contemplative”, car essentiellement centrée sur la perception immédiate de la situation, et n'intervenant que de façon indépendante et sérielle en n'intégrant pas les possibilités d'action (Chalandon, 2003). La SA est ainsi décrite comme un état instantané de connaissances sur le monde constituant le principal précurseur de la prise de décision. En d'autres termes, la SA se présente comme un construit, constituant l'étape clé de la prise de décision, mais séparé de cette dernière et de toute performance.

Cependant, certaines divergences sont apparues dans la littérature quant à la nature de la SA et aux processus cognitifs impliqués, favorisant l'apparition de quatre grandes approches théoriques. Tout d'abord l'approche originelle, dite “linéaire” qui identifie la SA au produit de fonctions cognitives séquentiellement organisées (Perception - Compréhension - Anticipation), précédant la décision et l'action. L'approche “décisionnelle” pour laquelle la SA est un construit interne finalisé n'intervenant qu'en cas de résistance du réel à son assimilation cognitive par induction (i ;e ; par identification de patterns significatifs pour l'action). L'approche “centrée sur la régulation” dans laquelle la SA peut être identifiée à une représentation fonctionnelle continuellement mise à jour, tendue entre l'adaptation immédiate et la définition de la tâche. Enfin, l'approche “néo-écologique” qui interprète la SA au travers du couplage dynamique entre l'homme et l'environnement et y intègre un caractère adaptatif centré sur les contraintes et ressources externes (Chalandon, 2007).

Malgré ces différentes perspectives, un fort consensus se dégage dans la littérature sur les principales fonctions associées à la SA : donner cohérence aux éléments externes, créer des attentes et orienter la perception, servir d'ancrage aux décisions et actions ultérieures, permettre l'anticipation des évolutions de la situation et des effets d'actions (Chalandon, 2003). De plus, l'une des avancées fondamentale du modèle de Endsley réside dans la proposition d'une articulation entre le fonctionnement cognitif présenté (processus) et le rôle des structures cognitives mobilisées (mémoires). En effet, le modèle, ayant pour dessein de replacer le processus de prise de décision dans une approche générale du fonctionnement cognitif, permet de replacer et de décrire le rôle joué par chaque structure cognitive dans l'élaboration de la SA.

La construction de sens

La construction de sens a été identifiée comme une tâche cruciale dans la perspective de faire face et de réduire l'incertitude et l'ambiguïté caractérisant bien souvent les environnements à risques. Boin *et al.* (2005) ont ainsi identifié la construction de sens comme une des tâches critiques qui incombent aux responsables d'opération en situation de crise (aux côté de la prise de

décision, la recherche de signification, la mise à terme et l'apprentissage) [6]. Plus particulièrement dans le contexte des sapeurs-pompiers, l'importance de la construction de sens a été soulignée dans plusieurs études récentes (Landgren, 2006; Landgren et Nulden, 2007; Dyrks *et al.*, 2008). Bien que la tâche de construction de sens revient principalement au responsable d'opération (Landgren, 2005), qui a besoin de comprendre l'incident et son état actuel afin de donner les ordres adéquats à ses équipiers (Jiang *et al.*, 2004), ces derniers n'en demeurent pas moins obligés de s'appuyer également sur ce processus afin de comprendre par exemple le contexte spatial dans lequel ils évoluent Dyrks *et al.* (2008). Dans ce sens, la diversité des tâches relevant d'une équipe de sapeurs-pompiers intervenant sur le lieu d'un incident fournit de multiples occasions pour construire du sens à partir de la grande quantité d'informations (qui peuvent se trouver incomplètes ou ambiguës) provenant de multiples sources qui doivent être intégrées par les différents membres (Bayer, 2010). En effet, ce processus peut devenir essentiel dans le cadre d'une intervention afin par exemple de déterminer l'emplacement et la nature de l'incident (Landgren, 2005), effectuer la reconnaissance des lieux souvent sous faible visibilité et transmettre ces nouveaux éléments "construits" sur le terrain (Dyrks *et al.*, 2008), tenir compte de l'emplacement des ressources (bouches à incidents, énergies), de la progression de l'équipe ou des risques inhérents au site (Jiang *et al.*, 2004).

Pour plusieurs auteurs, la construction de sens ne doit pas être confondue avec la conscience de la situation dans la mesure où ces deux notions n'ont pas le même objet. La construction de sens se définit comme un processus de fabrication, de maintien et de rétablissement de la compréhension d'une situation plutôt qu'une référence à un état de connaissance détaillé et correct de cette situation (Burnett *et al.*, 2004; Jensen et Brehmer, 2005; Hutton *et al.*, 2008). Le modèle de conscience de la situation (et la méthodologie qui y est associée) serait de cette manière spécifiquement plus approprié pour les environnements dans lesquels l'opérateur sait préalablement quelles informations doivent être captées, quelle signification doit leur être assignée et quelles inférences doivent être réalisées à propos du développement futur de la situation (Bayer, 2010). En ce sens, la conscience de la situation serait sans doute plus à même de décrire l'activité d'experts (pouvant s'appuyer sur leurs connaissances) plutôt que de novices pour lesquels les informations issues de l'environnement auraient plus tendance à "s'imposer" d'elles-mêmes. Dans un contexte de formation tel que le notre, la construction de sens s'avérerait de cette façon sans doute plus adaptée à la description de l'activité des agents en situation de simulation. Qui plus est, le modèle de la SA s'intéresse seulement aux informations disponibles dans l'environnement et présente certains manques quant à la possibilité de créer de nouvelles informations qui ne sont

6. Notre traduction

pas immédiatement disponibles aux yeux de l'agent comme cela peut être le cas dans la construction de sens (Klein *et al.*, 2006a).

Dépendant souvent du contexte et de l'origine des études, différentes définitions de la construction de sens ont vu le jour au sein de la littérature. Cependant, la plus largement répandue concernant ce concept demeure celle de Weick (1993), considéré comme un des pionniers de cette théorie : *"L'idée de base de la construction de sens est que la réalité est un accomplissement continu qui se dégage des efforts fournis afin de créer de l'ordre et donner un sens rétrospectif à ce qui se passe. [...] La construction de sens souligne que les gens essaient de faire les choses de manière rationnelle que ce soit pour eux ou les autres"*[7] Cela sous-tend l'idée que les gens, que ce soit individuellement ou au sein d'un groupe, créent leur propre réalité (se rapprochant toujours de l'importance de l'aspect subjectif mentionnée dans les sections précédentes).

Trois orientations principales touchant à la construction de sens se distinguent dans la littérature : le *sensemaking* individuel (Dervin, 1983; Russell *et al.*, 1993), le *sensemaking* organisationnel (Weick, 1995; Weick *et al.*, 2005), et les processus cognitifs (Sieck *et al.*, 2007; Klein *et al.*, 2006b). La première et troisième nommées sont plus particulièrement axées sur la création individuelle au contraire de l'approche organisationnelle qui est plus axée sur la création collective du sens. Par souci de cohérence, cette dernière ne sera donc développée que dans le chapitre suivant (section 2.1.2.3) portant sur les approches collaboratives de l'activité décisionnelle.

Le *sensemaking* individuel

La construction de sens selon Dervin (1983) adopte une position épistémologique constructiviste s'inscrivant dans les sciences de l'information et mettant l'accent sur la manière dont les connaissances sont construites par l'individu (Maurel, 2010). La construction de sens se centre ici sur la notion d'information et plus particulièrement sur sa représentation, ses diverses associations et son exploitation de la part de l'agent. L'information n'étant pas une simple donnée qu'il suffit d'extraire mais une création personnelle de sens ancré dans un espace-temps donné (Boubée et Tricot, 2011). Russell *et al.* (1993) définit alors la construction de sens comme *"un processus de recherche de représentation et de codage des données au sein de cette représentation afin de répondre aux questions spécifiques de la tâche"*.

Le modèle théorique défendu par Dervin s'illustre par ce qu'elle nomme la "métaphore du marcheur" faisant face à une faille (*gap*) représentant l'obstacle (les manques informationnels) et empêchant de parvenir à une compréhension de la situation. Afin que le "marcheur" puisse continuer son chemin, celui-ci

7. Notre traduction

doit combler ces manques par la création de "ponts informationnels" (*gap-bridging*) résultant d'une recherche puis d'une utilisation d'information, de l'analyse et l'interprétation d'idées, de valeurs, de connaissances et d'expériences (Boubée et Tricot, 2011).

En tenant compte du lien individu-environnement, au travers de la conception de la situation initiale (*"Qu'est ce qui manque dans notre situation et qui fait en sorte qu'on s'arrête ?"*), cette approche permet d'établir des *patterns* représentatifs de la manière dont les individus construisent le sens à des moments précis dans le temps et l'espace (Maurel, 2010). Le but final étant de concevoir ou d'améliorer les dispositifs et services de transmission informationnel, tels que les systèmes de communication chez les sapeurs-pompiers (Dyrks *et al.*, 2008).

Les processus cognitifs

La construction de sens se définit par (Klein *et al.*, 2006a, p. 71) comme *"un effort motivé et continu pour comprendre les connections (qu'il peut y avoir entre les gens, les endroits et les événements) dans le but d'anticiper leur trajectoire et d'agir efficacement"*. La construction de sens est ici vue comme un processus intentionnel mis en œuvre par l'application sélective de modèles mentaux culturels et privés, dépendants des besoins, des buts et de la capacité cognitive du sujet (Ringberg et Reihlen, 2008).

Le principe central de cette théorie de la construction de sens repose sur l'interaction entre données prélevées et cadres cognitifs (*Data/Frame theory*). La notion de cadre cognitif ici se réfère à *"une structure explicative définissant les entités par la description de leurs relations avec les autres entités"* (Klein *et al.*, 2007a, p. 118). Ce cadre, qui peut prendre de multiples formes (histoire, carte, script, plan), apparaît alors comme le *"reflet des expériences compilées d'un sujet"*. Données et cadres sont envisagés ici au sein d'un couplage (figure 1.11), les données orientant la sélection d'un cadre et de son côté le cadre dirigeant l'identification et l'interprétation de données. Ce système de couplage offre la possibilité d'associer une nouvelle compréhension ou une nouvelle signification aux événements en train de se produire (Taylor, 2010).

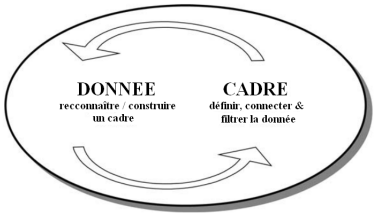


FIGURE 1.11: Couplage entre donnée et cadre, extrait de Taylor (2010)

La théorie *Data/Frame* s'est construite à partir d'un certain nombre d'hypothèses (cf. tableau 1.1) dont la dernière témoigne des multiples formes (activités) que la construction de sens peut prendre, chacune de ces formes obéissant à sa propre dynamique. Ces sept formes différentes et leur dynamique inter-relationnelle sont illustrés dans la figure 1.12. L'ensemble quelque peu cyclique constituant le modèle *Data/Frame* ne possède pas réellement de point de départ, différents éléments pouvant déclencher le processus de construction de sens chez un sujet (une incohérence dans les données, plusieurs cadres en concurrence). De plus, le modèle *Data/Frame* ne suit pas de séquence particulière dans la mesure où certaines situations peuvent nécessiter de la part d'un individu plusieurs activités de construction de sens alors que d'autres reposeraient uniquement sur la simple correspondance entre données prélevées et cadre activé (Klein *et al.*, 2007a).

1.	La construction de sens est le processus de mise en correspondance entre données et cadre.
2.	Les données sont inférées par l'utilisation du cadre.
3.	Le cadre est inféré à partir de quelques éléments clés.
4.	Les inférences utilisées dans la construction de sens repose autant sur un raisonnement "abductif" qu'une déduction logique.
5.	La construction de sens cesse normalement lorsque données et cadre rentrent en conformité.
6.	Les experts raisonnent de la même manière que des novices, cependant avec un répertoire plus riche de cadres.
7.	La construction de sens est utilisée autant pour atteindre une compréhension fonctionnelle - quoi faire dans une situation - qu'une compréhension abstraite.
8.	Les gens compte essentiellement sur des modèles mentaux en "flux tendu".
9.	La construction de sens prend différentes formes, chacune avec sa propre dynamique.

TABLEAU 1.1: Hypothèses de la théorie *Data/Frame* de la construction de sens (Taylor, 2010), adapté de (Klein *et al.*, 2007a, p.120)

L'activité centrale issue du modèle *Data/Frame* demeure la *Mise en connexion des données avec le cadre*, directement tributaire de multiples paramètres tels que les données disponibles, le répertoire de cadres issus de l'expérience de l'individu, les buts de ce dernier ainsi que divers facteurs individuels tels que le niveau de fatigue ou l'engagement dans l'activité (Klein *et al.*, 2007a). *L'élaboration du cadre* se manifeste lorsque l'individu étend et approfondit le cadre choisi à mesure qu'il collecte de nouvelles informations au sein de la situation. La *Remise en question* du cadre intervient lorsque les données

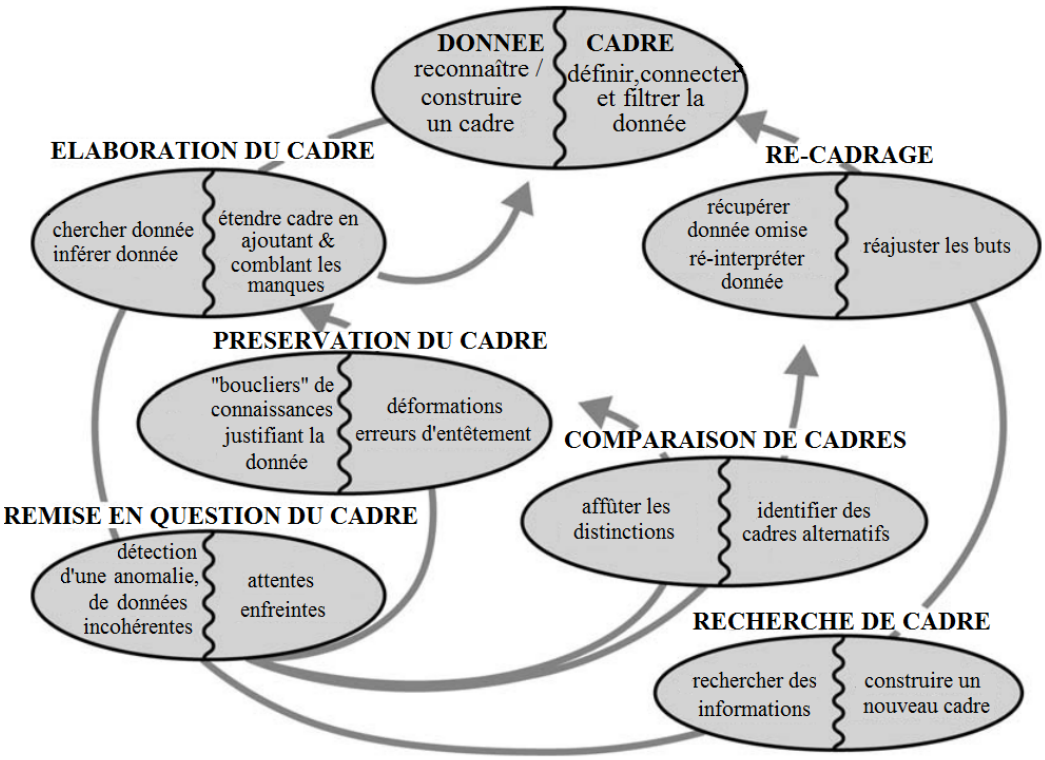


FIGURE 1.12: La théorie *Data/Frame* (Klein *et al.*, 2007a)

relevées au sein de la situation courante ne présentent plus de concordances avec le cadre choisi. La *Préservation du cadre* correspond à un individu qui s'obstine à conserver un cadre afin d'expliquer des données qui n'y correspondraient pas au premier abord. La *Comparaison de cadres* peut être utilisé par un sujet dans le but de comprendre ce qui se passe réellement. Le *Recadrage* est utilisé lorsque l'individu exprime le besoin de changer de cadre afin de guider sa recherche et la définition de nouveaux indices, ces derniers étant nécessaire à l'identification d'un cadre de remplacement. Enfin, l'individu passe par une activité de *Recherche de cadre* et (éventuellement de construction) lorsque les données rencontrées ne font aucun sens pour lui ou lorsque le cadre initialement choisi se révèle inadéquate.

Le modèle *Data/Frame* fournit une explication convaincante des processus cognitifs qu'une personne serait susceptible d'utiliser afin de générer délibérément une explication des événements. Ces processus de construction de sens se mettent principalement en œuvre lorsque les individus se trouvent confrontés à des situations présentant à leur sens certaines incohérences et s'avérant incertaine. Dans certains cas, ces individus peuvent être même amenés à

construire de nouveaux cadres afin de correspondre au mieux à la situation courante (cf. recherche de cadre). Cette activité peut exiger dès lors une certaine "créativité" permettant de donner sens à une situation inédite et/ou de générer des actions nouvelles. C'est sur cet aspect créatif, pouvant caractériser parfois l'activité décisionnelle, que certains auteurs ont commencé récemment à s'intéresser, ceci afin de pallier certains manques extraits de la littérature et de proposer un modèle recouvrant une plus grande étendue des décisions prises en situation naturelle.

1.1.2.5 Créer de nouvelles solutions

Afin de pallier certaines limites des modèles issus de la littérature, et plus particulièrement concernant le modèle RPD et sa restriction aux situations familières et susceptibles d'être reconnues par l'agent, Flin *et al.* (2008) ont développé un modèle d'activité décisionnelle pertinent bien qu'exclusivement théorique. Ce modèle, appelé *Inclusive Decision Model* (IDM ; Figure 1.13), a pour ambition de traiter un plus large panel de prises de décision et d'expliquer aussi bien les actions basées sur un raisonnement intuitif (modèle RPD) que les décisions dites plus "créatives".

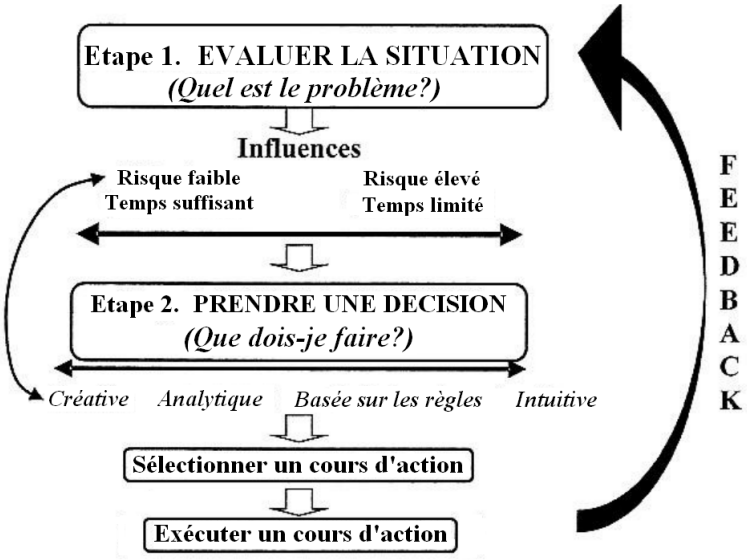


FIGURE 1.13: *Inclusive Decision Model* (Flin *et al.*, 2008), extrait de Johnson (2011)

Le IDM est issu des travaux de Orasanu (1995, 1997) dans le domaine de l'aviation et plus précisément de son *Decision Process Model* (DPM) qui reflétait la multitude de stratégies décisionnelles utilisées par les pilotes. Ce-

pendant le DPM présentait comme principale limite de ne pas faire explicitement référence aux mécanismes intuitifs de la prise de décision (comme au sein du modèle RPD). Les pilotes ayant davantage tendance à appliquer les règles et procédures standards apprises en formation plutôt qu'à s'appuyer sur leur expérience personnelle. Le modèle de Flin *et al.* (2008) se présente donc comme une version élargie du DPM intégrant les principes du modèle RPD. Dans cette perspective, le IDM inclut donc 4 stratégies décisionnelles (intuitive, créative, analytique et basée sur les règles) afin de mieux correspondre à la diversité de l'activité décisionnelle des agents sur le terrain. Il souligne dès lors l'importance pour l'agent d'adapter la stratégie décisionnelle aux caractéristiques de la situation en cours (temps disponibles ou le niveau de risque perçus) ainsi qu'à certains facteurs personnels (stress, fatigue, niveau d'expérience,...). Les 4 stratégies existant tout au long d'un continuum d'effort cognitif requis allant de la décision créative (très exigeante) jusqu'à la décision intuitive (peu exigeante).

L'adoption de l'une ou l'autre des stratégies s'inscrit dans un modèle plus global et cyclique construisant le processus décisionnel autour de 5 étapes : Évaluation de la situation, Prise de décision, Choix d'un cours d'action, Exécution du cours d'action, Contrôle de la situation en cours et de l'efficacité de l'action. Les stratégies décisionnelles interviennent alors au sein de l'étape 2 afin de générer un ou plusieurs cours d'action possibles. Le choix de stratégie étant influencé, entre autres, par les facteurs contextuels (risques, temps) issus de l'étape 1.

Bien que le IDM demeure exclusivement théorique, son développement témoigne parfaitement de la problématique actuelle concernant l'explication de l'activité décisionnelle des agents confrontés à des situations non familières ou totalement nouvelles face auxquelles ils doivent répondre rapidement en s'appuyant sur des processus ou stratégies autres que ceux basés sur leurs capacités de reconnaissance. Cette activité, englobée sous le terme plus général de "stratégie créative" dans ce modèle, pouvant refléter à notre sens d'avantage celle d'agents novices, ou du moins non experts, n'ayant pas forcément une grande expérience sur laquelle s'appuyer contrairement aux agents experts.

1.1.2.6 "Voir" et agir en avance

Un des éléments sous-jacents à l'ensemble de ces modèles décisionnels porte sur les capacités d'anticipation des agents sur le terrain. En effet, véritable indicateur de l'expertise de ces derniers (Klein *et al.*, 2007b), ce processus se trouve abordé de manière plus ou moins explicite suivant les modèles qui ont été décrits précédemment. Que ce soit sous la forme de simulation mentale (RPD, RAWFS, SA) ou d'activation de schémas, de scripts (RPD, construction de sens), la faculté à associer des éléments contextuels perçus à des

événements ou actions à venir demeure un élément prépondérant de l'activité décisionnelle, notamment dans les situations à risques. Ainsi, de forts enjeux associés à une pression temporelle accrue peut augmenter le risque de perte de contrôle en cours d'exécution et impliquer par conséquent chez l'agent des activités de planification et d'anticipation qui lui permettent d'interagir efficacement avec la situation (Hoc, 1996). Les sapeurs-pompiers au cours d'une intervention sont ainsi amenés à adopter un comportement *proactif* face à un incident dans la mesure où ils doivent toujours se montrer capables de devancer (individuellement et collectivement) l'évolution de celui-ci et les dangers qu'il implique afin d'établir les actions qu'il faut ou faudra mener pour y pallier (McLennan *et al.*, 2009).

Certains auteurs se sont donc particulièrement intéressés à la dimension anticipatoire de l'activité décisionnelle. Dans le cadre de ce travail, nous développerons ici deux modèles issus de ces travaux et qui ont présenté un intérêt certain dans le cadre des situations à risque telles que vécues par les sapeurs-pompiers :

- le modèle *Anticipatory Thinking* (AT ; Klein *et al.*, 2007b) ;
- le modèle *Worst-Case scenario Thinking* (WCST ; Johnson, 2011).

Anticipatory Thinking

Klein *et al.* (2007b) distinguent au préalable les concepts d'anticipation et de prédiction, dans le sens où l'anticipation est vue comme une habileté qui aide à comprendre les futurs possibles, non seulement pour prédire des événements à venir mais également pour se donner les moyens de répondre au changements possibles Berczely (2013). L'AT est ainsi défini par ses propres auteurs comme *"l'habileté à se préparer dans les temps à la fois pour des problèmes et des opportunités. Il s'agit d'un processus de reconnaissance et de préparation pour les défis difficiles, dont beaucoup ne peuvent pas être clairement compris jusqu'à ce qu'ils soient rencontrés."*[8] (Klein *et al.*, 2007b). Par cette compréhension de la situation future, l'AT est considéré comme la forme de construction de sens orientée vers le futur (*"future-oriented aspect Sensemaking"*).

Klein *et al.* (2007b) reconnaissent certains recoupements avec le niveau 3 de la conscience de la situation "Projection" (cf. section 1.1.2.4) tout en affirmant que la différence essentielle de l'AT se situe dans la gestion du processus attentionnel permettant de se focaliser sur certains types d'événements et d'ignorer ou de minimiser d'autres. Suivant les principes de la construction de sens, l'AT se présente comme un effort continuel et motivé pour comprendre les connections entre les éléments (*e.g.* les personnes, les endroits ou les événements) rendant leurs trajectoires "anticipables" afin de réaliser les

8. Notre traduction

actions efficaces, alors que la conscience de la situation se centre sur un état de connaissance achevé, soit des éléments de la situation courante, soit des inférences produites de ces données ou des prédictions utilisant ces inférences, afin d'orienter la prise de décision. De cette manière, (Klein *et al.*, 2007b) mettent en avant l'implication de l'expérience de l'agent, construite sous la forme de cadres (*frames*), permettant à ce dernier de s'orienter en premier lieu vers les données significatives de l'environnement (Taylor, 2010).

Une autre différence de l'AT réside dans cette visée globale l'amenant à toucher à une plus grande variété d'événements futurs incluant également ceux peu probables relevant de forts enjeux (cf. section suivante 1.1.2.6 sur le *Worst-Case Scenario Thinking*), et non pas simplement les plus prévisibles.

L'AT (tout comme le modèle RPD) souligne donc le rôle joué par l'expérience dans le processus d'anticipation ainsi que les capacités de reconnaissance qui y sont liées. *"Nous construisons directement par l'expérience et indirectement au travers d'histoires, de patterns significatifs et de réponses qui peuvent être utilisés ou mélangés pour faire face à un avenir encore inconnu, et impossible à connaître"*[9] (Klein *et al.*, 2007b). Ainsi ce modèle distingue trois formes d'anticipation : la concordance de pattern (*Pattern Matching*), le suivi de trajectoire (*Trajectory tracking*) et la convergence (ou *Conditional thinking*).

La première modalité du modèle, concordance de pattern, intervient lorsque les éléments de la situation courante peuvent être immédiatement reliés par l'agent à des événements passés similaires et plus particulièrement à des ensembles d'indices rattachés à ces événements. Par ce processus de reconnaissance, l'agent peut immédiatement déceler au sein de l'environnement si par exemple la situation s'annonce bien ou si au contraire il faut se mettre en alerte suivant quels épisodes, issues de son expérience, cela rappelle. De cette manière, l'action appropriée peut être directement extraite des épisodes passés activés et immédiatement mise en place par l'agent. Lors de ce genre de situation, l'agent est susceptible de raisonner de la manière suivante : *"La situation est A, c'est susceptible de conduire à B, il faut donc faire X"* (McLennan *et al.*, 2009).

La seconde modalité de suivi de trajectoire requiert de la part de l'agent d'avoir "une longueur d'avance" sur les événements en cours. Cette forme d'anticipation est littéralement décrite par ses auteurs comme une manière de *"se préparer à la façon dont les événements se déroulent et combien de temps cela nécessitera de réagir"*[10] (Klein *et al.*, 2007b). Dans ce cadre, le processus d'association des indices avec les conséquences possibles devient plus complexe que dans la première modalité dans la mesure où ils ne se

9. Notre traduction
10. Notre traduction

trouvent pas directement associés à l'activation d'un cadre précis construit par expérience. La situation exige dans ce cas de la part de l'agent un raisonnement plus approfondi et donc réclamant d'avantage de temps de traitement : *"La situation est A, au fil du temps cela est susceptible d'entraîner B, qui peut conduire à C, donc il faut faire X"* (McLennan *et al.*, 2009).

Enfin, la dernière modalité de convergence survient lorsque l'agent anticipe par l'appréciation des connections entre divers indices ou événements, leur interdépendance, leur incohérence ainsi que leurs relations de cause à effet. Ce type de situation se produit lorsque l'agent remarque un ensemble inquiétant de conditions, de faits ou d'événements qui pourrait par exemple laisser présager le pire. Klein *et al.* (2007b) suggèrent que cette forme d'anticipation peut exiger une attention toute particulière de la part de l'agent lui permettant d'avoir une vision "globale" de la situation. Cela s'inscrit directement dans le modèle de la construction de sens et fait plus particulièrement référence à cette capacité des individus (ou groupes) à remarquer un signal significatif, mais cependant faible, pouvant indiquer le commencement d'un problème, et donc à leur expertise à se charger de cela (Weick et Roberts, 1993). Cette forme d'anticipation est généralement issu de ce type de raisonnement : *"La situation est caractérisée par A, par B, et C. Dans l'ensemble, D est probable, donc il faut faire X"* (McLennan *et al.*, 2009).

En modélisant des processus d'anticipation s'appuyant sur les ressources issues de l'expérience (tout comme pour le modèle RPD), Klein *et al.* (2007b) ont souligné l'importance de l'expertise dans l'adoption d'un comportement proactif de la part des agents en situation. Cette faculté à associer les décisions adéquates à des prédictions faîtes à partir de la situation courante apparaît dès lors comme un réel indicateur de l'expertise s'exprimant principalement au travers de la gestion de l'attention (Taylor, 2010). L'habileté des experts s'exprimant davantage dans l'utilisation des *patterns* mentaux "corrects" (développés au travers de l'expérience et de l'entraînement) permettant de gérer de manière appropriée leur attention que dans leur capacité à s'attendre ou à prédire des risques probables (Klein *et al.*, 2007b).

Worst-Case Scenario Thinking

Comme il a pu être mentionné précédemment, l'activité décisionnelle des sapeurs-pompiers se trouve essentiellement fondée sur l'application de règles (March, 1994). Parmi celles-ci, un des préceptes les plus répandus au sein de ce métier est d'imaginer, dans le cas où certains éléments de la situation demeurent incertains, le pire afin de ne pas risquer d'exposer son équipe ou soi-même à une situation devenue trop dangereuse. La prise en compte de ces événements, souvent peu probables mais soulevant de forts enjeux (tant sur le plan humain que matériel), nécessitent un effort à la fois de reconnaissance mais aussi d'extrapolation de la part des agents sur terrain.

Bien que ce type d'anticipation soit pris en compte dans le modèle de l'AT (Klein *et al.*, 2007b), certains auteurs se sont plus particulièrement penché sur la prise en compte de ces cas particuliers, développant ainsi le *Worst-Case scenario Thinking* (WCST, Figure 1.14 ; Johnson, 2011). Ce modèle concerne exclusivement la détection et la génération par l'agent des "pires scénarios" (une faible probabilité associée à d'importantes conséquences) envisageables en situation naturelle (Sunstein, 2007). Le WCST requiert : 1) d'évaluer consciemment les futurs possibles d'une situation considérés comme "extrêmes" ; 2) d'agir, de réaliser une action pour se préparer à cet événement spécifique. Le deuxième point associant processus prédictif et mise en action, ou prise de décision, se trouve directement en lien avec la section précédente 1.1.2.6 dissociant les notions de prédiction et d'anticipation.

La conceptualisation de WCST s'appuie sur les travaux initiaux de Flin *et al.* (2008) qui ont présenté les quatre principaux éléments de la prise de décision en situation réelle de travail : 1) évaluation de la situation ou définition du problème ; 2) génération et prise en considération d'une ou plusieurs options ; 3) sélection et mise en œuvre d'une option ; 4) vérification des conséquences. A partir de ces éléments, ils ont développé la structure de l'IDM (cf. section 1.1.2.5) comportant différentes stratégies décisionnelles (intuitive, créative, analytique et basée sur les règles) et sur laquelle s'appuie plus particulièrement WCST. Ce dernier se présentant comme un prolongement spécifique de l'IDM (Johnson, 2011).

D'après les travaux de Johnson (2011), WCST, qui peut plus s'apparenter à un modèle séquentiel, s'articule autour de sept étapes, reprenant donc pour partie celles de l'IDM, orientées vers les besoins perpétrés par ces événements particuliers. Par conséquent, l'étape initiale de reconnaissance se concentre plus particulièrement sur l'identification dans le cadre de la situation d'un besoin de songer aux "pires scénarios" d'estimer leur degré d'importance sur une échelle espace-temps extrêmement variable (de court à long terme, d'une perspective micro à macro). L'étape 2 d'imagination intervient lorsque l'agent élabore différents scénarios et passe par un mode de comparaison afin de les prioriser par ordre d'importance. Cette étape construite autour de trois niveau de traitement est concordante avec la SA (Endsley, 1995) se composant d'un niveau de perception, de compréhension et de projection. Après avoir identifié un ou plusieurs cours d'action susceptibles de répondre à ces événements "extrêmes", l'agent passe par une étape 4 d'évaluation. Cette étape s'accompagne d'une possibilité d'aller-retour vers l'étape précédente de génération d'options en cas d'échec lors de l'évaluation, ceci afin de produire éventuellement de nouvelles options qui seront elles-mêmes évaluées. Enfin, l'agent choisit le cours d'action lui paraissant adéquate (étape 5) et l'exécute (étape 6) avant d'évaluer son effet au sein de l'environnement (étape 7). Ces

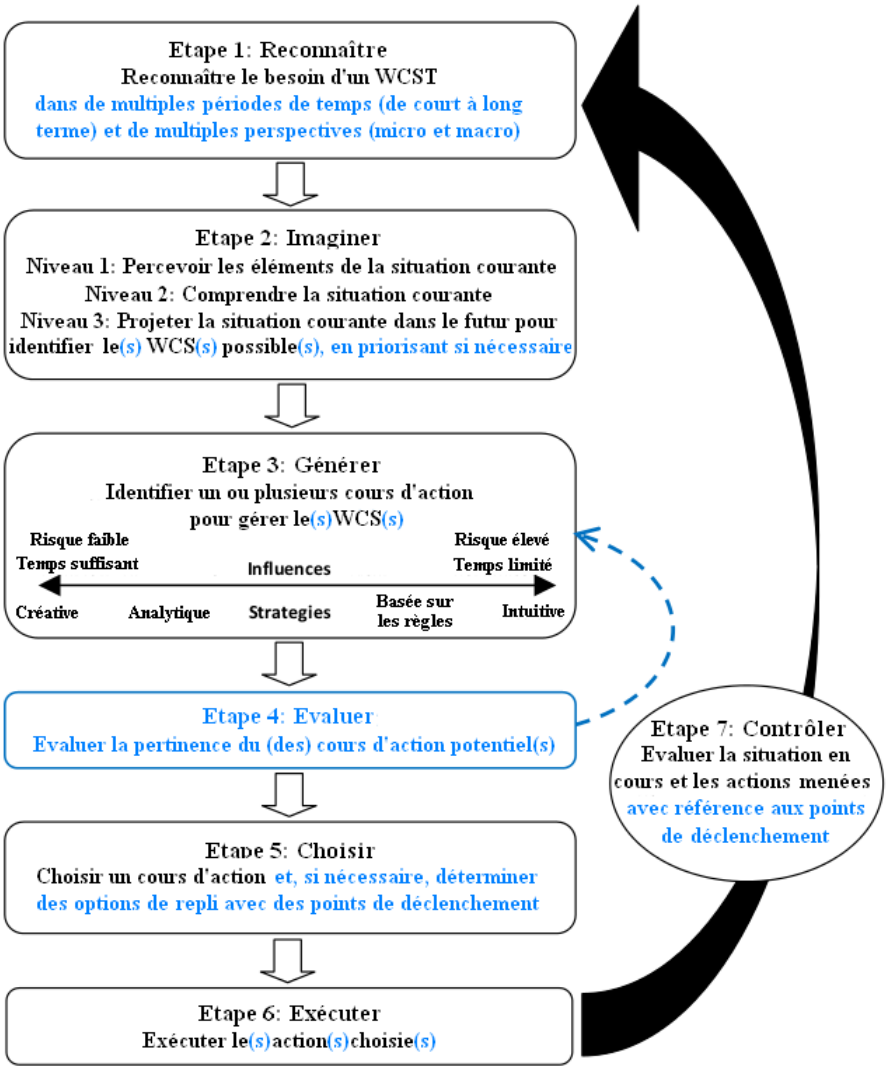


FIGURE 1.14: *Worst-Case Scenario Thinking* (Johnson, 2011)

dernières étapes empruntent le même schéma que l'IDM, à ceci prêt que dans le WCST peut être introduite la notion de points de déclenchement (*trigger points*). L'utilisation de ces points, tels des jalons intégrés à une planification, permettent à l'agent de repérer plus aisément si le plan se vérifie ou au contraire, s'il demande à être rectifié ou remplacé (Johnson, 2011).

Il est à noter, qu'en plus de s'intégrer à l'autre modèle d'anticipation de l'AT, le WCST se retrouve également dans d'autres modèles décisionnels de perspective plus large tels que celui de RAWFS (cf. section 1.1.2.3) et plus particulièrement dans sa stratégie de *coping* de "prévoyance" consistant à

générer des réponses spécifiques à des conséquences négatives possibles.

1.2 Méthodes pour appréhender la décision en situation dynamique

Appréhender l'activité décisionnelle des agents en situation dynamique dans le but d'en extraire les mécanismes sous-jacents requiert de mettre en place des méthodes adaptées à la fois à l'objet de recherche mais également au domaine d'étude et aux contraintes qui y sont liées. Historiquement, ces techniques spécifiques ont commencé à émerger au début du vingtième siècle (pour un historique plus complet voir Hoffman et Militello, 2009), dans la continuité des méthodes d'analyse comportementale de la tâche s'inscrivant dans le courant béhavioriste. Au fil des décennies, le domaine de l'ergonomie a vu l'ensemble des méthodes destinées à extraire et représenter les connaissances expertes lors de tâches complexes se rassembler sous le terme de *Cognitive Task Analysis* (CTA, analyse cognitive de la tâche).

1.2.1 Analyse cognitive de la tâche

La CTA s'inscrit dans la continuité des techniques traditionnelles d'analyse des tâches destinées à fournir des informations concernant les connaissances, le fonctionnement de la pensée et la définition d'objectifs, qui sous-tendent l'exécution observable des tâches (Chipman *et al.*, 2000). Elle constitue une réponse à la modernisation des conditions de travail s'appuyant de plus en plus sur des artefacts technologiques, souvent automatisés, supports de l'activité humaine et impliquant des processus mentaux organisant et donnant du sens aux actions physiques observables.

D'un point de vue pratique, plus d'une centaine de méthodes de CTA ont été identifiées par Clark *et al.* (2007). Diversité résultant essentiellement de la pluralité des applications dont elle a fait l'objet. Parmi l'ensemble de ces méthodes, Cooke (1994) a identifié trois catégories, différant selon leur spécificité et leur formalisme croissants :

1. l'observation et l'entretien reposant sur l'observation et la discussion (divers types d'entretiens) ;
2. le calquage (*process tracing*) consistant à saisir l'exécution d'une tâche spécifique à travers un protocole d'explicitation orale (*a think aloud proctocol*) ou de rappel ultérieur ;
3. les techniques conceptuelles produisant les représentations structurées et interdépendantes des concepts significatifs utilisés dans un domaine.

Parce que ces différentes techniques peuvent fournir différents aspects du domaine de connaissance, Cooke (1994), à l'instar de nombreux auteurs, recommande dans le cadre d'une CTA, l'utilisation de méthodes multiples. Une quatrième catégorie, dite des modèles formels, fut introduite par Wei et Salvendy (2004). Cette dernière concerne toutes les méthodes d'utilisation de simulations afin de modéliser les tâches comme cela est souvent le cas au cours des formations dans les domaines à risques.

En dépit de cette variété de méthodes d'analyse de la tâche et des différences qui les caractérisent, celles-ci suivent globalement la même procédure construite autour de cinq étapes (Clark *et al.*, 2007). En premier lieu, la collecte d'informations préliminaires, servant de phase de repérage, reposant sur l'analyse de documents, l'observation et des entretiens (ouverts ou non). Cette première phase permet à l'analyste de déterminer les types de savoirs impliqués dans l'exécution des tâches. La deuxième étape concerne l'identification des concepts et structures mentales utilisés (*knowledge representations*) où chaque tâche est examinée afin d'identifier les sous-tâches et les types de savoirs nécessaires à son exécution. Cette méthode se trouve plus généralement appeler analyse hiérarchique de la tâche (Gagne, 1999). Ensuite, le chercheur applique auprès des experts du domaine une méthode d'élicitation des connaissances qui sont généralement des entretiens directifs ou semi-directifs. La procédure se conclue par une étape d'analyse et de vérification des données suivie de la formalisation des résultats.

Potter *et al.* (2000) ont souligné qu'une compréhension globale du champ de pratique ne peut être atteinte par l'utilisation d'une seul technique issue de la CTA, particulièrement dans les domaines complexes où les contraintes limite l'accès au terrain et agents. Au lieu de cela, ils ont présenté un cadre sur la façon dont une variété de techniques peut fournir des résultats pertinents à travers un processus itératif de compréhension à la fois du champ de pratique et des agents en son sein. Le premier requiert de mettre l'accent sur les caractéristiques fondamentales de la pratique qui façonne la performance. Le second s'oriente plus sur la façon dont les praticiens répondent aux exigences inhérentes et les défis intégrés au domaine. Ainsi la CTA intègre deux perspectives : le domaine et les praticiens. La différence entre ces deux points d'accès pouvant être aussi comprise en termes d'approches de classe analytique et empirique (Fern, 2008).

Les méthodes analytiques sont ancrées dans la compréhension des exigences inhérentes au domaine alors que les méthodes empiriques mettent l'accent sur les comportements des opérateurs en situation. La perspective analytique peut prendre la forme d'études préliminaires de documents (manuels d'entraînement, d'opérations ou de procédures, illustrations). Au sein de cette approche, et plus particulièrement de la CTA telle qu'elle a été développée

par Rasmussen (1987) et Woods et Roth (1988), la tâche se trouve essentiellement analysée sous l'angle d'une hiérarchie d'abstractions consistant en une décomposition en objectifs, contraintes et moyens. Cette décomposition ayant pour ambition de répondre aux interrogations de l'opérateur (*Pourquoi le faire ?, Quoi faire ?* et *Comment le faire ?*). Roth et Mumaw (1995) avancent que ce type de méthode se trouve indispensable lorsque les analyses empiriques de la performance de l'opérateur dans son environnement de travail ne sont pas disponibles ou impossibles à mettre en place.

L'approche analytique demeure ainsi toujours pertinente pour les environnements de travail bien connus préalablement afin de spécifier les besoins pour la conception de systèmes d'aide à la résolution de problème ou à la prise de décision. Dans les secteurs considérés à haut risque (nucléaire, hospitalier, aérospatial), un grand pan de la recherche ergonomique implique l'étude des dispositifs informatisés utilisés dans des systèmes homme - machine complexes afin d'améliorer la sécurité. Dans ce cadre, la perspective analytique de la CTA permet de fournir les connaissances pour la compréhension des défis de la tâche servant à l'amélioration de la sûreté au travers des changements des dispositifs d'aide tels que des logiciels ou la conception globale d'outils permettant d'accomplir les objectifs de l'organisation.

Parmi les secteurs à risques, Fern *et al.* (2008) ont récemment opéré une décomposition de but fonctionnel dans le cadre d'une CTA appliquée aux sapeurs-pompiers en feu urbain. De cette manière, et avec l'appui de trois experts du domaine, ils ont mis en évidence que dans la poursuite des deux buts principaux que sont le "sauvetage des vies" et la "protection des biens", les équipes d'intervention doivent accomplir cinq fonctions : gestion de l'itinéraire routier, gestion des ressources (humaines et matérielles), réduction des différentes menaces (feu, matières dangereuses ou tout autre danger) évaluation de la situation courante et l'évacuation (des civils ou des sapeurs-pompiers blessés). Chacune de ces fonctions requiert certaines prises de décision s'appuyant elles-mêmes sur la nécessité de certaines informations précises (cf. annexe A.3).

Cependant, suivant le principe de juxtaposition des techniques de CTA, Fern *et al.* (2008) ont associé et approfondi cette hiérarchisation de buts avec l'étude de plusieurs interventions (réelles et simulées). Ceci nous conduit directement vers la perspective empirique de la CTA prenant en compte le contexte réel dans lequel les agents pratiquent leur activité et de cette manière leur comportement réel. S'appuyant sur le principe que certains aspects des conditions réelles de travail ne peuvent être totalement appréciés jusqu'à ce qu'ils soient observés en contexte (pression temporelle, conditions environnementales, limites technologiques), ce paradigme constitue la base de l'approche naturaliste et de l'analyse en situation.

1.2.2 Analyse *in situ*

L'approche NDM recommande, d'un point de vue méthodologique, l'étude de l'activité décisionnelle des experts en situation naturelle. Cette perspective requiert certaines méthodes bien spécifiques devant répondre à un équilibre entre les objectifs de recherche fixés et les contraintes pratiques liées au terrain d'étude (Klein *et al.*, 1989). Une grande majorité des études se réclamant de ce courant naturaliste font intervenir des méthodes inspirées de l'anthropologie, de l'ethnographie, des sciences cognitives et de l'analyse du discours (Lipshitz *et al.*, 2001). Prônant une approche descriptive, l'accent est ici mis sur la description du phénomène sans préjuger de ce qui est ou devrait être important à étudier. Les méthodes utilisées afin d'obtenir les connaissances des experts incluent en grande partie des entretiens directifs ou libres (Klein *et al.*, 1989; Cohen *et al.*, 1996), des analyses *a posteriori* d'incidents critiques (Lipshitz et Strauss, 1997), des protocoles de pensée à voix haute (Xiao *et al.*, 1997) ou des entretiens d'autoconfrontation face à la vidéo (McLennan *et al.*, 2005).

1.2.2.1 La méthode d'analyse des décisions critiques

Bien que cette approche ait permis de mettre en place des méthodes d'investigations diverses et variées, historiquement, Klein *et al.* (1986) ont dès l'origine initié les bases d'une méthode permettant d'étudier les décisions dans leur contexte naturel. Pour cela, ils ont mis en place la méthode d'analyse des décisions critiques (*Critical Decision Method*, CDM) qui a pour but de faire émerger par rétrospection les informations et connaissances significatives exploitées par des experts d'un domaine au cours d'une situation particulière (Klein *et al.*, 1989). Cette méthode repose sur l'idée qu'un agent retient en mémoire les détails de situations vécues, qui plus est, lorsque celles-ci relèvent un caractère non familier, compétitif, complexe ou difficile. Par conséquent, le travail du chercheur va consister principalement à guider l'agent au cours d'un entretien sur le rappel d'une situation singulière, critique, précédemment vécue. A ces fins, le chercheur peut également accompagner ses entretiens de différents types de médias (vidéos, enregistrements audio, scénario sur papier).

D'un point de vue pratique, la CDM se construit autour de cinq étapes : 1) La sélection de la situation qui doit constituer une bonne illustration des aspects non familiers du domaine ; 2) Obtention du récit non structuré de l'indicent décrit tel qu'il a été vécu par le sujet ; 3) Construction de la chronologie de l'incident établissant le séquençage et la durée de chaque événement rapporté par le sujet ; 4) Identification des moments décisionnels critiques s'appuyant principalement sur le récit fait par le sujet et orienté par les objectifs spécifiques de l'étude ; 5) Approfondissement des "points décisionnels"

sélectionnés au travers d'un entretien semi-structuré portant sur différentes dimensions de la prise de décision (objectifs, connaissances, indices, etc.).

L'objectif final de la CDM est d'obtenir une analyse à la fois précise et singulière de la prise de décision au cours d'une situation naturelle particulière. Elle doit permettre ainsi de récolter un riche panel d'informations, obtenues du point de vue des agents sur le terrain, sur leur activité décisionnelle. Cette méthode offre ainsi la possibilité d'atteindre ses composantes significatives telles que les connaissances exploitées ainsi que les processus cognitifs et perceptifs en situation réelle.

Cependant, ce type d'entretien, suivant une procédure très structurée, fait l'objet de certaines critiques notamment concernant la cassure qu'il peut opérer au sein de la dynamique même d'une situation (Omodei *et al.*, 2005). En effet, en guidant l'agent à expliciter uniquement les moments décisionnels critiques, cette procédure peut amener à une représentation "artificielle" se résumant à une séquence d'événements mentaux distincts.

1.2.2.2 *The Human Factors Interview Protocol*

Omodei *et al.* (2005) suggère ainsi que l'expérience de l'activité décisionnelle en situation d'urgence implique plus de processus dynamiques que ce qui peut être suscité par des procédures structurées d'entretien rétrospectif tel que la CDM. C'est pour cette raison que ces auteurs ont développé un guide protocolaire d'entretien des facteurs humains (*Human Factors Interview Protocol*, HFIP) afin de faciliter le rappel détaillé des processus de prise de décision lors de la gestion des incendies (Elliott *et al.*, 2007). Ce protocole s'appuie sur une structure en huit étapes : 1) s'assurer de l'accord passé avec l'agent ; 2) obtenir un récit global de l'incident et les différentes sections qui le composent ; 3) encourager l'agent a rapporté de la manière la plus détaillée possible son activité au cours des différentes sections ; 4) inciter l'agent à avoir ensuite un œil critique sur sa propre activité ; 5) donner l'opportunité à l'agent de soulever des points importants qui auraient pu être omis au cours de l'entretien ; 6) encourager l'agent à fournir leurs impressions quant au climat général au sein de l'équipe d'intervention ; 7) de la même manière, offrir la possibilité à l'agent de donner son ressenti vis à vis de l'environnement général au sein d'une caserne ; 8) conclure (McLennan *et al.*, 2005). L'ensemble de ces étapes est réalisé par l'investigateur à l'aide d'un recueil de questions types.

Ce protocole a pour but, tout en conservant la dynamique de l'incident, d'inciter l'agent à conserver son propre point de vue tout au long de l'entretien. Cet aspect subjectif peut se trouver renforcé par l'apport de la technologie.

1.2.2.3 Entretien en re-situ subjectif

L'émulation perpétrée par les premières études en situation réelle a permis d'ouvrir tout un champ méthodologique qui n'a eu de cesse de se développer au cours des trois dernières décennies. De ce point de vue, l'apport technologique est indéniable, ayant permis au fil de ses innovations d'approfondir et d'affiner le recueil de données en contexte réel, notamment dans les domaines relevant de risques élevés (Parker, 2010). Dans le domaine des sapeurs-pompiers, l'utilisation de caméras miniaturisées et embarquées sur les casques des protagonistes a ainsi offert au chercheur un accès direct au champ d'intervention (McLennan *et al.*, 2005). Par l'utilisation de ce type de médias, le rappel lors d'entretiens d'autoconfrontation réalisés à posteriori avec les acteurs peut s'en trouver facilité, favorisant le récit d'expérience tout en maintenant les bénéfices d'un contexte naturel (Mackenzie et Kerr, 2012). Dans une perspective formatrice, McLennan *et al.* (2005) utilisant une combinaison de prises de vue externe et subjective, ont noté que l'apport des caméras embarquées se manifeste principalement par un récit plus détaillé de la part des praticiens interrogés.

Dans la perspective d'exploiter toute la singularité de l'utilisation de ce type de dispositif, Rix et Biache (2004) ont développé la technique d'entretien en re-situ subjectif. Cette forme d'entretien consiste à confronter *a posteriori* un acteur aux traces audiovisuelles d'une période de son activité prises de son propre point de vue. Cette technique s'inscrit dans la continuité des diverses méthodes d'investigation de l'expérience privilégiant l'étude des actes en situation dont elle emprunte certains critères et reposant pour l'essentiel sur la technique de l'entretien, alimenté (*e.g.* entretien d'autoconfrontation) ou non (*e.g.* entretien d'explicitation) d'un support audiovisuel de l'événement étudié. Ainsi, tout comme l'entretien d'autoconfrontation, l'entretien en re-situ subjectif s'appuie sur l'apport technologique dans le but d'amener une personne à verbaliser son action dans le décours temporel d'une situation particulière en vue de l'analyse des fondements cognitifs de son expérience. Cependant, par l'entretien en re-situ subjectif, *"l'objectif de la rétroaction vidéo n'est pas plus de solliciter l'actant pour construire une quasi théorie de l'agent, ce que propose l'autoconfrontation classique, mais d'aider le sujet à constituer son expérience à partir de son propre vécu [...] Le sujet devient acteur de l'expérience qu'il se découvre."* (Rix et Biache, 2004). L'entretien en re-situ subjectif, tout comme l'entretien d'explicitation, s'affirme ainsi comme une méthode scientifique de validation d'une phénoménologie de l'expérience : la manière dont l'agent perçoit, s'engage et agit. Néanmoins, contrairement à l'entretien d'explicitation, l'entretien en re-situ subjectif *"ne vise pas directement le sujet : il s'intéresse à lui dans le décours d'une situation particulière en vue de l'analyse des fondements cognitifs de son expérience"* (Rix-Lièvre, 2010).

Cette technique consiste à replacer l'acteur au cours d'un entretien *a posteriori* dans une posture qui permet au chercheur d'atteindre les fondements phénoménologiques des actions entreprises par l'agent (Rix-Lièvre, 2010). Celle-ci a été utilisée dans plusieurs études réalisées dans des domaines extrêmement variées tels que l'arbitrage en rugby (Rix, 2010), une expédition polaire (Rix-Lièvre et Lièvre, 2008) ou la muséologie (Schmitt, 2014).

D'un point de vue pragmatique, cette méthode nous parait pertinente au regard de la nature même de l'activité de sapeur-pompiers. Leur activité nécessite généralement de nombreux déplacements au sein d'espaces pouvant être relativement cloisonné (ceci est particulièrement le cas concernant notre terrain d'étude dans la mesure où il s'agit d'une formation en milieu urbain signifiant des incidents ayant généralement lieu au sein même de bâtiments). De plus, une des principales exigences de l'activité du chef d'agrès consiste en une reconnaissance de la situation s'appuyant essentiellement sur la détection d'indices pertinents disponibles au sein de l'environnement. De ce point de vue, l'utilisation d'une caméra "extérieure", pourrait ne pas être suffisante. Les images obtenues de cette manière, rendant l'agent spectateur de sa propre activité à partir d'un point de vue nettement différent du sien, l'obligeraient à un travail de "synchronisation" entre vues externe et subjective (comme pour un entretien d'autoconfrontation classique). Cet effort s'avérerait alors moins efficace pour l'aider à produire des verbalisations, sur ce qu'il a vu et plus particulièrement sur ce qu'il a pensé en percevant certains éléments, à partir de sa réminiscence (Schmitt, 2012). En s'appuyant sur les images obtenues par caméra embarquée, l'entretien en re-situ subjectif permettrait de renseigner plus aisément cette dimension du point de vue de l'acteur agissant.

Dans le domaine des sapeurs-pompiers, ce système de prise de vue embarquée a déjà été utilisée à plusieurs reprises que ce soit dans des perspectives formatrices (McLennan *et al.*, 1997, 2005) ou dans le cadre de rappel d'expérience post-incident (McLennan *et al.*, 2001; Omodei *et al.*, 2005; Lipshitz *et al.*, 2007). Cependant, il est important de rappeler qu'au-delà de l'aide précieuse que ce type d'outil peut apporter dans le cadre d'activités dynamiques réalisées dans des conditions difficiles d'accès, l'utilisation de ce type de matériel n'en oblige pas moins le chercheur à la plus grande prudence tant d'un point de vue pragmatique (autonomie, inconfort éventuel pour l'agent) qu'analytique (risque d'inférences quant à ce que l'agent prend réellement en compte dans l'environnement) (Brown *et al.*, 2008).

L'utilisation de ces méthodes et l'exploitation des apports technologiques destinées à révéler les mécanismes sous-jacents à l'activité décisionnelle des agents en situation dynamique a permis d'obtenir nombre de résultats.

1.3 Résultats

1.3.1 Comparaison experts/novices

Une grande majorité des études portant sur l'analyse de l'activité décisionnelle en situation dynamique ont eu pour but la modélisation de l'expertise dans divers secteurs. Cependant, cette notion d'expertise revêt une signification différente suivant les domaines abordés et les différentes approches empruntées par les chercheurs (Lelebina et Sardas, 2011). Ainsi en termes psychologiques, l'expertise dans un domaine spécifique peut être traitée suivant quatre objets d'étude permettant d'expliquer son développement et les performances supérieures qui en résultent : les capacités cognitives, les facteurs de motivation et passion de l'individu pour le sujet, l'expérience délibérée dans le domaine, l'environnement propre à l'apprentissage. L'ambiguïté de l'expertise peut alors se manifester par la confrontation entre deux points de vue : elle peut faire référence soit à une compétence supérieure ou reconnue comme telle soit à une qualification par rapport à une tâche. La première orientation fait directement référence à une approche de l'expertise qualifiée "d'absolue" (Chi, 2006). L'expert dans ce cas est considéré comme un être naturellement "exceptionnel" possédant des capacités cognitives, que ce soit en termes de compétences mnémoniques ou perceptives, jugées supérieures (indépendamment du contexte au sein duquel elles peuvent se manifester). L'autre approche, appelée "expertise relative", se propose d'étudier les experts en comparaison avec les non-experts principalement sur le niveau de connaissance développée par chacun au sein d'un domaine précis. Cette approche permet de proposer plusieurs hypothèses (Chi, 2006) :

1. les experts possèdent un niveau de connaissance supérieur dans le domaine ;
2. il n'existe pas vraiment de différences en termes de capacités de raisonnement et d'analyse ;
3. la différence réside dans la représentation des connaissances.

C'est justement dans cette perspective de comparaison entre experts et non-experts, et sur la base des modèles discutés précédemment, que les études en ergonomie ont cherché à expliquer les différences de performance entre ces deux populations en situation dynamique. Au sein de l'approche cognitiviste, les modèles de l'échelle double (Rasmussen, 1986 ; section 1.1.1.1), du contrôle dynamique (Hoc et Amalberti, 1994 ; section 1.1.1.2) et ECOM (Hollnagel, 2002 ; section 1.1.1.3) expliquent la différence experts/novices sur la base de la notion de contrôle cognitif. Plus précisément, sur la dimension du "mode de cognition" pour les deux premiers cités et sur la dimension de "l'objet de cognition" pour le dernier (Chalandon, 2007). Ainsi, au sein de ces modèles, la performance de l'expert en situation dynamique se situe principalement à

un niveau de contrôle réactif (comportements basés sur les "habiletés" pour les modèles de l'échelle double et du contrôle dynamique et niveau *Suivi* dans ECOM). L'expert rencontrant généralement des situations dont il est familier, ses activités prennent place de façon fluide sans contrôle conscient. Ses actions reposent alors principalement sur des automatismes faisant intervenir ses connaissances procédurales. Enfin, sa "compréhension" de la situation lui permet d'agir par anticipation à long terme. De cette manière, un seul niveau au sein de chacun de ces modèles se trouve activé, permettant certains court-circuits (modèle de l'échelle double) et un gain de temps de traitement expliquant l'efficacité de ceux-ci.

La principale différence entre les modèles de l'échelle double et du contrôle dynamique se manifeste par la possibilité d'activation des différents niveaux en parallèle dans le modèle de Hoc et Amalberti alors qu'ils apparaissent comme exclusifs dans celui de Rasmussen. Ainsi certains auteurs ont mis en évidence qu'une des caractéristiques de l'expertise résiderait dans la capacité à répartir la régulation de l'activité sur plusieurs niveaux, permettant ainsi des traitements en parallèle et en temps partagé (Hoc, 1996).

A l'inverse, l'activité du novice va se manifester, dans les modèles de l'échelle double et du contrôle dynamique, par un contrôle conscient basé sur un ensemble de règles ou de connaissances. En effet, celui-ci n'ayant pas développé les automatismes nécessaires va devoir activer des niveaux de régulation supérieurs dépendant de son degré de familiarité avec la situation courante. Ainsi, si la situation se trouve connue de l'opérateur, il pourra s'appuyer sur les règles ou procédures stockées en mémoire (niveau intermédiaire du modèle de l'échelle double et du contrôle dynamique). Par contre, si la situation ne lui est pas familière et suscite certaines incompréhensions, son activité se trouvera guidée à un niveau conceptuel plus élevé faisant intervenir l'exploitation de connaissances plus générales.

Dans le modèle ECOM, l'activité consciente du novice va se manifester également par l'activation de niveaux supérieurs que sont ceux de *Régulation*, *Supervision* voire *Par objectif*. L'opérateur n'étant normalement pas familier de la situation va ainsi devoir évaluer la situation courante (Supervision) et définir les objectifs de plus ou moins haut niveaux suivant sa compréhension des événements.

Sur la base de ces différences entre experts et novices, ces modèles dits cognitivistes ont ainsi permis de fournir nombre d'éléments destinés entre autres à la conception d'interfaces homme-machine, de systèmes d'aide à la décision ou la détection des erreurs humaines. De son côté, l'approche naturaliste s'est de suite appliquée à investiguer spécifiquement l'activité décisionnelle des experts dans leur contexte naturelle. Et pour se faire, ses auteurs se sont par-

ticulièrement attachés à mettre en perspective l'apport que pouvait susciter l'expérience dans la réussite de leurs prises de décision.

1.3.2 Rôle joué par l'expérience

L'étude initiale de Klein *et al.* (1986) a de ce fait été menée auprès d'officiers sapeurs-pompiers experts dans un centre de contrôle au cours de la gestion d'incidents graves. L'idée principale des auteurs était que, sous forte pression temporelle, ces officiers n'avaient pas la possibilité de générer un large panel d'options afin de produire des actions efficaces. Le modèle RPD (section 1.1.2.1) qui en est issu repose ainsi sur trois hypothèses :

1. les experts génèrent et évaluent les options de façon séquentielle et non pas concurrente ;
2. les experts utilisent la reconnaissance de configurations spatio-temporelles au cours de l'action pour pallier l'incidence de la pression temporelle ;
3. les experts choisissent sans comparer toutes les options possibles (notion de suffisance).

Ceci a été confirmé par les résultats de cette étude pionnière montrant que 80% des décisions prises par les officiers étaient basées sur un processus de reconnaissance de situations types. Les officiers experts percevaient ainsi les situations comme des "cas typiques" auxquelles ils associaient certains types d'actions (ou séquences) appropriés.

S'appuyant sur cette conception intuitive de la prise de décision, les études réalisées par la suite avec des experts d'autres domaines (militaire, hospitalier) confirmèrent ces premiers résultats et cette forte proportion de décisions prises par processus de reconnaissance de situations typiques (entre 80% et 90%) (Klein, 2008). Ce processus de reconnaissance, se rapprochant de la notion de familiarité de la situation mentionnée précédemment pour les modèles issus de l'approche cognitiviste, permet par conséquence aux experts d'agir de manière efficace. De plus, lorsque ces derniers ne reconnaissent pas une situation (parce qu'elle est nouvelle par exemple), ils passent par un raisonnement analytique s'appuyant sur un mécanisme de simulation mentale leur permettant d'évaluer les effets des actions envisagées au sein de la situation courante.

De leur côté, les novices étant normalement moins familiers des situations qu'ils peuvent être amenés à rencontrer, ne pourront par conséquent pas les reconnaître comme étant typiques et y associer directement les actions adéquates. Ceux-ci pourront éventuellement activer les autres modalités du modèle RPD suivant leur degré de familiarité avec la situation ou bien passer par un raisonnement analytique de comparaison d'options (Klein, 1993).

Cependant, comme il a déjà été mentionné précédemment, le modèle RPD issu exclusivement d'études s'appliquant aux experts peine à expliquer l'activité décisionnelle de novices ou d'experts confrontés à des situations nouvelles pour eux et ne pouvant pas procéder directement par reconnaissance. C'est une des raisons pour lesquels d'autres modèles de prise de décision ont vu le jour au sein de la NDM. Même si le processus de reconnaissance reste le point central de l'ensemble de ces modèles afin d'expliquer la majeur partie des prises de décision expertes, ces modèles ont pour ambition d'en expliquer un plus large éventail. C'est le cas par exemple du modèle R/M (Cohen *et al.*, 1996 ; section 1.1.2.2) qui avance l'idée que les experts d'un domaine posséderaient des capacités métacognitives supérieures qui leur permettraient ainsi d'être plus efficaces même dans des situations non familières pour eux. En d'autres termes, l'expert, ayant davantage de connaissances sur ses propres capacités, sur son fonctionnement, sera plus à même qu'un novice à initier une réflexion critique (*Critical Thinking*) sur sa propre activité et de cette manière à réviser ses modèles mentaux.

De son côté, le modèle RAWFS (Lipshitz et Strauss, 1997 ; section 1.1.2.3) a été très peu appliqué dans le cadre d'études, que ce soit en situation naturelle ou non. Néanmoins, une d'entre elles peut quelque peu éclairer sur l'apport de l'expérience dans l'utilisation de stratégies de *coping* par des chefs de groupe sapeurs-pompiers expérimentés afin de faire face à l'incertitude des situations rencontrées. Ainsi, par l'utilisation de caméras embarquées sur leurs casques et la mise en place d'entretiens d'autoconfrontation, Lipshitz *et al.* (2007) ont mis en évidence que les officiers, plongés dans des situations d'urgence et emplies d'incertitude, n'utilisaient pas tout le panel des stratégies de *coping* mais uniquement les stratégies de Réduction, de Raisonnement s'appuyant sur des hypothèses et de Prévoyance. Leur expérience du terrain leur permettrait ainsi de privilégier les stratégies considérées comme les plus efficaces et d'éviter de passer par des stratégies plus "hasardeuses" (Suppression) ou plus chronophages ("Pesage" des pours et contres). Cependant, les résultats de cette étude, présentant quelques parts d'ombre quant à la méthode d'analyse utilisée, demanderaient encore à être confirmés par d'autres travaux de recherche s'appuyant sur une méthodologie plus aboutie.

Concernant le modèle *Data/Frame* de la construction de sens (Klein *et al.*, 2007a ; section 1.1.2.4), ses auteurs avancent le fait que les experts raisonnent de la même manière que des novices. Cependant la plus-value liée à l'expertise interviendrait à différents niveaux au sein du modèle. La principale différence résiderait dans le répertoire de cadres se présentant de manière plus riche sur lequel les premiers cités pourraient s'appuyer pour donner du sens aux événements. *"Leurs modèles mentaux sont plus riches au sens où ils présentent une plus grande variété, une différenciation plus fine, et une couverture plus*

complète des phénomènes"[11] (Klein *et al.*, 2007a, p.127). Ainsi, les experts seraient à même d'associer les mêmes données captées dans l'environnement à d'autres cadres plus pertinents que ceux des novices et de cette manière donner une meilleure signification à celles-ci. De plus, l'expertise conférerait un avantage également dans la capacité à remettre en question le cadre dans la mesure où ça favoriserait la détection de subtiles anomalies ou d'incohérences vis à vis du cadre choisi.

Enfin, les auteurs affirment que les experts s'efforcent de parvenir à une compréhension fonctionnelle de la situation, c'est à dire à savoir quoi faire, et non pas seulement comprendre ce qui se passe. Ces résultats recoupent ceux de Chi *et al.* (1981) qui ont trouvé que les experts dans la résolution de problèmes physiques en appelaient à des principes qu'il pourraient utiliser d'une manière fonctionnelle, alors que les novices utilisaient très peu de procédures basées sur l'action. Dans le cadre du modèle *Data/Frame*, les novices sont souvent capables d'identifier les indices pertinents, mais ne savent pas forcément quoi faire avec. Cet aspect fonctionnel de la construction de sens permet aux experts de penser en avance et d'anticiper des actions futures qu'il serait nécessaire de mettre en place.

Ceci nous amène à la forme anticipatrice de la construction de sens, constituant le modèle AT (section1.1.2.6), pour laquelle Klein *et al.* (2007b) suggèrent qu'elle est un indicateur de l'expertise, obligeant à l'exploitation de *patterns*, développés par expérience et entraînement, afin de gérer de façon appropriée l'attention. De cette manière, les experts se montreraient plus sensibles aux indices subtils et à des informations qui pourraient être ignorées par ceux qui ont moins d'expérience, et sont donc plus à même de détecter les situations dans lesquelles des problèmes peuvent survenir (Klein *et al.*, 2007b).

1.4 Bilan

Cette section est l'occasion de faire une synthèse de l'ensemble des modèles théoriques énoncés au cours de ce chapitre. Celle-ci prend la forme d'un tableau récapitulatif (tableau 1.2) résumant les caractéristiques de chacun d'eux au regard de critères relatifs à notre terrain d'étude (prise en compte des variables contextuelles, adapté à l'activité des novices, formalisé et préalablement appliqué à des situations réelles).

11. Notre traduction

	Modèles théoriques	Prise en compte du contexte	Adapté aux novices	Appliqué et formalisé
Cognitiviste	Échelle double (Rasmussen, 1986)	✗	✔	✔
	Contrôle dynamique (Hoc et Amalberti, 1994)	✗	✔	✔
	ECOM (Hollnagel, 2002)	✗	✔	✔
Naturaliste	RPD (Klein, 1997)	✔	✗	✔
	R/M (Cohen *et al.*, 1996)	✔	✗	✗
	RAWFS (Lipshitz et Strauss, 1997)	✔	✔	✔/✗
	SA (Endsley, 1995)	✔	✗	✔
	Sensemaking individuel (Dervin, 1983)	✔	✔	✔
	Data/Frame (Klein *et al.*, 2007a)	✔	✔	✔
	IDM (Flin *et al.*, 2008)	✔	✔	✗
	AT (Klein *et al.*, 2007b)	✔	✗	✔
	WCST (Johnson, 2011)	✔	✗	✔

TABLEAU 1.2: Tableau de synthèse des modèles théoriques de l'activité individuelle en situation dynamique

1.5 Discussion

Comme il a pu être mentionné précédemment, l'ensemble des modèles décrits au sein de ce chapitre propose différentes approches de l'activité décisionnelle se différenciant dans un premier temps sur la place accordée au contexte (approches cognitiviste et naturaliste). Même si certaines remarques ont déjà été abordées plus ou moins de manière explicite au cours de ce chapitre, celles-ci vont être traitées plus précisément dans cette partie à la lumière du terrain de recherche que constitue la formation pratique des chefs d'agrès.

L'approche cognitiviste a permis, à partir du modèle de l'échelle double, de proposer une vision assez générale de l'activité décisionnelle en situation dynamique pouvant aussi bien décrire les prises de décision d'experts que celles de novices (section 1.1.1.1). L'activité experte reposant principalement sur un mode réactif et par l'intermédiaire d'automatismes développés par expérience alors que celle des novices passerait davantage par l'activation d'un mode analytique faisant intervenir directement les connaissances. Les modèles du contrôle dynamique (section 1.1.1.2) et ECOM (section 1.1.1.3) ont permis de combler certains manques caractérisant ce modèle initial du contrôle cognitif en prenant en compte l'activité globale de l'opérateur dans le contrôle et la surveillance de systèmes dynamiques. Ainsi, par ces deux modèles, l'opérateur n'est plus considéré seulement comme un agent réactif mais également comme un système fondamentalement anticipatif, formulant des attentes sur l'environnement associées à différents niveaux de contrôle. De plus, en intégrant la possibilité de rétroactions entre action et diagnostic, ces modèles révèlent davantage le caractère dynamique de l'activité de l'agent en situation.

Cependant, bien que ces modèles mettent clairement l'accent sur l'individu et ses interfaces avec la situation, leur limite se situe à notre sens au niveau de leur centration sur l'individu et ses processus cognitifs (point de vue interne). En effet, le modèle de contrôle cognitif en situation dynamique, axé sur l'optimalité de l'activité, peut sembler pertinent dans les contextes où les contraintes temporelles sont très fortes pour l'individu. Cependant, dans le cas de l'activité de sapeurs-pompiers reposant essentiellement sur leurs capacités d'adaptation aux contraintes contextuelles, il semble primordial de prendre en considération l'importance de l'environnement dans la prise de décision (point de vue externe). En assimilant l'activité décisionnelle à la résultante d'un traitement de l'information, l'approche cognitiviste minimise à notre sens ce caractère adaptatif de l'agent en situation et apparaîtrait plus adaptée à un apprentissage de procédures plus "figées", indépendantes aux variations du contexte.

De ce point de vue, l'approche naturaliste, au travers du courant NDM (section 1.1.2), pourrait constituer un cadre à la fois théorique et méthodologique intéressant, notamment dans la perspective de conception d'un environnement virtuel de formation accordant une part essentiel à l'interaction humain-environnement virtuel. En effet, comme il a pu être mentionné précédemment, les modèles issus de la NDM, quoique nombreux, reposent globalement sur le processus de reconnaissance de la situation associé à l'activation de structures d'arrière-plan (schémas, cadres, modèles mentaux) stockées dans la mémoire à long terme. Cette stratégie permet ainsi à l'agent de mettre en œuvre rapidement l'action adéquate correspondant aux spécificités de la situation rencontrée. Ce mécanisme d'association entre éléments significatifs de l'environnement, rassemblés sous la forme de patterns,

et modèles mentaux met de cette manière en évidence les méthodes expliquant l'efficacité d'agents experts dans des situations soumises à forte pression temporelle. Cette prise en compte de l'environnement nous semble être pertinente dans le cadre d'une formation de sapeurs-pompiers reposant sur la mise en place de situations de formation simulant divers incidents et favorisant une activité adaptative de la part des stagiaires sur le terrain. De ce point de vue, l'activité décisionnelle des stagiaires se trouve directement "ancrée" dans ces situations soulignant ainsi tout l'intérêt de la NDM afin d'appréhender la diversité des contextes rencontrés par les stagiaires au cours de leur formation.

Néanmoins, les modèles théoriques issus de la NDM, dans le sillage du modèle RPD, reposent en majeure partie sur le processus de reconnaissance et reflètent de ce fait l'activité décisionnelle d'experts confrontés à des situations habituelles pour eux. Dans le cadre de situations plus inhabituelles ou nouvelles, tels que cela est essentiellement le cas pour des agents novices en cours de formation, ces modèles n'offrent finalement que peu d'éléments quant à leur activité. Comme nous avons pu le voir au cours de ce chapitre, certains auteurs ont tenté d'intégrer au sein de leurs modèles des mécanismes complémentaires (et notamment analytiques) afin de décrire comment, au delà des processus de reconnaissance, les capacités métacognitives (modèle R/M ; Cohen *et al.*, 1996 ; section 1.1.2.2), les stratégies de *coping* (modèle RAWFS ; Lipshitz et Strauss, 1997 ; section 1.1.2.3), la construction de sens (modèle *Data/Frame* ; Klein *et al.*, 2007a ; section 1.1.2.4), voire même la créativité (IDM ; Flin *et al.*, 2008 ; section 1.1.2.5) permettent aux agents de prendre des décisions dans des situations plus "atypiques". Toutefois, nombre de ces modèles présentent à notre avis certaines limites quant à leur manque de formalisme (R/M) ou leur manque d'applications en situation réelle (RAWFS et IDM). A l'inverse, les modèles portant sur les notions de "compréhension" de la situation (SA, *Sensemaking* individuel, modèle *Data/Frame* ; section 1.1.2.4) ou d'anticipation (AT, WCST ; section 1.1.2.6), bien qu'ayant déjà éprouvé tout leur intérêt en situation réelle souffrent pour notre part d'une trop grande spécificité en vue de décrire l'activité globale de stagiaires. **De ce fait, notre étude de l'activité individuelle des stagiaires-chefs d'agrès, bien que s'inscrivant dans l'approche naturaliste, s'orientera davantage vers une analyse inductive dont les résultats seront discutés au regard des modèles théoriques issus de la NDM.**

Chapitre 2

L'activité collective en situation dynamique

Résumé du Chapitre 2

L'objectif de ce chapitre est de prolonger notre revue de littérature vers la dimension collective de l'activité en situation dynamique. Après une introduction s'attachant particulièrement à faire la distinction entre les notions de coopération et de collaboration, ce chapitre présente différents modèles théoriques de l'activité collective classés suivant les types de systèmes auxquels ils s'appliquent. Par la prise en compte ou non des artefacts technologiques au sein de l'analyse du collectif, ces approches se trouvent ainsi distinguées en deux catégories principales : approches socio-techniques et courant de la Team cognition. En prolongeant cette distinction par les méthodologies et résultats propres à chacune de ces approches, est mise en lumière cette constante évolution des études vers une analyse du collectif toujours plus fine et relevant d'une recherche de crédibilité écologique. Cette évolution parallèle semble aujourd'hui se rejoindre sur une même considération épistémologique, s'appuyant sur des méthodologies complexes, qui est d'appréhender l'activité collective au travers de l'articulation des activités individuelles. Dans le cadre de notre terrain d'étude, impliquant des équipes évoluant dans des espaces cloisonnés, cette prise en compte de l'articulation des activités individuelles nécessiterait également de considérer les (im)possibilités d'interaction entre agents qui se créent tout au long d'une manœuvre. Dans cette perspective, l'apport théorique et méthodologique du cours d'agencement apparaît primordial. De cette manière, il serait possible de montrer, au contraire des études menées dans des environnements ouverts et considérant l'équipe comme une unité à part entière, l'hétérogénéité de la construction collective de sens d'une équipe de sapeurs-pompiers en situation.

Contenu du Chapitre 2

Introduction 67
2.1 Approches pour appréhender l'activité collective 69
2.1.1 Approches socio-techniques 70
2.1.1.1 Extension du modèle de contrôle dynamique . 71
2.1.1.2 Les boucles de coordination 73
2.1.2 *Team cognition* 74
2.1.2.1 Le partage de contenus cognitifs stables 75
2.1.2.2 Le partage de contenus cognitifs transitoires . 76
2.1.2.3 Les processus de partage et d'articulation . . . 78
2.2 Méthodes pour appréhender l'activité collective 87
2.2.1 Méthodes liées aux approches socio-techniques 88
2.2.1.1 Analyse hiérarchique de la tâche collective . . 88
2.2.1.2 Analyse du travail cognitif 89
2.2.1.3 Ingénierie des systèmes cognitifs appliquée . . 90
2.2.1.4 Analyse bidimensionnelle d'accidents 92
2.2.1.5 Analyse de la circulation des informations . . . 93
2.2.2 Méthodes liées à la *Team cognition* 97
2.2.2.1 Méthodes individu-centrées statiques 97
2.2.2.2 Méthodes d'analyse de la conscience collective 98
2.2.2.3 Méthodes d'analyse des processus d'articulation 100
2.2.2.4 Apports du cours d'agencement 101
2.3 Résultats 103
2.3.1 Optimisation des systèmes socio-techniques 103
2.3.1.1 Augmentation de la sécurité 103
2.3.1.2 Amélioration de la communication entre agents 104
2.3.2 Compréhension des équipes d'individus 107
2.3.2.1 Facteurs de la performance collective 107
2.3.2.2 Adaptation collective 108
2.3.2.3 Co-construction de la compréhension partagée 109
2.3.2.4 Résultats issus du cours d'agencement 113
2.3.2.5 Méthodes de formation des collectifs 113
2.4 Bilan 115
2.5 Discussion 117

Introduction

D'un point de vue plus général, le monde professionnel ayant subi de profonds changements structurels initiés par l'intégration d'un apport technologique en constant développement, les situations de travail s'en trouvent par conséquent fortement modifiées. Cette évolution (répondant également à une pression concurrentielle grandissante dans le monde industriel) a amené la mise en place d'unités collectives de travail destinées à répondre à des problèmes devenus trop complexes pour un individu isolé (Lebraty, 2007). Les auteurs dans le champ de la psychologie ergonomique, dans la continuité des études menées sur la dimension individuelle, ont ainsi pointé la nécessité d'analyser l'activité collective dans les situations de travail (Leplat, 1991; Hoc, 2003). Parallèlement à cette prise en compte, il est apparu important pour les chercheurs (comme pour les managers) de comprendre les mécanismes inhérents à ses situations conduisant, ou non, au passage des compétences de chacun à une équipe collectivement efficace.

Cette préoccupation de la dimension collective a donc logiquement été intégrée dans la conception des dispositifs de formation. De ce fait, nombre d'applications s'appuyant notamment sur l'apport des technologies de l'information et des communications et favorisant le partage d'informations et la collaboration entre apprenants ont vu le jour au cours des dernières années (Laat et Simons, 2002; Orehovački *et al.*, 2012). Suivant cette mouvance, le domaine des environnements virtuels pour l'apprentissage humain (EVAH) s'est également orienté vers cette dimension collective de l'activité apportant son lot de potentialités mais également de nouvelles contraintes de développement (Gerbaud et Arnaldi, 2009). La conception de ces environnements virtuels collaboratifs a été essentiellement pilotée par les contraintes technologiques. Cependant, l'inconvénient de ce type de démarche est de produire des systèmes souvent éloignés des besoins des utilisateurs et qui rendent ainsi difficile l'accomplissement des activités collectives (Chellali *et al.*, 2011).

De ce fait, il apparaît nécessaire dans notre démarche de s'inscrire dans une méthodologie de conception prioritairement centrée sur les utilisateurs et leur activité collective, prenant en considération les apports technologiques offerts par les environnements virtuels. Pour ce faire, nous avons besoin de nous appuyer sur les modèles théoriques et les méthodes issus de la littérature scientifique portant sur le collectif afin de dégager les mécanismes caractérisant l'activité collective d'agents sur le terrain.

Cependant, avant d'aborder plus en détails les approches théoriques et les modèles qui en sont issus, il convient de préciser ce que l'on entend par activité collective, tant la confusion peut être grande au sein de la littérature. En effet, comme l'avancent Barthe et Quéinnec (1999), une certaine incohérence,

relevant soit de la synonymie soit de la polysémie, subsiste au travers de l'emploi de différents termes censés définir cette dimension collective. Au milieu de ce "désordre", semble tout de même ressortir comme concept clé de cette dimension, le partage d'un objectif commun par plusieurs opérateurs. Ainsi, comme Leplat (1993) la définit, l'activité collective apparaît à *"chaque fois que l'exécution d'une tâche entraîne l'intervention coordonnée de plusieurs opérateurs"*. De cette manière, pour qu'il y ait collectif, l'auteur avance la nécessité pour les opérateurs de partager la même tâche, c'est-à-dire le même but et les mêmes conditions de travail. Dans le cas des équipes de sapeurs-pompiers que nous avons étudiées, cet objectif commun relève de l'éradication de l'incident et du sauvetage des victimes.

Afin d'y apporter une certaine cohérence, Barthe et Quéinnec (1999) ont réalisé une classification reposant notamment sur cette notion d'objectif commun mais également sur la localisation des opérateurs et la conscience du partage d'un objectif (cf. figure 2.1). Au sein de ce schéma, deux termes nous intéressent particulièrement : coopération et collaboration. La coopération entre opérateurs se manifeste lorsque leurs buts immédiats sont distincts, que leurs tâches sont différentes, mais que leurs activités "se juxtaposent" pour l'atteinte d'un même objectif. La collaboration quant à elle se définit par le partage entre opérateurs d'une même tâche prescrite (Grangeat *et al.*, 2009).

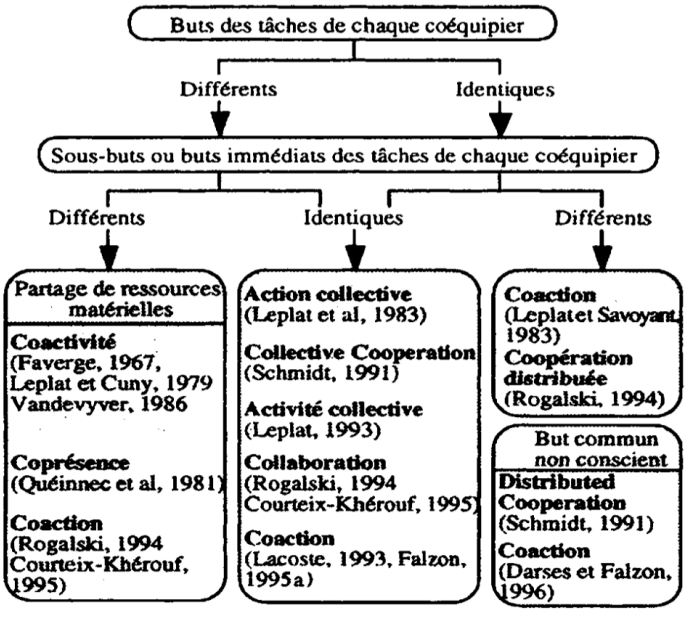


FIGURE 2.1: Classification des termes utilisés par divers auteurs pour désigner les différentes modalités de la composante collective des activités, extraite de Barthe et Quéinnec (1999)

Pour revenir à notre terrain d'étude, le métier de sapeur-pompier a pour caractéristique de ne pas s'exercer de manière isolée mais quasi exclusivement au sein d'une équipe s'appuyant sur un système organisationnel précis et parfaitement établi (Lipshitz *et al.*, 2007). Cet aspect collectif de la fonction s'impose quelque peu de lui-même au vu de la complexité et des risques inhérents aux situations dans lesquelles les agents sont amenés à évoluer (Samurçay et Rogalski, 1993).

Dans ce cadre, la notion de coopération est évidente, du fait de la forte hiérarchisation et distinction des rôles qui caractérisent ce domaine. En effet, au sein de l'équipe commandée par le chef d'agrès, un binôme est généralement destiné à l'extinction du foyer d'incendie (binôme d'attaque, BAT) et un autre à l'alimentation en eau (binôme d'alimentation, BAL). Ces deux binômes sont ainsi amenés à "coopérer" sur le terrain en remplissant des missions distinctes dont la juxtaposition permettra de mener à bien l'objectif commun de l'équipe d'intervention. Cependant, bien que cette distinction des rôles soit définie jusqu'au sein même d'un de ces binômes (chef de binôme et équipier), l'aspect collaboratif n'y est pas totalement inexistant dans la mesure où les deux membres le constituant sont généralement amener à "collaborer" au travers d'échanges d'informations afin de remplir leur mission commune (*e.g.* extinction d'un feu ou alimentation en eau). De ce point de vue, l'activité collective d'une équipe de sapeurs-pompiers peut finalement se voir comme une combinaison de ces deux notions que sont la coopération et la collaboration.

L'objectif du présent chapitre est désormais d'investir un large éventail des approches théoriques portant sur l'activité collective en situation dynamique et collaborative. Suivant la même construction que le chapitre 1 portant sur l'activité individuelle, la première partie servira à introduire différents modèles théoriques de l'activité collective suivant les deux courants que sont les approches socio-techniques et la *Team cognition* (section 2.1). Cette partie sera suivie des méthodes ayant été utilisées (section 2.2) et des résultats significatifs ayant été obtenus au sein de la littérature scientifique (section 2.3). S'ensuivra une synthèse des informations ayant été recueillies au cours de ce chapitre sur les différents modèles théoriques (section 2.4) qui servira de support à une discussion finale reprenant l'ensemble de nos observations au regard de notre terrain d'étude (section 2.5).

2.1 Approches pour appréhender l'activité collective

La pluralité des formes de collectifs en situation de travail, conjointement à l'intégration de plus en plus conséquente d'*artefacts* technologiques, a favorisé l'émergence de plusieurs courants de recherche en ergonomie. Ces collec-

tifs, ainsi que les courants de recherche associés, pourraient schématiquement être différenciés par la prise en compte ou non au sein même de l'activité collaborative des systèmes technologiques en tant qu'entités à part entière. Ainsi dans la section suivante sera présentée dans un premier temps les approches socio-techniques mettant particulièrement en avant l'intégration d'artefacts technologiques au sein de systèmes et les mécanismes de coopération humain-machine. Ces mécanismes pouvant se rapprocher par certains côtés de la coopération entre humains, des liens pourront être réalisés avec la deuxième partie portant sur le courant de recherche de la *Team cognition*.

2.1.1 Approches socio-techniques

Comme il a déjà été mentionné précédemment, le développement industriel et plus particulièrement son expansion technologique a amené les chercheurs s'intéressant aux collectifs de travail à considérer les systèmes technologiques comme des entités à part entière. Au sein de ces approches socio-techniques deux courants de recherche peuvent être mentionnés :

- le *Computer Supported Cooperative Work* (CSCW) qui s'intéresse aux modalités de soutien informatique permettant la coopération à distance entre humains ;
- l'Interaction Homme-Machine (IHM) qui étudie la coopération cognitive entre l'humain et son environnement informatique dans la réalisation des tâches.

L'émergence de ce dernier peut être rapprochée de la proposition de "système cognitif joint", base du *Contextual Control Model* (COCOM ; cf. chapitre 1 section 1.1.1.3) de Hollnagel et Woods (1983) et au sein duquel le système technique est considéré selon les mêmes critères que l'agent humain que ce soit en termes de savoir-faire, de capacités d'apprentissage, de règles, etc. (Hoc, 2003). Ce concept a notamment été amené à la suite de certains échecs importants liés à l'introduction de l'automation dans des systèmes complexes et à risques. Selon Rasmussen (1997), l'expansion technologique n'est ainsi pas étrangère à la recrudescence et l'importance des accidents dans le monde industriel. Pour cette raison, il avance la nécessité d'inscrire dans une logique d'analyse des systèmes socio-techniques l'étude de la gestion de risques (Chauvin, 2003).

Cependant, bien que notre terrain d'étude appartienne au domaine des sapeurs-pompiers, le caractère formatif des situations d'apprentissage que nous avons abordées fait que cette notion de risque n'apparaît pas comme prépondérante dans l'activité des stagiaires. De ce fait, nous n'aborderons pas au sein de ce chapitre, la partie importante de la littérature consacrée à la sécurité des systèmes et notamment sur la notion de résilience pouvant caractériser les "organisations de haute fiabilité" (*High Reliability Organization*,

HRO ; Weick et Sutcliffe, 2007).

Parallèlement à la caractérisation du processus de résilience, les travaux issus du courant IHM se sont plus particulièrement orientés vers la conception de systèmes technologiques coopératifs.

2.1.1.1 Extension du modèle de contrôle dynamique

Dans la perspective de conception de systèmes technologiques coopératifs, et s'appuyant sur les notions essentielles à l'activité collective que sont la coordination, la communication et la coopération, Hoc (2003) a étendu l'architecture du modèle individuel de contrôle dynamique (Hoc et Amalberti, 1994) à l'activité coopérative. Pour son auteur, *"ce cadre permet d'étendre les modèles cognitifs individuels à l'étude du travail d'équipe, au moins dans les situations où la dimension cognitive du travail est majeure, en tout cas dans celle où les contraintes temporelles et les risques sont importants"* (p.178).

Ce modèle coopératif, tout comme le modèle-cadre individuel avec le concept de représentation occurrente, repose sur une notion centrale qui est le référentiel commun. Ce dernier est défini par Terssac (De) et Chabaud (1990) comme *"la mise en commun des compétences pour préparer et réaliser une action ; cette mise en commun des compétences, en même temps qu'elle complète la représentation que chacun se fait de la tâche à réaliser, constitue un référentiel commun permettant d'ajuster les décisions de chacun en fonction des connaissances des autres"* (p. 128-129).

Les éléments composant le référentiel commun se distinguent en deux catégories : d'un part, ceux relatifs à l'environnement externe à l'activité englobant tous les éléments sur lesquels les opérateurs n'ont aucune possibilité d'action ; d'autre part, ceux relatifs à l'activité collaborative des opérateurs regroupant les évaluations de l'activité, les plans ou buts envisagés et la répartition des tâches (Hoc et Carlier, 2002). L'acquisition de ce référentiel commun au sein d'un collectif se réalise par la création dans la coopération d'interférences (positives ou négatives) entre buts et procédures se définissant au sens de Castelfranchi (1998) par le fait que *"les effets des actions d'un agent sont pertinents pour les buts d'un autre agent, c'est-à-dire qu'ils peuvent, soit favoriser la poursuite de certains buts des autres agents (interférence positive), soit mettre en péril certains d'entre eux (interférence négative)"* (p.162).

Le mode de gestion de ces interférences définit alors les niveaux d'abstraction par lesquels le référentiel commun se construit : l'action, la planification, et la méta-coopération [1]. A chacun de ces niveaux sont définis plusieurs types d'activités (Figure 2.2).

1. le préfixe "méta" étant employé pour indiquer un niveau d'abstraction plus élevé et

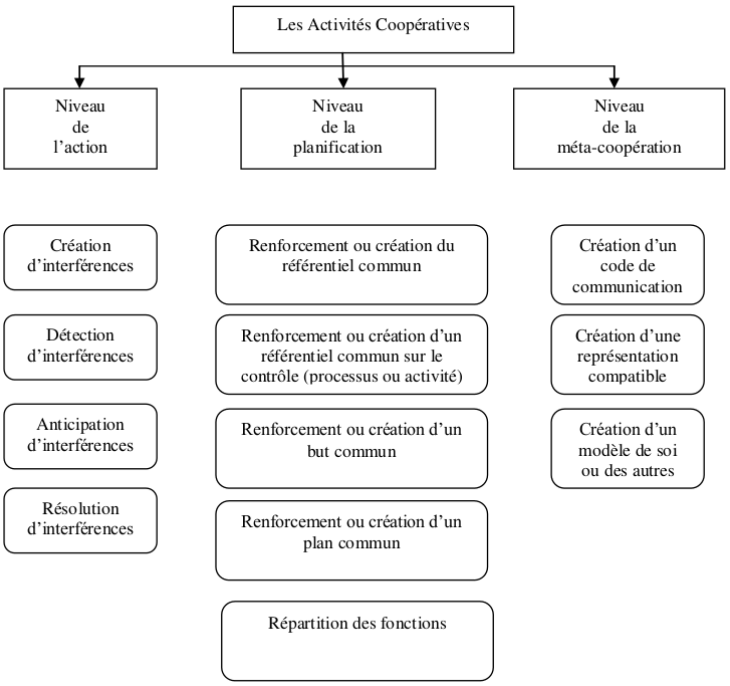


FIGURE 2.2: Le modèle des activités coopératives (Hoc, 2001b), extrait de Debanne (2013)

Au niveau de l'action correspond des activités coopératives opérationnelles directement liées à la gestion des buts et des procédures réalisées au cours de l'exécution, en temps réel, et ayant généralement un résultat quasi-immédiat et valide à court terme. Dans ce cas, ces activités peuvent concerner la création d'interférences (dans le but de faciliter sa propre tâche ou celle des autres), leur détection (principalement concernant celles créées de manière non-intentionnelles), leur anticipation et leur résolution.

Au niveau de la planification correspond les activités consistant à gérer le degré de similarité entre les représentations occurrentes des opérateurs afin de constituer un référentiel commun. Ce niveau d'abstraction intervient lorsque la gestion locale des interférences (au niveau de l'action) n'est plus efficace et implique des activités se répercutant à moyen terme et impliquant des modifications importantes du référentiel commun : la création ou le renforcement du référentiel commun ; la création ou le renforcement d'un référentiel commun sur l'activité elle-même (interne à l'équipe) et/ou le contrôle de processus (externe à l'équipe) ; la création ou le renforcement d'un but commun (pour orienter et évaluer l'activité collective) ; la création ou le renforcement d'un

non pour indiquer une coopération sur la coopération (Hoc, 2001b).

plan commun (moyens à mettre en place) ; et enfin, la répartition des fonctions.

Au niveau de la méta-coopération, les activités concernent la gestion des structures de représentations qui résultent d'une longue expérience de la coopération et implique une portée à long terme. Elles sont au nombre de trois : la création d'un code de communication (pour une meilleure efficacité) ; la création d'une représentation compatible (lorsque plusieurs spécialisations doivent collaborer) ; la création d'un modèle de soi ou des autres opérateurs (afin de comprendre les objectifs poursuivis par autrui).

2.1.1.2 Les boucles de coordination

S'inscrivant davantage dans une démarche de soutien des collectifs de travail par l'apport technologique, propre au courant CSCW, certains auteurs se sont particulièrement attachés à la conception de systèmes favorisant la coordination des collectifs disséminés spatialement (Voshell *et al.*, 2007; Prue *et al.*, 2008; Peffer *et al.*, 2008). Dans ce but, ils se sont plus particulièrement appuyés sur les travaux de Woods et Hollnagel (2006) portant sur les systèmes cognitifs joints, en abordant ce concept par sa dimension "coordinationnelle". De cette manière, ils ont cherché à analyser cette activité jointe au travers de classes de boucles de coordination, décrites comme un concept analogue aux boucles de contrôle dans les systèmes distribués et hiérarchiques de contrôle des procédés d'ingénierie (Voshell *et al.*, 2007).

Le concept de boucle de coordination, qui se présente comme une extension de la théorie de l'activité conjointe (*joint activity theory*) originellement appliquée à la relation homme-machine, a pour but de fournir aux chercheurs et concepteurs de systèmes les mécanismes et exigences de coordination entre les équipes ou entités du réseau. Chacun de ces éléments remplissant des rôles ou poursuivant des buts distincts, ces boucles s'attachent par définition aux modes de coopération entre ces différentes unités. Ces boucles se trouvent ainsi étroitement liées aux objectifs fixés qui demandent à se synchroniser et à s'ajuster entre groupes/entités du réseau à mesure que les changements de la situation apportent leur lot d'informations supplémentaires à intégrer ou "d'impasses" qui doivent être surmontées. Chaque boucle de coordination implique ainsi un ensemble d'éléments formé de manière prédictive ou *in situ* en réaction à des événements du contexte pouvant mener à la simple recherche d'informations comme à la nécessité de faire face aux plus surprenants d'entre eux (Voshell *et al.*, 2007).

En s'intéressant plus particulièrement aux activités évoluant dans des environnements dynamiques et incertains (militaire, intervention d'urgences, réacteur nucléaire), Voshell *et al.* (2007) ont proposé un modèle composé de trois classes de boucles de coordination : horizontale, verticale et projectif. Les

boucles horizontales concernent les groupes qui travaillent dans une perspective similaire et dont la juxtaposition des activités permet l'atteinte d'un objectif commun. Les boucles verticales prennent en compte l'aspect hiérarchique du réseau en décrivant les mécanismes de coordination entre les échelons (se résumant généralement à des communications ou des modifications de plans). Enfin les boucles projectives incorporent couramment le biais technologique (calculateur, robots, etc.) permettant d'anticiper certains besoins du réseau et ainsi donc toute la chaîne décisionnelle qui s'ensuit par l'identification des ressources adéquates et autres.

Ces trois classes de boucles de coordination peuvent caractériser l'activité au sein des équipes de sapeurs-pompiers auxquelles nous nous sommes intéressés. Ainsi, les boucles horizontales peuvent correspondre à la coopération nécessaire entre les binômes BAT et BAL lors de l'établissement en eau par exemple. En effet, lors de cette procédure le BAL doit s'assurer que le BAT a préalablement mis en place son matériel et est disposé à ce que les vannes soient ouvertes afin d'alimenter leur lance en eau. Les boucles verticales peuvent correspondre à la coordination entre le chef d'agrès et chacun de ses binômes s'effectuant par l'intermédiaire d'échanges portant notamment sur l'attribution de missions ou la diffusion d'informations. Enfin, les boucles projectives peuvent correspondre aux messages transmis par le chef d'agrès au Centre Opérationnel Départemental d'Incendie et de Secours (CODIS) afin d'anticiper les besoins de son équipe en demandant les renforts nécessaires.

Bien que tous ces modèles soient issu d'approches socio-techniques, ceux-ci se retrouvent conçus pour être productifs dans la conception de relations homme-machine pouvant se rapprocher de la coopération homme-homme (Hoc, 2003). En effet, de nombreux éléments (et particulièrement les notions de référentiel commun ou de compréhension partagée) se retrouvent dans les approches traitant de l'activité collective impliquant exclusivement des humains.

2.1.2 *Team cognition*

Parmi les courants de recherche s'intéressant à l'activité de collectifs de travail, celui de la *Team cognition*, par l'engouement qu'il suscite en ergonomie depuis quelques années (Salas *et al.*, 2010), semble occuper une place particulière. Les travaux s'inscrivant dans ce courant de recherche se sont initialement développés dans les domaines de la psychologie dite "Industrielle / Organisationnelle" (*I/O psychology*) (Cooke *et al.*, 2007) avec pour principales sources d'inspiration les théories cognitivistes du traitement de l'information et de la cognition socialement partagée et distribuée (Sève *et al.*, 2009).

Au sein de la *Team cognition*, la performance collective repose essentiellement sur la notion de compréhension partagée et les mécanismes de coor-

dination conditionnés par ce partage de "contenus cognitifs" entre équipiers. Ces derniers, déjà abordés dans la section précédente sur l'IHM par la mention de "référentiel commun" (Hoc, 2003), font référence suivant les auteurs à diverses notions (Cannon-bowers et Salas, 2001) : "mémoire transactive" ; "connaissances partagées" (*shared knowledge*) ; "modèles mentaux partagés" (*shared mental models*) ; contexte partagé (Salembier et Zouinar, 2004), etc.

Parmi la pluralité des études s'attachant à la compréhension partagée comme facteur central de performance des collectifs de travail, trois directions majeures de recherche peuvent en être extraites (Sève *et al.*, 2009) :

1. appréhender le partage comme celui de contenus cognitifs stables préexistant à l'activité collective (Cannon-bowers *et al.*, 1993) ;
2. appréhender le partage comme celui de contenus cognitifs transitoires et adaptés aux contraintes environnementales ;
3. appréhender les processus de construction de ce partage *in situ*.

2.1.2.1 Le partage de contenus cognitifs stables

Initialement, les travaux de recherche dans le domaine se sont plus particulièrement attachées à caractériser le contenu cognitif du partage en tant qu'entités figées de connaissances construites *a priori* par expérience et se révélant communes aux différents membres du collectif. Connaissances organisées sous la forme de modèles mentaux partagés (MMP ; Cannon-bowers *et al.*, 1993) dont la significativité de leur degré de similarité en termes de performance collective a pu être démontré dans différents domaines comme l'aviation (Stout *et al.*, 1999) ou l'industrie nucléaire (Waller *et al.*, 2004).

Ces MMP se trouvent classiquement ordonnés dans la littérature en deux catégories portant sur l'objet même de leur régulation de coordination : les modèles mentaux relatifs à la tâche à accomplir (*taskwork mental models*) et ceux relatifs à l'organisation du travail d'équipe (*teamwork mental models*) (Cooke *et al.*, 2007). Les premiers nommés portent sur la manière d'accomplir la tâche collective en suivant entre autres les procédures collectives standards et les stratégies génériques à mettre en œuvre. De ce fait, ceux-ci font particulièrement référence dans le domaine des sapeurs-pompiers à toutes règles explicites d'exécution apprises en formation (théorique ou pratique). Les MMP portant sur l'organisation du travail d'équipe font référence à des connaissances un peu plus spécifiques concernant le fonctionnement de l'équipe telles que les caractéristiques de chaque partenaire et toutes modalités spécifiques d'interactions entre les membres. Chez les sapeurs-pompiers, ceux-ci peuvent notamment faire référence à toutes ces règles implicites de fonctionnement construites sur le terrain à force d'évoluer avec les mêmes équipiers.

Dans cette conception relativement prescriptive de la coordination interpersonnelle, la performance du collectif se trouve étroitement liée à deux aspects des MMP. D'une part, comme il a déjà été mentionné auparavant, le degré de similitude en termes de contenu des connaissances mais également de la manière dont ces dernières sont structurées. D'autre part, la justesse de ces modèles portant sur la pertinence et l'exactitude du contenu des connaissances (Sève *et al.*, 2009). Ainsi, certaines études complémentairement à la recherche de similitudes de connaissances entre partenaires se sont vues investiguer l'analyse de la structure de la tâche afin de souligner l'adéquation de ces MMP (Marks *et al.*, 2000; Mathieu *et al.*, 2005; Lim et Klein, 2006).

Tout comme pour les questions de sûreté au sein des organisations, le processus de partage des modèles mentaux, et son efficacité en termes de performance de l'équipe, peut être assujetti à la structure organisationnelle du collectif menant à deux types de stratégies pouvant s'avérer complémentaires : modes centralisé et décentralisé (Lebraty, 2007). Ainsi, le mode centralisé renvoie à un modèle où le MMP à l'intérieur du collectif est supposé être celui du chef d'équipe qui "l'impose", mais de manière adaptée, aux différents membres. Il s'agit ici d'un modèle considéré comme un modèle "médian" de partage, prenant en compte les spécificités et rôles de chacun, qui représenterait le fonctionnement de structures hiérarchiquement aboutis telles qui peuvent être rencontrées dans le domaine des sapeurs-pompiers par exemple. Le mode décentralisé correspond de son côté à une sorte de modèle "total" au sein duquel l'ensemble des membres posséderaient le même modèle mental. Il s'agit dans ce cas pour chacun d'eux d'être capable de faire cohabiter un double modèle : leur modèle spécifique et le modèle partagé (Lebraty, 2007).

Globalement, les recherches ayant investi la question de la coordination par le champ des MMP se sont orientées dans trois directions (Keukelaere, 2012) :

1. la caractérisation de la relation entre la structure, la précision des modèles mentaux et la performance de l'équipe (Cannon-bowers *et al.*, 1993; Salas et Cannon-bowers, 2000) ;
2. la définition de la manière dont le partage de modèles mentaux se réalise au sein de l'équipe ;
3. l'investigation de l'impact des processus interindividuels ou de dispositifs de formation sur le développement des MMP (Stout *et al.*, 1999; Marks *et al.*, 2002).

2.1.2.2 Le partage de contenus cognitifs transitoires

Parallèlement à la notion de MMP stables, certains auteurs ont de leur côté appréhendé la compréhension partagée au travers de sa composante dynamique et adaptée au contexte. La compréhension partagée est ici considérée

comme une propriété émergente de l'association entre les contraintes de l'environnement et les connaissances distribuées au sein de l'équipe (Keukelaere, 2012).

Bien que l'angle de recherche emprunté par les auteurs diffère selon les options théoriques, tous s'accordent pour investir cet aspect dynamique au travers de la notion de conscience de la situation (*Situation Awareness*, SA ; Endsley, 1995 ; cf. chapitre 1 section 1.1.2.4). Malgré le fait que ce concept général soit abordé de manières différentes suivant les auteurs, dans la psychologie ergonomique, celui-ci se voit globalement défini au sens de Endsley (1995) tel qu'il a été développé dans le chapitre précédent. Cependant, dans le cadre de l'activité collective, la SA est élevée à un niveau collectif pour lequel il est fait mention de conscience collective de la situation (*Collective Situation Awareness*, CSA). A l'instar des MMP, la CSA témoigne du partage de cette SA entre les membres du collectif. A ce niveau, la CSA peut se voir envisagée de deux manières distinctes.

D'un côté, la CSA peut être considérée comme un partage, au sens strict du terme, des SA individuelles, se positionnant simplement comme une extension du modèle individuel de Endsley (1995). Ainsi selon Klein (2000), la SA partagée relève du *"degré selon lequel les membres d'une équipe ont la même interprétation des événements qui se déroulent"* [2]. Dans ce cas, le partage de SA est appréhendée de manière cinématique. De plus, elle fait directement référence à la notion de "recouvrement" dans la mesure où il est admis que chacun des membres possède un certain niveau de SA identique en percevant, comprenant et anticipant l'évolution de la situation à différents instants de manière similaire (Keukelaere, 2012).

Cependant d'un autre côté, une grande partie de la communauté attache plutôt le partage de SA à une dimension collective spécifique du concept reposant sur son caractère distribué (Stanton *et al.*, 2006). C'est à dire que la CSA ne serait pas à proprement parler une entité à part entière située en chacun des membres et partagée similairement mais serait au contraire imaginée comme une propriété émergeant de l'interaction entre ces membres (Hutchins, 1995). En adoptant ce point de vue, la performance collective ne serait par conséquent plus vue comme la résultante d'un "recouvrement" signifiant la similarité des SA individuelles mais davantage résultant de leur degré de compatibilité (Figure 2.3). Plus précisément, tout en conservant l'aspect individuel de la SA, celle-ci se trouve directement tributaire des buts, rôles, expériences, entraînements et connaissances de chacun. Ainsi, bien qu'étant plongé dans le même contexte et partageant les mêmes informations pour construire leur SA, chacun des membres du collectif possédera une SA qui lui est propre et

2. Notre traduction

dont l'articulation de façon compatible avec les autres serait censé être gage d'une action collective efficace.

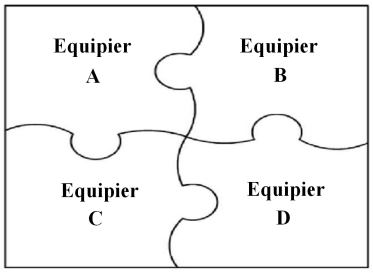


FIGURE 2.3: La conscience de la situation distribuée (*Distributed Situation Awareness*, DSA ; Stanton *et al.*, 2006)

D'autre part, les travaux de Artman et Garbis (1995) permettent de faire un lien entre cette conception de la CSA avec le courant d'approche des réseaux socio-techniques (cf. section 2.1.1) dans la mesure où ces auteurs suggèrent que la distribution de SA à l'intérieur du système ne se limite pas uniquement aux agents le composant mais également aux *artefacts* technologiques utilisés pour accomplir leurs buts. Ce point de vue confère par conséquent un rôle important aux technologies de transmission d'informations dans la mesure où leurs modes de fonctionnement peuvent déterminer ce qui est partagé et ce qui est distribué au sein du collectif (Lebraty, 2007) (cf. section 2.1.1.2).

Dans plusieurs travaux, cette notion de la CSA a également été appréhendée dans la perspective de définir les phénomènes de partage des compréhensions individuelles "en train de se faire", nous amenant directement au troisième axe de recherche de la *Team cognition*.

2.1.2.3 Les processus de partage et d'articulation

A la suite des études portant sur l'identification des contenus de partage, un autre axe de recherche essentiel du courant *Team cognition* s'est davantage intéressé à la manière dont s'effectue et se régule ce partage des contenus cognitifs entre les membres d'une équipe confrontée à des situations dynamiques et incertaines (Sève *et al.*, 2009). Dans cette approche, les auteurs ont souligné l'importance d'appréhender les phénomènes cognitifs au travers de leur dimension évolutive mais également située (Bourbousson, 2010). En effet, une des principales critiques initiées à l'encontre des études sur la définition des contenus cognitifs de partage réside dans leur manque de réalisation en situation réelle (Fiore *et al.*, 2010).

L'objectif principal de cet axe de recherche est de décrire les mécanismes individuels et interactionnels qui sous-tendent la compréhension partagée en situation, sa construction et son évolution en cours d'action. Dans cette perspective, la compréhension partagée n'est plus forcément considérée comme une condition prédictive directe de la performance collective dans la mesure où ce partage se retrouve à chaque instant remis en cause sur la base d'une construction *in situ* réalisée à partir des événements saillants de la situation en cours. La prise en compte de ce caractère évolutif nécessite dès lors de considérer la compréhension partagée dans des situations précises, à un moment donné tout en s'intéressant prioritairement au point de vue de chaque acteur.

Ce changement d'objet de recherche a nécessité pour les auteurs une ouverture vers d'autres cadres théoriques et méthodologiques issus de courants différents (*e.g.* le CSCW ; Bourbousson, 2010).

Les informations contextuelles partagées

Certains travaux menés, non pas directement au sein de la *Team cognition*, mais dans le cadre de l'ergonomie de langue française ont quelque peu abordé cette notion de compréhension partagée en situation naturelle au travers du concept d'*intelligibilité mutuelle* (Salembier et Zouinar, 2004). Ce dernier renvoie à un état fluctuant dépendant d'un ensemble de processus cognitifs et interindividuels mis en œuvre pour rendre manifeste sa compréhension de la situation à autrui ou tenter d'approcher la compréhension d'autrui (Keukelaere, 2012). Ces processus répondent de cette manière à l'incertitude pouvant habiter les agents sur le terrain sur le fait qu'ils partagent ou non des informations contextuelles avec leurs équipiers.

Cette notion d'intelligibilité mutuelle se trouve étroitement liée à celle du *contexte partagé* mise en avant par Salembier et Zouinar (2004) pour rendre compte du partage de la situation en cours. Le contexte partagé a pour origine les travaux de Sperber et Wilson (1986) portant sur l'*environnement cognitif mutuel* entre deux agents. L'environnement cognitif d'un agent est constitué de l'ensemble des éléments qui lui sont manifestes, c'est à dire tous les faits se produisant dans l'environnement qu'il peut percevoir ou inférer. Par la co-présence de plusieurs agents, un même élément contextuel peut dès lors revêtir un caractère significatif pour plusieurs d'entre eux au même instant. Ce recouvrement d'environnements cognitifs individuels constitue de ce fait l'environnement cognitif mutuel rassemblant, d'après ses auteurs, tout ce qui est potentiellement commun entre les acteurs à chaque instant. De cette manière, Sperber et Wilson (1986) soulignent tout à la fois le caractère dynamique et transitoire de ce partage qui se trouve réactualisé à chaque instant ainsi que son aspect subjectif en considérant le point de vue de chaque agent. Le contexte partagée avancé par Salembier et Zouinar (2004) correspond alors à la partie de cet environnement cognitif mutuel qui se trouve être pertinente

pour plusieurs agents au regard des tâches que ces derniers ont à réaliser à un instant donné. L'ensemble de ces notions se trouve représenté dans la figure 2.4.

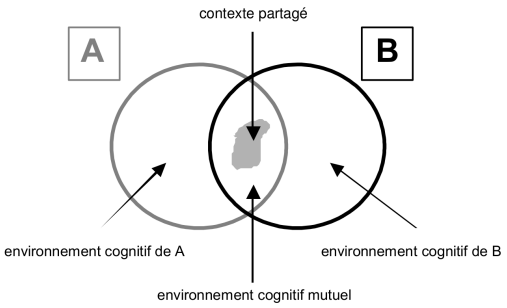


FIGURE 2.4: Représentation graphique de la relation entre environnement cognitif mutuel et contexte partagé (Salembier et Zouinar, 2004)

Les notions de contexte partagé et d'intelligibilité mutuelle constituent une ouverture sur la compréhension partagée étudiée du point de vue de chaque agent tout en accordant une place importante à l'aspect dynamique de l'environnement dans lequel le collectif évolue. Dans cette perspective de caractériser ce qui est partagé ou non dans l'activité collective, cette orientation met en exergue la pertinence d'une prise en compte des significations construites et partagées par chaque agent à chaque instant.

Construction de significations partagées

A partir de l'article de synthèse de Uitdewilligen *et al.* (2010), Bourbousson (2010) a souligné que l'essentiel des travaux portant sur la compréhension partagée en cours de construction se réfèrent plus particulièrement à la notion de CSA (partagée ou distribuée). Cette dernière est généralement évaluée, au travers de l'agencement des phénomènes cognitifs individuels, sur la base de sa justesse et de son adéquation vis à vis de la structure extrinsèque de la tâche collective (construite expérimentalement). Pour cette raison, d'après ces auteurs, appréhender cette compréhension partagée au travers des significations partagées construites en cours de situation peut constituer une voie pertinente pour la compréhension du fonctionnement de la *Team cognition*.

Le chapitre précédent a été l'occasion d'aborder la question de la construction de sens et des trois orientations principales qui se distinguent au sein de la littérature : le comportement informationnel, les processus cognitifs et le comportement organisationnel (cf.section 1.1.2.4). Les deux premières nommées, se caractérisant davantage par la compréhension individuelle, ont été plus particulièrement développées dans ce premier chapitre. La troisième approche, dite

organisationnelle, est quant à elle plus attachée à la création collective de sens et développée par la suite.

Construction de sens organisationnelle

Adoptant une approche socioconstructiviste (voire interprétativiste selon certains auteurs ; Maurel, 2010), Weick (1995) aborde la construction de sens comme une activité sociale, dans laquelle les organisations sont considérées comme des systèmes de construction de sens dont chaque membre se trouve continuellement engagé dans un processus de réaffirmation auprès des autres de ce qu'il considère individuellement comme la "vraie" réalité (Taylor, 2010). Cette construction de la réalité constitue alors le fondement sur lequel s'appuient ensuite les actions et décisions prises.

Weick (1995) identifie sept propriétés caractérisant la construction de sens (récapitulées dans le tableau 2.1) et permettant de la différencier d'autres processus portant sur l'explication de situations et d'événements. Plus particulièrement, deux de ces caractéristiques, construction d'identité et plausibilité, sont ainsi considérées comme les facteurs clés différenciant la construction de sens de la psychologie cognitive au sens basique (Taylor, 2010).

La construction de sens est un processus :	
1.	ancré dans la construction de l'identité.
2.	rétrospectif.
3.	générateur d'environnements modelés par les acteurs organisationnels.
4.	social.
5.	continu et évolutif.
6.	basé sur des signaux et des indices.
7.	motivé par la plausibilité pour les acteurs plutôt que par son exactitude.

TABLEAU 2.1: Les sept caractéristiques de la construction de sens proposées par Weick (1995), traduit à partir de Taylor (2010)

En se fondant sur ces caractéristiques, Weick (2000) a développé un modèle comportant cinq étapes non linéaires (Figure 2.5).

Le changement environnemental correspond à un signe, une ambiguïté dans le contexte de l'organisation et sujet à interprétation par les différents acteurs. L'énaction implique la construction d'une réalité par les acteurs à travers leurs actions et leurs tentatives de faire sens de ces actions. Ce processus d'énaction englobe particulièrement les activités dites de "détection" (*noticing*) et de "mise entre parenthèses" (*bracketing*) des éléments issus du flux d'informations correspondant à leur extraction et au fait de leur attribuer une valeur particulière (Steyer, 2011). La sélection consiste pour les acteurs à choisir parmi les indices et signaux provenant de l'environnement. La rétention mémorielle permet aux acteurs de retenir les solutions efficaces qui résultent de cette création

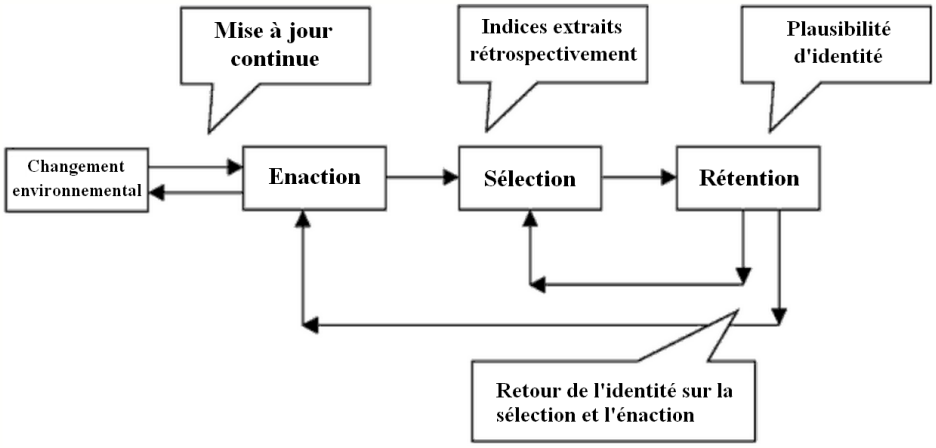


FIGURE 2.5: La relation entre énaction, organisation et sensemaking (Weick *et al.*, 2005, p. 414)

de sens afin d'enrichir les cartes cognitives et élargir le répertoire de connaissances. Enfin, ces éléments stockés dans les mémoires et les cartes cognitives peuvent par la suite être réactivés et servir de "guides" pour les actions et les interprétations suivantes, constituant ainsi l'étape de souvenir.

Team sensemaking

En adaptant son modèle individuel *Data/Frame* (cf. chapitre 1 section 1.1.2.4) au collectif, Klein *et al.* (2010) tentent une approche visant à appréhender spécifiquement *"le processus par lequel une équipe gère et coordonne ses efforts pour expliquer la situation en cours et anticiper les situations futures, particulièrement dans des conditions incertaines et ambiguës"*[3]. Dans cette perspective, les auteurs reprennent les différentes formes (activités) composant le modèle cyclique d'origine en les élevant à leur dimension collective (Figure 2.6). Ils en extraient de cette manière différentes stratégies contribuant à la construction collective d'un cadre cognitif approprié aux données pertinentes de la situation. L'ensemble de ces stratégies se trouvent rassemblées dans le tableau 2.2.

3. Notre traduction

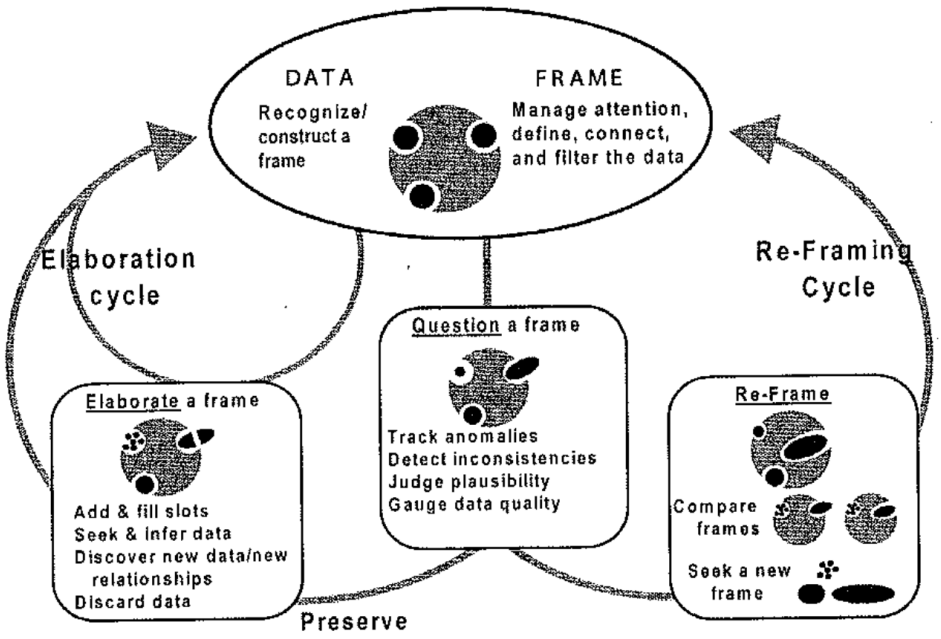


FIGURE 2.6: *Team sensemaking* : Adaptation collective du modèle *Data/Frame* extraite de (Klein *et al.*, 2010)

L'apparition de ces différentes approches illustre ce besoin manifesté dans la littérature d'appréhender la notion de compréhension partagée à partir des significations partagées construites en situation pour fonctionner collectivement (Bourbousson, 2010). Cette prise en considération de l'activité collective respectant les processus intrinsèques aux individus constitue justement un des objets théoriques proposés par le programme de recherche du cours d'action (Theureau, 2006).

Activités de construction collective de sens	Stratégies émergentes
Identification d'un cadre	– L'équipe formule des critères ou règles utilisés pour identifier le cadre – Un membre de l'équipe annonce quel est le cadre – L'équipe collabore pour identifier le cadre
Remise en question d'un cadre	– Désigner un membre de l'équipe pour jouer le rôle de "l'avocat du diable" et soulever les doutes quant à la pertinence d'un cadre – L'équipe crée des règles ou détermine des éléments déclencheurs pour les alerter que le cadre puisse être non pertinent – Les membres de l'équipe s'expriment et discutent ce qui pourrait tourner mal en utilisant ce cadre
Re-cadrage : Comparaison de cadres	– L'équipe compare les cadres et vote pour l'un d'entre eux – L'équipe crée un consensus sur quel cadre est le plus approprié – Le leader annonce quel cadre est le plus approprié
Re-cadrage : Création d'un nouveau cadre	– L'individu suggère un cadre qui est adopté, modifié ou rejeté par l'équipe après comparaison de cadres – L'équipe spécule sur les données et suggère des opinions causales ; le leader ou un membre de l'équipe combine les points de vue au sein d'un cadre – L'équipe collabore pour synthétiser des cadres concurrents
Élaboration d'un cadre	– L'équipe discute et rejette les données anormales comme des signaux transitoires ou autrement insignifiant – Les membres de l'équipe chargés de synthétiser les données dirigent les activités des « collecteurs » de données pour chercher de nouvelles données pour vérifier le cadre – Les membres de l'équipe chargés de synthétiser et de collecter les données collaborent pour découvrir de nouvelles relations qui préservent ou étendent le cadre

TABLEAU 2.2: Stratégies émergentes de la construction collective de sens, traduit de Klein *et al.* (2010)

Le programme empirique "cours d'action"

De nombreux travaux abordant la complexité de l'activité collective au sein de différents domaines de l'ergonomie (situations de travail, de formation, sciences du sport) ont mobilisé le cadre théorique et méthodologique d'analyse du cours d'action (Theureau, 2004, 2006). Cette approche, qualifiée par son auteur comme une voie moyenne entre "l'individualisme méthodologique" et le "collectivisme méthodologique", permet de décrire l'activité collective par le prisme de la construction subjective de significations.

Selon Sève *et al.* (2012), le programme de recherche "cours d'action" repose sur la conjonction de plusieurs hypothèses ontologiques : 1) l'hypothèse de l'énaction ; 2) l'hypothèse de la conscience pré-réflexive ; 3) l'hypothèse de l'articulation collective des activités individuelles-sociales ; 4) l'hypothèse de la multiplicité et de la complexité des contraintes et effets de l'activité humaine dans les corps, situations et cultures. L'hypothèse de l'énaction avance que la cognition d'un agent s'inscrit dans la dynamique d'interaction de son couplage structurel avec son environnement impliquant un flux d'interactions asymétriques entre ces deux entités. L'agent n'interagissant qu'avec les caractéristiques pertinentes de l'environnement du point de vue de son organisation et de sa structure interne. L'hypothèse de la conscience pré-réflexive renvoie à la capacité d'un agent à rendre compte du couplage asymétrique formé à tout instant avec son environnement au travers de ses significations construites en cours de situation. L'hypothèse de l'articulation des activités individuelles-sociales constitue un prolongement des deux hypothèses précédentes vers l'aspect collectif de l'activité. Dans cette perspective, l'activité collective est qualifiée de "sociale-individuelle" dans le sens où elle se trouve à chaque instant déconstruite et reconstruite par le caractère autonome des activités individuelles la constituant. Ce point de vue théorique amène à considérer l'activité collective telle que la concaténation des activité individuelles la construit. L'hypothèse de la multiplicité et de la complexité des contraintes et effets de l'activité fait état de l'ensemble des contraintes continuellement générés par les perturbations relevant du corps de l'agent, de sa situation ou de sa culture agissant sur la dynamique du couplage formé avec la situation.

De ces hypothèses découlent différents objets théoriques permettant d'atteindre la dynamique des connaissances mobilisées et des significations construites par les agents en situation : le cours d'expérience, le cours d'action et le cours d'information. Le cours d'expérience d'un agent représente l'histoire des significations construites par ce dernier accompagnant le cours de son activité à chaque instant. L'objet "cours d'action" représente l'histoire du cours d'expérience mais en y associant les éléments situationnels participant à sa construction (*i.e.* les contraintes et effets agissant sur l'expérience). Le cours d'information constitue la dynamique de l'ensemble des éléments participant au couplage structurel agent-environnement et ne se réduisant pas à son cours d'action (*i.e.* en y intégrant les éléments contextuels dont l'agent ne fait pas

directement l'expérience).

Bien que le cours d'action offre les outils théoriques et méthodologiques permettant d'appréhender l'activité collective au travers de l'articulation des significations construites individuellement en situation, il n'est pas pour autant exempt de certaines limites. L'une d'entre elles se manifeste particulièrement dans la prise en compte des (im)possibilités dans l'interaction des agents avec leurs situations qui sont liées à la configuration spatiale. Cependant, le programme du cours d'action reste ouvert à l'apport d'autres hypothèses relevant d'autres approches. Profitant de cet aspect, et dans le cadre de sa démarche de recherche sur les situations domestiques, Guibourdenche (2013) a ainsi fait le choix d'articuler l'approche du cours d'action avec le cours d'agencement.

Le cours d'agencement

Comme il a été mentionné précédemment, l'activité de sapeur-pompier est par essence une activité collective. Cependant, cette activité se manifeste dans des contextes présentant des configurations spatiales variées pouvant imposer certaines contraintes sur les possibilités offertes à chaque instant aux agents sur les plans perceptif mais également physique. Dans le cadre de notre étude, cette caractéristique est exacerbée par le fait qu'il s'agisse d'une formation en milieu urbain impliquant des mises en situation dans des bâtiments, souvent de grande échelle, favorisant par la même, l'éclatement spatial des membres de l'équipe. Les possibilités de communications et par conséquent l'articulation des activités de chacun des membres s'en trouvent ainsi fortement influencées.

Dans la perspective d'étudier l'activité familiale au regard de sa consommation énergétique, Guibourdenche (2013) a abordé ces contraintes liées à l'aspect structurel de l'habitat au travers des concepts théoriques proposés par le "cours d'agencement". Ce dernier s'appuie sur l'hypothèse théorique *"selon laquelle les unités et les effets générés par les corps sur les situations interagissent, se lient et se délient à chaque instant, d'une façon spécifique et spécifiable par un observateur"* (p.65). Cette hypothèse confère au cours d'agencement la possibilité d'une meilleure compréhension des conditions dans lesquelles l'action/cognition et l'appropriation sont possibles ou impossibles dans l'interaction entre les agents et leurs situations.

Dans la perspective d'élaborer sa démarche analytique, Guibourdenche (2013) s'est intéressé à la notion de "collectif éclaté" avancée par Grosjean et Lacoste (1999) dans le cadre de l'analyse des collectifs de soignants dans les services hospitaliers. En effet, ces collectifs de travail, tout comme ceux des sapeur-pompiers, ne présentent pas les caractéristiques de situations coopératives classiques dans le sens où l'ensemble des membres ne sont pas nécessairement physiquement présents en un même lieu et au même instant. En raison de cela, ces auteurs ont montré l'intérêt de s'intéresser aux communications impliquant les infirmières, ces dernières étant en charge de la continuité

des soins. Plus globalement, il apparaît de cette manière possible, d'appuyer l'analyse des "collectifs éclatés" sur l'étude des moments d'interaction entre agents. Ce choix analytique, dans le cadre des situations domestiques, a amené Guibourdenche (2013) a devoir prendre en considération la variété des modalités d'interaction (entre agents mais également entre un agent et un objet) par lesquelles sont générés les effets sur la situation. En effet, même si dans une maison, deux personnes ne sont pas forcément visibles l'une de l'autre ou orientées vers un environnement physique partagé, cela ne suffit pas à dire qu'elles ne sont pas en interaction à cet instant précis. L'interaction entre ces deux personnes peut malgré tout s'organiser en référence à leurs seules paroles, assurant tout de même un lien physique entre ces corps considérés comme co-présents non pas au plan visuel mais de la parole et des sons.

Ce point de vue s'accorde avec les situations de travail analysées dans le cadre de notre étude. En effet, comme il est fait mention auparavant, la configuration des lieux d'intervention des sapeur-pompiers appliquent certaines contraintes perceptives et physiques sur l'activité de chacun des membres de l'équipe. Dans la perspective d'une analyse du collectif, ces (im)possibilités contextuelles amènent le chercheur à considérer l'ensemble des modalités d'interaction régissant l'activité collaborative des sapeur-pompiers. Ce point de vue théorique se justifie d'autant plus que dans le cadre de notre étude, les agents sur le terrain, régulièrement séparés spatialement, n'était pas munis de moyens de communications (*e.g.* microphones, portables) permettant d'interagir à tout instant sur le simple mode de la parole.

Cette prise en considération des contraintes physiques de l'environnement couplées à la richesse des modalités d'interaction entre unités a amené Guibourdenche (2013) à enrichir certaines méthodes d'analyse et plus particulièrement de retranscription des données mettant en lumière les particularités spatio-temporelles de ces situations collectives. L'ensemble des méthodes spécifiques aux théories de l'analyse du collectif décrites dans cette première section vont être développées dans la suivante.

2.2 Méthodes pour appréhender l'activité collective

Saisir les mécanismes sous-jacents au fonctionnement de collectifs de travail requiert la mise en place de méthodologies adaptées à la fois aux particularités des systèmes étudiés (en termes de type, de taille, de domaine d'activité, de contexte, etc.) et de l'objet de recherche en lui-même (amélioration des systèmes de sécurité, intégration d'artefacts technologiques, étude des processus de coordination, etc.). Ce caractère adaptatif des études en ergonomie se reflète dans la diversité des méthodologies exploitées.

2.2.1 Méthodes liées aux approches socio-techniques

Dans le cadre de l'analyse des systèmes socio-techniques, les méthodes investies sont issues d'une longue tradition de recherche originellement orientée sur la conception d'interfaces homme-machine et l'évaluation de la performance des utilisateurs.

2.2.1.1 Analyse hiérarchique de la tâche collective

Initialement, l'analyse hiérarchique de la tâche (*Hierarchical Task Analysis*, HTA ; Annett et Duncan, 1967) suppose la décomposition de la tâche principale individuelle en une hiérarchie de buts, opérations, et plans. Les buts (ou tâches) et sous-buts (sous-tâches) composent les différents niveaux de la hiérarchie. Les plans sont insérés entre ces niveaux pour définir une structure et une combinaison entre sous-tâches permettant d'accomplir la tâche du niveau supérieur. Enfin les opérations constituent le niveau le plus bas en spécifiant les actions basiques effectuées par l'opérateur pour chaque tâche à réaliser.

Plus récemment, Annett *et al.* (2000) a étendu sa méthode initiale à l'analyse de tâches collectives avec pour objectif principal d'identifier les compétences spécifiques et de mesurer la performance relative à l'équipe. Pour cela, les auteurs s'appuient sur le principe que les membres d'une équipe combinent leurs efforts afin d'atteindre un but commun régissant de ce fait tout le processus de hiérarchisation. La méthodologie de la HTA collective, en complément de la procédure originelle de hiérarchisation des tâches (collectives) tient également compte des communications et des mécanismes de coordination entre les membres de l'équipe. Les supports nécessaires à cette procédure restent les mêmes que pour le modèle individuel, à savoir des entretiens avec des experts du domaine et l'analyse de documents. Une fois la hiérarchisation considérée comme assez précise, le chercheur procède à une classification de l'ensemble des tâches suivant des catégories relatives à l'activité collective définies initialement par Annett *et al.* (2000) : réception d'informations, actions/discussions, envoi d'informations, collaboration, synchronisation.

En décomposant et catégorisant de cette manière les tâches à accomplir jusqu'à un niveau relevant d'actions basiques à réaliser, le chercheur constitue une trame prescriptive de l'activité collective et peut comparer cette dernière avec ce qui est réellement réalisé sur le terrain. Il peut ainsi réalisé les deux dernières étapes de la méthode, à savoir l'observation de l'activité réelle et la comparaison avec les résultats attendus. Par ce jeu de comparaison, le chercheur peut évaluer chaque action par rapport à celle théoriquement appropriée et définie par la hiérarchisation des tâches.

Du fait de la finesse de décomposition qui est attendue, le chercheur se doit de posséder une connaissance parfaite de la tâche à étudier, d'autant plus si

celle-ci s'inscrit dans une activité considérée comme complexe. Cette activité peut d'ailleurs aussi bien relever d'une pratique manuelle que d'une tâche cognitive (Boos *et al.*, 2011). Le caractère générique de cette méthode lui permet de s'appliquer à des types de collectifs et des domaines extrêmement variés comme la procédure de défense d'un sous-marin (Annett *et al.*, 2000), l'activité des équipes infirmières (Shepherd, 2001) ou l'investigation d'une scène de crime (Smith *et al.*, 2008).

Cette méthode d'analyse s'est révélée extrêmement utile d'un point de vue coopératif dans la conception d'interfaces homme-machine, l'intégration d'*artefacts* technologiques au sein d'un système socio-technique ou dans l'évaluation des performances des agents. Cependant, dans la mesure où elle s'appuie sur une perspective prescriptive de l'activité (individuelle ou collective,) elle manque cruellement de crédibilité écologique et a amené certains chercheurs à s'orienter vers d'autres méthodes d'analyse plus proches du terrain réel de travail.

2.2.1.2 Analyse du travail cognitif

Dans la perspective de concevoir des systèmes techniques adaptés aux opérateurs, à leurs modes de traitement de l'information mais également aux contraintes liés à l'environnement de travail, certaines méthodologies ont vu le jour au sein d'une discipline se situant à l'intersection de la psychologie cognitive, de l'ergonomie et de l'ingénierie : l'ingénierie cognitive. Ce courant de recherche a permis de développer l'analyse du travail cognitif (*Cognitive Work Analysis*, CWA) fortement initiée par les travaux de Rasmussen (1986) et décrite de façon plus pragmatique dans l'ouvrage de Vicente (1999).

Cette méthode se déroule en cinq étapes, chacune ayant pour but de définir un ensemble de contraintes circonscrivant les degrés de liberté dont dispose les opérateurs pour effectuer leurs tâches. La première étape consiste à définir les contraintes provenant du domaine (*i.e.* objets et propriétés par lesquels les opérateurs réalisent leurs transformations). Cette analyse du domaine se base sur un outil de modélisation à deux dimensions orthogonales développé par Rasmussen (1986) : la hiérarchie d'abstraction. La première dimension consiste en un travail de "raffinement" s'attachant à décomposer de manière hiérarchique le système socio-technique en différents niveaux : sous-systèmes, unités fonctionnelles, sous-ensembles, composants. La seconde dimension est réalisée par une hiérarchisation de "mise en œuvre" permettant de définir le domaine selon différents points de vue fonctionnels : objectifs fonctionnels, fonctions abstraites, processus, fonctions physiques et formes physiques.

La deuxième étape relève de l'analyse des contraintes relatives à la réalisation des tâches. Celle-ci s'appuie sur le modèle de l'échelle double (cf. chapitre 1 section 1.1.1.1) de Rasmussen (1986) pour mettre en exergue les informations nécessaires aux actions à réaliser. La troisième étape consiste à analyser

les stratégies à mettre en œuvre pour traiter les informations et sélectionner les actions adéquates au contexte. La quatrième étape porte sur la prise en considération des contraintes socio-organisationnelles pour déterminer la répartition des exigences de la tâche entre les différents agents du système socio-technique. La dernière étape vise à analyser les compétences nécessaires chez les opérateurs pour s'adapter aux contraintes préalablement mises en exergue.

Cette méthode, dont l'intérêt principal est de présenter de façon complète les contraintes relatives au contexte de travail, permet de développer des interfaces homme-machine adaptées, notamment en termes d'apports d'informations. Cependant, d'un point de vue pratique, elle n'en est pas moins dénuée de reproches particulièrement concernant la prise en compte "tardive" des tâches à réaliser et de la répartition des fonctions pour chacun des agents du système (Chauvin et Hoc, 2013). Pour cette raison, dans la perspective principalement de développer des systèmes d'aide à la décision, certains auteurs ont développé cette méthode dans le but de concilier "analyse" et "*design*" (Elm *et al.*, 2003).

2.2.1.3 Ingénierie des systèmes cognitifs appliquée

Reprochant l'absence de pragmatisme de l'analyse du travail cognitif traditionnel, Elm *et al.* (2003) ont complété cette méthode originelle afin d'en concevoir une version plus appliquée (initialement intitulée *Applied Cognitive Work Analysis*, ACWA). Cette méthode, par la suite rebaptisée "Ingénierie des systèmes cognitifs appliquée" (*Applied Cognitive Systems Engineering*, ACSE ; Peffer *et al.*, 2008), a pour objectif principal d'aider à la conception de systèmes d'aide à la décision s'appuyant sur l'analyse des exigences cognitives relatives au terrain d'application.

Celle-ci s'appuie sur cinq étapes principales. La première étape est la conception d'un réseau d'abstraction fonctionnel (*Functional Abstraction Network*, FAN) censé capturer les concepts et relations essentiels du domaine définissant une décomposition du système socio-technique en termes de "Fins-moyens". Les liens composant le réseau et reliant les différents buts fonctionnels étant envisagés à double sens sous le principe de "support-supporté". La deuxième étape consiste à compléter le FAN des exigences de travail cognitif (*Cognitive Work Requirements*, CWR) comme un moyen d'identifier les demandes cognitives, tâches et décisions qui émergent dans le domaine et requièrent une aide. La troisième étape porte sur l'identification des exigences informationnelles et relationnelles (*Information / Relationship Requirements*, IRR) destinées à la bonne exécution des exigences du travail cognitif. La quatrième étape sert à spécifier les exigences de forme de représentation (*Representation Design Requirements*, RDR) pour définir le "façonnage" et le traitement de la manière dont les informations et relations devraient être présentées aux opérateurs concernés. La dernière étape sert au

développement des concepts de forme de présentation (*Presentation Design Concepts*, PDC) pour explorer les techniques de mise en œuvre d'aide à la décision en adéquation avec les exigences de représentation des informations.

En utilisant les apports de cette méthode pour étendre le concept de "boucle de coordination" (Voshell *et al.*, 2007 ; cf. section 2.1.1.2), Peffer *et al.* (2008) ont pu mettre en évidence les exigences et les types de coordination requis au sein d'un collectif d'intervention (sapeurs-pompiers, ambulances, police, armée, etc.) lors d'un incident chimique (cf. section 2.1.1.2). Pour ce faire, ces auteurs ont "superposé" le FAN réalisé par analyse du terrain avec la "carte organisationnelle" définissant les rôles officiels de chacune des équipes d'intervention (Figure 2.7). De cette manière, ils ont pu mettre en exergue les différents types de besoins "coordinationnels" entre équipes et la manière dont ceux-ci se créaient sur le terrain. Ces résultats fournissant par conséquent des éléments précieux en vue de la conception de systèmes de transmission d'informations et d'aide à la décision.

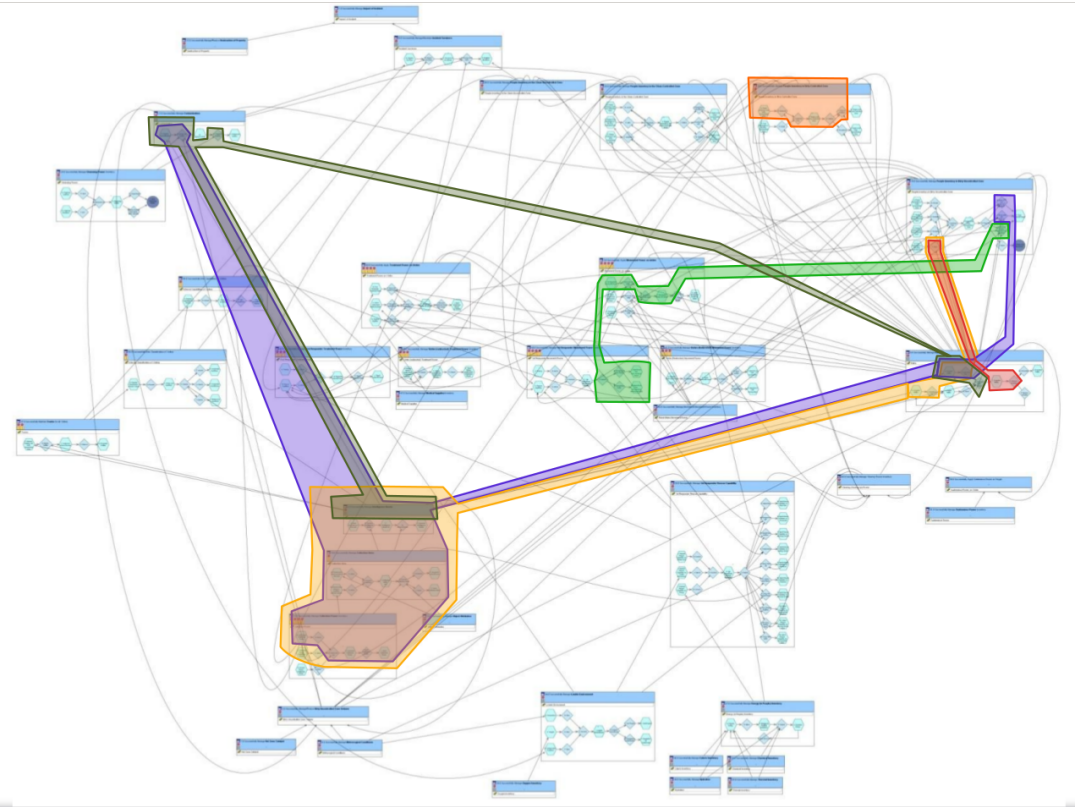


FIGURE 2.7: Exemple de superposition du FAN d'un collectif d'équipes d'intervention avec les rôles de chacune d'elles, extrait de Peffer *et al.* (2008)

Au sein de ces approches destinées au développement d'interfaces homme-machine subsiste toujours l'idée, notamment dans les systèmes complexes et à risques, d'assurer la sécurité de l'utilisateur en lui procurant le système technologique le plus adéquat. Cette notion de sécurité reste centrale dans toutes les méthodologies s'appliquant aux réseaux socio-techniques particulièrement pour celles destinées à analyser les accidents.

2.2.1.4 Analyse bidimensionnelle d'accidents

Dans la perspective d'améliorer la sécurité inhérente aux organisations à risques, l'analyse d'accidents constitue une manne d'informations importante Salmon *et al.* (2014). Dans le but d'aborder cette question de manière globale, Salmon *et al.* (2013) ont étudié les facteurs sous-jacents d'un accident ferroviaire sous l'angle de la complémentarité de deux approches relatives aux facteurs humains : l'approche systémique et l'approche psychologique.

L'approche systémique dans le cadre de cette étude rejoint les travaux de Hollnagel *et al.* (2009) démontrant que les accidents sont des phénomènes émergeant des interactions entre les multiples composants de systèmes socio-techniques complexes. Concrètement, Salmon *et al.* (2013) s'appuient sur la constitution d'un Accimap, outil issu des travaux de (Rasmussen, 1997) sur la gestion des risques. Cet outil offre la possibilité de représenter toute la complexité d'un système socio-technique par l'intermédiaire d'un graphique rendant compte des communications et contraintes entre niveaux organisationnels ainsi que des actions, décisions ou erreurs propres à chacun de ces niveaux. Ces niveaux organisationnels sont basés sur la classification de Rasmussen (1997) réadaptée à la situation et déclinant le système en : gouvernement, régulateurs, direction de la société, encadrement technique et opérationnel, acteurs physiques et équipements / environnement. Cet outil permet de cette façon de reconstituer d'une manière non réductionniste l'ensemble des interactions intervenant entre les différents niveaux organisationnels du système socio-technique. Un exemple représentant l'Accimap obtenu dans l'étude de Salmon *et al.* (2013) est présenté en figure 2.8.

L'approche psychologique aborde l'aspect individuel au travers de la théorie des schémas et plus particulièrement de la nomenclature de Norman (1981). Cette dernière se décline en trois catégories d'erreurs : les erreurs dans la création de l'intention dues à une mauvaise interprétation de la situation, les erreurs résultant de l'activation d'un schéma incorrect dues à des conditions "déclencheuses" similaires, les erreurs de déclenchement d'un schéma (soit trop tôt ou trop tard). Par cette approche, Salmon *et al.* (2013) se sont plus particulièrement intéressés à l'activité individuelle du chauffeur de camion ayant été accusé d'être responsable de l'accident en question.

Par cette approche double, les auteurs désirent appréhender le système socio-technique dans sa globalité tout en y intégrant la finesse d'une ana-

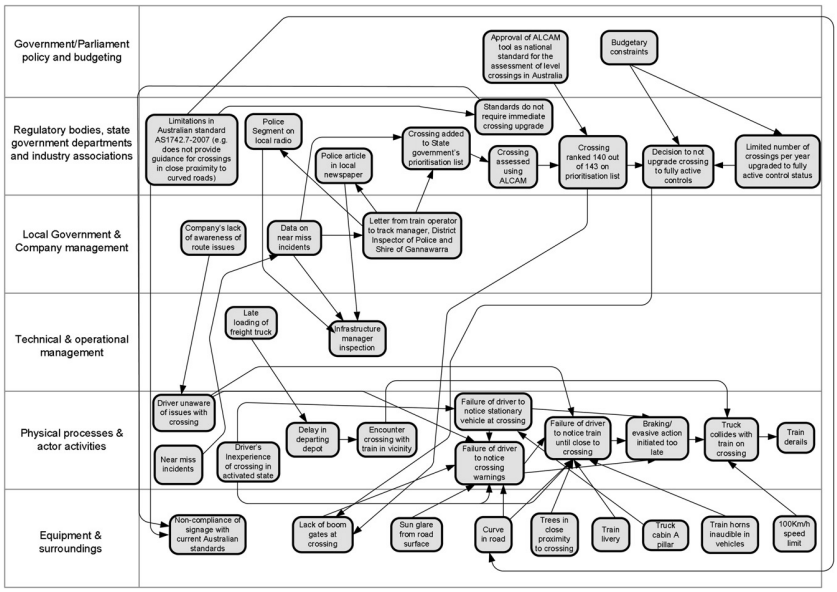


FIGURE 2.8: Exemple d'Accimap d'un accident ferroviaire, extrait de Salmon *et al.* (2013)

lyse individuelle. De cette manière, il devient possible de tenir compte parallèlement de paramètres individuels ainsi que des conditions environnementales et systémiques qui ont pu favoriser la survenue d'une ou de plusieurs erreurs. Par cette approche, Salmon *et al.* (2013) vont au-delà de la simple détection d'une ou de plusieurs erreurs individuelles et permettent ainsi d'ouvrir leur étude vers des pistes d'amélioration du système socio-technique.

Dans la perspective de continuellement affiner la recherche sur les mécanismes sous-jacents de l'activité collective tout en considérant le système dans sa globalité, l'association de plusieurs approches d'analyse a constitué une piste prometteuse pour les systèmes socio-techniques relativement complexes. C'est le cas notamment pour l'analyse des processus de transmission d'informations au sein d'un système.

2.2.1.5 Analyse de la circulation des informations

Le développement continuel des apports technologiques au sein des collectifs de travail continue de complexifier les systèmes socio-techniques. Notamment les dispositifs de communication permettent de connecter en temps réel un nombre croissant d'agents disposés dans des espaces physiques de plus en plus éloignés les uns des autres. Face à cette évolution, après les système C2 (*Command and Control*), on parle désormais de systèmes C4i pour *Command, Control, Communications, Computer, Intelligence* (Walker *et al.*, 2006).

Dans la perspective d'analyser ces systèmes de plus en plus complexes, le HFI DTC (*Human Factors Integration Defence Technology Center*) a développé une méthodologie macro-ergonomique : EAST (*Event Analysis of Systemic Teamwork* ; Stanton *et al.*, 2008). Cette méthodologie, décrite par ses auteurs comme descriptive (Walker *et al.*, 2009), a pour objectif de mettre en avant les propriétés émergentes du système et découlant des interactions entre les différents éléments (humains ou dispositifs techniques) le composant. Pour cela, EAST s'inscrit dans les méthodologies d'analyse articulant différentes approches permettant de cette manière d'aborder les systèmes selon de multiples angles d'observation. La figure 2.9 illustre la structure globale de cette méthodologie.

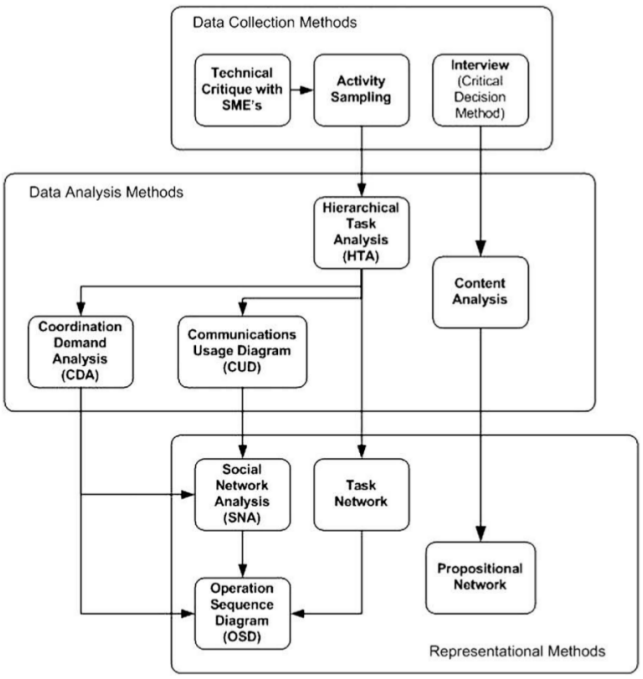


FIGURE 2.9: Structure de la méthodologie EAST, extraite de Walker *et al.* (2009)

L'ensemble de cette méthodologie repose sur la notion centrale de la DSA (Stanton *et al.*, 2006 ; cf. figure 2.3). Cette notion amène à considérer la compréhension de la situation non pas de manière globale mais par le point de vue individuel des agents (humains ou technologiques) composant le système. Plus précisément dans le cas de EAST, il s'agit de s'intéresser à la manière dont l'information (considérée comme un élément relativement invariant) est comprise, traitée et distribuée (de manière implicite ou explicite) par les différents agents au travers du système socio-technique global (Stanton *et al.*, 2006).

Particulièrement pour les environnement à risques, les auteurs avancent l'idée qu'en situation particulière de crise, la performance d'un système se trouve alors étroitement liée à sa propension à diffuser en son sein les informations de manière "efficace" et de cette manière à maintenir une certaine qualité de DSA (Stewart *et al.*, 2008).

EAST se trouve principalement composé de deux processus d'analyse d'un scénario de crise préalablement élaboré par les chercheurs. D'un côté, l'élaboration d'une trame prescriptive de la performance collective face à la situation de crise initiée par une HTA (cf. section 2.2.1.1). De l'autre, les chercheurs s'appuient sur la mise en place d'entretiens individuels rétrospectifs avec les participants du scénario de crise reposant sur les principes de la méthode d'analyse des décisions critiques (*Critical Decision Method*, CDM ; cf. chapitre 1 section 1.2.2) afin d'obtenir une description de l'activité individuelle du point de vue de chaque acteur du système.

L'association de ces deux procédures, qui ne sont pas sans rappeler la juxtaposition des deux approches systémique et psychologique de l'analyse des accidents (cf. section 2.2.1.4), permet d'aboutir principalement à la modélisation de trois réseaux [4] : de tâches, social et de connaissances (Figure 2.10).

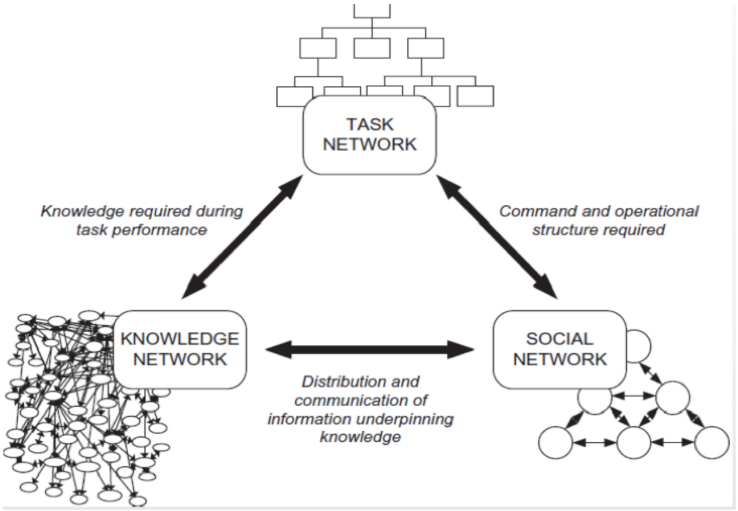


FIGURE 2.10: Articulation des réseaux représentationnels de la méthodologie EAST

4. Ces trois réseaux se trouvent associés à un diagramme de séquences d'opérations (*Operation Sequence Diagram*, OSD ; Kirwan et Ainsworth, 1992 ; Figure 2.9) destiné à associer les agents (humains et technologiques) aux tâches que chacun a à réaliser. En ce sens, et aux dires même des auteurs, l'OSD se retrouve quelque peu redondant avec les méthodes d'analyse le précédant et n'est utilisé qu'en guise d'illustration de ces données (Walker *et al.*, 2009).

Le réseau de tâche (*Task Network*, TN) constitue l'aboutissement illustratif de la HTA. Il représente la chronologie des actions effectuées au sein du système en soulignant précisément "qui" réalise "quoi" et "quand".

Le réseau social (*Social Network*, SN) modélise les relations entre les acteurs permettant de mettre en évidence, par la convergence des liens, qui sont les agents centraux du système.

Le réseau de connaissances ou réseau propositionnel (*Propositional Network*, PN ; Stanton *et al.*, 2006 ; Figure 2.11), issu des entretiens suivant la CDM, constitue la réelle nouveauté de la méthodologie EAST qui s'appuie préalablement uniquement sur des méthodes déjà existantes. Le PN décrit sur un même plan les interactions entre agents (humains et technologiques) du système et objets de connaissance ainsi que l'activation de chacun d'eux durant chaque phase de l'opération. Ce mode de représentation a pour but de caractériser de manière dynamique le flux des informations requises pour la prise de décision au sein du système et ainsi d'identifier la structure et la nature temporelle de la DSA (Walker *et al.*, 2009). De cette façon, il est possible de faire ressortir au sein du système et à chaque étape de la situation étudiée l'ensemble des informations "clés" en les associant aux agents spécifiquement concernés et aux tâches que ces derniers ont à réaliser. La mise en parallèle des PN à différentes étapes de l'opération permet ainsi de voir la circulation des informations au sein du système.

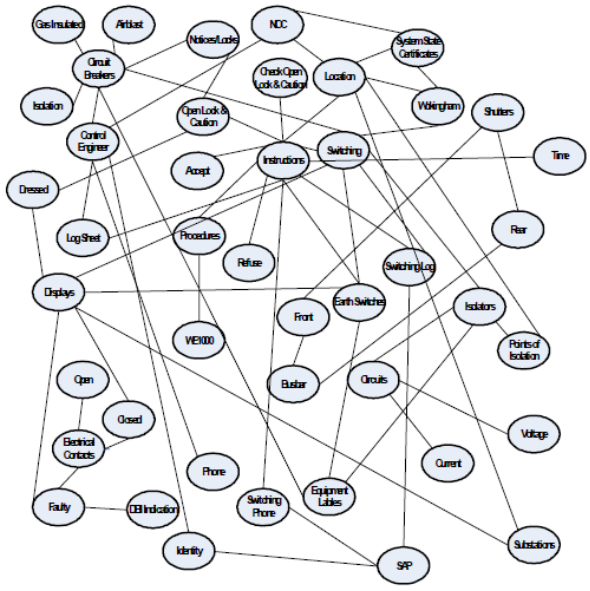


FIGURE 2.11: Exemple de PN extrait d'une étude sur la procédure d'intégration d'un transformateur au circuit électrique à proximité de la liaison ferroviaire du tunnel sous la Manche (Salmon *et al.*, 2004)

La précision du mode de représentation de la CSA offerte par le PN semble permettre de distinguer des modèles différents d'équipes (*e.g.* hiérarchique et collaboratif) au contraire d'autres méthodes d'évaluation telles que SAGAT que nous aborderons dans la section suivante (Sorensen et Stanton, 2011). Le PN du système socio-technique est également "appréhendable" individuellement en considérant ce même réseau au regard d'un seul agent en son sein et des informations qui lui sont relatives. Il est ainsi possible de décomposer le PN global dans la perspective de décrire la SA individuelle de chacun des agents.

Plus globalement, la richesse des informations fournies par EAST, et particulièrement par le PN, peut permettre également d'établir des pistes d'amélioration du système socio-technique en s'intéressant principalement aux modes de communications en son sein. Il offre par exemple la possibilité de pointer précisément au sein du système les points bloquants en termes de transfert d'informations en cas de situation de crise. Cette identification de problème pouvant constituer la première étape de remédiations organisationnelles et/ou communicationnelles.

Cependant, aux dires de ses auteurs et de certains chercheurs l'ayant utilisées, cette richesse de résultats reste fortement tributaire d'un travail de recueil et d'analyse de données conséquent (Stanton *et al.*, 2008). Pour rationaliser le traitement des données et par la même grandement faciliter l'application de EAST, l'utilisation du logiciel WESTT (Houghton *et al.*, 2008) apparaît comme indispensable (Walker *et al.*, 2009).

Ces deux derniers exemples de méthodologies mentionnés dans ce recueil (EAST et analyse bidimensionnelle d'accidents), s'appuyant sur l'association de plusieurs approches analytiques, illustrent parfaitement une des préoccupations actuelles au sein de la recherche sur les systèmes socio-techniques qui est d'appréhender l'aspect collectif par le prisme du caractère subjectif de l'activité individuelle. Cette préoccupation, comme on va pouvoir le constater par la suite, constitue également un enjeu majeur de l'analyse de collectifs n'impliquant que des humains.

2.2.2 Méthodes liées à la *Team cognition*

Comme il a pu être traité précédemment, le courant de la *Team cognition* au fil de son histoire s'est décliné en trois principaux axes de recherche. Ces derniers faisant apparaître des perspectives théoriques, et par la même méthodologiques, diverses quant à l'étude du partage entre agents.

2.2.2.1 Méthodes individu-centrées statiques

La première perspective méthodologique intitulé "perspective du traitement de l'information" (Cooke *et al.*, 2007) s'inscrit dans l'axe de recherche

portant sur le partage de contenus cognitifs stables pré-existant à l'activité collective (Sève *et al.*, 2009). Les méthodes qui en découlent se centrent principalement sur l'utilisation de protocoles de recueil de données renseignant les activités individuelles. Ces méthodes individu-centrées possèdent plusieurs finalités portant globalement sur la spécification des modèles mentaux, leurs similitudes ainsi que leurs processus de développement (Keukelaere, 2012).

La mise en lumière des structures et précisions des modèles mentaux passent principalement par un travail d'analyse détaillé de la tâche prescrite construite à partir de documents et/ou de l'aide d'experts du domaine. Cette première étape est complétée par la construction de questionnaires basés sur l'échelle de Lickert permettant aux agents de juger du lien de parenté entre différents concepts relatifs aux modèles mentaux.

L'évaluation du degré de similitude entre les modèles mentaux identifiés s'appuie sur l'utilisation d'analyses statistiques. Cette valeur s'appuie sur le calcul de la proportion de liens communs entre individus sur le nombre total de liens existant au sein du collectif entier. De cette manière, il est possible, à partir de ces "scores" de similarités, d'extraire les modèles mentaux (relatifs à la tâche ou à l'équipe) les plus partagés au sein de l'équipe.

De même, la mesure des processus interindividuels s'appuient sur l'utilisation d'outils statistiques portant cette fois-ci sur l'évaluation de données comportementales. Dans cette perspective, des évaluateurs ont pour charge de mesurer les qualités des comportements au regard de différents items prédéfinis (*e.g.* coordination, communication, coopération).

Cependant, ces méthodes d'analyse (définies comme "individualistes" et "statiques" ; Cooke *et al.*, 2007), bien qu'apportant son lot d'informations précieuses relatives aux mécanismes de partage sous-jacents de la performance collective, demeurent limitées quant à la prise en compte du caractère incertain et dynamique des processus de partage Sève *et al.* (2009).

2.2.2.2 Méthodes d'analyse de la conscience collective

La deuxième perspective méthodologique étudie le partage de contenus cognitifs transitoires et de la dynamique des interactions au travers de la mesure de la CSA. Cooke *et al.* (2007) nomment cette section de recherche "holistique, écologique et dynamique" en l'associant à l'acronyme THEDA (*Team Holistic Ecologic and Dynamic Activity* ; Sève *et al.*, 2009). Cette approche mobilise principalement trois courants de recherche (la cognition distribuée, la psychologie écologique et la théorie des systèmes dynamiques). Cette convergence de modèles amènent à appréhender le collectif en tant qu'unité à part entière, et non pas réduite à l'agrégation de l'activité autonome de chacun de ses membres. Ce point de vue épistémologique renvoie à une conception relativement prescriptive de l'activité collective dans la mesure où la CSA est évaluée, non pas au regard de la coordination des compréhensions in-

dividuelles, mais plutôt par rapport à une forme d'adéquation avec les caractéristiques extrinsèques de la situation (Bourbousson, 2010). Dans ce cadre, deux méthodes ressortent principalement :

- SAGAT (*Situation Awareness Global Assessment Technique*) pour l'analyse des contenus transitoires ;
- CAST (*Coordinated Awareness of Situation by Teams*) pour l'analyse de la dynamique des interactions.

SAGAT s'attache à l'analyse de l'exactitude et du partage de la CSA à différents instants d'une tâche. Concrètement, cette méthode consiste à interrompre la situation d'étude afin d'évaluer par des questionnaires les trois niveaux de SA de chacun des protagonistes de l'équipe (Perception, Compréhension, Prédiction ; cf. chapitre 1 section 1.1.2.4). Ensuite, une analyse statistique des résultats permet d'évaluer tout critère lié au concept de SA relatif à la performance (part de recouvrement et de complémentarité des SA individuelles, total des scores de chaque équipe et écart entre elles, etc.). Cependant, cette méthode (qui n'est finalement pas sans rappeler celles décrites précédemment sur l'évaluation du partage des modèles mentaux) a fait l'objet de plusieurs critiques tant sur le plan pratique (nécessité d'interrompre la situation d'étude) que théorique (relève d'une logique agrégative dans le calcul de la CSA).

Pour pallier à cela, Gorman *et al.* (2006) ont développé la méthode CAST permettant de décrire et mesurer la coordination des perceptions et des actions émergeant des interactions entre les membres d'un collectif lors de la résolution d'un événement problématique. Concrètement, cette méthode s'appuie sur un travail de codage des communications et actions effectuées par chacun des membres au cours de la situation d'étude. Pour faciliter ce travail, elle propose un protocole expérimental construit autour de cinq documents permettant au chercheur de renseigner les différentes étapes de la CSA :

1. lister les événements pouvant être jugés problématiques et nécessitant l'adaptation du collectif ;
2. chaque membre du collectif repère la situation problématique de son point de vue (en terme de situation géographique et de rôle à remplir) ;
3. les interactions verbales permettent à chacun de redéfinir leur première perception du problème ;
4. chaque équipier se coordonne réciproquement pour expliquer ce que chacun perçoit dans le but de dresser un portrait global de la situation-problème ;
5. les coéquipiers coordonnent leurs actions pour résoudre la situation-problème. Pour mesurer la performance collective, la méthode s'appuie généralement sur des critères objectifs de notation en fonction par exemple du temps mis pour résoudre le problème.

En abordant la compréhension partagée comme un produit et non comme un processus, ces méthodes présentent certaines lacunes pour rendre compte des mécanismes sous-jacents amenant à la dynamique de ce partage. Dans cette perspective, il a été nécessaire de développer des outils méthodologiques afin de considérer les dimensions situées et adaptatives de l'activité collective.

2.2.2.3 Méthodes d'analyse des processus d'articulation

Dans ce troisième axe de recherche, les chercheurs mobilisent préférentiellement le cadre méthodologique du cours d'action (Theureau, 2006 ; cf. section 2.1.2.3). Celui-ci permet d'appréhender l'activité collective à partir de l'analyse des activités individuelles. Les procédures de recueil de données ne sont dès lors pas sans rappeler celles utilisées pour l'analyse située de l'activité individuelle (cf.chapitre 1 section 1.2.2). Ainsi, suivant les principes du cours d'action, les données sont recueillies à l'aide d'un "observatoire" permettant de considérer à la fois les caractéristiques objectives du contexte et la logique cognitive des agents. Celui-ci passe par l'utilisation de caméra(s) permettant de filmer l'activité des agents en situation complétée par la mise en place d'entretiens d'autoconfrontation destinés à l'explicitation des éléments significatifs de l'activité [5]. L'objectif du chercheur, en confrontant *a posteriori* l'agent à l'enregistrement audio-visuel de son activité, est de permettre l'expression de sa conscience pré-réflexive. A l'aide de relances portant sur les sensations, perceptions et préoccupations accompagnant chacune des actions de l'agent, ce type d'entretien permet de décrire la dynamique de l'activité telle qu'elle a été vécue par l'acteur.

Dans la perspective d'aborder le caractère dynamique de la compréhension partagée, la méthodologie est complétée par deux phases d'analyse des données : synchronique et diachronique. Dans un premier temps, il s'agit pour le chercheur de reconstruire toute la chronique de la situation étudiée en respectant sa chronologie et en synchronisant l'ensemble des données individuelles recueillies (comportements et verbalisations) au sein d'un tableau. Ce dernier doit alors servir de support à un travail de catégorisation (empirique ou théorique) des unités significatives relatives à l'objet d'étude. Ce travail de catégorisation permet par regroupement progressif de mettre en évidence des catégories typiques de partage. Dans un second temps, l'analyse diachronique permet de tenir compte de l'aspect temporelle de la situation et ainsi d'aborder le caractère évolutif de la compréhension partagée. Cette étape repose sur un travail d'identification d'unités significatives similaires à différents moments de la situation étudiée, permettant de créer des liens "temporels" mettant en pers-

5. Il est à noter que le cadre du "cours d'action" prône l'utilisation de l'entretien d'autoconfrontation. Cependant, dans la perspective d'articulation des activités individuelles, les techniques d'entretien choisies peuvent varier suivant le niveau de compréhension que le chercheur souhaite investiguer. Ainsi, celui-ci peut par exemple avoir le choix également avec les entretiens semi-dirigés ou d'explicitation (Vermersch, 2000).

pective l'évolution des unités relatives à l'objet d'étude. Une autre méthode consiste à "découper" la chronologie de la situation en séquences significatives pour l'objet d'étude permettant de souligner des enchaînements de séquences typiques.

Récemment, une tentative d'imbrication des outils mathématiques offerts par la *Social Network Analysis* (cf. section 2.2.1.5) au sein d'une méthodologie empirique "classique" (s'inscrivant dans le cours d'action) a été mobilisée dans l'analyse du collectif au basket-ball (Bourbousson *et al.*, 2013). Cette approche a pour but d'affiner la compréhension des processus cognitifs de l'activité collective en identifiant plus efficacement et de manière statistique les patterns dynamiques la caractérisant. Par cette tentative d'approche, (Bourbousson *et al.*, 2013) entreprend un rapprochement entre méthodes caractérisant la *Team cognition* et celles pouvant plutôt être investies dans le cadre des réseaux socio-techniques.

2.2.2.4 Apports du cours d'agencement

Comme il a pu être expliqué dans la section 2.1.2.3, l'apport du cours d'action peut ne pas suffire dans la perspective d'étudier un collectif "éclaté" spatialement dont l'activité subirait de ce fait des contraintes contextuelles entraînant des (im)possibilités dans l'interaction entre agents. Par conséquent, dans le cadre de notre étude, l'apport méthodologique du "cours d'agencement" peut s'avérer intéressant.

Cependant, de ce point de vue, l'articulation entre cours d'action et cours d'agencement complexifie fortement la procédure de retranscription des données et fait resurgir plusieurs difficultés pratiques. Parmi celles-ci, peut être mentionné la prise en compte à la fois des significations individuelles, des interactions inter-agents et agent-environnement, tout ceci en conservant leurs propriétés spatio-temporelles [6]. Pour pallier ces manques méthodologiques, Guibourdenche *et al.* (2011) a élaboré la transcription en portées multiples permettant de tenir compte de plusieurs dimensions intermédiaires relatives aux cours d'action et d'agencement dont l'articulation individuelle-sociale de l'activité, le comportement interactionnel avec l'environnement ainsi que l'agencement physique des comportements individuels et collectifs [7].

Concrètement, la transcription en portées multiples se construit globalement suivant deux axes : spatial (vertical) et temporel (horizontal) (Fi-

6. Pour une explication relativement exhaustive des problèmes méthodologiques liés à l'articulation entre cours d'action et cours d'agencement, voir Guibourdenche (2013 ; sections 3.3 et 3.4)

7. Il est à noter que dans le cadre de son étude sur la consommation d'énergie d'un ménage, Guibourdenche (2013), s'appuyant sur les travaux de la cognition située aux approches "multi-niveaux" (Hutchins, 2010) devait également tenir compte des objets quotidiens consommateurs d'énergie en les intégrant dans un même format de base que les individus.

gure 2.12). Cette configuration permet de tenir compte sur l'axe spatial des différents lieux physiques où les membres du collectif peuvent interagir. Au sein de chacun de ces lieux, les interactions de chaque agent sont notées sur des lignes respectives. Ceci, couplé à l'axe temporel, permet dans le cas où plusieurs agents seraient présents en un même lieu, que la séquentialité des interactions interindividuelles tout comme la continuité de l'activité individuelle soient respectées. Ainsi, il est possible de lire uniquement l'activité d'un acteur en se concentrant uniquement sur les lignes lui correspondant au sein de chaque lieu tout comme d'analyser une séquence d'interaction spécifique entre plusieurs agents. Évidemment, lorsque l'activité collective se déroule dans des environnements dont la fragmentation n'est pas aussi évidente qu'une habitation, cette disposition de retranscription requiert de la part du chercheur de définir préalablement les différents lieux au sein desquels un ou des agents vont interagir au cours de la situation. De plus, pour des soucis de surcharge du tableau et de qualité de lecture, il peut être préférable de prédéfinir également les agents interagissant dans les différents lieux afin d'éviter d'avoir des lignes (portées individuelles) vides.

FIGURE 2.12: Exemple de séquence en transcription multi-portées, issu des travaux de Guibourdenche (2013)

Cette configuration en portées multiples offre également la possibilité de disposer de manière synchronique d'autres éléments relatifs à l'objet d'étude. Dans l'exemple présenté ici, concernant l'étude de la consommation d'énergie d'un ménage, on peut percevoir également sur d'autres portées des verba-

lisations d'autoconfrontation, des photos rendant compte de la distribution physique au sein même des pièces de la maison ainsi que les états de fonctionnement des différents appareils consommateurs d'énergie.

L'ensemble des méthodologies abordées dans cette section, de par leur diversité, ont permis d'appréhender par différents angles l'activité collaborative. De ce fait, les études s'y attachant ont abouti à des résultats significatifs divers relatifs à leur domaine d'implication.

2.3 Résultats

Dans cette section, nous allons mettre en avant certains résultats qui peuvent être extraits de la littérature que ce soit dans le contexte des systèmes socio-technique ou de la *Team cognition*.

2.3.1 Optimisation des systèmes socio-techniques

Dans le cadre des études portant sur les systèmes socio-techniques, le thème sous-jacent, notamment dans les activités dites à risques, demeurent la notion de sécurité, que celle-ci soit traitée de manière directe (résilience, analyse d'accidents) ou plus indirecte (conception d'interface homme-machine, analyse de la transmission d'informations).

2.3.1.1 Augmentation de la sécurité

Comme on a pu le voir dans la section précédente, des études récentes ont appréhender des situations d'accidents par l'intermédiaire de méthodologies plus globales que la simple détection d'erreurs dans la perspective d'une analyse multi-niveaux (Plant et Stanton, 2012; Salmon *et al.*, 2013, 2014). Ces travaux s'appuient pour cela sur une combinaison d'approches systémique et psychologique. Les résultats qui en sont issus restent évidemment fortement liés aux caractéristiques de chacune des situations abordés et donc difficilement exploitables en dehors des systèmes socio-techniques spécifiques auxquels ils se réfèrent. Cependant, ceux-ci, du fait qu'ils soient issus d'approches novatrices de la notion d'erreur, ouvrent vers des perspectives nouvelles en termes de sécurité.

Ainsi, par cette approche double-niveau, les auteurs sont capables d'associer les activités individuelles et les caractéristiques du système qui ont pu favoriser un dysfonctionnement au sein du système. Les erreurs deviennent précisément identifiables au sein du couplage formé de décisions individuelles et des circonstances au sein desquelles ces décisions ont été prises. Dans leur étude sur la percussion d'un train avec un camion poids-lourd, Salmon *et al.* (2013) mettent de cette manière en évidence que celui-ci peut être attribué à un ensemble de facteurs plutôt qu'à la seule faute du chauffeur de camion.

En effet, l'erreur du chauffeur de camion (catégorisée comme l'activation d'un schéma inapproprié) peut être directement associée à des éléments contextuels précis comme, entre autres, le fait que le train était difficilement visible pour le chauffeur, le confortant ainsi éventuellement dans l'idée qu'il pouvait traverser la voie ferrée. Cette manière d'appréhender les accidents permet par conséquent d'améliorer l'aspect sécuritaire des systèmes socio-techniques, principalement de deux manières : en termes de formation (*e.g.* entraîner le chauffeur à détecter certains signaux préventifs au sein de l'environnement) et en termes de prévention (*e.g.* améliorer les conditions de détection de l'imminence d'un train).

2.3.1.2 Amélioration de la communication entre agents

Un second pan de la recherche dans les études de systèmes socio-techniques a abordé la notion de sécurité au travers des artefacts technologiques que ce soit dans le cadre du développement d'IHM ou d'outils de communication.

Boucles de coordination fonctionnelles

Dans une perspective pragmatique, Peffer *et al.* (2008) ont exploré plus en détail le concept de boucle de coordination Voshell *et al.* (2007 ; cf.section 2.1.1.2) en développant sa composante fonctionnelle dans le but de mettre en évidence les exigences et les types de coordination requis au sein d'un collectif. Pour ce faire, ces auteurs ont investi le travail d'un ensemble d'équipes d'intervention lors d'un incident chimique (sapeurs-pompiers, ambulances, police, armée, etc.), chacune de ces équipes d'intervention censée jouer un rôle spécifique sur le terrain. En plaçant en parallèle le rôle (officiel) de ces équipes avec les fonctions effectivement remplies sur le terrain (cf. section 2.7), Peffer *et al.* (2008) ont pu définir trois types de ce qu'ils ont nommés les **boucles de coordination fonctionnelles** (cf. figure 2.13) : "adaptée" (*Function-to-Function*), "partagée" (*Goal-Process*) et "hiérarchisée" (*Demand Balance*) [8].

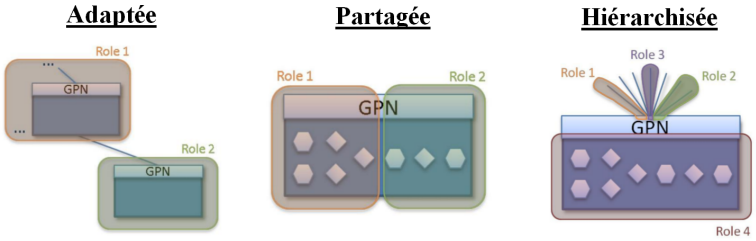


FIGURE 2.13: Les trois types de boucles de coordination fonctionnelles d'après Peffer *et al.* (2008)

8. Notre traduction

Les boucles de coordination fonctionnelles “adaptées” soulignent les dépendances et relations critiques entre deux fonctions du collectif. Dans ce cas, l'aspect organisationnel correspond à l'aspect fonctionnel du terrain. Malgré tout, cela requiert une sollicitation accrue de coordination entre les deux équipes d'intervention concernées dont les activités dépendent l'une de l'autre dans un lien de cause à effet. Ainsi, le soutien de coordination, par la conception de systèmes technologiques ou la modification organisationnelle, reposera principalement dans ce cas-ci sur l'amélioration des transmissions d'informations entre les deux équipes.

Les boucles de coordination fonctionnelles “partagées” s'appliquent lorsque plusieurs équipes sont amenés à remplir les mêmes fonctions sur le terrain. Ce type de fonctionnement exacerbe par conséquent *in situ* les besoins de coordination, qualifiée de “serrée” par ces auteurs, entre équipes afin d'éviter des efforts redondants. En effet, cette scission des activités s'accompagne artificiellement d'une division des prises de décision et des besoins en informations, créant ainsi un effort cognitif supplémentaire qui relèverait d'une compréhension partagée de la situation afin de gérer ces changements. En termes de management ou de conception de systèmes supports, cela repose principalement sur la transmission d'informations portant spécifiquement sur les sous-buts remplis ou en train de l'être par chacun des partis.

Enfin, les boucles de coordination fonctionnelles “hiérarchisées” interviennent lorsque plusieurs équipes se trouvent dépendantes du travail réalisé par une seule équipe. Dans ce cas-ci, la coordination repose principalement sur la compréhension des besoins de chacune des équipes impliquées. Ainsi, parmi les équipes “demandeuses” (équipes 1, 2 et 3 sur la figure 2.13), une bonne coordination passera inévitablement par la prise en compte des besoins des autres et l'acceptation d'éventuels contre-temps provenant de la considération de ces derniers par l'équipe “fournisseuse” (équipe 4 du schéma). Concrètement, le soutien à ce type de coordination revient à améliorer la “visibilité” sur les besoins des autres équipes et l'état de l'équipe “fournisseuse” en perfectionnant, comme dans les cas précédents, les transmissions d'informations spécifiques. En empruntant le point de vue de l'équipe “fournisseuse”, la principale exigence coordinationnelle dont elle fait l'objet repose sur sa capacité à planifier sa charge de travail suivant les demandes qu'elle reçoit en fonction de l'urgence et de l'importance de celles-ci. Le soutien de coordination passe dans ce cas par le développement de systèmes de gestion de ces charges de travail adaptés aux besoins spécifiques des autres équipes.

Apports des réseaux propositionnels

Dans l'étude des caractéristiques communicationnelles des systèmes sociotechniques, l'utilisation récente de la méthodologie EAST, et plus particulièrement des réseaux propositionnels, constituent une voie prometteuse (Stanton *et al.*, 2006). Cet outil complexe, qui permet de considérer les relations

interindividuelles au travers de la circulation d'informations spécifiques au sein du système, a été utilisé dernièrement dans nombre d'études portant sur des domaines plus ou moins à risques : trafic ferroviaire (Gibson *et al.*, 2004), distribution d'énergie (Salmon *et al.*, 2004), aéronautique (Stewart *et al.*, 2008), armée de terre (Walker *et al.*, 2009), armée de l'air (Au *et al.*, 2009). De la même manière que l'analyse d'accidents, bien que les résultats issus des différentes études restent étroitement liés aux situations étudiées, ceux-ci fournissent des indications précieuses en terme d'amélioration ou de développement de systèmes de communication. En pointant de manière extrêmement précise la dynamique de diffusion des informations "clés" supports de l'activité globale du système, il est possible de pointer les éléments ou interrelations éventuellement bloquants, ou du moins non optimales, au sein du système au cours d'une phase précise (cf. figure 2.14). De plus, détecter l'information à faire circuler ainsi que les unités (humaines ou technologiques) spécifiques la nécessitant peut constituer une aide importante pour définir les modes de transmission préférentiels et orienter ainsi la conception des outils de transmission.

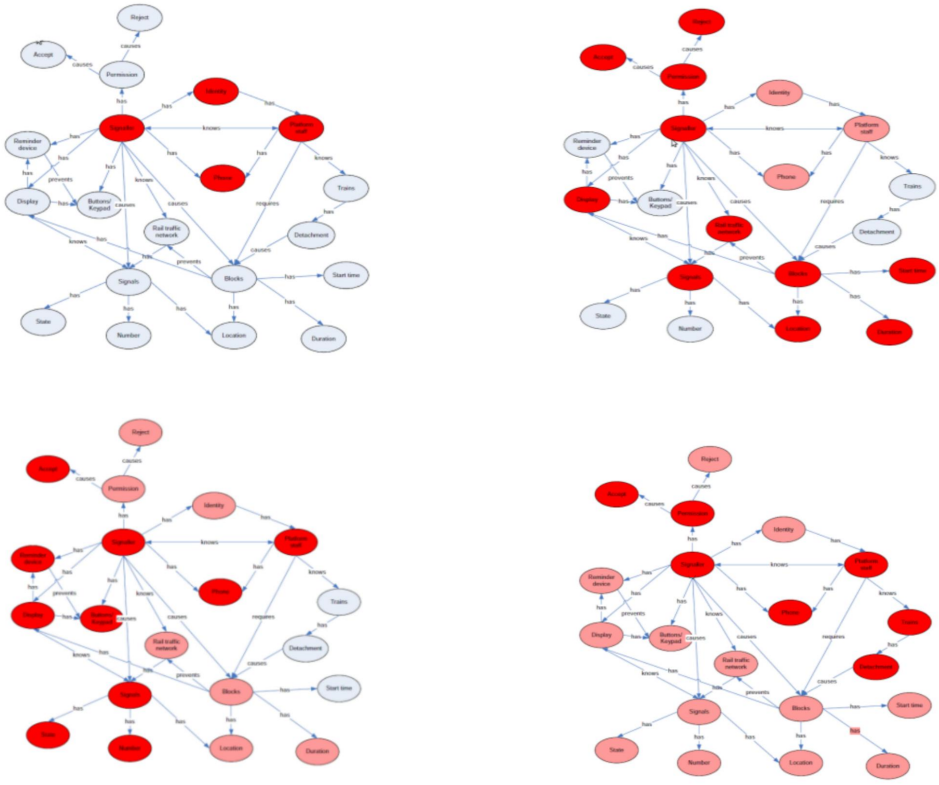


FIGURE 2.14: Exemple de diffusion des informations au sein d'un PN extrait d'une étude sur la gestion du trafic ferroviaire (Gibson *et al.*, 2004)

2.3.2 Compréhension des équipes d'individus

Au sein de la *Team cognition*, l'ensemble des trois axes de recherche a permis de fournir des résultats significatifs quant à la compréhension du fonctionnement des équipes. Nombre de ces résultats, dans chacun de ces axes, se trouvent également exploitables dans une perspective formatrice touchant à la finalité du présent travail.

2.3.2.1 Facteurs de la performance collective

Le premier axe de recherche de la *Team cognition* portant sur l'étude du partage de contenus stables et pré-existant à l'activité a permis de caractériser certains facteurs de la performance collective.

Le premier résultat pouvant être ressorti de ces études portent sur la notion de planification et de son implication dans la construction des modèles mentaux partagés (MMP). Sur ce point, l'étude de Stout *et al.* (1999) sur l'activité d'un équipage en mission de surveillance dans un simulateur de cockpit d'hélicoptère nous parait intéressante dans la mesure où elle met en avant une sorte de couplage, synonyme de performance, entre planification et MMP. D'un côté, ces auteurs ont montré que la planification et son partage permettent aux coéquipiers de construire des MMP concernant les rôles et les buts que chacun doit assumer, les responsabilités individuelles et actions pour l'ensemble des membres. Cependant, Stout *et al.* (1999) montrent en retour que ce partage de contenus stables permet une meilleure planification des actions en fonction des différents rôles. La planification, en favorisant le partage entre équipiers des compréhensions de situations potentielles, permet ainsi à une équipe d'anticiper efficacement face à des événements inattendus (*e.g.* plans d'urgence). De plus, en participant à l'élaboration et la définition de différents codes communs, elle peut faciliter *a posteriori* la communication en cours d'action.

Parallèlement, une grande partie des travaux issus de ce premier axe de recherche s'est plus particulièrement appuyé sur le présupposé selon lequel le degré de similarité des contenus et d'organisation des connaissances entre les MMP constituait le facteur révélateur de la coordination interpersonnelle (Sève *et al.*, 2009). L'écart d'efficacité entre équipes a été grandement étudié par rapport à ce facteur de similarité, apparaissant dès lors comme un élément prédictif de la performance collective (DeChurch et Mesmer-Magnus, 2010). Cette conception relativement prescriptive de la coordination, combinée sans doute à une volonté de se diriger vers des recherches de plus en plus écologiques, a eu pour conséquence d'orienter les recherches vers l'analyse de la justesse des MMP. Ainsi, le travail de Lim et Klein (2006), réalisé auprès d'équipes militaires, témoigne de cette volonté de prendre en compte à la fois la similarité et la pertinence des MMP relatifs à la tâche à accomplir (*taskwork mental models*) et à l'organisation du travail d'équipe (*teamwork*

mental models). Dans un premier temps, à l'aide de questionnaires individuels, les auteurs ont évalué le degré de similarité des MMP entre équipiers mais également l'indice de justesse de ces MMP en comparaison d'experts du domaine. Dans un second temps, la mise en place de tests de combat a permis l'évaluation par des officiers supérieurs de la performance de chacune des équipes. Ces deux étapes ont montré que les meilleures performances sur le terrain étaient réalisées par les équipes dont les membres présentaient des contenus de connaissances structurés et organisés de la même manière.

2.3.2.2 Adaptation collective

Le deuxième axe, portant sur le partage de contenus transitoires et adaptés aux contraintes environnementales, a permis d'appréhender la performance collective vis-à-vis des caractéristiques de la CSA. La CSA se trouve directement liée à la notion de MM dans le sens où ces derniers amènent les membres à focaliser leur attention sur certaines informations de l'environnement ainsi qu'à déterminer comment ces informations doivent être interprétées, influençant de ce fait le contenu de la CSA (Endsley, 1995). Le partage de ces MM permet ainsi la construction d'interprétations congruentes et d'attentes communes facilitant , par anticipation des actions d'autrui, la coordination des activités individuelles (Sève *et al.*, 2009). D'après les travaux de Endsley (1995), la CSA est optimale lorsqu'elle trouve le bon compromis entre deux formes de partage des SA individuelles : a) la distribution des responsabilités entre les membres favorisant, par l'ensemble des SA individuelles, une compréhension collective adéquate de l'environnement ; b) le recouvrement suffisant des SA individuelles permettant d'assurer une coordination efficace au sein du groupe.

A travers une synthèse de résultats contradictoires extraits de différents contextes, Cooke *et al.* (2007) ont proposé trois formes caractéristiques de partage en fonction du niveau d'exigence de la tâche collective (cf. figure 2.15). Ainsi, si les exigences de coordination sont fortes et la spécification des rôles est faible, la similarité des contenus cognitifs des équipiers devient un élément essentiel de la performance collective. On parle dans ce cas de collectif "homogène". A l'inverse, si les exigences de coordination sont faibles et la spécification des rôles élevée, le partage de contenus cognitifs s'effectue plus sur un mode de complémentarité ou de distribution (en cas de forte spécialisation des rôles). Chacun des membres du collectif possède un domaine de compréhension propre à son rôle, et de l'agencement entre tous ces domaines de compréhension, dépendra l'efficacité de l'équipe. On parle dans ce cas de collectif "hétérogène".

Ces travaux illustrent parfaitement, par son adéquation entre l'action collective et la tâche dans laquelle elle se développe, l'intérêt de la CSA. En témoignent encore les récents travaux de Cooke *et al.* (2013) appliqués à des équipes militaires et s'intégrant au courant qu'ils ont nommé *Interac-*

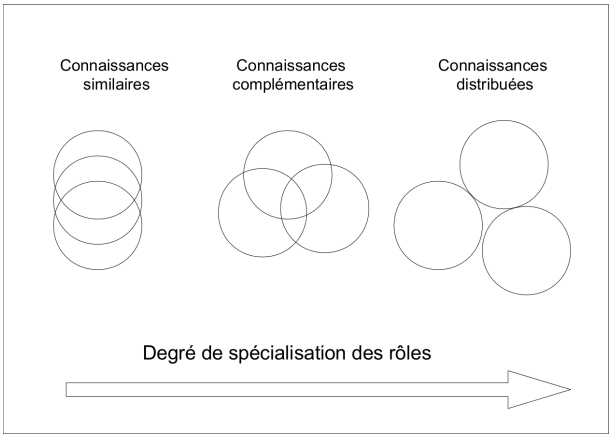


FIGURE 2.15: Formes de partage des connaissances et degré de spécialisation des rôles, d'après Cooke *et al.* (2007)

tive Team cognition. Cependant, leur conception de la CSA repose toujours sur une considération relativement prescriptive de la coordination interpersonnelle (Bourbousson, 2010). De plus, l'aspect subjectif de l'activité collective s'en trouve fortement négligé dans la mesure où la prise en compte par chaque membre de l'activité de ses équipiers n'est pas prise en considération.

2.3.2.3 Co-construction de la compréhension partagée

Le troisième axe de recherche de la *Team cognition* portant sur la compréhension des processus de partage et articulation des activités individuelles a pour ambition de palier les manques de ce courant sur la prise en compte en situation réelle de la dynamique de l'activité collective du point de vue individuel.

Résultats issus du domaine du sport

Bien que les situations sportives apparaissent comme très différentes des situations de formation des sapeurs-pompiers, leur aspect dynamique couplé à l'articulation d'activités individuelles en constitue cependant un terrain privilégié pour l'analyse du collectif. De plus, au sein de cet axe de recherche, les études s'appliquant au domaine du sport sont quelque peu apparues comme précurseurs (Sève *et al.*, 2009). Ainsi, en ne s'intéressant initialement qu'à des binômes en tennis de table (Poizat *et al.*, 2008) et voile (Saury, 2008) puis à une équipe complète de basket-ball (Bourbousson *et al.*, 2011), les études dans ce domaine ont permis de fournir de nombreux résultats, largement diffusables à d'autres domaines d'activité, sur les formes de compréhensions partagées et les processus interindividuels participant à sa co-construction.

En s'appuyant sur la notion de contexte partagé (Salembier et Zouinar, 2004 ; cf. figure 2.4), Poizat *et al.* (2008) montre qu'au sein d'un double en tennis de table, il en existe trois formes typiques : 1) le contexte partagé symétrique correspond à des moments du match où les deux équipiers partagent et interprètent de la même manière des informations contextuelles identiques (éléments de l'environnement ou l'activité même des deux pongistes) ; 2) Le contexte partagé asymétrique correspond à un partage d'informations se référant uniquement à un seul des deux partenaires ; 3) le non partage d'informations renvoie à des informations contextuelles non partagées ou n'étant pas interprétées de manière identique. Ces différentes formes alternant au cours d'un match, cette étude montre, bien qu'un certain degré de partage d'informations contextuelles soit nécessaire à la performance collective d'une dyade, que ce partage n'en demeure pas moins inconstant. Celui-ci ne fonctionne pas sur un mode récurrent mais dépend davantage de la situation ainsi que des processus interindividuels participant à la régulation de la compréhension partagée.

Poizat *et al.* (2008) ont mis en avant cinq formes d'activité permettant la régulation du partage d'informations contextuelles. Ces processus interindividuels récurrents permettent aux partenaires de réduire leur incertitude quant à la compréhension partagée qu'ils ont de la situation et se distinguent en : 1) enquête ; 2) mise en visibilité ; 3) surveillance ; 4) masquage ; 5) focalisation. L'enquête correspond à une activité exploratoire d'informations pertinentes concernant le jeu de son ou ses partenaires. La mise en visibilité est un processus visant à rendre accessible à son ou ses partenaires ses propres interprétations, intentions et actions futures. La surveillance consiste à prendre régulièrement des informations sur la situation et son ou ses partenaires. Le masquage sert à rendre inaccessible a son ou ses partenaires certaines de ses propres interprétations, particulièrement dans le cas où une certaine divergence émerge entre partenaires. La focalisation renvoie à une centralisation sur son propre jeu et à évacuer les problématiques relatives au(x) partenaire(s).

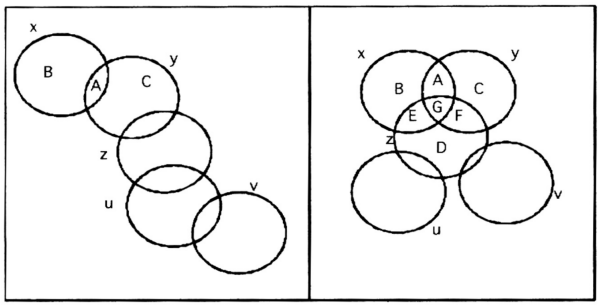
L'originalité de ces résultats repose sur l'identification d'activités *a priori* en contradiction avec le principe même de coopération (*e.g.* activité de masquage). Ceci se trouve confirmé par les résultats obtenus dans le domaine de la voile par Saury (2008) lorsque celui-ci met en évidence l'existence de formes coopérative et concurrentielle d'articulation des activités individuelles de partenaires. La transition entre ces formes se construisant en fonction de l'évolution des circonstances de la situation ainsi que de l'expérience des partenaires ensemble.

Dans l'étude de collectifs plus conséquents dans le domaine du basket-ball, Bourbousson *et al.* (2008) ont préalablement démontré la forte prédominance des formes de coordinations dyadiques transitoires s'imbriquant les unes les autres pour constituer le processus global de coordination de l'équipe. Ce mode

de fonctionnement souligne ce “jeu” continuel de construction/déconstruction relatif aux activités individuelles autonomes sur lequel la dynamique de l'équipe repose.

Par la suite, ces auteurs se sont plus particulièrement penchés sur les processus de partage des préoccupations des joueurs au cours d'un match, que ce soit en termes de nature ou de formes d'agencement (Bourbousson *et al.*, 2011). Les résultats obtenus, tout en confirmant ces phénomènes de coordination reposant sur un partage ponctuel local, rendent compte dans le temps de configurations de partage diverses selon les modalités d'organisation collective (cf. figure 2.16). Cette variété dans les formes de partage pouvant rappeler les modalités de partage avancées par Cooke *et al.* (2007) et mentionnées précédemment : similarité, complémentarité et distribution.

Ce phénomène de construction/déconstruction du collectif est créé par deux modalités d'apparition de compréhension partagée de la situation illustrées par la figure 2.16. Une modalité, rare, dite “synchrone” correspondant à l'adoption simultanée d'une même préoccupation par l'ensemble des joueurs et qui repose sur la reconnaissance d'une situation-type. Cette reconnaissance collective “réactive” n'est possible que par le partage de connaissances similaires pré-existantes à la situation en cours. L'autre modalité, plus fréquente, dite de “contagion” correspondant non pas à un partage simultané de préoccupation mais plus à un phénomène de propagation des préoccupations de proche en proche. En guise d'illustration, Bourbousson *et al.* (2011) parlent dans ce cas *“d'îlots locaux de compréhensions partagées”* pour expliquer ce phénomène d'imbrication en chaîne des compréhensions individuelles.



x, y, z, u et v représentent des joueurs. B et C représentent les domaines de compréhensions de x et y. A représente une zone locale de partage entre x et y

FIGURE 2.16: Représentation graphique de deux cas illustratifs du partage dans une équipe de basket-ball, d'après Bourbousson *et al.* (2011)

En dehors du monde du sport, les travaux s'intéressant aux mécanismes de construction de significations partagées au sein d'un collectif en situation sont extrêmement rares. De ce point de vue là, l'approche récente du *Team sensemaking* pourrait faire figure d'exception.

Team sensemaking

Dans cette volonté de compréhension du fonctionnement de la *Team cognition*, valoriser la construction de sens d'un collectif en situation demeure un point essentiel (cf. section 2.1.2.3). A ces fins, Klein *et al.* (2010) ont développé le modèle de *Team sensemaking* s'appuyant sur le modèle individuel initial de mise en correspondance entre des données contextuelles et un cadre cognitif (cf.section 1.1.2.4).

A notre connaissance ce modèle théorique *Team sensemaking*, tel que décrit par ses auteurs, n'a été appliqué qu'au sein d'une seule étude portant sur le contrôle de trafic aérien (Malakis et Kontogiannis, 2014). Ces derniers ont particulièrement étudié les processus de construction de sens réalisés par le collectif de gestion du trafic aérien en conditions de très faible visibilité. Ces collectifs impliquent des contrôleurs situés dans la tour de contrôle et sur le tarmac ainsi qu'éventuellement un responsable d'équipe. Un point intéressant réside dans le caractère modulable (en termes numériques et par conséquent d'attribution de fonctions) du collectif en fonction de la densité du trafic ce qui, indépendamment des conditions inhérentes aux situations étudiées, implique *a fortiori* des processus de coordination différents suivant les moments où ces situations se déroulent.

En s'appuyant sur la méthode d'analyse des décisions critiques, Malakis et Kontogiannis (2014) ont vérifié la véracité du modèle dans les conditions réelles d'une activité à risques. Ils ont de cette manière mis en évidence les processus de construction de sens élaborés de manière collaborative au sein de ces collectifs ainsi que les stratégies mises en place spécifiquement au domaine. Ces résultats ayant pour objectif final de développer des dispositifs technologiques performants adaptés à l'activité réelle des contrôleurs aérien en conditions difficiles (*e.g.* en situation de faible visibilité).

Cette étude présente un certain intérêt dans le cadre de notre travail dans la mesure où le collectif étudié, bien qu'étant continuellement en contact audio, se trouve fortement dispersé spatialement. De ce fait, l'accessibilité aux informations n'est pas la même pour l'ensemble des équipiers (notamment en termes d'informations visuelles) et requiert de leur part une communication accrue afin de partager les mêmes informations. Cet élément se trouve également souligné par les auteurs, dans la perspective de conception de dispositifs technologiques de gestion, par la prise en compte de l'équipe de pilotage de l'avion. Bien que les pilotes n'aient pas fait l'objet d'entretiens dans le cadre de l'étude, Malakis et Kontogiannis (2014) soulignent l'absence de conscience de la situation partagée entre ces derniers et l'équipe de contrôle dans la mesure où les informations météorologiques qui leur sont spécifiquement fournies ne sont pas intégralement identiques. De ce fait, ce décalage informationnel peut amener à certains dysfonctionnement dans la construction collective de sens d'une situation, particulièrement si celle-ci se déroule dans des conditions difficiles.

Cette différence de perspective due aux variations de disposition dans l'espace est précisément le point sur lequel la prise en compte du cours d'agencement peut apporter un intérêt certain.

2.3.2.4 Résultats issus du cours d'agencement

Dans son analyse de l'activité d'une famille au sein de son habitation, Guibourdenche (2013) a construit une méthodologie articulant cours d'action et d'agencement (cf. section 2.1.2.3). A partir de cette approche, l'auteur s'est reposé sur une double catégorisation des agencements afin d'en définir les types observés dans l'habitat et de caractériser les (im)possibilités qu'ils impliquaient. Cette catégorisation était liée à la fois à la disposition spatiale des habitants et objets (agencement éclaté, regroupé ou intermédiaire) et à la résultante de préoccupations des habitants ou non (agencement "en vue de" ou "par effets secondaires"). Cette première étape d'analyse a montré que la majorité des agencements étaient formés "par effets secondaires" dans la mesure où souvent les habitants ne cherchent pas spécifiquement à se regrouper (ou à l'inverse à se séparer des autres) mais se trouvent plus "guidés" par l'actualisation de leurs préoccupations dans l'interaction avec leur environnement.

Guibourdenche (2013) a ensuite identifié trois types de contextes d'agencement génériques caractérisant les conditions d'audibilité et de visibilité mutuelles entre habitants et entre habitants et objets : la barrière perceptive, la gêne, la ressource. La barrière perceptive est un cas d'impossibilité radicale pour les habitants de se voir ou de s'entendre. La gêne constitue une difficulté pour l'interaction entre habitants. La ressource est ce qui agence des possibilités pour l'habitant. Ces trois types de contexte impliquaient par conséquent des modes d'interaction variés ou une absence d'interaction entre habitants s'appuyant sur des composantes auditives et/ou visuelles différentes.

Guibourdenche (2013) a enfin pu souligner les modes d'utilisation dont les appareils électriques faisaient l'objet : actuel *versus* non-utilisation, anticipé et ambigu. Ceux-ci, couplés aux contraintes d'utilisation de chaque appareil et au fait que leur utilisation par un habitant n'est pas exclusivement lié à la seule présence de ce dernier dans la même pièce, ont permis à l'auteur d'élaborer des modèles de gestion énergétique adaptés aux modèles empiriques.

2.3.2.5 Méthodes de formation des collectifs

Entraîner les individus à agir ensemble et à fournir une performance collective constitue un enjeu majeur dans nombre de domaines. Au regard de certains résultats présentés ici, des méthodes de formation collective ont pu être élaborées avec l'objectif d'améliorer différents mécanismes sous-jacents de l'activité collaborative.

Ainsi, certaines méthodes, s'appuyant plus particulièrement sur la notion de partage entre équipiers de contenus stables pré-existants à l'activité collective, se sont principalement orientées à favoriser la construction et la communication de connaissances similaires / complémentaires. Le "*briefing* pré-performance" ou le *"cross-training"* consistant à échanger les rôles des équipiers lors de situations d'entraînement font partie de cette catégorie. Dans le cadre d'une méta-analyse destinée à évaluer différentes méthodes de formation issues de ce courant, Salas *et al.* (2007) ont comparé l'impact de trois d'entre elles (*cross-training*, coordination et adaptation collective, autocorrection) sur les performances de collectifs réduits. Bien que l'ensemble de ces méthodes aient paru efficaces, le développement du caractère adaptatif des collectifs en fonction des contraintes contextuelles en est ressorti comme l'élément le plus significatif. Ces résultats renvoient directement au deuxième axe de recherche de la *Team cognition* portant sur le partage de contenus cognitifs transitoires et adaptés aux contraintes environnementales. Dans ce cadre, Gorman *et al.* (2010) ont également mené une étude comparative destinée à évaluer deux méthodes de formation (*cross-training* et *perturbating-training*) sur l'échelle de l'adaptabilité des équipes face à des situations nouvelles. La formation *perturbating-training* consiste à confronter l'équipe à des situations spécifiques contraignant ses membres à développer de nouveaux modes de coordination pour réussir la tâche collective. Les résultats ont montré que face à des situations nouvelles, les équipes ayant été entraînées par la méthode *perturbating-training*, et ayant par conséquent construit moins de connaissances partagées, étaient contraintes d'ajuster rapidement les interactions entre leurs membres et se montraient finalement plus efficaces collectivement.

Les études sur le sport s'inscrivant dans le troisième axe de recherche portant sur l'aspect dynamique de la *Team cognition* ont pu apporter d'autres éléments, s'apparentant plus à des recommandations, susceptibles d'améliorer les mécanismes de coordination entre équipiers. De ce point de vue, Bourbousson (2010) souligne toute l'importance de remettre au centre des dispositifs de formation la notion d'autonomie des agents dans leur gestion collective des interférences. En effet, le caractère changeant et localisé des modes de coordination pointé au sein d'une équipe de basket-ball en situation complexe et incertaine inviterait le formateur à ne pas forcément appréhender le groupe comme un tout homogène. Il s'agirait plutôt dans ce cas de revaloriser, dans le cadre des méthodes existantes, la perspective individuelle sur les processus de partage d'informations en invitant par exemple les acteurs à juger eux-mêmes du (des) partenaire(s) avec qui échanger des informations. Du fait de l'imprédictibilité du partage des compréhensions en cours de situation réelle, Bourbousson (2010) mentionne également l'apport éventuel de la mise en place de méthodes de "veille" relative aux évolutions du référentiel commun. Cette initiative permettrait ainsi à certains membres de l'équipe de

repérer en cours de situation d'éventuelles modifications du référentiel commun et de réactualiser celui-ci à un degré suffisant pour assurer la performance collective. En troisième lieu, l'auteur se base sur le caractère mixte et complexe des configurations de partage au sein de l'équipe de basket-ball pour appuyer la pertinence pour un formateur de prendre en considération le format de son équipe ainsi que les phénomènes de déconfiguration / reconfiguration des formes de partage entre membres. Enfin, malgré sa constante évolutivité, la compréhension partagée présente un caractère redondant imputable, selon l'auteur, à des processus d'interprétations similaires relativement incorporés par les membres et facilité par la redondance des indices contextuels. De ce fait, Bourbousson (2010) propose, dans une visée formatrice, d'emprunter une voix médiane s'appliquant d'une part sur le partage de connaissances relatives à l'équipe et, d'autre part sur la médiation situationnelle en favorisant la redondance d'informations contextuelles.

2.4 Bilan

Cette section est l'occasion de faire une synthèse des méthodes énoncées au cours de ce chapitre. Contrairement au chapitre précédent sur l'activité individuelle (cf. section 1.4), nous ne nous sommes pas attachés à faire une synthèse portant sur les modèles théoriques de l'activité collective. En effet, les modèles issus de ce champ s'avérant plus ambigus que ceux traitant de l'activité individuelle, il nous est apparu difficile de caractériser ceux-ci au regard de critères relatifs à notre terrain d'étude. Pour cette raison, nous nous sommes davantage orientés vers l'aspect pragmatique offert par les méthodologies qui sont liées à ces modèles ou approches théoriques (cf. section 2.2).

Ce travail de synthèse prend la forme d'un tableau récapitulatif (tableau 2.3) des caractéristiques de chacune des méthodologies en fonction de quatre critères : la prise en compte des variables contextuelles ; la prise en compte du caractère autonome de l'individu au sein du collectif ; l'adaptation à un collectif flexible ; et l'adaptation à un collectif éclaté).

	Méthodes	Prise en compte du contexte	Prise en compte du caractère autonome	Adapté à un collectif flexible	Adapté à un collectif éclaté
Approche socio-technique	HTA (Annett et Duncan, 1967)	✗	✔	✗	✔
	CWA (Vicente, 1999)	✔/✗	✔	✗	✔
	ACSE (Elm *et al.*, 2003)	✗	✗	✔	✔
	Analyse bidimensionnelle (Salmon *et al.*, 2013)	✗	✔	✗	✔
	EAST (Stanton *et al.*, 2008)	✔	✔	✔	✔
Team cognition	Méthodes individu-centrées statiques (Cannon-bowers *et al.*, 1993)	✗	✔	✗	✗
	Méthodes d'analyse de la conscience collective (Endsley, 2000)	✗	✔/✗	✔	✗
	Méthodes d'analyse de la construction de partage (Bourbousson, 2010)	✔	✔	✔	✗
	Apports méthodologiques du cours d'agencement (Guibourdenche *et al.*, 2011)	✔	✔	✔	✔

TABLEAU 2.3: Tableau de synthèse des méthodes d'analyse de l'activité collective en situation dynamique

2.5 Discussion

Bien que les intérêts et limites portés par certains modèles ou certaines méthodes abordés au cours de ce chapitre ont déjà été mentionnés de manière plus ou moins explicite, cette section va permettre de dresser un bilan destiné à cadrer et à justifier la suite de notre étude.

Comme on a pu le constater tout au long de ce chapitre, approches socio-techniques (cf. section 2.1.1) et *Team cognition* (cf. section 2.1.2) n'ont cessé d'évoluer, poursuivant l'objectif d'une analyse du collectif toujours plus fine et relevant d'une certaine crédibilité écologique. Les approches systémiques se sont ainsi initialement appuyées sur des modèles de collectifs relativement rigides que ce soit en termes de sécurité ou de structure (*e.g.* rigidité structurelle du modèle Accimap de Rasmussen ; cf. section 2.2.1.4). Celles-ci se sont progressivement orientées vers des conceptions beaucoup plus souples et plus fines du collectif impliquant des cadres méthodologiques toujours plus complexes (*e.g.* méthodologie EAST ; Stanton *et al.*, 2008 ; section 2.2.1.5). Dans le même ordre d'idée, le courant de la *Team cognition* a évolué au fil du temps progressant d'une analyse individu-centrée décontextualisée (premier axe de recherche) vers la prise en compte du caractère adaptatif des collectifs (deuxième axe de recherche) pour finalement aboutir aujourd'hui aux mécanismes de coordination en contexte réel (troisième axe de recherche).

Ces deux courants ont parallèlement évolué jusqu'à aboutir à une même considération, à la fois théorique et méthodologique, qui est d'appréhender l'activité collective au travers de l'articulation des activités individuelles. En témoigne les prémices de réunification opérés par Bourbousson *et al.* (2013) entre les outils mathématiques apportés par la *Social Network Analysis* et une méthodologie empirique s'inscrivant dans le cours d'action.

D'un côté, les approches socio-techniques se sont récemment basées sur la mise en place de méthodologies associant des outils systémiques à des cadres issus d'approches cognitives situées. C'est le cas par exemple des approches bidimensionnelles de l'analyse d'accidents (cf. section 2.2.1.4), l'ACSE (cf. section 2.2.1.3) ou la méthodologie EAST (cf. section 2.2.1.5). Ces approches ont pour but de considérer la globalité du système tout en rendant compte de la dimension individuelle de l'activité.

Les approches bidimensionnelles de l'analyse d'accidents (cf. section 2.2.1.4) complètent l'analyse du système sur la prise en compte de la prise de décision individuelle au travers de la théorie des schémas et de la nomenclature des erreurs de Norman (1981). Cependant, ces approches utilisent un Accimap (Rasmussen, 1997) apparaissant extrêmement rigide quant à la description structurelle du système. En effet, l'équipe dirigée par le chef d'agrès, bien qu'étant composée d'agents dont les rôles sont théoriquement prédéfinis (le BAT pour l'attaque du feu et le BAL pour l'alimentation en eau), doit souvent réadapter sa structure fonctionnelle à la situation. Ainsi, il n'est pas rare

par exemple au cours des événements que les deux binômes soient échangés amenant de cette manière le BAL à pénétrer dans une zone de sinistre et à attaquer le feu ou qu'un binôme soit scindé afin de ne laisser qu'un seul homme à la surveillance d'une victime. De cette manière, l'équipe apparaît comme extrêmement flexible en cours de situation et peut adopter diverses configurations relatives à la fonction de chaque agent sur le terrain (c'est que nous avons appelé la configuration fonctionnelle). De ce fait, l'Accimap parait quelque peu inadapté pour ce type de collectif.

De son côté, l'ACSE (cf. section 2.2.1.3) permet justement de s'adapter aux modifications structurelles s'opérant sur le terrain (rôles *vs.* fonctions ; section 2.13) et de définir les besoins "coordinationnels" entre unités sur le terrain et par conséquent les pistes de conception de dispositifs de communication adaptés. Cependant, s'appuyant initialement sur un processus de hiérarchisation des tâches, les modes de coordination soulevés par cette méthode relèvent exclusivement de l'aspect fonctionnel et ne révèlent en rien les processus cognitifs impliqués.

La méthodologie EAST (cf. section 2.2.1.5), par l'articulation de plusieurs outils d'analyse permet d'avoir une compréhension complète du système tout en soulignant de manière précise et dynamique grâce aux PN la circulation des informations en son sein. Bien que le manque d'opportunités applicatives relatives à la complexité de ces réseaux soit souligné par ses propres auteurs, l'utilisation d'un PN pourrait s'avérer exploitable par un système informatique et par conséquent extrêmement intéressante dans les perspectives pédagogiques visées dans le cadre de notre travail. Cependant, la mise en application complète de cette méthodologie s'avère extrêmement complexe et lourde (Stanton *et al.*, 2008), semblant plus particulièrement adaptée aux systèmes socio-techniques vastes et donc pas nécessairement approprié aux équipes restreintes de notre terrain d'étude.

Du côté de la *Team cognition*, dans le sillon des études appliquées au sport semble se dessiner un courant de recherche relativement mature concernant la prise en considération en situation réelle des modes de coordination des activités individuelles. Cependant, bien que reflétant le caractère dynamique pouvant être rencontré dans les interventions des sapeur-pompiers, ces situations sportives ne peuvent s'apparenter intégralement à notre terrain d'étude. Comme nous l'avons mentionné précédemment (cf. section 2.1.2.3), une des principales différences porte sur l'environnement dans lequel prennent place ces collectifs. Là où des joueurs de basket-ball évoluent de manière relativement regroupée dans un environnement spatial ouvert permettant toutes relations inter-individuelles à tout instant, les sapeur-pompiers (notamment en milieu urbain) évoluent dans des environnements complexes, souvent cloisonnés, ramenant l'équipe au concept de "collectif éclaté" (Grosjean et Lacoste, 1999). La prise en compte de cette

dispersion spatiale des individus amène à investir des cadres théoriques et méthodologiques différents.

Dans cette perspective, l'apport du cours d'agencement (cf. section 2.1.2.3) et notamment de la transcription multi-portées (cf. section 2.2.2.4) peut s'avérer extrêmement intéressante. Dans le cadre de ses travaux de thèse, Guibourdenche (2013) a ainsi démontré toute l'utilité de la prise en compte des cours d'agencement afin de comprendre les (im)possibilités d'interaction agencées sur et par les situations.

Ce manque de considération des contraintes contextuelles sur l'activité des agents semblent se refléter également dans les études ayant pour objectif d'élever des modèles de l'activité individuelle à un niveau collectif (*e.g. Team sensemaking* ; cf. sections 2.1.2.3 et 2.3.2.3) [9]. En effet, la transposition de ces modèles sur des équipes se réalise par la prise en considération du collectif comme une unité à part entière (Malakis et Kontogiannis, 2014; van den Heuvel *et al.*, 2014). Cette unité impliquant les mêmes mécanismes finalement qu'un individu unique. Cette position nous renvoie directement aux critiques faites sur le deuxième axe de recherche de la *Team cognition* concernant la CSA et avançant le manque de prise en compte du caractère autonome de chaque membre du collectif (cf. section 2.2.2.2).

Ce mode d'investigation des collectifs peut se comprendre dans le contexte des études mentionnées précédemment, dans la mesure où ces situations impliquaient des collectifs entièrement regroupés spatialement (équipes policières d'intervention) ou du moins en contact audio permanent (équipes de contrôle du trafic aérien). Cette disposition offre la possibilité à tous les membres du collectif d'échanger en continu et par conséquence d'opérer des constructions concomitantes de sens (Malakis et Kontogiannis, 2014) ou des stratégies de *coping* (van den Heuvel *et al.*, 2014). De ce fait, les possibilités d'interaction entre agents n'évoluant pas au cours de la situation, ces mécanismes collectifs peuvent s'appréhender de manière homogène dans l'ensemble de l'équipe. A l'inverse, concernant les situations de notre étude, le fait que les sapeur-pompiers ne soient pas équipés de dispositifs de communication et présentent des configurations spatiales différentes au fil de la manœuvre, implique par la même des opportunités d'interactions qui varient constamment au cours d'une manœuvre. **Ce caractère évolutif des (im)possibilités d'interaction entre agents impliquent que la construction collective de sens ne peut pas se réaliser de manière uniforme et continue. L'équipe d'intervention de sapeurs-pompiers, de ce fait, ne peut être appréhendée de manière unitaire et requiert donc de notre part une prise en**

9. Il est à noter qu'en dehors du *Team sensemaking*, d'autres modèles issus de la NDM et portant sur l'activité individuelle et non mentionnés dans ce chapitre ont fait l'objet d'études sur la plan collectif. C'est le cas par exemple du modèle RAWFS (cf. chapitre 1 section 1.1.2.3 qui a été testé dans l'activité d'équipes policières intervenant dans les situations de prise d'otages (van den Heuvel *et al.*, 2014) et pouvant faire l'objet des mêmes critiques.

compte du caractère subjectif et individuel de la construction de sens et de la dynamique des activités individuelles.

Chapitre 3

Simulation et formation professionnelle : quelle(s) place(s) pour le formateur ?

Résumé du Chapitre 3

L'objectif de ce chapitre est d'introduire la dimension pédagogique relevant de notre projet d'étude. Celle-ci se manifeste au sein d'un système de formation complexe faisant intervenir de multiples paramètres parmi lesquels les conditions d'apprentissage, les stagiaires et les formateurs. Le début de ce chapitre ouvre sur le concept de formation en présentant ses bases théoriques et les différentes formes que celle-ci peut prendre. La formation des chefs d'agrès y apparaît comme le croisement de différents genres (formation initiale, de perfectionnement et d'entretien), de par la grande variété des situations de simulation auxquelles les apprenants se trouvent confrontés. Dans cette perspective formatrice, les situations de simulation apparaissent comme le médiateur de la relation stagiaire/situation de référence supposant la construction de compétences comme la résultante de deux modes interactionnels : un mode direct au travers de l'activité de l'apprenant engagée directement dans la situation de simulation ; et un mode indirect relevant de la médiation du formateur agissant sur les variables de la situation de simulation. La mise en place de ce type de situation requiert ainsi une activité particulière de la part des formateurs que ce soit pour leur conception, leur gestion ou leur exploitation. Cette activité se manifeste notamment au travers du rôle de guide et de facilitateur que les formateurs jouent auprès de l'apprenant afin d'amener celui-ci à être acteur de son apprentissage. De ce fait, l'activité des formateurs dans le cadre de la formation des chefs d'agrès pourrait être appréhendée comme une activité de tutelle permettant ainsi de mettre en avant certains éléments significatifs exploitables par un EVAH.

Contenu du Chapitre 3

Introduction 123
3.1 La formation 124
3.1.1 Formation vs. enseignement 124
3.1.2 Facteurs de la formation 125
3.1.3 Types de formation 127
3.2 La simulation au service de la formation 128
3.2.1 Trois niveaux d'analyse 129
3.2.2 Médiateur de la relation sujet-situation de référence . . 130
3.2.3 Types de simulation 132
3.2.4 Ambiguïté de la notion de fidélité 133
3.2.5 Théâtre de la production fictionnelle des stagiaires . . . 134
3.3 Implication du formateur 135
3.3.1 La transposition didactique 136
3.3.2 Exploitation des situations de simulation 138
3.3.2.1 Briefing 139
3.3.2.2 Gestion du déroulement de la situation 139
3.3.2.3 Débriefing 144
3.4 Vers des pistes d'analyse de l'activité des formateurs 148

Introduction

Dans les chapitres précédents, nous nous sommes intéressés à l'activité individuelle puis collective dans la perspective d'appréhender la problématique de l'activité d'agents en situation de formation. Afin de compléter cette approche et d'appréhender notre objet d'étude dans son intégralité, il est primordial, dans le cadre de ce travail, de prendre également en considération un troisième axe de recherche : la dimension pédagogique.

En appréhendant notre objet d'étude également par sa dimension pédagogique et ses conséquences en terme d'activité humaine, nous avons pour vocation de prendre en considération l'activité des stagiaires et formateurs dans sa globalité. Ce travail se distingue de cette manière de la didactique professionnelle (Pastré *et al.*, 2006) dans la mesure où la question des objets d'enseignement et de formation n'est pas la seule traitée (Durand, 2008). Cette démarche globale nous situe davantage dans ce que Horcik et Durand (2011) ont qualifié d'ergonomie de la formation et qu'ils ont abordé en travaillant sur une formation par simulation d'infirmiers anesthésistes.

Dans notre cas, l'étude s'applique à la formation des chefs d'agrès chez les sapeurs-pompiers. Cette formation se construit autour d'un programme pédagogique préétabli et définissant le cadre dans lequel les stagiaires doivent évoluer (compétences cibles, critères dévaluation, méthodes d'apprentissage). Chez les sapeurs-pompiers, ce cadre a la particularité d'être à la seule charge du Service Départemental d'Incendie et de Secours (SDIS) dont la formation dépend (dans notre cas, il s'agit du SDIS 56). Chaque SDIS construit et met donc en place ses propres formations de manière totalement indépendante ce qui a pour conséquence que l'ensemble des stagiaires en formation à un même poste, sur le territoire national, ne soit pas amené à répondre systématiquement aux mêmes obligations.

Dans le cadre de notre étude, et de notre objectif de conception d'un environnement virtuel pour l'apprentissage humain (EVAH), nous nous sommes essentiellement intéressés aux sessions pratiques de formation se construisant autour de situations de simulation. D'un point de vue didactique, une situation de simulation se définit comme une médiation didactique entre le stagiaire et la situation professionnelle de référence (Samurçay et Rogalski, 1998). Concrètement celle-ci se présente comme une transposition d'une situation ou d'une classe de situations de travail qui, dans le processus de formation, constitue la cible du développement de compétences. Cette transposition a pour but de contrôler les objets constituant l'enjeu d'acquisition de savoirs, les composantes de la compétence qui sont visées et la complexité de la situation de simulation pour le stagiaire. Ce contrôle de la situation de simulation peut ainsi prendre de multiples formes et nécessiter l'implémentation de modèles

de l'environnement à gérer et de systèmes de contrôle / commande dans des *artefacts* (physiques, informatiques, symboliques, etc.) sous forme de simulateurs (Samurçay et Rogalski, 1998).

Dans le cadre de la formation des chefs d'agrès, ces sessions pratiques font suite à une première phase destinée à enseigner aux stagiaires les connaissances théoriques (procédures opérationnelles standards, compréhension des phénomènes physiques, etc.) relatives à la fonction de chef d'agrès. Les situations de simulation mises en place servent ainsi à la mise en application par les stagiaires des connaissances construites préalablement "en classe". Les mises en situation, se voulant les plus proches possible des conditions réelles de travail, ont pour but d'immerger les stagiaires dans des contextes particuliers destinés à solliciter de leur part une activité similaire à l'activité professionnelle de référence (Grau *et al.*, 1998; Samurçay et Rogalski, 1998; Pastré, 2005). Par l'utilisation de la fiction, les responsables désirent préparer de la meilleure manière les stagiaires aux fonctions qui les attendent dans les situations réelles.

Ce chapitre est l'occasion de reprendre les recherches ayant traité de l'utilisation de la simulation dans le cadre de la formation. Pour ce faire, y sera tout d'abord abordé la question de la formation dans le monde professionnel d'un point de vue général et des multiples dimensions qui la constituent (section 3.1). Par la suite, nous nous intéresserons plus précisément à l'utilisation des situations de simulation dans le cadre d'une formation et de ce que cela sous-entend dans l'activité des stagiaires (section 3.2). La troisième partie traitera de ce que la mise en place de situations de simulation implique pour l'activité des formateurs, que ce soit avant, pendant mais également après celles-ci par l'intermédiaire des débriefings (section 3.3). Ce chapitre se conclura sur l'importance de prendre en considération l'activité des formateurs dans la perspective de conception d'un EVAH et les pistes d'analyse qui sont offertes par les activités de tutelle (section 3.4).

3.1 La formation

3.1.1 Formation vs. enseignement

De manière générale, Leplat (2002) définit le concept de formation comme le fait de *"faire acquérir les compétences nécessaires à l'exécution d'une tâche ou d'une classe de tâches"*. En associant la formation à l'acquisition de connaissances principalement de type procédural (appelées aussi compétences ou savoir-faire), la littérature la distingue de cette manière de l'activité d'*enseignement* orientée prioritairement vers l'acquisition des connaissances de type déclaratif (appelées aussi savoirs). Ces deux types de démarches pédagogiques ne s'en trouvent pas pour autant opposés mais plus vus comme des activités

complémentaires (Leplat, 2002).

Cette complémentarité entre formation et enseignement s'illustre de manière plus ou moins formelle dans la majorité des programmes pédagogiques. Ainsi dans le domaine scolaire par exemple cela se manifeste par la mise en place de travaux pratiques ou dirigés permettant de mettre en application des savoirs diffusés lors des cours dits magistraux. Dans le domaine strictement professionnel, la démarche pédagogique peut suivre la même structure au travers d'enseignements "classiques" de connaissances théoriques complétés par des mises en situation destinées à faire acquérir les connaissances procédurales aux stagiaires. Étant donné sa construction autour de deux sessions, la formation des chefs d'agrès que nous avons suivie s'inscrit complètement dans cette logique dichotomique "apprentissage théorique / pratique" (cf. Introduction).

3.1.2 Facteurs de la formation

La formation constitue un concept complexe s'inscrivant dans un système se définissant au travers de multiples facteurs (Figure 3.1).

Ainsi, une formation se définit tout d'abord par la fixation d'objectifs pédagogiques et des conditions de réalisation de ceux-ci. Les formateurs, possédant leurs propres caractéristiques (compétences, expérience, etc.), s'intègrent alors dans une sorte de couplage avec ces buts et conditions préétablis dans la mesure ou ces derniers peuvent toujours être redéfinis ou respectés plus ou moins fidèlement par le formateur (dissonance tâche prescrite / tâche réelle ; Leplat, 2002). Ce couplage formateurs-objectifs pédagogiques entre directement en relation avec le troisième facteur s'intégrant au système de formation qui correspond aux opérateurs à former, présentant eux aussi des caractéristiques propres. L'ensemble de ces facteurs interagit lors du processus de formation au cours duquel les actions des formateurs (influencées par les objectifs pédagogiques et les conditions générales de réalisation) amorcent l'activité d'apprentissage des opérateurs formés. Ce processus aboutit à des résultats de divers types (compétences acquises, efficacité par rapport aux objectifs fixés, satisfaction ou ennui, etc.) qui permettent un *rebouclage* en redéfinissant ou en réadaptant les objectifs pédagogiques prédéfinis ou les méthodes d'apprentissage utilisées par les formateurs.

Dans le domaine des sapeurs-pompiers, les formations sont élaborées de manière indépendante par chaque SDIS précisant de ce fait leurs propres critères que ce soit en termes de compétences ciblées, d'évaluation, de méthodes pédagogiques ou autres. La formation des chefs d'agrès que nous avons suivie s'inscrit dans ce mode de fonctionnement et les critères d'évaluation par exemple que nous avons pu relever (cf. annexe A.3) restent spécifiques à cette

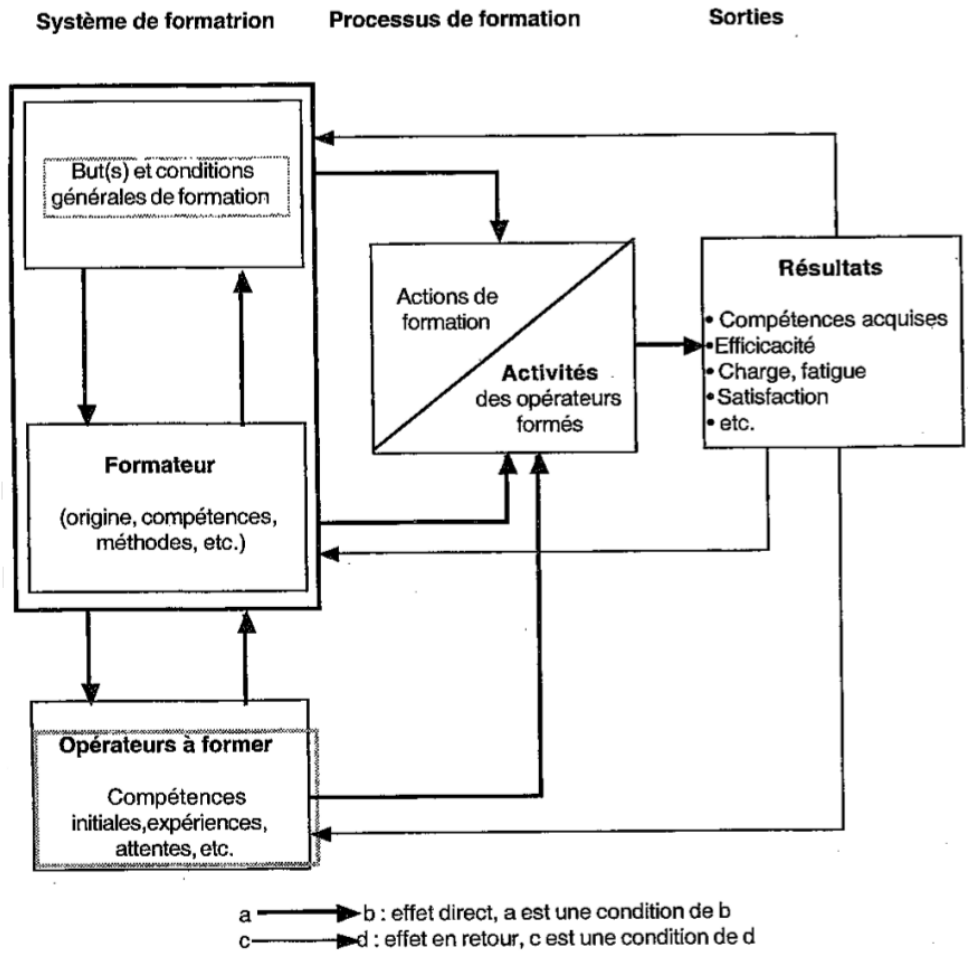


FIGURE 3.1: Cadre général de la formation, extrait de Leplat (2002)

formation initiée par le SDIS 56. De plus, les méthodes d'apprentissage sont prédéfinies et reposent sur des mises en situation "réalistes" destinées à former les stagiaires à la mise en pratique des connaissances déclaratives. Cependant, bien que les critères d'évaluation restent figés, les méthodes de leur côté ne sont pas totalement "rigides" et laissent un grand degré de liberté aux formateurs afin de s'adapter et par la même d'adapter l'apprentissage à l'activité des apprentis (cf. section suivante). En conséquence, comme nous pourrons le voir par la suite le processus de *rebouclage* illustré sur la figure 3.1 fonctionne en permanence au cours de ces sessions pratiques et sur des échelles temporelles variées.

Ce manque de formalisme des mises en situation rend la formation pratique

des chefs d'agrès difficile à associer fidèlement à un type précis de formation issu de la littérature.

3.1.3 Types de formation

L'ensemble des facteurs caractérisant le concept de formation implique une grande variété et a amené la littérature en science de l'éducation à en formaliser différents types (Grau *et al.*, 1998). Les *formations initiales* destinées aux novices et dont l'objectif réside généralement à mettre en pratique de façon assez rigide les connaissances déclaratives préalablement apprises et à élaborer un savoir-faire qui servira par la suite de base au développement d'une expertise plus complète. Les *formations de perfectionnement* destinées à des opérateurs qualifiés devant acquérir un niveau d'expertise supérieur en suivant un cadre d'apprentissage préétabli mais laissant une marge d'adaptation au formateur et au stagiaire. Les *formations d'entretien* s'adressant à des opérateurs experts et laissant une plus grande marge de manœuvre au formateur et au stagiaire pour "l'exploration" (la relation maître-élève évoluant d'ailleurs plus vers une relation coopérative). Les *formations de transformation* concernent des opérateurs qualifiés devant apprendre à exercer sur un nouveau système rendant le cadre d'apprentissage particulier dans la mesure où il se situe entre une formation initiale et une formation de perfectionnement.

Concernant notre étude, le domaine d'application se situe par définition dans le cadre de la formation initiale dans la mesure où les stagiaires formés au poste de chef d'agrès sont totalement novices dans ce rôle. Les sessions pratiques de formation ont dans ce cas principalement pour objectif de former les stagiaires à la mise en actions des connaissances déclaratives apprises précédemment au cours des sessions théoriques. Cependant, cette catégorisation peut tout de même être quelque peu nuancée dans la mesure où il apparaît que ce n'est pas uniquement la mise en application de savoirs (en l'occurrence des procédures opérationnelles standards) qui est recherchée mais également le développement des capacités d'adaptation des stagiaires (cf. Introduction). En effet, l'évolutivité et l'incertitude caractérisant les situations auxquelles ils sont confrontés ne permettent généralement pas aux stagiaires chefs d'agrès d'appliquer "simplement" une procédure mais plutôt de l'adapter aux particularités du terrain (Lipshitz *et al.*, 2007).

Les situations de formation auxquelles les stagiaires se trouvent confrontés se définissent par de nombreuses caractéristiques (présence de victime(s) et/ou de témoin(s), type d'incident, configuration des lieux, présence de différents dangers, etc.) et ne sont pas forcément préalablement formalisées. Celles-ci laissent un grand degré de liberté d'action aux stagiaires rendant les résolutions de ces situations-problèmes non prédéfinies et surtout multiples. Ainsi, généralement une même situation peut être résolue par les stagiaires de différentes

manières tout en rentrant dans les critères de validation de la formation. Cet aspect rend la formation extrêmement intéressante du point de vue pédagogique mais également très difficile à appréhender en termes d'évaluation et ne peut en conséquence pas faire l'économie de "l'œil" expert du formateur.

La grille d'évaluation utilisée par les formateurs reflète ce "manque" de formalisme en reposant essentiellement sur quelques critères éliminatoires (sur l'annexe A.3, il s'agit des cases grisées correspondant principalement au sauvetage des victimes découvertes, à la non mise en danger de la vie d'autrui ainsi qu'au placement du camion). Cette méthode d'évaluation laisse l'ensemble de toutes les autres actions (considérées donc comme non rédhibitoires en cas d'échec) être jugées par les formateurs de manière relativement globale afin de déterminer le niveau de performance du stagiaire. Ce principe d'évaluation globale ne repose pas par conséquent uniquement sur des règles extrêmement formalisées comme cela est généralement le cas pour les formations initiales. L'évaluation de la performance repose aussi en grande partie sur le "ressenti" que peuvent avoir les formateurs vis-à-vis de l'ensemble des actions d'un stagiaire.

Enfin, la structure même de la formation, se construisant autour de mises en situation d'entraînement de difficulté progressive et de scénarios en majeur partie non préétablis laisse une grande marge d'adaptation aux formateurs. Ceux-ci peuvent ainsi modifier un scénario quasiment en temps réel en fonction de l'activité du stagiaire (cf. section 3.3 suivante sur l'activité des formateurs). Cette marge de manœuvre des instructeurs permet indirectement aux stagiaires d'explorer diverses possibilités rendant ainsi la formation plus proche des caractéristiques de celles de perfectionnement ou d'entretien.

Ce mélange des genres caractérisant la formation des chefs d'agrès résulte principalement du domaine d'activité mais également de la méthode d'apprentissage qui est utilisée. Ainsi, la recherche de développement des capacités d'adaptation des stagiaires se traduit concrètement par la mise en place d'une grande variété de situations de simulation au sein desquelles les formés se trouvent immergés. C'est l'utilisation pédagogique des situations de simulation et les processus que celle-ci implique pour les stagiaires qui vont être spécifiquement développés dans la section suivante.

3.2 La simulation au service de la formation

L'usage de la simulation (au sens large du terme) dans une perspective pédagogique est une pratique très ancienne, particulièrement dans des domaines considérés à haut risques, et tout particulièrement dans le domaine militaire (Grau *et al.*, 1998). Son principal intérêt réside dans le fait qu'elle

permette sans risque de favoriser pour l'apprenant l'acquisition d'habiletés (au sens de connaissances procédurales) lors de l'exécution de tâches spécifiques difficilement reproductibles dans le réalité. Son utilisation permet ainsi de manipuler des variables problématiques, comme les conséquences des actions dans les situations à risque, la complexité des systèmes techniques et organisationnels ou la temporalité des processus en jeu (Samurçay et Rogalski, 1998).

3.2.1 Trois niveaux d'analyse

Avant d'aborder les aspects pratiques liés à l'utilisation pédagogique de simulations, il convient de positionner de manière théorique les différents ensembles qui s'y trouvent impliqués. Pour cela, Samurçay (2005) a proposé un cadre d'analyse (représenté schématiquement en figure 3.2) afin de distinguer les termes de simulateur, situation simulée et situation de simulation et de montrer leur imbrication.

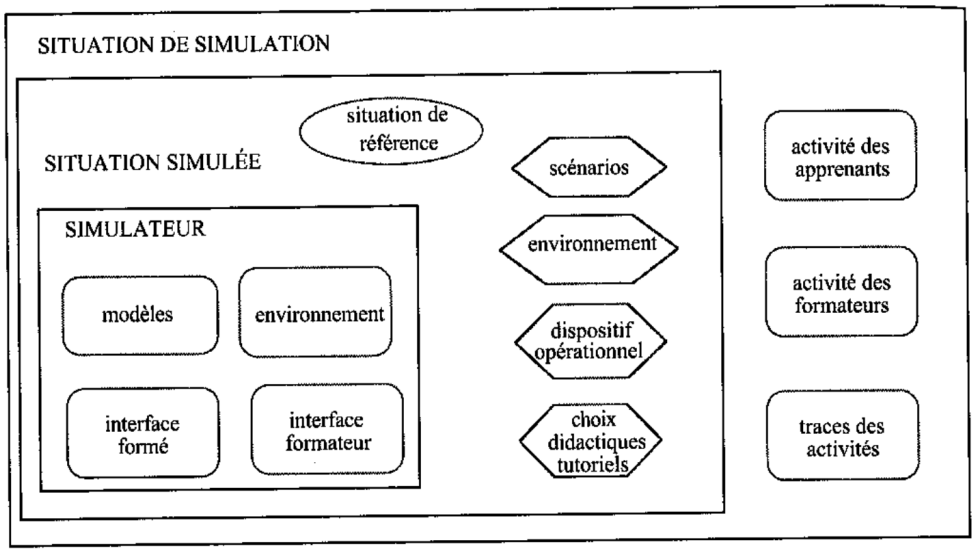


FIGURE 3.2: Trois niveaux d'analyse des simulations (schéma extrait de Vidal-Gomel *et al.* (2011) d'après Samurçay (2005))

Au sein de ce cadre, le *simulateur* se définit comme un *"artefact simulant (partiellement ou totalement) le fonctionnement ou le comportement d'un système technique, d'une installation, ou d'un phénomène naturel"* (Vidal-Gomel *et al.*, 2011, p. 117). Celui-ci est issu d'un travail de modélisation de l'activité réelle. Il peut être matériel (avec interfaces pour les stagiaires et éventuellement pour les formateurs) ou purement symbolique et ne pas consister en un objet technologique à proprement parler. Dans le cas de la

formation des chefs d'agrès que nous avons suivie, le simulateur ne se résume ainsi pas à un objet technologique propre mais porte davantage sur un dispositif opérationnel définissant les statuts et rôles de chacun des membres de l'équipe au sein d'un environnement exploité de manière figurative (combinaison des aspects opérationnels et figuratifs ; Béguin et Pastré, 2002). Les caractéristiques du simulateur préfigurent les choix pouvant ou non être faits à propos de la situation simulée.

La *situation simulée* est élaborée sur la base de scénarios issus de la transposition de la situation professionnelle de référence (les détails de cette transposition sont abordés dans la section 3.3.1 suivante). Cette situation doit viser un objectif pédagogique prédéfini tel que la gestion de risque ou l'application d'une procédure. Elle constitue dès lors une sorte de "trame" servant à la planification préalable de la situation de simulation. La *situation de simulation* est alors entendue comme le produit de l'activité des apprenants au cours de la simulation (Olry et Vidal-Gomel, 2011).

Une fois ces ensembles définis, il s'agit d'aborder la question de leur positionnement au sein d'un programme de formation.

3.2.2 Médiateur de la relation sujet-situation de référence

En s'engageant dans une perspective didactique, Samurçay et Rogalski (1998) positionnent la situation de simulation comme le médiateur entre un sujet et la situation de référence (Figure 3.3). Cette dernière se définissant comme la classe des situations de travail qui sont la cible du développement de compétences. La situation de référence peut dès lors être actuelle (concernant un ensemble de tâches habituelles dans le cadre du travail réel) ou potentielle ou virtuelle (concernant des situations incidentelles ou accidentelles extrêmement rares en situation réelle).

Suivant ce schéma, la construction de compétences de la part du sujet au cours de la formation devient la résultante de deux modes interactionnels (Samurçay et Rogalski, 1998) :

- un mode direct au travers de l'activité du sujet engagée directement dans la situation de simulation ;
- un mode indirect par l'intermédiaire de la médiation du formateur qui va agir (en temps réel ou différé) sur la gestion des variables de la situation de simulation, à travers les attentes et les évaluations exprimées sur l'activité des sujets.

La co-présence de ces deux modes interactionnels souligne l'importance d'appréhender la formation de manière globale en s'intéressant à la fois à l'activité des stagiaires mais aussi à celle des formateurs. C'est cette dualité de l'apprentissage en simulation qui sera abordée par la suite.

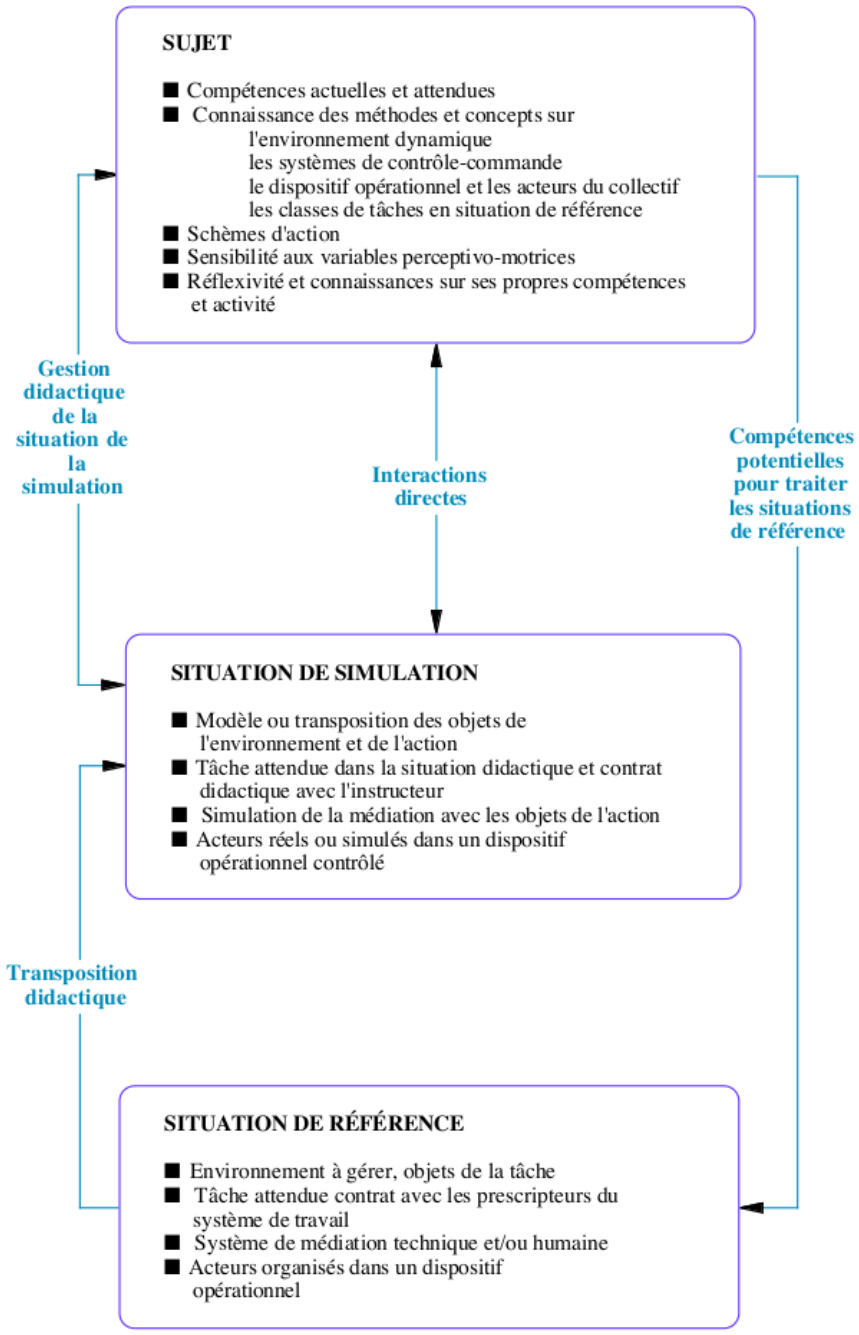


FIGURE 3.3: Schéma de médiation sujet / situation de référence via la situation de simulation, extrait de Samurçay et Rogalski (1998)

3.2.3 Types de simulation

Dans la littérature, le système de catégorisation des simulations s'appuie principalement sur les types d'habiletés qu'elles sont destinées à entraîner. Les catégories ainsi définies ne sont par conséquent aucunement exclusives dans la mesure où une même situation de simulation peut former à l'acquisition de divers types d'habiletés. Ces simulations se distinguent en cinq catégories (Grau *et al.*, 1998) :

- les entraîneurs de système ;
- les entraîneurs de procédures ;
- les entraîneurs sensori-moteurs ;
- les entraîneurs tactiques/stratégiques ;
- les simulateurs dits "pleine échelle".

Les entraîneurs de système ont pour but de faire acquérir à l'apprenant une représentation fonctionnelle d'un ou plusieurs systèmes composant une situation de travail plus globale (par exemple, le système de gestion du vol d'un aéronef). Ce type de simulateur se trouve généralement décontextualisé empêchant de ce fait une réelle mise en situation du stagiaire. Les entraîneurs de procédures sont destinés à l'acquisition des connaissances procédurales propres à l'utilisation de systèmes précis ou pour faire face à des situations spécifiques (par exemple, une situation de panne). Ce type de simulateur se doit par conséquent de refléter fidèlement le contexte permettant la mise en situation et l'exécution de ces procédures. Les entraîneurs d'habiletés sensori-motrices ont pour but de reproduire les sensations perçues dans un environnement particulier par l'intermédiaire d'afférences sensorielles (par exemple, une plate-forme reproduisant les mouvements de la mer). Les entraîneurs tactiques visent à développer les capacités de compréhension, de raisonnement et de décision des opérateurs. Ceux-ci ne nécessitent généralement pas une fidélité physique accrue à la situation réelle de travail. Les simulateurs "pleine échelle" quant à eux permettent aux utilisateurs d'intégrer toutes les caractéristiques de la situation de travail afin de développer les habiletés nécessaires à la réalisation complète de la tâche.

Dans le cadre de la formation des chefs d'agrès, les sessions pratiques sont réalisées exclusivement par des situations de simulation "pleine échelle". Ces mises en scène permettent d'immerger entièrement le stagiaire ainsi que toute son équipe d'intervention dans des situations se voulant suffisamment réalistes que ce soit dans sa dynamique ou dans son aspect interactionnel. A ces fins, les formateurs utilisent toutes sortes d'éléments (machines à fumée, mannequins, matériel habituel d'intervention) et jouent eux-mêmes les témoins avec lesquels interagir afin de rendre les mises en situation plausibles et de susciter ainsi chez les stagiaires une activité similaire à une situation réelle. Ceci contribue à la fidélité de la simulation.

3.2.4 Ambiguïté de la notion de fidélité

Horcik et Durand (2011) définissent l'usage de la simulation dans un programme de formation comme un moyen de placer les individus face à un environnement artificiel conçu par le formateur, simulant l'environnement de travail réel grâce à des ressemblances concernant les objets et les personnes (appelés leurres) s'y trouvant ainsi que les actions et les événements s'y déroulant. Bien que la similitude entre situations de simulation et de travail réel apparaisse comme un élément prépondérant, sa nécessité dans le cadre d'un programme pédagogique reste relativement ambiguë. En effet, l'efficacité pédagogique d'une situation de simulation s'est trop souvent confondue avec la notion de réalisme, s'appuyant sur l'hypothèse que plus les simulateurs se trouvaient proches de la réalité qu'ils exposaient, plus il permettaient la construction des compétences opérationnelles (Samurçay et Rogalski, 1998).

Dans une certaine mesure, certains auteurs avancent même l'hypothèse inverse, dans le sens où l'écart subsistant entre une situation réelle et une situation de simulation constituerait la source nécessaire au processus d'apprentissage / développement des formés (Durand, 2008). Cette prise de position fait dès lors entrer les dispositifs de simulation dans une double orientation antinomique (Horcik et Savoldelli, 2010) :

- reproduire l'environnement de manière suffisamment ressemblante afin de susciter chez les formés une activité du même type que dans la réalité et ainsi de favoriser *a posteriori* un transfert de leur apprentissage dans l'environnement cible ;
- établir une distance avec la pratique cible impliquant pour les formés une déresponsabilisation, le droit à l'erreur, la simplification du travail, la focalisation sur des aspects spécifiques, la possibilité de mise en place de débriefings (Bradley, 2006).

Cette distinction renvoie la conception de formation à une problématique de ressemblance/dissemblance abordée en didactique professionnelle (Pastré *et al.*, 2006) sous l'angle d'un réalisme non pas purement physique [1] mais en terme de similitude d'activités des formés entre situation simulée et réelle. On parle dans ce cas de *validité* ou *fidélité psychologique* (Grau *et al.*, 1998; Leplat, 2002).

Cette notion de fidélité de la simulation peut avoir une influence non négligeable dont il est important de tenir compte dans la perspective d'appréhender l'activité des stagiaires dans sa globalité.

1. On peut aussi parler de *validité faciale* (Leplat, 2002)

3.2.5 Théâtre de la production fictionnelle des stagiaires

En s'intéressant particulièrement à l'expérience vécue par des stagiaires anesthésistes en situation de simulation, Horcik et Durand (2011) ont montré que, malgré tout le réalisme caractérisant les situations d'apprentissage, les stagiaires faisaient preuve d'une activité à la fois riche et complexe. Cette activité montre une spécificité vis-à-vis de la formation dans la mesure où les apprenants semblent continuellement osciller entre différents degrés de sensation d'immersion. Ce caractère instable serait en grande partie le fait de l'utilisation des leurres dans la simulation, destinée à favoriser les mécanismes d'immersion des stagiaires (Horcik et Savoldelli, 2010). En effet, ces objets peuvent parfois ne pas avoir l'effet escompté et au contraire, instaurer des perturbations au sein de l'activité des formés en "les faisant sortir" de leur implication.

Pour démontrer cela, les auteurs ont pris en considération la composante fictionnelle de l'activité des stagiaires en la rapprochant de la théorie de "production fictionnelle" proposée par Schaeffer (1999). Cette théorie repose sur trois processus repris par Zaccaï-Reyners (2005) :

- l'immersion mimétique dans l'environnement proposé par le formateur ;
- la feintise ludique partagée marquant l'engagement du formé ;
- la modélisation analogique enrichie par Zaccaï-Reyners (2005) du concept de typification de Schütz.

Le processus d'immersion mimétique consiste en un découplage entre les représentations générées par les leurres constituant les référents réels absents de l'environnement simulé et leur traitement effectif. L'immersion mimétique peut être plus ou moins forte et complète en fonction de la manière dont le formé prend en considération les leurres (comme objets factices ou réels). La feintise ludique partagée souligne le caractère factice de l'interaction sujet-situation et évolue inversement à l'immersion mimétique. Elle implique de la part du formé de distinguer sa situation actuelle de la situation cible en "faisant comme si", ce "jeu d'acteur" se construisant sur la base d'un partage avec le formateur de certains codes ou marqueurs. Le processus de modélisation analogique, de par l'immersion mimétique et la feintise ludique partagée, implique des représentations de même nature que l'expérience normale et par conséquent la construction de compétences et connaissances transférables au sein d'autres cadres pragmatiques. En l'associant au concept de typification, Zaccaï-Reyners (2005) étend ce processus à la construction de types ou prototypes pouvant servir d'ancrages pour aborder des situations nouvelles mais présentant certaines ressemblances avec la situation de simulation. Durand (2008) parle dans ce cas de "modélisation métaphorique de l'expérience" dans l'environnement simulé.

En prenant en considération l'aspect fictionnel des expériences vécues par les stagiaires en situation de simulation, Horcik et Durand (2011) mettent en avant le caractère autonome de leur activité s'exprimant au sein du couplage dynamique individu-environnement (Theureau, 2004, 2006). Ainsi, c'est au stagiaire que revient au final la prise en compte de ce qui est significatif pour lui dans la situation et sera susceptible d'être intégré dans son activité, en dépit des leurres utilisés par les formateurs. Ce caractère autonome pourrait expliquer la variabilité inter-individuelle des expériences et par conséquent l'efficacité des apprentissages.

De ce point de vue, les auteurs limitent grandement les effets produits par l'activité du formateur sur celle des stagiaires dans la mesure ou celui-ci ne peut avoir qu'une action à effet indirect (le stagiaire se transforme dans ses interactions avec l'environnement qui est élaboré pour lui par le formateur) et aucune certitude quant à ce qui va être réellement pris en compte par les stagiaires au cours de la simulation. Ceci nous renvoie à la seconde modalité interactionnelle avancée par Samurçay et Rogalski (1998) et que nous allons aborder dans la section suivante.

3.3 Implication du formateur

En positionnant la situation de simulation comme médiateur de la relation sujet-situation de référence (cf. section précédente 3.2.2), Samurçay et Rogalski (1998) mettent en avant le mode d'interaction indirect que le formateur entretient avec le stagiaire. Ce manque d'impact direct sur l'activité des formés est également souligné par les travaux de Horcik et Durand (2011) au travers du caractère problématique que peut revêtir l'utilisation de leurres pour le formateur. Cependant, cela ne minimise en rien l'importance des formateurs dans le cadre de l'utilisation de simulations au sens où il apparaît qu'au delà de l'aspect réaliste des situations, les conditions d'utilisation de ces dispositifs (leur caractère didactique ainsi que leur mode d'utilisation) jouent un rôle aussi (sinon plus) important que les caractéristiques techniques qui leur sont propres (Samurçay et Rogalski, 1998).

Pour cette raison, le formateur se doit de concevoir des environnements résultant de la modélisation de l'activité cible tout en prenant soin d'y intégrer certaines propriétés particulières de mise en place favorables à l'apprentissage. Ce type d'environnements constitue ce que Durand (2008) a appelé les "espaces d'actions encouragés". Ceux-ci consistent en des ensembles ayant pour objectif de délimiter les actions possibles (et encouragées) ainsi que celles impossibles (et découragées) pour le stagiaire. Le formateur va ainsi chercher à influencer l'activité du stagiaire en favorisant certaines actions ou au contraire en décourageant d'autres en spécifiant des impossibles ou des interdits. Dans ce

contexte, l'intervention du formateur peut être qualifiée de proscriptive (Horcik et Durand, 2011) et son efficacité va fortement dépendre de sa capacité à construire avec le(s) stagiaire(s) un domaine consensuel mettant à chaque instant en adéquation son projet pédagogique avec ses (leurs) attente(s).

Ce sont les processus sous-jacents à la conception de ce type d'environnements que nous allons maintenant aborder.

3.3.1 La transposition didactique

D'un point de vue pragmatique, le positionnement de la situation de simulation comme transposition partielle de la situation de référence amène avant toutes choses à la problématique de ce qui doit être ou non retenu de la situation de référence dans la simulation. Ce passage entre dimension réelle et fictionnelle est appelée dans la littérature la "transposition didactique" et constitue une des premières fonctions du formateur ainsi qu'une des phases les plus délicates de la méthode de simulation (Leplat, 2002). La transposition didactique nécessite en effet une connaissance accrue de l'activité en question et dépend de nombreux facteurs relatifs aux objectifs pédagogiques assignés à la simulation dans la formation, au public visé ou à la complexité intrinsèque des situations de référence.

D'après Samurçay et Rogalski (1998), cette transposition didactique peut s'opérer autour de plusieurs dimensions :
- les modes de décomposition ;
- les niveaux de modélisation ;
- la transposition du dispositif opérationnel ;
- la transposition des tâches.

Pour rendre les situations de simulation abordable à des stagiaires, le formateur peut s'appuyer sur trois modes de décomposition de la complexité globale des situations de référence : i) le découpage qui désigne la transposition partielle portant sur les objets de l'action, les tâches ou les systèmes d'acteurs (par exemple, la mise en place d'une formation fractionnée pour l'apprentissage progressif d'une séquence de tâches complexe) ; ii) le découplage qui peut être associé au processus de découpage et correspond à la dissociation d'un sous-système de la situation d'ensemble par rapport à ses fonctions, sa structure, son espace et sa temporalité (par exemple, les simulations basées sur l'isolation d'un membre particulier d'un collectif d'intervention plus conséquent) ; et iii) la focalisation qui aboutit à une centration sur une composante particulière de la relation sujet / situation (par exemple, une formation orientée sur les processus de coordination au sein de l'équipe).

Les niveaux de modélisation concernent la transposition des objets de l'environnement à contrôler et des systèmes matériels de médiation. Par exemple,

la “manipulation” d'outils peut s'en trouver radicalement différente dès lors qu'une simulation se déroule sur support informatique ou en contexte dit de “pleine échelle”.

La transposition du dispositif opérationnel ramène au “transfert” des caractéristiques techniques et organisationnelles du contexte réel d'action. Par exemple, la prise en compte de l'aspect collectif par la présence de l'ensemble des intervenants peut s'avérer primordiale dans le cas de formation à des systèmes complexes.

La transposition des tâches met en jeu plusieurs dimensions de la situation de référence telles que l'empan de la tâche proposée au sujet (partitionnement ou non de l'ensemble des tâches à entraîner), la difficulté de la tâche pour le sujet (adaptée à la fois aux objectifs pédagogiques et au niveau du sujet), la forme d'évaluation de la réalisation de la tâche par le sujet (en terme de performance) et les variables temporelles de la tâche (dans la prise en considération du long terme dans l'activité ou des possibilités de retour d'action et d'évaluation).

Dans le cadre de la formation des chefs d'agrès, la transposition du dispositif opérationnel repose principalement sur le fait qu'il s'agisse de simulations de “pleine échelle” permettant l'utilisation des camions et du matériel réellement utilisés sur le terrain. De plus, l'aspect collectif est assuré par un système de roulement de l'effectif plaçant successivement, au fil des simulations, l'ensemble des stagiaires soit au poste de chef d'agrès (suivi par les formateurs) soit au poste d'équipier (membre du binôme d'attaque BAT ou du binôme d'alimentation BAL).

Au delà du matériel utilisé par l'équipe d'intervention, le niveau de modélisation des objets de l'environnement est variable et dépend fortement des scénarios élaborés par les formateurs. Ainsi, les victimes sont souvent symbolisés par l'utilisation de mannequins mais peuvent également être joués par une personne si la situation requiert des comportements spécifiques de sa part. En règle générale, du point de vue des objets, les formateurs s'adaptent souvent à l'environnement dans lequel les mises en situation se déroulent et utilisent les éléments disponibles pour une modélisation purement symbolique (une boîte posée contre un mur peut faire office de compteur électrique ou les robinets d'un évier peuvent symboliser les poignées de coupure du gaz).

Enfin, l'ensemble de la formation se construit principalement sur un processus de découpage de la situation de référence. Cette technique permet aux formateurs de favoriser un apprentissage progressif en ajoutant au fil des mises en situation des tâches à réaliser par les stagiaires. De cette manière, cette formation s'inscrit dans ce que Patrick (1992) appelle la simulation par tâches partielles (*part-task simulation*). Aussi, lors de leur première manœuvre, les stagiaires ont “seulement” à gérer le placement du camion, prendre en compte le témoin par un jeu de questions-réponses et reconnaître la situation à la-

quelle ils ont affaire (cf. chapitre 4 pour plus de détails sur l'activité des stagiaires-chefs d'agrès). Par la suite, les situations de simulation se complètent et deviennent de plus en plus complexes amenant les stagiaires à, graduellement remplir les autres objectifs visés par la formation : donner les ordres préparatoires aux équipiers, donner les ordres exécutoires, transmettre le message d'ambiance, organiser les secours à une ou plusieurs victimes et enfin transmettre le message de renseignements.

Une fois que les situations de simulation rassemblent toute la complexité des situations de référence au travers de ces différents objectifs, la formation se construit autour d'un processus de focalisation sur différentes spécificités techniques requérant de la part des stagiaires une activité d'adaptation accrue. Concrètement, il s'agit par exemple de simulations d'incendies de véhicules (voiture GPL ou camion-citerne contenant des produits dangereux), d'incendies en espaces confinés (cave, cage d'escalier) ou de la présence d'éléments particulièrement dangereux (poste de soudure de plombier).

La création de situations de simulation, notamment dans le cas d'une simulation "pleine-échelle" qui peut s'avérer difficile à totalement automatiser, nécessite par la suite un travail de gestion de la part des formateurs permettant de "guider" le stagiaire vers l'acquisition des compétences ciblées tout au long de la mise en situation.

3.3.2 Exploitation des situations de simulation

Bien que l'activité des formateurs au cours des situations de simulation apparaisse comme prépondérante dans la nature des compétences construites par les apprenants (Samurçay et Rogalski, 1998), paradoxalement, très peu d'études semblent s'être spécifiquement intéressées à ce sujet. De ce point de vue, les études réalisées dans les domaines à risque (aviation, conduite de centrale énergétique, santé), où l'utilisation des situations de simulation dans la formation est courante, apparaissent quelque peu comme des précurseurs. En atteste par exemple le document fourni par la Haute Autorité de Santé (HAS) recueillant toutes les informations utiles aux praticiens (formateurs, apprenants, concepteurs) de simulation en santé [2].

L'exploitation des situations de simulation peut se décomposer en trois temps (Vidal-Gomel *et al.*, 2011) :

- avant le passage en situation de simulation : le briefing ;
- pendant le passage en situation de simulation : la gestion dynamique du déroulement de la situation ;
- après le passage en situation de simulation : le débriefing.

2. HAS(2012). Évaluation et amélioration des pratiques - Guide de bonnes pratiques en matière de simulation en santé.

3.3.2.1 Briefing

D'après Samurçay et Rogalski (1998), le briefing constitue avant tout un moment privilégié pour négocier le contrat didactique entre formateurs et stagiaires, traitant entre autres de l'activité attendue par les premiers nommés et des objectifs de la simulation. Dans la perspective d'expliciter au mieux ce contrat didactique afin d'instaurer une relation de confiance avec les stagiaires et d'éviter toutes incompréhensions, Fauquet et Frémaux (2007), dans le cadre d'une formation en anesthésie, ont soulevé une liste de points à aborder par les formateurs au cours du briefing :

- préciser les techniques d'utilisation du simulateur ;
- définir les apports pédagogiques de ce dernier ;
- rappeler qu'il permet la découverte de situations rares ;
- préciser que le simulateur va permettre le travail de l'interaction et de la communication au sein de l'équipe, du leadership, de la gestion de l'environnement ;
- rappeler que la formation n'est pas un examen ;
- décrire la dimension sécurité ;
- discuter des objectifs de la séance mais également de ce que n'est pas la séance (en particulier, une occasion privilégiée pour piéger les stagiaires).

Dans le cadre de recherches dans la formation au pilotage d'avion ou à la conduite de centrale nucléaire, Samurçay et Rogalski (1998) ont relevé principalement deux grands axes de gestion des briefings. D'un côté, ceux qui sont orientés par la transmission de connaissances générales considérées comme sous-jacentes à l'activité et assimilant la séance de simulation comme l'application de celles-ci. D'un autre côté, ceux qui sont plus dirigés vers l'explication (plus ou moins détaillée) des séquences d'action qui seront mises en œuvre par les stagiaires pour le traitement des tâches simulées. L'utilisation de l'une ou l'autre des orientations serait principalement influencée par le degré de procéduralisation de la tâche à accomplir.

De manière générale, Samurçay et Rogalski (1998) avancent que l'objectif final du briefing devrait être la construction par les apprenants d'attentes orientées préférentiellement par le repérage des difficultés inhérentes aux situations d'apprentissage et s'opposant à leur bonne gestion. De cette manière, ceux-ci s'orienteraient plus vers une activité de compréhension et d'analyse des problèmes, propice à l'apprentissage, plutôt que vers l'évitement de ces derniers.

3.3.2.2 Gestion du déroulement de la situation

Gestion de deux environnements dynamiques emboîtés

Dans une perspective didactique, Samurçay et Rogalski (1998) apparentent

le rôle du formateur au cours d'une situation de simulation à celui d'un gestionnaire d'environnement dynamique. Cette corrélation rapproche l'activité du formateur à celle de l'enseignant en classe et de l'environnement dynamique ouvert qu'il constitue avec son groupe d'élèves (Rogalski, 2003). Ainsi, ce cadre d'analyse considère que les actions du formateur (enseignant) interagissent avec la dynamique de développement des compétences du stagiaire (élève). Dans cette perspective, le diagnostic de l'état des compétences du stagiaire à l'instant "t" et du pronostic de ses évolutions à court (au cours d'une situation de simulation), moyen (d'une situation de simulation à l'autre) ou long (à l'issue de la formation) terme, constitue une activité centrale des formateurs (Vidal-Gomel *et al.*, 2008).

Cependant, un autre processus dynamique a lieu au cours d'une situation de simulation, au sein duquel la gestion de la dynamique d'acquisition des compétences se trouve emboîtée. Il s'agit de la situation de simulation elle-même dont la dynamique se caractérise par son évolution propre. Dans le cadre de la formation des chefs d'agrès, il s'agit principalement de l'évolution de l'incident simulé (par exemple, propagation des fumées d'un incendie dans les couloirs d'un bâtiment). De ce fait, le formateur gère deux environnements dynamiques emboîtés et se doit de prendre, en plus de l'activité du formé, des informations sur la situation en cours (Vidal-Gomel et Rogalski, 2009).

En positionnant le formateur comme médiateur de la relation stagiaire-situation de référence (tout comme la situation de simulation mais avec des fonctions différentes), Samurçay et Rogalski (1998) avancent que les possibilités d'action de ce dernier portent d'un côté, sur les variables de la situation, et de l'autre, sur les rapports qu'il fait établir au formé avec les objets de son action (Figure 3.4). Ces actions sont régulées en fonction du diagnostic effectué en temps réel sur le déroulement de la situation.

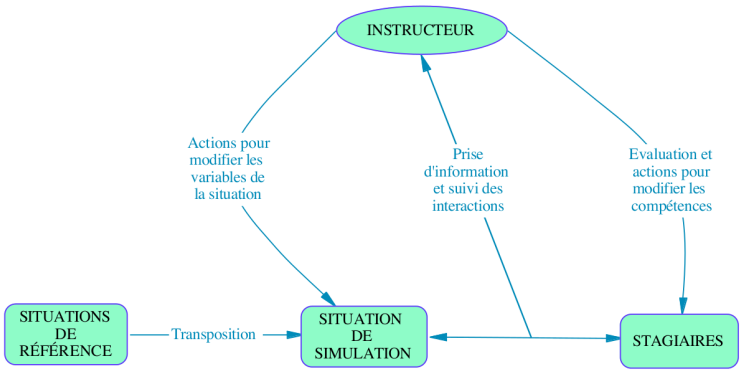


FIGURE 3.4: Schéma de médiation sujet / situation de référence via le formateur, extrait de Samurçay et Rogalski (1998)

Les formes de guidage lors de situations de simulation

Globalement, l'activité de gestion du formateur au cours de la situation de simulation portent sur trois objets distincts (Samurçay et Rogalski, 1998) :

- la gestion didactique de la séance par l'apport de connaissances et de savoirs et une action de guidage de l'apprenant ;
- la gestion de la simulation elle-même par la modification des variables de la situation ;
- la gestion de l'activité propre par la prise en compte des paramètres relatifs à la formation globale (par exemple, la gestion de la temporalité de la séance).

Ces formes de gestion varient et prennent plus ou moins d'importance en fonction de plusieurs paramètres tels que le profil du formateur (par exemple, son expérience en tant qu'instructeur), le profil des stagiaires (novices, expérimentés) ou la phase de la formation (début, fin).

Ainsi, Rogalski et Antolin (1997), au cours d'une étude dans le domaine des sapeurs-pompiers, ont relevé que l'activité des formateurs variait entre la première simulation de formation et la dernière. Ce changement de comportement s'opérait suivant deux dimensions : la distribution des différentes formes d'interventions et le contenu de ces interventions. Les formateurs avaient tendance à principalement concentrer leur activité lors de la première situation de simulation sur des interventions didactiques opérées auprès des stagiaires et à davantage se focaliser lors de la dernière situation de simulation sur la gestion de la simulation elle-même. De plus, les interventions didactiques lors de la simulation initiale pouvaient concerner des connaissances aussi bien générales que dépendantes de l'activité des stagiaires au cours de la situation d'apprentissage alors que celles-ci avaient quasi-exclusivement pour objet l'activité des stagiaires lors de l'ultime simulation. Ce changement de comportement se trouve directement corrélé avec l'amélioration des interventions des stagiaires au cours de la formation (Rogalski et Antolin, 1997).

En parallèle, les travaux de Wagemann et Percier (1995) réalisés sur les formations à la conduite de navire montre la forte influence de l'expérience des formateurs sur leur activité pédagogique lors de la conduite de simulation. Ainsi, il semblerait que les formateurs débutants aient davantage tendance à agir promptement sur l'activité du stagiaire au contraire des plus expérimentés qui laissent une plus grande autonomie quitte à favoriser l'apparition d'erreurs. Ceci pourrait s'expliquer par le niveau d'incertitude ressenti par les formateurs vis-à-vis de la situation de simulation elle-même. Plus celle-ci leur paraîtra incertaine, plus les formateurs auront tendance à "prendre en main" eux-mêmes la simulation les amenant à plus produire une activité de diagnostic de la situation que de didactique vis-à-vis de l'apprenant.

Le guidage en simulation étudié comme une activité de tutelle

L'ensemble des fonctions remplies par le formateur au cours d'une mise en simulation a pour finalité d'ajuster en permanence la situation de simulation à l'activité des stagiaires afin de les maintenir dans ce que Vygotski (1934) a défini comme leur *zone proximale de développement* (Vidal-Gomel *et al.*, 2011). De ce point de vue, l'activité du formateur s'apparente fortement à ce que Bruner (1983) définit, dans la lignée des travaux de Vygotski, comme un processus d'étayage et plus globalement comme une interaction de tutelle. Bruner (1983) décrit le concept de tutelle comme *"les moyens grâce auxquels [...] un spécialiste vient en aide à quelqu'un qui est moins [...] spécialiste que lui"*.

Bruner (1983) différencie six types d'interventions au sein de l'activité de tutelle :

- l'enrôlement ;
- la réduction des degrés de liberté ;
- le maintien de l'orientation ;
- la signalisation des caractéristiques déterminantes ;
- le contrôle de la frustration ;
- la démonstration ou présentation des modèles.

L'enrôlement correspond aux actions destinées à éveiller l'intérêt de l'apprenant, que celui-ci soit intéressé par la tâche à réaliser. La réduction des degrés de liberté concerne les procédures par lesquelles le tuteur simplifie la tâche par décomposition de l'objectif principal en sous-buts. Le maintien de l'orientation consiste à conserver la focalisation de l'apprenant sur l'objectif assigné par la tâche. La signalisation des caractéristiques déterminantes suppose que le tuteur souligne les éléments pertinents pour l'exécution de la tâche. Le contrôle de la frustration a pour but d'éviter la résignation et le sentiment d'échec de la part de l'apprenant. La démonstration repose sur la présentation d'une solution de la part du tuteur.

En apparentant les situations de formation à la conduite automobile à des situations de simulation, Vidal-Gomel *et al.* (2008) et Vidal-Gomel et Rogalski (2009) se sont précisément appuyés sur une partie de cette catégorisation de l'activité de tutelle afin d'élaborer un cadre théorique et une méthode d'analyse de l'activité des formateurs d'auto-écoles. Concrètement, ces auteurs ont procédé à une analyse des données de communication enregistrées en cours de sessions de conduite sur le principe "prédicat - argument" (Amalberti et Hoc, 1998). Le prédicat codant les activités élémentaires (dans ce cas précis, celles du formateur) et les arguments les spécifiant. A ces fins, ils ont adapté et complété une partie du système de catégorisation initial de Bruner (1983) en rapport aux interventions des moniteurs d'auto-école (Figure 3.5). De cette manière, ces auteurs ont mis en évidence, au cours de ces deux

études, différentes dimensions de l'activité de moniteur d'auto-école telles que des schèmes d'intervention révélateur des objectifs réellement poursuivis par les formateurs ou les interactions entre activités de diagnostic/pronostic de la progression de l'apprenant et choix didactiques effectifs des formateurs dans la perspective d'analyser l'aspect collectif du métier.

Prédicats	Argument 1	Argument 2	Argument 3
Injonction	direction	quoi	
	guidage	T/A/C*	quoi
Attire attention	T/A/C	quoi	
Correction	T/A/C	quoi	
Démonstration	T/A/C	quoi	
Évaluation	T/A/C	quoi	P/N
Action véhicule	quoi		
Note (et commente)	sur quoi	T/A/C	quoi
Consulte (et commente)	sur quoi	T/A/C	quoi
Fait schéma (et commente)	sur quoi	T/A/C	quoi
Annonce	T/A/C	quoi	leçon: n, n+1, n-1
Questionne	T/A/C	quoi	leçon: n, n+1, n-1

* Tâche/Activité/Comportement

FIGURE 3.5: Catégorisation du codage de l'activité du formateur au cours d'une session de conduite, extraite de Vidal-Gomel et Rogalski (2009)

Additionnellement, Vidal-Gomel *et al.* (2008) ont remarqué une modification des comportements des moniteurs en fonction du moment de la formation. *"Le formateur régule son activité de guidage en fonction du degré d'autonomie qu'il laisse au formé, lequel s'accroît avec le développement des compétences de ce dernier"*. Cette observation recoupe les résultats de Percier et Wagemann (2004) auprès des formateurs à la conduite de navire, qui ont mis en évidence plusieurs stratégies de régulation qui étaient différemment mises en œuvre suivant le moment de la formation. Ainsi, trois formes de régulation ont été identifiées :

- *directe* lorsque le formateur accompagne pas à pas le stagiaire dans la réalisation de la tâche, laissant de ce fait peu d'autonomie à ce dernier ;
- *proactive* lorsque le formateur fournit de façon anticipée des explications et informations permettant l'actualisation de la représentation du stagiaire ;
- *rétro-active* lorsque le formateur apporte une action correctrice au stagiaire ou l'évalue après que celui-ci se soit écarté de la performance attendue.

En s'appuyant sur ces formes de régulation, Percier et Wagemann (2004) ont observé que la régulation directe semblait plutôt intervenir en début de formation.

Ce caractère directif souligne toute la dimension prescriptive de l'activité des formateurs au cours des situations de simulation. Cependant dans une visée formative (au sens où la formation professionnelle sur simulation a pour objectif la transformation de l'activité des formés et l'acquisition de savoirs), l'activité du formateur revêt également une dimension instructive qui se révèle principalement lors des débriefings (Horcik et Durand, 2011).

3.3.2.3 Débriefing

Dans le cadre des formations s'appuyant sur la simulation, le débriefing est aujourd'hui majoritairement considéré comme la phase la plus importante (Gardner, 2013). En effet, la session de simulation (et tout particulièrement la simulation "pleine échelle") a pour but de mettre l'accent sur le pôle productif de l'activité en maintenant les sujets dans le "feu de l'action", ne favorisant par conséquent pas nécessairement la construction par l'apprenant d'un modèle opératif pertinent (Pastré, 2005). Dans une perspective d'acquisition de connaissances, le débriefing constitue de ce fait pour l'apprenant un moment privilégié d'analyse réflexive rétrospective de son activité productive réalisée au cours de la situation de simulation. C'est au cours de cette phase que l'apprenant construit, par des mécanismes de prise de conscience, une part importante de sa conceptualisation de la situation d'action (Samurçay et Rogalski, 1998). Ce retour sur expérience complète l'utilisation de la simulation dans la perspective d'une pédagogie constructiviste et non pas uniquement reproductive comme cela pourrait être le cas avec l'usage unique de l'outil de simulation pour l'apprentissage de procédures par exemple.

La conception du débriefing repose sur deux socles théoriques : l'apprentissage expérentiel d'après Kolb (1984) et la réflexivité selon Schön (1994). L'apprentissage expérientiel se base sur le principe qu'un processus d'apprentissage s'amorce toujours à partir d'une expérimentation concrète permettant la construction *a posteriori* de savoirs (Horcik, 2014). Kolb (1984) tente de cette manière de réconcilier les pôles théorie/pratique au sein d'un modèle structurel de l'apprentissage sous une forme cyclique composée de quatre étapes : l'expérience concrète, l'observation réflexive, la conceptualisation abstraite et l'expérimentation active. La pratique réflexive selon Schön (1994) constitue quant à elle la source de développement de l'agir professionnel par une mise à distance, déconstruction et abstraction des concepts organisationnels essentiels (Roulin, 2014).

L'apprentissage au cours des débriefings requiert de la part du formateur un rôle spécifique vis à vis du stagiaire.

Rôle du formateur en débriefing

La majeure partie des recherches portant sur la phase de débriefing s'attache à démontrer son efficacité au travers de différents paramètres (structure, utilisation de la vidéo) ou de l'utilisation de diverses "bonnes pratiques" (Horcik, 2014). Tout comme pour le guidage en simulation (cf. section 3.3.2.2), de multiples paramètres influencent la tenue d'une séance de débriefing (objectifs, temps disponible) fournissant un nombre conséquent de modèles (Fanning et Gaba, 2007). Cependant, bien qu'il en existe de multiples formes, certains auteurs ont pu détecter des éléments structurels communs permettant d'extraire une structure générique du débriefing (Gardner, 2013). Globalement, celui-ci se compose de trois temps (Horcik, 2014) :

- la *contextualisation* (ou "réactions à chaud") durant laquelle l'apprenant peut s'exprimer de manière relativement libre sur la situation qu'il vient de vivre et le formateur peut prendre en compte ces expériences singulières ;
- la *décontextualisation* (ou compréhension, analyse) au cours de laquelle le formateur intervient pour faire expliciter au stagiaire les événements qui se sont produits et les choix qu'il a fait afin, d'amener ce dernier à se décentrer de sa propre action pour entrer dans une perspective plus globale ;
- la *recontextualisation* (ou résumé) de la discussion précédente au cours de laquelle le formateur guide l'apprenant à dégager des concepts généralisables et transférables dans d'autres situation à l'avenir.

Le rôle du formateur lors du débriefing peut s'apparenter à celui de facilitateur, à distinguer du rôle plus traditionnel "d'enseignant" (Fanning et Gaba, 2007). En effet, la fonction de formateur/enseignant tend à positionner ce dernier comme une autorité ayant auprès de l'apprenant un rôle uniquement transmissif au contraire du formateur/facilitateur qui peut être plus vu comme un co-apprenant. Le but du formateur revient alors davantage à guider la réflexion du stagiaire après la mise en situation simulée. De cette manière, le formateur amène l'apprenant à être beaucoup plus acteur de son apprentissage (Fanning et Gaba, 2007).

Cependant, les processus d'adaptation (vis-à-vis du niveau des apprenants entre autres), peuvent occasionner chez le formateur une alternance entre les deux rôles pouvant être source de tension dans l'activité du formateur/facilitateur. Cette tension se trouve clarifiée par trois niveaux de facilitation : élevé, intermédiaire et minimal (Fanning et Gaba, 2007). La facilitation élevée correspond pour le formateur à un rôle de "catalyseur" ou de référant,

laissant aux stagiaires la direction du débriefing et des moments de réflexion. Ce niveau est principalement utilisé pour les groupes dits “experts” et est par conséquent peu fréquent. La facilitation intermédiaire implique davantage d'interventions de la part du formateur, notamment pour guider les apprenants dans l'analyse de l'expérience en profondeur. La facilitation minimale suppose un rôle très directif de la part du formateur, avec de multiples interventions, rendant de ce fait les stagiaires beaucoup moins actifs dans la construction de l'analyse. Ce dernier niveau concerne généralement les groupes inexpérimentés (Horcik, 2014).

Une activité du formateur fortement liée aux contraintes pédagogiques

A notre connaissance, les études portant sur la description de l'activité du formateur en débriefing post-situation de simulation ne sont pas nombreuses. Malgré cela, la grande diversité des domaines abordés (conduite de centrale nucléaire, conduite automobile, métiers de la santé) montre une pratique fortement influencée par les objectifs pédagogiques.

Ainsi, comme le souligne Vidal-Gomel *et al.* (2008), les débriefings observés lors des formations à la conduite automobile se différencient fortement de ceux appliqués dans le domaine de la conduite de centrale nucléaire par exemple. Là où certaines formations s'appuieront sur une remémoration relativement exhaustive de la chronologie des événements et des actions menées (conduite de centrale nucléaire), d'autres se concentreront plus particulièrement sur des points spécifiques propres à des difficultés rencontrées ou à des procédures à mettre en place dans certaines situations (conduite automobile). L'activité de conduite automobile se construisant plus de manière segmentée, autour d'épisodes successifs n'ayant pas forcément de lien de cause à effet, le rappel de la trame des événements relèverait sans nul doute d'une importance moindre pour l'apprentissage. En énonçant uniquement les traces qu'il a notifiées, le moniteur d'auto-école se positionnerait alors plus comme un enseignant rappelant les procédures à appliquer ou les erreurs à éviter que comme un facilitateur guidant l'apprenti dans une auto-analyse profonde de son activité au cours de la session pratique Vidal-Gomel *et al.* (2008).

Bien que ce mode de fonctionnement puisse être directement lié à des aspects pratiques (non utilisation de la vidéo, temps disponible), celui-ci rappelle quelque peu les observations faites par Horcik (2014) lors des débriefings en formation anesthésiste. Ces derniers se déroulaient dans des conditions très différentes de l'auto-école que ce soit par l'utilisation de films de la situation de simulation, le temps alloué ou le caractère collectif avec la participation d'une équipe de stagiaires. En s'inscrivant dans le cadre théorique du cours d'action et en appliquant des entretiens d'autoconfrontation aux formateurs

mais également aux stagiaires, Horcik (2014) a souligné un manque globalement présent dans les formations basées sur simulation. Celui-ci réside dans la confusion existant entre activité simulée et activité de travail réelle, correspondant à l'activité ciblée par la formation et généralement prise en compte par le formateur au cours des débriefings. Le formateur se servirait alors uniquement de la situation de simulation comme *"pourvoyeur d'ancrages servant au débriefing"* (p.83). En effet, comme il a été mentionné précédemment, l'expérience d'apprenants en situation de simulation comporte une part fictionnelle caractérisant ce que l'auteur qualifie "d'expérience mimétique". Cet aspect n'est habituellement pas pris en compte par le formateur dans le cadre du débriefing dans la mesure où celui-ci est considéré *"comme un élément annexe ou anodin de l'expérience"* (p.83). Le formateur, en ne considérant que les éléments transférables à l'activité de formation visée et donc liés aux objectifs pédagogiques, ne prendrait ainsi plus réellement en compte l'activité réellement vécue par le stagiaire en cours de simulation. Cette prise de position aurait alors pour conséquence d'appauvrir la contribution pédagogique du débriefing dans la mesure où elle créerait une rupture dans la boucle de l'apprentissage expérientiel (Horcik, 2014).

En se fondant sur ce même cadre théorique du cours d'action, Roulin (2014) a souligné une autre difficulté rencontrée par des formateurs en soins infirmiers lors des débriefings. Ces formateurs avaient pour particularité, en dépit d'une expérience professionnelle solide, d'être novices dans l'utilisation pédagogique de situations de simulation et la conduite de débriefings. Leur principale difficulté résidait dans leur manière de concilier le conflit prescription / improvisation dans la perspective de mener une activité pédagogique interactionnelle et dynamique. Il apparaissait ainsi que ce qui était originellement prescrit comme des ressources pédagogiques (planification, canevas de questions-types, etc.) censées les guider dans leur conduite du débriefing était souvent considéré comme une entrave à sa bonne marche. En effet, de par la rigidité de ces prescriptions décontextualisées, il apparaissait alors difficile aux formateurs, mis à part par recours à des moments d'improvisation, de s'en extraire afin de s'adapter à la particularité de leurs situations d'enseignement.

A l'inverse, il apparait qu'un manque de prescription pédagogique puisse mener à des activités de formation disparates. C'est ce que l'étude de Vidal-Gomel *et al.* (2008) auprès de cinq moniteurs d'auto-école semble souligner. En s'appuyant sur la même procédure d'analyse que pour la phase de route (analyse des communications par appui sur les activités de tutelle ; cf. section 3.3.2.2), ces auteurs ont mis en évidence les types d'intervention en cours de débriefings (essentiellement la signalisation des caractéristiques déterminantes) ainsi que la diversité des compétences qui étaient visées par les moniteurs. Ces résultats ont permis de distinguer deux types de formateurs : ceux qui se contentaient de guider l'apprenti vers l'identification des conduites inadaptées

et ceux qui s'adjoignaient un rôle de guidage vers la transformation de conduite. Ces deux schèmes d'intervention se manifestaient à la fois en phase de route (équivalent à une situation de simulation) et en phase de débriefing.

Ainsi, autant les contraintes pédagogiques semblent fortement influencer l'activité des formateurs, autant leur absence peut se refléter par un manque d'homogénéité des objectifs poursuivis par les formateurs. Ce dernier élément pouvant créer éventuellement certaines incompréhensions auprès de stagiaires s'il y a successivement intervention de plusieurs formateurs en cours d'apprentissage comme par exemple en auto-école (Vidal-Gomel et Rogalski, 2009) ou dans notre cas dans les formations de chef d'agrès.

3.4 Vers des pistes d'analyse de l'activité des formateurs

Comme il a pu être mentionné précédemment, la formation constitue un concept complexe s'inscrivant dans un système faisant intervenir de multiples paramètres (acteurs, objectifs pédagogiques, conditions de formation). Au cœur de celui-ci, l'utilisation et la gestion de situations de simulation apparaissent comme significatives que ce soit dans l'activité des stagiaires ou dans celle des formateurs.

De ce point de vue, nous avons pu voir qu'il n'était tout d'abord pas anodin de s'intéresser à l'activité des stagiaires en cours de simulation et notamment à sa dimension fictionnelle. En effet, aussi réaliste soit-elle, la situation de simulation ne peut se substituer totalement à la situation réelle et impliquer de ce fait une activité "authentique" de la part des stagiaires. Cependant, ce décalage, loin de porter préjudice à l'apprentissage peut en constituer au contraire une ressource. Dans la perspective de développement d'une plateforme d'apprentissage, cette ressource pourrait se manifester en partie par le développement d'outils pédagogiques rendu possible par l'apport technologique (et plus particulièrement dans notre cas, par la réalité virtuelle) et ne pouvant être mis en place en situation réelle.

Parallèlement, la prise en compte du caractère fictionnel des expériences vécues par les stagiaires met en avant tout le caractère autonome de leur activité au sein des situations de simulation. **Nous fondons par conséquent notre travail d'analyse sur un postulat d'autonomie de l'activité humaine au travers d'un couplage permanent stagiaire/situation de simulation**. Qui plus est, la mise en place de situations de simulation requiert par conséquent une activité spécifique de la part des formateurs dans la mesure où ceux-ci ne peuvent avoir qu'un moyen d'interaction indirect avec les stagiaires en cours de simulation et un rôle préférentiellement de facilitateur

(ou guide) en cours de débriefing.

Dans la perspective d'appréhender ce mode d'interaction dans le cadre de la formation des chefs d'agrès, **l'exploitation des activités de tutelle définies par Bruner (1983) et utilisées par Vidal-Gomel *et al.* (2008) chez les moniteurs d'auto-école apparaît, de par leur caractère générique, extrêmement intéressante. L'adaptation de ces activités à notre terrain d'étude permettrait de mettre en évidence les modes d'influence des formateurs sur le couplage stagiaires/situation de simulation et aussi de comprendre leur activité de guidage au cours des débriefings.**

Dans l'objectif de concevoir une plate-forme d'apprentissage s'appuyant sur les apports de la réalité virtuelle, et donc le principe de simulation, il apparaît primordial de prendre en considération la richesse de l'activité des formateurs. De par son caractère adaptatif, l'activité des formateurs constitue un élément essentiel de l'apprentissage en simulation devant être pris en compte au sein d'un environnement virtuel de formation.

Deuxième partie

Analyse de l'activité

Chapitre 4

Étude de l'activité individuelle du stagiaire-chef d'agrès

Résumé du Chapitre 4

Ce chapitre initie notre travail d'analyse en s'attachant à l'étude de l'activité individuelle des chefs d'agrès en situation pratique de formation. En se fondant sur un postulat d'autonomie de l'activité humaine s'exprimant au travers du couplage stagiaire-situation de simulation, notre méthodologie s'inspire des principes d'analyse in situ développés au sein du courant NDM. Des données d'observation et de communication sont ainsi enregistrées auprès de 6 stagiaires-chefs d'agrès en situation de formation et complétées par des données de verbalisation recueillies lors d'entretiens en re-situ subjectif. L'analyse synchronique s'appuyant sur une procédure de segmentation thématique et portant à la fois sur les prises de décision et les projections (prédictions et planifications) permet de révéler les thèmes de préoccupation des agents en situation. Celle-ci est complétée par une analyse diachronique s'appuyant sur un mode de représentation de leur dynamique décisionnelle (appelé Misty*) tout au long de la situation de simulation et permettant d'identifier 11 processus décisionnels typiques. L'ensemble de ces résultats illustre toute la complexité de l'activité des stagiaires-chefs d'agrès s'exprimant au travers de ses prises de décision et projections par une dualité Analyse/Action continuelle mais également de la dimension collective qui se trouve attachée au rôle de chef d'équipe. Cette première étude est l'occasion de définir certaines pistes pédagogiques destinées à favoriser l'acquisition de compétences significatives pour le stagiaire-chef d'agrès.*

Contenu du Chapitre 4

Introduction 155
4.1 Méthode 156
4.1.1 Participants 156
4.1.2 Contexte de l'étude 156
4.1.3 Recueil des données 158
4.1.3.1 Données d'observation 159
4.1.3.2 Données de communication 159
4.1.3.3 Données de verbalisation 160
4.1.4 Analyse des données 161
4.1.4.1 Retranscription 161
4.1.4.2 Analyse synchronique 163
4.1.4.3 Analyse diachronique 172
4.2 Résultats 174
4.2.1 Analyse synchronique 174
4.2.1.1 Segmentation empirique des situations vécues . 174
4.2.1.2 Catégorisation théorique des US 174
4.2.1.3 Identification empirique des sous-catégories . . 175
4.2.1.4 Validité de l'analyse 178
4.2.2 Analyse diachronique 178
4.2.2.1 Reconstruction *a posteriori* 179
4.2.2.2 Regroupement des processus typiques 180
4.3 Discussion 182
4.3.1 S'adapter efficacement aux situations 182
4.3.1.1 Dualité de l'activité décisionnelle 183
4.3.1.2 Importance des raisonnements hypothétiques . 187
4.3.2 Dimension collective de l'activité de chef d'agrès 193
4.3.2.1 Analyse collective de la situation 193
4.3.2.2 Mise en place d'une manœuvre collective . . . 194
4.4 Perspectives pédagogiques 195
4.4.1 Favoriser la reconnaissance des indices contextuels . . . 195
4.4.2 Faciliter la transmission d'informations adéquates 196
4.4.3 Aider à l'acquisition d'un comportement proactif 197

Introduction

Comme nous avons déjà pu l'aborder en introduction, les sessions de formation des chefs d'agrès reposent essentiellement sur le développement des capacités d'adaptation des stagiaires aux situations de simulation. L'examen de la revue de littérature sur l'activité individuelle en situation dynamique (cf. chapitre 1) a permis de nous positionner pour l'adoption d'une approche naturaliste car elle permet la prise en compte de ces comportements adaptatifs face aux contraintes environnementales. L'objectif principal du présent chapitre sera de proposer une analyse de l'activité individuelle des stagiaires-chefs d'agrès en situation pratique de formation. Ce travail a pour objectif final de s'intégrer dans une démarche de recherche globale positionnant l'analyse et la modélisation de l'activité individuelle des sujets comme un pré-requis nécessaire au développement d'un environnement virtuel pour l'apprentissage humain (EVAH) (cf. Introduction et chapitre 1).

En référence au cadre théorique de la *Naturalistic Decision Making* (NDM), nous fondons notre travail d'analyse sur un postulat d'autonomie de l'activité humaine s'exprimant au travers d'un couplage permanent stagiaire-situation de simulation (chapitre 3). Plus concrètement, nous postulons que l'activité en situation de simulation peut s'exprimer du point de vue du stagiaire-chef d'agrès à partir des informations qu'il considère comme significatives. Ces dernières renvoyant à un état du couplage cognitif entre le sujet et la situation expriment l'expérience vécue par le stagiaire à un instant *t*. L'activité du sujet en situation dynamique peut dès lors se décrire de façon diachronique à partir d'une succession de situations vécues au cours d'action. La prise en considération de ces données subjectives doit également nous permettre d'exprimer cette activité de manière globale au travers de deux objets de recherche que sont **les décisions** et **les projections**.

Malgré ces apports, la revue de littérature a permis de mettre en évidence les manques théoriques relatifs à la NDM concernant la compréhension de l'activité des novices en situation dynamique. Cet écueil nous amène à orienter notre démarche scientifique vers une analyse inductive de l'activité des stagiaires-chefs d'agrès en nous appuyant sur une procédure de segmentation par thèmes des situations vécues. Pour cela, nous faisons l'hypothèse d'une certaine homogénéité inter-individuelle s'exprimant à travers des similitudes dans les situations vécues par les stagiaires-chefs d'agrès. Une procédure de catégorisation empirique s'appliquant à la fois aux instances décisionnelles et de projections pourrait par conséquent nous permettre de proposer une description synchronique des **thèmes de préoccupation** des stagiaires-chefs d'agrès au cours des situations de simulation.

En troisième point, nous postulons que l'expression de l'activité du stagiaire-

chef d'agrès au travers de ces situations vécues à chaque instant ouvre sur la reconstruction *a posteriori* de son caractère dynamique. La prise en compte de cette dynamique devrait permettre une description diachronique de **structures typiques** caractéristiques des processus d'adaptation des stagiaires-chefs d'agrès en cours de situation. Nous entendons par description diachronique, l'identification d'enchaînements préférentiels chez les stagiaires-chefs d'agrès en situation de simulation.

Dans la section suivante, nous présentons la méthode mobilisée pour l'étude de l'activité individuelle des stagiaires-chefs d'agrès en situation de simulation. Pour concrétiser nos propos, nous illustrerons cette présentation au moyen d'exemples précis extraits de nos données et résultats.

4.1 Méthode

4.1.1 Participants

L'étude a été menée en collaboration avec 6 sapeurs-pompiers volontaires participant à la formation de chef d'agrès organisée par le Service Départemental d'Incendie et de Secours du Morbihan (SDIS 56). Leur moyenne d'âge est de 32,33 ans (écart-type : 7,39). Leur expérience en tant que sapeur-pompier est de 10,67 ans en moyenne (écart-type : 1,21). Un contrat moral concernant leur anonymat a été passé dans le cadre de cette étude (Cf. Demande d'autorisation et Formulaire de consentement en annexe A.1). Afin de garantir cette relative confidentialité, les protagonistes ont été nommés à l'aide d'un code correspondant à leur ordre de passage au cours de l'étude de Chef–1 à Chef–6.

Cette formation pratique fait suite à une formation théorique portant principalement sur les procédures opérationnelles standards relevant du statut de chef d'agrès. L'ensemble des stagiaires présents a ainsi dû préalablement valider cette première partie au cours d'une évaluation écrite.

4.1.2 Contexte de l'étude

La présente étude a été réalisée dans le contexte des sessions pratiques de formation des chefs d'agrès organisées par le SDIS 56. Au cours d'une urgence, le chef d'agrès est habituellement le premier officier à arriver sur place accompagné de son équipe. Sa responsabilité est de prendre rapidement en charge les premières mesures d'urgence. Le chef d'agrès est en charge d'un camion d'intervention composé de cinq membres d'équipe : le conducteur, le binôme d'alimentation (BAL) et le binôme d'attaque (BAT). Le conducteur a pour rôle de conduire le camion sur les lieux de l'incident et éventuellement de gérer l'alimentation en eau des lances à incendie pour les équipiers attaquant le feu. Le BAL est en charge de l'alimentation en eau des lances à incendie et éventuellement du soutien des équipiers attaquant le feu. Le BAT quant

à lui, a pour mission d'explorer les lieux de l'incident et d'attaquer le feu avec les lances. Ces fonctions, bien qu'étant parfaitement définies, sont susceptibles d'être modifiées au cours d'une manœuvre en fonction des besoins réels du terrain. Ainsi, par exemple, la découverte par le BAT d'une victime inconsciente et ne ventilant pas va amener ce dernier à appliquer directement les secours adéquats délaissant un instant sa mission première d'extinction du feu. Cette mission pouvant incomber, par l'intermédiaire des ordres du chef d'agrès, au BAL pourtant initialement requis pour la mise en eau des lances à incendie. Cette flexibilité des fonctions réellement remplies sur le terrain fait directement écho à ce décalage entre les notions de "rôle" (officiel) et de "fonction" (effective), mentionné dans la section 2.1.1.2, et portant sur le concept de boucles de coordination fonctionnelles (Peffer *et al.*, 2008).

La formation pratique s'est déroulée sur deux semaines non consécutives, à un mois d'intervalle environ (respectivement fin Octobre 2013 et fin Novembre 2013). La première semaine s'est déroulée sur le terrain d'un hôpital désaffecté et situé à La Roche-Bernard (56). Cet espace a permis à l'équipe formatrice d'organiser des mises en situation proches des interventions incendie en milieu urbain. Cette semaine est appelée "en fumée froide" dans la mesure où les simulations d'incendie reposent sur l'utilisation de machines à fumée reproduisant des conditions de visibilité réduites. Au fil de cette semaine, les mises en situation sont construites et considérées par les formateurs comme étant progressivement plus difficiles et requérant de la part des stagiaires de remplir de plus en plus d'objectifs pédagogiques, amenant ces derniers à réaliser l'ensemble des fonctions qui incombent à leur rôle.

La deuxième semaine s'est déroulée à l'école départementale des sapeurs-pompiers du Calvados (Vaudry). Ce terrain spécialement conçu pour la formation pratique de stagiaires de tous niveaux s'appuie sur des infrastructures permettant des mises en situation au plus proche du contexte réel d'intervention. Il est constitué de plusieurs types de bâtiments : immeuble de six étages, centre commercial, station-service, résidence pavillonnaire ou de structures métalliques pouvant constituer des dangers non négligeables (camion-citerne, voiture, citerne de gaz, rack de bouteilles de gaz) [1]. L'ensemble de ces éléments matériels sont constitués de conduites de gaz et d'un système de refroidissement à eau permettant à un technicien du site de simuler l'incendie de celles-ci dans un environnement sécurisé. Par l'intermédiaire d'une télécommande, le technicien peut gérer l'intensité du feu au sein de n'importe quelle structure du site. De cette manière, selon la volonté des formateurs, l'évolution du sinistre peut également être prise en compte au cours des mises en situation (par exemple, si l'équipe met trop de temps à intervenir au goût des formateurs, ces derniers peuvent initier l'augmentation de l'intensité ou la propagation

1. Des photos illustratives du site d'entraînement se trouvent en Annexe A.2

de l'incendie au sein de la structure concernée). Cette évolutivité permise dans la situation de formation renvoie aux principaux critères avancés dans la littérature (avec l'incertitude et la pression temporelle) définissant le caractère dynamique d'une situation (Hoc, 2001a ; Tiberghien, 2002 ; cf. Introduction).

Le caractère réaliste des situations de simulation proposé par ces infrastructures amène les responsables pédagogiques à réaliser l'évaluation finale de cette formation durant cette deuxième semaine. Après une ou deux simulations d'entraînement effectuées par chacun des stagiaires en début de semaine, ces derniers doivent réussir à gérer quatre mises en situation de validation. Ainsi dans le cadre de cette étude, afin de ne pas perturber l'issue finale de cette formation, nous avons été autorisés à étudier uniquement des mises en situation d'entraînement réalisées au cours de la première semaine dite "en fumée froide" et au début de la deuxième semaine sur le terrain d'entraînement de l'école départementale des sapeurs-pompiers du Calvados.

D'un point de vue pédagogique, les participants doivent satisfaire plusieurs objectifs non hiérarchiques durant cette formation pratique :

- correctement positionner le camion d'intervention en fonction des dangers présents sur les lieux et des opérations que l'équipe aura à effectuer ;
- comprendre de manière adéquate la situation et les enjeux sous-jacents en prenant en compte tous les éléments pertinents qui leur sont accessibles (pris directement sur la scène ou à partir d'un témoin éventuel) ;
- donner des ordres cohérents aux différents membres de l'équipe ;
- prendre rapidement en charge les victimes potentielles ;
- contenir et, dans la mesure du possible, éteindre le feu ;
- évaluer les renforts nécessaires.

Cette session pratique de formation des chefs d'agrès a fait préalablement pour le chercheur l'objet d'une semaine en immersion dans le milieu de la formation chez les sapeurs-pompiers ouvrant sur des rencontres riches avec les stagiaires et formateurs. Cette familiarisation avec le terrain d'étude a contribué à une meilleure compréhension des propos des stagiaires et a évité les relances pouvant conduire à un registre explicatif lors du recueil des données.

4.1.3 Recueil des données

Dans le cadre de cette étude, nous avons pris en compte une manœuvre différente pour chacun des six participants. Ces manœuvres intervenant à différents moments au cours des deux semaines de formation n'impliquent pas forcément les mêmes types d'incidents et par là même, les mêmes enjeux. Les manœuvres ont duré entre 6'21" et 18'10" (moyenne = 13'23" ; écart-type = 4'10").

La procédure de recueil des données s'inspire des méthodes d'analyse *in situ* présentées dans le chapitre 1 section 1.2.2. Suivant ces préceptes, trois types de données ont été recueillis :

- des données d'observation relatives à l'activité des stagiaires au cours des mises en situation ;
- des données de communication impliquant les stagiaires au cours des mises en situation ;
- des verbalisations provoquées au cours d'entretiens individuels en re-situ subjectif (Rix et Biache, 2004) suivant directement l'exécution de la manœuvre sur site.

4.1.3.1 Données d'observation

Les données d'observation ont été recueillies grâce à l'enregistrement audiovisuel des comportements du stagiaire lors de la manœuvre qu'il dirige en tant que chef d'agrès. Les situations ont été filmées suivant deux points de vue à l'aide de deux types de caméras vidéo numériques. D'une part, l'utilisation d'une caméra à l'épaule a permis de rendre compte de l'activité du stagiaire d'un point de vue externe fournissant ainsi des données de type extrinsèque (déplacement dans l'espace, gestes, postures). D'autre part, la mise en place d'une caméra embarquée (de type GoPro Hero 3) [2] sur le casque du stagiaire a permis de rendre compte de son activité d'un point de vue subjectif fournissant ainsi des données de type intrinsèque (point de vue du participant dans le cours de l'action). L'ensemble de ce dispositif permet d'enregistrer en continu les actions du stagiaire à la 1re et à la 3e personne (Quidu et Favier-Ambrosini, 2014).

4.1.3.2 Données de communication

Les données d'observation recueillies en cours de situation ont été accompagnées de données de communication correspondant à l'ensemble de celles impliquant le participant. Ces données sont principalement récupérées sur l'enregistrement issu de la caméra embarquée. Elles englobent à la fois les communications adressées et non adressées. Les communications adressées correspondent à toutes verbalisations impliquant autrui, que celui-ci soit un équipier (*e.g.* ordre), un témoin (*e.g.* question), le Centre Opérationnel Départemental d'Incendie et de Secours (CODIS) (message radio) ou une victime pouvant éventuellement se trouver sur les lieux du sinistre (appel pour vérifier une présence humaine). Les communications non adressées correspondent à des

2. Le choix du modèle de caméra embarquée a fait préalablement l'objet d'un travail d'investigation afin de trouver celui qui répondait au mieux aux exigences de notre terrain d'étude. Le bilan de ce travail se trouve en annexe A.4

moments de réflexion en cours de situation se traduisant par des monologues (*e.g. "Donc là, la cave... euh... le tour, ok."*).

Bien que cet outil d'enregistrement reste extrêmement précieux dans la perspective de recueillir l'ensemble des verbalisations du participant en cours d'action, il n'en reste pas moins qu'il doit être considéré par le chercheur avec énormément de rigueur afin de ne pas commettre d'inférences. En effet, tout comme pour les données visuelles mentionnées précédemment, les enregistrements ainsi obtenus ne peuvent pas nous renseigner avec certitude sur les éléments auditifs réellement pris en compte par le participant au cours de la situation.

Afin de palier cet écueil, ces données d'observation et de communication se trouvent complétées par la mise en place d'entretiens en re-situ subjectif opérés avec les participants.

4.1.3.3 Données de verbalisation

Les données de verbalisation ont été recueillies au cours d'entretiens en re-situ subjectif menés *a posteriori* (Rix et Biache, 2004 ; Rix-Lièvre, 2010 ; cf. section 1.2.2.3). Cette forme d'entretien consiste à confronter un acteur aux traces audiovisuelles d'une période de son activité prises de son propre point de vue (dans notre cas, par l'intermédiaire des caméras embarquées sur les casques ; Figure 4.1).

FIGURE 4.1: Entretien en re-situ subjectif

Ces entretiens ont duré entre 13'38" et 33'40" (moyenne = 27'17" ; écart-type = 7'48"). Ils ont été intégralement enregistrés à l'aide d'une caméra

numérique permettant au chercheur de conserver une trace de la correspondance entre verbalisations de l'agent et instants particuliers du décours temporel de la situation étudiée. Tous ces entretiens ont été réalisés par le même chercheur qui a préalablement été formé aux différentes techniques d'interrogation [3] et a préalablement réalisé de tels entretiens au cours d'une précédente étude (Cardin *et al.*, 2013).

Il est important de noter que le chercheur n'étant pas impliqué dans l'équipe pédagogique en charge de la formation, cela favorise la sincérité des propos des participants. Ce type d'entretien reposant sur un véritable contrat de collaboration entre les stagiaires, les formateurs et le chercheur.

4.1.4 Analyse des données

Dans le cadre de notre étude, six manœuvres ont été appréhendées dans leur intégralité, c'est-à-dire de l'appel du CODIS (interprété dans notre cas par les formateurs) annonçant les premières informations de l'incident à gérer jusqu'à ce que la mise en situation soit annoncée terminée par les formateurs. Pour chacune des manœuvres, ce travail s'est articulé autour de deux niveaux d'analyse : synchronique et diachronique. Ces deux niveaux d'analyse faisant suite à une première étape de retranscription de l'ensemble des données recueillies.

Dans un premier temps, l'analyse synchronique consiste à reconstruire la chronique des situations (déroulement temporel) en synchronisant données objectives (comportements et communications) et données subjectives (verbatims). Pour cela, l'analyse synchronique s'appuie sur quatre étapes : (1) La segmentation empirique des séquences relatives aux décisions et projections ; (2) L'identification des unités sémantiques US relatives aux décisions et projections ; (3) Le regroupement des US et identification *a posteriori* des sous-catégories de codage ; (4) La validité du codage.

Dans un second temps, l'analyse diachronique repose sur l'aspect dynamique des processus décisionnels et permet ainsi de répondre à la problématique des comportements adaptatifs du chef d'agrès face aux contraintes de l'environnement. Pour ce faire, l'analyse diachronique s'appuie sur deux étapes : (1) La reconstruction *a posteriori* de la dynamique décisionnelle ; (2) Le regroupement des processus décisionnels typiques.

4.1.4.1 Retranscription

Les films vidéo, issus des deux caméras (à l'épaule et embarquée) utilisées simultanément lors des situations d'étude, ont été visionnés afin de répertorier

3. Formation aux techniques de l'entretien d'explicitation (Niveau 1) organisée par l'OFTEX (Organisme de Formation aux Techniques d'Explicitation) en Octobre 2013.

l'ensemble des comportements des protagonistes. Nous cherchons ici à rendre compte le plus précisément possible des actions des stagiaires d'une façon neutre, c'est-à-dire sans inférence quant à leurs intentions. Ainsi, le vocabulaire employé pour décrire les comportements renvoie à des verbes d'actions simples (*e.g.* se baisse, se tourne vers la gauche, lève le bras). L'utilisation de la caméra embarquée nécessite lors de cette étape d'extrêmes précautions de la part du chercheur. Par exemple, si l'image vidéo témoigne d'un mouvement de la tête vers un objet particulier, cela ne veut pas nécessairement signifier que l'agent prend en compte à ce moment un quelconque élément, même saillant, au sein de l'environnement. Ainsi, dans la perspective de respecter le point de vue extrinsèque sur les actions de l'agent, une phrase telle que *"l'agent regarde les fumées sortir du bâtiment"* ne peut être de mise car il témoignerait d'une interprétation de notre part. Dans ce cas précis, afin de se dédouaner de toute inférence, le chercheur retranscrira par exemple de la façon suivante : "l'agent lève la tête". Face à cette limite, le chercheur ne peut utiliser les enregistrements vidéo subjectifs seuls et donc faire l'économie d'entretiens organisés avec l'agent afin d'extraire ce qui fait sens pour lui dans la situation vécue (Schmitt, 2012).

Tps	Localisation du Chef d'agrès	En présence de :						Actions du chef	Communications en situation	Verbalisations en cours d'entretien en re-situ subjectif
		BAL-1	BAL-2	BAT1	BAT2	Conducteur	Témoin			
2'19"	Camion	x	x	x	x	x		Se saisit du micro	**« Ouais CODIS Formation de FPT Formation. Le FPT se présente sur les lieux. »**	
2'23"	Camion	x	x	x	x	x	x	Entrouvre sa fenêtre	Témoin : « vite, vite ! » **« On arrive, on arrive, on arrive, on arrive, on arrive. Restez là. On arrive. »**	**Et puis là, quand le témoin arrive, je lui dis de faire attention, de s'écarter, « On arrive. Ne vous inquiétez pas. Écartez vous, écartez vous. » Pour éviter l'accident parce qu'il allait venir sous le camion.**
2'27"	Camion	x	x	x	x	x	x	Fait un geste de la main	**« Mettez-vous sur le côté. »**	
2'29"	Camion	x	x	x	x	x		Se tourne vers l'avant et tend le bras vers la gauche	**« Avance, avance, avance, avance, avance, avance, avance, avance, avance… Avance, avance… Ok, stop. »**	**Du coup le conducteur allait stopper. Je lui ai demandé d'aller plus loin, de pousser beaucoup plus loin.** **Parce qu'après avoir vu le local où ça fumait, j'ai un peu anticipé ma manœuvre. Je savais que j'allais forcément faire une LDV 40, une grosse lance sur division alimentée. Dans ma tête, je savais déjà ça allait être ça. Donc j'ai anticipé sur la longueur de tuyau. Parce que sinon je serais arrivé trop près en face de la fenêtre. Et puis ça aurait été le chantier avec les tuyaux. Donc du coup, je lui ai demandé d'avancer beaucoup plus loin pour avoir plus de longueur pour le champ contracté.**

FIGURE 4.2: Retranscription des données d'observation, de communication et des entretiens en re-situ subjectifs

Pour cette raison, l'ensemble des données a été regroupé au sein d'un tableau composé de six volets, respectant le décours temporel de la situation d'étude, ceci afin de préparer au mieux l'analyse des contenus (cf. figure 4.2 illustrant une séquence de 20 secondes extraite d'une des situations étudiées et qui va servir de fil conducteur illustratif de notre méthode d'analyse). Le premier volet correspond au décompte temporel de la manœuvre, considérant comme temps d'origine l'appel du CODIS signifiant au chef d'agrès

certaines informations concernant l'incident à gérer (localisation, type d'incident, type de structure, éventuellement la présence de civils sur les lieux, etc.). Le deuxième volet renvoie la localisation du Chef d'agrès au cours de la manœuvre. Le troisième volet référence la présence éventuelle d'autres personnes (membres de l'équipe ou civils), la croix signifiant que le protagoniste est considéré sur le même lieu que le chef d'agrès. Le quatrième volet informe sur les comportements du chef décrits à partir de verbes d'actions. Le cinquième volet rassemble l'ensemble des communications (celles du chef d'agrès spécifiées en gras) adressées et non adressées au cours de la situation. Le dernier volet décrit l'ensemble des verbalisations recueillies au cours des entretiens en re-situ subjectif. L'ensemble de ces volets ont été placés en vis à vis permettant de reconstruire la chronique des manœuvres.

4.1.4.2 Analyse synchronique

La première partie de notre analyse s'est construite en référence à la procédure détaillée par Strijbos *et al.* (2006) et portant sur l'analyse d'unités thématiques. Cette dernière consiste à segmenter les données qualitatives en différents thèmes (ou US) utilisés comme unités d'analyse. Strijbos *et al.* (2006) proposent une méthode d'analyse en deux temps : a) La segmentation ; b) Le codage. La première consiste à découper en unité de signification indépendante du schème de codage utilisé amenant les chercheurs à déceler les ruptures dans le flux des données étudiées. Une fois que cette segmentation est figée et validée entre les chercheurs, la seconde étape consiste alors à coder les différents segments obtenus.

Segmentation empirique des séquences vécues

Dans le cadre de cette étape, le travail a consisté à s'appuyer sur l'ensemble de nos données (observations, communications et verbalisations) afin de repérer dans la chronique des manœuvres les points de rupture dans l'activité du chef d'agrès, témoignant des changements de préoccupation. Ce travail de segmentation s'est de cette manière appliqué à deux objets d'étude distincts : les décisions et les projections du chef d'agrès.

Identification des séquences relatives à la décision

Le travail de détection des décisions propres au chef d'agrès s'est appuyé à la fois sur des critères de fond et de forme.

Critères de fond : les US

Par hypothèse, nous considérons la prise de décision comme la manifestation d'un couplage entre contexte et processus cognitifs activés par le sujet. Ce couplage constitue une sorte "d'enveloppe" dont les processus d'ouverture (état initial) et de fermeture (état final) témoignent du caractère dynamique de l'activité du sujet en cours de situation. Celle-ci peut se déceler au sein

des données d'observation et de communication recueillies en situation mais également au sein des verbalisations obtenues *a posteriori* en entretien. L'ensemble de ces données se complétant et constituant les indices révélateurs de l'ouverture et de la fermeture de cette enveloppe. Ainsi, une action nouvelle entreprise (données d'observation et de communication) et/ou une nouvelle intention du chef d'agrès (données de verbalisation) peuvent témoigner d'un moment de rupture synonyme de l'ouverture d'une nouvelle unité (*e.g. "Je lui dis de faire attention [...] pour éviter l'accident [...]"*. A l'inverse, l'absence d'action manifeste associée à la révélation de l'atteinte d'un résultat (données de verbalisation) peuvent témoigner de la fermeture d'une unité (*e.g. "Là, j'ai transmis toutes les informations à mes équipiers."*).

Critères de forme : les connecteurs linguistiques

L'appui des critères de fond peut se compléter par des critères de forme appliqués aux données de verbalisation. A l'image de certains connecteurs linguistiques tels que "ensuite", "et puis là", "à ce moment là", ceux-ci peuvent dévoiler les moments de rupture dans le déroulement de l'action en manifestant le passage pour le sujet d'un élément de préoccupation (un but recherché) à un autre (*e.g. "Et puis là, quand le témoin arrive, je lui dis de faire attention..."*).

En reprenant notre exemple (cf. figure 4.3), trois moments distincts peuvent ainsi en être extraits illustrant trois prises de décision successives de la part du chef d'agrès.

Prise de décision	Tps	Localisation du Chef d'agrès	En présence de :						Actions du chef	Communications en situation	Verbalisations en cours d'entretien en re-situ subjectif
			BAL-1	BAL-2	BAT-1	BAT-2	Conducteur	Témoin			
	2'19"	Camion	x	x	x	x	x		Se saisit du micro	**« Ouais CODIS Formation de FPT Formation. Le FPT se présente sur les lieux. »**	
	2'23"	Camion	x	x	x	x	x	x	Entrouvre sa fenêtre	Témoin : « vite, vite ! » **« On arrive, on arrive, on arrive, on arrive, on arrive. Restez là. On arrive. »**	**Et puis là, quand le témoin arrive, je lui dis de faire attention, de s'écarter, « On arrive. Ne vous inquiétez pas. Écartez vous, écartez vous. » Pour éviter l'accident parce qu'il allait venir sous le camion.**
	2'27"	Camion	x	x	x	x	x	x	Fait un geste de la main	**« Mettez-vous sur le côté. »**	
	2'29"	Camion	x	x	x	x	x		Se tourne vers l'avant et tend le bras vers la gauche	**« Avance, avance, avance, avance, avance, avance, avance, avance, avance… Avance, avance… Ok, stop. »**	**Du coup le conducteur allait stopper. Je lui ai demandé d'aller plus loin, de pousser beaucoup plus loin.** **Parce qu'après avoir vu le local où ça fumait, j'ai un peu anticipé ma manœuvre.** **Je savais que j'allais forcément faire une LDV 40, une grosse lance sur division alimentée. Dans ma tête, je savais déjà que ça allait être ça. Donc j'ai anticipé sur la longueur de tuyau. Parce que sinon je serais arrivé trop près en face de la fenêtre. Et puis ça aurait été le chantier avec les tuyaux. Donc du coup, je lui ai demandé d'avancer beaucoup plus loin pour avoir plus de longueur pour le champ contracté.**

FIGURE 4.3: Segmentation empirique des séquences relatives à la décision

Identification des séquences relatives aux projections

Lors de cette phase, il s'agit pour le chercheur de réaliser le même travail que dans la section précédente mais en ne s'intéressant non plus aux décisions effectivement prises par le chef d'agrès au cours des situations étudiées, mais aux projections que ce dernier a pu faire dans ces moments précis. Dans cette perspective, tout le travail du chercheur consiste à s'appuyer sur des critères de fond et des critères de formes (marqueurs linguistiques) afin de découper l'activité en projections distinctes.

Critères de fond

Par hypothèse, le concept de "projection" fait référence à tout raisonnement hypothétique construit par le chef d'agrès en cours de manœuvre. Ces projections peuvent porter sur la situation à laquelle le chef d'agrès se trouve confronté (*e.g. "Quand il m'a dit que c'était une cave, je me suis tout de suite dit que ça risquait de chauffer très vite."*) mais également sur la manœuvre à mettre en place (*e.g. "Là, je me rends compte qu'il va falloir faire un endigage pour éviter la pollution."*). Bien que ce type de raisonnement puisse parfois être mentionné par le chef d'agrès en cours de situation (apparaissant par conséquent dans notre tableau de données dans le volet des "communications en situation"), les verbalisations obtenues par entretien en re-situ en constituent le champ principal.

Il est important de noter que cette notion de "projection" telle que nous l'avons considérée, bien que pouvant éventuellement se substituer au concept de "planification" (Thuilliez *et al.*, 2005) lorsque que celle-ci s'appliquait à des actions à réaliser (*e.g. "on avait ça encore à faire"*), ne peut totalement se confondre avec celle de "prédiction" lorsque celle-ci s'applique à des éléments de l'environnement (*e.g. "... ça risquait de chauffer très vite"*). En effet, telle que peut être définie la prédiction ("détection d'événements futurs" ; Klein *et al.*, 2007b), il ne semble s'apparenter qu'à une dimension temporelle (en l'occurrence orientée vers le futur) des événements. Cependant, les projections élaborées par les agents sur le terrain ne s'appliquaient pas exclusivement au futur de la situation comme des choses qui **seront** susceptibles de se produire. En effet, celles-ci peuvent également s'appliquer à des choses susceptibles de se produire au moment même où elles se trouvent mentionnées, voire même à des choses s'étant préalablement produites mais demeurant ignorées du principal intéressé. C'est le cas par exemple lorsqu'un des participants dit en entretien *"Je me demandais à ce moment là s'il y avait des victimes à l'étage et dans quel état elles pouvaient déjà se trouver"*. **Ainsi, les projections telles que nous les abordons dans notre étude s'apparentent moins à l'aspect temporel des événements qu'au degré d'incertitude (du point de vue de l'agent) qui y est lié**. C'est la raison pour laquelle, nous avons également décidé de considérer comme projection toutes commu-

nications en cours de situation (principalement apparentées à des questions posées au témoin) intégrant des éléments précis ne pouvant qu'émaner d'un raisonnement basé sur des suppositions. Ainsi par exemple, le chef d'agrès ne peut poser à un témoin la question suivante, *"Est-ce qu'il y a des mobylettes ou des bidons d'essence dans vos caves ?"*, que s'il a fait préalablement l'hypothèse que dans les caves pouvait fréquemment se trouver précisément ce type de produits dangereux. Cette notion d'incertitude se trouve plus explicitement abordée par la suite (cf. section 4.1.4.2).

Critères de forme : les marqueurs linguistiques

Cependant, la détection des projections n'est pas nécessairement toujours explicite et requiert la contribution de marqueurs linguistiques décelés dans les verbalisations et témoignant d'un raisonnement hypothétique de la part du chef d'agrès. Ces marqueurs linguistiques peuvent être de plusieurs ordres (ces derniers sont mis en évidence dans notre exemple en figure 4.4). L'emploi par l'agent de certains temps de conjugaison, que ce soit au cours de la situation étudiée ou de l'entretien *a posteriori* constitue un des principaux indices attestant d'une "logique projectionnelle" de la part de celui-ci. De la sorte, l'utilisation du conditionnel ou du futur antérieur au cours des entretiens en re-situ subjectif (*e.g. "... ça serait un peu plus raide."* ; *"... ça aurait été le chantier avec les tuyaux."*) témoigne d'hypothèses faites par l'agent en cours de situation et restituées par celui-ci en cours d'entretien. L'équivalent de ces marqueurs linguistiques au cours de la situation (et donc apparaissant dans la colonne "communications en situation" du tableau) est l'emploi du futur simple de l'indicatif (*e.g. "... je prendrai les deux chefs, d'accord. Comme ça, on fera la reco ensemble."*). Une autre catégorie de marqueurs linguistiques pourrait faire référence à tout ce qui appartiendrait au registre explicatif. De ce fait, l'emploi de termes tels que "parce que sinon...", "c'était pour...", "pour que..." lors des entretiens permet au chercheur d'accéder au raisonnement de l'agent s'appuyant sur des projections en cours de situation afin de prendre ses décisions et d'agir en situation. Ce registre explicatif témoignant en majeur partie de projections pouvant s'apparenter à la poursuite d'objectifs (*"c'était pour..."*) ou à la mention d'attentes de la part de l'agent (*"parce que sinon..."*). Une dernière catégorie de marqueurs concerne les termes explicitement orientés vers une "logique projectionnelle" de la part de l'agent tels que *"j'ai anticipé..."*, *"ça risquait de..."*, *"il allait faire..."*, *"on avait ça encore à faire"*.

Codage des US

Une fois que la segmentation des décisions et des projections a été réalisée, le travail d'analyse s'est orienté vers le codage des US identifiées. Cette procédure s'est appuyée successivement et de façon complémentaire sur une démarche de catégorisation théorique puis empirique.

Prise de décision	Tps	Localisation du Chef d'agrès	En présence de :						Actions du chef	Communications en situation	Verbalisations en cours d'entretien en re-situ subjectif	Projections
			BAL-1	BAL-2	BAT-1	BAT-2	Conducteur	Témoin				
	2'19"	Camion	x	x	x	x	x		Se saisit du micro	« Ouais CODIS Formation de FPT Formation. Le FPT se présente sur les lieux. »		
	2'23"	Camion	x	x	x	x	x	x	Entrouvre sa fenêtre	Témoin : « vite, vite ! » « On arrive, on arrive, on arrive, on arrive, on arrive. Restez là. On arrive. »	Et puis là, quand le témoin arrive, je lui dis de faire attention, de s'écarter, « On arrive. Ne vous inquiétez pas. Écartez vous, écartez vous. »	Pour éviter l'accident parce qu'il allait venir sous le camion.
	2'27"	Camion	x	x	x	x	x	x	Fait un geste de la main	« Mettez-vous sur le côté. »		
	2'29"	Camion	x	x	x	x	x		Se tourne vers l'avant et tend le bras vers la gauche	« Avance, avance, avance, avance, avance, avance, avance, avance, avance… Avance, avance… Ok, stop. »	Du coup le conducteur allait stopper. Je lui ai demandé d'aller plus loin, de pousser beaucoup plus loin.	Parce qu'après avoir vu le local où ça fumait, j'ai un peu anticipé ma manœuvre. Je savais que j'allais forcément faire une LDV 40, une grosse lance sur division alimentée. Dans ma tête, je savais déjà ça allait être ça.
												Donc j'ai anticipé sur la longueur de tuyau. Parce que sinon je serais arrivé trop près en face de la fenêtre. Et puis, ça aurait été le chantier avec les tuyaux. Donc du coup, je lui ai demandé d'avancer beaucoup plus loin pour avoir plus de longueur pour le champ contracté.

FIGURE 4.4: Segmentation empirique des séquences relatives aux projections

Catégorisation théorique Analyse/Action

Dans le cadre du métier de sapeurs-pompiers, et qui plus est de chef d'équipe, la notion d'incertitude demeure omniprésente, conférant ainsi à leur activité décisionnelle, comme dans de nombreux métiers à risques, un caractère singulier. Reprenant leur définition initiale de l'incertitude (Lipshitz et Strauss, 1997 ; cf. chapitre 1 section 1.1.2.3), Lipshitz *et al.* (2007) ont avancé que cette nature incertaine caractérisant les situations auxquelles les sapeurs-pompiers chefs d'équipes étaient confrontés menaient ces derniers à deux types de décision : i) Décider de quelle manière faire face à l'incertitude qui n'est pas couverte par les procédures disponibles ; ii) Décider quelle procédure appliquée à la situation donnée et comment l'adapter à la situation. La première catégorie fait directement référence à ce que les formateurs sapeurs-pompiers appellent eux-mêmes la "reconnaissance de la situation", durant laquelle l'agent doit mener une recherche d'informations afin d'écarter toute ambiguïté liée à certains "manques" dans son processus de compréhension des événements. Cette prospection permet à l'agent de cerner totalement le problème auquel il fait face et les enjeux qui y sont liés afin d'y associer les procédures adéquates. La deuxième catégorie fait référence à l'ensemble des décisions prises dans le cadre de la manœuvre à mettre en place, c'est-à-dire de l'ensemble des actions, ordres, informations transmises aux équipiers et autres messages radios : ces décisions doivent être adaptées à la situation courante et ont pour objet de répondre spécifiquement à un incident. C'est autour de cette "dichotomie décisionnelle" Analyse/Action [4]

4. Cette dichotomie Analyse/Action caractérisant l'activité décisionnelle en environnement incertain se retrouve également dans de nombreux autres travaux. Ainsi par exemple,

que notre système de catégorisation théorique s'est constitué (Lipshitz *et al.*, 2007).

Ce système de catégorisation théorique a été appliqué de manière indépendante sur les décisions et projections identifiées lors de la phase de segmentation. Pour faciliter l'analyse des données, cette catégorisation théorique "Analyse/Action" s'illustre dans notre exemple (Figure 4.5) par la mise en place d'un code couleur : rouge pour l'analyse de la situation et bleu pour la mise en place de la manœuvre).

Prise de décision	Tps	Localisation du Chef d'agrès	En présence de :					Comportements du chef	Communications en situation	Verbalisations en cours d'entretien en re-situ subjectif	Projections
			BAL-1	BAL-2	BAT1	BAT2	Conducteur	Témoin				
	2'19"	Camion	x	x	x	x	x		Se saisit du micro	**« Ouais CODIS Formation de FPT Formation. Le FPT se présente sur les lieux. »**		
	2'23"	Camion	x	x	x	x	x	x	Entrouvre sa fenêtre	Témoin : « vite, vite ! » **« On arrive, on arrive, on arrive, on arrive, on arrive. Restez là. On arrive. »**	**Et puis là, quand le témoin arrive, je lui dis de faire attention, de s'écarter, « On arrive. Ne vous inquiétez pas. Écartez vous, écartez vous. »**	**Pour éviter l'accident parce qu'il allait venir sous le camion.**
	2'27"	Camion	x	x	x	x	x	x	Fait un geste de la main	**« Mettez-vous sur le côté. »**		
	2'29"	Camion	x	x	x	x	x		Se tourne vers l'avant et tend le bras vers la gauche	**« Avance, avance, avance, avance, avance, avance, avance, avance… Avance, avance… Ok, stop. »**	**Du coup le conducteur allait stopper. Je lui ai demandé d'aller plus loin, de pousser beaucoup plus loin.**	**Parce qu'après avoir vu le local où ça fumait, j'ai un peu anticipé ma manœuvre. Je savais que j'allais forcément faire une LDV 40, une grosse lance sur division alimentée. Dans ma tête, je savais déjà ça allait être ça.** **Donc j'ai anticipé sur la longueur de tuyau. Parce que sinon je serais arrivé trop près en face de la fenêtre. Et puis ça aurait été le chantier avec les tuyaux. Donc du coup, je lui ai demandé d'avancer beaucoup plus loin pour avoir plus de longueur pour le champ contracté.**

FIGURE 4.5: Catégorisation théorique des US relatives aux décisions et projections

Concernant les décisions, notre exemple montre une succession de trois US portant sur des actions du chef d'agrès s'intégrant dans le cadre de la manœuvre. Ces dernières ayant pour objet un message d'arrivée transmis au CODIS, suivi par une mise en garde auprès du témoin et un ordre destiné au conducteur du camion. Ces US se trouvent notifiées en bleu au sein du premier volet du tableau.

McLennan *et al.* (2003), dans une perspective formatrice dans le domaine des sapeurs-pompiers, parlent de l'indépendance du développement des connaissances de reconnaissance (*"Know that"*) et procédurales (*"Know how to"*). De même, Osman (2010), par un travail de synthèse de l'ensemble des théories portant sur le contrôle de l'incertitude dans différents domaines, en revient à deux méthodes de réduction de l'incertitude : 1) par extraction, évaluation et estimation (*i.e.* surveillance/prédiction) des informations pertinentes, sur lesquelles baser les actions ; 2) par implémentation des actions (*i.e.* contrôle) sans le besoin de les analyser un long moment auparavant, mais avec le désir de surveiller les effets qu'elles produisent.

Concernant les projections de notre exemple, la première identifiée concerne le témoin, donc qui constitue un élément de la situation, c'est la raison pour laquelle celle-ci se trouve indiquée en rouge ("Projection sur la situation") dans le dernier volet du tableau. En ce qui concerne les deux projections suivantes, qui concernent des éléments de la manœuvre (Planification d'un ordre et anticipation sur la situation éventuelle de l'équipe), celles-ci se trouve colorées en bleu ("Projections sur la manœuvre").

Catégorisation empirique

A la suite de cette catégorisation théorique, ce travail d'analyse se prolonge par une procédure de catégorisation empirique de manière indépendante sur les décisions et projections. Il s'agit plus précisément dans ce cas de déceler les différents "thèmes" sur lesquels portent les US détectées au sein du tableau de données.

Dans notre exemple de séquence, on peut ainsi distinguer trois types de décision distinctes s'ancrant dans la catégorie de mise en place de la manœuvre. La première constitue tout simplement un message radio transmis au CODIS et informant ce dernier de l'arrivée de l'équipe d'intervention sur les lieux. La seconde porte plus particulièrement sur une action perpétrée par le chef d'agrès lui-même qui interagit directement avec le témoin afin que ce dernier ne s'approche pas trop près du camion. La troisième fait référence à un ordre transmis au conducteur afin d'indiquer à ce dernier où il doit garer le camion. Ces trois types de décision se trouvent de cette manière précisés dans la première colonne du tableau (Figure 4.6).

Prise de décision	Tps	Localisation du Chef d'agrès	En présence de :						Actions du chef	Communications en situation	Verbalisations en cours d'entretien en re-situ subjectif	Projections
			BAL-1	BAL-2	BAT-1	BAT-2	Conducteur	Témoin				
Message	2'19"	Camion	x	x	x	x	x		Se saisit du micro	**« Ouais CODIS Formation de FPT Formation. Le FPT se présente sur les lieux. »**		
Action	2'23"	Camion	x	x	x	x	x	x	Entrouvre sa fenêtre	Témoin : « vite, vite ! » **« On arrive, on arrive, on arrive, on arrive, on arrive. Restez là. On arrive. »**	**Et puis là, quand le témoin arrive, je lui dis de faire attention, de s'écarter, « On arrive. Ne vous inquiétez pas. Écartez vous, écartez vous. »**	**Pour éviter l'accident parce qu'il allait venir sous le camion.**
	2'27"	Camion	x	x	x	x	x	x	Fait un geste de la main	**« Mettez-vous sur le côté. »**		
Ordre	2'29"	Camion	x	x	x	x	x		Se tourne vers l'avant et tend le bras vers la gauche	**« Avance, avance, avance, avance, avance, avance, avance, avance, avance… Avance, avance… Ok, stop. »**	**Du coup le conducteur allait stopper. Je lui ai demandé d'aller plus loin, de pousser beaucoup plus loin.**	**Parce qu'après avoir vu le local où ça fumait, j'ai un peu anticipé ma manœuvre. Je savais que j'allais forcément faire une LDV 40, une grosse lance sur division alimentée. Dans ma tête, je savais déjà ça allait être ça.**
												Donc j'ai anticipé sur la longueur de tuyau. Parce que sinon je serais arrivé trop près en face de la fenêtre. Et puis, ça aurait été le chantier avec les tuyaux. Donc du coup, je lui ai demandé d'avancer beaucoup plus loin pour avoir plus de longueur pour le champ contracté.

FIGURE 4.6: Identification empirique des sous-catégories

Concernant les projections impliquées par notre exemple, la première concerne le témoin présent sur les lieux et requérant de ce fait, comme tout civil, une protection de la part de l'équipe d'intervention. Comme dit précédemment, la seconde projection fait état de la planification d'un ordre qui sera donné ultérieurement au BAT. La troisième projection, quant à elle, fait mention de la situation, de l'état dans lequel l'équipe pourrait éventuellement se trouver par la suite au cours de cette manœuvre (Figure 4.7).

Prise de décision	Tps	Localisation du Chef d'agrès	En présence de :						Actions du chef	Communications en situation	Verbalisations en cours d'entretien en re-situ subjectif	Projections
			BAL-1	BAL-2	BAT-1	BAT-2	Conducteur	Témoin				
Message	2'19"	Camion	x	x	x	x	x		Se saisit du micro	**« Ouais CODIS Formation de FPT Formation. Le FPT se présente sur les lieux. »**		
Action	2'23"	Camion	x	x	x	x	x	x	Entrouvre sa fenêtre	Témoin : « vite, vite ! » **« On arrive, on arrive, on arrive, on arrive, on arrive. Restez là. On arrive. »**	**Et puis là, quand le témoin arrive, je lui dis de faire attention, de s'écarter, « On arrive. Ne vous inquiétez pas. Écartez vous, écartez vous. »**	**Pour éviter l'accident parce qu'il allait venir sous le camion.** **Civil**
	2'27"	Camion	x	x	x	x	x	x	Fait un geste de la main	**« Mettez-vous sur le côté. »**		
Ordre	2'29"	Camion	x	x	x	x	x		Se tourne vers l'avant et tend le bras vers la gauche	**« Avance, avance, avance, avance, avance, avance, avance, avance, avance… Avance, avance… Ok, stop. »**	**Du coup le conducteur allait stopper. Je lui ai demandé d'aller plus loin, de pousser beaucoup plus loin.**	**Parce qu'après avoir vu le local où ça fumait, j'ai un peu anticipé ma manœuvre. Je savais que j'allais forcément faire une LDV 40, une grosse lance sur division alimentée. Dans ma tête, je savais déjà ça allait être ça.** **Ordre**
												Donc j'ai anticipé sur la longueur de tuyau. Parce que sinon je serais arrivé trop près en face de la fenêtre. Et puis ça aurait été le chantier avec les tuyaux. Donc du coup, je lui ai demandé d'avancer beaucoup plus loin pour avoir plus de longueur pour le champ contracté. **Etat équipe**

FIGURE 4.7: Identification empirique des sous-catégories relatives aux projections

Regroupement des US et identification *a posteriori* des sous-catégories

Dans le cadre de cette étude, l'ensemble de cette procédure d'analyse s'étend à l'intégralité des six manœuvres étudiées. Une fois la segmentation et l'identification de sous-catégories réalisées, le travail consiste à déceler des similitudes éventuelles entre les différents apprentis chefs d'agrès. Concrètement, le travail du chercheur ici consiste, à partir d'approximations successives sur les thèmes identifiés, à faire des regroupements par association d'US. Cette catégorisation empirique (Corbin et Strauss, 2008) est réalisée dans le but d'obtenir des thèmes récurrents au sein de l'activité décisionnelle des stagiaires. Ces regroupements permettant finalement d'établir des sous-catégories typiques pouvant témoigner de la redondance de certaines structures décisionnelles au sein de l'activité d'un seul individu au cours d'une même situation ou

au sein de l'activité de plusieurs individus au cours de différentes situations. Ces sous-catégories constituant *in fine* notre schème de codage.

Validité de l'analyse

La procédure de validité de l'analyse synchronique s'appuie sur trois critères principaux : exhaustivité, exclusivité et fidélité (Corbin et Strauss, 2008).

Exhaustivité

Selon le critère d'exhaustivité, toute unité d'analyse (unité sémantique) doit être codée, n'en écartant par conséquent aucune de la procédure. Une fois que l'ensemble des données de nouveaux participants peut être assimilé aux données précédentes, sans nécessité la création d'une nouvelle sous-catégorie au sein de notre schème de codage, un phénomène de saturation des données est atteint. Le schème de codage fait dès lors preuve d'assez de robustesse pour illustrer correctement la diversité des structures décisionnelles de stagiaires chef d'agrès en situation pratique de formation.

Exclusivité

Selon le critère d'exclusivité mutuelle, les unités d'analyse ne peuvent présenter d'ambiguïté face à la catégorisation et n'appartenir par conséquent qu'à une seule catégorie.

Fidélité

Selon le principe de fidélité, le regroupement des unités d'analyse doit être univoque. Comme il a pu être mentionné au début de la description de cette procédure d'analyse synchronique des données, le travail de la présente étude s'est construit autour de la procédure décrite par Strijbos *et al.* (2006). D'après ces auteurs, la procédure de validité des regroupements d'unités d'analyse s'articule autour de deux objets : la segmentation et le codage.

Segmentation

Le test de validité de la segmentation par analyse thématique repose sur un test d'accord inter-codeurs réalisé, après phase d'entraînement, sur une manœuvre complète. Ce test d'accord comporte une limite haute et limite basse dans la mesure où le pourcentage d'accord dépend du nombre de segments décelés par chacun des codeurs. En d'autres termes, suivant qu'est pris en référence le nombre de segments trouvés par l'un ou l'autre des codeurs, le pourcentage d'accord ne sera pas forcément le même. Le processus de segmentation est considéré comme valide à partir du moment ou la limite basse du pourcentage d'accord entre deux juges se trouvent au-dessus de 80%. L'ensemble des segments pouvant constituer un point de litige entre les juges faisant par la suite l'objet de discussion afin d'obtenir un consensus. Dans le cadre de notre étude, ce test de validité s'applique à la fois à la segmentation

des décisions et des projections (section 4.1.4.2).

Codage

Une fois que le processus de segmentation est établi sur la manœuvre en question, il convient d'y tester la validité du codage des sous-catégories (composant notre schème). Tout comme pour la segmentation, la validité du codage repose sur une procédure inter-codeurs réalisée, après phase d'entraînement à l'utilisation du schème de codage. Le degré d'accord entre les juges est dans ce cas calculé à l'aide d'un coefficient *Kappa* de Cohen (1960). Ce test est associé à une table d'interprétation du coefficient issu des travaux de Landis et Koch (1977) associant un accord très satisfaisant à partir d'un coefficient *Kappa* au-dessus de 0,80. De même, à l'issue de ce résultat les points de litiges se trouvent l'objet de discussions entre juges afin d'établir un consensus [5].

4.1.4.3 Analyse diachronique

Une fois l'identification des US réalisée en relation avec l'objet d'étude choisi, en l'occurrence l'activité décisionnelle, le travail du chercheur peut s'orienter vers une compréhension de la décision "en train de se faire". Cet aspect dynamique de la construction décisionnelle n'est de cette manière pas sans rappeler l'évolution des recherches au sein de la *Team cognition* appréhendant depuis peu les processus de construction de compréhension partagée *in situ* (Bourbousson, 2010; Keukelaere, 2012) et mentionnées dans le chapitre 2 section 2.1.2. L'objectif de cette étape est de mettre en évidence la dynamique des processus telle qu'elle s'est produite en cours de situation (*i.e.* l'enchaînement des décisions).

Reconstruction *a posteriori* de la dynamique décisionnelle

Lors de cette phase d'analyse, le travail du chercheur consiste, à partir de l'identification des US relatives aux décisions et projections établie précédemment, à reconstruire le déroulement du processus décisionnel. Plus concrètement, il s'agit ici de s'appuyer sur des critères de fond (significations) et de formes (marqueurs linguistiques) mettant en perspective l'aspect "chrono-logique" de l'activité décisionnelle des stagiaires chefs d'agrès.

Critères de fond : les significations

Certains liens peuvent être trouvés en s'intéressant à l'objet même sur lequel les US portent (*e.g.* un civil ou un ordre en particulier). En effet, plusieurs US au sein d'une même manœuvre peuvent concerner un objet similaire et apparaître à différents moments au cours de la situation. Le travail revient

5. Une fois la fiabilité inter-codeurs établie pour la segmentation et le codage, témoignant d'une procédure d'analyse fiable, l'ensemble des autres manœuvres peut être codé suivant le même protocole par un seul chercheur.

dès lors à “pister” ces éléments significatifs au fil de la manœuvre pour mettre en avant leurs évolutions de traitement par le stagiaire.

Critères de forme : les marqueurs linguistiques

Les liens entre US peuvent également être mis en évidence en s’appuyant sur le modèle des opérations logico-discursives (Caron-Pargue et Caron, 1989). Dans le cadre de notre étude, ce modèle d’analyse a permis d’identifier certains marqueurs linguistiques au sein des verbalisations (que celles-ci soient issues directement de la situation ou de l’entretien en re-situ subjectif) témoignant de cette chronologie de raisonnement. Ainsi, des termes “chrono-logiques” tels que *“après que…”*, *“à partir de là…”* ou *“Donc du coup…”* constituent à notre sens des indices solides témoignant de l’agencement temporel entre US. Une autre catégorie de marqueurs appartenant plus au registre explicatif peut également être utilisé en ce sens. Par exemple *“parce que…”* ou *“pour éviter…”* témoignent de l’intention de l’agent en situation et peuvent nous permettre également de reconstituer les liens chronologiques entre US que celles-ci soit relatives à ses décisions ou à ses projections (Figure 4.8).

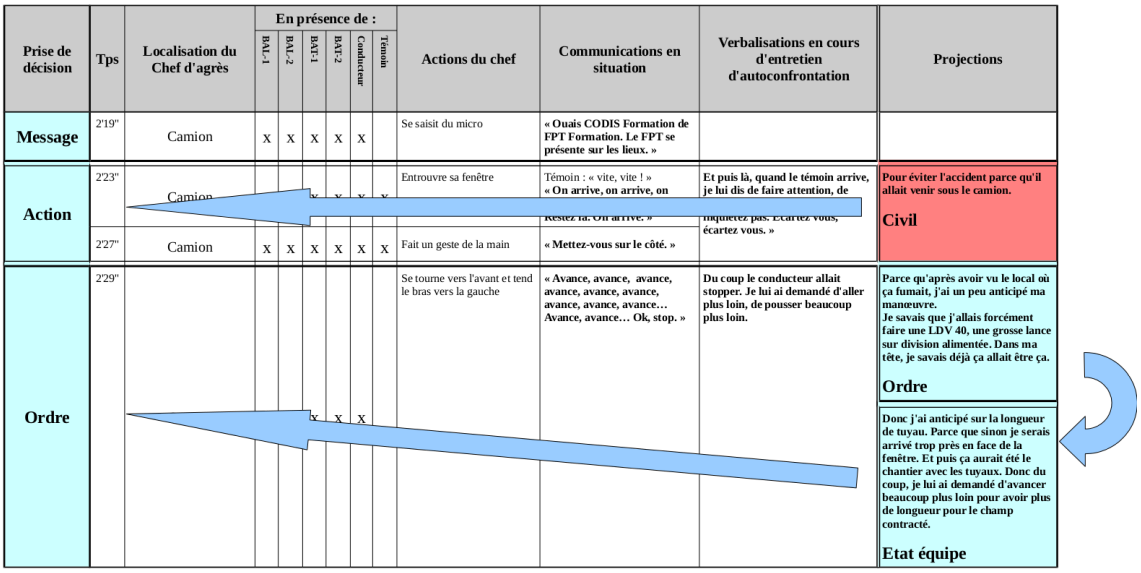


FIGURE 4.8: Reconstruction *a posteriori* de la dynamique décisionnelle

Regroupement des processus décisionnels typiques

Une fois que la dynamique décisionnelle est établie pour l’intégralité des manœuvres, le chercheur se livre à un regroupement des processus décisionnels redondants. Tout comme lors de la phase décrite en section 4.1.4.2, il s’agit de déceler les ressemblances entre différentes séquences afin d’en extraire celles pouvant apparaître comme typiques de l’activité décisionnelle de stagiaires chef d’agrès.

4.2 Résultats

Nos résultats sont présentés suivant les deux niveaux d'analyse que sont :

1. l'analyse synchronique (section 4.2.1) ;
2. l'analyse diachronique (section 4.2.2).

4.2.1 Analyse synchronique

4.2.1.1 Segmentation empirique des situations vécues

La segmentation empirique des séquences relatives aux décisions et projections a permis de dénombrer sur l'ensemble des six manœuvres **306 US relatives à des décisions** (*"J'attrape le témoin par le pull et je lui dis de rester là"*) et **105 relatives à des projections** (*"Je me suis dis que le témoin était bien capable de rentrer dans l'appartement enfumé et dans ce cas, je me retrouvais avec une deuxième victime"*).

4.2.1.2 Catégorisation théorique des US

Une fois la segmentation des US réalisée, nous avons catégorisé l'ensemble de ces dernières suivant le système théorique "Analyse/Action" (cf. section 4.1.4.2). Cette catégorisation fait apparaître que ces US se répartissent intégralement en fonction d'une de ces deux catégories que ce soit pour a) les décisions ou b) les projections.

Décisions

La catégorie **Analyse de la situation** comprend ainsi **96 US relatives à des décisions**. Ces unités expriment tous les moments où les chefs étaient dans une phase de réflexion ou de recherche d'informations quant à la situation afin de comprendre les événements en cours : *"Qu'est ce qui se passe, monsieur ?"* ; *"Le groupe électrogène se trouve ici... C'est là qu'il y a l'essence ?"* ; *"Là, je regarde sur le plan où se trouve le local technique"*.

La catégorie **Mise en place de la manœuvre** comprend de son côté **210 US relatives à des décisions**. Ces unités mettent en évidence l'ensemble des décisions prises par le chef d'agrès s'inscrivant dans une volonté d'agir (directement ou indirectement par l'intermédiaire d'ordres donnés aux équipiers) sur les événements en cours : *"BAT, pour établissement d'une LDV 40 sur division alimentée."* ; *"Je rattrape le témoin qui s'approche dangereusement du feu."* ; *"CODIS formation de FPT formation. Je demande un VSAV pour victime légèrement intoxiquée."* ; *"J'informe le conducteur que le BAT est rentré dans le bâtiment parce que si ça se trouve personne ne le lui a dit"*.

Projections

Concernant les US relatives à des projections, la catégorie **Analyse de**

la situation en comprend **57**. Ces données portent sur toutes les hypothèses que les chefs d'agrès ont pu élaborer sur la situation en cours : *"C'était pour éviter l'accident parce que la victime allait venir sous le camion."* ; *"Vous êtes sûr qu'il n'y a pas de l'essence ou des mobylettes dans les caves ?"* ; *"Là, je me demandais s'il n'y avait pas des gens à l'étage. En voyant les fumées ils auraient pu fermer leurs fenêtres et ne pas m'entendre"*.

La catégorie **Mise en place de la manœuvre** comprend **48 US relatives à des projections**. Ces dernières renvoient à l'ensemble des planifications et éventualités pouvant être liées à la mise en place d'actions ayant un impact sur les événements en cours : *"Chef-BAT, chef-BAL, à l'arrivée, vous viendrez avec moi faire la reconnaissance."* ; *"En partant main gauche, mon BAT aurait sans doute pu mieux longer le local"* ; *"Je savais déjà à ce moment là que j'allais dire aux gars, les dangers c'est ça, c'est ça..."*.

4.2.1.3 Identification empirique des sous-catégories

Par travail de regroupement, l'ensemble des US relatives aux décisions et projections des chefs d'agrès ont pu être rassemblées au sein des **9 mêmes sous-catégories**. Ces sous-catégories se décomposent de la manière suivante : 4 appartenant à **l'Analyse de la situation (Incident, Contexte, Civil, Dangers)** et 5 appartenant à la **Mise en place de la manœuvre (Action, Ordre, Info équipe, État équipe, Message radio)**.

L'ensemble de ces sous-catégories compose de ce fait notre schème de codage. Ce dernier, s'appuyant sur des bases théoriques solides relatives aux travaux portant sur la notion d'incertitude (cf. section 4.1.4.2), a été affiné de façon empirique en nous appuyant à la fois sur nos propres observations du terrain et sur des critères d'évaluation des stagiaires élaborés par les formateurs (cf. Fiche d'évaluation des stagiaires présentée en Annexe A.3). De cette manière, ce schème de codage se retrouve parfaitement adapté à notre terrain d'étude et constitue un outil intéressant dans la perspective de mettre en évidence l'activité décisionnelle des stagiaires chefs d'agrès en situations pratiques de formation.

Le détail explicatif de l'ensemble des catégories et sous-catégories composant notre schème se trouve dans le tableau 4.1.

Catégories	Description	Sous-catégories	Description	Exemples de verbalisations
Analyse de la situation	L'incertitude fait référence a une compréhension insuffisante des événements en cours (voire à venir). La situation est ici considérée dans sa globalité dans l'interaction entre l'incident et l'ensemble des éléments (matériels et également humains) se trouvant sur le lieu du sinistre.	**Incident**	L'agent ne sait pas exactement à quel type d'incident il a affaire, quelles peuvent en être les causes et également son évolution.	*"Qu'est ce qui se passe ici ?"*
		Contexte	L'agent manque d'informations concernant le lieu du sinistre (configuration des bâtiments, accès possibles, bornes et poteaux d'incendies, etc.).	*"On ne pouvait pas comprendre où était le sol et ce qui pouvait se trouver en dessous."*
		Civil	L'agent se pose la question de la présence éventuelle d'une ou de plusieurs victimes, sur l'état de santé des victimes identifiées, ainsi que sur les risques encourus par tout civil présent sur le lieu du sinistre.	*"Est-ce que vous étiez seul dans le bâtiment ?"*
		Dangers	L'agent manque d'informations concernant la présence sur le lieu du sinistre de tout élément pouvant constituer un danger potentiel (circuit électrique, gaz, carburant, etc.).	*"Est-ce qu'il y a de l'électricité dans vos caves ?"*

TABLEAU 4.1: Schème de codage

Catégories	Description	Sous-catégories	Description	Exemples de verbalisations
Mise en place de la manœuvre	L'incertitude fait référence à la manœuvre mise en place par l'individu. La manœuvre est ici considérée comme toute action menée (par soi-même ou par l'intermédiaire d'un ordre donné à un équipier) dans le cadre de la résolution effective de la problématique en cours.	**Action**	L'agent agit lui-même directement dans le déroulement de la manœuvre (ex. sauvetage).	*"Je sais pas. On part tous les trois. Après, j'aurais pu y aller tout seul. (...) Mais s'il y a une autre victime devant, bah... Qu'est ce que je fais, moi ?"*
		Ordre	L'agent dirige son équipe en donnant des ordres de base (ou préparatoires) et des ordres d'exécution (SMES) adaptée à la situation en cours.	*"Donc faut vraiment faire des mises en sécurité s'il y a besoin et... essayer de localiser le feu tout de suite."*
		Info équipe	L'agent transmet certaines informations qu'il juge pertinentes aux autres membres de son équipe dans un souci de compréhension « collective » ou dans le but de palier de supposés manques quant aux qualités d'un ou des équipier(s).	*"Je ne suis pas sûr qu'un des équipiers l'ai informé de la situation donc je préfère faire un point avec lui pour qu'il sache exactement ce qu'il se passe."*
		État équipe	L'agent essaie de vérifier où en sont les équipiers, que ce soit dans le cadre de leur mission ou du point de vue de leur état physique ou émotionnel.	*"Bon, vous en êtes où les gars ?"*
		Message radio	L'agent transmet des messages radios au CODIS.	*"CODIS formation de FPT formation, prenez message. Origine : FPT formation. Destinataire : CODIS formation, chef de groupe. Groupe horaire : 13-30. Je suis à ..."*

Tableau 4.2: Schème de codage (suite)

4.2.1.4 Validité de l'analyse

Comme mentionné dans la section Méthode précédente, ce travail d'analyse s'inscrit dans la procédure décrite par Strijbos *et al.* (2006) s'appuyant sur une procédure de validité construite en deux temps : 1) validité de la segmentation et 2) validité du codage.

Segmentation

La procédure de validité du travail de segmentation s'est appliquée au travail réalisé par deux chercheurs sur la manœuvre 2 et a fourni les résultats suivants :

		Décisions	**Projections**
Pourcentage de correspondance	**Limite haute**	86,54%	87,5%
	Limite basse	84,91%	86,67%

TABLEAU 4.3: Pourcentages de correspondance relatifs à l'analyse synchronique

Les limites basses des pourcentages de correspondance se trouvant au dessus de 80%, ceci atteste de la validité de la procédure de segmentation. Les cas présentant des litiges ayant fait l'objet de discussions afin d'arriver à un consensus.

Codage

Le travail de codage des US basé sur l'utilisation de notre schème a fait l'objet de la seconde étape de la procédure de validité. Ce travail de codage toujours réalisé sur la manœuvre 2 a alors donné un coefficient *Kappa* de Cohen de **0,88 pour les décisions et 0,92 pour les projections**[6]. Ces résultats se trouvant au dessus de la limite théorique de 0,8 attestent de la validité du schème et de la procédure de codage. Les US ayant fait l'objet d'un désaccord ont également par la suite été discutés afin d'obtenir un consensus.

4.2.2 Analyse diachronique

Les résultats obtenus par analyse synchronique (segmentation et catégorisation finalisées des US) ont servi de support à notre analyse diachronique. En effet, nous nous sommes appuyés sur les US relatives aux décisions et projections préalablement identifiées afin de déterminer les relations chronologiques entre celles-ci.

6. Les détails du calcul sont affichés en annexe B.1

4.2.2.1 Reconstruction *a posteriori*

Pour cette reconstruction de la dynamique décisionnelle, nous proposons le mode de représentation MISTY [7]. Il s'agit d'un style de représentation en échelle destiné à notre sens à illustrer au mieux l'aspect chronologique de l'activité des stagiaires au cours de la situation de simulation (Figure 4.9).

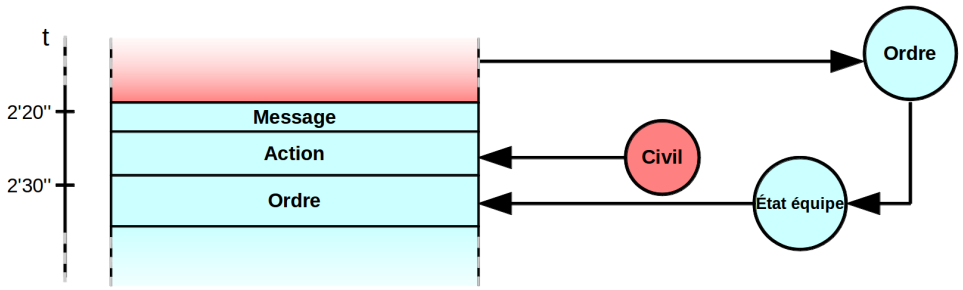


FIGURE 4.9: Représentation MISTY appliquée à notre séquence-exemple

L'exemple présenté ici correspond à la représentation de la séquence-exemple de la section 4.1.4. Les représentations chronologiques de l'ensemble des six manœuvres ont été rassemblées en Annexe B.2. Par souci de clarté, celles-ci sont construites sur une échelle de longueur unitaire, effaçant le fait que les situations étudiées n'ont pas eu la même durée effective sur le terrain. Ainsi chacun des graphes, dans toute sa longueur, représente la durée totale de la manœuvre à laquelle il se réfère. De ce fait, chacun des graphes répond à une échelle temporelle différente. Sur chacun des graphes, le numéro de la manœuvre est indiqué en haut.

La colonne de gauche illustre la succession des prises de décision identifiées suivant notre schème de codage (couleur indiquant la catégorie et indication de la sous-catégorie). La hauteur de chacun des "rectangles décisionnels" est proportionnel à sa durée effective lors de la situation étudiée par rapport à la durée totale de cette dernière. Il est à noter qu'au sein de cette colonne, certaines cases sont parfois grises. Ces dernières indiquent des moments d'interruption perpétrés par les formateurs eux-mêmes au cours de la situation durant lesquels ceux-ci intervenaient généralement pour fournir certains conseils ou explications au stagiaire en action. Pendant ces moments, l'activité du stagiaire ne s'ancrait plus dans la simulation de l'incident, mais dans le dialogue avec les formateurs. De ce fait, ils ne pouvaient plus illustrer l'activité décisionnelle du stagiaire en action et donc être classés dans notre schème de codage.

Les cercles se situant sur la droite illustrent les différentes projections réalisées par le stagiaire au cours de la manœuvre. Leur positionnement répond

7. *Modeling Individual decision with Sequence Timing activitY*

à la même échelle temporelle que les prises de décision. Ainsi, une projection se trouve placée exactement à l'instant où celle-ci a été identifiée, que ce soit au cours de la situation ou de l'entretien en re-situ subjectif.

Les flèches indiquent les liens chrono-logiques entre les US. Ces flèches peuvent être multiples dès lors qu'une même US est liée à plusieurs autres. Par exemple, lors de la manœuvre 5, le stagiaire apprenant qu'il y avait un incendie dans un immeuble a d'emblée fait la supposition que de nombreux civils pouvaient s'y trouver (Cercle rouge Civil situé tout en haut). Par la suite, le chef d'agrès va prendre de nombreuses décisions au cours de sa manœuvre en s'appuyant sur cette supposition initiale. Ces liens avec les multiples décisions prises se trouvent par conséquent représentés sur le schéma.

4.2.2.2 Regroupement des processus typiques

A partir de ces schémas, le travail de regroupement empirique a permis de mettre en évidence des processus décisionnels redondants. Ces processus pouvant apparaître plusieurs fois au sein de l'activité d'un même participant ou de l'activité de plusieurs participants peuvent être considérés comme typiques de l'activité des stagiaires chefs d'agrès en situation pratique de formation.

De cette manière, **11 processus décisionnels typiques** ont été extraits de l'ensemble des six manœuvres étudiées. 3 de ces processus décisionnels typiques correspondent à l'activité du stagiaire chef d'agrès lorsqu'il se trouve toujours dans le camion à partir de l'appel du CODIS jusqu'à l'arrivée du camion sur les lieux du sinistre. 8 de ces processus décisionnels typiques appartiennent à son activité à partir du moment où il se trouve sur les lieux du sinistre. L'ensemble des processus décisionnels typiques se trouve représenté en annexe B.2.

En guise d'exemples, trois de ces processus décisionnels typiques sont illustrés par la suite.

Le processus décisionnel typique présenté en figure 4.10 illustre une méthode de recherche d'informations utilisée par les chefs d'agrès. Cette recherche peut porter sur des informations concernant des civils, des dangers éventuels ou le contexte spatial. Au cours de sa reconnaissance de la situation, le chef d'agrès a préalablement capté certaines informations sur celle-ci qui lui permettent dès lors d'émettre certaines projections concernant des éléments précis (*i.e.* civils, dangers, contexte spatial). Ces hypothèses faites sur la situation lui permettent alors d'orienter sa recherche vers les informations significatives pour lui afin de mieux comprendre la situation à laquelle il a affaire : *"Je savais que c'était un immeuble d'habitations, donc j'ai supposé qu'il y avait du monde à l'étage. C'est pour ça que je crie là."* (manœuvre 2). Il est à noter que la projection faite sur un élément situationnel peut éventuellement être complétée par une projection faite sur la situation dans laquelle les équipiers pourraient alors se trouver (cercle bleu "État équipe").

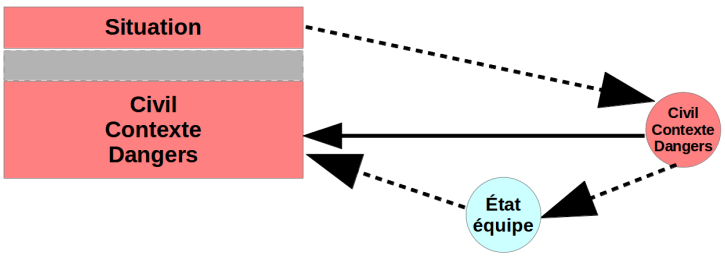


FIGURE 4.10: 1er exemple de processus décisionnel typique : Recherche d'informations orientée par projection

Le processus décisionnel typique présenté en figure 4.11 illustre une méthode de mise en action utilisée par les chefs d'agrès. Avant de donner un ordre, réaliser soi-même une action ou passer un message radio, le chef d'agrès construit une projection sur la situation mais dans ce cas précis, à l'issue extrêmement négative. En d'autres termes il s'agit d'imaginer le pire qui puisse arriver pour prendre ses décisions en conséquence. La mise en action qui en découle se trouve alors adaptée aux suppositions négatives réalisées par le chef d'agrès : *"Là je sais pas, si ça se trouve, ça peut partir en feu de toiture. C'est pour ça qu'il faut absolument que l'engin soit alimenté [...] Je leur donne l'ordre d'alimentation à ce moment là."* (manœuvre 4).

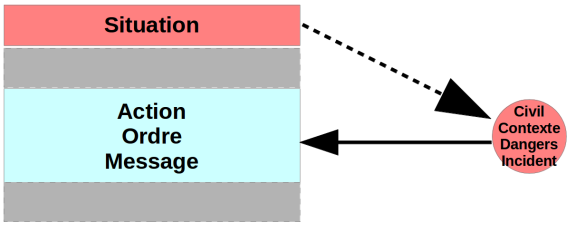


FIGURE 4.11: 2e exemple de processus décisionnel typique : Mise en place de la manœuvre par rapport à des événements potentiels négatifs

Le processus décisionnel typique présenté en figure 4.12 illustre une méthode par laquelle les chefs d'agrès passent pour donner ou rectifier un ordre. Pour cela, ils se projettent sur la situation dans laquelle les équipiers pourraient se trouver, en s'appuyant éventuellement sur des éléments connus de l'environnement, leur permettant ainsi d'adapter leur ordre en conséquence : *"Je leur donne l'ordre de longer côté droit parce que vu que la porte s'ouvrait sur la gauche, j'imaginais bien le mur du côté droit [...] Comme ça, ils auraient pu mieux longer le local [...] C'était plus simple dans le dégagement du tuyau."* (manœuvre 2).

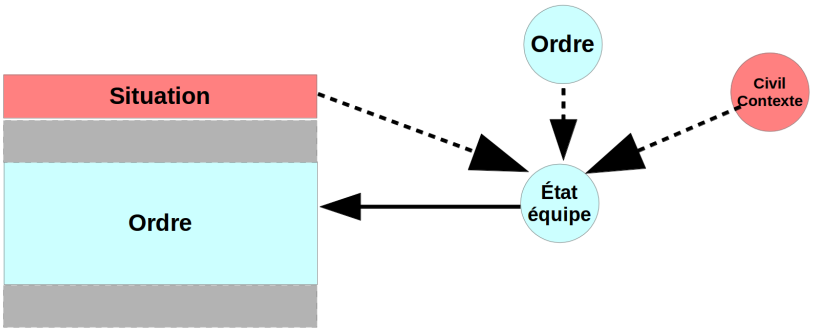


FIGURE 4.12: 3e exemple de processus décisionnel typique : Donner un ordre en s'appuyant sur une simulation ou une évaluation mentale de la situation future des équipiers

4.3 Discussion

L'objectif majeur de cette étude était de proposer une analyse de l'activité individuelle des stagiaires-chefs d'agrès en situation pratique de formation. Cette analyse s'est concrétisée par la mise en place d'un mode de représentation (MISTY) destiné à souligner la dynamique décisionnelle de l'agent en situation au travers de ses prises de décision et projections (prédictions et planifications). Plus particulièrement, cette étude initiale a pour finalité de contribuer à la validation empirique de l'approche naturaliste dans le cadre de situations dynamiques s'intégrant dans une démarche pédagogique et faisant intervenir non pas des experts mais des individus en formation.

Dans un premier temps, nous mettons en évidence en quoi cette approche naturaliste contribue à la description et la compréhension de l'activité des stagiaires, et plus particulièrement de leurs processus d'adaptation. Au sein de cette partie, nous avançons l'idée que cette activité d'adaptation se construit autour de prises de décision et de projections faites sur la situation et la manœuvre à mettre en place. Ces résultats sont mis en lien avec les modèles théoriques de l'activité décisionnelle individuelle et des processus d'anticipation issus du courant de la NDM. Dans un second temps, les résultats de cette étude initiatrice sont discutés au regard de notre projet d'analyse de l'activité de l'équipe d'intervention, en ouvrant sur la dimension collective de l'activité du chef d'agrès.

4.3.1 S'adapter efficacement aux situations

Dans ce premier point, nous discutons nos résultats au regard de l'activité et plus particulièrement des capacités d'adaptation des sujets face à l'incertitude des situations auxquelles ils se confrontent. En effet, bien que l'acti-

vité de sapeur-pompier s'appuie essentiellement sur l'application de règles, de procédures opérationnelles standards, les capacités d'adaptation à la situation en cours y demeurent primordiales.

4.3.1.1 Dualité de l'activité décisionnelle

Notre démarche scientifique s'est immédiatement inscrite dans le cadre du concept d'incertitude caractérisant pleinement le métier d'officier sapeur-pompier. Nous avons dès lors opté comme présupposé que l'activité décisionnelle des sujets s'ancrait dans les deux modes de décisions (Lipshitz *et al.*, 2007) : i) Décider de quelle manière faire face à l'incertitude qui n'est pas couverte par les procédures disponibles ; ii) Décider quelle procédure appliquée à la situation donnée et comment l'adapter à la situation.

Notre procédure de catégorisation théorique des US a permis de mettre en évidence que l'ensemble des décisions prises par les stagiaires en situation peut s'intégrer dans ces deux modes de décisions constituant respectivement les deux catégories de notre schème de codage : analyse de la situation et mise en place de la manœuvre. De plus, de par notre démarche empirique nous avons pu spécifier ces deux catégories théoriques par la création de sous-catégories précisant les thématiques de l'activité décisionnelle du stagiaire-chef d'agrès. D'un côté, l'analyse de la situation se trouve ainsi décomposée en quatre sous catégories relatives au type d'incident auquel il a affaire, au contexte spatial dans lequel l'intervention a lieu, aux civils impliqués dans l'incident et aux dangers potentiels inhérents à la situation. D'un autre côté, la mise en place de la manœuvre se décline en cinq sous-catégories liées aux actions du stagiaire-chef d'agrès, aux ordres qu'il donne, aux informations qu'il transmet à ses équipiers, aux informations qu'il relève chez ses équipiers et à ses messages radio transmis au CODIS.

L'analyse de la situation comme processus d'articulation de plusieurs données

Plus précisément, l'analyse de la situation (pouvant s'apparenter à ce que les formateurs appellent la "reconnaissance de la situation") contribue pour le stagiaire-chef d'agrès à réduire le degré d'incertitude lié aux caractéristiques de la situation. Ces caractéristiques pouvant se classer dans nos quatre sous-catégories empiriques. Par ce processus d'analyse, le chef d'agrès parvient à limiter le degré des possibles et ainsi à inscrire la situation courante dans un cadre plus précis pouvant relever d'un type de situation préalablement connu. L'extrait issu des verbalisations de Chef–6 concernant un feu de poids-lourd illustre parfaitement cet aspect :

Extrait : *"En fait quand on arrive, on voit que le feu ne se localise qu'au niveau de la cabine. Déjà on a une idée un peu plus précise de la situation.*

C'est-à-dire que ce qui est transporté même si ça reste important, au moins, c'est pas déjà embrasé. On sait qu'on a un peu plus de temps pour se mettre en place."

Chef–6

Comme peut le montrer cet extrait, l'analyse de la situation ne se limite pas à la simple collecte d'informations contextuelles (en l'occurrence dans ce cas, la localisation du feu). En effet, la prise en compte de cette donnée précise se trouve directement associée par l'agent à des données d'arrière-plan renvoyant, dans notre extrait, à une connaissance générale (*"On sait que..."*). L'analyse de la situation relève dès lors davantage d'un processus d'articulation d'informations significatives englobant des données extraites de la situation courante et des connaissances (procédurales ou déclaratives) préalablement établies.

Ce processus d'articulation est d'autant plus manifeste lorsqu'on considère les passages d'interrogation d'un témoin balayant les différentes thématiques (sous-catégories) constituant l'analyse de la situation. Au delà du recueil de données diverses, il s'agit pour le chef d'agrès de réaliser un travail de synthèse en les associant à la fois entre elles mais également avec des connaissances générales préalablement acquises :

Extrait : *"En fait, dans la reconnaissance, je suis parti sur un principe, c'est un moyen mnémotechnique : VERA c'est Victimes, Énergies, Risques et Accès. C'est pour ça que le témoin je lui pose toutes ces questions. [...] Surtout que dans ce cas, il ne sait pas s'il y a des victimes et pour les énergies, il sait pas trop si c'est coupé ou non. [...] Donc surtout là, dans le doute les risques sont super importants à prendre en compte. Surtout que c'est censé être une cave. C'est bétonné donc ça risque de chauffer vite [...]. Mais je savais déjà que j'allais dire aux gars de faire attention aux bouteilles de gaz et tout plein de choses."*

Chef–2

Ce travail d'analyse reposant sur la combinaison de données contextuelles et de connaissances issues de l'expérience renvoie directement à l'idée centrale des modèles décisionnels issus de la NDM (les modèles *Recognition Primed-Decision*, RPD ou *Data/Frame* décrits au chapitre 1). L'association de plusieurs éléments significatifs permet en effet d'activer chez l'agent un processus de reconnaissance de la situation courante en associant celle-ci à un type de situation de référence. Par cette mise en relation, l'agent peut rapidement déterminer les procédures opérationnelles standards à mettre en place.

La manœuvre comme mise en application de procédures opérationnelles standards adaptées

Ce travail d'articulation de données constituant l'analyse de la situation permet au chef d'agrès de procéder par la suite à l'aspect applicatif de son activité : la mise en place de la manœuvre. Cette catégorie s'apparente de ce fait au deuxième mode décisionnel mentionné par Lipshitz *et al.* (2007). Ainsi, une fois le degré d'incertitude lié à la situation courante suffisamment réduit pour l'inscrire dans un type de situation connu, l'agent peut y associer une procédure opérationnelle standard :

Extrait : *"Donc là, c'est un feu d'EHPAD (établissement d'hébergement pour personnes âgées dépendantes). Donc je me suis dit, faut partir comme sur un feu d'hôpital. [...] Ça donne les conditions. On sait qu'on va avoir des personnes à mobilité réduite dedans. [...] La particularité d'un établissement médicalisé, c'est qu'on n'évacue pas les personnes, on les transfère sur le palier d'en face [...] par rapport à la zone qui est sinistrée."*

Chef–4

Cependant, bien que les incidents rencontrés par les stagiaires-chefs d'agrès puissent être associés à la mise en place de procédures standards, celles-ci doivent être adaptées aux caractéristiques de la situation. Notre travail de sous-catégorisation permet de spécifier où s'intègre précisément la finalisation de ce travail d'adaptation au sein de l'activité décisionnelle du chef d'agrès. En effet, l'analyse nous a permis de différencier, entre autres, les sous-catégories Ordre et Info équipe. Les ordres donnés par le chef d'agrès à ses équipiers relèvent globalement de procédures standards déclinables d'une situation à une autre. Par exemple, au sein de nos données, un ordre tel que *"Établissement d'une LDV 40 (lance à débit variable) sur division alimentée en reconnaissance"* est donné par le chef d'agrès à son BAT dans les manœuvres 2, 3 et 4. L'application de tels ordres, se caractérisant par leur aspect générique, relève majoritairement de l'association de la situation courante à un cadre de situation préalablement connu. Cet aspect renvoie au processus de reconnaissance considéré comme central au sein de la NDM et parfaitement illustré, par exemple, par la modalité de reconnaissance simple du modèle RPD (Klein, 1997) ou le principe de couplage entre données contextuelles et cadres cognitifs de la théorie *Data/Frame* (Klein *et al.*, 2007a) (cf. chapitre 1 respectivement sections 1.1.2.1 et 1.1.2.4).

L'adaptation à la situation se finalise dès lors, en associant à ces ordres (globalement génériques), des informations spécifiques caractérisant cette situation (sous-catégorie Info équipe). Ces informations, généralement issues de l'analyse de la situation réalisée préalablement, complètent les ordres dans la mesure où elles vont spécifier aux équipiers leurs conditions d'action. Les informations transmises sont généralement issues du travail d'analyse de la si-

tuation et recouvrent les différentes thématiques de celle-ci (incident, contexte, civil, dangers) :

Extrait : *"Donc situation : un feu sans précision. On sait pas exactement d'où ça vient* **(Info équipe)**. *[...] La mission c'est d'aller faire une reconnaissance. [...]* **(Ordre)** *Vous rentrez et vous devriez trouver au bout du couloir une ouverture sur la gauche. Les caves sont là apparemment. Faîtes attention, comme je vous l'expliquais, il y a peut-être des produits. On sait pas exactement. Ok ?* **(Info équipe)**"

Chef–2

Cette combinaison entre ordre générique et informations spécifiques transmises aux équipiers est parfaitement illustrée par un des critères centraux d'évaluation de la formation des chefs d'agrès, à savoir la procédure de transmission de mission dite SMES (Situation, Mission, Exécution, Sécurité) (cf. feuille d'évaluation en annexe A.3). Ainsi, les formateurs amènent les stagiaires à suivre une méthode particulière reprenant cette association (ordre générique / informations spécifiques) lorsque ceux-ci doivent transmettre des ordres d'exécution à leurs équipiers.

Au sein du SMES l'aspect générique se manifeste dans Mission, lorsque le chef d'agrès explique à ses équipiers ce qu'il attend d'eux (*e.g. "Vous me faîtes une reconnaissance dans tout le bâtiment. Vous me vérifiez si ça n'est pas enfumé de l'autre côté."*). La spécification de la mission s'effectue quant à elle dans les trois autres catégories. De ce fait, dans Situation, le chef d'agrès détaille brièvement le type d'incident auquel ils ont affaire en y ajoutant quelques détails lui paraissant significatifs pour les équipiers (*e.g. "Donc la situation, c'est qu'on a un feu de cave et on ne sait pas si ça communique avec le reste du bâtiment."*). Dans Exécution, il leur spécifie de manière plus ou moins détaillée de quelle manière ceux-ci vont devoir s'y prendre pour réaliser leur mission dans ce contexte particulier (*e.g. "D'après le témoin, il y a un autre accès à l'arrière du bâtiment. C'est par là que vous allez passer..."*). Enfin, dans Sécurité, il décrit autant qu'il peut tout ce à quoi ils vont devoir faire attention et les mesures de sécurité qu'ils vont devoir prendre dans le cadre de cette situation spécifique (*e.g. "Vous prenez avec vous le détecteur de CO. Si ça sonne vous mettez les aéris..."*).

Ces premiers résultats permettent déjà de caractériser certains processus d'adaptation des stagiaires-chefs d'agrès relatifs à leur compréhension de la situation et à la manière d'agir sur celle-ci. Bien que cette faculté d'adaptation se révèle pleinement dans leur activité décisionnelle telle que nous l'avons étudiée, celle-ci se manifeste par ailleurs par des mécanismes de projections leur permettant de faire face plus efficacement au caractère incertain de la situation.

4.3.1.2 Importance des raisonnements hypothétiques

En respectant le même schème de codage que pour les décisions, nous avons pu mettre en évidence la concordance des thématiques (sous-catégories) entre décisions et projections et ainsi constituer des structures décisionnelles typiques articulant ces deux objets constitutifs de l'activité des stagiaires-chefs d'agrès. La mise en évidence de ces processus décisionnels typiques souligne particulièrement la prépondérance de raisonnements s'appuyant sur des projections, des hypothèses construites par ces derniers (cf. section 4.2.2.2 et annexe B.2).

La projection comme "accélérateur" de l'analyse de situation

En s'intégrant à des structures décisionnelles typiques, les processus de projection participent pleinement à l'activité d'adaptation des stagiaires face au caractère incertain de la situation. En particulier, les projections faites sur la situation s'intègrent dans l'activité de réduction du degré d'incertitude caractérisant la situation. En effet, ces projections peuvent en grande partie permettre au chef d'agrès "d'accélérer" son analyse de la situation dans la mesure où celles-ci vont pouvoir orienter sa recherche d'informations et de cette manière la rendre plus efficace. Ceci est illustré par la structure décisionnelle typique la plus fréquente présentée en figure 4.10 :

Extrait : *"Donc je partais pour un feu de local de vélo [...] Donc local, tu penses tout de suite à un fermé, à un garage en fait. Là dedans, t'as souvent de la m.... Plein de peinture, plein de gazole [...] Donc au départ on pense à ça. Il va falloir tout de suite vérifier ça en arrivant."*

Chef–1

Le principe de cette structure décisionnelle typique caractérisant une recherche d'informations orientée par projection sur la situation n'est pas sans rappeler le modèle théorique *Data/Frame* (Klein *et al.*, 2007a ; cf. chapitre 1 section 1.1.2.4). En effet, en considérant la construction de sens comme la résultante d'un couplage entre données et cadre cognitif, les auteurs soulignent, au delà des processus de reconnaissance, toute l'influence des connaissances antérieures (composant le cadre) dans l'orientation de la recherche de nouvelles données. Dans notre cas, l'expérience des agents s'expriment au travers de projections faites sur la situation qui vont leur permettre d'orienter leur analyse future.

Comme cela est spécifié en annexe B.2 et montré par notre extrait, les processus de projection se produisent dès l'appel de départ du CODIS lorsque toute l'équipe se trouve encore dans le camion et n'est par conséquent pas encore arrivée sur les lieux de l'incident. Dans ces moments précis, cela permet au chef d'agrès, malgré le manque d'accessibilité aux informations significatives, d'anticiper sur la situation à venir. Ceci est particulièrement illustré par

notre structure décisionnelle A. De cette manière, le processus de réduction du degré d'incertitude lié à la situation commence dès le message de départ du CODIS.

Ces résultats concordent totalement avec les conclusions de Lipshitz *et al.* (2007) et van den Heuvel *et al.* (2014) portant respectivement sur le domaine des sapeurs-pompiers et celui de la police. En effet, concernant les sapeurs-pompiers, Lipshitz *et al.* (2007) avancent que les chefs de groupe, alors qu'ils se trouvent toujours dans le camion, utilisent des stratégies de *coping* spécifiques extraites du modèle théorique RAWFS (notamment le raisonnement basé sur hypothèse ; cf. chapitre 1 section 1.1.2.3) afin *"de construire un modèle mental de l'incident"* qui va leur permettre d'analyser plus efficacement la situation une fois arrivée sur les lieux du sinistre. De leur côté, van den Heuvel *et al.* (2014) relèvent également l'importance de cette stratégie de *coping* au cours de la phase initiale des négociations policières lors de prises d'otages. Ainsi, comme le soulignent ces auteurs, l'expérience des agents, au travers de raisonnements basés sur hypothèse, leur permet de pallier le manque d'accessibilité aux informations caractérisant ces moments particuliers dans la perspective de comprendre l'incident en cours.

La projection double-niveau

Notre travail de catégorisation a permis de distinguer au sein de cette structure décisionnelle A deux niveaux de projection caractérisant l'activité des chefs d'agrès dans le camion. Ainsi, comme le montre notre schéma, le message de départ du CODIS peut amener l'agent à "simplement" élaborer des projections sur la situation suivant les sous-catégories définies (Incident, Civil, Contexte et Dangers). Ces projections peuvent ainsi être partagées par le chef d'agrès avec ses équipiers :

Extrait : *"Bon les gars, on part pour un feu de poids-lourd sans précision [...] On n'a pas la notion de victime mais du coup, j'imagine que le camion, il a forcément un chauffeur."*

Chef–6

Cependant, ce premier niveau de projection peut aussi en engendrer un second portant sur une planification de la manœuvre concernant des ordres futurs ou des informations que le chef d'agrès envisagerait de transmettre plus tard aux équipiers. De cette manière, le chef d'agrès ne se contente pas de comprendre plus rapidement la situation mais également d'anticiper sur les actions qui devront être exécutées prochainement. En s'intéressant toujours au cas du Chef–6, on peut constater justement qu'il anticipe sur certaines actions s'intégrant dans la manœuvre dont il fait part immédiatement à ses équipiers :

Extrait : *"Donc je ne sais pas ce que transporte le camion. On verra. On établira peut-être un périmètre [de sécurité] et en fonction de ça, on établira le point d'eau, ok ?"*

Chef–6

En dehors de cette première structure spécifique de l'activité du chef d'agrès dans le camion, ce double-niveau de projection peut s'intégrer de manière occasionnelle à d'autres moments. Par exemple, lorsque le chef d'agrès est amené à placer son camion en arrivant sur les lieux de l'incident (structure décisionnelle C en annexe B.2) ou directement sur le terrain lorsqu'il est amené à associer à son analyse de la situation une démarche applicative au travers de la transmission d'ordres ou d'informations spécifiques aux équipiers (structures décisionnelles G, H, I et J).

Sans en tirer de conclusions hâtives et définitives, du fait du faible nombre de manœuvres étudiées et de leurs disparités (ne serait-ce qu'en termes de difficulté), il semblerait que ce mécanisme de projection double-niveau puisse s'apparenter davantage à l'activité des stagiaires ayant validé leur situation de formation [8]. En effet, la capacité à associer des projections sur la situation avec la planification d'actions futures à mener permettrait aux chefs d'agrès d'avoir un temps d'avance sur les événements mais surtout sur la manœuvre qu'il faudra mettre en place. De cette manière, ils peuvent conserver un comportement proactif vis-à-vis de la situation et non pas réactif en n'agissant qu'à partir de l'apparition de certains événements.

La disparité entre stagiaires ayant validé leur manœuvre et ceux ayant échoué peut ainsi en partie se révéler au travers de la dimension fonctionnelle de leur activité. Cet aspect coïnciderait alors pleinement avec la littérature et notamment les études portant sur les mécanismes de compréhension de la situation. Ainsi, que ce soit dans le domaine militaire (Klein *et al.*, 2007a) ou dans celui de la résolution de problèmes de sciences physiques (Chi *et al.*, 1981), les auteurs mettent particulièrement en avant la faculté des experts, en comparaison des novices, à aboutir à une compréhension fonctionnelle de la situation. Plus précisément, bien que les novices puissent montrer certaines facultés à détecter les indices pertinents dans l'environnement, les experts s'en distinguent notamment en associant à leur processus de compréhension des procédures basées sur l'action. Ce mode de fonctionnement leur permet par conséquent de "penser en avance" et d'anticiper des actions futures nécessaires à la bonne marche des opérations. En ce sens, nos "bons" stagiaires pourraient

8. Dans le cadre de notre étude, seules les manœuvres 2, 5 et 6 ont été validées par les formateurs en référence aux critères présentés en fiche d'évaluation. Au cours de ces trois manœuvres, nous avons pu dénombrer en moyenne 3,67 projections double-niveau. Au cours des trois autres manœuvres 1, 3 et 4, considérées par les formateurs comme des échecs, la projection double-niveau y apparaît une seule fois en moyenne.

être vus comme des "experts en devenir".

Cette distinction experts/novices reposant sur la dimension fonctionnelle de l'activité de l'agent trouve son prolongement dans les modèles théoriques d'anticipation (*Anticipatory Thinking*, AT et *Worst-Case scenario Thinking*, WCST présentés dans le chapitre 1 respectivement aux sections 1.1.2.6 et 1.1.2.6). L'anticipation, définie dans la littérature comme la capacité à associer des mises en action à la prédiction d'événements futurs, caractérise de la même manière davantage une activité experte (Klein *et al.*, 2007b) à laquelle l'activité de certains stagiaires-chefs d'agrès peut être rapprochée.

Rapprochements avec les modèles théoriques d'anticipation

La notion d'anticipation se définit au sein de la littérature comme une habileté aidant la compréhension de futurs possibles afin de prédire des événements à venir et de se donner les moyens de répondre aux changements possibles (Berczely, 2013). Bien que nous ayons pris soin de caractériser la notion de projection telle que nous l'abordons au travers d'une problématique d'incertitude et non pas temporelle (cf. section 4.1.4.2), de nombreux rapprochements peuvent tout de même être initiés entre nos résultats et les modèles théoriques que nous avons préalablement mentionnés dans notre revue de littérature (cf. section 1.1.2.6).

Anticipatory Thinking

En élaborant le modèle AT, Klein *et al.* (2007b) soulignent le rôle joué par l'expérience ainsi que les capacités de reconnaissance dans le processus d'anticipation. De ce fait, ils insistent sur l'importance de l'expertise s'exprimant particulièrement au travers de la gestion des processus attentionnels permettant à l'agent de se focaliser sur les éléments "essentiels" de la situation.

Bien que nos sujets soient novices au poste de chef d'agrès, ceux-ci n'en sont pas pour autant débutants dans l'activité de sapeur-pompier et peuvent de cette manière user de leur propre expérience pour anticiper certains éléments. De ce fait, ce mode de focalisation est malgré tout présent au sein de nos données. Ceci est particulièrement manifeste au départ de la manœuvre, lorsque le stagiaire-chef d'agrès reçoit le message du CODIS l'informant de l'incident. L'évocation de certains indices caractéristiques de celui-ci peut permettre au sujet d'anticiper et d'orienter sa reconnaissance future de la situation. C'est ce qui est illustré par notre structure décisionnelle A et par l'extrait suivant :

Extrait : *"Je pars pour feu d'appartement au 4ème étage d'un immeuble R+6 [...] Donc attention, je vais avoir plein de gens [...] ça va être un peu la panique. Donc il va vraiment falloir savoir qui est là, qui n'est pas là et faire des mises en sécurité s'il y a besoin. Ça, c'est ma première pensée."*
Chef–5

Cet apport de l'expérience est également apparent sur le terrain au cours de l'analyse de la situation, où les connaissances des sujets leur permettent d'orienter leur recherche en anticipant à partir de certains indices recueillis. Ceci est illustré par la structure décisionnelle D de recherche d'informations orientée par projection et détaillée en figure 4.10.

Cependant, bien que ce mode de fonctionnement soit présent au sein de nos données, nous pouvons supposer que celui-ci se réalise de manière moins aboutie en comparaison d'experts. Ainsi, comme le souligne Klein *et al.* (2007a), globalement les novices utilisent les mêmes mécanismes que les experts mais néanmoins de manière moins efficace. Concernant le modèle d'AT, ce manque d'efficacité s'exprimerait davantage dans l'utilisation de patterns mentaux plus "grossiers", demandant encore à être affinés par l'expérience et l'entraînement. Ceci permettrait aux apprenants de gérer de manière plus appropriée leur attention (Klein *et al.*, 2007b). Ce processus d'apprentissage et d'affinage de ces patterns mentaux au cours de la formation est parfois notable dans les verbalisations des apprenants :

Extrait : *"Là, quand on arrive, j'arrête tout de suite le camion. En fait, je vois le témoin un peu paniqué approcher [...] Tout à l'heure, le formateur nous a dit qu'il valait mieux s'arrêter parce que dans la panique, il peut y avoir un accident. Affolé, le témoin peut s'approcher trop près du camion."*

Chef–1

Par l'apport des formateurs, les apprenants peuvent ainsi construire au cours de leur formation de nouveaux modèles mentaux ou les affiner, leur permettant de ce fait de se focaliser sur des éléments significatifs pour comprendre la suite des événements. Cette meilleure gestion attentionnelle pourrait dès lors permettre d'éviter des scénarios catastrophes.

Worst-Case Scenario thinking

Comme nous avons pu le mentionner au sein de notre revue de littérature, un des préceptes les plus répandus dans le métier de sapeur-pompier est d'imaginer en cas d'incertitude le pire afin de ne pas risquer d'exposer son équipe à une situation trop dangereuse (cf. chapitre 1 section 1.1.2.6). Cette pratique est l'objet du modèle théorique WCST. Au sein de nos données, le WCST peut être rapproché de la structure décisionnelle typique F détaillée en figure 4.11. Celle-ci apparaît à 13 reprises au cours des six manœuvres étudiées.

D'après nos données, cette pratique d'élaboration du "pire scénario" peut se manifester sur deux échelles temporelles très distinctes : ponctuelle et continuelle. La pratique ponctuelle porte essentiellement sur une réaction immédiate du chef d'agrès suite à la détection d'un élément significatif de l'environnement et à son extrapolation. La situation problématique est ainsi

rapidement rétablie. Ceci est particulièrement manifeste concernant certaines actions de prévention des chef d'agrès vis-à-vis des civils :

Extrait : *"Alors là j'ai attrapé le témoin par le pull [...] parce qu'en fait, je le voyais y aller d'un pas élancé. Je me suis dit qu'il était bien capable de rentrer dans l'appartement enfumé et moi de me retrouver avec une victime de plus sur les bras."*

Chef–4

La pratique continuelle quant à elle porte davantage sur le type d'incident ou plus particulièrement sur un danger qui y est lié. La prise en compte de cet élément spécifique potentiel constitue dès lors une sorte de "fil de conducteur" de l'activité du chef d'agrès tout au long de la manœuvre. Ceci est parfaitement illustré au cours de la manœuvre 6 concernant un feu de cabine de poids-lourd risquant de se propager à la cabine et par conséquent de toucher le contenu de la citerne, à savoir du carburant inflammable. Cette éventualité conditionne, tout au long de la situation, l'activité du chef d'agrès dans la mesure où une grande partie de ses décisions concernant la mise en place de la manœuvre (ordres, informations transmises à l'équipe, messages au CODIS) est réalisée en fonction de cet élément :

Extraits : "*Là, je place le camion hors périmètre. Je le sors du cône d'explosivité de la citerne. Si elle pète [...] on sera un peu plus à l'abri."* – *"Quand on arrive, le but c'est tout de suite d'éviter la propagation [...]. Il faut très vite établir un moyen en eau."* – *"Là, je donne mon message d'ambiance [...] Là, il nous faut un moyen en eau avec de la mousse si ça part à la citerne [...] donc je demande un FMOGP en appui au cas où."*

Chef–6

L'ensemble de nos résultats révèle l'activité individuelle du stagiaire-chef d'agrès au travers de processus articulant prises de décision et élaborations de projections. Ceux-ci ont pu être rapprochés de modèles théoriques issus du courant NDM et portant soit sur l'activité décisionnelle soit sur les mécanismes d'anticipation d'experts d'un domaine. Cependant, au delà de ces observations sur leur activité individuelle, ce travail d'analyse souligne, à notre sens, un autre élément prépondérant de l'activité des stagiaires-chefs d'agrès, à savoir sa dimension collective. En effet, du fait de son statut de chef d'équipe, le rôle de chef d'agrès s'ancre dans une dynamique collective dont il se trouve être, au travers des ordres et des informations qu'il transmet à ses équipiers, le principal instigateur.

4.3.2 Dimension collective de l'activité de chef d'agrès

Bien que le rôle de chef d'agrès constitue l'élément central de la formation, celui-ci s'intègre dans un collectif dont certaines particularités se révèlent dans notre procédure de catégorisation.

4.3.2.1 Analyse collective de la situation

L'analyse de la situation constitue essentiellement une activité individuelle propre au chef d'agrès portant sur la collecte et la réflexion sur les objets significatifs de la situation. Cette activité permettant de comprendre la situation en cours et donc d'y associer les actions adéquates. Bien que l'aspect collectif n'en soit pas un élément a priori prépondérant, celui-ci n'en est pas pour autant totalement exclu. En effet, dans certaines situations, le chef d'agrès peut être amené à déléguer ce travail de reconnaissance à ses équipiers (généralement le BAL). Ceci est particulièrement remarquable lorsque les bâtiments où se situe l'incident sont volumineux et requièrent une reconnaissance longue pouvant "égarer" le chef d'agrès de ses autres missions premières (transmission des missions et des messages au CODIS).

Au sein de nos données, ceci peut être observé notamment dans la manœuvre 2. Au cours de celle-ci, le chef d'agrès donne l'ordre à son BAL de faire la reconnaissance du bâtiment par l'autre accès afin de vérifier s'il n'y a pas de fumée qui viendrait des caves et de civils qui y seraient potentiellement en danger. Ceci permet au chef d'agrès de gagner du temps dans la mesure où il va pouvoir transmettre dans les temps son message d'ambiance au CODIS pendant que ses équipiers collectent des informations sur la situation. Ceci n'est possible que dans le cas où le BAL a préalablement fini sa mission d'alimentation et que sa disponibilité a été prise en compte par le chef d'agrès.

Ce type de procédure implique pour le chef d'agrès une analyse de la situation en deux temps. En effet, comme nous le montre la manœuvre 2, celui-ci est amené à s'entretenir par la suite avec son BAL afin de recueillir les informations caractérisant la situation et d'en analyser l'ensemble (*e.g. "Ok, les gars, alors dîtes moi ce que vous avez vu"*, *"Il n'y a pas d'autres fumées qui se baladent ou quoi que ce soit ?"*). Ce type d'analyse relève de cette manière d'un véritable travail collaboratif dans la mesure ou celui-ci est fortement dépendant de l'activité des équipiers. Le chef d'agrès devient ainsi tributaire des informations collectées et considérées comme significatives par ses équipiers et que ceux-ci seront à même de lui fournir.

Que celle-ci implique ou non la contribution des équipiers, l'analyse de la situation sert de support à la mise en place par le chef d'agrès d'actions. C'est particulièrement au travers des sous-catégories Ordre, Info équipe et

État équipe mises en évidence par notre travail d'analyse que le caractère collaboratif de l'activité de chef d'agrès prend alors toute sa dimension.

4.3.2.2 Mise en place d'une manœuvre collective

Comme nous avons pu le mentionner précédemment, la mise en place de la manœuvre par le chef d'agrès s'initie auprès des équipiers par la transmission d'ordres. Ceux-ci, se caractérisant par leur généricité, sont directement associés au type de situation auquel le chef d'agrès estime qu'il a affaire. Cependant, ces ordres s'accompagnent généralement d'informations (Info équipe) permettant au chef d'agrès de préciser spécifiquement auprès de ses équipiers leurs conditions d'action relativement à certaines caractéristiques de la situation. Ce travail relève pleinement d'une activité collaborative dans la mesure où le chef d'agrès doit faire preuve d'une certaine empathie afin de déterminer les informations dont les équipiers ont besoin. L'extrait issu des verbalisations recueillies en entretien auprès de Chef–6 en est une parfaite illustration :

Extrait : *"Là, j'informe le conducteur qu'on va alimenter sur le poteau mais qu'on a un homme de pris avec la victime. Lui, il prépare ses clapets et puis il branchera comme d'habitude. Mais comme ça, au moins il est au courant de la situation et il sait que je risque d'avoir besoin de lui rapidement."*
Chef–6

De cette manière, le chef d'agrès apparaît comme une sorte de "chef d'orchestre" des compréhensions de ses équipiers en gérant la diffusion des informations au sein de l'équipe. Cette gestion étant régulée par les missions (et par conséquent les objectifs) qui sont confiées à chacun des membres de l'équipe. Ce point sera davantage développé dans le chapitre suivant portant spécifiquement sur la construction collective de sens.

Enfin, la sous-catégorie État équipe, caractérisant les moments où le chef d'agrès récolte des informations concernant l'activité de ses équipiers, constitue une sorte de pendant de l'analyse de la situation relatif à la manœuvre mise en place. Ce recueil de "données du collectif" peut être volontaire dans le cas où le chef d'agrès initie un travail d'investigation auprès de ses équipiers (*e.g. "Bon, mon BAT, il en est où ?"*). Celui-ci peut aussi être indépendant de sa volonté dans la mesure où les équipiers peuvent directement l'informer de leur situation (*e.g. "Donc là en passant, mon BAT m'interpelle. La victime est inconsciente et ventile. Donc je sais qu'il faut un VSAV (véhicule de secours et d'assistance aux victimes) mais déjà elle est pas en arrêt, donc ça me libère un équipier."*).

En récoltant ces informations caractérisant l'activité des équipiers à un moment précis, le chef d'agrès peut faire un point sur la manœuvre actuelle. Cela

lui permet de déterminer les missions futures (planification) ou éventuellement de réajuster les ordres actuels ou les informations à transmettre aux équipiers.

4.4 Perspectives pédagogiques

L'ensemble de ces résultats et des conclusions que nous avons pu tirer de cette première étude nous permet de proposer certains axes de remédiation liés à la formation des chefs d'agrès.

4.4.1 Favoriser la reconnaissance des indices contextuels

Comme nous avons pu le mettre en évidence précédemment, la détection d'éléments significatifs au sein de l'environnement constitue une étape primordiale dans l'activité du chef d'agrès. Ce travail d'investigation, souvent initié dès l'arrivée du camion sur les lieux, a pour intérêt pour l'officier de "catégoriser" la situation en cours, ceci afin de la mettre en lien avec des types de situations connus répondant à des procédures parfaitement établies et apprises au cours des sessions théoriques. Cette méthode permet ainsi de réduire le degré d'incertitude caractérisant l'incident en cours et de mettre en place un plan d'actions.

Cependant, cette étape de reconnaissance de la situation, du fait de la diversité des éléments à prendre en compte (soulignée par notre schème de codage) et à mettre en lien avec des situations de référence, représente une première difficulté pour les apprenants, notamment en début de formation. Pour surmonter cela et aider le stagiaire à détecter et à prendre en considération ces indices pertinents, celui-ci pourrait être guidé en cours de situation dans ce travail d'investigation. Plusieurs méthodes, s'inscrivant dans une logique d'apprentissage progressif du stagiaire-chef d'agrès s'offriraient dès lors au formateur.

Une première méthode pourrait être que le formateur joue lui-même le rôle du chef d'agrès au cours de la situation. Le stagiaire marchant dans ses pas, dans une position de "doublure" en quelque sorte, pourrait par conséquent observer en temps réel la manière dont le formateur s'y prend pour acquérir les informations nécessaires (que ce soit en termes de déplacements dans l'environnement mais également de méthodes d'interrogation du témoin). Dans le cadre de ce rôle, il serait par ailleurs nécessaire que le formateur soit le plus explicite possible quant aux raisonnements qu'il suit afin de mener à bien sa reconnaissance de la situation. De cette manière, le stagiaire pourrait comprendre les processus d'articulation réalisés en cours d'investigation par le formateur que ce soit entre les données contextuelles ou leur mise en relation avec des données d'arrière-plan (*i.e.* connaissances).

Dans l'exemple de la manœuvre 3, cette méthode aurait ainsi pu aider le stagiaire-chef d'agrès a mieux approfondir sa reconnaissance de la situation. En effet, au cours de cette manœuvre, bien qu'il apprenne, par l'intermédiaire du témoin, que se trouve un local peinture attenant à la zone de sinistre, pouvant dès lors constituer un risque réel d'explosion, le stagiaire ne pense pas à approfondir en questionnant davantage le témoin et en tentant de vérifier la température en ce lieu. De ce fait, omettant ce danger, le stagiaire ne pense pas par la suite à mettre en place un binôme de sécurité auprès de son BAT, tel que cela est d'usage, dans la mesure du possible, dans ce type de situation.

Extrait : *"Alors il me dit que c'est le local peinture mais je n'y fais pas attention. J'ai bien entendu mais je ne l'ai pas pris en compte. J'aurais dû demander à ce moment là ce qu'il y avait effectivement comme quantité de peinture parce qu'il peut y avoir des diluants ou autres qui sont aussi potentiellement dangereux mais ça, j'ai zappé. C'est ce qui m'a été reproché [au cours du débriefing]."*

Chef–3

Une seconde méthode pourrait être pour le formateur de laisser la main au stagiaire-chef d'agrès et de se donner la possibilité de "figer" régulièrement la situation, ceci afin de faire le point avec le stagiaire quant à la manière dont il comprend la situation. Cet arrêt serait alors l'occasion pour le formateur de réorienter si nécessaire l'activité du stagiaire en cas d'incompréhension. Toujours dans l'exemple de la manœuvre 3, cette méthode aurait pu rectifier certaines incompréhensions chez le stagiaire-chef d'agrès concernant la configuration du local dans lequel se trouvait le feu. Du fait de son incompréhension, celui-ci ne va finalement pas tenir compte de certains risques (en l'occurrence la présence de bidons d'essence à proximité du foyer) dans le cadre de sa manœuvre et transmettre ainsi de mauvaises informations par la suite à son BAT avant qu'il pénètre dans le local.

Extrait : *"Alors je n'avais pas compris qu'il y avait juste un petit mur à l'intérieur du local. Donc c'est pour ça que que je demande au témoin si l'essence est près du groupe électrogène. Comme il me dit que c'est derrière un mur, je m'étais dit que c'était à l'abri. Alors qu'en fait c'était bien dans le même local."*

Chef–3

4.4.2 Faciliter la transmission d'informations adéquates

Un autre élément significatif au sein de nos résultats concerne la mise en place d'actions adaptées à la situation. En effet, comme nous avons pu le mettre en évidence, cette adaptation est le résultat d'une combinaison entre des ordres transmis aux équipiers, se caractérisant par leur généricité (*e.g.* extinction d'un foyer d'incendie), et des informations concernant les spécificités

de la situation (*e.g.* les risques, la présence ou non de civils à secourir ou les caractéristiques du bâtiment).

Cet aspect est d'une certaine manière déjà pris en compte dans la formation des chefs d'agrès par la procédure de transmission d'ordre appelée SMES (cf. section 4.3.1.1). Cependant, celle-ci n'est utilisée par les formateurs qu'à des fins d'évaluation au cours du débriefing et non pas comme support d'apprentissage au cours de la situation de simulation. Il serait en effet possible, toujours dans une logique d'apprentissage progressif, d'imaginer le formateur aider directement le stagiaire lors de sa transmission d'ordre en lui rappelant les informations (récoltées ou préalablement connues) qu'il doit transmettre à ses équipiers. Ceci pourrait également être réalisé à l'aide d'une feuille de rappel, mentionnant par exemple les différentes catégories d'informations que nous avons pu extraire de nos résultats (dangers, contexte, incident, civils). De cette manière, dans un premier temps, le stagiaire pourrait s'appuyer dessus en cours de situation afin de n'occulter aucune information importante pour la bonne marche de la mission. Il pourrait par la suite s'en "détacher" progressivement à mesure que la formation avance.

Dans le cadre de nos données, ce type de méthodes aurait pu être utilisé au cours de la manœuvre 4 par exemple. En effet lors du débriefing, les formateurs signaleront au stagiaire-chef d'agrès, que celui-ci n'a pas transmis à son BAT les bonnes informations en termes de sécurité et d'agencement du bâtiment, ou du moins pas de manière claire, avant qu'il ne pénètre dans l'appartement enfumé. De ce fait, le BAT a oublié certaines règles de sécurité primordiales pour la bonne marche de sa mission (notamment le fait que deux équipiers doivent toujours s'accrocher avant de pénétrer dans un local clos enfumé) et s'est longuement égaré dans l'appartement, ne parvenant finalement pas à trouver la victime. Par l'appui d'un formateur ou d'une feuille de rappel, le stagiaire-chef d'agrès aurait pu, en cours de situation, s'aider à mieux structurer l'ensemble des informations à transmettre et à ne surtout pas en oublier, notamment concernant la sécurité.

4.4.3 Aider à l'acquisition d'un comportement proactif

Le dernier résultat extrait de cette étude porte sur l'importance pour le stagiaire-chef d'agrès d'adopter un comportement proactif vis à vis de la situation. Pour cela, l'intéressé s'appuie notamment sur ce que nous avons appelé des projections faites sur la situation (prédictions) mais également sur les actions à mettre en place (planifications). Ce que nous avons nommé des projections double-niveau, associant des prédictions sur la situation à des planification d'actions, semblerait notamment distinguer les stagiaires ayant validé leur manœuvre de ceux ayant échoué (cf. section 4.3.1.2).

Cet élément pourrait être favorisé par le formateur en cours de situation en utilisant la même méthode que celle suggérée précédemment sur la mise en arrêt de la situation. Par cette méthode utilisée à des instants spécifiques, le formateur pourrait, au delà de la "simple" prise en compte d'indices significatifs, aider le stagiaire à compléter le processus de reconnaissance en imaginant l'évolution de la situation à partir des éléments qu'il connaît. Le développement de ces prédictions pourrait de plus revêtir un aspect applicatif en guidant le stagiaire à "aller plus loin" et à associer celles-ci à des actions à mettre en place dans l'immédiat ou dans un futur proche.

Cette méthode peut par exemple être utilisée dans le cas d'incendies, afin d'expliquer à l'apprenant la manière dont les flammes pourraient se propager et les dangers que cela pourrait provoquer en fonction des différentes localisations de matières inflammables au sein de l'environnement. En imaginant ce futur possible de la situation, le stagiaire-chef d'agrès pourrait dès lors mieux cerner les missions spécifiques à attribuer à ses équipiers et par exemple, leur indiquer comment cheminer jusqu'aux flammes afin de s'exposer le moins possible aux risques.

De plus, cette méthode pourrait donner la possibilité au formateur de faire prendre conscience à l'apprenant, en cours de situation, des conséquences d'une action précise. Ceci aurait par exemple pu être utilisé au cours de la manœuvre 4, lorsque le stagiaire-chef d'agrès quitte quelques instants le témoin à la porte de l'appartement en feu afin d'aller spécifier un ordre au BAL. Dans le contexte de la situation de simulation, cette action a eu pour conséquence de mettre en danger le témoin (joué par un formateur) qui a profité de cette absence pour pénétrer dans l'appartement enfumé et tenter de sauver lui-même la victime restée prisonnière des flammes. Cette action rentre dès lors en totale contradiction avec le principe de mise en sécurité des civils, point éliminatoire dans l'évaluation du stagiaire-chef d'agrès. En arrêtant la situation au moment où le stagiaire-chef d'agrès laissait le témoin à l'entrée de l'appartement enfumé, les formateurs auraient pu lui exposer les conséquences extrêmement négatives de cette action et "rembobiner" la situation de simulation jusqu'à ce moment précis afin que l'apprenant reprenne le cours de la situation par une décision plus adéquate.

Chapitre 5

Étude de l'activité collective d'une équipe de sapeurs-pompiers

Résumé du Chapitre 5

Ce chapitre prolonge notre travail d'analyse en s'intéressant à l'étude de l'activité collective d'une équipe de sapeurs-pompiers en situation de simulation. Plus précisément, en référence au modèle théorique Data/Frame, cette étude s'est attachée à analyser la construction collective de sens au travers de l'articulation des activités individuelles. Pour ce faire, nous nous fondons sur la même procédure de recueil de données que pour l'étude précédente appliquée à chacun des membres de l'équipe (chef d'agrès, chef-BAT, équipier-BAT, chef-BAL, équipier-BAL). L'analyse de ces données s'appuie sur l'utilisation de tableaux multi-portées, permettant de mettre en évidence les (im)possibilités d'interaction inter-individuelles se créant tout au long d'une situation d'apprentissage, et la proposition d'un mode de représentation (appelé Saga*) illustrant l'articulation des activités individuelles de construction de sens. Cette étude souligne l'influence des configurations fonctionnelle (mission de chaque agent) et spatiale (position de chaque agent) de l'équipe sur le caractère hétérogène de la construction collective de sens au cours d'une manœuvre. Cette hétérogénéité s'illustre par la coexistence au sein de l'équipe de deux niveaux de compréhension de la situation (macroscopique et microscopique) et la mise en place de formes locales et typiques de coordination faisant intervenir l'ensemble ou une partie de l'équipe. De ce fait, la compréhension collective apparaît comme un entremêlement de cycles de constructions locales de sens dont le chef d'agrès se révèle être le coordinateur. L'ensemble de ces résultats permet de définir des pistes pédagogiques destinées notamment à favoriser l'apprentissage au travail collectif.*

Contenu du Chapitre 5

Introduction 201
5.1 Méthode 202
5.1.1 Participants 202
5.1.2 Recueil des données 202
5.1.3 Analyse des données 203
5.1.3.1 Transcription 204
5.1.3.2 Analyse synchronique 206
5.1.3.3 Analyse diachronique 214
5.2 Résultats 215
5.2.1 Analyse synchronique 215
5.2.1.1 Séquençage des manœuvres 215
5.2.1.2 Identification des activités individuelles 215
5.2.1.3 Catégorisation du niveau de compréhension . . 216
5.2.1.4 Schématisation 217
5.2.1.5 Validité de l'analyse 224
5.2.2 Analyse diachronique 225
5.2.2.1 Reconstruction *a posteriori* 225
5.2.2.2 Regroupement des processus redondants 225
5.3 Discussion 228
5.3.1 Influence de la configuration fonctionnelle 229
5.3.1.1 Coexistence de deux niveaux de compréhension 229
5.3.1.2 Spécificité de l'activité d'un binôme 233
5.3.2 Influence de la configuration spatiale 234
5.3.3 Entremêlement de cycles de constructions locales de sens 237
5.4 Perspectives pédagogiques 239
5.4.1 Prise en compte de la configuration fonctionnelle 239
5.4.1.1 Adapter l'aide à la fonction de l'apprenant . . 239
5.4.1.2 Favoriser l'activité d'un binôme 240
5.4.2 Prise en compte de la configuration spatiale 241
5.4.3 Aider à organiser l'activité collective de l'équipe 241

Introduction

Le chapitre précédent constituait une voie d'accès à l'activité du stagiaire-chef d'agrès, dont l'apprentissage constitue l'objet de la formation à laquelle notre travail s'est appliqué. Comme nous avons pu le constater en conclusion de l'étude, au travers de la manœuvre à mettre en place, le rôle du chef d'agrès se trouve étroitement lié à des considérations collectives. Cet aspect s'illustre particulièrement par l'identification de sous-catégories relevant des ordres, informations transmises aux équipiers (Info équipe) et informations relevées sur les équipiers (État équipe) impliquant la prise en compte par le chef d'agrès de l'activité d'autrui (cf. chapitre 4). L'objectif principal du présent chapitre est de prendre en compte ce caractère collaboratif en proposant une analyse de l'activité collective de l'équipe de sapeurs-pompiers en situation pratique de formation. A cette fin, nous avons mené une étude empirique s'appuyant sur trois présupposés.

Comme nous avons pu l'aborder au cours de notre revue de littérature portant sur l'activité collective en situation dynamique (cf. chapitre 2), les équipes de sapeurs-pompiers, dans notre cas en milieu urbain, sont amenées à évoluer dans des espaces cloisonnés empêchant partiellement toute communication (verbale ou visuelle) entre les membres. Dans la perspective de déterminer les mécanismes de construction collective de sens d'une équipe "éclatée", nous partons du présupposé que cet objet s'appréhende à partir du produit de l'articulation des constructions individuelles de sens.

Cette prise en compte du caractère subjectif et individuel passe à notre sens par une compréhension empirique du "cours d'action" de chacun des membres et de leur articulation. De ce fait, notre travail s'inscrit dans une approche naturaliste destinée à rendre compte des significations que les membres de l'équipe construisent de par leur interaction permanente avec la situation de simulation. Dans un second temps, nous présupposons également la coexistence au sein du collectif de différents niveaux de compréhension de la situation. Cette pluralité des formes de compréhension serait à la fois la résultante des différentes fonctions allouées à chacun des membres et des (im)possibilités d'interaction entraînées par le contexte.

Les points précédents présument l'élaboration d'une méthodologie spécifique à même de rendre compte de l'agencement du collectif en fonction des contraintes environnementales. Ceci nous amène à notre troisième présupposé portant sur l'intérêt de la transcription multi-portées comme préalable à l'identification de la dynamique de construction collective de sens. Nous faisons le pari que cette méthode pourrait permettre : 1) de mettre en évidence l'évolution des (im)possibilités d'interaction contraintes par l'environnement ; 2) d'y associer cette dernière avec la dynamique de construction collective de sens ; 3)

d'extraire des formes typiques d'articulation au sens où celles-ci apparaîtraient de manière régulière au cours d'une même manœuvre ou de manière transverse au sein de plusieurs d'entre elles.

Dans la section suivante, nous présentons de manière précise la méthode mobilisée pour l'étude de l'activité collective d'une équipe de sapeurs-pompiers en situation de simulation. Nous illustrerons cette présentation au moyen d'exemples extraits de nos données.

5.1 Méthode

5.1.1 Participants

L'étude a été menée auprès de 11 sapeurs-pompiers volontaires participant à la formation de chef d'agrès. Au moment du recueil de données, leur moyenne d'âge était de 36,45 ans (écart-type : 7,62). Leur expérience en tant que sapeur-pompier était de 12,27 ans en moyenne (écart-type : 3,58). Nous conservons le même contrat moral que pour l'étude du chapitre précédent concernant leur anonymat (cf. annexe A.1). Afin de garantir cette relative confidentialité, les participants ont été nommés à l'aide d'un code correspondant à la manœuvre (entre 1 et 3) suivi de la dénomination de leur poste (Chef, BAL–1, BAL–2, BAT–1, BAT–2) : exemple, le code 3_BAT–1 correspond au chef du binôme d'attaque (BAT) de la manœuvre 3.

L'ensemble des participants a pris part à la formation de chef d'agrès organisée par le Service Départemental d'Incendie et de Secours du Morbihan (SDIS 56) et dont les modalités ont préalablement été détaillées dans le chapitre précédent (cf. section 4.1).

5.1.2 Recueil des données

Dans le cadre de cette étude, nous nous sommes intéressés à trois manœuvres réalisées au cours de la formation. Ces manœuvres seront numérotées de 1 à 3 conformément à leur ordre chronologique au cours de la formation. Celles-ci n'impliquent pas les mêmes types d'incidents et par conséquent les mêmes enjeux. La manœuvre 1 correspond à une intervention sur un feu dans les services techniques d'une ville. La manœuvre 2 concerne un feu localisé dans un appartement attenant à un établissement d'hébergement pour personnes âgées dépendantes (EHPAD) et impliquant une victime. La manœuvre 3 implique une intervention sur un feu de poids-lourd situé dans une rue et impliquant une victime également. Ces manœuvres ont eu une durée respective de 12'43", 18'10" et 10'17" (moyenne = 13'43" ; écart-type = 4'02").

Au cours de ces trois manœuvres, la procédure de recueil de données s'est appliquée à chaque fois à l'ensemble de l'équipe d'intervention excepté le

conducteur (joué par un professionnel n'étant pas impliqué dans le processus de formation). De cette manière, sur chaque intervention, cinq stagiaires étaient concernés, jouant respectivement les rôles de chef d'agrès (rôle-objet de la formation), chef-BAT, équipier-BAT, Chef-BAL, équipier-BAL [1].

Tout comme pour l'étude individuelle (cf. chapitre 4), la procédure de recueil des données s'inspire des méthodes issues des méthodes d'analyse *in situ* présentées dans le chapitre 1 (section 1.2.2). De ce fait, trois types de données ont été recueillis : i) des données d'observation relatives à l'activité des stagiaires au cours des mises en situation ; ii) des données de communication impliquant les stagiaires au cours des mises en situation ; iii) des verbalisations provoquées au cours d'entretiens individuels en re-situ subjectif (Rix et Biache, 2004) suivant directement l'exécution de la manœuvre sur site.

Le détail des procédures mises en œuvre pour l'obtention de ces données se trouve dans le chapitre précédent (cf. section 4.1.3). Dans le cadre de cette étude, les entretiens en re-situ subjectif en vue du recueil de verbalisations de la part des stagiaires ont duré entre 12'38" et 33'40" (moyenne = 22'59" ; écart-type = 6'47"). Tous ces entretiens ont été réalisés par le même chercheur que lors de l'étude sur les stagiaires-chefs d'agrès.

5.1.3 Analyse des données

Dans le cadre de cette étude sur l'activité collective, trois manœuvres ont été considérées dans leur intégralité (de l'annonce de l'incident provenant du Centre Opérationnel Départemental d'Incendie et de Secours (CODIS) jusqu'à ce que les formateurs annoncent la fin de la mise en situation). Tout comme pour l'analyse individuelle, ce travail est ici initié par la transcription des données recueillies pour chacune des manœuvres étudiées. Par la suite, ces données ont fait l'objet d'un travail d'analyse s'articulant autour des deux niveaux de description que sont l'analyse synchronique et l'analyse diachronique.

Dans un premier temps, l'analyse synchronique consiste à reconstruire la chronique des situations (déroulement temporel) en synchronisant les données extrinsèques (comportements et communications) et les données intrinsèques (verbatims) récoltées pour chacun des participants. Pour cela, l'analyse synchronique s'appuie sur cinq étapes : (1) Le séquençage des manœuvres ; (2) L'identification des activités individuelles de construction de sens ; (3) La catégorisation du niveau de construction de sens ; (4) La schématisation de la construction collective de sens ; (5) La validité de l'analyse.

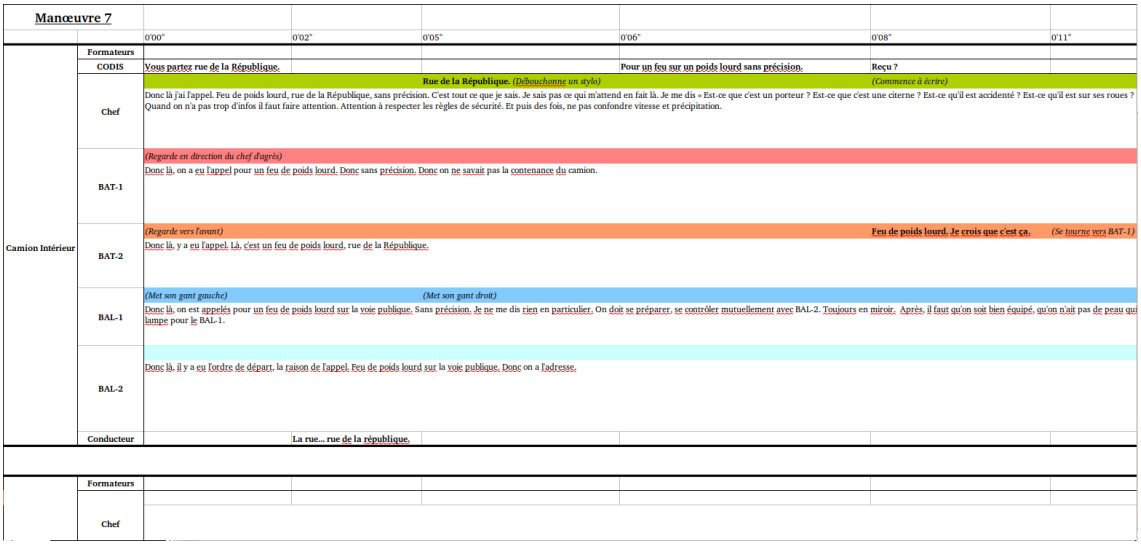
1. Il est à noter que, la formation reposant sur un roulement des effectifs au fil des manœuvres, cela implique dans le cadre de notre étude que certains stagiaires ont participé à la fois aux manœuvres 1 et 2, en y occupant des postes différents. La manœuvre 3 a de son côté impliqué une toute "nouvelle" équipe.

Dans un second temps, l'analyse diachronique repose sur l'aspect dynamique des processus et permet ainsi de répondre à la problématique des comportements adaptatifs du collectif face aux contraintes de l'environnement. Pour ce faire, l'analyse diachronique s'appuie sur trois étapes : (1) La reconstruction *a posteriori* de la dynamique de construction collective de sens ; (2) Le regroupement des processus typiques de construction collective de sens.

5.1.3.1 Transcription

Les films vidéo, issus de l'ensemble des caméras (à l'épaule et embarquées) utilisées simultanément lors des situations d'étude, ont été visionnés afin de répertorier l'ensemble des comportements des participants. Lors de cette étape, un soin particulier est apporté par le chercheur pour décrire de façon précise les actions des stagiaires tout en conservant une tonalité neutre. Plus précisément, il s'agit de s'appuyer sur l'utilisation de verbes d'actions simples sans inférences quant à leurs intentions (cf. chapitre 1 section 4.1.4). Tout comme pour l'étude de l'activité individuelle, le travail d'analyse a été complété par la collecte de données de verbalisation issues d'entretiens individuels auprès de chacun des participants.

L'ensemble de ces données a été, pour chaque manœuvre, regroupé au sein d'un tableau multi-portées (cf. chapitre 2 section 2.2.2.4) construit sur feuille de calcul Openoffice (cf. figure 5.1). Ces tableaux sont construits suivant deux axes : un axe horizontal pour respecter le décours temporel de la situation ; un axe vertical pour respecter la configuration spatiale des lieux de l'intervention.



Manœuvre 7		0'00"	0'02"	0'05"	0'06"	0'08"	0'11"
Camion Intérieur	Formateurs						
	CODIS	Vous partez rue de la République.			Pour un feu sur un poids lourd sans précision.	Reçu ?	
	Chef	Rue de la République. *(Débouchonne un stylo)*				*(Commence à écrire)*	
		Donc là j'ai l'appel. Feu de poids lourd, rue de la République, sans précision. C'est tout ce que je sais. Je sais pas ce qui m'attend en fait là. Je me dis « Est-ce que c'est un porteur ? Est-ce que c'est une citerne ? Est-ce qu'il est accidenté ? Est-ce qu'il est sur ses roues ? Quand on n'a pas trop d'infos il faut faire attention. Attention à respecter les règles de sécurité. Et puis des fois, ne pas confondre vitesse et précipitation.					
	BAT-1	*(Regarde en direction du chef d'agrès)*					
		Donc là, on a eu l'appel pour un feu de poids lourd. Donc sans précision. Donc on ne savait pas la contenance du camion.					
	BAT-2	*(Regarde vers l'avant)*				Feu de poids lourd. Je crois que c'est ça.	*(Se tourne vers BAT-1)*
		Donc là, y a eu l'appel. Là, c'est un feu de poids lourd, rue de la République.					
	BAL-1	*(Met son gant gauche)*		*(Met son gant droit)*			
		Donc là, on est appelés pour un feu de poids lourd sur la voie publique. Sans précision. Je ne me dis rien en particulier. On doit se préparer, se contrôler mutuellement avec BAL-2. Toujours en miroir. Après, il faut qu'on soit bien équipé, qu'on n'ait pas de peau qui lampe pour le BAL-1.					
	BAL-2						
		Donc là, il y a eu l'ordre de départ, la raison de l'appel. Feu de poids lourd sur la voie publique. Donc on a l'adresse.					
	Conducteur		La rue... rue de la république.				
	Formateurs						
	Chef						

FIGURE 5.1: Vision microscopique d'une section de la transcription multi-portées de la manœuvre 3

Pour chaque manœuvre, le chercheur a préalablement divisé l'environnement global d'intervention en différents espaces susceptibles de rendre compte des (im)possibilités d'interaction que ceux-ci renvoient pour le collectif. Un exemple de sectionnement de l'espace d'intervention est présenté en figure 5.2. Pour chacun de ces espaces prédéfinis, chaque membre de l'équipe (chef d'agrès, BAT et BAL) se trouve représenté dans le tableau multi-portées par deux lignes : la ligne supérieure pour ses comportements (entre parenthèses et en italique) et ses communications (en gras) ; la ligne inférieure pour placer en vis à vis ses verbalisations correspondantes recueillies en cours d'entretien. La présence, à tout instant, d'un individu en un lieu est souligné par la mise en couleur (spécifique à son rôle) de sa ligne supérieure. De cette manière, les déplacements de chaque membre de l'équipe au cours de l'intervention sont aisément mis en relief (cf. figure 5.3).

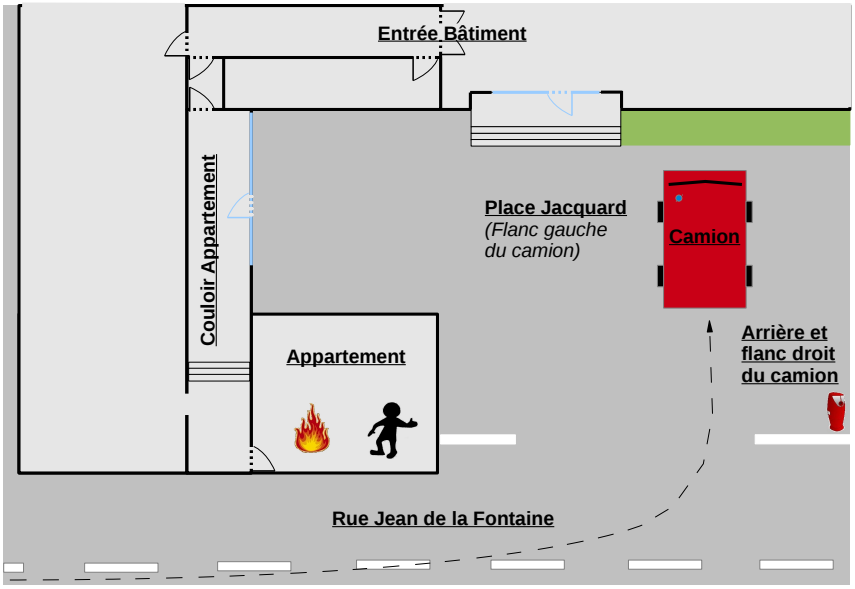


FIGURE 5.2: Plan de l'environnement d'intervention lors de la manœuvre 2

Complémentairement, suivant leur intervention ou non dans un espace en particulier, une ligne peut être ajoutée pour les communications de chaque intervenant que sont le conducteur, le témoin éventuel (joué par un formateur) et le CODIS (rôle généralement tenu par un autre formateur sur le terrain ou par un stagiaire isolé dans une salle). Enfin, une ou deux autres lignes peuvent être ajoutées suivant les interventions à visée pédagogique réalisées par les formateurs (nommés Formateur 1 et Formateur 2) lorsque ceux-ci ne jouent alors aucun rôle spécifique dans le cadre de la manœuvre (que ce soit témoin ou CODIS). L'ensemble de ces lignes individuelles se trouve placé en vis à vis dans la perspective de reconstruire la chronique des manœuvres.

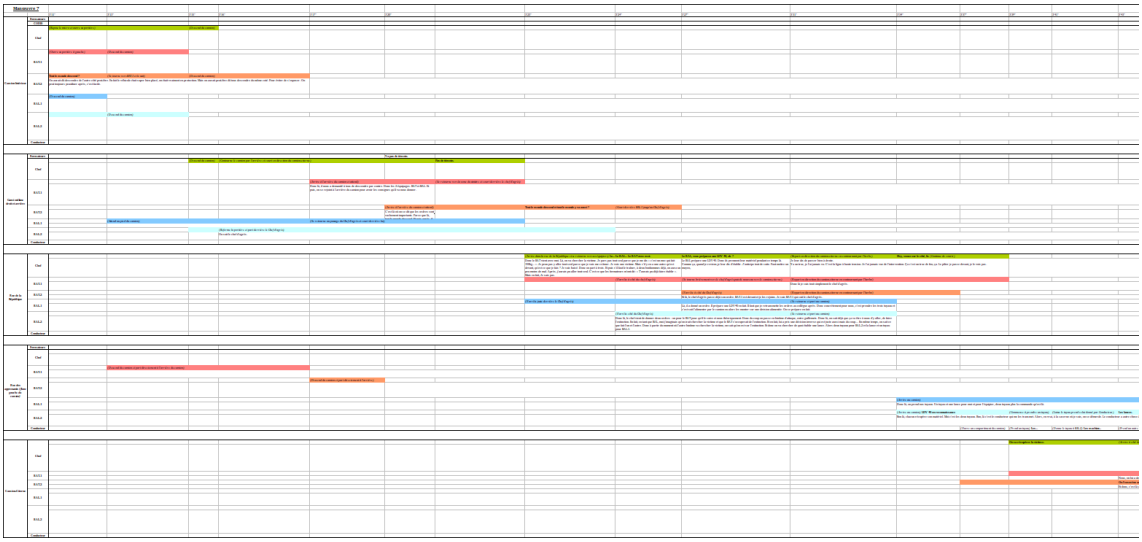


FIGURE 5.3: Vision macroscopique d'une section de la transcription multi-portées de la manœuvre 3

5.1.3.2 Analyse synchronique

Séquençage des manœuvres

La première étape de l'analyse synchronique consiste à séquencer chaque manœuvre par la détection de "moments de rupture" au sein de l'activité collective. Ces moments de rupture correspondent à des changements du collectif que ce soit en termes de configuration spatiale ou fonctionnelle. Les changements relatifs à la configuration spatiale correspondent aux moments de séparation et de rassemblement de membres de l'équipe au cours de la manœuvre. Les changements relatifs à la configuration fonctionnelle résultent quant à eux des ordres et missions donnés à chacun des membres par le chef d'agrès. Ces différentes configurations fonctionnelles suivent une nomenclature préalablement établie par nous-mêmes en nous appuyant sur nos observations au cours de notre session de familiarisation (figure 5.4).

Identification des activités individuelles de construction de sens

Une fois le séquençage réalisé, le travail d'analyse se poursuit par l'identification des activités individuelles de construction de sens. Ces activités sont définies par le modèle théorique *Team Sensemaking* (Klein *et al.*, 2010) présenté dans la section 2.1.2.3 et résultant d'une adaptation du modèle individuel *Data/Frame* (Klein *et al.*, 2007a).

Concrètement, l'identification des activités de construction de sens au sein des études (que celles-ci s'intéressent à leur caractère individuel ou collectif) s'appuie majoritairement sur l'utilisation de guide de codage mettant ces der-

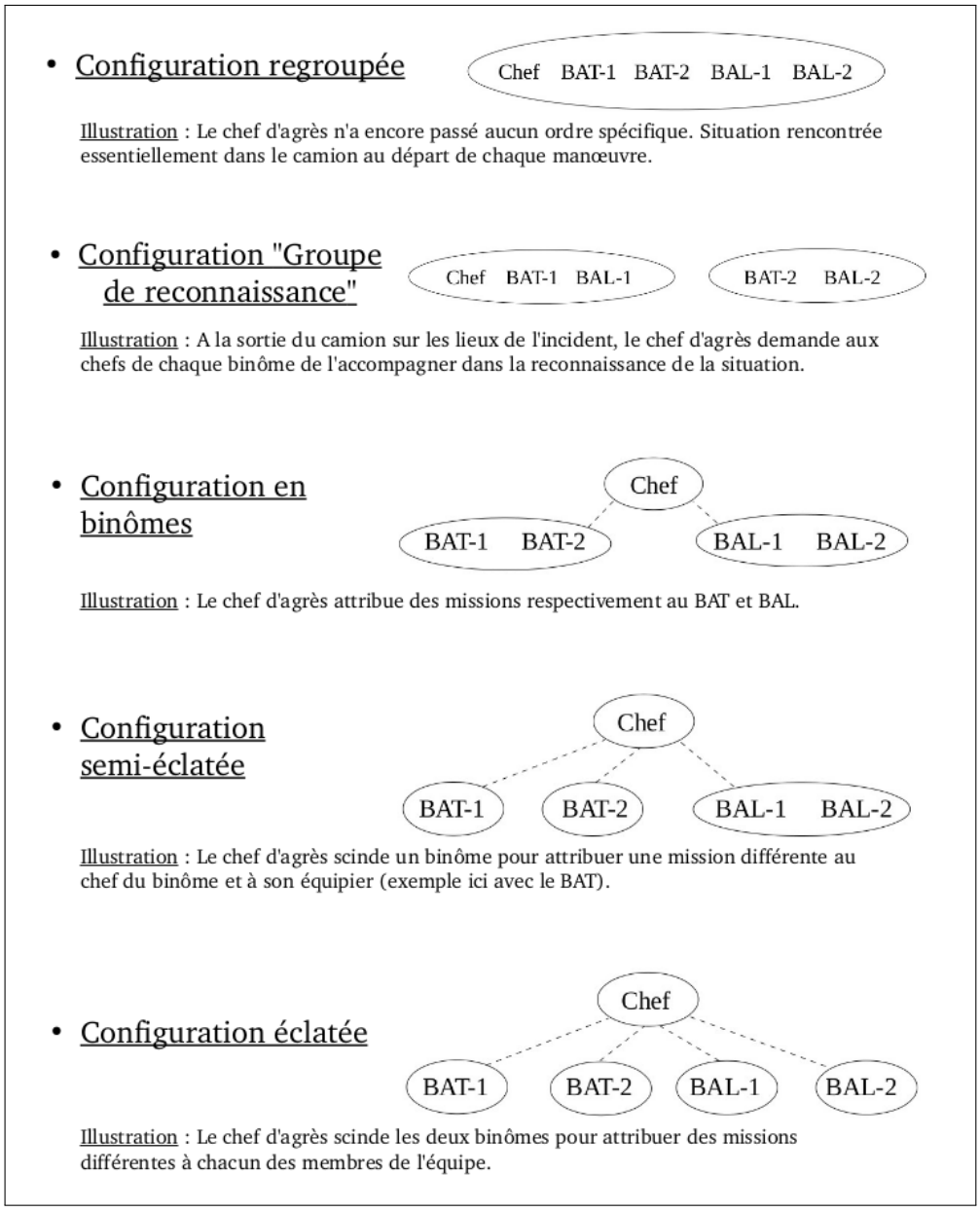


FIGURE 5.4: Nomenclature préalablement établie des configurations fonctionnelles de l'équipe d'intervention

niers en concordance avec des marqueurs comportementaux spécifiques aux domaines d'étude (Klein *et al.*, 2010; Taylor, 2010; Malakis et Kontogiannis, 2013, 2014). La détection de ces marqueurs comportementaux s'opérant au sein des communications et comportements relevés en cours de situation et/ou verbalisations récoltées au cours d'entretiens.

Dans le cadre de notre étude, nous avons également élaboré un guide de codage spécifique à notre domaine d'application. Celui-ci repose sur la description de marqueurs comportementaux constitués sur la base de la catégorisation préalable des interactions ainsi que sur la détection au sein de leurs verbalisations d'autres éléments significatifs (indices environnementaux, connaissances, etc.) pris en compte par les agents. Chacune des activités de construction de sens constituant le modèle *Data/Frame* se trouve ainsi associée à des marqueurs comportementaux spécifiques relatifs à notre situation d'étude. Celles-ci sont décrites dans les tableaux suivants :

Identification de cadre **:** Association entre des données contextuelles et un cadre spécifique issu de l'expérience.

Marqueurs comportementaux	Exemples de données
-Prise en compte du message initial du CODIS	*"Donc là on a eu l'appel pour un feu de poids lourd."*
-Réception d'une mission (préparatoire ou exécutoire)	*"Et puis là, le chef me donne une deuxième mission."*
-Énonciation d'un manque d'information spécifique à la situation	*"Sans précision, on ne savait donc pas la contenance du camion."*
-Verbalisations sur une action ou série d'actions à mener	*"Et donc là le principe, c'est de prendre un tuyau et d'aller le brancher sur le poteau."*
-Énonciation de connaissances préalablement construites et relatives à la situation en cours	*"Aux services techniques, c'est comme dans un garage : des bouteilles d'acétylène, de l'essence, de la peinture et tout ça."*

Élaboration de cadre : Recherche et/ou acquisition de données contextuelles supplémentaires précisant le cadre.

Marqueurs comportementaux	Exemples de données
-Prise en compte d'indice(s) contextuel(s) supplémentaires s'intégrant dans le cadre initial	*"Donc là, j'ai vu le camion qui cramait."*
-Verbalisations témoignant d'une action de recherche d'indice(s) contextuel(s)	*"Dès qu'on arrive sur les lieux, on essaie de visualiser ce qui se passe."*
-Demande d'information auprès d'autrui (équipier(s), conducteur, témoin, CODIS)	*"Je mets les trois tuyaux ?"*
-Prise en compte d'une transmission d'information de la part d'autrui	*"Là, c'est équipier-BAL qui voit la victime et qui l'annonce."*
-Acquisition d'information relative à autrui	*"Là, je vois que le chef repart en direction de l'appartement."*

Remise en question de cadre : Acquisition de données contextuelles en contradiction avec le cadre.

Marqueurs comportementaux	Exemples de données
-Détection d'indice(s) contextuel(s) ne s'accordant pas au cadre initial ou en contradiction avec un plan d'action	*"Sauf que là, petite déconvenue, lorsque j'arrive sur le poteau, je me rends compte qu'il y a une affichette dessus qui nous dit que le poteau est hors-service."*
-Prise en compte d'une transmission d'information ne s'accordant pas au cadre initial, en incohérence vis à vis d'attentes	*"Là le chef donne ses ordres. Et en fait, en tant que BAL, moi j'imaginais qu'on irait chercher la victime et que le BAT s'occuperait de l'extinction."*
-Communications témoignant d'une incompréhension	*"Mais tout le monde doit descendre ? !"*

Re-cadrage : Création d'un nouveau cadre

Marqueurs comportementaux	Exemples de données
-Action(s) faisant suite à une remise en question de cadre et en contradiction avec certaines actions précédentes	*"Et là, je ne dis plus "Groupe de reconnaissance" mais "Tout le monde descend."*
-Appui explicite sur des actions procédurales suite à une remise en question de cadre	*"Bon bah, on suit le mouvement. Je suis mon chef."*

Re-cadrage : Comparaison de cadres

Marqueurs comportementaux	Exemples de données
-Verbalisations témoignant de l'hésitation entre plusieurs possibilités d'action	*"Donc là, on voit le chef qui sort le témoin. Est-ce qu'on doit lui donner un coup de main ou continuer notre mission ? C'est pour ça qu'on reste un peu regarder là."*
-Communications témoignant de l'hésitation entre plusieurs possibilités d'action	*"Attends. Faudrait peut-être un deuxième tuyau. Je sais pas."*

Catégorisation du niveau de compréhension individuelle

Le travail d'analyse s'est poursuivie sur chacune des activités individuelles de construction de sens par la catégorisation du niveau de compréhension individuelle qui y est impliquée. Ainsi, deux niveaux de compréhension ont été distingués : macroscopique et microscopique. Le niveau macroscopique correspond à la situation dans sa globalité (type d'incident, présence de victime, dangers potentiels, configuration des lieux) et le type de manœuvre qui y est appliquée (missions de chaque binôme ou partenaire, planification des tâches). Le niveau microscopique fait référence aux éléments contextuels (*e.g.* emplacement de bouche à incendie, comportement du feu, état de santé d'une victime, matériel nécessaire) et actions ou procédures (*e.g.* attaque du feu, aide à la victime, alimentation) relatifs à l'exécution d'une mission spécifique.

Schématisation de la construction collective de sens

Une fois que les activités individuelles de construction de sens ont été

identifiées tout au long de la manœuvre pour l'ensemble des agents impliqués, il s'agit de procéder à un travail d'association de ces dernières. Nous proposons pour cela le mode de représentation SAGA [2]. Celui-ci consiste à illustrer, pour chaque séquence identifiée au cours de la situation, l'articulation des activités de construction de sens de chacun des équipiers (suivant le modèle *Data/Frame*) en fonction des configurations spatiale et fonctionnelle de l'équipe.

Ce mode de représentation répond à plusieurs règles précises. Dans un premier temps, la disposition sur le schéma des modèles individuels de construction de sens témoignent de la configuration fonctionnelle de l'équipe. Cette dernière est directement liée aux missions allouées à chacun des binômes (ou individus) par le chef d'agrès et suit une nomenclature que nous avons défini au préalable (figure 5.5).

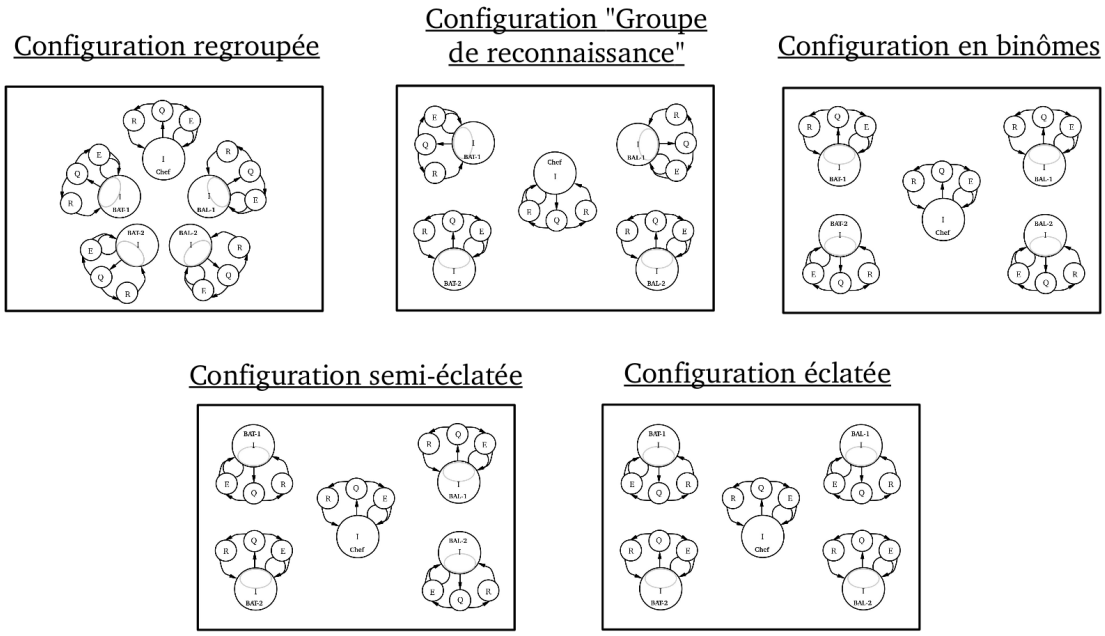


FIGURE 5.5: Nomenclature de la disposition des constructions individuelles de sens en fonction de la configuration fonctionnelle de l'équipe

Dans un second temps, nous nous appuierons en figure 5.6 sur un exemple spécifique de schématisation de la construction collective de sens selon le modèle SAGA afin d'illustrer l'ensemble des explications nécessaires à sa compréhension. Cette section explicative se fera à l'aide de vignettes bleues nu-

2. *Sensemaking Articulation of Global Activty*

mérotées, insérées au schéma.

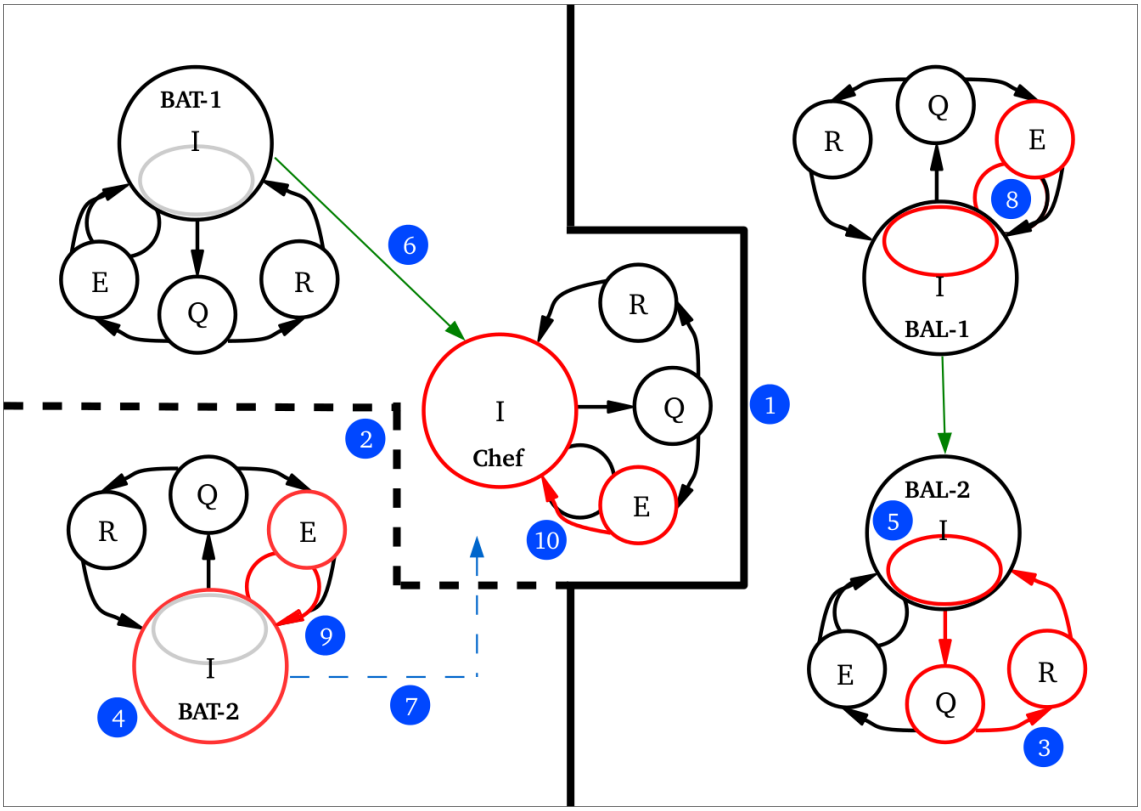


FIGURE 5.6: Exemple de schéma d'articulation des constructions individuelles de sens selon le modèle SAGA

La configuration spatiale, et plus particulièrement les impossibilités (ou contraintes) d'interaction que celle-ci implique, est représentée par des lignes de délimitation entre agents. Cette ligne est pleine lorsque deux agents au cours d'une séquence se trouvent exclusivement dans deux espaces différents (vignette ❶). Celle-ci est hachurée si, au cours de cette séquence, de par les déplacements de chacun, deux agents se sont trouvés successivement dans des espaces communs et distincts (vignette ❷). L'absence complète de ligne entre deux agents illustre le fait que ceux-ci se trouvent dans le même espace tout au long de la séquence.

Les activités individuelles de construction de sens sont mises en surbrillance rouge afin de montrer leur activation par chacun des agents au cours de la séquence (la vignette ❸ montre un exemple de cycle de recadrage réalisé par l'équipier-BAL au cours de la séquence).

Les niveaux de compréhension macroscopique et microscopique sont représentés pour chaque membre de l'équipe respectivement par le grand cercle noir d'identification de cadre et l'ovale gris qui y est intégré. Le niveau de compréhension activé par l'agent est alors mis en évidence par la mise en surbrillance rouge soit de son grand cercle (niveau macroscopique ; vignette ❹) soit de son ovale gris (niveau microscopique ; vignette ❺). Il est à noter qu'au cours d'une même séquence, les niveaux macroscopique et microscopique d'un même agent peuvent être simultanément mis en surbrillance témoignant dans ce cas pour l'intéressé d'un passage au cours de cette séquence d'un niveau de compréhension vers un autre. A l'inverse, l'absence totale de surbrillance chez un individu témoigne d'une absence de processus de construction de sens au cours de la séquence (dans notre exemple, c'est le cas du Chef-BAT).

L'articulation entre les processus de construction individuelle de sens est mise en relief par différents modes d'interaction entre agents. Tout d'abord, la représentation des transmissions d'information entre agents se fait à l'aide de flèches vertes (la vignette ❻ par exemple montre que le Chef-BAT transmet des informations au Chef d'agrès).

Ensuite, lorsqu'un agent prend en compte des informations relatives à un ou plusieurs autres membres de l'équipe sans qu'il y ait pour autant de communications qui lui soient directement destinées, ceci est représenté par une flèche bleue hachurée. Par exemple, la vignette ❼ montre que l'Équipier-BAT prend en compte des informations relatives au Chef d'agrès qui pour sa part est en interaction avec le Chef-BAT.

Enfin, il est à noter que lorsqu'il y a recherche d'information de la part d'un agent (que celle-ci soit une demande d'information envers autrui ou tout autre action de recherche) ceci se trouve représenté au sein même de son schéma individuel de construction de sens. En effet, la recherche d'information étant directement orientée par le cadre activé par l'agent, celle-ci est illustrée par la mise en surbrillance rouge de la partie cyclique allant de l'Identification de cadre vers l'Élaboration de cadre (vignette ❽). Si cette recherche d'information est suivie de son acquisition de manière explicite (suite à une transmission d'information d'autrui) ou implicite (détection par soi-même de l'information), le cycle d'élaboration est bouclé dans la mesure où le cadre s'en trouve finalement étoffé (vignette ❾). En revanche, si une information se trouve spontanément prise en compte par un agent sans que celui-ci ait réalisé une démarche volontaire pour l'acquérir (par exemple si un équipier informe spontanément le chef d'agrès de sa disponibilité) seule la flèche allant de l'Élaboration de cadre vers l'Identification de cadre se trouve mise en surbrillance rouge (vignette ❿).

Validité de l'analyse

La procédure de validité de l'analyse synchronique s'appuie sur les mêmes principes que ceux avancés lors de l'analyse de l'activité individuelle des stagiaires-chefs d'agrès (cf. chapitre 4 section 4.1.4.2), à savoir l'exhaustivité, l'exclusivité et la fidélité (Corbin et Strauss, 2008). Le critère de fidélité se trouve ainsi également éprouvé par une procédure de validité portant d'un côté sur le séquençage d'une manœuvre et de l'autre sur le codage (identification des activités individuelles de construction de sens et catégorisation du niveau de construction de sens). Le test de validité du séquençage repose sur le calcul d'un pourcentage d'accord inter-codeurs. La validité du codage se réalise quant à elle par le calcul d'un coefficient *Kappa* de Fleiss (1971) destiné à mesurer le degré d'accord entre les codeurs [3]. Tout comme le coefficient *Kappa* de Cohen, le coefficient *Kappa* de Fleiss se trouve également associé à une table d'interprétation du coefficient issu des travaux de Landis et Koch (1977) associant une concordance importante pour un *Kappa* au-dessus de 0,61 et une concordance presque parfaite au-dessus de 0,81. De même que pour l'étude du chapitre précédent, à l'issue de ces différents résultats les points de litige font l'objet de discussions entre codeurs afin d'établir un consensus.

5.1.3.3 Analyse diachronique

Une fois l'analyse synchronique finalisée et l'ensemble des séquences schématisé pour les trois manœuvres, le travail s'est orienté vers une description diachronique de l'activité collective de construction de sens.

Reconstruction *a posteriori* de la dynamique de l'activité collective de construction de sens

Dans un premier temps, le travail a consisté à reconstituer le film de chaque manœuvre suivant la schématisation des activités individuelles réalisée au préalable. Cette reconstitution témoigne du caractère dynamique de l'activité de construction de sens et permet de mettre en lumière l'évolution à la fois de ses processus individuels sous-jacents mais également de sa dimension collective au travers de leur articulation. Cette évolution est mise en évidence par les changements de configurations fonctionnelle et spatiale au sein de l'équipe (figure 5.7).

3. Dans cette étude, nous ne nous sommes pas appuyés sur le *Kappa* de Cohen comme lors de l'analyse de l'activité individuelle. En effet, ce dernier s'attachant à mesurer l'accord entre seulement deux juges, notre procédure de validité ayant cette fois impliqué trois codeurs, nous avons dû nous orienter vers une mesure statistique plus adaptée.

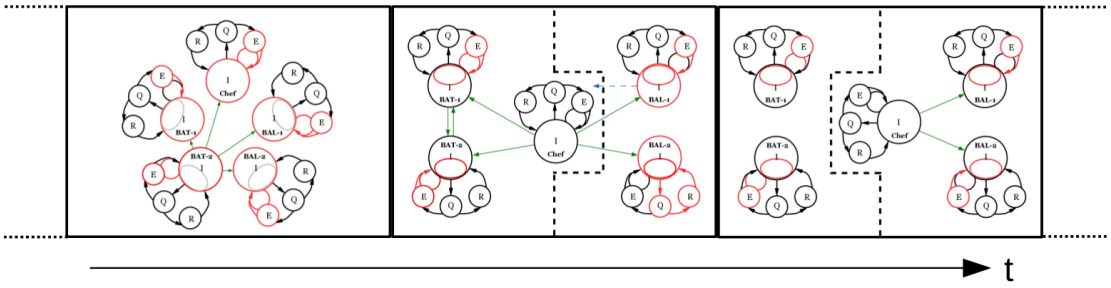


FIGURE 5.7: Enchaînement de séquences extrait de la manœuvre 3

Regroupement de processus redondants de construction collective de sens

Une fois que la dynamique de construction de sens est établie pour chacune des trois manœuvres, le travail du chercheur consiste à réaliser un regroupement des processus redondants de construction collective de sens. Il s'agit concrètement de déceler les ressemblances entre différents enchaînements de séquences (au sein d'une même manœuvre ou de plusieurs) afin d'en extraire ceux pouvant apparaître comme typiques de l'activité de construction collective de sens d'une équipe de sapeurs-pompiers en situation de simulation.

5.2 Résultats

Tout comme pour l'analyse de l'activité individuelle des stagiaires-chefs d'agrès, nos résultats seront présentés suivant les niveaux d'analyse que sont : 1) l'analyse synchronique ; et 2) l'analyse diachronique de l'activité collective de l'équipe d'intervention.

5.2.1 Analyse synchronique

5.2.1.1 Séquençage des manœuvres

La procédure de séquençage a permis d'extraire **45 séquences** sur l'ensemble des trois manœuvres étudiées. **La manœuvre 1 comporte 15 séquences, la manœuvre 2 en comporte 19 et la manœuvre 3 en comporte 11**. Le séquençage de chacune de ces manœuvres se trouve détaillé de manière chronologique en annexe C.2.

5.2.1.2 Identification des activités individuelles

L'étape d'identification des constructions de sens individuelles suivant le modèle théorique Data/Frame a permis de distinguer **377 activités individuelles sur l'ensemble de l'étude**. La distribution de ces activités de compréhension pour chacun des membres au cours de chaque manœuvre est récapitulée dans les tableaux 5.1, 5.2 et 5.3.

Manœuvre 1	Identification	Élaboration	Remise en Question	Re-Cadrage Création	Re-Cadrage Comparaison
Chef	2	20	2	1	0
BAT-1	4	19	2	2	0
BAT-2	4	16	3	1	0
BAL-1	5	13	3	1	2
BAL-2	3	11	1	0	0

TABLEAU 5.1: Distribution des activités individuelles de construction de sens lors de la manœuvre 1

Manœuvre 2	Identification	Élaboration	Remise en Question	Re-Cadrage Création	Re-Cadrage Comparaison
Chef	3	17	4	2	0
BAT-1	6	23	6	2	1
BAT-2	6	23	6	3	1
BAL-1	6	12	1	0	0
BAL-2	7	14	1	1	0

TABLEAU 5.2: Distribution des activités individuelles de construction de sens lors de la manœuvre 2

Manœuvre 3	Identification	Élaboration	Remise en Question	Re-Cadrage Création	Re-Cadrage Comparaison
Chef	2	14	1	1	0
BAT-1	7	16	2	2	0
BAT-2	6	14	2	2	0
BAL-1	3	22	1	0	0
BAL-2	3	18	1	1	0

TABLEAU 5.3: Distribution des activités individuelles de construction de sens lors de la manœuvre 3

5.2.1.3 Catégorisation du niveau de compréhension

Le travail d'identification des constructions de sens individuelle s'est complété d'un travail de détection du niveau de compréhension individuelle. Sur l'ensemble de l'étude, **182 activités individuelles ont été associées à un niveau de compréhension macroscopique et 195 d'entre elles ont concerné un niveau de compréhension microscopique**. Le tableau 5.4 détaille la répartition des niveaux d'activités de construction de sens pour chacun des membres lors de chaque manœuvre.

	Manœuvre 1		Manœuvre 2		Manœuvre 3		Total	
	Macro	micro	Macro	micro	Macro	micro	Macro	micro
Chef	25	0	26	0	18	0	79	0
BAT-1	8	19	6,5*	31,5*	11	16	25,5*	66,5*
BAT-2	6	18	13,5*	25,5*	17	7	36,5*	50,5*
BAL-1	9	15	8	11	10	15	27	41
BAL-2	4	11	10	13	10	13	24	37

* 0,5 correspond à une activité de comparaison entre cadres Macroscopique et Microscopique

TABLEAU 5.4: Répartition des niveaux de compréhension par poste au sein de l'équipe

5.2.1.4 Schématisation

La procédure de schématisation, selon le modèle SAGA, a permis pour chacune des 45 séquences identifiées d'y associer un schéma illustratif des interactions et activités individuelles de construction de sens en fonction de la configuration fonctionnelle et spatiale de l'équipe. L'ensemble de ces schémas suivent les principes présentés en exemple dans la section 5.1.3.2.

Cette étape a permis d'extraire des structures locales de construction de sens caractéristiques de l'équipe de sapeurs-pompiers. Plus précisément, **ces résultats mettent en avant six structures de construction collective de sens : La mise en éveil, le processus d'élaboration binômiale, construction collective de sens par négociation, la mise en veille de la construction collective de sens, la réattribution de mission et l'ajustement de construction collective de sens.**

La mise en éveil

La première structure de construction collective de sens correspond à la première séquence de chacune des manœuvres. Celle-ci a lieu dans le camion lorsque le chef d'agrès reçoit le message de départ du CODIS. Lors de cette séquence, l'équipe est en "configuration regroupée" dans le camion ce qui donne la possibilité à tous les membres d'interagir. Le message de départ du CODIS donne au chef d'agrès l'adresse où l'équipe va devoir intervenir et peut ensuite être plus ou moins détaillé sur les caractéristiques de l'incident. **Le chef d'agrès transmet par la suite à ses équipiers les informations qu'il a pu récolter auprès du CODIS concernant la situation**. Ceci est illustré par la figure 5.8. Il leur transmet également toutes les règles de sécurité relatives au type d'incident à gérer ainsi que certaines informations concernant la mise en application de la manœuvre future (*e.g.* emplacement des poteaux à incendie). Pour pallier un éventuel manque d'information, ce moment peut aussi être mis à profit par le chef d'agrès pour transmettre à son équipe ses suppositions éventuelles sur la situation (cf. chapitre 4 ; *e.g.* *"On n'a pas la notion de victime mais du coup, j'imagine que le camion il a forcément un chauffeur"*).

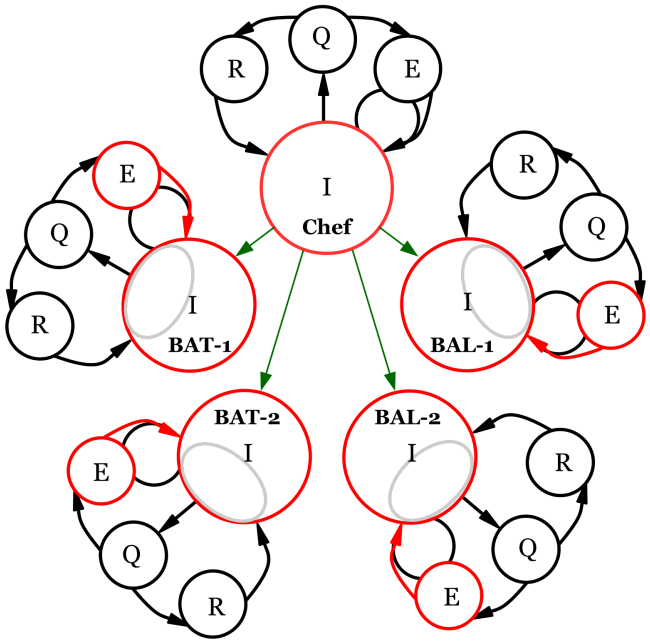


FIGURE 5.8: 1er structure de construction collective de sens : Le chef d'agrès annonce la situation

Le processus d'élaboration binômiale

La deuxième structure de construction collective de sens porte sur **un processus d'élaboration binômiale**. Celle-ci apparaît à six reprises sur l'ensemble de nos données. Elle correspond à une transmission d'information entre les deux membres d'un même binôme afin que chacun d'eux puisse élaborer leur cadre microscopique respectif. La transmission d'information peut être **unidirectionnelle** dans le cas où seulement un des deux partenaires a accès aux informations et les transmet à l'autre. Ce cas apparaît par exemple dans la manœuvre 3 (séquence 8), lors de l'attaque du feu par le BAL. Le chef-BAL porte la lance mais n'arrive pas à actualiser sa compréhension de la situation dans la mesure où le vent de face l'empêche de voir ce qui se passe. C'est l'équipier-BAL derrière qui se décale quelque peu pour voir ce qu'il en est et lui transmettre les informations au fur et à mesure (*e.g. "Mets toi un plus fort peut-être."*, *"On va se déplacer. On va se rapprocher."*, *"C'est bon, feu éteint apparemment. Je vais transmettre."*).

Cette transmission d'information peut aussi être **bidirectionnelle** dans le cas où chacun des partenaires donne à l'autre les informations qu'il juge pertinente. C'est le cas lors de la manœuvre 1 (séquence 10) lorsque le BAT entre dans un local enfumé afin de couper le compteur électrique et d'éteindre le foyer. Les deux partenaires échangent des informations sur ce qu'ils jugent respectivement pertinents dans leur situation. Cet échange permet alors aux deux partis d'élaborer et de faire concorder leur cadre microscopique respectif. La structure générale de cette construction collective de sens peut être illustrée par la figure 5.9.

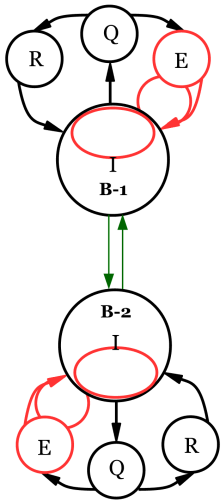


FIGURE 5.9: 2e structure de construction collective de sens : Élaboration binômiale

La construction collective de sens par négociation

La troisième structure de construction collective de sens porte sur **des moments de remise en question binômiale**. Cette structure, qui présente trois variantes, apparaît neuf fois sur l'ensemble de nos données. Ces trois formes a, b et c sont illustrées en figure 5.10.

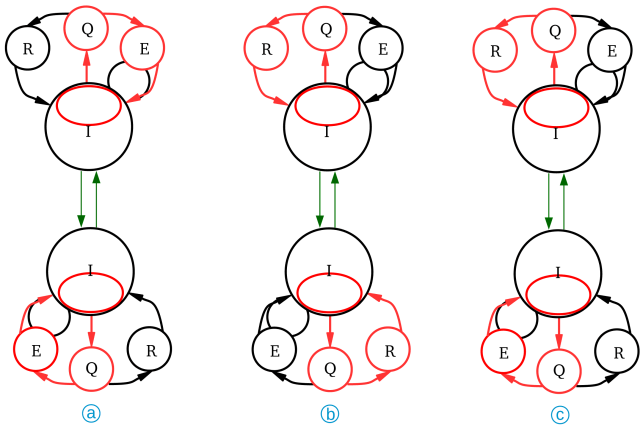


FIGURE 5.10: Les trois variantes de la 3e structure de construction collective de sens : La remise en question binômiale

Globalement, un membre du binôme, en initiant une remise en question de son cadre microscopique, en fait part à son partenaire qui va également procéder à une remise en question de son cadre microscopique. S'ensuit un échange d'informations entre partenaires, pouvant s'apparenter à des moments de négociation, et aboutissant à l'une ou l'autre des variantes présentées. Ainsi, ce processus de remise en question binômiale peut présenter une structure symétrique dans la mesure où les deux partenaires vont conclure soit sur une préservation de leur cadre microscopique (variante a) soit sur un recadrage (variante b). Ces cas de figure apparaissent par exemple pour le BAT lors de la manœuvre 2 respectivement lors des séquences 15 et 17. Au cours de cette situation, le BAT est perdu dans l'appartement où ils doivent secourir une victime et passent régulièrement par des remises en question de leurs cadres microscopiques afin de savoir s'ils ont emprunté le bon cheminement par rapport à ce que le chef d'agrès. Ces remises en question aboutissent soit à la préservation de leurs cadres respectifs (en considérant qu'ils ont emprunté le bon cheminement et qu'ils ne sont pas loin de trouver la victime) soit à la recherche d'un nouveau cadre (en considérant finalement qu'ils se sont trompés de chemin et qu'ils doivent en trouver un autre).

Cette remise en question binômiale peut présenter également une structure asymétrique (variante c) lorsqu'à la suite d'une négociation un membre du binôme va préserver son cadre microscopique alors que l'autre va passer par

la création d'un nouveau cadre (recadrage). Cette situation se présente par exemple lors de la manœuvre 1 (séquence 5) lorsque l'équipier-BAL fait part au chef-BAL de son scepticisme quant à l'endroit où ce dernier à poser la division d'alimentation par rapport à la localisation du foyer d'incendie. Le chef-BAL va alors reconsidérer son action et déplacer la division conformément aux remarques de son équipier. Le chef-BAL procède par conséquent à un recadrage alors que l'équipier-BAL préserve son cadre microscopique initial.

La réattribution de mission

La quatrième structure de construction collective de sens porte sur **des moments de transition où un binôme rend compte du résultat de sa mission et/ou de sa disponibilité auprès du chef d'agrès**. Le chef d'agrès profite de ces moments pour élaborer son cadre macroscopique en prenant en compte des informations sur l'état d'avancement de la manœuvre qu'il est en train de mettre en place. A la suite de ce processus de ré-actualisation il précise davantage la mission au binôme ou lui transmet une nouvelle mission. Cette structure, qui est illustrée par la figure 5.11, apparaît six fois au sein de nos données. Par exemple, au cours de la manœuvre 1 (séquence 12), le chef d'agrès retrouve le BAT à sa sortie du bâtiment enfumé. Ce dernier lui fait un compte-rendu de ce qu'ils ont effectué et également des éléments significatifs qu'ils ont relevés. Le chef d'agrès leur précise par la suite leur mission en insistant sur la ventilation du bâtiment afin d'y évacuer les fumées.

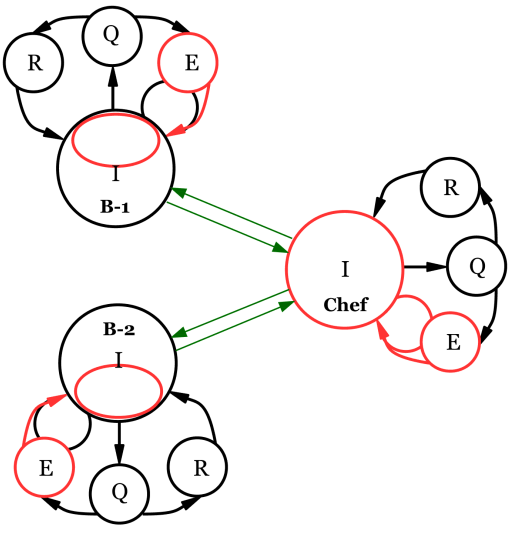


FIGURE 5.11: 4e structure de construction collective de sens : Ré-attribution de mission

La mise en veille de la construction collective de sens

La cinquième structure de construction collective de sens concerne **des moments d'attente d'un binôme** (ou d'un agent seul) lorsque celui-ci a terminé sa mission et se retrouve disponible. Ces moments sans fonction spécifique permettent aux agents de procéder à une élaboration de leur cadre macroscopique en prenant en compte l'activité du chef d'agrès et/ou des autres équipiers afin de réactualiser leur compréhension de la situation. Ces moments spécifiques apparaissent douze fois sur l'ensemble de nos séquences. Cette construction de sens se trouve directement tributaire de la configuration spatiale de l'équipe et des possibilités d'interaction que celle-ci offre aux agents inactifs. Ceci est illustré par la manœuvre 2 lors de laquelle le BAL se retrouve longuement sans mission attitrée (de la séquence 10 à la séquence 15). Au cours des quatre premières séquences, les deux partenaires constituant le BAL procèdent à une élaboration de leur cadre macroscopique respectif en prenant principalement en compte des informations concernant l'activité du chef d'agrès à laquelle ils ont régulièrement accès. Cependant, cette possibilité d'interaction s'interrompt brusquement lorsque le chef d'agrès entre dans le camion pour passer le message d'ambiance (séquence 14). Cette interruption empêche alors le BAL de toute élaboration de leur cadre macroscopique. Ce processus d'élaboration de la part du BAL reprend aussitôt la séquence suivante lorsque le chef d'agrès ressort du camion. Cette structure de construction de sens peut s'illustrer par la figure 5.12.

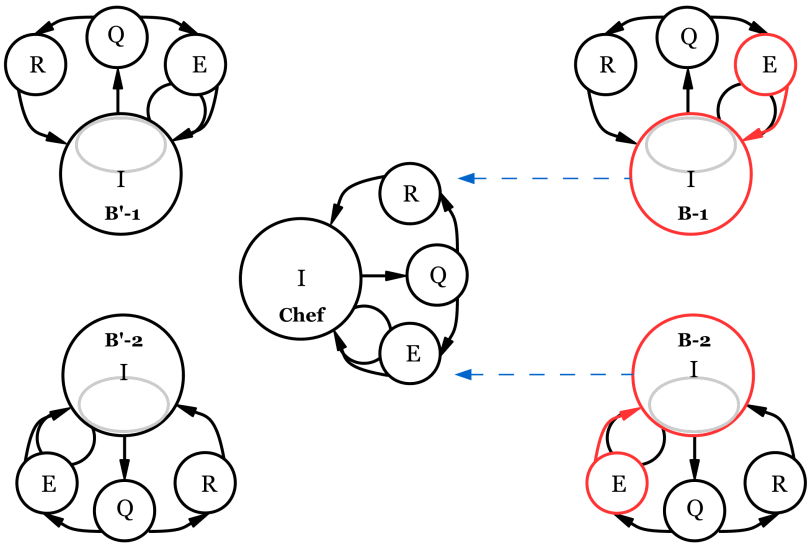


FIGURE 5.12: 5e structure de construction collective de sens : Attente d'un binôme

L'ajustement de construction collective de sens

La sixième structure de construction collective de sens porte sur un moment particulier de remise en question du cadre microscopique au sein d'un binôme amenant les partenaires à un **processus de recadrage par comparaison entre leur cadre microscopique et macroscopique** (Figure 5.13).

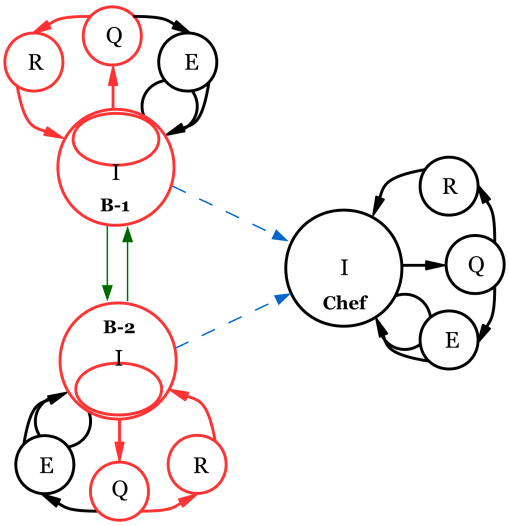


FIGURE 5.13: 6e structure de construction collective de sens : Comparaison entre cadres macroscopique et microscopique

Cette structure n'apparaissant qu'une seule fois sur l'ensemble de nos données (manœuvre 2, séquence 6) ne peut clairement pas être considérée comme typique de l'activité des sapeurs-pompiers. Cependant elle peut constituer à notre sens un élément significatif de l'activité collective pouvant directement être lié à un risque de contre-performance collective. En effet, l'attribution d'une mission à un binôme (ou agent seul) fait que ce dernier va principalement se concentrer sur la construction de son cadre microscopique relatif à son objectif. Cependant, au cours de l'exécution de cette mission, la détection de certaines informations relatives à la situation globale (donc entrant dans leur cadre macroscopique) sont susceptibles de ne plus s'accorder avec leur cadre microscopique. Cette perturbation peut provoquer une remise en question du cadre aboutissant à un processus de recadrage par comparaison entre les cadres microscopique et macroscopique. C'est typiquement ce qui se produit au cour de la manœuvre 2 lorsque le BAT rentre avec son matériel dans le couloir menant à l'appartement où se trouve le foyer de l'incendie. A ce moment précis, le BAT a pour mission de mettre en place à l'entrée de l'appartement tout le matériel nécessaire à l'attaque du feu et au sauvetage de la victime s'y trouvant. Cependant, lorsque celui-ci rentre dans le couloir,

il croise le chef d'agrès secourant le témoin qui s'est intoxiqué dans les fumées. La prise en compte de cette information ne concernant aucunement le cadre de leur mission (microscopique) mais celui de la situation dans sa globalité (macroscopique) va créer un désaccord dans leur processus de compréhension. En effet, le chef-BAT et son équipier vont stopper toute action (Equipier-BAT : *"Donc là, on voit que le chef d'agrès, il sort le témoin qu'il avait [...] Là on se pose la question, est-ce qu'il faut donner un coup de main au chef d'agrès ? Qu'on abandonne notre mission ? Donc on savait pas trop ce qu'il se passait. C'est pour ça qu'on reste un peu regarder."*). Le BAT ne va reprendre son activité que par l'intervention des formateurs qui vont considérer, dans le cadre de la simulation, que le témoin est secouru et que le chef d'agrès peut par conséquent donner la mission exécutoire au BAT.

5.2.1.5 Validité de l'analyse

Comme expliqué dans la section 5.1.3.2, ce travail d'analyse s'appuie sur une procédure de validité construite en deux temps : 1) validité du séquençage et 2) validité du codage. Cette procédure s'inspire des travaux de Strijbos *et al.* (2006) préalablement mentionnés au chapitre 4 section 4.1.4.2.

Séquençage

La procédure de validité du travail de séquençage s'est appliquée au travail de deux chercheurs sur la manœuvre 3. **Par calcul du pourcentage de correspondance, celle-ci a donné comme limite haute 90% et comme limite basse 81,81%**. La limite basse du pourcentage de correspondance se trouvant au dessus de 80%, nous avons convenu de la validité de notre procédure de séquençage. Les cas présentant des litiges ont fait par la suite l'objet de discussions afin d'obtenir un consensus.

Codage

Le travail de codage basé sur l'identification des activités individuelles de construction de sens puis la catégorisation du niveau de compréhension individuelle a également fait l'objet d'une procédure de validité impliquant cette fois trois chercheurs. Ce travail de codage, toujours réalisé sur la manœuvre 3, a dès lors donné un coefficient *Kappa* de Fleiss de **0,71 pour les activités individuelles de construction de sens et de 0,77 pour la catégorisation du niveau de compréhension individuelle** [4]. Ces résultats étant supérieurs à la limite théorique de 0,61 attestant d'une "concordance importante" entre les trois chercheurs, nous avons convenu de la validité de notre procédure de codage. Par la suite, les éléments ayant fait l'objet d'un désaccord ont également été discutés afin d'obtenir un consensus.

4. Les détails du calcul sont affichés en annexe C.1

5.2.2 Analyse diachronique

Les schémas obtenus par analyse synchronique ont servi dans un second temps de support à notre analyse diachronique.

5.2.2.1 Reconstruction *a posteriori*

Pour la reconstruction du caractère dynamique de l'activité de construction collective de sens, nous avons reconstitué la chronique de chaque manœuvre en associant de manière chronologique l'ensemble des modélisations locales de construction de sens collective. Les chroniques de chacune des manœuvres se trouvent en annexe C.3.

La disposition de ces chroniques en colimaçon a pour but de présenter chaque schéma dans un format assez conséquent afin d'y discerner les différentes activités individuelles de construction de sens et interactions entre équipiers. Le sens de lecture de ces chroniques est spécifié par la flèche temporelle. Pour faciliter davantage cette lecture, chaque séquence se trouve notifiée en haut à gauche de deux numéros : le premier désigne la manœuvre et le second correspond au numéro de la séquence au sein de cette manœuvre.

5.2.2.2 Regroupement des processus redondants

A partir de cette étape de schématisation chronologique, le travail de regroupement empirique a permis de mettre en évidence des processus redondants de construction collective de sens. Au vu du nombre restreint de manœuvres que nous avons étudiées, il nous est apparu difficile d'extraire des données pouvant être considérées comme typiques du terrain des sapeurs-pompiers. Cependant, nous avons tout de même pu déceler certaines récurrences entre nos trois manœuvres.

De cette manière, **3 dynamiques de construction collective de sens** ont pu être extraites de l'ensemble de nos données. Celles-ci sont illustrées par la suite.

La dynamique de "découverte"

Le premier processus redondant de construction collective de sens a lieu dans le camion au début de chacune des manœuvres et concerne par conséquent l'ensemble de l'équipe qui se trouve en configuration regroupée (séquences 1 et 2, cf. figure 5.14). Nous avons nommé ce processus "découverte de la situation". Initialement, le chef d'agrès reçoit le message de départ du CODIS et transmet au reste de l'équipe l'ensemble des informations significatives pour la mise en place de la manœuvre future (étape 1). Ensuite, lorsque le camion arrive sur les lieux de l'incident, bien que l'ensemble de l'équipe soit regroupée en un même lieu, la perception sur la situation n'est pas la même pour chacun

des agents. Cette différence a pour conséquence une hétérogénéité des activités individuelles de construction de sens suivant les informations auxquelles chacun des agents a accès ou non (étape 2). Cela est illustré par exemple sur les séquences 2 des manœuvres 1 et 2 où seulement certains membres de l'équipe élaborent leur cadre macroscopique.

A ce moment précis, cette hétérogénéité peut éventuellement être en partie palliée par la transmission d'information entre équipiers. C'est ce qui se produit au cours de la séquence 2 de la manœuvre 3 où l'équipier-BAT aperçoit une victime au sol et l'annonce à tous. Cette transmission d'information permet par conséquent aux équipiers d'élaborer leur cadre macroscopique, d'approfondir leur compréhension de la situation, en dépit du fait qu'ils n'ont aucune possibilité de perception sur celle-ci.

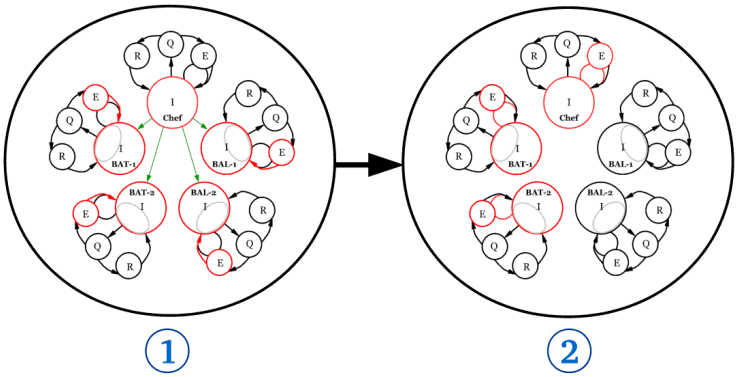


FIGURE 5.14: 1er processus redondant de construction collective de sens : découverte de la situation

La dynamique "d'alimentation"

Le deuxième processus redondant de construction collective de sens correspond à ce que nous avons nommé le "cycle d'alimentation" (figure 5.15). Il correspond par définition davantage à l'activité du BAL dont l'alimentation en eau constitue la fonction première. Cependant, il est à noter dans le cadre de notre étude que lors de la manœuvre 3, les fonctions du BAL et du BAT ont été inversées par le chef d'agrès. Par conséquent dans ce cas précis, ce cycle d'alimentation caractérise plus particulièrement l'activité du BAT.

Ce processus de construction collective de sens est initié par la transmission de la mission d'alimentation par le chef d'agrès au chef de binôme (étape 1). Le chef de binôme transmet par la suite la mission à son équipier (étape 2). Le chef de binôme et son équipier collaborent ensuite pour réaliser l'alimentation en eau (étape 3). Une fois que la mission est achevée, le binôme rend compte de la fin de sa mission et ainsi donc de sa disponibilité auprès du chef d'agrès

(étape 4). Le chef d'agrès attribue alors une nouvelle mission au binôme (étape 5) qui va de nouveau collaborer (étape 3) et perpétuer ainsi le cycle.

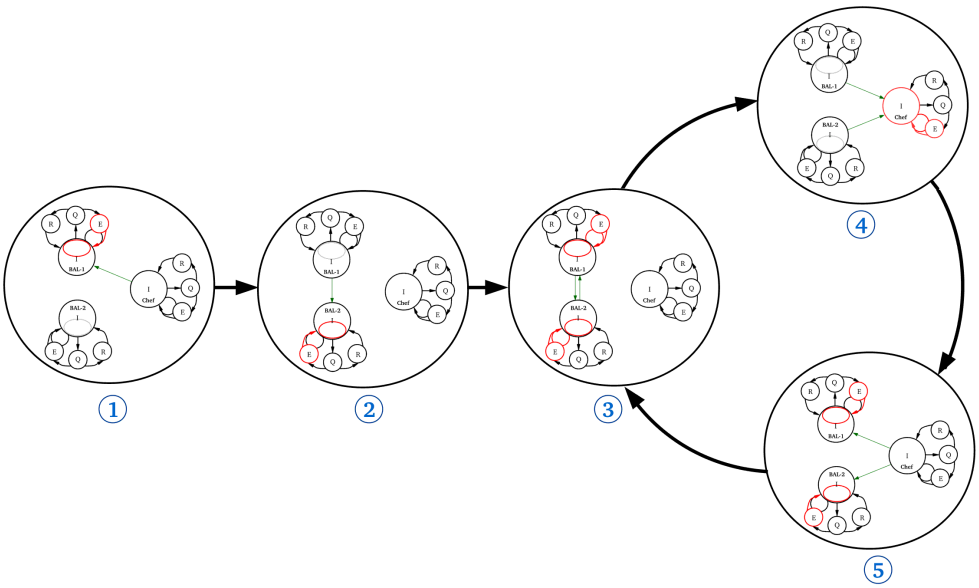


FIGURE 5.15: 2e processus redondant de construction collective de sens : le cycle d'alimentation

Il est à noter que la figure 5.15 constitue un schéma global de l'activité du binôme et ne prend pas en compte certaines spécificités relatives aux différentes manœuvres. Par exemple concernant la manœuvre 3, lors du cycle d'alimentation, le binôme (en l'occurrence ici le BAT) est scindé par le chef d'agrès ne laissant par conséquent que le chef du binôme réaliser la mission d'alimentation du camion (étapes 3 et 4) tout seul. Le binôme se retrouve constitué qu'à l'étape 5 lorsque le chef d'agrès, leur attribue une nouvelle mission.

La dynamique "d'exploration"

Le troisième processus redondant de construction collective de sens constitue ce que nous avons nommé le "cycle d'exploration" (figure 5.16). A l'inverse du processus précédent, ce cycle correspond par définition davantage à l'activité du BAT, exception faite de la manœuvre 3. Ce troisième processus diffère du précédent principalement au niveau de l'ordre dans lequel se présente les étapes 3, 4 et 5. En effet, après avoir donné un ordre préparatoire au chef de binôme (étape 1) qui en fait part à son équipier (étape 2), le chef d'agrès revient vers eux pour leur transmettre l'ordre d'exécution (étape 3). Cette étape permet au chef d'agrès de spécifier ses attentes quant à la mission du binôme (extinction ou circonscription du feu, sauvetage de victime, coupure des énergies, etc.) ainsi que de fournir certaines informations nécessaires à son exécution (configuration des lieux, dangers éventuels, normes de sécurité,

etc.). Le binôme collabore ensuite pour réaliser la mission (étape 4) puis rendre compte de l'état de celle-ci auprès du chef d'agrès (étape 5). Suivant ce compte-rendu, le chef d'agrès peut demander au binôme d'approfondir leur mission ou leur attribuer une nouvelle mission (étape 3) et continuer ainsi le cycle.

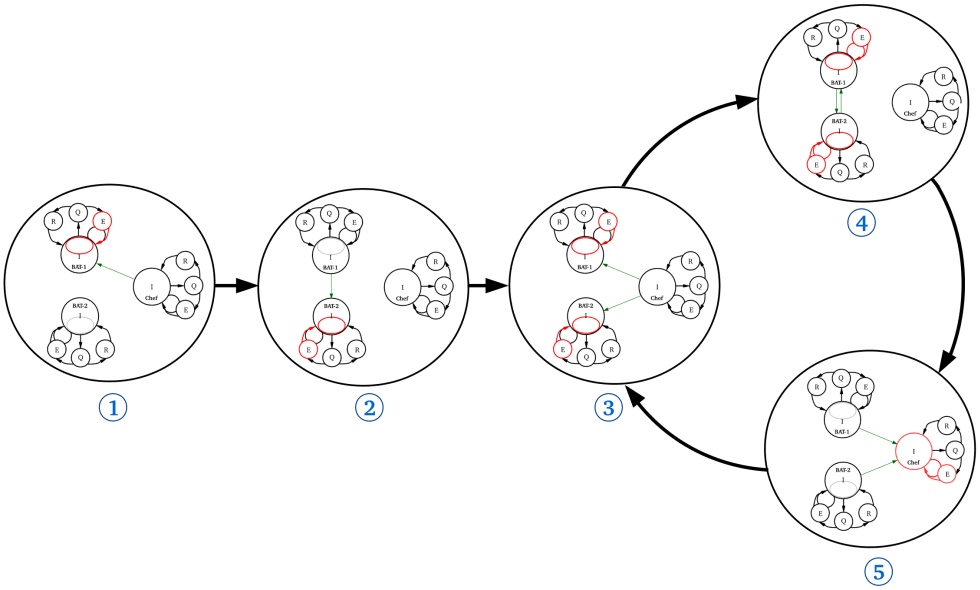


FIGURE 5.16: 3e processus redondant de construction collective de sens : le cycle d'exploration

5.3 Discussion

L'objectif principal de cette étude est de décrire et d'expliquer les mécanismes de construction de sens au sein d'un collectif en situation dynamique. Pour cela nous avons proposé une analyse de l'activité collective à partir de l'étude des coordinations entre individus d'une équipe de sapeurs-pompiers en situation de formation. Cette analyse s'est concrétisée par la mise en place d'un mode de représentation (SAGA) destiné à souligner l'articulation des activités individuelles en fonction des configurations fonctionnelle et spatiale du collectif.

Dans le cadre de cette étude, nous nous sommes appuyés sur trois présupposés : i) la construction collective de sens émerge des constructions individuelles de sens ; ii) la pertinence d'une approche naturaliste pour atteindre les significations construites par les individus en situation de simulation ; iii) l'apport de la transcription multi-portées afin de rendre compte de la dynamique

de construction collective de sens.

Les résultats de notre étude sont discutés selon 3 axes relatifs : 1) à l'influence de la configuration fonctionnelle sur l'hétérogénéité de la compréhension collective ; 2) à l'influence de la configuration spatiale ; 3) à la dynamique de la compréhension collective au cours d'une manœuvre.

5.3.1 Influence de la configuration fonctionnelle

La prise en considération de la compréhension collective comme le produit des compréhensions individuelles a permis de relever son caractère hétérogène. En effet, en adoptant une démarche d'analyse synchronique, nos résultats montrent une disparité au sein de l'équipe de sapeurs-pompiers des activités individuelles de construction de sens ainsi que des niveaux de compréhension de la situation. Cette hétérogénéité résulte de l'influence de deux facteurs. Le premier d'entre eux réside dans les fonctions individuelles.

Une équipe de sapeurs-pompiers se caractérise par la diversité des rôles alloués à chacun de ses membres. Cependant, bien que ces rôles aient une forte influence, ceux-ci ne se substituent pas entièrement à la notion de fonctions que ces individus remplissent concrètement sur le terrain (cf. chapitre 2 section 2.1.1.2). Dans le cas du chef d'agrès, rôle et fonction peuvent s'accorder dans la mesure où sa responsabilité est de diriger ses équipiers afin de résoudre l'incident en cours, ce qui est relativement générique pour être transposable d'une situation à l'autre. Cependant, concernant ses équipiers, la fonction de chacun est tributaire de la mission qui lui est confiée par le chef d'agrès. De ce fait, il n'est pas rare par exemple que le BAT, théoriquement destiné à éteindre le feu, soit amené à gérer l'alimentation en eau à la place du BAL. Ceci est le cas par exemple dans la manœuvre 3 de notre présente étude. De cette manière, au gré des missions transmises par le chef d'agrès, l'équipe d'intervention peut prendre au cours d'une manœuvre des configurations diverses influençant par conséquent la compréhension de chacun sur la situation.

5.3.1.1 Coexistence de deux niveaux de compréhension

Cette diversité fonctionnelle caractérisant l'équipe a pour conséquence d'amener ses membres à comprendre la situation en fonction de leur propre objectif. En effet, en nous intéressant à la manière dont chacun des individus comprenait la situation et développait des activités de construction de sens, nous avons pu mettre en évidence la coexistence de deux niveaux de compréhension au sein du collectif : macroscopique et microscopique (cf. section 5.2.1.3).

Par analyse synchronique il apparaît tout d'abord que le chef d'agrès ne se "cantonne" qu'à une compréhension macroscopique de la situation (cf. tableau 5.4). Cet aspect correspond totalement à sa fonction, dans la mesure où celle-ci requiert de sa part de comprendre le problème auquel il a affaire (reconnaissance de la situation) et d'en déduire les missions qu'il doit confier à ses équipiers (cf. chapitre 4). De cette manière, d'un point de vue personnel, il est rarement amené à agir directement sur la situation mise à part de façon sporadique et ponctuelle (cf. catégorie Action dans l'analyse individuelle). Ainsi, son travail d'analyse reste global vis-à-vis de la situation (type d'incident, présence de victimes, dangers potentiels, contexte spatial) et ne requiert pas de sa part une compréhension extrêmement "fine" dans chacun de ces thèmes.

Extrait : *"Donc là, je prends un maximum de renseignements auprès du témoin. Notamment savoir ce qu'il y a à l'intérieur, s'il y a des risques particuliers. Donc il me dit qu'il y a de l'essence. Donc effectivement, il y a des risques non négligeables, je dirais. C'est pas simplement un feu de paille [...] De toute façon dans un local technique, il y a toujours des peintures, diluants et autres. Donc il faudra bien dire à mon BAT de faire attention à ça en entrant."*

1_Chef

Cette compréhension spécifique et précise de certains éléments de la situation caractérise davantage l'activité des équipiers (BAT et BAL). Cependant, ce niveau microscopique de compréhension ne constitue pas exclusivement l'activité des équipiers. En effet, d'après nos résultats il apparaît que tous les équipiers adoptent les deux niveaux de compréhension au cours d'une manœuvre. En effet, cette coexistence de niveaux de compréhension chez tous les équipiers s'explique tout d'abord par le fait que ceux-ci n'ont aucune fonction spécifique jusqu'à ce que le chef d'agrès leur donne une mission. Ainsi, au départ, ceux-ci n'ont accès qu'aux informations globales sur la situation qui sont transmises par le CODIS et/ou le chef d'agrès.

Extrait : *"Donc là, on a eu l'appel pour un feu de poids lourd. Donc sans précision. Donc on ne savait pas la contenance du camion. Le chef d'agrès nous donne les consignes, donc on met l'aéri sur le dos. Et puis voilà. Après bon, on attend les ordres en fait par la suite parce qu'on n'a pas de renseignements supplémentaires."*

3_BAT–1

Cependant, bien que l'accès limité aux informations et l'absence de fonctions spécifiques favorisent une compréhension macroscopique de la situation en début de manœuvre cela n'empêche pas le rôle de chacun d'exercer déjà une influence sur leur niveau de compréhension. Ainsi, il peut arriver que

des équipiers puissent se “projeter” sur des considérations spécifiques relatives au rôle qu'ils occupent au sein du collectif. C'est le cas par exemple au début de la manœuvre 3, où l'équipier-BAT en apprenant qu'il s'agit d'un incendie de poids lourd, demande directement au chef-BAT où se trouve le bidon de mousse destiné aux incendies impliquant des produits inflammables. Néanmoins, ceci apparaît comme le seul cas réellement explicite au sein de nos données.

Globalement, les équipiers adoptent donc un niveau de construction de sens macroscopique vis-à-vis de la situation jusqu'à ce que leur soit confiée une mission spécifique par le chef d'agrès. Ce phénomène peut être exacerbé par le fait que notre recueil de données s'inscrive dans un contexte particulier où chaque individu s'avère être un stagiaire de la formation de chef d'agrès et par conséquent cherchant toujours à acquérir des compétences relatives à ce poste. Ce critère est à prendre en compte dans l'analyse de nos résultats dans la mesure où il parait légitime de se demander si on retrouverait en condition réelle ce processus “d'empathie” lié au caractère formatif des situations. Ainsi, les stagiaires, bien que jouant le rôle d'équipiers, ont tendance notamment au début des manœuvres à se mettre “à la place” du chef d'agrès et donc à adopter un niveau de compréhension global caractérisant plus particulièrement ce rôle.

Extrait : *“On essaie de s'imaginer dans la situation en tant que chef d'agrès. On se met un peu à sa place [...] Là, je ferais comme lui en prenant en compte le témoin et en l'écoutant.”*

2_BAL–2

Une fois que les équipiers se voient confier une mission par le chef d'agrès, ceux-ci se tournent vers une construction de sens microscopique spécifique à celle-ci. En conséquence, ils n'exercent quasiment que des activités de construction de sens relativement à leur objectif (*e.g.* sauvetage d'une victime, extinction du feu) et ne s'inscrivant dès lors que dans une compréhension partielle de la situation. Cependant, cette compréhension n'en devient que plus fine sur certains aspects relatifs à l'exécution de la mission.

Extrait : *“Là, je regarde si jamais y a quelqu'un. Enfin s'il y a des personnes. On sait jamais, ça peut être un oubli du chef d'agrès. Le but, c'est de tout regarder, tout observer au maximum donc c'est pour ça qu'avec la lampe, j'essaie de balayer. On distinguait le brûlot mais pas plus loin que ça.”*

1_BAT–1

A partir du moment où leur mission est terminée, les équipiers rebasculent généralement vers une compréhension macroscopique afin de réactualiser leurs connaissances de la situation en cours. De cette manière, ils profitent de ces “moments d'attente” afin de récolter des informations notamment sur la situation du chef d'agrès et des autres équipiers. Ceci est illustré par la quatrième

structure de construction collective de sens : Attente d'un binôme (cf. section 5.2.1.4). Cette réactualisation leur permet ainsi de se tenir prêts pour une éventuelle nouvelle mission :

Extrait : *"Là, on attend toujours. J'essaie toujours de voir où est le chef d'agrès. Je l'aperçois par la fenêtre, il est en train de procéder à la ventilation en ouvrant un skydome. J'essaie de rester en visuel si jamais il a une mission à me donner."*

2_BAL–1

De plus, cette étape préalable de réactualisation permet vraisemblablement aux agents de donner un sens à la nouvelle mission qui leur est confiée dans la mesure où cette dernière s'ancrerait dans leur compréhension globale de la situation. La coexistence macroscopique/microscopique ne présentant dès lors pas d'incohérence. Ceci est quelque peu illustré au cours de la manœuvre 2, lorsque le chef d'agrès demande à son BAL de se positionner en binôme de sécurité du BAT qui est rentré dans l'appartement en feu. Le chef-BAL ne comprend pas dans un premier temps la mission qu'on lui confie car il n'a pas eu accès à l'information sur le fait que le BAT était entré dans l'appartement. Il demande par conséquent au chef d'agrès des informations supplémentaires manquant à sa compréhension globale de la situation afin que ses cadres macroscopique et microscopique ne présentent plus d'incohérence :

Extrait : *"Je ne savais pas s'il nous demandait d'être en binôme de sécurité [...] C'était pas très explicite. C'est pour ça que je lui ai demandé si l'autre [binôme] était à l'intérieur. J'avais pas cette info là. Je ne savais pas s'ils étaient toujours dedans ou s'ils étaient sortis. Parce que, comme je ne connaissais pas les lieux, ils auraient pu sortir par une autre porte [...] Donc ça confirme bien qu'il voulait un binôme de sécurité, donc il fallait pas que je pénètre [dans l'appartement]."*

2_BAL–1

La sixième structure de construction collective de sens, bien qu'issue d'un unique épisode au sein de nos données (décrite en section 5.2.1.4), illustre parfaitement à notre sens la corrélation qui doit constamment subsister entre les niveaux macroscopique et microscopique d'un individu et les difficultés que cela peut engendrer dans sa compréhension de la situation et de ce qu'il est supposé faire lorsqu'il existe des incohérences entre les deux.

Bien que le caractère hétérogène de la compréhension collective caractérisant une équipe d'intervention se manifeste au regard des différentes missions qui sont confiées à chaque binôme, nous allons voir que ce phénomène émerge également de l'activité de compréhension au sein même d'un binôme.

5.3.1.2 Spécificité de l'activité d'un binôme

En poursuivant une mission unique, en coordonnant leurs actions et en échangeant régulièrement des informations en cours de situation, l'activité des membres d'un binôme peut être rapprochée de la notion de collaboration telle que celle-ci a été définie en introduction du chapitre 2. De par cette activité collaborative, ces deux membres doivent généralement partager une compréhension commune de la situation afin de mener à bien leur mission tel que ceci est mentionné par l'équipier-BAT sur sa mission d'exploration lors de la manœuvre 1 :

Extrait : *"Là, je regarde un peu partout [...] Si tu remarques quelque chose que le chef-BAT n'a pas vu, ou inversement. Tu vois, dans ce cas le chef-BAT avait vu qu'il y avait un puits de lumière pour évacuer la fumée. Moi je l'avais pas vu [...] En fait, c'est pour ça qu'on dit un binôme. On se complète systématiquement l'un, l'autre."*

1_BAT–2

En ce sens, les processus individuels de construction de sens de deux coéquipiers présentent une certaine homogénéité, favorisée par la promiscuité en cours de mission et quelque peu illustrée par les structures typiques d'élaboration et de remise en question binômiale (cf. section 5.2.1.4). Par ce caractère homogène, la construction collective de sens s'opérant au niveau d'un binôme en cours de mission pourrait rappeler la notion de *Team Sensemaking* telle que considérée par Klein *et al.* (2010).

Cependant, un certaine hétérogénéité subsiste tout de même au sein d'un binôme et ce, à deux niveaux. Tout d'abord, dans la différence du point de vue qu'a chacun des membres sur la situation. Ainsi comme l'extrait précédent nous le montre, les deux équipiers bien qu'ensemble ne vont pas forcément pouvoir percevoir les mêmes informations dans l'environnement. Qui plus est, ceux-ci ne vont pas systématiquement se transmettre tous les éléments significatifs qu'ils relèvent dans la mesure où ils n'occupent généralement pas exactement la même fonction au sein du binôme. En effet, une hiérarchie subsiste (chef/équipier) prédéfinissant des fonctions distinctes pour chacun en vue de la réalisation d'une même mission. Ces deux points (différence de perspective sur la situation et de fonction) sont régulièrement avancés par les agents au cours des entretiens comme par exemple l'équipier-BAL au cours de la manœuvre 3 :

Extrait : *"Et donc une fois qu'on est positionnés, on s'accroupit. Moi, je reste à l'arrière. Et c'est là, un petit peu normalement que nos regards ils changent [...] En plus, le chef-BAL voyait rien apparemment avec le vent de face [...] De manière générale, l'équipier il est censé garantir la sécurité et l'extraction du chef. C'est à dire que le chef, il s'occupe uniquement de*

l'extinction, il va travailler que sur la flamme. Et l'équipier, lui à côté, il regarde partout où il peut y avoir des dangers..."

3_BAL–2

Ainsi, dans certains cas (*e.g.* l'extinction d'un feu), la poursuite d'une même mission ne garantit pas des fonctions similaires pour les deux membres d'un binôme. Par conséquent, ceux-ci ne sont pas systématiquement amenés à comprendre la situation exactement de la même manière et donc à procéder aux mêmes activités individuelles de construction de sens.

Dans notre dernier extrait, cette disparité de compréhension sur la situation est exacerbée par les différences de visibilité que les deux équipiers ont sur la même situation (*i.e.* le chef-BAL aveuglé par le vent de face). Cet aspect illustre tout le caractère fluctuant et adapté des fonctions individuelles provoqué par les contraintes environnementales. Ceci nous amène au second facteur influant de la construction collective de sens : les (im)possibilités d'interaction produites par l'environnement.

5.3.2 Influence de la configuration spatiale

Le second facteur du caractère hétérogène de la construction collective de sens réside dans les (im)possibilités d'interaction de l'environnement. En effet, du fait des environnements cloisonnés dans lesquels les équipes sont amenées à évoluer certaines altérations des possibilités de communication (verbale ou visuelle) sont engendrées entre membres de l'équipe. Au gré des mouvements de chacun au cours de la manœuvre, l'équipe est alors amenée à présenter des configurations spatiales variées agissant sur les mécanismes de construction collective de sens. Il apparaît dès lors des formes "locales" et "typiques" de coordination entre membres de l'équipe.

Des formes "locales" et "typiques" de coordination

La configuration des lieux, allié à l'absence de dispositifs de communication à distance (*e.g.* micros), amène les membres de l'équipe à communiquer uniquement "en direct". De cela résulte des formes "très localisées" de coordination entre membres pouvant prendre différentes formes au gré des déplacements et de l'activité de chacun. Ce phénomène peut de ce fait s'observer à différents niveaux au sein du collectif impliquant qu'une fraction de l'équipe (un binôme réajustant sa compréhension au fil de sa mission) ou sa globalité (le chef d'agrès transmettant au départ des informations au reste de l'équipe rassemblée dans le camion). Notre étude nous a permis de déceler des régularités parmi les modes de coordination entre membres nous amenant à identifier des formes typiques de construction collective de sens (cf. section 5.2.1.4).

Ainsi, en début de manœuvre, l'équipe se trouve rassemblée dans le camion permettant de cette manière à l'ensemble de ses membres d'interagir et de construire ensemble du sens au niveau macroscopique. Le chef d'agrès transmet au reste de l'équipe des informations concernant la situation et éventuellement les procédures qui seront mises en place (première structure typique de construction collective de sens). Lorsque le camion arrive sur les lieux du sinistre, n'ayant pas le même point de vue sur la situation, les membres de l'équipe n'ont pas forcément accès aux mêmes informations. La transmission des informations par ceux qui y ont accès permet au reste de l'équipe de réajuster leur compréhension de la situation. Ceci est particulièrement remarquable dans la manœuvre 3.

Extraits :

"Là du coup, en passant avec le camion, on voit bien effectivement. D'ailleurs, j'annonce qu'il y a une victime au sol. Alors le chef d'agrès l'avait sûrement vue mais bon... C'est le genre de chose, tout le monde dit un peu ce qu'il voit. Ça redonne des informations."

3_BAL–2

"Là, c'est BAL-2 qui voit la victime et qui l'annonce. Après, c'est un travail d'équipe. Tous les gens qui ont des infos... Et quand on contourne, moi aussi je la vois. Parce qu'avant, sur le côté, il y a un buisson, on pouvait pas voir."

3_Chef

"Là, c'est un collègue qui vient de parler. Moi je ne voyais absolument rien. Je suis caché par le siège du conducteur. Donc je ne voyais pas comme lui en fait."

3_BAT–1

Une fois arrivée sur les lieux et que l'équipe commence à se répartir dans l'environnement les constructions collectives de sens se réalisent majoritairement au sein des binômes passant par des processus d'élaboration ou de négociation de leurs cadres microscopiques respectifs (deuxième et troisième structures de construction collective de sens en section 5.2.1.4). Ceux-ci sont en effet que très rarement séparés en cours de manœuvre et sont amenés à réaliser leur mission en restant ensemble leur permettant ainsi d'échanger tout au long de leurs missions des informations.

Extraits :

"Donc là, BAL-2 dit qu'on a vent de face. Ça rabat un petit peu toute l'eau sur nous. Je vois absolument rien à travers la visière."

3_BAL–1

"En fait, lui il voit que dalle. Et moi, je me décalais un petit peu en regardant un peu plus vers l'avant, histoire de voir où ça en était. Je lui disais de mettre son jet plus fin pour aller un peu plus loin parce qu'on était loin du camion en fait. Et puis on avait vent de face, j'étais pas sûr que l'eau aille jusqu'au camion. La force de la lance c'est pas la même du coup."

3_BAL–2

Une autre forme très fréquente de construction collective de sens est formée au gré des "rencontres" entre un binôme et le chef d'agrès. En effet, comme il était apparu à la suite de notre analyse de l'activité individuelle du chef d'agrès, ce dernier apparaît comme le "chef d'orchestre" de la compréhension collective, diffusant des informations spécifiques considérées comme nécessaires à l'activité de chacun des équipiers et récoltant les retours de ceux-ci après ou en cours de mission. Ceci est illustré par la quatrième structure typique de construction collective de sens (cf. section 5.2.1.4). Ces "rencontres" entre un binôme et le chef d'agrès permettent aux équipiers de rendre compte de l'état de leur mission ou de leur disponibilité éventuelle et par conséquent au chef d'agrès de réactualiser sa compréhension globale de la situation et de donner ses ordres en conséquence.

Ce travail de réactualisation ne peut donc se faire que lorsqu'il y a "contact" entre les membres. En effet, à l'inverse, l'absence de possibilité d'interaction provoquée par la configuration des lieux peut amener les membres (et particulièrement le chef d'agrès) à des incompréhensions vis-à-vis de l'activité des équipiers. Ceci est le cas par exemple, lors de la manœuvre 2 lorsque le chef d'agrès passe son message d'ambiance et que le formateur 2 vient le prévenir que son BAT n'est toujours pas rentré dans l'appartement incendié. Cette nouvelle information entre totalement en contradiction avec sa propre compréhension de la situation étant donné qu'il avait préalablement donné l'ordre à son BAT de rentrer dans l'appartement. Afin de rétablir cette incohérence, le chef d'agrès décide immédiatement d'aller vérifier à l'entrée de l'appartement où en est le BAT.

Extrait : *"Alors là, le formateur me dit que mon binôme n'était pas engagé [...] Ils avaient l'ordre normalement [...] C'est vrai que j'avais pas été très clair non plus. C'est pour ça, je m'inquiétais un peu, à me dire « comment ça se fait qu'il ne soit toujours pas rentré ? ». Donc je suis allé tout de suite voir."*

2_Chef

Enfin, la dernière forme typique de construction collective de sens implique l'ouverture des possibilités d'interaction (visuelle ou verbale) d'un binôme vers le reste de l'équipe. Ainsi, un binôme en phase d'attente, donc n'ayant plus de fonction particulière, va s'appuyer sur ces possibilités afin de réactualiser sa compréhension macroscopique de la situation en observant l'activité des

autres membres (chef d'agrès ou autre binôme).

Extrait : *"Là j'attends. Parce que j'allais dire au chef d'agrès que je suis disponible mais il est dans son plan. Il est en train d'essayer de comprendre comment est foutu le local [...] Là, j'écoute ce que le témoin lui dit. Je regarde le plan. J'en profite. Comme ça, après, si derrière, le chef d'agrès me demande une deuxième lance ou quoi que ce soit, j'ai déjà une vue un petit peu sur ce qui se passe."*

1_BAL–1

En l'absence de ces possibilités d'interaction, les agents en attente ne peuvent plus procéder à l'élaboration de leur cadre macroscopique et sont généralement amenés à "suspendre" leur compréhension de la situation en cours (*e.g.* le BAL lors de la séquence 14 de la manœuvre 2 décrite en section 5.2.1.4).

Ainsi, les processus collectifs de construction de sens prennent une multitude de formes au fil des missions confiées à chaque binôme (ou membre de l'équipe) et de leurs déplacements au sein de l'environnement modifiant continuellement les (im)possibilités d'interaction entre chaque individu. L'ensemble des formes typiques de construction collective de sens qui a pu en être extrait contribue à constituer des cycles de coordination locale correspondant principalement à l'activité des deux binômes et s'entremêlant pour constituer l'activité globale de l'équipe au cours d'une manœuvre.

5.3.3 Entremêlement de cycles de constructions locales de sens

L'analyse diachronique nous a permis d'extraire trois formes redondantes de la dynamique de construction collective de sens (cf. section 5.2.2.2). L'association de ces trois formes peut constituer la dynamique de compréhension collective caractérisant l'activité d'une équipe de sapeurs-pompiers au cours d'une manœuvre de formation (figure 5.17).

Ainsi, la compréhension collective est initiée par la première forme dynamique dite de "découverte" au cours de laquelle toute l'équipe est encore rassemblée dans le camion. Avant tout départ en direction du lieu du sinistre, ce regroupement spatial est l'occasion pour le chef d'agrès de diffuser auprès de toute l'équipe les informations relatives à la situation. Par la suite, l'arrivée sur les lieux du camion est l'occasion pour les équipiers de s'échanger des informations auxquelles tous n'ont pas forcément accès, étant donné leur position différente dans le véhicule. De cette manière, tout membre de l'équipe peut actualiser son propre cadre macroscopique lui permettant de comprendre la situation en cours.

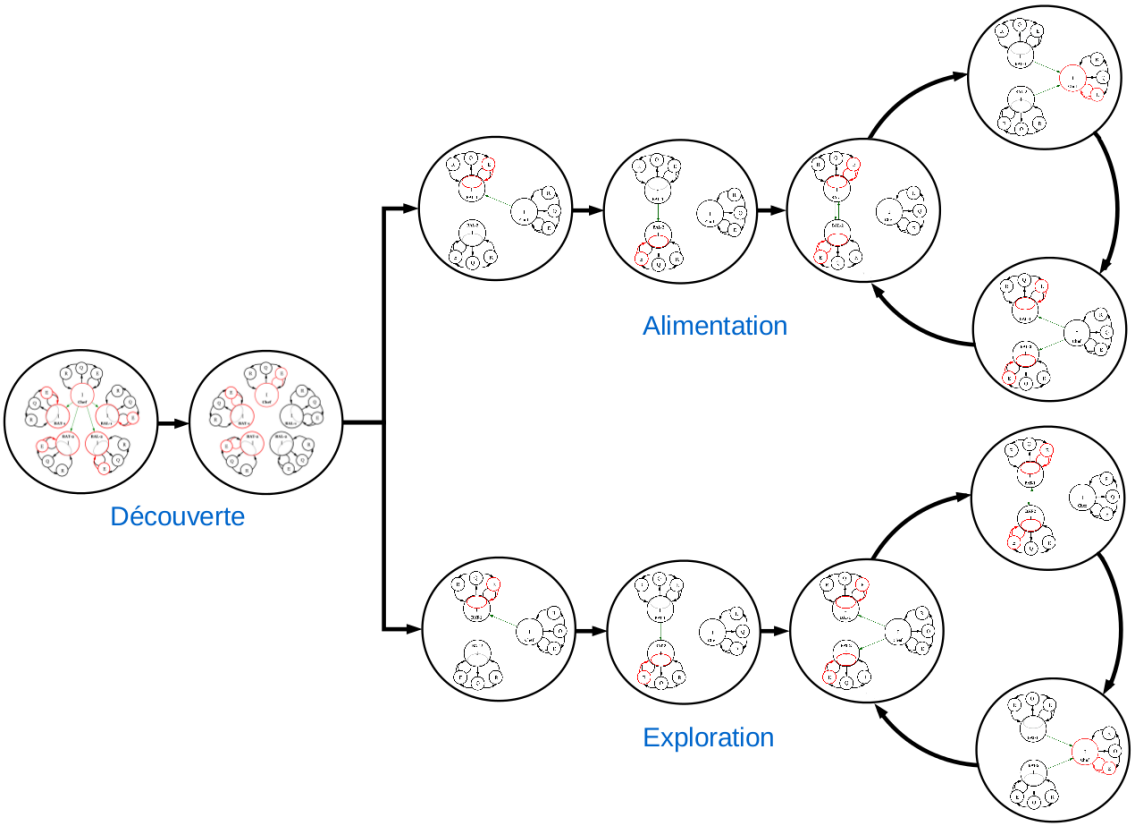


FIGURE 5.17: Chronique de la construction collective de sens au cours d'une manœuvre

A la suite de cette arrivée sur les lieux, le chef d'agrès sort du camion avec une partie (*e.g.* groupe de reconnaissance correspondant aux deux chefs de binômes) ou l'ensemble de l'équipe afin de procéder à sa reconnaissance de la situation. A la suite de cette reconnaissance, il peut y associer des missions respectives qu'il attribue successivement à chacun des binômes. De cette manière, le chef d'agrès initie deux cycles de construction collective de sens correspondant à chacun des binômes : le cycle d'alimentation et le cycle d'exploration. Ces deux cycles vont dès lors s'entremêler rythmant ainsi la dynamique de compréhension collective jusqu'à l'issue de la manœuvre.

Une partie du rôle de chef d'agrès revient dès lors à coordonner tout au long de la manœuvre l'activité des deux binômes au travers de ces deux cycles de compréhension collective le positionnant comme rouage essentiel de cet enchevêtrement.

Il est à noter que les cycles d'alimentation et d'exploration peuvent en-

core se subdiviser dans la mesure où les binômes peuvent éventuellement être scindés par le chef d'agrès (*e.g.* les séquences 6 à 10 de la manœuvre 3). Dans ce cas là, au moins trois missions sont en cours d'exécution simultanément augmentant par conséquent les sous-ensembles au sein de l'équipe et complexifiant ainsi l'activité de gestion de la coordination pour le chef d'agrès.

5.4 Perspectives pédagogiques

Tout comme pour le chapitre précédent, l'ensemble de ces résultats et des conclusions que nous avons pu tirer de cette deuxième étude nous permet de proposer certains axes de remédiation liés à la formation des chefs d'agrès.

5.4.1 Prise en compte de la configuration fonctionnelle

Les premiers résultats que nous avons avons abordés dans la discussion concernent l'influence de la configuration fonctionnelle sur les mécanismes de compréhension qui se produisent au sein de l'équipe. La prise en compte du caractère subjectif de la construction de sens montrent deux résultats principaux pouvant être pris en compte dans une perspective d'apprentissage : la coexistence de deux niveaux de compréhension au sein du collectif et les processus d'échanges au sein d'un binôme en cours de mission.

5.4.1.1 Adapter l'aide à la fonction de l'apprenant

En abordant l'activité collective comme le produit de l'articulation des activités individuelles, nous avons pu mettre en évidence le caractère hétérogène des processus de construction de sens ayant lieu dans l'équipe. Cette disparité est notamment le fait des différentes missions attribuées aux binômes et des différentes fonctions que cela implique pour chaque agent sur le terrain. Cette diversité s'illustre particulièrement avec la coexistence de deux niveaux de compréhension au sein du collectif en cours de situation : les niveaux macroscopique et microscopique (cf. section 5.3.1.1).

Dans le but de développer des outils destinés à l'apprentissage collectif, la prise en compte de ces deux niveaux de compréhension nous semble essentielle dans la mesure où cela s'inscrirait dans une logique de personnalisation de l'apprentissage. En effet, dans le cadre de la formation des chefs d'agrès, cela reviendrait notamment à orienter l'activité de chaque membre de l'équipe suivant la fonction que celui-ci a à remplir et donc du niveau de compréhension que cette fonction nécessite (macroscopique ou microscopique). Par exemple, un formateur pourrait guider l'activité de l'agent en charge de pénétrer dans un appartement avec la lance (il s'agit généralement du chef-BAT) dans le but de retrouver une victime. Dans le cas d'une telle mission, nous considérons que l'agent entre dans un processus de construction de sens microscopique relatif à

l'objectif précis que celui-ci a à atteindre. Cette aide pourrait ainsi porter sur des éléments précis telles que les mesures de sécurité à mettre en place avant de pénétrer dans un local clos et ensuite sur les indices à prendre en compte dans l'environnement enfumé afin de comprendre la configuration des lieux et de ne pas s'égarer (tel que cela fut le cas lors de la manœuvre 2 de cette étude). Cette aide apportée à l'agent et personnalisée suivant sa fonction propre ne serait cependant d'aucune utilité pour un autre agent, tel que le chef d'agrès, qui lui, reste généralement sur une compréhension globale de la situation (*i.e.* niveau macroscopique ; cf. section 5.3.1.1) et n'a par conséquent pas besoin de connaître les détails de la mission de chacun de ses équipiers.

5.4.1.2 Favoriser l'activité d'un binôme

Nos résultats portant sur l'influence de la configuration fonctionnelle se sont prolongés jusqu'au fonctionnement en cours de mission des agents composant un binôme. En effet, bien qu'un binôme poursuive une unique mission confiée par le chef d'agrès, ses membres n'en ont pas moins des fonctions différentes à remplir influençant par conséquent leur compréhension de la situation (cf. section 5.3.1.2). Cette différence entre membres d'un binôme se trouve prédéfinie par le rôle de chacun (chef de binôme ou équipier) tel que cela est le cas dans la majeure partie des missions répondant à des procédures extrêmement précises (*e.g.* pour l'établissement d'une division, chaque membre du binôme sait préalablement ce qu'il a à faire). De plus, cette disparité entre membres de fonctions individuelles peut être influencée par les conditions environnementales et la différence de point de vue que chacun a sur la situation, bousculant de ce fait les fonctions préalablement établies (*e.g.* le chef–BAT qui est aveuglé par l'eau de sa lance et doit se laisser guider par son équipier, mieux placé, qui lui donne les consignes pour éteindre le feu).

Par ces résultats, nous montrons, dans une perspective pédagogique, que l'aide personnalisée mentionnée précédemment se justifierait au sein même d'un binôme. En effet, il apparaît nécessaire de prendre en compte cette disparité de fonctions entre membres d'un binôme afin d'adapter à la fonction de chacun l'activité de guidage des formateurs, confirmant ainsi la suggestion précédente. Cependant, au-delà de l'aspect individualisé caractérisant ces apports pédagogiques, il serait également important pour les formateurs de tenir compte des spécificités environnementales qui influencent grandement la perception de chaque équipier sur la situation et par conséquent nuancent quelque peu les fonctions de chacun et leur manière de se coordonner sur le terrain. Comme nous avons pu le voir, cette adaptation du binôme se manifeste par des transmissions d'information destinées à "rétablir" la compréhension de l'autre. De ce fait, il semblerait également nécessaire pour les formateurs remplissant le rôle de guide personnel de chaque apprenant, de favoriser l'échange d'informations significatives entre membres d'un binôme afin de pallier les

contraintes contextuelles et de favoriser un rééquilibre des compréhensions individuelles.

Cette prise en compte des contraintes environnementales nous amène au deuxième grand axe de notre discussion : l'influence de la configuration spatiale de l'équipe.

5.4.2 Prise en compte de la configuration spatiale

Parallèlement à la configuration fonctionnelle, les résultats issus de notre étude montrent que la configuration spatiale de l'équipe exerce également une influence sur les mécanismes de construction de sens au sein de l'équipe. En effet, les agents se déplaçant dans l'environnement et notamment dans des bâtiments, des contraintes s'exerçant sur les possibilités d'interaction entre membres se font et se défont tout au long de l'intervention. De ce fait, les transmissions et prises d'information entre équipiers s'adaptent à ces contraintes environnementales en engendrant des formes de coordination très localisées et présentant certaines régularités que nous avons illustrées par des formes typiques de construction collective de sens (cf. section 5.2.1.4).

D'un point de vue pédagogique et dans la perspective d'un apprentissage progressif, ces contraintes environnementales pourraient notamment être palliées dans un premier temps par l'utilisation sur le terrain d'entraînement de micros. De cette manière, tous les membres de l'équipe pourraient s'échanger à tout moment les informations nécessaires, passant outre cette nécessité de se rencontrer pour pouvoir communiquer. Ce système faciliterait ainsi l'activité collective de l'équipe et constituerait ainsi une étape intermédiaire avant que les agents n'évoluent dans ces situations d'entraînement sans celui-ci.

5.4.3 Aider à organiser l'activité collective de l'équipe

Le dernier point soulevé par notre discussion résulte de l'analyse diachronique de nos données. Celle-ci nous a permis d'extraire le schéma typique illustrant la dynamique de la compréhension collective de l'équipe au cours d'une situation de formation (cf. figure 5.17). Ce schéma souligne particulièrement la fonction de coordinateur relevant du rôle de chef d'agrès.

Ainsi, d'un point de vue pédagogique, il apparaît important pour les formateurs d'aider le stagiaire-chef d'agrès à savoir organiser tout au long de la situation l'activité de son équipe. Tel que nous avons pu le constater, ce point est déjà quelque peu abordé dans la formation mais de façon informelle et toujours *a posteriori* au cours des débriefings. Par exemple, au cours du débriefing de la manœuvre 1, les formateurs ont insisté auprès du stagiaire-chef d'agrès sur la manière d'agencer sa propre activité et l'activité

de ses deux binômes afin d'être plus efficace et d'éviter des pertes de temps. Spécifiquement, ceux-ci lui ont recommandé d'exploiter le "moment de creux", qui se produit généralement lorsque chaque binôme retourne au camion chercher son matériel afin d'établir, en finalisant de son côté sa reconnaissance de la situation. De cette manière, lorsqu'il a terminé, il peut immédiatement revenir auprès de ses binômes constater de leur état d'avancement et leur confier de nouvelles missions ou réajuster les missions initiales suivant les nouvelles informations dont il aurait pris connaissance.

En cours de simulation, cet aspect pourrait être pris en compte de deux manières. D'un côté, comme cela a déjà été mentionné, l'intervention d'un formateur servant de guide au stagiaire-chef d'agrès permettrait d'aider ce dernier à mieux s'organiser en orientant sa propre activité mais également les ordres qu'il transmet à ses équipiers. D'un autre côté, l'utilisation de micros tel que nous l'avons proposé précédemment pourrait également s'avérer utile. En effet, de cette manière le stagiaire-chef d'agrès peut, à tout instant et indépendamment des déplacements de chacun dans l'environnement, se tenir au courant de l'état d'avancement des missions et notamment savoir lorsque des équipiers sont disponibles. En ayant la possibilité de confier immédiatement de nouvelles missions à ces derniers, le stagiaire-chef d'agrès minimiserait ainsi les pertes de temps. A partir de là, une certaine progressivité pourrait s'établir en laissant libre dans un premier temps toutes communications entre le stagiaire-chef d'agrès et ses équipiers, puis en minimisant celles-ci au fur et à mesure de la formation (*e.g.* limiter le nombre de communications au cours d'une situation ou n'autoriser que les appels initiés par le stagiaire-chef d'agrès et interdire les appels provenant des équipiers).

Chapitre 6

Étude de l'activité des formateurs

Résumé du Chapitre 6

Ce chapitre conclut notre travail d'analyse en s'attachant à l'étude de l'activité des formateurs sapeurs-pompiers au cours des situations de simulation et des débriefings. Nous faisons pour cela l'hypothèse que l'activité des formateurs dans le cadre de la formation des chefs d'agrès peut s'apparenter à une activité de tutelle telle que définie dans la littérature. Notre méthodologie s'appuie sur un recueil de données de communication impliquant un ou plusieurs formateurs au cours de 6 situations d'apprentissage (composées chacune d'une situation de simulation et d'un débriefing). L'analyse de ces données permet de mettre en évidence au cours des situations de simulation une activité préférentiellement orientée vers la gestion des variables de la simulation au détriment de la gestion didactique. Cet aspect positionne la situation de simulation comme le "support" d'une activité pédagogique se réalisant de manière rétrospective au cours du débriefing. L'analyse diachronique des activités de tutelle au cours de ces débriefings permet de mettre en évidence des séquences redondantes caractérisant l'activité pédagogique des formateurs au cours de ces sessions et démontrant la manière dont ceux-ci s'appuient sur la performance individuelle du stagiaire-chef d'agrès pour favoriser l'apprentissage de l'ensemble du groupe. Ces résultats permettent, tout en confirmant certaines recommandations pédagogiques avancées par les deux études précédentes portant sur l'activité des stagiaires, de dégager de nouvelles pistes destinées à favoriser la formation des apprenants.

Contenu du Chapitre 6

Introduction 245
6.1 Méthode 246
6.1.1 Participants 246
6.1.2 Recueil des données 246
6.1.3 Analyse des données 247
6.1.3.1 Retranscription et séquençage 248
6.1.3.2 Identification des fonctions de tutelle 250
6.1.3.3 Chronique des fonctions de tutelle 254
6.1.3.4 Validité de l'analyse 255
6.2 Résultats 255
6.2.1 Retranscription et séquençage 255
6.2.2 Répartition des interventions des formateurs 255
6.2.2.1 Situations de simulation 255
6.2.2.2 Sessions de débriefing 257
6.2.3 Chronique de l'activité des formateurs 259
6.2.3.1 Situations de simulation 259
6.2.3.2 Sessions de débriefing 259
6.2.4 Validité de l'analyse 259
6.3 Discussion 261
6.3.1 Conduite de la situation de simulation 262
6.3.1.1 La gestion de la simulation 262
6.3.1.2 La gestion didactique 264
6.3.2 Conduite de la session de débriefing 266
6.3.3 Prise en compte du collectif 269
6.4 Perspectives pédagogiques 270
6.4.1 Favoriser la gestion didactique des situations de simulation 270
6.4.2 Améliorer les sessions de débriefing 271
6.4.3 Favoriser la prise en compte du collectif 272

Introduction

Les deux chapitres précédents ont permis d'aborder l'activité des sapeurs-pompiers stagiaires en situation de simulation à travers le prisme de l'activité individuelle du stagiaire-chef d'agrès et de l'activité collective de l'équipe d'intervention. Ces deux études ont permis, entre autres, de souligner l'influence exercée par le contexte sur les comportements à la fois individuels et collectifs des agents en situation. De par sa particularité liée à sa dimension pédagogique, il apparaît désormais primordial de prendre également en considération ce contexte en s'intéressant à l'activité des formateurs. L'objectif principal de ce chapitre est de proposer une analyse de l'activité des formateurs au cours des situations de simulation et des débriefings constituant la formation des chefs d'agrès.

Comme nous avons pu l'aborder au sein de notre revue de littérature, dans le cadre des formations par simulation, les formateurs remplissent un rôle à la fois essentiel et complexe au regard de l'apprentissage des stagiaires (cf. chapitre 3). Cette complexité se manifeste particulièrement dans le caractère indirect de la relation formateur/stagiaire que ce soit lors des situations de simulation (modes d'influence sur le couplage simulation/stagiaire) ou des sessions de débriefing (activités de guidage relative au rôle de facilitateur). De par ce positionnement, nous faisons l'hypothèse que l'activité des formateurs en cours de simulation et de débriefing peut s'apparenter à une activité de tutelle telle qu'elle a été définie par Bruner (1983) : *"Les moyens grâce auxquels [...] un spécialiste vient en aide à quelqu'un qui [...] est moins spécialiste que lui"*. De ce point de vue, nous chercherons donc à catégoriser les interventions des formateurs auprès des stagiaires au regard des fonctions de tutelle définies par Bruner (1983). De cette manière, nous espérons mettre en avant des aspects significatifs de leur activité pouvant être exploités au sein d'un environnement d'apprentissage adapté.

De plus, la formation de chef d'agrès a pour particularité de former de manière individuelle (un seul stagiaire formé au poste de chef d'agrès par manœuvre) au sein d'un collectif (groupe de stagiaires constituant l'équipe d'intervention). Cette configuration place les formateurs dans une position singulière dans la mesure où ceux-ci sont amenés à continuellement gérer deux aspects antinomiques que sont la personnalisation et la généralisation de l'apprentissage. En spécifiant si une intervention pédagogique a une portée individuelle (concerne exclusivement le stagiaire-chef d'agrès) ou collective (concerne l'ensemble ou une partie de l'équipe), nous espérons souligner la manière dont les formateurs coordonnent ces deux aspects de la formation que ce soit en cours de simulation ou de débriefing. Ainsi, ces résultats pourraient constituer une aide précieuse dans la perspective de développer la dimension collective d'une plate-forme de formation.

La partie suivante présente la méthode mobilisée pour l'étude de l'activité pédagogique des formateurs au cours des situations de simulation et des sessions de débriefing. Comme précédemment, nous illustrerons la présentation de la méthode par des exemples concrets issus de nos données.

6.1 Méthode

6.1.1 Participants

L'étude a été menée auprès de 6 intervenants. Traditionnellement, 4 formateurs sapeurs-pompiers professionnels ou volontaires (grade minimum de caporal-chef) encadrent en binômes la formation de chef d'agrès. Néanmoins, ceux-ci ont pu être accompagnés au cours de certaines situations soit par le responsable de la formation (grade de capitaine) soit par un formateur-stagiaire.

Le même contrat moral que pour les stagiaires-chefs d'agrès concernant leur anonymat et mentionné dans les deux chapitres précédents a été passé dans le cadre de cette étude (cf. annexe A.1). Afin de garantir cette relative confidentialité, les participants ont été nommés à l'aide d'un code comportant en premier lieu l'indice de la manœuvre (entre 1 et 6) suivi de la dénomination de leur poste (Formateur–1, Formateur–2 ou Formateur–3). Par convention, le participant qui lance la situation de simulation en transmettant le message de départ au stagiaire-chef d'agrès est dénommé Formateur–1. Son binôme se trouve directement désigné par Formateur–2. La participation éventuelle d'autrui (responsable de formation ou formateur-stagiaire) est appelé Formateur–3. Par exemple, le code 4_Formateur–1 désigne le formateur jouant le rôle du Centre Opérationnel Départemental d'Incendie et de Secours (CODIS) transmettant le message de départ lors de la manœuvre 4. Cette désignation reste la même pour le débriefing qui suivait.

L'ensemble des participants mentionnés encadrait la formation de chef d'agrès organisée par le Service Départemental d'Incendie et de Secours du Morbihan (SDIS 56) et dont les modalités ont préalablement été détaillées dans le chapitre 4 (cf. section 4.1).

6.1.2 Recueil des données

Dans le cadre de cette étude, nous nous sommes intéressés à six manœuvres réalisées au cours de la formation. Ces manœuvres seront numérotées de 1 à 6 conformément à leur ordre chronologique au cours de la formation. Pour chacune de ces manœuvres, nous nous sommes intéressés à deux situations : 1) la situation de simulation, correspondant à la mise en scène d'un incident auquel l'équipe d'intervention composée de stagiaires (chef d'agrès, binôme d'attaque (BAT) et binôme d'alimentation (BAL)) se trouve confrontée 2)

la séance de débriefing qui avait lieu quelques minutes à la suite de la situation de simulation. Tout comme pour les études précédentes (cf.chapitres 4 et 5), les manœuvres n'impliquaient pas forcément les mêmes incidents et par conséquent la même activité que ce soit de la part des formateurs ou des stagiaires.

Les situations de simulation ont duré entre 6'21" et 18'10" (moyenne = 13'23" ; écart-type = 4'10"). Ces durées correspondent au temps écoulé entre le message de départ transmis par Formateur–1 au stagiaire-chef d'agrès et le signal de fin de simulation annoncé à l'équipe d'intervention par un des formateurs. Les débriefings quant à eux ont duré entre 10'07" et 16,07" (moyenne = 12'38" ; écart-type = 2'41"). Ceux-ci sont encadrés par les formateurs étant intervenus lors de la situation de simulation précédente et impliquent, non pas seulement le stagiaire-chef d'agrès évalué au cours de celle-ci, mais l'ensemble des stagiaires constituant l'équipe d'intervention.

Au cours de ces six manœuvres, la procédure de recueil de données s'est appliquée à l'ensemble des formateurs intervenant durant les situations de simulation ainsi que lors des débriefings (Formateur–1, Formateur–2 et éventuellement Formateur–3). Ces données correspondent à l'ensemble des communications et comportements des formateurs vis-à-vis des membres de l'équipe d'intervention. Pour cela, le travail de collecte s'est appuyé sur des enregistrements audiovisuels des situations de simulation par l'utilisation de caméras embarquées sur les casques des membres de l'équipe d'intervention (cf. chapitres 4 et 5) ainsi que de deux caméras à l'épaule (l'une proche du stagiaire-chef d'agrès et l'autre destinée à fournir un plan plus large de la situation).

Les débriefings quant à eux ont été filmés par un simple caméscope numérique fixe permettant de relever l'ensemble de la discussion tenue entre l'équipe de formateurs et les stagiaires.

Il est à noter concernant la répartition des manœuvres étudiées, que cinq d'entre elles ont été gérées par le même binôme de formateurs. Seule la manœuvre 4 a été gérée par un autre binôme.

6.1.3 Analyse des données

L'ensemble des données d'observation et de communication recueillies a fait l'objet d'un travail d'analyse s'inspirant de travaux préalablement réalisés dans les domaines de la formation. En l'occurrence, nous nous sommes particulièrement appuyés sur les études réalisées sur les activités de tutelle des moniteurs d'auto-école (Vidal-Gomel *et al.*, 2008; Vidal-Gomel et Rogalski, 2009) eux-mêmes inspirés des apports de Bruner (1983) concernant le guidage opérationnel dans la réalisation des tâches.

Dans le cadre de notre étude, nous nous sommes intéressés à six manœuvres, composées chacune d'une situation de simulation puis d'une session de débriefing. Le travail d'analyse s'y attachant s'est déroulé en plusieurs étapes : 1)

la retranscription et le séquençage des données d'observation et de communication ; 2) l'identification des fonctions de tutelle ; 3) la schématisation de la chronique des fonctions de tutelle ; 4) la validité de l'analyse.

6.1.3.1 Retranscription et séquençage

L'ensemble des films vidéo a permis de rendre compte des comportements et communications des formateurs impliquant au moins un membre de l'équipe d'intervention au cours des situations de simulation et débriefings. Tout comme pour les analyses précédentes (individuelles et collectives) la retranscription de ces données a été réalisée avec la volonté de conserver un caractère neutre, c'est à dire sans inférence quant aux intentions des formateurs. Cette étape de retranscription présente certaines différences entre la situation de simulation et les débriefings.

Retranscription des interventions des formateurs au cours de la situation de simulation

Au cours des situations de simulation, l'intervention des formateurs, sous quelque forme que ce soit, n'est pas continuelle. Pour cette raison, la retranscription des données relatives à leur activité s'est faite sous un format épisodique au sein d'un tableau à deux volets respectant l'ordre chronologique des interventions (figure 6.1 illustrant plusieurs épisodes successifs extraits d'une des manœuvres étudiées). Le premier volet spécifie pour le début de chaque épisode d'intervention le décompte temporel de la manœuvre, en considérant comme temps d'origine l'annonce par le Centre Opérationnel Départemental d'Incendie et de Secours (le CODIS joué par Formateur–1) du message de départ. Le deuxième volet renvoie pour chaque épisode l'ensemble des communications et/ou comportements entre formateurs et stagiaires présenté sous une forme "tour par tour". Afin de faciliter la lisibilité des données relatives à l'activité des formateurs, celles-ci sont spécifiquement représentées en gras et avec une couleur distinctive pour chacun des intervenants (rouge pour Formateur–1, bleu pour Formateur–2 et vert pour Formateur–3). Il est à noter également que les actions et paroles sont écrites en référence au rôle joué par chacun (lui-même, CODIS, témoin ou autre).

2'02"	**CODIS :« FPT formation de CODIS. Après contact avec le requérant qui sera sur les lieux, gilet jaune. Apparemment, le feu serait localisé dans une maison d'habitation attenante à l'EHPAD. Chez le directeur. »**
2'23"	Le camion entre sur la place Jacquard. **Témoin (à l'entrée du bâtiment) : « Plus vite là ! Plus vite !»** Le camion s'arrête. **Témoin : « Y a ma femme dedans ! Ma femme, elle est dedans ! »** Chef d'agrès sort du camion : « Oui. Calmez-vous monsieur... Alors, dîtes moi ce qui se passe ? » **Témoin (désigne de la main une partie du bâtiment) : « Ah bah, on s'apprêtait à partir en we. Ça a disjoncté. Je sais pas, y a le feu. Et ma femme elle est dedans, elle était dans la salle de bain. »** Chef d'agrès : « D'accord. » **Témoin : « Et y a trop de fumée. J'arrive pas à... J'ai pas réussi à la sortir. »** Chef d'agrès : « L'accès est par où ? » **Témoin : « Pour ? Chez moi ? »** Chef d'agrès : « Pour rentrer chez vous. » **Témoin (part dans l'entrée principale du bâtiment) : « Par là. »**

FIGURE 6.1: Exemples d'épisodes d'intervention des formateurs extraits de la manœuvre 4

Retranscription des interventions des formateurs au cours des débriefings

Au cours des débriefings, la retranscription des données ne se fait plus sous forme épisodique mais en continu. Celle-ci se présente sous forme de dialogue reprenant le schéma "tour par tour" ainsi que le code couleur utilisé pour la situation de simulation (figure 6.2). Le stagiaire-chef d'agrès constituant l'élément central de la manœuvre (et donc également du débriefing), au code couleur initial est alors ajouté le violet pour spécifier l'intervention de tout membre de l'équipe d'intervention (stagiaire, conducteur) autre que le stagiaire-chef d'agrès.

Code couleur
Formateur-1 **Formateur-2** **Formateur-3** Chef d'agrès Autres

- Donc tu partais pour quoi ?
- On partait pour un feu d'EHPAD. Donc à l'arrivée, on constate feu au RDC d'un bâtiment R moins... avec le sous-sol. Enfin, y a le sous-sol sur cette partie là mais pas sur celle-là, donc je serais tenté de la passer en plein pied mais...
- C'est un plein pied.
- C'est un plein pied, d'accord. Donc j'ai un témoin qui me dit que... une personne âgée qui marche bien vite.. euh... qu'il y a une victime à l'intérieur.
- Le témoin, il est qui ?
- Bah justement, c'est là que je me suis fait embarqué, j'ai pas demandé.
- T'entends, t'écoutes pas.
- Dès la sortie du camion.
- Je suis le directeur de l'établissement. C'est mon logement de fonction. Ma femme est à l'intérieur, on allait partir en vacances. Ça a disjoncté, je peux plus ouvrir les rideaux. Y a trop de fumée, je peux pas la sortir.
- Ouais, j'ai pas tout capté.
- C'est ça que je t'ai dit.
- T'as pas tout capté et t'as une partie des infos que je te donne au CODIS sur le 2ème message.
- Et si t'as un doute, tu prends le témoin : « Ok, vous êtes qui ? Votre femme est où ? On accède par où ? ». Voila. L'accès, t'as demandé. Rapidement. C'est bien. Tout ce qui est gaz, électricité, c'est demandé. Précisément. Je te donne les infos. La réaction immédiate, elle est adaptée.

FIGURE 6.2: Section de la session de débriefing extraite de la manœuvre 4

Séquençage des sessions de débriefing

La retranscription des données issues des sessions de débriefing ne se faisant pas sous la forme d'épisodes successifs, notre travail a consisté dans un premier temps à séquencer ces données. Concrètement, cette étape a reposé sur l'identification de moments de rupture dans le cours des sessions de débriefing. Tout comme lors de l'analyse de l'activité individuelle du stagiaire-chef d'agrès, à ces fins, nous nous sommes appuyés à la fois sur des critères de fond et des critères de forme.

Un critère de fond : les unités thématiques

Le flux de données de communication composant les sessions de débriefing a pu être séquencé en nous intéressant aux changements de thèmes lors des discussions. Dans ce cadre précis, les thèmes portaient essentiellement sur des objectifs pédagogiques précis (*e.g.* la gestion du témoin, la reconnaissance de la situation ou les ordres exécutoires) ou sur la remémoration de séquences ou d'actions spécifiques relatives à l'activité du stagiaire-chef d'agrès au cours de la situation de simulation (*e.g. "A ce moment là, quel ordre tu as transmis à ton BAL ?"*). Ces moments de rupture pouvaient également s'apparenter à des moments de récapitulation (voire d'évaluation) initiés par les formateurs pour faire un bilan (final ou intermédiaire) d'un ensemble de thèmes abordés précédemment (*e.g. "Alors, pour reprendre, dans ta manœuvre on retrouve un peu les mêmes erreurs que ce matin..."*).

Un critère de forme : les marqueurs linguistiques

Ce travail d'analyse sémantique a pu être complété (ou confirmé) par la détection de certains marqueurs linguistiques manifestant des ruptures au fil de la session de débriefing. Ainsi, certains mots ou expressions d'introduction (sinon, ensuite, en tout cas, en ce qui concerne...) peuvent témoigner de changements thématiques au cours du débriefing. Les formateurs, en les utilisant, réorientent de cette manière le sujet de la discussion permettant ainsi de guider l'apprentissage du stagiaire chef d'agrès ou de l'ensemble des stagiaires (*e.g. "Sinon, pour revenir sur ta reconnaissance de la situation..."*).

6.1.3.2 Identification des fonctions de tutelle

Comme il a été mentionné précédemment, notre travail d'analyse se centre sur l'identification des activités de tutelle en référence aux catégories d'interventions utilisées pour l'étude des moniteurs d'auto-école en cours de session de conduite ou de débriefing (Vidal-Gomel *et al.*, 2008; Vidal-Gomel et Rogalski, 2009). Contrairement à ces travaux, dans le cadre de la présente étude, cette catégorisation diffère quelque peu entre analyse de la situation de simulation et analyse de la session de débriefing.

En cours de situation de simulation

Globalement, gérer une situation de simulation requiert de la part du ou des formateurs une activité complexe et diversifiée (Samurçay et Rogalski, 1998). Cette diversité se reflète également dans les différents types d'intervention des formateurs sapeurs-pompiers et par conséquent dans notre méthode de catégorisation. Ainsi, nous avons retenu trois fonctions de tutelle selon la classification de Bruner (1983) afin "d'englober" l'ensemble des activités des formateurs auprès des stagiaires en cours de simulation : la signalisation des caractéristiques déterminantes de la situation, la réduction des degrés de liberté et le maintien de l'orientation.

La signalisation des caractéristiques déterminantes de la situation correspond à toute action du formateur destinée à souligner à l'apprenant les caractéristiques de la tâche qui sont pertinentes pour son exécution. La réduction des degrés de liberté fait référence aux procédures par lesquelles le formateur simplifie la tâche par réduction du nombre des actes requis pour atteindre la solution. Enfin, le maintien de l'orientation consiste pour les formateurs à éviter que l'apprenant ne s'écarte du but assigné par la tâche définie par la situation de simulation.

Chacune de ces fonctions de tutelle a été décomposée en types d'intervention, en référence aux catégories définies par Vidal-Gomel et Rogalski (2009) dans le cadre d'une étude sur l'activité des moniteurs d'auto-école. L'ensemble de ces catégories d'intervention se trouve rassemblé et expliqué par la suite.

La signalisation des caractéristiques déterminantes de la situation :

- **Attirer l'attention** [Aatt] : Le formateur indique aux apprenants des éléments essentiels pour la réalisation de la tâche.
  Exemple : *"Hey chef d'agrès, il est pas chaud le mur là ?"*
- **Évaluer** [Eval] : Le formateur émet explicitement un jugement (positif ou négatif) sur les actions des apprenants ou les interroge directement afin de récolter des informations spécifiques sur leur activité.
  Exemple : *"Quelle mission tu as donnée à ton BAL ?"*
- **Corriger** [Corr] : Le formateur offre une alternative d'action aux apprenants après avoir détecté une erreur de leur part.
  Exemple : *"Vous pouvez encore inverser l'établissement de vos tuyaux les gars. C'est encore possible."*
- **Expliquer** [Expl] : Le formateur détaille des éléments significatifs de la situation ou les causes ou conséquences d'une action.
  Exemple : *"Après c'est de la logique. Tu vois, ici t'as pas de porte et le bâtiment part en enfilade comme ça. Donc ta porte, elle doit être au fond à gauche."*

La réduction des degrés de liberté :

- **Jouer le rôle de témoin** [Tem] : Le formateur joue le rôle de témoin avec lequel le stagiaire-chef d'agrès interagit afin de récolter des informations déterminantes pour la mise en place de la manœuvre.
  Exemple : *"C'est moi qui vous ai appelés. Je crois qu'il y a le feu au 4ème étage."*
- **Jouer le rôle d'un tiers** (Autre) : Le formateur remplit le rôle d'un intervenant extérieur à l'équipe d'intervention composée des stagiaires (CODIS, chef de groupe, chef d'agrès d'une seconde équipe, etc.).
  Exemple : *"Vous partez rue de la République pour un feu de poids-lourd sans précision. Reçu ?"*
- **Injonction** (Inj) : Le formateur donne des ordres d'exécution aux apprenants.
  Exemple : *"Chef-BAT ! Tu fais le test du plafond quand tu rentres dans le local."*
- **Transmettre une information** (Info) : Le formateur transmet aux apprenants des informations relatives à la situation simulée.
  Exemple : *"Chef d'agrès, on considère que c'est un immeuble d'habitations. T'as tout le bâtiment à prendre en compte ici."*

Le maintien de l'orientation :

- **Recentrer sur la tâche** [Maint] : Le formateur maintient la crédibilité d'action des apprenants en développant leur sentiment d'immersion dans la situation de simulation.
  Exemple : *"Allez, on se dépêche le BAT ! C'est en train de brûler."*

En cours de débriefing

Dans le cadre des sessions de débriefing, nous nous sommes exclusivement appuyés sur la fonction de signalisation des caractéristiques déterminantes de la situation. Sa décomposition préalable a été complétée par des types d'intervention supplémentaires. L'ensemble de ces catégories d'intervention appliqué aux sessions de débriefings est expliqué par la suite.

La signalisation des caractéristiques déterminantes de la situation :

- **Favoriser la remémoration** [Rem] : Le formateur incite les apprenants à se remémorer les événements survenus au cours de la simulation.
  Exemple : *"Donc au départ t'as été appelé pour quoi ?"*
- **Favoriser l'auto-évaluation** [Auto] : Le formateur incite les apprenants à s'auto-évaluer par rapport aux actions entreprises au cours de la simulation.
  Exemple : *"Quels axes d'amélioration tu as détectés ?"*

- **Attirer l'attention** [Aatt] : Le formateur oriente le discours sur des éléments significatifs de l'activité des stagiaires au cours de la simulation.
  Exemple : *"Quel ordre préparatoire tu donnes à ton BAL à ce moment là ?"*
- **Évaluer** [Eval] : Le formateur émet explicitement un jugement (positif ou négatif) sur une action précise ou sur l'ensemble de la manœuvre mise en place. Il peut également interroger directement les apprenants afin de juger de leurs connaissances sur des points précis (règlement, procédure, etc.).
  Exemple : *"C'est mieux qu'hier. On voit que tu commences à t'affirmer"*
- **Corriger** [Corr] : Le formateur rectifie certaines actions entreprises par les apprenants au cours de la simulation.
  Exemple : *"Pour ta reconnaissance, il ne faut pas seulement jeter un coup d'œil, il faut que tu rentres pour vérifier si les murs sont chauds."*
- **Expliquer** [Expl] : Le formateur détaille des éléments significatifs de la situation ou les causes ou conséquences d'une action.
  Exemple : *"Si ça se trouve, il y a une victime cachée juste derrière. On sait pas tant qu'on n'a pas vérifié."*
- **Rappel** [Rapp] : Le formateur rappelle une réglementation ou une procédure.
  Exemple : *"Qui est-ce qui décide l'emplacement du camion ? C'est le chef d'agrès, pas le conducteur."*
- **Annoncer** [Ann] : Le formateur annonce des objectifs ou autres éléments relatifs à la suite de la formation.
  Exemple : *"Il faut qu'à partir de demain, vous sachiez faire votre SMES [Situation, Mission, Exécution, Sécurité] tout seul."*

Spécification du public visé par les interventions des formateurs

La formation de chef d'agrès a pour particularité de former de manière individuelle au sein d'un collectif de stagiaires. Ainsi, lors de chaque manœuvre, un seul d'entre eux occupe la position de chef d'agrès et se trouve spécifiquement formé à ce rôle. Le reste des apprenants en composant l'équipe d'intervention (BAT et BAL) n'en demeure pas moins "spectateur" de la prestation du stagiaire-chef d'agrès ainsi que des interventions pédagogiques des formateurs au cours de la situation de simulation et du débriefing. Cette caractéristique se reflète dans l'activité des formateurs dans le sens où ceux-ci sont amenés à s'adresser soit spécifiquement au stagiaire-chef d'agrès soit à une partie ou à l'ensemble du collectif. Pour cette raison, dans le cadre de notre analyse, l'identification de leurs interventions a été complétée par la spécification du public visé. Concrètement, nous avons différencié chacune des interventions des formateurs identifiées selon qu'elle s'adressait au seul stagiaire-chef d'agrès ou à l'ensemble du collectif.

6.1.3.3 Chronique des fonctions de tutelle

Une fois l'étape d'identification effectuée, le travail a consisté à modéliser l'ensemble de nos données par des schémas illustrant la chronique des fonctions de tutelle en cours de simulation et de débriefing.

Pour cela nous nous sommes appuyés sur l'utilisation de graphiques permettant de représenter de manière "cinématique" le caractère dynamique de nos situations d'étude (figure 6.3). L'axe temporel horizontal permet de mettre en évidence l'évolution des activités de tutelle de chacun des formateurs. Chaque fonction de tutelle correspond à une ligne du graphique et son activation par l'un ou l'autre des formateurs en cours de situation est signifiée par sa mise en couleur. La mise en couleur répond à une nomenclature précise (voir légende) destinée à rendre à la fois manifeste l'identité du ou des formateurs intervenant suivant une fonction de tutelle ainsi que le public auquel cette intervention s'adresse (en l'occurrence spécifiquement le stagiaire-chef d'agrès ou l'ensemble de l'équipe d'intervention).

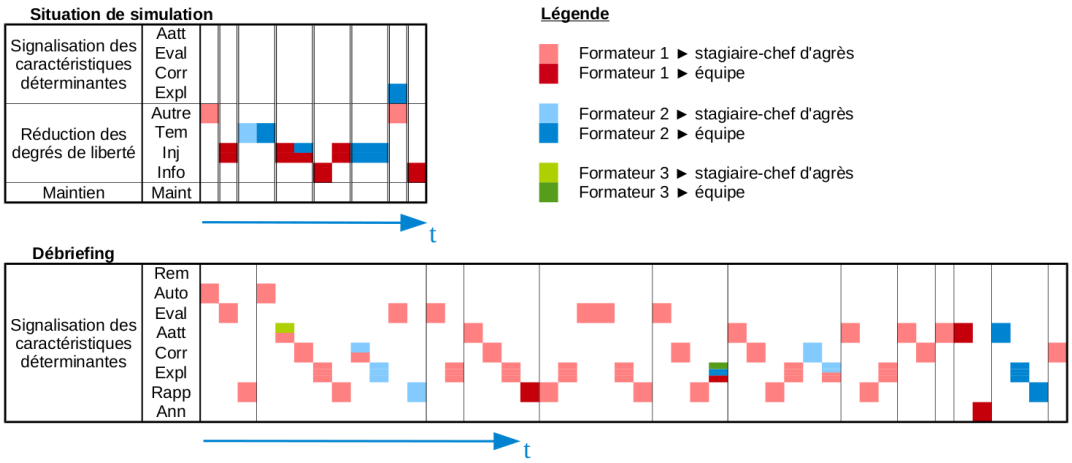


FIGURE 6.3: Exemple de schémas de la chronique des fonctions de tutelle des formateurs au cours de la situation de simulation et de la session de débriefing (Manœuvre 1)

Sur les situations de simulation, chaque barre verticale spécifie les différents épisodes d'intervention des formateurs. Chacun de ces épisodes pouvant se composer d'une succession de fonctions de tutelle. Concernant la représentation des débriefings, les barres verticales servent à délimiter chacune des séquences préalablement définies par notre travail de segmentation (cf. section 6.1.3.1). De même, ces séquences peuvent être composées d'une succession de plusieurs fonctions de tutelle.

6.1.3.4 Validité de l'analyse

La procédure de validité de l'analyse s'appuie sur les mêmes principes que ceux avancés lors des deux études précédentes portant respectivement sur l'analyse de l'activité individuelle du stagiaire-chef d'agrès (cf. chapitre 1 section 4.1.4.2) et collective de l'équipe d'intervention (cf. chapitre 2 section 5.1.3.2), à savoir l'exhaustivité, l'exclusivité et la fidélité (Corbin et Strauss, 2008). Tout comme pour ces études précédentes, le critère de fidélité se trouve éprouvé par une procédure de validité portant d'un côté sur l'étape de séquençage (d'une session de débriefing) et de l'autre sur l'étape de codage portant à la fois sur une situation de simulation et une session de débriefing. Le test de validité du séquençage repose sur le calcul du pourcentage d'accord inter-codeurs. La validité du codage se réalise quant à elle par le calcul d'un coefficient *Kappa* de Fleiss (1971) destiné à mesurer le degré d'accord entre les codeurs. De même que pour les études précédentes, à l'issue de ces différents résultats les points de litige font l'objet de discussions entre codeurs afin d'établir un consensus.

6.2 Résultats

L'analyse des six manœuvres complètes (situation de simulation et débriefing) nous a permis d'obtenir une catégorisation de l'ensemble des interventions des formateurs ainsi qu'une reconstruction schématique de la chronique de ces interventions. L'ensemble de ces résultats est présenté par la suite, en respectant les étapes de la méthode d'analyse.

6.2.1 Retranscription et séquençage

La retranscription de l'ensemble des données concernant les interventions des formateurs a permis de dénombrer **81 épisodes sur l'ensemble des six situations de simulation**. Concernant les sessions de débriefing, le travail de séquençage a fait apparaître **86 séquences pour l'ensemble des six manœuvres**.

6.2.2 Répartition des interventions des formateurs

Une fois l'ensemble des données retranscrites et les épisodes ou séquences définis, nous avons réalisé un travail d'identification des interventions des formateurs en référence aux catégories de codage détaillées en 6.1.3.2.

6.2.2.1 Situations de simulation

Ce travail d'identification a permis de catégoriser **128 interventions des formateurs sur l'ensemble des six situations de simulation**. Au cours de ces situations, l'activité de l'ensemble des formateurs peut se répartir dans

les trois fonctions de tutelle que sont la signalisation des caractéristiques déterminantes de la situation, la réduction des degrés de liberté et le maintien de l'orientation. La répartition de ces activités de tutelle est présentée dans la figure 6.4.

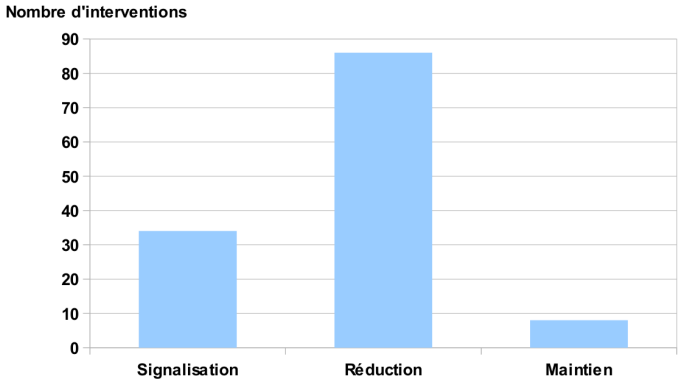


FIGURE 6.4: Répartition des fonctions de tutelle sur l'ensemble des situations de simulation

En déclinant les fonctions de tutelle au travers des différents types d'intervention exercés par les formateurs, telles que celles-ci ont été préalablement définies en 6.1.3.2, nous obtenons la répartition illustrée par la figure 6.5. Cette répartition souligne la forte proportion d'interventions de types Transmission d'information (31 interventions, soit 24,22%) et Injonction (25 interventions, 19,53%). A l'inverse, les catégories Corriger (5 interventions), Expliquer (6), Evaluer (9) et Maintien (8) sont globalement sous-représentées au cours des situations de simulation.

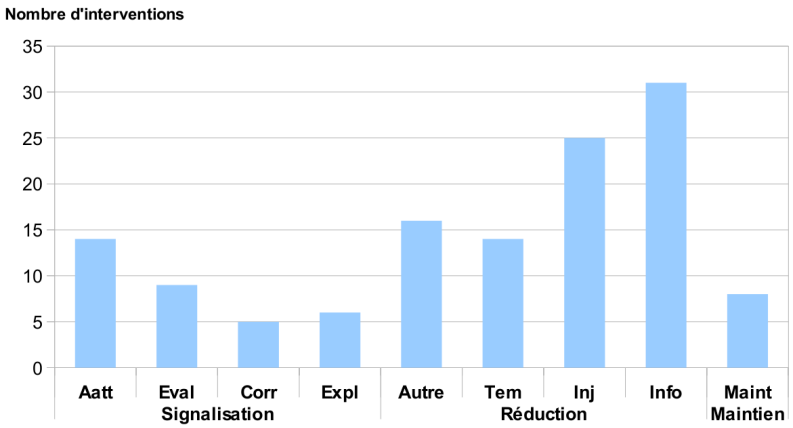


FIGURE 6.5: Répartition des types d'intervention sur l'ensemble des situations de simulation

Parmi l'ensemble de ces interventions en cours de situation de simulation, une légère majorité s'adresse spécifiquement au stagiaire-chef d'agrès (75 interventions, soit 58,59%). Le reste (53 interventions) concernant une partie ou l'ensemble de l'équipe d'intervention. En s'intéressant plus précisément aux différents types d'intervention des formateurs, on peut constater que celles-ci sont inégalement représentées suivant le public auquel elles s'adressent. Cette disparité est illustrée par la figure 6.6. Ainsi, alors que les interventions telles que Évaluer (Eval) ou Jouer le rôle d'un tiers (Autre) concernent exclusivement le stagiaire-chef d'agrès impliqué dans la situation de simulation, les interventions de types Injonction (Inj) ou Maintien de l'orientation (Maint) s'appliquent quasi-exclusivement à l'ensemble ou partie de l'équipe d'intervention (respectivement 92% et 87,5% des cas).

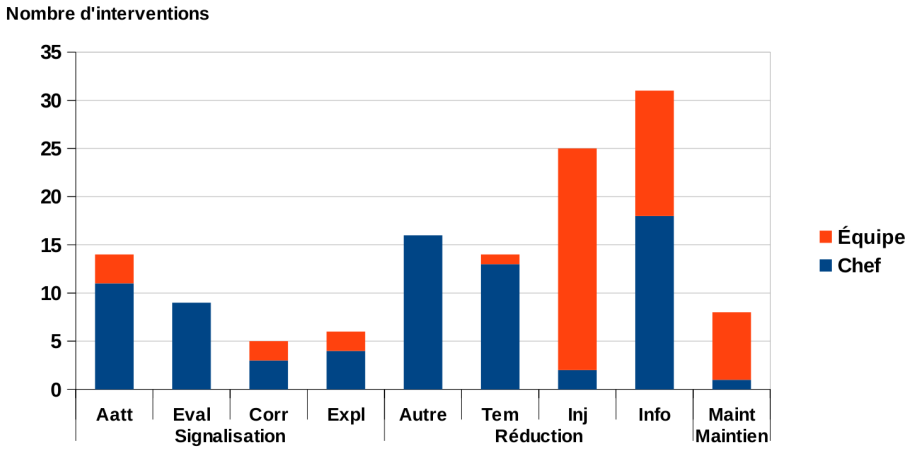


FIGURE 6.6: Proportion des fonctions de tutelle en fonction du public auquel elles s'adressent

6.2.2.2 Sessions de débriefing

Concernant les sessions de débriefing, nous avons identifié **313 interventions des formateurs sur l'ensemble des six manœuvres. La totalité de ces interventions s'inscrit dans la fonction de signalisation des caractéristiques déterminantes de la situation**.

De la même manière que pour les situations de simulation, ces interventions se sont réparties sur l'ensemble des catégories préalablement spécifié. Cette répartition est illustrée par la figure 6.7. Les interventions de types Évaluer (20,45%), Attirer l'attention (19,17%), Corriger (17,89%), Expliquer (16,93%) et Rappeler (15,97%) en constitue la grande majorité. A l'inverse, les interventions de types Favoriser la remémoration (5,75%), Annoncer (2,88%) et Favoriser l'auto-évaluation (0,96%) y sont fortement minoritaires.

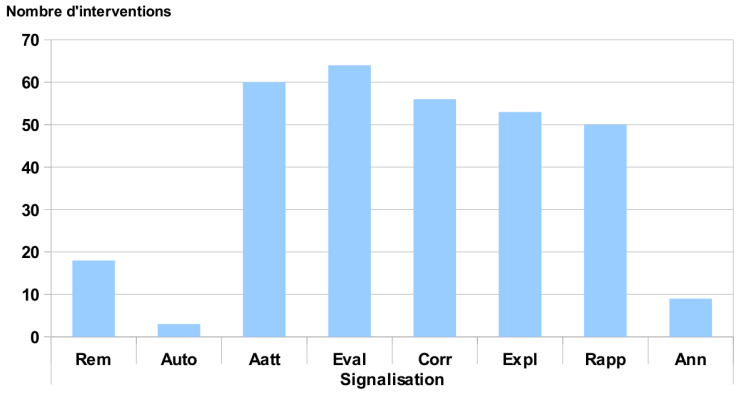


FIGURE 6.7: Répartition des types d'intervention sur l'ensemble des sessions de débriefing

En s'intéressant au public auquel ces interventions s'adressent, nous pouvons constater qu'**une très forte proportion concernent spécifiquement le stagiaire-chef d'agrès impliqué (255 interventions, soit 81,47%). Le reste (58 interventions) constituant l'ensemble des interventions impliquant une partie ou l'ensemble du groupe de stagiaires**. Tout comme pour les situations de simulation la proportion est variable d'une catégorie d'intervention à une autre. Ainsi, les catégories Favoriser la remémoration et Favoriser l'auto-évaluation sont exclusivement destinées au stagiaire-chef d'agrès alors que les interventions de type Annoncer concerne majoritairement l'ensemble ou une une partie du collectif de stagiaires (en l'occurrence 6 interventions sur 9 au total, soit 66,67%). Cette variabilité de proportion est illustrée dans la figure 6.8.

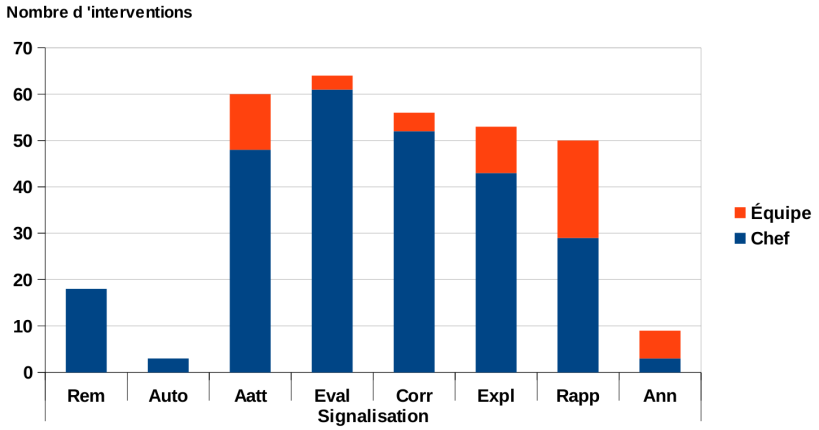


FIGURE 6.8: Proportion des types d'intervention au cours des débriefings en fonction du public auquel elles s'adressent

6.2.3 Chronique de l'activité des formateurs

Le travail de schématisation qui a suivi l'étape de catégorisation a permis de mettre en avant le caractère dynamique de l'activité des formateurs en illustrant l'enchaînement de leurs interventions au cours des situations de simulation et des sessions de débriefing. Les caractéristiques de construction de ces schémas sont décrites en section 6.1.3.3.

6.2.3.1 Situations de simulation

L'activité des formateurs au cours des situations de simulation est illustré par la figure 6.9.

6.2.3.2 Sessions de débriefing

La figure 6.10 illustre l'activité des formateurs au cours des six sessions de débriefing. Ces schémas répondent à la même légende que pour les situations de simulation.

6.2.4 Validité de l'analyse

Comme expliqué dans la section 6.1.3.4, ce travail d'analyse s'appuie sur une procédure de validité construite en deux temps : 1) validité du séquençage et 2) validité du codage. Cette procédure s'inspire des travaux de Strijbos *et al.* (2006) préalablement mentionnés au chapitre 4 section 4.1.4.2.

Séquençage

La procédure de validité du travail de séquençage s'est appliquée au travail de deux chercheurs sur la session de débriefing de la manœuvre 1. **Par calcul du pourcentage de correspondance, celle-ci a donné comme limite haute 91,67% et comme limite basse 84,61%**. La limite basse du pourcentage de correspondance se trouvant au dessus de 80%, ceci atteste de la validité de la procédure de séquençage. Les cas présentant des litiges ont fait par la suite l'objet de discussions afin d'obtenir un consensus.

Codage

Le travail de codage basé sur l'identification des fonctions de tutelle au cours d'une situation de simulation et d'une session de débriefing a également fait l'objet d'une procédure de validité impliquant cette fois trois chercheurs. Ce travail de codage, toujours réalisé sur la manœuvre 1, a dès lors donné un coefficient *Kappa* de Fleiss de **0,73 pour la situation de simulation et de 0,82 pour la session de débriefing** [1]. Ces résultats se trouvant respectivement au dessus des limites théoriques de 0,61 (concordance importante)

1. Les détails du calcul sont affichés en annexe D.1

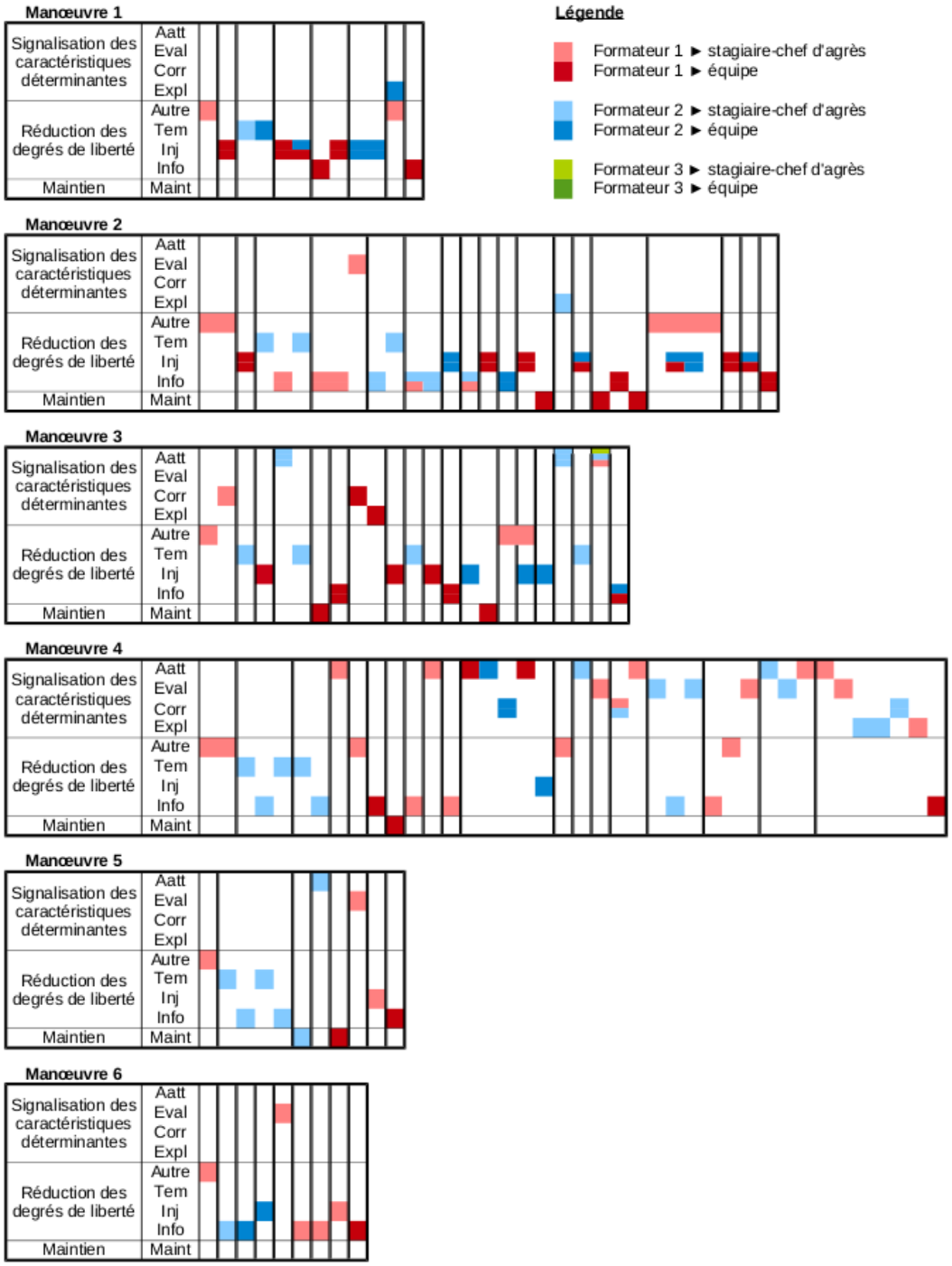


FIGURE 6.9: Chronique de l'activité des formateurs au cours des six situations de simulation

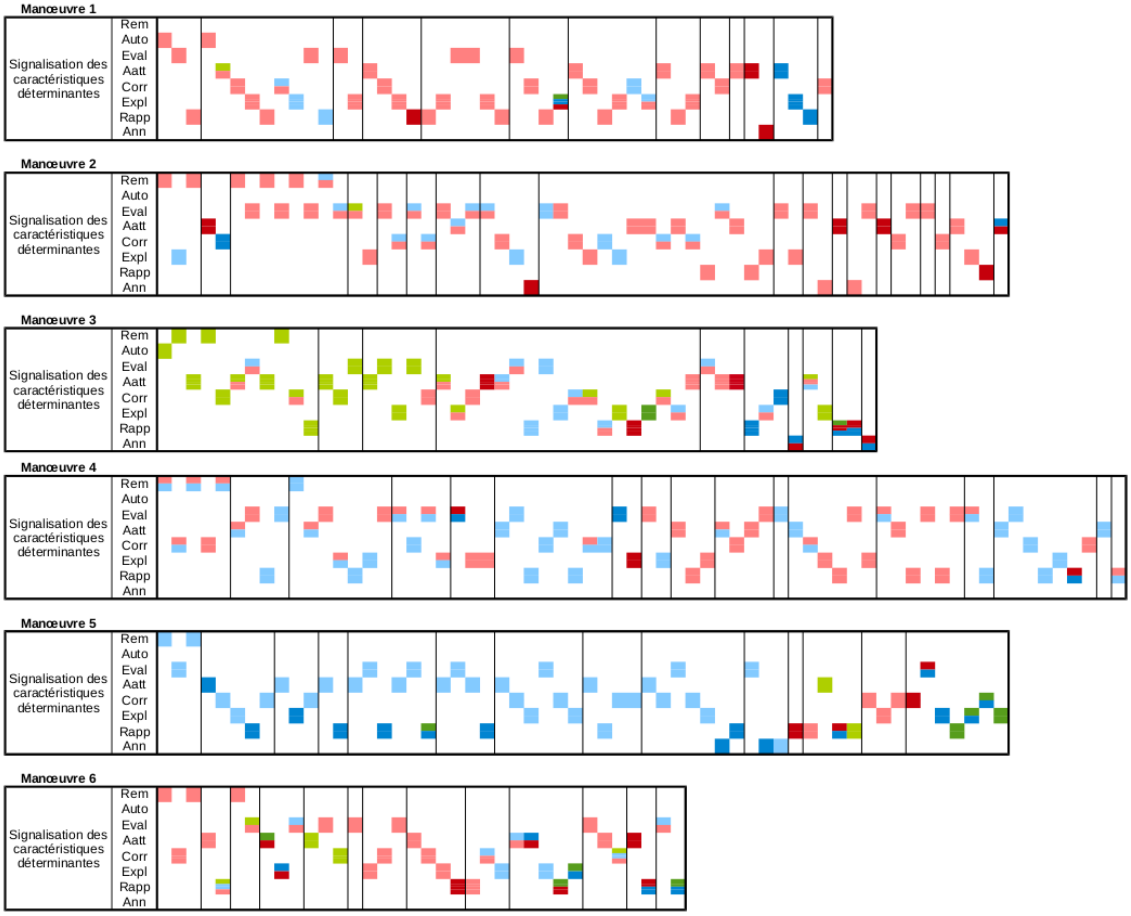


FIGURE 6.10: Chronique de l'activité des formateurs au cours des six sessions de débriefing

et de 0,81 (concordance presque parfaite) attestent à notre sens de la validité de notre procédure de codage que ce soit pour les situations de simulation ou les sessions de débriefing. Par la suite, les éléments ayant fait l'objet d'un désaccord ont également été discutés afin d'obtenir un consensus.

6.3 Discussion

L'objectif principal de cette étude était de décrire et d'expliquer l'activité des instructeurs en cours de formation s'appuyant sur des situations de simulation. A cette fin, nous avons procédé à une analyse des fonctions de tutelle des formateurs sapeurs-pompiers au cours de la formation des chefs d'agrès.

Les résultats de cette étude sont discutés selon trois axes relatifs :

1. à la conduite de la situation de simulation ;
2. à la localisation de l'apprentissage ;
3. à la prise en compte du collectif dans l'apprentissage.

6.3.1 Conduite de la situation de simulation

Comme il a préalablement été mentionné au cours de notre revue de littérature (cf. chapitre 3 section 3.3.2.2), le rôle du formateur en situation de simulation s'apparente à celui d'un gestionnaire d'environnements dynamiques (Vidal-Gomel et Rogalski, 2009). De ce point de vue, cette activité de gestion peut se décliner auprès de trois objets distincts (Samurçay et Rogalski, 1998) : l'apprenant, la simulation et l'activité propre. Ces derniers peuvent prendre plus ou moins d'importance dans l'activité du formateur en fonction du profil de ce dernier et de celui de l'apprenant.

Dans le cadre de notre étude, nous nous sommes plus particulièrement intéressés aux deux premières formes de gestion (apprenant et simulation) au travers des fonctions de tutelle (inspirées des travaux de Bruner, 1983) des formateurs en cours de situation de simulation de feux urbains.

6.3.1.1 La gestion de la simulation

Concernant cet objet d'étude, les résultats obtenus présentent une forte proportion (67%) d'interventions de réduction des degrés de liberté (cf.figure 6.4). Ainsi, la grande partie de l'activité des formateurs au cours des situations de simulation revient à circonscrire le domaine des possibles que ce soit pour l'activité du stagiaire-chef d'agrès ou de l'ensemble de l'équipe d'intervention. De cette manière, les formateurs tentent de pallier le caractère fictionnel de l'incident par une activité de mise en scène de la situation. Cette activité peut se décliner en différents types d'intervention (cf. figure 6.5), soit la transmission d'informations caractérisant l'incident simulée (catégorie Info), le remplissage de rôles annexes à l'équipe d'intervention (CODIS, témoin ou autres) ou des injonctions auprès des stagiaires.

La transmission d'informations par les formateurs sert en premier lieu à signifier au stagiaire-chef d'agrès les éléments caractéristiques de la situation. Par exemple, par ce moyen, ils peuvent préciser l'environnement spatial qui est à prendre en compte (*e.g. "Il faut que tu regardes tout le bâtiment. C'est tout le bâtiment qui est à prendre en compte"*). Il peuvent également signaler la présence ou non de civils dans la scène lorsque le stagiaire-chef d'agrès appelle (*e.g. "Il n'y a personne. Personne te répond là."*). Cette transmission d'informations a pour but de contribuer au caractère réaliste de la situation. Ceci renvoie à l'utilisation des leurres mentionnés par Horcik et Savoldelli (2010) et destinés à favoriser les mécanismes d'immersion des stagiaires en situation de

simulation. De par ces leurres, les formateurs tentent de contribuer au réalisme de la situation simulée au travers de ressemblances concernant les objets et les personnes mais également les actions et les événements s'y déroulant.

Cette activité de transmission d'informations et plus globalement de contribution au réalisme de la situation se prolonge ainsi par le remplissage des rôles annexes à l'équipe d'intervention. Ainsi en jouant les rôles notamment du CODIS et de témoin, les formateurs peuvent fournir au stagiaire-chef d'agrès certaines données caractéristiques de la situation.

Extraits :

"FPT formation de CODIS formation. Prenez départ. Partez commune La Roche Bernard. Rue du Président Coty. Sans numéro. Pour un feu de local à vélo. Est-ce reçu ? Parlez."

1_Formateur–1

"Plus vite là ! Plus vite ! Y a ma femme dedans ! Ma femme, elle est dedans ! [...] Ah bah, on s'apprêtait à partir en week-end. Ça a disjoncté. Je sais pas, y a le feu. Et ma femme elle est dedans, elle était dans la salle de bain..."

4_Formateur–2

Ainsi, le fait de jouer ces différents rôles peut apparaître pour les formateurs comme un moyen de transmettre au stagiaire-chef d'agrès des informations significatives sur la situation simulée tout en les intégrant de manière crédible dans le déroulement des événements.

Cependant, ce travail de "mise en scène" ne se limite pas à la seule activité du stagiaire-chef d'agrès et à des interventions auprès de celui-ci. En effet, comme peut l'illustrer la figure 6.6, les interventions des formateurs, notamment de réduction des degrés de liberté, possèdent une portée plus globale en s'adressant également aux équipiers. Ceci est particulièrement manifeste dans les catégories de transmission d'informations et surtout d'injonctions. Ainsi, afin d'instaurer une dynamique collective réaliste de la part de l'équipe d'intervention, les formateurs sont amenés à pallier régulièrement certains "manques" de la situation de simulation. Par exemple, en début de formation, par souci de gain de temps, les interventions s'effectuent généralement "à sec" insinuant, bien que tout le matériel adéquat soit mis en place par l'équipe, que les procédures de branchement et d'alimentation en eau des tuyaux ne sont pas réalisées. De ce fait, l'activité réelle des équipiers s'en trouve fortement modifiée et requiert l'intervention des formateurs afin de la replacer dans un cadre plus réaliste, notamment d'un point de vue temporel. Cette immixtion dans le déroulement de la situation se réalise alors auprès des équipiers par

la transmission d'informations (*e.g. "C'est bon, c'est ouvert. On dit que c'est en eau maintenant. Vous pouvez y aller"*) ou d'injonctions (*e.g. "Le BAT, vous avez eu l'ordre d'attaquer ? Vous rentrez dans le local, vous essayez de sortir le brûlot et on considère que c'est éteint."*). De cette manière, les formateurs gardent quelque peu la "main" sur l'activité collective et de manière plus générale, sur la situation globale. Ils gèrent de ce fait tout ce qui peut se passer autour du stagiaire-chef d'agrès et donc influencer son activité propre.

Cette volonté de maintenir un certain degré de réalisme dans l'activité de l'équipe toute entière est corroborée par la fonction de tutelle de maintien de l'orientation qui s'adresse quasi-exclusivement aux équipiers (7 interventions sur 8 ; cf. figure 6.6). En effet, il apparaît, de par cette activité, une volonté d'entretenir la motivation de l'ensemble des agents sur le terrain en dépit du fait qu'il ne soit pas en situation d'évaluation (seul le stagiaire-chef d'agrès se trouvant effectivement évalué). Par ce type d'intervention, les formateurs essaient donc de contribuer au réalisme de la situation en instaurant un certain dynamisme dans l'activité des équipiers (*e.g. "Allez le BAT, dépêchons nous ! Ça brûle !"*).

Les fonctions de réduction des degrés de liberté et de maintien de l'orientation combinées représentent 73,4% des fonctions de tutelle (cf. figure 6.4). Celles-ci témoignent de la forte dimension prescriptive de l'activité des formateurs portant essentiellement sur la gestion de la situation de simulation (Samurçay et Rogalski, 1998). Cet aspect souligne ce que Vidal-Gomel *et al.* (2011) avancent comme la dimension enveloppante caractérisant la place des formateurs au cours de la situation de simulation et leur permettant un ajustement permanent à l'activité du stagiaire. De cette manière, les formateurs tentent de maintenir celui-ci dans sa zone proximale de développement (Vygotski, 1934) afin de favoriser son apprentissage. La situation simulée s'apparente dès lors à plan préconçu par les formateurs et dont ces derniers sont en charge d'adapter à l'activité du stagiaire (Vidal-Gomel *et al.*, 2011).

Cette forte proportion des interventions allouées à la seule gestion de la simulation pourrait témoigner, dans le cadre de notre étude, de la volonté des formateurs de laisser au stagiaire-chef d'agrès une certaine liberté d'action au sein des situations de simulation. Cependant, ce positionnement n'exclut en rien une certaine dimension pédagogique caractérisant leur rôle au cours de ces situations de formation.

6.3.1.2 La gestion didactique

Bien que l'activité pédagogique apparaisse comme minoritaire (d'un point de vue numérique), elle n'en demeure pas moins présente et se manifeste autour d'interventions s'inscrivant dans la fonction de signalisation des ca-

ractéristiques déterminantes de la situation. Plus précisément, celle-ci se réalise majoritairement par des prises d'informations (explicites) sur l'activité du stagiaire-chef d'agrès (catégorie Évaluation) et la mise en évidence de certains éléments significatifs afin d'attirer l'attention de celui-ci (catégorie Attirer l'attention). Ces résultats corroborent ceux issus de la littérature décrivant la gestion didactique de la séance comme l'association d'une prise d'informations sur l'activité du stagiaire avec des actions de guidage de celui-ci (Samurçay et Rogalski, 1998).

Dans le cadre de notre étude, en l'absence d'entretiens menés à posteriori auprès des formateurs, ne sont recensées que les prises d'informations explicites, par conséquent résultant de questions posées directement au stagiaire-chef d'agrès (*e.g. "Est-ce que tu as reconnu toutes les faces du bâtiment ?"*) ou à certains de ses équipiers (*e.g. "On vous a donné une mission là ?"*). De cette manière les formateurs peuvent prendre en compte les actions de l'agent évalué au sein de la situation de simulation. Au delà de l'aspect évaluatif, cette prise en compte permet aux formateurs, en cas de difficulté du stagiaire-chef d'agrès, de définir des modalités de guidage en attirant l'attention de ce dernier vers des éléments significatifs de la situation susceptibles de l'aider dans la résolution de celle-ci. Ceci est particulièrement manifeste lors de la manœuvre 3, lorsque les formateurs interviennent pour souligner au stagiaire-chef d'agrès l'importance d'aller faire une reconnaissance approfondie du local attenant à la zone du sinistre.

Extrait :

3_Formateur–1 et 3_Formateur–2 entre dans le local attenant.
- 3_Formateur–2 : *"Hey Formateur 1, il est pas chaud le mur là ?"*
- 3_Formateur–1 : *"Ouais."*
- 3_Formateur–2 : *"Il est tiède en haut. Il est tiède."*
- 3_Formateur–1 : *"Mais il n'y a pas de fumée pourtant ici ?"*
Le stagiaire-chef d'agrès s'approche du local attenant.
- 3_Formateur–3 : *"Monsieur."*
- Stagiaire-chef d'agrès : *"Oui."*
- 3_Formateur–3 : *"Y a mon collègue qui me dit que le mur à côté dans le local, il est chaud."*
Le stagiaire-chef d'agrès entre dans le local attenant.

Par cette intervention, les formateurs réorientent l'agent qui, selon eux, s'écartait trop de la performance attendue en s'égarant dans la reconnaissance de lieux non pertinents dans le cadre de cette manœuvre. Cet exemple d'intervention illustre l'adoption générale par les formateurs d'un mode de régulation rétro-actif adopté habituellement en fin de formation comme cela a pu être observé par Percier et Wagemann (2004) dans la conduite de na-

vire ou Vidal-Gomel *et al.* (2008) dans la conduite automobile. Ainsi, dans le cadre de notre étude, les formateurs n'adoptent jamais un mode de régulation direct, même en début de formation comme cela a pu être mis en évidence dans d'autres domaines. Cette singularité de la formation est favorisé à notre sens par le caractère non procédural de l'activité de chef d'agrès et souligne la volonté des formateurs de laisser les stagiaires "expérimenter" leur propre mode de résolution du problème avant éventuellement d'intervenir en cours de situation s'ils estiment que celle-ci mènera à une impasse.

Cependant, ces interventions didactiques restent malgré tout très minoritaires au cours de la conduite des situations de simulation. En témoigne le faible nombre d'interventions des formateurs notamment auprès du stagiaire-chef d'agrès s'inscrivant dans un registre correctif ou explicatif (respectivement 3 et 4 occurrences sur l'ensemble des six manœuvres étudiées ; cf. figure 6.6). De ce fait, dans le cadre de la formation des chefs d'agrès, les situations de simulation semblent essentiellement orientées sur le pôle productif de l'activité des stagiaires conduisant par conséquent à favoriser une acquisition de connaissances *a posteriori*.

6.3.2 Conduite de la session de débriefing

Comme nous avons pu l'aborder précédemment, les situations de simulation, de par le caractère directif de l'activité des formateurs (réduction des degrés de liberté et maintien de l'orientation), semblent apparaître davantage comme le "support" d'un apprentissage se réalisant de manière rétrospective. Notre premier résultat portant sur la répartition des types d'intervention des formateurs au cours des sessions de débriefing peut attester de cette dimension pédagogique (cf. figure 6.7). En effet, la totalité des interventions de ces derniers s'inscrivent dans la fonction de tutelle de signalisation des caractéristiques déterminantes de la situation corroborant les conclusions avancées par certaines études précédentes (Vidal-Gomel *et al.*, 2008). Ce premier constat témoigne de la volonté des formateurs de mener les stagiaires vers une analyse réflexive sur leur activité productive précédente.

Notre travail de catégorisation des types d'intervention et de reconstruction de la chronique de l'activité des formateurs a permis de spécifier cette activité de guidage au cours des sessions de débriefing (cf. figure 6.7 et 6.10). Tout d'abord, le débriefing peut s'initier de deux manières différentes. D'un côté, les formateurs peuvent favoriser l'auto-évaluation du stagiaire-chef d'agrès en orientant immédiatement la discussion sur des éléments spécifiques de l'activité de ce dernier au cours de la simulation nécessitant selon lui d'être améliorés (*e.g. "Quelles sont les choses que t'aurais pu améliorer dans la manœuvre ?"*). D'un autre côté, ils peuvent favoriser la remémoration par le stagiaire des événements survenus au cours de la situation de simulation

généralement de manière chronologique (*e.g. "Donc dis nous, au départ t'es parti pour quoi ?"*). Ces deux manières d'aborder le débriefing contribue à la phase de décontextualisation mentionnée en revue de littérature (Gardner, 2013) [2]. Ainsi, les formateurs amènent le stagiaire-chef d'agrès à se décentrer de sa propre activité afin d'entrer dans une perspective plus globale plus favorable à l'acquisition de nouveaux savoirs.

Le fait que la "main" soit laissée au stagiaire évalué correspond totalement au rôle de facilitateur pouvant caractériser le positionnement des formateurs au cours du débriefing. De cette manière, ces derniers amènent l'apprenant à être acteur de son propre apprentissage.

La faible proportion de ces deux premiers types d'intervention au sein de la répartition globale (cf. figure 6.7) s'explique principalement par leur fonction introductive. La phase préliminaire qu'elles constituent permet aux formateurs d'amener, par l'intermédiaire du stagiaire, les premiers éléments sur lesquels ils vont par la suite pouvoir rebondir afin de favoriser leur activité pédagogique. Ainsi généralement, les formateurs attirent rapidement l'attention sur un élément mentionné par le stagiaire et initie ainsi le processus pédagogique en l'articulant autour d'interventions de types évaluation, attraction de l'attention, correction, explication et rappel.

Ainsi, comme peut l'illustrer la figure 6.10, une fois que le débriefing a été initié, l'activité des formateurs va principalement osciller entre les cinq types majeurs d'intervention. Par un travail d'identification des invariants au sein de la dynamique de leurs interventions nous pouvons extraire deux manières principales d'aborder cette phase.

La première séquence redondante correspond à la chaîne Aatt-Corr-Expl-Rapp dans la figure 6.10. Tout d'abord les formateurs attirent l'attention du stagiaire-chef d'agrès sur un élément précis de son activité au cours de la situation de simulation (*e.g. "Est-ce que tu as parlé de ventilation à ton binôme quand tu l'as fait s'engager ?"*). Une fois que le sujet se trouve abordé, ceux-ci lui suggèrent une action alternative en lui donnant un exemple de ce qu'il aurait pu faire à la place (*e.g. "Dis leur par exemple qu'une fois qu'ils sont dans les locaux, ils ouvrent les fenêtres aussitôt qu'ils en trouvent."*). Ensuite, ils lui expliquent plus précisément la raison de cette correction (*e.g. "Si le local est enfumé, il faut absolument procéder à une ventilation aussitôt que les gars le peuvent, ne serait-ce que pour leur propre sécurité et leur visibilité."*). Enfin, cette intervention est l'occasion du rappel d'une règle ou procédure plus générale correspondant à la fonction de chef d'agrès (*e.g. "C'est le rôle du chef*

2. Il est à noter que dans le cadre de notre étude, la phase de contextualisation (dite également de "réactions à chaud") n'a jamais été utilisée par les formateurs.

d'agrès de rappeler à ses équipiers toutes les règles de sécurité avant que les binômes ne s'engagent.").

La seconde séquence redondante correspond à la chaîne Aatt-Eval-Rapp dans la figure 6.10. De la même manière, les formateurs attirent l'attention du stagiaire-chef d'agrès sur un élément significatif de son activité au cours de la situation de simulation (*e.g. "Est-ce que tu as désigné les points d'eau avant de partir ?"*). Une fois que le point est abordé, les formateurs évaluent directement l'action du stagiaire en émettant un jugement sur celui-ci (*e.g. "Parce que celui que tu as donné au conducteur, c'était pas le bon. C'était pas la même rue."*). Enfin, ceux-ci s'appuient sur cette évaluation pour "conclure" sur un rappel (*e.g. "Donc attention. S'il y a plusieurs poteaux, désignez bien ceux que vous voulez."*).

Cette seconde séquence d'interventions semble apparaître principalement dans les dernières manœuvres étudiées correspondant plutôt à la fin de la formation avant les manœuvres d'évaluation. En se gardant bien de toutes conclusions hâtives au vu du nombre de situations étudiées au cours de notre étude, ceci pourrait éventuellement être mis en lien avec une amélioration des stagiaires au cours de la formation supposant que ceux-ci ne requièrent plus systématiquement de corrections de leurs actions et surtout d'explications. Cet aspect serait totalement concordant avec les observations qui ont pu être faites au cours d'études préalables avançant l'évolution de l'activité des formateurs en fonction du niveau de difficulté des apprenants (Vidal-Gomel *et al.*, 2008).

Qui plus est, de par leur structure, ces différentes séquences semblent généralement s'initier en attirant l'attention du principal intéressé sur une action précise en cours de simulation et se conclure par un rappel général transférable vers d'autres situations. Cet aspect n'est pas sans rappeler les observations de Horcik (2014) soulignant l'utilisation par les formateurs des situations de simulation comme simple *"pourvoyeur d'ancrages servant au débriefing"* (cf. chapitre 3 section 3.3.2.3). Cette prise en considération de la situation de simulation pourrait ainsi sous-entendre de la part des formateurs un manque de prise en compte de l'activité réellement vécue par les stagiaires au cours de la manœuvre. L'activité des formateurs en cours de débriefing ne serait dès lors que guidée par la prise en compte des éléments liés aux objectifs pédagogiques appauvrissant du même coup selon Horcik (2014) la contribution pédagogique de ces sessions.

Cette prise de position éventuelle de la part des formateurs pourrait s'expliquer par le contexte général dans lequel se déroule cette formation. En effet, bien que les débriefings consistent à discuter de l'activité individuelle du stagiaire-chef d'agrès au cours de la situation de simulation, ceux-ci sont destinés également à servir de supports d'apprentissage pour l'ensemble des

participants (*i.e.* l'équipe).

6.3.3 Prise en compte du collectif

Nos résultats montrent une prédominance des interventions auprès du seul stagiaire-chef d'agrès au cours des sessions de débriefing (cf. figure 6.8). Ceci s'explique par la volonté des formateurs de s'appuyer sur l'activité de ce dernier au cours de la situation de simulation afin d'énoncer certains principes nécessaires à la fonction de chef d'agrès. De cette manière, les sessions de débriefing, et par conséquent les interventions pédagogiques que cela impliquent, se trouvent parfaitement adaptées au seul stagiaire-chef d'agrès.

Cependant, comme cela a pu être préalablement mentionné en introduction de ce chapitre, la formation de chef d'agrès a pour particularité de former de manière individuelle au sein d'un collectif. De ce point de vue, cela requiert de la part des formateurs un positionnement particulier vis-à-vis de leur activité pédagogique. Cette prise en compte de la dimension collective au cours des débriefings apparaît dans la répartition des types d'intervention en fonction du public auquel celles-ci s'adressent (cf. figure 6.8). Plus précisément, la part d'interventions destinées à l'ensemble de l'équipe se révèle non négligeable dans les catégories d'attraction de l'attention, d'explication et surtout de rappel.

Ainsi, bien que le support pédagogique demeure la situation de simulation telle qu'elle est gérée et vécue par le seul stagiaire-chef d'agrès, les formateurs s'efforcent d'y extraire un discours de portée générale pouvant s'intégrer dans le processus d'acquisition de connaissances de l'ensemble des participants. Ceci est particulièrement mis en évidence par la dynamique de l'activité des formateurs (figure 6.10).

Tout d'abord, comme ont pu le souligner les deux séquences redondantes d'apprentissage au cours des sessions de débriefing, celles-ci se concluent régulièrement par un rappel sur des règles ou procédures liées à un élément extrait de l'activité individuelle du stagiaire-chef d'agrès. Ces rappels, portant généralement sur des éléments généraux transférables à d'autres situations, sont alors l'occasion pour les formateurs de s'adresser à l'ensemble des stagiaires (*e.g. "Donc comme vous le voyez, il faut commencez la reconnaissance par le bon côté. On va d'abord au plus près du foyer et puis après, on s'écarte."*). Ainsi, ces éléments spécifiques au seul stagiaire-chef d'agrès peuvent constituer une base de réflexion pour les équipiers et ainsi contribuer au processus d'apprentissage de chacun d'eux.

Cette "dérive" vers une pédagogie collective ne se manifeste pas uniquement sur le temps d'une séquence d'apprentissage mais également sur l'échelle

entière d'une session de débriefing. Comme nous pouvons le voir sur la figure 6.10, la fin de ces sessions est souvent l'occasion pour les formateurs d'intervenir auprès de l'ensemble du groupe. Ainsi, en guise de bilan, les formateurs récapitulent régulièrement pour l'ensemble du groupe les éléments essentiels qui ont été abordés au cours de la séance (e.g *"Donc rappelez vous bien que dans les petits espaces comme celui-là, il est primordial que vous fassiez votre reconnaissance vous-même. Utilisez vos binômes pour autre chose."*). De plus, cette récapitulation se trouve souvent complétée par des interventions encourageant la participation de chacun (*e.g. "Est-ce qu'il y a des questions ? Ça va pour tout le monde ?"*).

6.4 Perspectives pédagogiques

Ces résultats caractérisant l'activité des formateurs au cours des situations de simulation et des débriefings nous permettent de mettre en avant des aspects précis de la formation des chefs d'agrès. Tout comme pour les deux études précédentes, nous nous sommes attachés à exploiter ces résultats afin de définir à notre sens certains axes de remédiation de la présente formation. Sans systématiquement proposer de nouvelles suggestions vis à vis des deux chapitres précédents, nous nous basons aussi sur ces nouveaux résultats afin d'appuyer notre propos et de confirmer le bien-fondé de nos précédentes recommandations.

6.4.1 Favoriser la gestion didactique des situations de simulation

Le premier élément significatif qui ressort de la présente étude porte sur l'activité des formateurs en cours de simulation. Ainsi, nous avons souligné le fait qu'au cours de ces mises en situation, les formateurs se concentraient essentiellement sur leur rôle d'observateur et de metteur en scène (*e.g.* jouer le rôle de témoin). De cette manière, ceux-ci gèrent principalement les variables de la situation et tentent ainsi de rendre la situation de simulation la plus réaliste possible afin de favoriser l'apprentissage des stagiaires (cf. section 6.3.1.1). Ceci est notamment dû à la multitude d'éléments qui sont à prendre en compte pour assurer le bon déroulement de ces situations de simulation, que ce soit avant ou au cours de celles-ci, et au temps limitée de la session de formation.

En concentrant la majeure partie de leur activité à cet aspect, les formateurs minimisent quelque peu la gestion didactique de ces mises en situation. En effet, la part pédagogique de leur activité auprès du stagiaire-chef d'agrès au cours de ces situations n'apparaît que de manière sporadique et uniquement lorsque ceux-ci estiment que l'apprenant arrivent en quelque sorte "hors-sujet" ou semblent dépassé par les événements. L'extrait de la manœuvre 3 présenté

en section 6.3.1.2 et décrivant la manière dont les formateurs sont intervenus en cours de simulation pour réorienter la reconnaissance de l'apprenant en est le parfait exemple.

De par les suggestions qui ont été faites à la fin des deux études précédentes, nous avons déjà montré l'exploitation pédagogique qui pourrait être faite de ces situations de simulation. En effet, en exacerbant, notamment en début de formation, le rôle de guide joué par les formateurs auprès des stagiaires tel que nous l'avons décrit, l'apprentissage pourrait s'initier dès ces mises en situation. Cet apprentissage pourrait ainsi porter sur l'identification d'indices pertinents dans l'environnement, les informations essentielles à transmettre aux équipiers ou les facultés à prédire les événements et à planifier des actions en conséquence. De ce fait, la construction de connaissances par le stagiaire s'initierait dès la situation de simulation et non pas uniquement *a posteriori* lors des sessions de débriefing.

6.4.2 Améliorer les sessions de débriefing

Le deuxième résultat important qui est ressorti de cette étude porte sur l'importance des débriefings dans le cadre de la formation des chefs d'agrès. En effet, au vu des activités de tutelle des formateurs, il apparaît que ce soit essentiellement au cours de ces sessions que les apprenants soient menés vers une analyse réflexive de leur activité au cours de la situation de simulation (cf. section 6.3.2). Bien que notre suggestion précédente, en initiant ce processus réflexif dès la situation de simulation, tendrait à minimiser l'importance de ces débriefings, ceux-ci n'en resteraient pas moins essentiels, ne serait-ce que pour consolider l'acquisition chez l'apprenant de certaines connaissances spécifiques. Nos résultats ont ainsi permis d'extraire des séquences redondantes d'interventions des formateurs soulignant la manière dont ces derniers abordent un élément précis extrait de la situation afin de s'en servir comme base pour l'acquisition de connaissances réalisée sous forme de rappels généralement transférables d'une situation à l'autre.

De plus, par la position de facilitateur qui est prise par le formateur au cours de ces débriefings, amenant le stagiaire à être acteur de son propre apprentissage, ce dernier y a plus de liberté pour aborder certains points n'ayant pas été compris en cours de simulation. Les échanges stagiaires-formateurs sont de la sorte favorisés contrairement à ce qu'il pourrait en être au cours de la simulation. Ainsi, il n'est pas rare lors de cette formation des chefs d'agrès, de voir les stagiaires profiter de ces débriefings pour poser des questions aux formateurs qui soient plus ou moins en lien avec la situation de simulation réalisée précédemment. De cette manière, les stagiaires parviennent à combler rapidement certaines lacunes qui auraient pu perdurer au cours de leur for-

mation.

De ce point de vue là, le débriefing revêt toujours à notre sens un rôle primordial dans le processus d'apprentissage des stagiaires. En ce sens, il nous apparaît dès lors important d'en proposer également des pistes d'amélioration, ceci afin de construire des sessions plus efficaces. Par exemple, celles-ci se construisant sur la base de multiples remémorations (généralement faites par le stagiaire-chef d'agrès) sur les événements produits au cours de la simulation, la vidéo pourrait constituer à notre avis un outil fort utile. En effet, au-delà de toutes considérations pratiques, celle-ci pourrait faciliter le travail des formateurs qui pourraient s'en servir pour illustrer leurs propos notamment lorsque ceux-ci désirent attirer l'attention de l'apprenant sur un éléments précis de son activité. A partir de ces images, l'apprenant, délesté de tout effort de remémoration, pourrait peut-être plus se concentrer sur les apports des formateurs et de ce fait mieux comprendre leurs propos. Qui plus est, la vidéo permettrait parfois de lever toute ambiguïté sur certains événements passés lorsqu'il y a certaines incohérences dans les témoignages comme cela peut se produire parfois.

Bien évidemment, l'exploitation de la vidéo en débriefing requerrait de précisément établir au préalable le mode d'utilisation d'un tel outil (*e.g.* Combien de caméras utiliser sur le terrain ? Comment les placer ? Sur quel support retransmettre les vidéos lors des débriefings ? etc.).

6.4.3 Favoriser la prise en compte du collectif

Le dernier résultat significatif issu de notre analyse porte sur la dimension collective de la formation des chefs d'agrès. En effet, comme nous avons pu l'aborder, cette formation a pour particularité de former plusieurs stagiaires à un même poste, requérant de la part de ces derniers de remplir également les différents rôles d'équipiers tout au long de la session pratique de formation. Par conséquent, bien que les débriefings concernent essentiellement l'activité des agents ayant rempli le rôle de chef d'agrès au cours de la situation de simulation, les formateurs n'hésitent pas à régulièrement s'appuyer sur ces éléments individuels afin de transmettre un message de portée générale pouvant contribuer à l'apprentissage de tous les stagiaires présents.

Cependant, comme nous l'avons dit, les explications ou rappels fournis par les formateurs dans ces moments là s'appuient sur des éléments spécifiques de l'activité du seul stagiaire-chef d'agrès au cours de la simulation. Bien qu'ayant participé en tant qu'équipiers à cette situation de simulation, les autres stagiaires ne sont pas systématiquement témoins de tous les détails de l'activité du stagiaire-chef d'agrès. De ce fait lors du débriefing, ceux-ci ne sont pas souvent concernés par ce qui est abordé par les formateurs et ne sont pas non

plus forcément au courant de ce qu'il s'est réellement passé sur le terrain.

Cette lacune pourrait justement peut-être être comblée par l'utilisation de la vidéo dans la mesure où cela fournirait déjà une illustration de ce dont les formateurs sont en train de parler. De cette manière, les équipiers pourraient mieux cerner ce qui est abordé par les formateurs et par conséquent mieux comprendre leurs remarques ou explications. Qui plus est, cet outil pourrait également servir à revenir sur les enregistrements de situations de simulation antérieures, impliquant certains de ces équipiers dans le rôle de chef d'agrès, afin de souligner par exemple une erreur récurrente chez l'ensemble d'entre eux. Les équipiers se sentiraient de ce fait plus impliqués par les propos des formateurs.

Troisième partie

Apports dans la conception d'un environnement de formation

Chapitre 7

Pistes de conception d'un EVAH

Résumé du Chapitre 7

Ce chapitre porte sur l'aspect pratique de notre travail de recherche. A partir des résultats obtenus au cours de nos trois études précédentes, nous proposons des pistes de conception d'un EVAH. Ce processus de conception s'appuie sur un découplage entre la production de l'environnement virtuel et son instrumentation pédagogique. Le lien entre ces deux éléments se concrétisant par la réalisation de scénarios pédagogiques. Parmi les différents modèles de scénarisation pédagogique, le langage IMS-LD se distingue particulièrement en permettant la définition d'enchaînements d'activités pédagogiques. Ce principe nous permet ainsi de décrire une situation d'apprentissage extraite de nos données. Cependant, cette première étape de description de la tâche s'en trouve fortement limitée par le formalisme rigide de IMS-LD, ne s'adaptant pas directement à l'apprentissage non procédural et aux activités collaboratives. S'ensuit une seconde étape destinée à intégrer à notre situation d'apprentissage la dimension pédagogique en s'appuyant sur l'ensemble des conclusions et perspectives pédagogiques avancées au cours de nos analyses précédentes. Cette étape nous permet de mettre en avant les possibilités offertes par IMS-LD mais également certaines limites pour intégrer des actions pédagogiques qui soient adaptées à notre domaine d'étude. De ces observations sont avancées certaines perspectives liées à l'intégration de différents modèles issus de la réalité virtuelle et pouvant constituer un enrichissement du modèle de base IMS-LD dans le guidage de l'apprenant dans l'environnement virtuel, l'aide aux activités de collaboration, l'apprentissage à l'anticipation et l'exploitation des sessions de débriefing.

Contenu du Chapitre 7

Introduction 279
7.1 EVAH et scénarisation pédagogique 280
7.1.1 Scénarisation pédagogique 281
7.1.2 Application à la réalité virtuelle 285
7.2 Application à une situation d'étude 287
7.2.1 Description de la tâche 287
7.2.2 Limites de IMS-LD pour la description de la tâche . . . 290
7.2.2.1 Prise en compte de l'ensemble des possibles . . 290
7.2.2.2 Paramétrage statique des activités 292
7.2.2.3 Les activités de diagnostic 293
7.2.2.4 Les processus collaboratifs 294
7.3 Intégration de la dimension pédagogique 297
7.3.1 Ajout d'actions pédagogiques 301
7.3.1.1 Guider l'apprenant en situation de simulation 301
7.3.1.2 Favoriser l'activité collective 306
7.3.1.3 Favoriser l'adoption d'un comportement proactif 308
7.3.1.4 Aide au débriefing 310
7.3.2 Bilan 312

Introduction

Comme mentionné en introduction de cet ouvrage, ce projet de thèse a pour finalité d'ouvrir sur des pistes de développement d'un environnement virtuel pour l'apprentissage humain (EVAH). Dans cet objectif, nous avons dès le commencement pris le parti d'introduire l'étude de l'activité humaine dans la boucle de conception afin de pallier les manques de crédibilité régulièrement soulevés par l'utilisation de ce type d'outil (Tchounikine, 2011). Le présent chapitre constitue ce passage des modèles empiriques issus de notre étude préalable à un modèle de conception d'un EVAH.

Nos résultats obtenus sur les trois objets d'analyse que sont l'activité individuelle du stagiaire-chef d'agrès (chapitre 4), l'activité collective de l'équipe d'intervention (chapitre 5) et l'activité des formateurs (chapitre 6) constituent ainsi la base de notre modèle. Les développements proposés au sein de ce chapitre résultent de cette façon d'un travail de synthèse et d'extrapolation pragmatique de ces résultats s'inscrivant dans notre logique de conception d'un EVAH.

Ce travail de conception n'est pas sans faire écho à la transposition didactique caractérisant le travail préalable du formateur impliqué dans l'utilisation des situations de simulation (cf. chapitre 3 section 3.3.1). Ainsi une grande partie de celui-ci s'inscrira dans la problématique de décomposition de la complexité de la tâche de référence. Cependant, notre domaine d'analyse (formation des chefs d'agrès) s'appuyant déjà sur l'exploitation pédagogique de la simulation (pleine-échelle dans ce cas précis), ce travail va plus particulièrement s'orienter sur les spécificités apportées par la réalité virtuelle et son exploitation pédagogique.

Les pistes de conception qui seront proposées tout au long de ce chapitre seront illustrées en référence au domaine spécifique de la formation des chefs d'agrès. Néanmoins, notre projet initial ne s'attachant pas spécifiquement à une formation précise, c'est dans la perspective de conception d'une plateforme au caractère générique que notre démarche de conception s'inscrit. Nous tenterons de ce fait d'extrapoler nos conclusions des chapitres précédents afin de leur conférer une portée plus générale transférable à d'autres domaines d'application.

Dans la première section de ce chapitre, nous nous attacherons à introduire le domaine des EVAH et la notion de scénario pédagogique (section 7.1). Cette première partie sera suivie de la mise en application d'un processus de scénarisation pédagogique à une situation d'apprentissage extraite de notre terrain d'étude (section 7.2). Ce chapitre se conclura par l'intégration de la dimension pédagogique à notre exemple de situation et les perspectives que

cela soulève pour la conception d'un EVAH adapté à notre type de domaine (section 7.3).

7.1 EVAH et scénarisation pédagogique

L'ensemble de la communauté scientifique semble s'accorder autour de l'acronyme EIAH (environnement informatique pour l'apprentissage humain) afin de désigner tout système d'apprentissage s'appuyant sur l'apport de l'informatique (Tchounikine, 2011). Derrière ce terme généraliste se cachent divers domaines liés à l'acquisition de savoirs et de savoir-faire (*e-learning*, micro-mondes, etc.) résultant de soixante années d'évolution conjointe des technologies informatiques et des modèles théoriques de l'apprentissage (Grandbastien et Labat, 2006). Bénéficiant de cette évolution constante, les EVAH se sont développés ces dernières années afin de constituer une sous-catégorie à part entière des EIAH. Celle-ci, se distinguant par l'exploitation des technologies de la réalité virtuelle, a pour finalité d'immerger les apprenants dans un environnement favorisant le développement de compétences par un apprentissage par la pratique (Buche *et al.*, 2009). En ce sens, les EVAH constituent finalement un pan de ce que nous avons précédemment appelé "formation par la simulation" et décrit dans le chapitre 3.

Dans une perspective pédagogique, les apports des EIAH sont extrêmement nombreux et déjà largement partagés dans la littérature (Lourdeaux, 2001; Burkhardt *et al.*, 2006). Ils permettent notamment :

- de faire réaliser des tâches aux apprenants sans mettre en cause leur sécurité ou celle d'un système réel ;
- de reproduire des situations rares ou d'atteindre des endroits difficiles d'accès ;
- d'avoir une maîtrise totale sur l'environnement ;
- de faire manipuler des dispositifs difficilement disponibles pour des raisons logistiques ou financières ;
- de pouvoir rejouer une situation à l'identique ;
- de modifier la dimension temporelle en accélérant, en ralentissant ou en arrêtant le temps ;
- d'assister le formateur dans sa tâche d'observation lorsque plusieurs apprenants manipulent en même temps ;

Plus spécifiquement, l'intégration de techniques de réalité virtuelle dans les EVAH ajoute d'autres avantages comme :

- des modes originaux de présentation et de manipulation des données ;
- une sensation d'immersion, et des moyens d'interactions qui permettent la prise en compte du corps dans l'action ;

Forts de ces nombreux bénéfices, les EVAH sont désormais utilisés dans de nombreux domaines : santé, environnements à risques, conduite automobile, scolaire, etc. Cependant, malgré cette expansion conséquente, la conception d'un EVAH demeure une tâche extrêmement complexe impliquant des difficultés à la fois d'ordre technique et cognitif (respect des caractéristiques de la tâche, transfert d'apprentissage vers les situations réelles, etc.) (Marion, 2010). Celles-ci ne sont d'ailleurs pas sans rappeler les difficultés liées à la transposition didactique entre une situation de référence et une situation de simulation qui constitue une des phases les plus délicates de la formation par simulation (cf. chapitre 3).

Afin de capitaliser le travail de conception de la simulation, une des particularités associées au développement d'un EVAH réside dans le découplage entre la production de l'environnement virtuel et son instrumentation pédagogique. On distingue dès lors la conception de la simulation proprement dite (sans aucun contrôle pédagogique), appelée "simulation libre" et la définition de l'instrumentation pédagogique de cette simulation (Marion, 2010). De cette manière, l'environnement virtuel ne se limite pas à la réalisation d'un exercice unique, mais est valide pour un ensemble de situations d'apprentissage.

Ce lien entre simulation libre et simulation pédagogique se concrétise par la réalisation de scénarios pédagogiques.

7.1.1 Scénarisation pédagogique

Guéraud et Cagnat (2006) définissent le scénario pédagogique comme le fil conducteur d'une situation d'apprentissage : *"Il en décrit le déroulement prévu ; il précise les rôles, les activités et leur organisation, ainsi que l'environnement et les ressources nécessaires à la réalisation des activités"*. Il introduit par là même les notions de **rôle**, d'**activité**, d'**environnement** et de **ressource** considérées comme essentielles à la structure du scénario pédagogique et sur lesquelles la majeure partie des définitions au sein de la littérature s'accorde. Notions qui sont généralement reprises par les modèles de scénario pédagogique existant dans la littérature.

Parmi ces modèles, le langage IMS-LD se distingue particulièrement par la rupture que celui-ci a créée avec les approches précédentes et notamment l'approche documentaliste. En effet, comme Pernin et Lejeune (2004) l'expliquent, avant la création de IMS-LD les plateformes de formation fonctionnaient principalement sur un modèle d'agrégation de ressources pédagogiques. Cette approche, qui a notamment donné naissance aux normes LOM (*Learning Object Metada*) et SCORM (*Sharable Content Object Reference Metadata*), suit l'idée selon laquelle l'efficacité d'un environnement pédagogique repose exclusivement sur les objets d'apprentissage qui sont présentés indépendamment

de toute utilisation qui en est faite.

En se basant sur les travaux initiaux de Koper (2001) et notamment son méta-modèle EML (*Educational Modeling Language*), la création de IMS-LD a modifié cette vision des EIAH orientée sur les ressources pédagogiques en ouvrant sur une approche par activités. L'apprentissage n'est dès lors plus considérée comme la simple mise à disposition d'un ensemble de ressources pédagogiques mais comme un enchaînement d'activités pédagogiques qui peuvent ou non utiliser des ressources. Pour cela, IMS-LD reprend de EML la notion d'unité d'apprentissage (*unit of learning*) comme élément de base de la description du processus d'apprentissage et décrit par Koper (2001) comme la plus petite unité capable de fournir à l'apprenant un processus d'apprentissage cohérent. D'un point de vue technique, une unité d'apprentissage se présente sous la forme d'un "paquet" contenant (figure 7.1) :

- un manifeste, fichier XML qui décrit un jeu de méta-données concernant l'unité d'apprentissage, ainsi que le *learning design* ;
- un *learning design* qui décrit le scénario pédagogique (rôles, activités, etc.) ;
- des ressources, fichiers (sons, images, vidéos, pdf, etc.) utilisés par le *learning design* ;

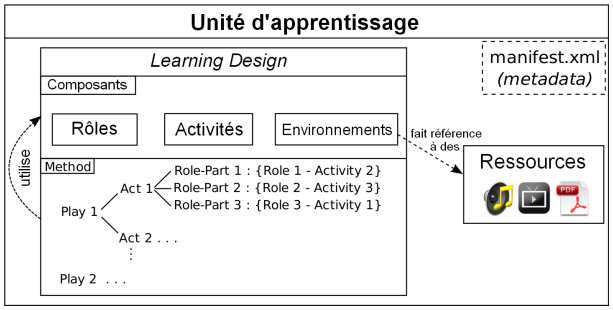


FIGURE 7.1: Contenu d'une unité d'apprentissage IMS-LD, extrait de Marion (2010)

La norme IMS-LD repose sur une analogie entre la scénarisation d'une unité d'apprentissage et une mise en scène théâtrale dont elle emprunte le champ lexical : pièce (*play*), acte (*act*), rôle (*role*) et partition (*role-part*). Ainsi, chaque acteur (apprenant, formateur, etc.) joue un ou plusieurs rôles en respectant les indications du "metteur en scène" dans un décor que ce dernier aura spécifié. Chaque rôle se trouve alors associé à la réalisation d'activités spécifiques (partitions) dans le but d'atteindre les objectifs pédagogiques. L'enchaînement de ces activités est spécifié par le scénario (pièces, actes, etc.).

Ce mode de conception repose sur le choix entre trois niveaux de mo-

délisation permettant un enrichissement graduel de l'unité d'apprentissage. Le niveau A permet de décrire des unités d'apprentissage correspondant à des approches pédagogiques variées mais dont le schéma d'exécution sera identique d'une session à l'autre pour chaque personne occupant un rôle donné. De ce fait, le niveau A ne permet pas de réaliser une personnalisation du parcours pédagogique.

Cet aspect est pris en compte par le niveau B par l'introduction des concepts de *propriétés* et de *conditions*. Les propriétés sont des variables dont le mode d'utilisation est laissé au choix du concepteur. Celles-ci peuvent ainsi recevoir des valeurs numériques, temporelles, textuelles, booléennes ou des URL. Elles se distinguent également selon deux caractéristiques : leur portée (*locale* pour une utilisation par un simple système ou *globale* pour un partage entre différents systèmes d'apprentissage déployés au sein d'une même institution) et leur affectation (*personnelle* pour caractériser une personne physique ou *de rôle* pour décrire des informations relatives à un rôle). Les conditions quant à elles permettent de contrôler le schéma d'exécution de l'unité d'apprentissage à l'aide de formules logiques apparentées aux traitements conditionnels d'un algorithme en programmation (*e.g. si* "*expression*" *alors* "*action 1*" *sinon* "*action 2*"). Le niveau B permet également une planification plus fine des tâches prescrites par l'association d'une terminaison d'élément (pièce, acte, partition) avec l'évaluation d'une propriété personnelle ou de rôle (Lejeune, 2004).

Le niveau C introduit le concept de *notification* correspondant à une action (envoi d'un message à l'apprenant, proposition de nouvelles activités) déclenchée sur l'occurrence d'un événement particulier (terminaison d'un élément, vérification d'une condition, changement de valeur d'une propriété). A l'aide de ces notifications, ce niveau permet d'introduire une dimension dynamique au scénario pédagogique (Pernin et Lejeune, 2004).

La figure 7.2 reprend l'ensemble des concepts mentionnés précédemment et illustre la structure complète d'un modèle d'unité d'apprentissage selon la norme IMS-LD.

Dans la perspective de conception de scénarios pédagogiques liés à notre domaine d'étude, les niveaux B ou C sembleraient les plus appropriés. En effet, les situations d'apprentissage impliquées dans la formation des chefs d'agrès ayant pour particularité de laisser un fort degré d'autonomie aux apprenants ne sont pas susceptibles d'être résolues d'une seule et unique manière et donc de suivre automatiquement le même enchaînement d'activités de la part des apprenants. De ce fait, la personnalisation du scénario pédagogique, permise par le niveau B au travers de l'utilisation de propriétés et conditions, apparaît comme nécessaire dans notre cas d'étude. De plus, comme cela a pu être mis en évidence dans le chapitre 6, le comportement adaptatif des formateurs au

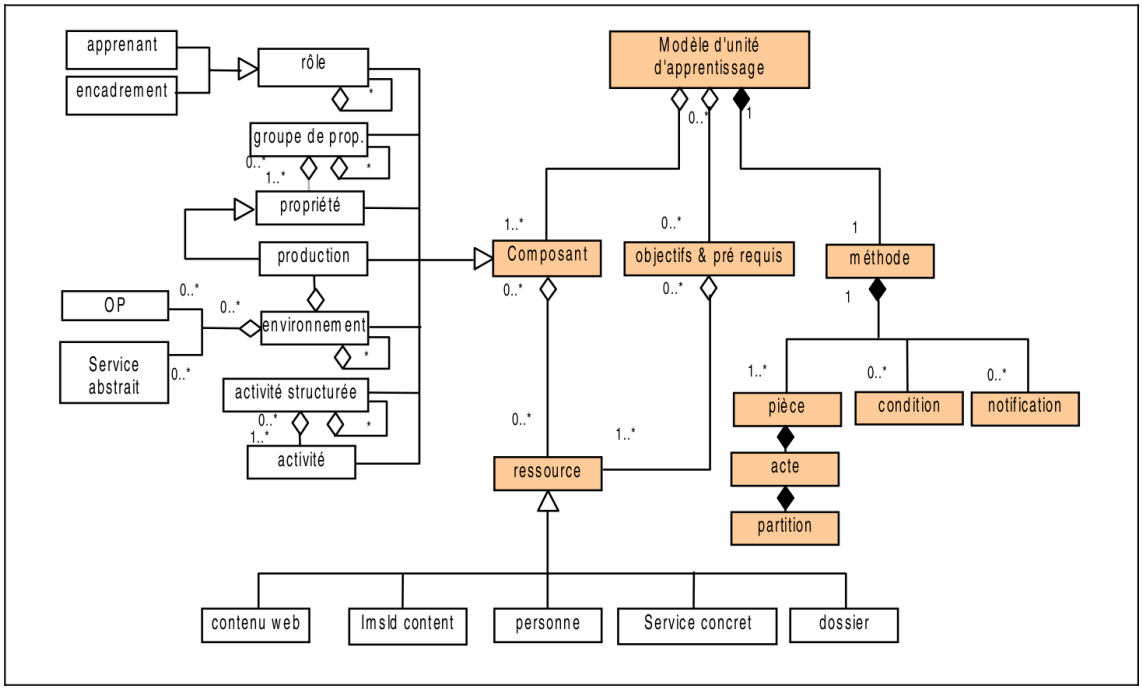


FIGURE 7.2: Schéma de structuration générale, extrait de Lejeune (2004)

cours des simulations leur confère un aspect dynamique se traduisant par la manipulation de certaines variables caractérisant ces situations. De ce point de vue, le niveau C permettrait aux formateurs d'orienter les stagiaires dans leurs activités d'apprentissage par l'envoi de notifications.

De manière concrète, Lejeune (2004) décrit le processus de modélisation préconisé par IMS-LD suivant trois phases : analyse, conception d'un diagramme d'activité UML, conception du document XML.

La phase d'analyse consiste à définir les différents composants du scénario dont notamment : les rôles pouvant s'apparenter aux apprenants (*learner*) ou aux encadrants (*Staff*) ; les activités pédagogiques se distinguant en activités d'apprentissage (à réaliser par les apprenants) et en activités de soutien (pour favoriser l'apprentissage) ; les environnements contenant les ressources et services nécessaires à la réalisation des activités ; les objectifs pédagogiques ; et les prérequis du scénario.

L'étape de conception du diagramme d'activité UML consiste à définir le séquencement des activités. Cela correspond à la manière dont les activités s'enchaînent, quels sont les rôles impliqués dans leur réalisation, quels retours sont donnés aux apprenants, etc.

La dernière étape consiste à concevoir, à partir du diagramme d'activité, un document XML opérationnalisable sur des plate-formes pédagogiques supportant le format IMS-LD. Celui-ci peut se réaliser à l'aide de différents logiciels

permettant à la fois l'édition ainsi que l'exécution d'unités d'apprentissage. C'est le cas par exemple, de *Reload*[1] dont nous nous sommes servis dans le cadre de notre travail (cf. section suivante 7.2).

7.1.2 Application à la réalité virtuelle

La norme IMS-LD s'attache à décrire une session d'apprentissage comme un enchaînement d'activités pédagogiques se déroulant dans des environnements contenant des ressources pédagogiques. Elle fait partie des modèles, qualifiés généralement de "décontextualisés", capables de produire des scénarios pédagogiques indépendamment des outils utilisés. Bien que ce type de modèle permette de décrire l'enchaînement d'activités pédagogiques, il ne fournit pas de solution pour la description du déroulement de ces activités, notamment pour contrôler l'interaction entre un apprenant et une simulation. Or, par souci de crédibilité, dans le cas d'un apprentissage en environnement virtuel, il est primordial de pouvoir contrôler ces interactions dans la mesure où l'environnement d'apprentissage doit évoluer selon l'activité de l'apprenant (Marion, 2010).

Qui plus est, de par son formalisme, l'enchaînement complexe d'activités pédagogiques apparaît extrêmement difficile, voire impossible. En effet, en IMS-LD, la description de l'enchaînement des actions pédagogiques (liées au formateur) se réalisent au même niveau que les activités d'apprentissage (liées à l'apprenant). De ce fait, ces activités s'intègrent dans le fil préétabli du scénario, au sein des actes et partitions qui le composent, entraînant une certaine rigidité dans leur enchaînement. Tout comme pour les activités d'apprentissage, cette rigidité peut quelque peu être dépassée par l'utilisation de conditions de type "si... alors... sinon...". Cependant, cela sous-entend de rendre compte au préalable de toutes les possibilités et rend par conséquent extrêmement difficile la prise en compte du caractère dynamique du scénario.

Pour cette raison, Marion (2010) a développé le modèle générique de scénario pédagogique Poseidon[2] permettant la description au sein du scénario du déroulement des activités pédagogiques ainsi que du contrôle de l'activité de l'apprenant. En cela, Poseidon se différencie de IMS-LD en permettant au formateur d'exprimer, au niveau du scénario pédagogique, le contrôle de l'activité de l'apprenant qu'il veut mettre en place en vue d'instrumenter cette activité d'un point de vue pédagogique (aides contextuelles, consignes particulières, etc.). Concrètement, la description d'une activité pédagogique avec Poseidon se déroule en deux phases :

1. le formateur décrit la tâche qui doit être réalisée par l'apprenant dans l'environnement virtuel ;

1. Reload (édition et exécution) : www.coppercore.org
2. *PedagOgical ScEnario for vIrtual and informeD envirONment*

2. le formateur enrichit cette première description en ajoutant des informations pédagogiques concernant l'activité (traitement des erreurs classiques, consignes particulières, etc.). Ces informations peuvent avoir pour conséquence de modifier la tâche décrite précédemment, afin de l'adapter aux caractéristiques de l'exercice (niveau de l'apprenant, points importants, difficultés particulières, etc.).

La mise en place de cette deuxième étape sert de base à la création d'exercices différents, ayant pour but d'appréhender différents aspects d'une même tâche. Pour instrumenter la tâche à réaliser, POSEIDON fournit au formateur un ensemble d'outils appelés actions pédagogiques. Le traitement d'une situation particulière par ces actions pédagogiques peut être décrit de deux manières (figure 7.3) :

– de manière statique, en agençant une action pédagogique parmi les actions d'un diagramme d'activité décrivant le déroulement d'une activité pédagogique. Dans ce cas, l'enchaînement particulier d'actions qui mène à la situation particulière à traiter est préalablement connu et peut donc normalement être défini en IMS-LD.
– de manière événementielle, en associant la réalisation d'une action pédagogique à la vérification d'un observable pouvant porter sur l'état de l'environnement d'apprentissage, sur l'activité de l'apprenant, etc.

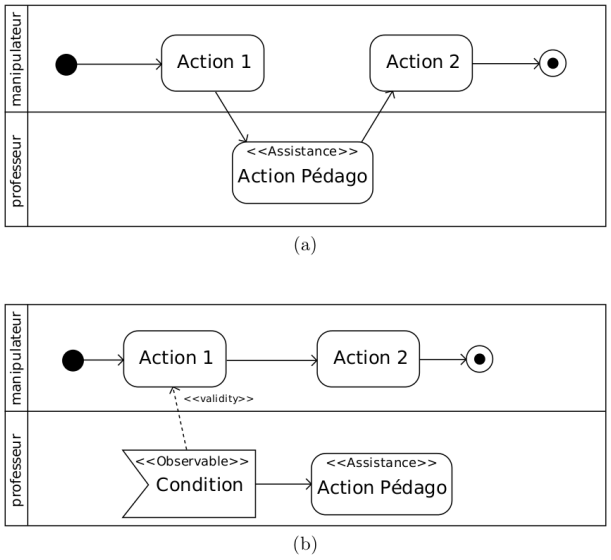


FIGURE 7.3: Notation des actions pédagogiques dans un diagramme d'activité

De cette manière, POSEIDON peut être considéré comme une extension de IMS-LD dans la mesure ou il en conserve les concepts de base (activités pédagogiques, rôles environnement d'apprentissage, etc.) auxquels il ajoute des informations concernant l'environnement virtuel.

Dans la section suivante, nous tentons d'appliquer les principes de scénarisation en IMS-LD sur une situation d'apprentissage issue de la formation des chefs d'agrès.

7.2 Application à une situation d'étude

Afin d'éprouver la norme IMS-LD à notre domaine d'étude, nous nous sommes appliqués à concevoir le scénario descriptif d'une situation d'apprentissage issue de nos données (en l'occurrence, la manœuvre 3 du chapitre 5 correspondant à un feu de cabine d'un camion poids-lourd) à l'aide du logiciel d'édition Reload.

7.2.1 Description de la tâche

Pour ce faire, nous avons suivi les recommandations de Lejeune (2004) mentionnées précédemment et notamment procédé à la conception d'un diagramme d'activité UML [3]. Le diagramme ainsi obtenu est présenté en figures 7.4 et 7.5. Celui-ci récapitule de manière chronologique l'ensemble des activités réalisées par chacun des membres de l'équipe (chef d'agrès, binômes BAT et BAL) ainsi que par le conducteur et les deux formateurs.

Une fois le diagramme d'activité réalisé, il s'agit de concevoir à partir de celui-ci un document XML en utilisant la norme IMS-LD (cf. figure 7.6). Pour cela, nous créons l'ensemble des éléments (rôles, activités d'apprentissage, propriétés) constituant la situation d'apprentissage. Nous développons par la suite la méthode décrivant le déroulement du scénario tel qu'il a été décrit au sein du diagramme. Pour y intégrer toute la dimension dynamique caractérisant cette situation nous avons dû y créer certaines conditions, permettant par exemple de synchroniser les activités respectives des membres d'un binôme (e.g le BAL ne peut mettre en place le matériel d'attaque que si le chef d'agrès leur a préalablement indiqué l'emplacement du point d'attaque).

L'intégration des propriétés, conditions et notifications, rendue possible par le choix du niveau C de conception, permet de décrire complètement une situation d'apprentissage issue de notre contexte d'étude. En effet, parallèlement à l'instauration des rôles, il est possible de spécifier pour chacun

3. Nous estimons que la phase initiale d'analyse de la situation d'apprentissage a préalablement été remplie lors de nos études précédentes et notamment lors de l'analyse de l'activité collective (cf. chapitre 5)

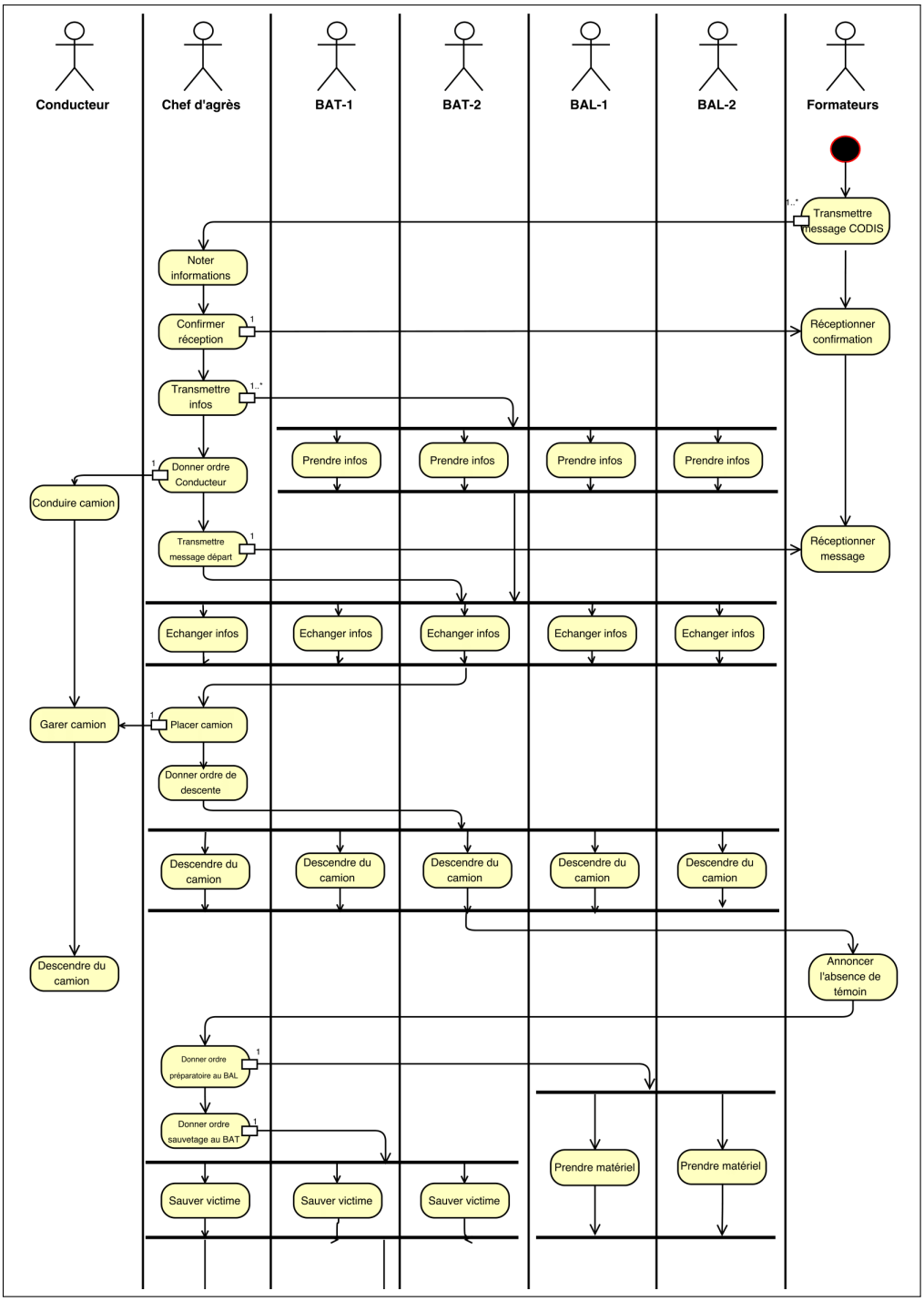


FIGURE 7.4: Diagramme d'activité UML d'une situation de feu de cabine d'un camion poids-lourd (Partie 1)

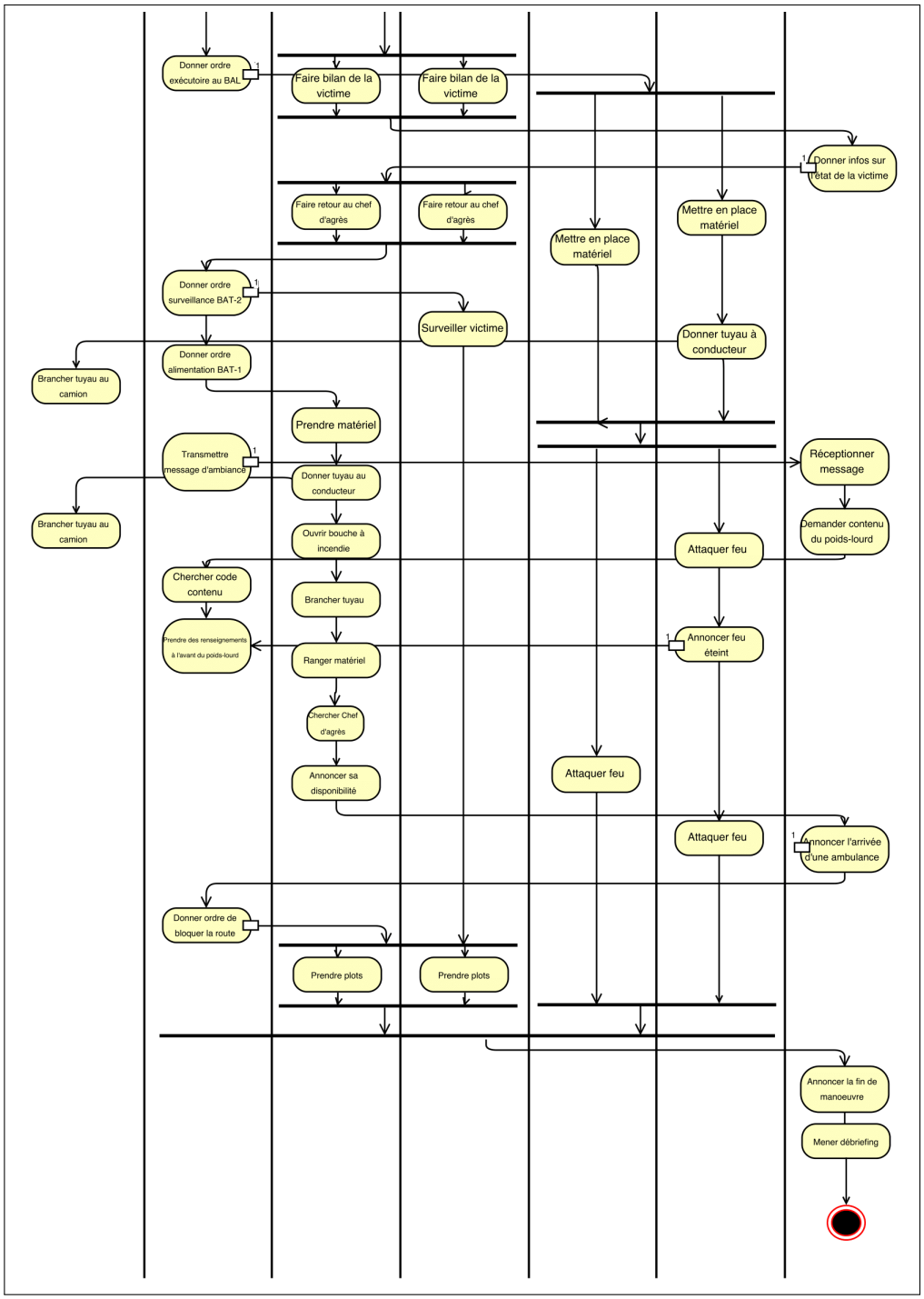


FIGURE 7.5: Diagramme d'activité UML d'une situation de feu de cabine d'un camion poids-lourd (Partie 2)

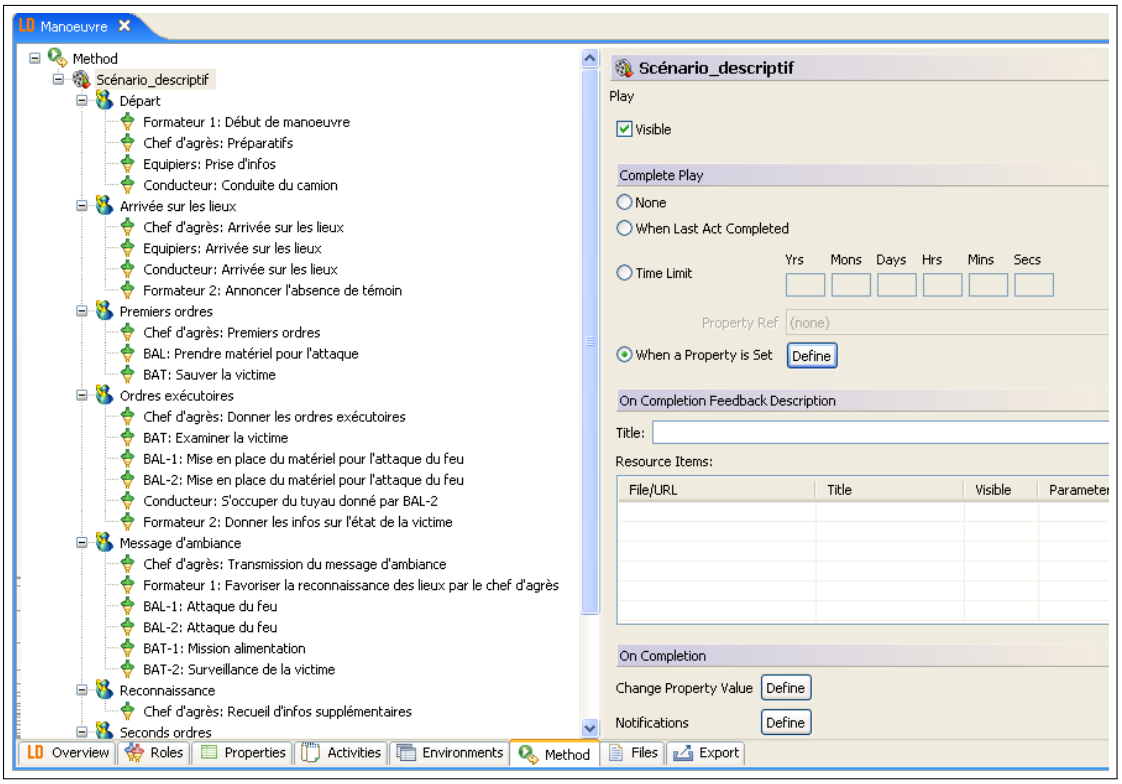


FIGURE 7.6: Composition du scénario pédagogique conçu sur Reload Editor

des individus les activités à réaliser et les relations que celles-ci les fait entretenir avec les autres. Qui plus est, la distinction des rôles entre apprenants et formateurs, se distinguant dans le diagramme respectivement par des activités d'apprentissage et de soutien, permet d'intégrer la dimension pédagogique de notre situation.

Cependant, bien que la norme IMS-LD, par la multitude des possibilités qu'elle offre, permette de concevoir un scénario descriptif d'une situation donnée, celle-ci n'en présente pas moins certaines limites liées notamment au degré de liberté qui est laissé aux stagiaires au cours de la formation des chefs d'agrès.

7.2.2 Limites de IMS-LD pour la description de la tâche

7.2.2.1 Prise en compte de l'ensemble des possibles

Comme cela a préalablement été mentionné, la formation des chefs d'agrès ne se base pas sur un apprentissage procédural mais davantage sur l'acquisition de compétences (reconnaissance de la situation, placement du camion, transmission des ordres préparatoires et exécutoires, etc.). De manière plus

concrète, cela se reflète sur le terrain, pour le stagiaire-chef d'agrès du moins, par une chronologie d'activités qui n'est pas totalement figée. Cette absence de cadre chronologique face à des situations dynamiques (*i.e.* soumises à leur propre évolution ; cf. Introduction) peut dès lors amener à différents modes de résolution.

Par exemple, dans la situation exploitée précédemment, l'incendie s'est cantonné tout au long de la manœuvre à la cabine du camion poids-lourd. Cependant, comme ont pu le signifier les formateurs au cours du débriefing, ceux-ci s'étaient préparés à propager l'incendie jusqu'à la citerne dans le cas où l'équipe mette trop de temps à intervenir. En amplifiant le feu, les formateurs assuraient le caractère évolutif (et réaliste) de la situation et modifiaient par conséquent les ordres du stagiaire-chef d'agrès et les actions à mettre en place par les équipiers. En effet, un incendie de citerne contenant un produit inflammable représente davantage de risques pour l'équipe d'intervention et requiert la mise en place de matériel spécifique (en particulier l'utilisation d'une mousse spécialement destinée aux produits potentiellement dangereux). Selon les critères d'évaluation des formateurs, la propagation de l'incendie n'aurait dès lors pas été rédhibitoire dans la mesure où la situation restait résoluble mais d'une autre manière que celle choisie dans le cadre de nos données.

Indépendamment de tout caractère évolutif des situations d'apprentissage, ces dernières ont par ailleurs souvent pour particularité de ne pas présenter qu'un seul mode de résolution. En effet, la manœuvre se construisant par une succession de prises de décision, chacune d'entre elles va impacter les suivantes. Ainsi, dès l'arrivée de l'équipe sur le lieu du sinistre, le stagiaire-chef d'agrès doit décider du placement du camion. Celui-ci doit à la fois protéger le camion (et donc l'équipe) des dangers représentés par l'incident et le positionner de manière efficace (donc pas trop éloigné) pour mettre en place toutes les actions à venir. Malgré la difficulté de l'exercice, chacune des situations peut présenter une multitude d'emplacements répondant à ces critères et donc susceptibles d'être choisis sans que la performance finale n'en pâtisse. Cependant, suivant cet emplacement, les actions des équipiers en particulier pourront s'avérer différentes dans la mesure où la distance du camion par rapport à l'incident pourra ne pas être la même (nombre différent de tuyaux à prendre) ainsi que les types d'hydrants (bouche à incendie, poteau, etc.) disponibles dans l'environnement et sur lesquels faire l'alimentation en eau (matériel différent pour y réaliser le branchement des tuyaux).

Par conséquent, malgré le fait qu'il soit possible avec IMS-LD de définir plusieurs pièces (*play*) pour une même situation d'apprentissage, il apparaît dès lors très difficile par cette explosion combinatoire, de préfigurer précisément l'ensemble des activités que chacun des membres de l'équipe sera finalement susceptible d'exercer au cours de la situation. En ce sens, en prolongeant l'ana-

logie du théâtre, du fait du caractère autonome du stagiaire-chef d'agrès au sein du couplage qu'il forme avec la situation d'apprentissage, cette dernière s'apparenterait plus à une pièce de théâtre improvisée. Les rôles sont distribués aux acteurs (stagiaires mais également formateurs) et une situation de départ leur est donnée. Certaines actions sont dès lors attendues par les metteurs en scènes (formateurs) mais les acteurs restent relativement libres de leurs choix pour les mettre en place.

Afin de pallier cet écueil, Lanquepin *et al.* (2013) ont développé la plate-forme HUMANS[4] destinée à la simulation d'environnements virtuels pour les domaines dits complexes. Cette plate-forme résulte de l'articulation de plusieurs modules aux fonctionnalités spécifiques (création de l'environnement virtuel, création du scénario pédagogique, suivi de l'activité de l'apprenant dans l'environnement virtuel, etc.). Au sein de HUMANS, existent notamment les modèles ACTIVITY-DL et CAUSALITY-DL qui permettent respectivement de créer l'activité globale pouvant être exécutée par un agent (humain ou virtuel) et de représenter les liens de causalité d'événements dans un environnement donné. Ces deux modèles permettent ainsi de créer en amont un ensemble d'activités sans que celles-ci se retrouvent "enfermées" dans un scénario pédagogique figé. En s'appuyant sur ce type de structure, HUMANS, par l'intermédiaire du module SELDON, a la possibilité ensuite d'adapter le scénario en temps réel en fonction de l'activité de l'apprenant perçue.

7.2.2.2 Paramétrage statique des activités

IMS-LD donne la possibilité de rentrer des paramètres au sein des activités d'apprentissage. Ceux-ci permettent de spécifier les activités et ainsi de les personnaliser. Cet aspect pourrait parfaitement correspondre à nos situations d'apprentissage dans la mesure où, comme il l'a été mentionné précédemment, il existe certaines variabilités d'une même activité chez les agents sur le terrain. Par exemple, l'alimentation en eau du camion dépend de plusieurs facteurs (positionnement du camion, emplacement et type des hydrants, ordres spécifiques du chef, travail en binôme ou seul) qui vont avoir des conséquences significatives sur les actions que chaque agent aura à mettre en place. Au sein de IMS-LD, l'utilisation des paramètres offre dès lors la possibilité de décliner une même activité suivant toutes les possibilités qui peuvent être rencontrées.

La figure 7.7 montre un exemple d'utilisation de paramètres pour l'activité "Prendre matériel alimentation" issu de notre situation d'étude. Dans notre cas, cette activité avait pour particularité de s'effectuer sur une bouche à incendie par un équipier seul (et non en binôme). Pour cette raison, comme le montre la figure, ne sont indiqués comme "visibles" pour l'apprenant que les ressources pédagogiques correspondant à ces deux paramètres.

4. *HUman Models based Artificial eNvironments Software platform*

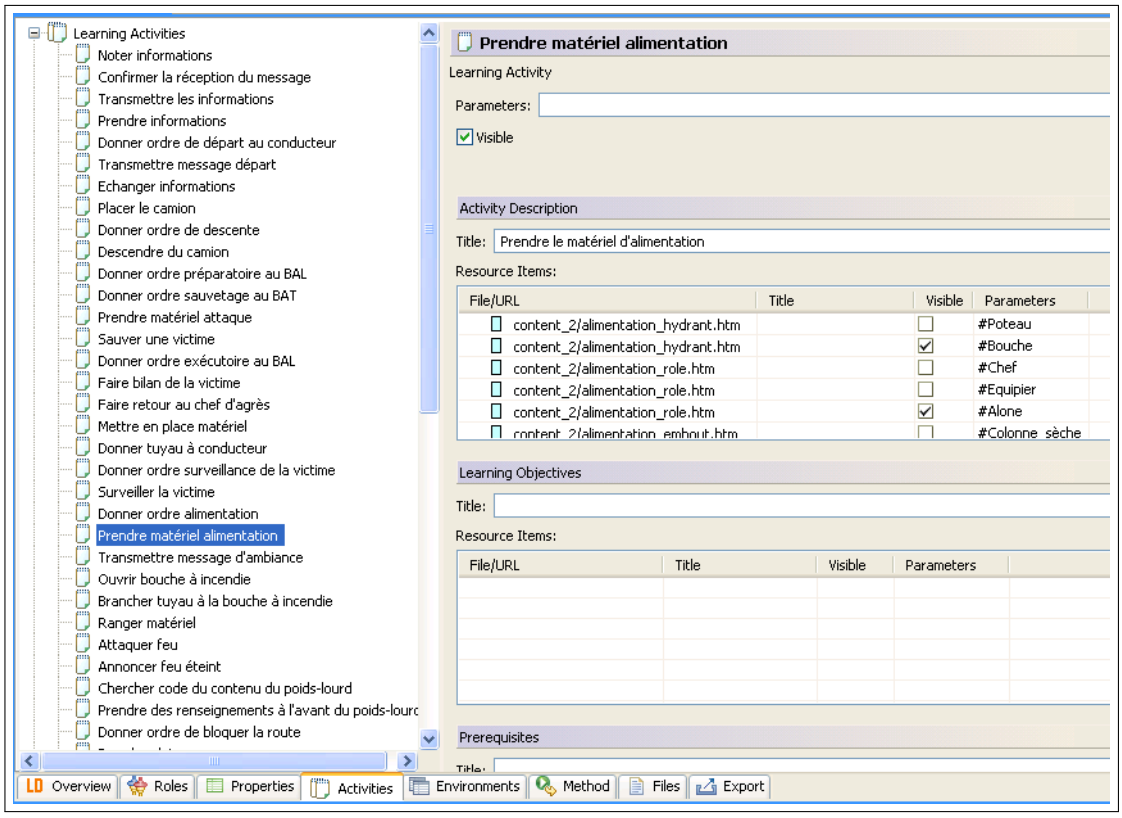


FIGURE 7.7: Exemple d'utilisation des paramètres pour l'activité "Prendre matériel alimentation"

Cependant, ce paramétrage dans IMS-LD reste statique. C'est à dire que celui-ci doit être spécifié préalablement par le formateur et reste inchangé tout au long de la situation d'apprentissage. Les propriétés et conditions permises par le niveau B de conception n'ont d'ailleurs aucune influence sur ceux-ci. Ce système de paramétrage devient dès lors obsolète dans le cadre de nos situations dans la mesure où les spécificités (et par conséquent les paramètres) des activités d'apprentissage sont généralement la résultante de décisions prises par le chef d'agrès au cours de la situation d'apprentissage (*e.g.* positionnement du camion, scission du binôme ou non) et non pas au préalable. De ce fait, les paramètres des activités ne peuvent être anticipés et doivent pouvoir être spécifiés (voire modifiés) de manière dynamique en cours de situation.

7.2.2.3 Les activités de diagnostic

Comme nous avons pu le mettre en évidence dans le chapitre 4, l'activité du stagiaire-chef d'agrès ne se limite pas uniquement à la mise en place de la manœuvre. Celle-ci intègre également un travail d'analyse de la situation (ou

"reconnaissance de la situation") qui repose essentiellement sur la détection et la prise en compte de différents types d'éléments au sein de l'environnement (correspondant à nos sous-catégories civils, contexte, incident, dangers). Cette analyse permet au stagiaire-chef d'agrès de comprendre le type de situation auquel il a affaire et d'y associer la mise en place d'actions adéquates.

Ce travail, qui s'avère essentiel à l'activité du chef d'agrès, se réalise tout au long de la situation comme l'illustrent les schémas de reconstruction de la dynamique décisionnelle issus de notre première étude et rassemblés en annexe B.2. Ainsi, celui-ci s'apparentant davantage à la "découverte" de la situation en début de manœuvre devient par la suite plus un travail d'approfondissement (suite à la prise en compte de nouvelles informations) et de veille (par la surveillance de l'évolution de la situation). Cette analyse se construit ainsi autour d'une pluralité d'actions telles que la prise d'informations auprès d'un témoin, les déplacements au sein de l'environnement, les appels pour vérifier la présence d'autrui, la prise en compte des retours des équipiers, etc. Par cette absence de cadre concret, cette activité en devient par conséquent très difficile à décrire précisément et à intégrer dans la conception d'un scénario pédagogique en IMS-LD.

Qui plus est, le chapitre 5 portant sur les mécanismes collectifs de construction de sens a été l'occasion de mettre en évidence que cette activité de compréhension de la situation en cours n'est pas uniquement réservée au seul chef d'agrès. En effet, bien que l'activité des stagiaires reposent davantage sur la mise en place de procédures, celles-ci requièrent d'être adaptées à la situation et donc résultent d'un effort de compréhension individuel ou collectif également de la part des équipiers. Cet aspect nous amène aux difficultés de rendre compte des processus de coordination en IMS-LD.

7.2.2.4 Les processus collaboratifs

Au début de notre revue de littérature portant sur l'analyse de l'activité collective, nous avons mis en évidence les confusions redondantes qui étaient réalisées au sein de la littérature sur les notions de coopération et de collaboration (cf. chapitre 2). Nous en étions arrivés à la conclusion que l'activité collective d'une équipe de sapeurs-pompiers résulte finalement d'une combinaison de ces deux notions. Concernant l'activité coopérative, définie comme la juxtaposition de tâches relevant de buts immédiats différents (*e.g.* les missions d'alimentation et d'attaque du feu remplies respectivement par chacun des binômes), celle-ci peut se décrire en IMS-LD. En effet, par l'utilisation combinée des propriétés et conditions notamment, il est possible de définir des règles définissant la terminaison et le commencement des activités et ainsi de régir une certaine cohérence entre les missions respectives.

En s'appuyant sur l'exemple de la mise en place du matériel d'attaque, les figures 7.8 et 7.9 illustrent respectivement l'utilité des propriétés et conditions dans la coopération entre les différentes entités composant l'équipe de sapeurs-pompiers. En créant une propriété binaire "ordre_attaque", il est possible de spécifier si le chef d'agrès a validé son activité de transmission (valeur=true) ou non (valeur=false) de l'ordre d'attaque à son binôme. Sur ce changement de valeur, il est dès lors possible de mettre en place une condition de type "si... alors... sinon..." permettant de donner accès ou non aux équipiers à l'activité de "Mise en place du matériel d'attaque". Par l'utilisation de multiples propriétés et conditions, le concepteur peut construire l'ensemble du scénario pédagogique en instaurant des liens de causes à effets entre différentes activités et équipiers.

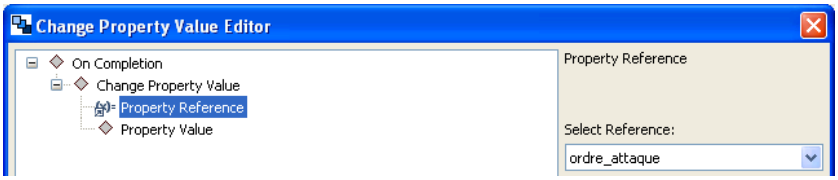


FIGURE 7.8: Exemple de changement de valeur d'une propriété suite à l'exécution d'une activité

Concernant l'aspect collaboratif, notre étude sur l'activité de l'équipe de sapeurs-pompiers a mis en évidence les mécanismes de construction de sens qui s'y opéraient en cours d'intervention (cf. chapitre 5). Illustré par la diversité des structures de construction collective de sens que nous avons mises en avant (cf. section 5.2.2.2), ces processus de collaboration peuvent présenter une multitude de formes (membres du collectif impliqués, sens d'échange des informations, activités de construction de sens concernées, différents niveaux de compréhension, etc.). Par l'omniprésence de ces mécanismes tout au long des interventions (en témoignent les chroniques schématiques des trois manœuvres présentées en annexe C.3), cette activité collective s'avère primordiale pour la bonne marche de la manœuvre. Celle-ci révèle notamment, au travers des multiples transmissions et prises d'informations, ce travail de réajustement à la fois localisé et typique opéré par l'ensemble des membres de l'équipe vis-à-vis de la situation en cours (*e.g.* dans notre situation, il existe de multiples transmissions d'informations entre les deux membres du BAL au cours de l'attaque du feu touchant la cabine du camion poids-lourd).

Comme cela a pu être déjà souligné dans la littérature, IMS-LD présente certaines limites dans la description des interactions entre utilisateurs lors de tâches collaboratives. Plus précisément, elle ne fournit aucun mécanisme permettant de décrire les interactions des membres d'un groupe dans une activité collaborative (Ferraris *et al.*, 2005). En reprenant notre situation d'étude, on se rend compte dès le diagramme d'activité que la transmission d'infor-

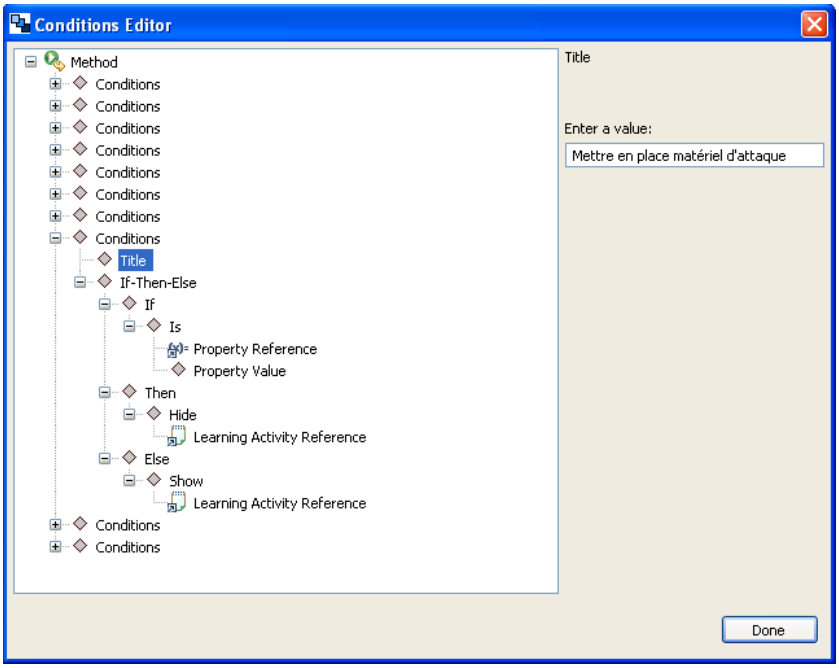


FIGURE 7.9: Exemple de définition d'une condition portant sur la valeur d'une propriété

mations est continuelle au cours de l'intervention, que celle-ci se fasse sous la forme d'ordres donnés par le chef d'agrès, d'informations contextuelles échangées entre équipiers ou d'indications fournies par les formateurs. Bien que ce ne soit pas systématiquement exposé par le diagramme d'activité (et par conséquent par son développement en IMS-LD), cette activité s'avère également sous-jacente au sein de l'activité binômiale (*e.g.* attaque du feu par le BAL) requérant souvent un échange d'informations entre équipiers afin de réajuster leur compréhension microscopique (relative à leur mission) de la situation. Au cours de ces échanges, le statut de chacun des membres devient beaucoup plus flou dans la mesure où celui-ci n'est plus forcément cohérent avec leur rôle (différence entre rôle et statut) et peut ainsi varier tout au long de la situation. Ainsi dans notre exemple, l'attaque du feu réalisée par le BAL apporte une certaine "incohérence" entre les rôles de chacun dans la mesure où, au cours de la mission, le chef du BAL, aveuglé par l'eau rabattue sur sa visière par le vent, doit suivre les consignes de son équipier positionné plus en retrait et qui par conséquent bénéficie d'une meilleure visibilité sur la situation.

Ces changements de statuts de chacun au sein du collectif est justement mis en avant par Ferraris *et al.* (2005) par l'intégration du "modèle de participation" à la norme IMS-LD. Au sein de ce méta-modèle, ces auteurs distinguent les **rôles thématiques** et **rôles actanciels** rappelant finalement notre dis-

tinction rôle/fonction. En s'appuyant sur ces notions, ces auteurs ont proposé le modèle de scénario pédagogique LDL (*Learning Design Language* ; Martel *et al.*, 2006). Ce modèle constitue un enrichissement de IMS-LD capable de prendre en compte le contexte social des activités et de fournir un cadre formel afin de décrire les interactions entre participants à une activité. D'après ces auteurs, les scénarios ainsi conçus n'ont pas pour objet de décrire précisément le déroulement exact des activités au sein du collectif mais plutôt de préciser les règles (droits, devoirs, obligations, recommandations, etc.) régissant l'activité collaborative [5].

7.3 Intégration de la dimension pédagogique

Au fil des différentes analyses qui ont pu être décrites au sein de ce manuscrit nous avons pu dégager en conclusion de chacune d'elles des pistes pédagogiques destinées à la formation des chefs d'agrès (cf. chapitre 4 section 4.4, chapitre 5 section 5.4.1 et chapitre 6 section 6.4). Dans le cadre de ce travail de thèse, nous avons pour ambition, à partir de ces pistes pédagogiques, de définir des "équivalences" applicables au sein d'un EVAH. Ces extrapolations en réalité virtuelle sont ainsi rassemblées pour chacune des études dans les tableaux 7.1, 7.2 et 7.3. Cependant, leur faisabilité avec un langage tel que IMS-LD n'est pas forcément assurée et peut nécessiter d'y appliquer certaines modifications ou de s'orienter vers l'utilisation d'autres outils existants.

5. Il est à noter par contre que ces auteurs font quelque peu la confusion entre notions en parlant dans leur cas de coopération

Analyse de l'activité individuelle du stagiaire-chef d'agrès		
Résultats d'analyse	**Pistes pédagogiques**	**Applications en RV**
Reconnaissance de la situation comme articulation de données contextuelles et connaissances (section 4.3.1.1)	"Figer" la situation de simulation pour indiquer dans l'environnement les indices significatifs et les connaissances à mobiliser (section 4.4.1)	Mise en évidence des éléments significatifs dans l'environnement virtuel et rappel des connaissances qui y sont liées
Le chef d'agrès repère une victime près du poids-lourd en feu. L'incendie se cantonne à la cabine et ne s'étend pas encore à la citerne, il n 'y a pas encore de risque d'explosion, le sauvetage peut être fait	*Le formateur stoppe la situation de simulation pour montrer les éléments significatifs (victime, incendie seulement à la cabine) et en déduire que le sauvetage peut être fait*	Vignette ❶ (cf. figure 7.5)
Mise en place d'actions adaptées aux spécificités de la situation via la transmission d'informations aux équipiers (section 4.3.1.1)	Lors de la transmission des ordres, indiquer les informations à transmettre aux équipiers (section 4.4.2)	*Chekclist* construite autour des thèmes d'analyse (incident, dangers, contexte, civil) et rappelant l'ensemble des infos significatives à transmettre
Le chef d'agrès donne l'ordre au BAL d'attaquer le feu en transmettant des infos relatives à l'exécution de la mission (point d'attaque, sécurité)	*Le formateur rappelle à l'apprenant les infos qu'il doit transmettre au BAL (e.g. prise en compte de la ligne haute-tension se situant au-dessus de la cabine en feu)*	Vignette ❷ (cf. figure 7.5)
Importance d'un comportement proactif et d'une capacité d'association des actions au processus de prédictions (section 4.3.1.2)	"Figer" la situation de simulation et décrire les conséquences d'une action ou l'évolution à plus ou moins long terme de la situation en cours (section 4.4.3)	Un écran supplémentaire simule en "accéléré" la situation en cours ou les conséquences d'une action particulière
Le chef d'agrès anticipe la propagation éventuelle de l'incendie vers la cabine du poids-lourd et donc un risque d'explosion en plaçant son camion à l'abri (hors du cône d'explosivité)	*Le formateur "fige" la situation de simulation et explique au chef d'agrès l'évolution possible avec le risque d'explosion et donc la nécessité de placer le camion à l'abri*	Vignette ❸ (cf. figure 7.5)

TABLEAU 7.1: Pistes de conception issues de l'étude de l'activité individuelle

Analyse de l'activité collective de l'équipe d'intervention		
Résultats d'analyse	**Pistes pédagogiques**	**Applications en RV**
Coexistence de deux niveaux de compréhension (section 5.3.1.1)	Adapter l'aide à un apprenant suivant la fonction que ce dernier a à remplir (section 5.4.1.1)	Prise en compte de la fonction de chacun en cours de simulation et personnalisation de l'aide
Le chef-BAT récolte des informations relatives à sa propre mission d'alimentation (emplacement de la bouche à incendie, distance entre l'hydrant et le camion, etc.)	*Le formateur adapte l'aide apportée au chef-BAT en lui montrant les éléments significatifs relatifs à sa mission d'alimentation*	Vignette ❹ (cf. figure 7.5)
Activité collaborative d'un binôme (section 5.3.1.2)	Favoriser l'échange d'informations au sein d'un binôme (section 5.4.1.2)	Indiquer la nécessité d'échange d'informations entre coéquipiers
Lors de l'attaque du feu de cabine, l'équipier-BAL transmet au chef-BAL (aveuglé par l'eau rabattue par le vent sur sa visière) les infos sur le positionnement de sa lance	*Le formateur indique à l'équipier-BAL la nécessité pour le chef-BAL d'avoir des informations sur le positionnement de sa lance*	Vignette ❺ (cf. figure 7.5)
Influence de la configuration spatiale (section 5.3.2)	Utilisation de micros permettant une communication permanente entre tous les membres de l'équipe (section 5.4.2)	Utilisation de moyens de communication ou encart spécifiant l'état et la localisation de chacun des coéquipiers
A la fin de sa mission d'alimentation, le chef-BAT cherche le chef d'agrès pour lui indiquer sa disponibilité pour une nouvelle mission	*Le chef-BAT indique par micro dès la fin de sa mission sa disponibilité auprès du chef d'agrès qui lui donne immédiatement la mission de bloquer la route*	Vignette ❻ (cf. figure 7.5)
Chef d'agrès comme coordinateur de la construction collective de sens (section 5.3.3)	Rappeler au chef d'agrès en cours de situation les missions à attribuer aux équipiers (section 5.4.3)	Utilisation d'une *todolist* récapitulant l'ensemble des missions encore à réaliser et à fournir aux équipiers
Le chef d'agrès planifie les missions (blocage de la route, endigage des eaux usées pour éviter la pollution) qu'il attribuera à ses équipiers lorsqu'ils seront disponibles	*Lorsque certains équipiers sont disponibles, le formateur rappelle au chef d'agrès les différentes missions qu'il lui reste à attribuer*	Vignette ❼ (cf. figure 7.5)

Tableau 7.2: Pistes de conception issues de l'étude de l'activité collective

Analyse de l'activité des formateurs		
Résultats d'analyse	**Pistes pédagogiques**	**Applications en RV**
Une gestion didactique des situations de simulation minoritaire (section 6.3.1)	Favoriser le rôle de guide du formateur en lui permettant d'apporter des aides en cours de situation de simulation (section 6.4.1)	L'EVAH gère les variables de la situation de simulation et libère le formateur pour la gestion didactique de celle-ci
Le formateur laisse les agents évoluer librement en leur indiquant essentiellement les informations propres au déroulement de la situation de simulation (message du CODIS, non présence de témoin, arrivée du VSAV, état de la victime, etc.)	*Le formateur apporte une aide pédagogique à chacun des agents dans leur activité au sein de la situation de simulation*	Vignette ❽ (cf. figure 7.5)
Le débriefing apparaît comme essentiel à une acquisition et une consolidation des connaissances *a posteriori* (section 6.3.2)	Utilisation de la vidéo afin de favoriser la remémoration des événements significatifs au cours de la situation de simulation (section 6.4.2)	La RV comme support "intelligent" de la session de débriefing
Le formateur demande au stagiaire-chef d'agrès de se remémorer de manière chronologique les événements au cours de la situation de simulation	*Le formateur s'appuie sur le film vidéo de la situation de simulation afin de montrer le fil des événements et les actions du stagiaire-chef d'agrès*	Vignette ❾ (cf. figure 7.5)
De l'exploitation de l'activité individuelle à la prise en compte du collectif (section 6.3.3)	Utilisation de la vidéo en guise d'illustration et de comparaison des activités de chacun (section 6.4.3)	Exploitation collective de la RV afin de favoriser l'apprentissage collectif
Le formateur s'appuie sur le placement du camion fait par le stagiaire-chef d'agrès pour rappeler à l'ensemble des stagiaires la "règle" du cône d'explosivité	*Le formateur montre le film vidéo du placement du camion pour rappeler à tous les éléments importants à prendre en compte*	Vignette ❿ (cf. figure 7.5)

TABLEAU 7.3: Pistes de conception issues de l'étude de l'activité des formateurs

7.3.1 Ajout d'actions pédagogiques

Afin de rajouter cette dimension pédagogique à notre situation d'apprentissage initiale nous nous sommes appliqués à enrichir notre diagramme d'activité en ajoutant des informations pédagogiques concernant l'activité. Pour cela, nous avons ajouté le rôle de pédagogue destiné à apporter aux apprenants ces informations. Ces dernières font référence aux différentes applications en réalité virtuelle abordées dans les tableaux 7.1, 7.2 et 7.3 précédents. L'ensemble du diagramme d'activité ainsi obtenu est représenté en figures 7.10 et 7.11. Afin de faire le lien entre les points abordés dans nos tableaux et les actions pédagogiques définies dans le diagramme d'activité, nous utilisons des vignettes numérotées.

Ces différentes propositions se trouvent classées par thème et discutées dans les sections suivantes.

7.3.1.1 Guider l'apprenant en situation de simulation

A notre sens, le premier aspect essentiel apporté par la réalité virtuelle est la possibilité de guider l'apprenant dans la situation de simulation et ainsi de favoriser la gestion didactique de cette dernière, s'avérant minoritaire dans le cadre de la formation des chefs d'agrès (cf. chapitre 6 section 6.3.1.2). Cette activité de guidage concerne différentes actions pédagogiques présentées en figure 7.5 (vignettes ❶, ❷, ❹, ❼ et ❽) et implique aussi bien le chef d'agrès que ses équipiers. Le guidage de ces apprenants peut s'exécuter de différentes manières suivant l'activité d'apprentissage concerné.

Mise en évidence des éléments significatifs du contexte

Concernant l'activité de diagnostic du chef d'agrès, reposant sur l'articulation de données contextuelles et de connaissances, celle-ci peut être guidée en mettant en évidence les éléments significatifs au sein de l'environnement virtuel (vignette ❶). Ainsi, il est possible au sein de l'environnement virtuel de favoriser la prise d'informations par l'apprenant et de cette manière d'aider ce dernier à reconnaître la situation à laquelle il a affaire. La figure 7.12 est un exemple de mise en évidence des indices significatifs (présence d'une victime au sol, incendie situé dans la cabine du poids-lourd, risque présenté par la ligne haute-tension située à proximité) tiré de notre situation d'apprentissage.

La mise en évidence peut se réaliser par l'intermédiaire de différentes assistances pédagogiques (rehaussement, modification ; Lourdeaux, 2001). Cependant, bien qu'il soit possible de décrire ce type d'action pédagogique par un modèle de scénario décontextualisé tel que IMS-LD, celui-ci nécessite tout de même une prise en compte explicite de l'environnement d'apprentissage. C'est ce lien qui a été créé par les travaux de Marion (2010) avec le méta-modèle

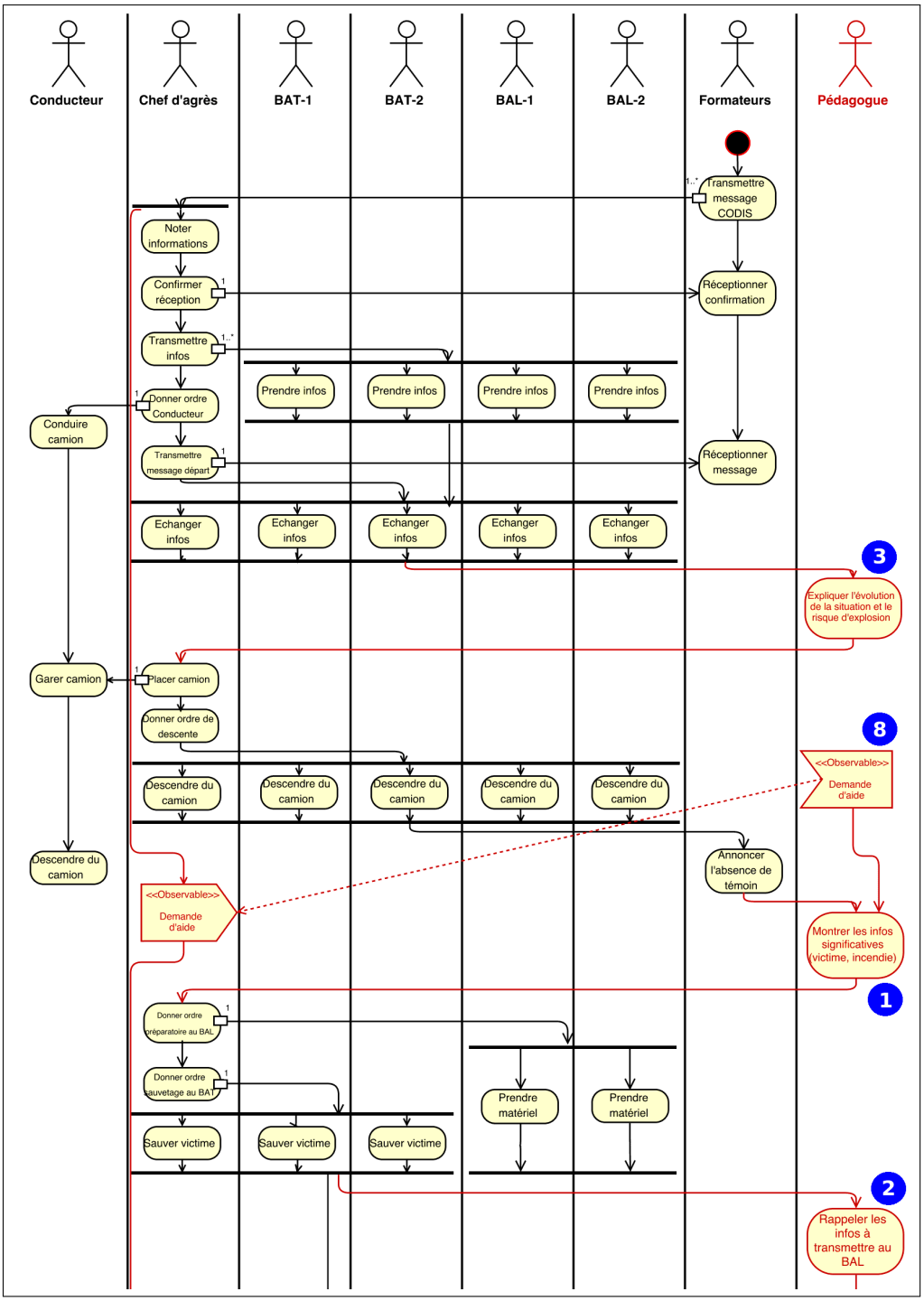


FIGURE 7.10: Diagramme d'activité UML de l'activité pédagogique (Partie 1)

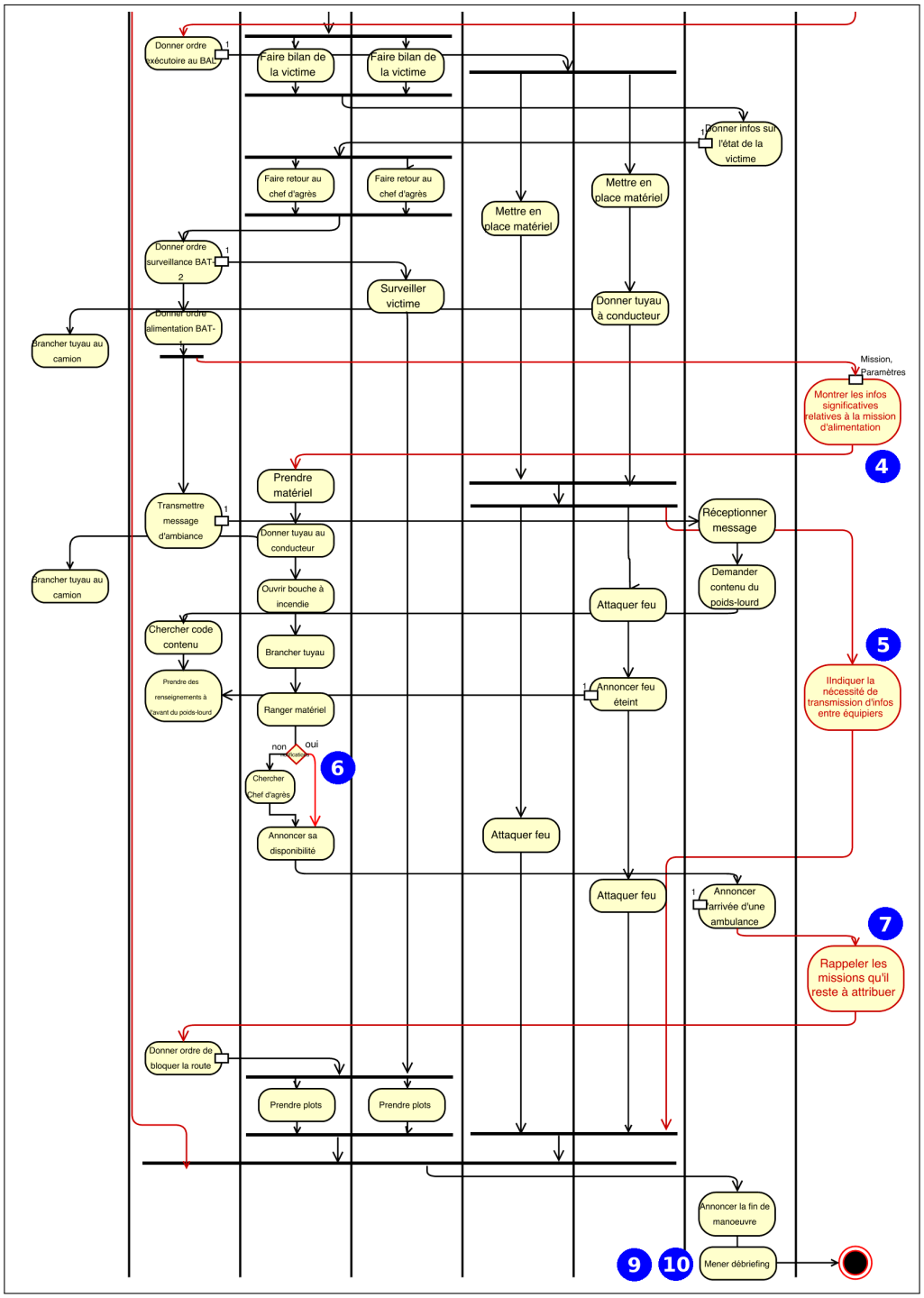


FIGURE 7.11: Diagramme d'activité UML de l'activité pédagogique (Partie 2)

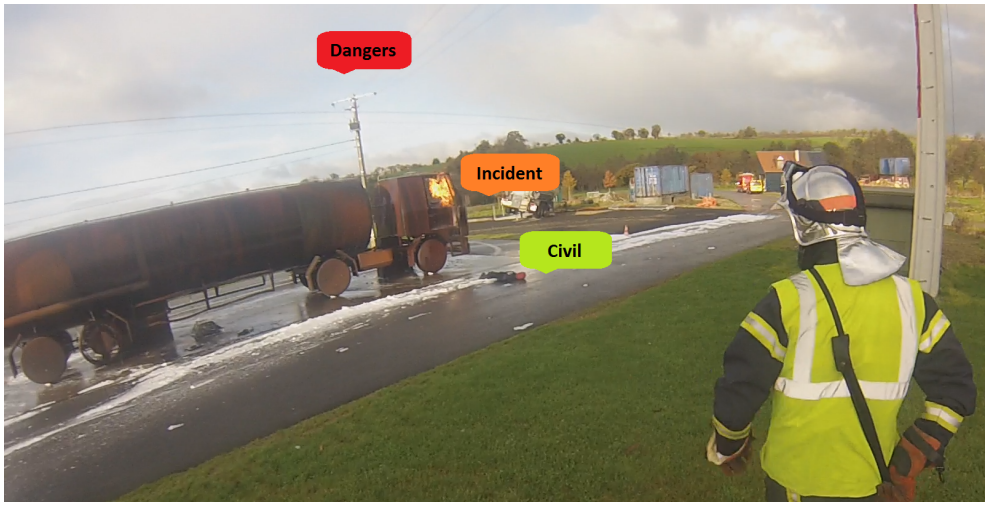


FIGURE 7.12: Un exemple de mise en évidence des éléments significatifs au sein de l'environnement.

POSEIDON reprenant les concepts d'IMS-LD et s'appuyant sur un langage de description d'environnements virtuels informés. Ce type d'environnement consiste à ajouter aux objets le composant des informations sémantiques pouvant porter sur leurs propriétés, les moyens d'interaction qu'ils offrent, les relations entre eux, etc. De cette manière l'environnement virtuel peut servir de base de connaissances pour les agents (humains ou virtuels) qui y agissent et permettre l'accès à des informations abstraites (non perceptibles dans le monde réel). Au CERV, a notamment été développé MASCARET (Querrec *et al.*, 2003), un méta-modèle d'environnement virtuel informé destiné à l'apprentissage et ayant permis la conception d'environnements virtuels informés touchant à des domaines divers : sapeurs-pompiers (Sécurévi ; Querrec *et al.*, 2003), aéro-navale (Gaspar ; Marion *et al.*, 2007), scolaire (Physical Work Lab ; Baudouin *et al.*, 2007), construction navale (Brest Coz ; Trinh *et al.*, 2011), analyse biomédicale (VirtualAnalyser ; Le Corre *et al.*, 2012).

Ce principe de mise en évidence des éléments significatifs peut également s'appliquer à l'activité de chacun des équipiers (vignette ❹). Dans ce cas, il est essentiel de tenir compte de la coexistence au sein de l'équipe des différents niveaux de compréhension caractérisant l'activité de chacun. En effet, comme cela a été souligné au cours de notre analyse de l'activité collective, lorsqu'une mission leur a été confiée par le chef d'agrès l'activité de compréhension des équipiers tout au long de cette mission se focalise sur leur fonction propre occultant par conséquent en grande partie les informations ne s'y intégrant pas. De ce fait, il est primordial, dans le cadre d'une assistance pédagogique, que celle-ci s'adapte à la fonction de chacun des apprenants tout au long de

la situation de simulation. Par conséquent, il est nécessaire de prendre en paramètre d'entrée de l'activité pédagogique au minimum le type de mission qui est attribué à l'apprenant. Il peut également être utile de prendre en considération certaines informations relatives à l'exécution de la mission et transmises par le chef d'agrès. Dans notre exemple, en plus d'attribuer la mission d'alimentation au chef-BAT, le chef d'agrès lui spécifie sur quel poteau celui-ci doit l'effectuer. Ainsi, pour être pertinente, la mise en évidence des éléments du contexte pour le chef-BAT ne doit dès lors que tenir compte de ce poteau et non plus des autres hydrants présents dans l'environnement.

Aide à la mise en place de la manœuvre

Parallèlement à son activité de diagnostic, le chef d'agrès met en place la manœuvre en attribuant diverses missions à ses équipiers. De ce point de vue, le chef d'agrès apparaît comme le coordinateur de l'activité collective de l'équipe (cf. chapitre 5 section 5.3.3). Pour cela, il planifie au cours de sa reconnaissance de la situation les missions futures à attribuer à ses équipiers lorsque ceux-ci seront disponibles. Dans notre situation d'apprentissage, en plus de la gestion de la victime, de l'alimentation en eau et de l'attaque du feu de cabine, le chef d'agrès doit gérer le blocage de la route et l'endigage des eaux usées pour éviter la pollution. Pour ce faire, il doit attendre la disponibilité d'équipiers. L'utilisation d'un encart rappelant au chef d'agrès dans l'ordre de priorité les missions à exécuter et se réactualisant en cours de situation peut constituer une aide précieuse lorsque celui-ci se trouve face à des équipiers disponibles (vignette ❼).

Cette aide peut se compléter par la mise en place d'une liste des informations qui sont à transmettre aux équipiers lors de l'attribution d'une mission. En effet, comme nous avons pu le mettre en évidence par notre analyse de l'activité individuelle du chef d'agrès, celui-ci adapte sa manœuvre en complétant les missions qu'il attribue à ses équipiers par la transmission d'informations spécifiques à la situation (cf. chapitre 3 section 4.3.1.1). Cette attribution de mission et transmission d'informations répond à l'acronyme SMES (Situation, Mission, Exécution, Sécurité). Dans le cadre de notre situation d'apprentissage, le chef d'agrès doit par exemple par sécurité préciser, lorsqu'il transmet son ordre d'attaque au BAL, la présence d'un câble haute-tension situé juste au-dessus de la cabine incendiée. Le rappel de cet élément auprès de l'apprenant jouant le rôle de chef d'agrès peut faire l'objet d'une assistance pédagogique en cours de situation sous forme de liste récapitulant pour chaque mission l'ensemble des informations essentielles à transmettre (vignette ❷).

L'ajout de ces éléments dans le cadre du scénario pédagogique peut très bien se réaliser en IMS-LD par l'intermédiaire des activités de soutien. Ces activités pouvant être associées à des fichiers ressources pouvant se présenter

sous la forme de listes. Par la définition de propriétés (permises par le niveau B de IMS-LD) il serait dès lors possible de prendre en compte l'avancement de la manœuvre et ainsi d'y intégrer un caractère dynamique en actualisant en cours de situation ces listes au sein de fichiers URL (*e.g.* supprimer de la liste les missions qui sont terminées).

Appel à l'aide

Bien que les actions pédagogiques puissent être définies de différentes manières, nous avons fait le choix dans le cadre de notre exemple de définir les actions pédagogiques précédentes de manière statique. Cependant, comme nous le mettions en avant, notre but ici est de faciliter la gestion didactique de la situation d'apprentissage en permettant l'assistance en cours de situation à l'apprenant. Pour ce faire, un élément utile serait de permettre à l'apprenant de demander de l'aide à tout moment et non plus en recevoir uniquement dans le cadre d'enchaînements particuliers d'actions prédéfinis tels que cela a été proposé jusque là. Ce type d'assistance pédagogique peut se réaliser en décrivant les actions pédagogiques de manière événementielle, c'est à dire se trouvant associées à la vérification d'un observable tel que celui-ci a été défini dans les travaux de Marion (2010) sur le modèle Poseidon. Cet observable étant dans notre cas la réception d'un signal de demande d'aide provenant de l'apprenant. Dans le cadre de notre situation d'apprentissage, nous avons défini la possibilité pour l'apprenant jouant le rôle de chef d'agrès de faire appel à l'aide à tout moment et d'associer celui-ci à une assistance pédagogique destinée à mettre en évidence les indices significatifs dans l'environnement (vignette ❽).

7.3.1.2 Favoriser l'activité collective

Un autre aspect essentiel ressortant de notre travail porte sur les éléments influençant la performance collective et notamment l'échange d'informations que ce soit au sein même d'un binôme ou au sein de l'équipe entière. Dans le premier cas, nous avons pu souligner les échanges d'informations qui caractérisaient l'activité collaborative d'un binôme en mission répondant à une nécessité d'adaptation aux contraintes de la situation (section 5.3.1.2). Dans le second cas, nous avons pu mettre en avant la forte influence de la configuration spatiale de l'équipe provoquant notamment des formes localisées de coordination entre membres (section 5.3.2).

La prise en compte de cet aspect collectif a déjà été abordée dans le cadre de la description de la tâche en IMS-LD nous amenant justement à souligner les limites de ce dernier dans la description des activités collaboratives (cf. section 7.2.2.3). Ainsi, la variation des statuts des coéquipiers qui peut s'opérer au cours de la mission d'un binôme au gré des contraintes environnementales peut s'avérer également problématique à appréhender d'un point

de vue pédagogique. En effet, cela nécessite de prédéfinir dans chacun des cas les informations qu'il sera nécessaire d'échanger entre équipiers en cours de mission. Dans notre situation d'apprentissage, cela peut par exemple se faire au cours de la mission d'attaque du feu par le BAL en permettant à une intervention extérieure indiquant à l'équipier-BAL de donner des informations au chef-BAL sur le positionnement de sa lance et l'état de l'incendie (vignette ❺). Ce type d'action pédagogique peut se réaliser en IMS-LD par une activité de soutien associée au fichier ressource correspondant tel que cela a déjà été avancé dans la section 7.3.1.1 précédente sur l'aide à la mise en place de la manœuvre.

Cependant, ce type d'assistance pourrait présenter certaines limites notamment liées au principe d'autonomie des agents dans l'environnement. En effet, si le chef d'agrès au cours de cette manœuvre décidait par exemple que le binôme attaque l'incendie par l'autre côté, le binôme serait dès lors dans le sens du vent et le chef-BAL ne serait par conséquent plus aveuglé par le jet d'eau. L'assistance pédagogique favorisant la transmission des informations sur le positionnement de la lance et l'état de l'incendie n'aurait alors plus de raison d'être et l'équipier-BAL pourrait "se cantonner" à son rôle sécuritaire. De ce point de vue, ce type d'assistance à l'activité collaborative pourrait sans nul doute s'appuyer sur les mêmes principes avancés par Ferraris *et al.* (2005) avec le modèle d'enrichissement de IMS-LD appelé LDL et décrits précédemment (cf. section 7.2.2.3). Ainsi en s'appuyant sur les principes de rôles thématiques et actanciels, il serait peut-être possible de prédéfinir des règles de collaboration (et non plus des informations précises) entre équipiers permettant d'intégrer un caractère adaptatif à ce type d'assistance.

Du côté de l'équipe entière, la configuration spatiale, provoquant certaines impossibilités d'interaction entre les membres, influence la performance collective dans la mesure où ceux-ci doivent se rencontrer pour échanger des informations. C'est le cas notamment lorsqu'un binôme (ou un simple équipier) a fini une mission et doit en rendre compte au chef d'agrès afin de lui signifier sa disponibilité. Ceci est illustré par la quatrième structure typique de construction collective de sens que nous avons définie (cf. chapitre 5 section 5.2.1.4). Une assistance pédagogique peut par conséquent être fournie aux apprenants constituant l'équipe en permettant les échanges entre équipiers afin de pallier les impossibilités d'interaction. Dans le cadre de notre exemple, cela pourrait notamment servir au chef-BAT lorsque celui-ci a fini sa mission d'alimentation et doit chercher le chef d'agrès afin de lui signifier sa disponibilité, permettant ainsi au chef d'agrès de lui attribuer une nouvelle mission. L'utilisation de notifications, telles que proposées par le niveau C de IMS-LD, permet justement ces échanges entre agents et les abstiendrait de cette façon de se "rencontrer" dans l'environnement virtuel (vignette ❻).

7.3.1.3 Favoriser l'adoption d'un comportement proactif

De par notre travail d'analyse de l'activité individuelle du stagiaire-chef d'agrès, nous avons pu mettre également en avant l'importance d'adopter un comportement proactif vis-à-vis de la situation au travers de prédictions et de planifications (cf. chapitre 4, section 4.3.1.2). En s'appuyant sur des raisonnements hypothétiques, le chef d'agrès peut de cette façon prendre les devants sur des événements futurs éventuels. Cet aspect se manifeste par exemple au sein de notre situation d'apprentissage dès l'arrivée de l'équipe sur les lieux du sinistre dans la mesure où le chef d'agrès doit à ce moment là tenir compte du risque d'explosion de la citerne du poids-lourd afin de positionner le camion de manière adéquate. La prédiction de cet événement potentiel lui permet de mettre le camion en sécurité ainsi que l'ensemble de son équipe. Une assistance pédagogique pourrait dès lors être proposée afin de faciliter ce comportement anticipatoire chez l'apprenant. Cependant, dans la perspective de développement d'un EVAH impliquant des situations dynamiques et soumises à une forte pression temporelle, l'apport d'aides à l'anticipation n'est pas aussi évident (Lerch et Harter, 2001).

En dehors du domaine de la réalité virtuelle, une grande partie des systèmes d'entraînement à l'anticipation repose sur la détection d'indices significatifs dans l'environnement rappelant les systèmes d'assistance proposés dans la section 7.3.1.1 précédente. Ceci n'est pas sans rappeler le principe de l'*Anticipatory Thinking* (AT) avancé par Klein *et al.* (2007b) et décrit dans le chapitre 1 en section 1.1.2.6. Ce type de système est particulièrement utilisé dans le domaine du sport (Williams *et al.*, 2011) où de nombreuses méthodes reposent sur le principe d'occlusion temporelle utilisée sur des films vidéos (Murgia *et al.*, 2014; Bideau *et al.*, 2010). Ce type d'intervention a pour principal avantage pour le formateur de contrôler les informations visuelles présentées aux participants. Cependant, *a contrario*, il a pour inconvénient majeur de "décontextualiser" l'activité de l'apprenant. En cela, la réalité virtuelle peut déjà présenter de nombreux bénéfices tant sur le sentiment d'immersion du pratiquant dans la situation que sur la quantité de facteurs que les formateurs peuvent maîtriser dans la situation (Bideau *et al.*, 2010).

Qui plus est, ce type d'entraînement, en se concentrant sur de simples épisodes vidéos, se destine à développer les capacités d'anticipation des apprenants dans des situations extrêmement spécifiques (*e.g.* retour de service au tennis). Cependant, dans le cadre d'une activité telle que celle de chef d'agrès, portant sur la mise en place d'opérations complexes impliquant de nombreux facteurs, la "simple" détection d'indices significatifs peut ne pas suffire à prédire toutes les conséquences (à court ou à long terme) du développement de la situation (Lafond *et al.*, 2012), a fortiori lorsque les agents manquent

d'expérience. En effet, comme cela a pu être avancé dans cet ouvrage, l'AT caractérise essentiellement l'activité d'anticipation d'agents experts. Ainsi, comme notre analyse a pu le mettre en évidence, les stagiaires-chefs d'agrès doivent régulièrement réaliser des prédictions sur l'évolution de la situation mais également procéder à des simulations mentales permettant d'évaluer les conséquences d'une action particulière.

En ce sens, la réalité virtuelle peut également apporter une plus-value dans la perspective de favoriser l'adoption par les apprenants d'un comportement proactif dans des situations dites complexes. Cet aspect a déjà été abordé par exemple par Lafond *et al.* (2012) avec l'utilisation du *serious game* intitulé *Ecopolicy* destiné à développer les capacités de gestion des utilisateurs. A l'aide de ce logiciel, les auteurs ont pu mettre en évidence l'apport d'aides pour favoriser la prise en compte de l'évolution (à court et long termes) de la situation en cours ainsi que les conséquences de certaines actions. Cependant, par rapport à notre domaine d'étude, ce logiciel a pour principal inconvénient de ne pas impliquer les utilisateurs dans des situations à forte pression temporelle. En effet, comme les auteurs le soulignent, *Ecopolicy* fonctionnant au tour par tour (chaque tour correspondant dans le jeu à une année), les apprenants ont tout loisir "d'expérimenter" une multitude de possibilité d'actions avant d'opter pour celles qui leur paraissent les plus efficaces.

Dans le cadre d'une activité dynamique, les travaux de Fricoteaux et Thouvenin (2015) avec la plate-forme virtuelle GULLIVER destinée à entraîner les apprenants à anticiper les événements en navigation fluviale peuvent présenter un certain intérêt. En effet, cet environnement s'appuie sur ce que ses auteurs appellent des "métaphores visuelles" consistant à suggérer le positionnement futur du navire piloté afin de guider intuitivement l'apprenant sans que cela ne nécessite la mise en pause de la simulation. Cependant, contrairement à l'activité de chef d'agrès reposant sur une multitude de facteurs, ce type de métaphore parait possible en navigation dans la mesure où seul le positionnement futur du navire semble important à prendre en compte.

Dans le cadre de notre situation, une assistance à l'anticipation pourrait être développée sous IMS-LD par l'intermédiaire d'un fichier ressource révélant certains événements futurs à des moments précis de la situation d'apprentissage (vignette ❸). Cependant, ce type d'activité de soutien serait fortement limité dans la mesure où, IMS-LD étant un modèle de scénario pédagogique décontextualisé, cela reviendrait quelque peu aux mêmes reproches que pour les études en sport. De plus, cela nécessiterait de prédéfinir tous les moments et tous les éléments de la situation d'apprentissage susceptibles d'être propices à des projections faîtes par l'apprenant. Ceci peut alors être rapproché de la première limite avancée sur la norme IMS-LD dans la description de la tâche ne permettant pas de définir l'ensemble des possibles (cf. section 7.2.2.1). En

effet, ce type d'assistance défini *a priori*, contraindrait dès lors fortement l'activité de l'agent qui ne pourrait faire appel à cette aide à tout moment au cours de son analyse de la situation.

Afin de pallier cette limite, l'architecture ORPHEUS[6] (Polceanu *et al.*, 2015) développée au CERV pourrait s'avérer utile. En effet, celle-ci repose sur le principe de simulation dans la simulation et permet à un agent virtuel de prédire en cours de simulation les phénomènes physiques et/ou les comportements des autres entités composant l'environnement virtuel. De cette manière, l'agent peut tester simultanément différentes possibilités d'actions dans une version abstraite de l'environnement virtuel et ainsi opter pour la décision semblant apporter les meilleurs résultats. Sans utiliser toutes les possibilités offertes par ORPHEUS, le principe de simuler en avance les effets d'une action particulière (ou de son absence) sur l'environnement virtuel pourrait constituer une aide importante pour l'apprenant. Concrètement, cette simulation future pourrait se réaliser sur un second écran et être proposée à l'apprenant tout au long de la situation d'apprentissage. De cette manière, cette aide "allégerait" l'apprenant de simulations mentales sur la situation afin de deviner le développement futur de cette dernière (*i.e.* prédiction) ou les conséquences d'une action particulière sur celle-ci.

7.3.1.4 Aide au débriefing

Le dernier point essentiel ressortant de notre travail d'analyse concerne les sessions de débriefing (vignettes ❾ et ❿) et notamment l'importance qui y est portée par les formateurs afin de consolider l'acquisition des connaissances par les stagiaires (cf. chapitre 6 section 6.4.2). Dans le cadre de la formation des chefs d'agrès, ces sessions s'appuient sur des mécanismes redondants s'initiant par la remémoration d'événements survenus en cours de situation de simulation et aboutissant au rappel de règles destinées aussi bien au principal intéressé (le stagiaire-chef d'agrès) qu'à l'ensemble des apprenants. Comme nous avons pu préalablement le faire remarquer, ces résultats s'intègrent entièrement aux remarques avancées dans la littérature sur la nécessité de mise en place *a posteriori* de ces sessions dans le cadre d'une formation s'appuyant sur la simulation (Wang, 2011). Le domaine de la réalité virtuelle, et plus globalement de tout support informatique destiné à l'apprentissage (EIAH), bien qu'ayant longtemps sous-estimé ce point (Crookall, 2011; Di Loreto *et al.*, 2012), n'est par conséquent pas exempt de ce type de considération.

6. ORPHEUS : *Reasoning and Predicition with Heterogeneous rEpresentations Using Simulation*

Néanmoins, de par la complexité de l'activité des formateurs telle que nous avons pu la décrire au travers des fonctions de tutelle et de la réactivité que leur rôle de facilitateur au cours de ces sessions de débriefing leurs requiert, il nous apparaît extrêmement difficile de se passer de leur participation. En ce sens, un environnement tel que le *serious game* DREAD ED (*Disaster Readiness through Education* ; Haferkamp et Krämer, 2010) permet au formateur, sans incarner d'entité physique au sein de l'environnement, de mener par *chat* des discussions individuelles *a posteriori* avec chacun des participants afin de faire un bilan de leur performance et de discuter des éléments positifs et négatifs. Cependant, ce type d'outil ne peut avoir d'intérêt qu'en cas d'apprentissage en réseau permettant aux protagonistes d'interagir tout en n'étant pas tous présents physiquement.

Au-delà de cet aspect, l'EIAH peut plus spécifiquement être appréhendé comme un support au débriefing exploité par un formateur à l'attention de l'apprenant. Ainsi, il est déjà possible de l'utiliser afin de garder une trace de l'activité de l'apprenant permettant ainsi une sorte de *feedback* de sa performance lors de la session de débriefing. Ceci est tout a fait réalisable en IMS-LD en prédéfinissant les critères d'évaluation propre à l'activité d'apprentissage et en utilisant des propriétés destinées à tenir compte de l'accomplissement et de la réussite d'actions spécifiques. Cependant, ceci ne permettrait d'obtenir qu'une trace factuelle de l'activité de l'apprenant au cours de la situation de simulation qui, de plus, pourrait ne pas s'avérer réellement pertinente dans certains cas. Par exemple, dans le cadre d'une activité de chef d'agrès qui peut s'avérer extrêmement difficile à appréhender en termes d'évaluation, dans la mesure où par sa complexité elle répond davantage à une évaluation globale de la manœuvre mise en place par l'apprenant qu'à la juxtaposition de critères de réussite formels (cf. chapitre 3 section 3.1.3). Ainsi, un stagiaire peut par exemple voir sa manœuvre validée par les formateurs malgré le fait qu'il n'ait pu sauver toutes les victimes impliquées dans un incident.

De ce point de vue là, la réalité virtuelle peut apporter une réelle plus-value en permettant de conserver également une trace visuelle de l'activité de l'apprenant pouvant s'avérer extrêmement pertinente dans le cadre d'une activité complexe (Amokrane *et al.*, 2014). Cependant, tout comme pour le cas des activités de guidage de l'apprenant dans l'environnement (cf. section 7.3.1.1), cela nécessite une prise en compte explicite de l'environnement virtuel et n'est donc pas possible avec un modèle décontextualisé tel que IMS-LD. Cette trace, au-delà de la simple rediffusion de la situation de simulation (comme pourrait le faire un simple enregistrement vidéo), peut se présenter comme le support d'un outil d'analyse permettant au formateur d'initier et de guider un travail de réflexion chez l'apprenant. Il est ainsi possible d'ajouter au film tout type d'informations (explications, connaissances, *feedbacks*, etc.) permettant d'illustrer et d'appuyer les propos du formateur (Amokrane *et al.*,

2014).

7.3.2 Bilan

Comme nous avons pu le voir, l'ajout de certaines actions pédagogiques s'inscrivant dans le cadre de la formation de chef d'agrès est possible avec la simple norme IMS-LD. C'est le cas par exemple, pour tout ce qui est assistance à la mise en place de la manœuvre (faite sous forme de listes récapitulant des informations significatives ou des missions) ou à la coordination des membres de l'équipe (par l'envoi de notifications sur la disponibilité d'agents à l'issue d'une mission). Cependant, de par la rigidité de son formalisme notamment, l'utilisation de IMS-LD nécessite souvent de prédéfinir de nombreux paramètres avec le risque de fortement "cloisonner" l'activité à la fois du tuteur et de l'apprenant. Ceci ne répond pas à la nécessité d'une certaine autonomie dans le cadre d'une activité de diagnostic/action telle que celle de chef d'agrès et d'un caractère adaptatif dans l'activité du tuteur s'y attachant. Ainsi, tout comme pour la description de la tâche, l'utilisation de IMS-LD s'avère extrêmement contraignante et semble, sur plusieurs points, plus indiquée pour un apprentissage procédural (cf. section 7.2.2.1).

De ce point de vue là, il semble nécessaire de s'intéresser à d'autres travaux ayant pour objectif d'enrichir ce modèle de base afin de répondre au mieux aux difficultés du terrain. Ainsi, concernant l'activité collective, les travaux de Ferraris *et al.* (2005) sur le modèle LDL peuvent constituer par exemple une base de développement intéressante dans la conception d'assistances pédagogiques adaptées. Par la définition d'un cadre rassemblant un ensemble de règles, il serait sans doute possible de favoriser l'activité collaborative d'un binôme ou autre sans toutefois contraindre ce dernier à suivre un fonctionnement précis, prédéfini et par conséquent pas forcément adapté au contexte.

Au-delà de la rigidité de son formalisme, IMS-LD, de par son caractère décontextualisé, s'avère inutilisable pour toutes assistances nécessitant la prise en compte des caractéristiques du contexte (*e.g.* guidage de l'apprenant dans l'environnement virtuel). De ce point de vue là, les travaux de Marion (2010) s'avèrent extrêmement intéressants dans la mesure où son modèle POSEIDON se présente comme un enrichissement prenant en compte les informations concernant l'environnement virtuel. De cette manière, en s'appuyant sur un environnement virtuel informé, il devient possible de définir des assistances pédagogiques permettant entre autres le guidage de l'apprenant en simulation. Ce type d'assistance s'avère extrêmement utile dans le cadre d'une activité de diagnostic/action dans la mesure où elle ne contraint pas l'activité de l'apprenant qui peut rester libre de ses déplacements et de toutes ses prises de décision.

Par la prise en compte de l'environnement virtuel, il devient possible de contrôler l'ensemble des variables caractérisant la situation de simulation. De ce fait, l'assistance pédagogique à l'activité de diagnostic peut prendre une autre dimension en permettant à l'apprenant de voir le futur de la situation et ainsi de favoriser chez lui l'adoption d'un comportement proactif. Dans le cadre d'une activité dynamique telle que celle de chef d'agrès, ceci pourrait se concrétiser par l'utilisation d'un modèle tel que ORPHEUS (Polceanu *et al.*, 2015) permettant d'accélérer la simulation en parallèle de son déroulement normal. Cependant, tout comme pour l'application de LDL, son exploitation dans ce type d'environnement d'apprentissage nécessiterait de développer certaines règles d'utilisation (procédure de déclenchement, échelle de temps, etc.).

Enfin, concernant les sessions de débriefing, l'apport de IMS-LD ne se limiterait qu'à l'exploitation de traces factuelles décrivant la performance de l'apprenant au cours de la situation de simulation et pouvant s'avérer peu pertinente dans le cadre d'une activité telle que celle de chef d'agrès. La réalité virtuelle, sur ce point, peut s'avérer intéressante dans la mesure où elle permet de conserver entre autres une trace visuelle permettant ainsi de s'épargner la remémoration des événements par l'apprenant concerné et également d'illustrer les propos du formateur pour l'ensemble des apprenants (favorisant du coup la prise en compte du collectif).

Conclusion

Dans ce manuscrit de thèse, nous avons proposé une analyse de l'activité portant sur trois objets de recherche caractérisant la formation chez les sapeurs-pompiers des chefs-d'agrès : l'activité individuelle du stagiaire-chef d'agrès, l'activité collective de l'équipe d'intervention et l'activité des formateurs. Cette analyse de l'activité s'est inscrite dans une démarche de psychologie ergonomique pour la conception d'environnement virtuel pour l'apprentissage humain (EVAH). Ce chapitre est l'occasion de dresser un bilan de nos travaux, de discuter des apports de ceux-ci et d'envisager certaines perspectives.

Bilan

L'étude que nous avons présentée constitue une contribution à la fois à la compréhension de l'activité de tous les agents participant à une formation s'appuyant sur des situations de simulation et à la démarche de conception d'un EVAH.

Revue de littérature

Notre revue de littérature s'initie dans le chapitre 1 sur la prise de décision individuelle dans les situations dynamiques au travers de certains modèles qui ont pu être développés au sein de la littérature en ergonomie cognitive. Après une introduction sur la démarche de conception d'un EVAH et la nécessité d'un travail préalable d'analyse de l'activité d'apprenants en situation réelle de formation, la revue de littérature s'ouvre sur une première catégorie de modèles théoriques de l'activité individuelle centrés sur le concept de contrôle cognitif. Par la suite, nous avançons la nécessité, dans la perspective d'étudier une formation reposant sur des mises en situation réalistes, de prendre en considération les contraintes contextuelles au sein de l'activité décisionnelle des agents en nous orientant vers des modèles issus de l'approche naturaliste. Le développement de ces modèles s'est vu accompagné de la mise en place de méthodes novatrices s'appuyant continuellement sur l'apport de la technologie et qui se trouvent pour certaines rappelées dans ce chapitre. Cette évolution méthodologique a permis de rapporter nombre de résultats signifi-

catifs quant à la compréhension de l'activité sur le terrain d'agents notamment experts, soulignant l'importance de leur expérience et s'illustrant essentiellement par un processus intuitif de reconnaissance des situations. Cependant, malgré des apports théoriques et méthodologiques indéniables, au regard de notre travail de recherche sur la formation de novices au poste de chef d'agrès, cette approche naturaliste semble présenter certaines limites concernant la description de l'activité d'agents non-experts, nous conduisant de ce fait vers une démarche d'analyse inductive de l'activité individuelle des stagiaires-chefs d'agrès.

Le chapitre 2 prolonge notre revue de littérature vers la dimension collective de l'activité en situation dynamique. Après une introduction s'attachant particulièrement à faire la distinction entre les notions de coopération et de collaboration, ce chapitre présente différents modèles théoriques de l'activité collective classés suivant les types de systèmes auxquels ils s'appliquent. Par la prise en compte ou non des *artefacts* technologiques au sein de l'analyse du collectif, ces approches se trouvent ainsi distinguées en deux catégories principales : approches socio-techniques et courant de la *Team cognition*. En prolongeant cette distinction par les méthodologies et résultats propres à chacune de ces approches, est mise en lumière cette constante évolution des études vers une analyse du collectif toujours plus fine et relevant d'une recherche de crédibilité écologique. Cette évolution parallèle semble aujourd'hui se rejoindre sur une même considération épistémologique, s'appuyant sur des méthodologies complexes, qui est d'appréhender l'activité collective au travers de l'articulation des activités individuelles. Dans le cadre de notre terrain d'étude, impliquant des équipes évoluant dans des espaces cloisonnés, cette prise en compte de l'articulation des activités individuelles nécessiterait également de considérer les (im)possibilités d'interaction entre agents qui se créent tout au long d'une manœuvre. Dans cette perspective, l'apport théorique et méthodologique du cours d'agencement apparaît primordial. De cette manière, il serait possible de montrer, au contraire des études menées dans des environnements ouverts et considérant l'équipe comme une unité à part entière, l'hétérogénéité de la construction collective de sens d'une équipe de sapeurs-pompiers en situation.

Le chapitre 3 conclut notre revue de littérature en introduisant la dimension pédagogique relevant de notre projet d'étude. Celle-ci se manifeste au sein d'un système de formation complexe faisant intervenir de multiples paramètres parmi lesquels les conditions d'apprentissage, les stagiaires et les formateurs. Le début de ce chapitre ouvre sur le concept de formation en présentant ses bases théoriques et les différentes formes que celle-ci peut prendre. La formation des chefs d'agrès y apparaît comme le croisement de différents genres (formation initiale, de perfectionnement et d'entretien), de par la grande variété des situations de simulation auxquelles les apprenants se trouvent confrontés. Dans cette perspective formatrice, les situations de simulation apparaissent

comme le médiateur de la relation stagiaire/situation de référence supposant la construction de compétences comme la résultante de deux modes interactionnels : un mode direct au travers de l'activité de l'apprenant engagée directement dans la situation de simulation ; et un mode indirect relevant de la médiation du formateur agissant sur les variables de la situation de simulation. La mise en place de ce type de situation requiert ainsi une activité particulière de la part des formateurs que ce soit pour leur conception, leur gestion ou leur exploitation. Cette activité se manifeste notamment au travers du rôle de guide et de facilitateur que les formateurs jouent auprès de l'apprenant afin d'amener celui-ci à être acteur de son apprentissage. De ce fait, l'activité des formateurs dans le cadre de la formation des chefs d'agrès pourrait être appréhendée comme une activité de tutelle permettant ainsi de mettre en avant certains éléments significatifs exploitables par un EVAH.

Analyse de l'activité

Le chapitre 4 initie notre travail d'analyse en s'attachant à l'étude de l'activité individuelle des chefs d'agrès en situation pratique de formation. En se fondant sur un postulat d'autonomie de l'activité humaine s'exprimant au travers du couplage stagiaire-situation de simulation, notre méthodologie s'inspire des principes d'analyse *in situ* développés au sein du courant NDM. Des données d'observation et de communication sont ainsi enregistrées auprès de 6 stagiaires-chefs d'agrès en situation de formation et complétées par des données de verbalisation recueillies lors d'entretiens en re-situ subjectif. L'analyse synchronique s'appuyant sur une procédure de segmentation thématique et portant à la fois sur les prises de décision et les projections (prédictions et planifications) permet de révéler les thèmes de préoccupation des agents en situation. Celle-ci est complétée par une analyse diachronique s'appuyant sur un mode de représentation de leur dynamique décisionnelle (appelé Misty) tout au long de la situation de simulation et permettant d'identifier 11 processus décisionnels typiques. L'ensemble de ces résultats illustre toute la complexité de l'activité des stagiaires-chefs d'agrès s'exprimant au travers de ses prises de décision et projections par une dualité Analyse/Action continuelle mais également de la dimension collective qui se trouve attachée au rôle de chef d'équipe. Cette première étude est l'occasion de définir certaines pistes pédagogiques destinées à favoriser l'acquisition de compétences significatives pour le stagiaire-chef d'agrès.

Le chapitre 5 prolonge notre travail d'analyse en s'intéressant à l'étude de l'activité collective d'une équipe de sapeurs-pompiers en situation de simulation. Plus précisément, en référence au modèle théorique *Data/Frame*, cette étude s'est attachée à analyser la construction collective de sens au travers de l'articulation des activités individuelles. Pour ce faire, nous nous fondons sur la même procédure de recueil de données que pour l'étude précédente appliquée à

chacun des membres de l'équipe (chef d'agrès, chef-BAT, équipier-BAT, chef-BAL, équipier-BAL). L'analyse de ces données s'appuie sur l'utilisation de tableaux multi-portées, permettant de mettre en évidence les (im)possibilités d'interaction inter-individuelles se créant tout au long d'une situation d'apprentissage, et la proposition d'un mode de représentation (appelé SAGA) illustrant l'articulation des activités individuelles de construction de sens. Cette étude souligne l'influence des configurations fonctionnelle (mission de chaque agent) et spatiale (position de chaque agent) de l'équipe sur le caractère hétérogène de la construction collective de sens au cours d'une manœuvre. Cette hétérogénéité s'illustre par la coexistence au sein de l'équipe de deux niveaux de compréhension de la situation (macroscopique et microscopique) et la mise en place de formes locales et typiques de coordination faisant intervenir l'ensemble ou une partie de l'équipe. De ce fait, la compréhension collective apparaît comme un entremêlement de cycles de constructions locales de sens dont le chef d'agrès se révèle être le coordinateur. L'ensemble de ces résultats permet de définir des pistes pédagogiques destinées notamment à favoriser l'apprentissage au travail collectif.

Le chapitre 6 conclut notre travail d'analyse en s'attachant à l'étude de l'activité des formateurs sapeurs-pompiers au cours des situations de simulation et des débriefings. Nous faisons pour cela l'hypothèse que l'activité des formateurs dans le cadre de la formation des chefs d'agrès peut s'apparenter à une activité de tutelle telle que définie dans la littérature. Notre méthodologie s'appuie sur un recueil de données de communication impliquant un ou plusieurs formateurs au cours de 6 situations d'apprentissage (composées chacune d'une situation de simulation et d'un débriefing). L'analyse de ces données permet de mettre en évidence au cours des situations de simulation une activité préférentiellement orientée vers la gestion des variables de la simulation au détriment de la gestion didactique. Cet aspect positionne la situation de simulation comme le "support" d'une activité pédagogique se réalisant de manière rétrospective au cours du débriefing. L'analyse diachronique des activités de tutelle au cours de ces débriefings permet de mettre en évidence des séquences redondantes caractérisant l'activité pédagogique des formateurs au cours de ces sessions et démontrant la manière dont ceux-ci s'appuient sur la performance individuelle du stagiaire-chef d'agrès pour favoriser l'apprentissage de l'ensemble du groupe. Ces résultats permettent, tout en confirmant certaines recommandations pédagogiques avancées par les deux études précédentes portant sur l'activité des stagiaires, de dégager de nouvelles pistes destinées à favoriser la formation des apprenants.

Pistes de conception d'un EVAH

Le chapitre 7 porte sur l'aspect pratique de notre travail de recherche. A partir des résultats obtenus au cours de nos trois études précédentes, nous pro-

posons des pistes de conception d'un EVAH. Ce processus de conception s'appuie sur un découplage entre la production de l'environnement virtuel et son instrumentation pédagogique. Le lien entre ces deux éléments se concrétisant par la réalisation de scénarios pédagogiques. Parmi les différents modèles de scénarisation pédagogique, le langage IMS-LD se distingue particulièrement en permettant la définition d'enchaînements d'activités pédagogiques. Ce principe nous permet ainsi de décrire une situation d'apprentissage extraite de nos données. Cependant, cette première étape de description de la tâche s'en trouve fortement limitée par le formalisme rigide de IMS-LD, ne s'adaptant pas directement à l'apprentissage non procédural et aux activités collaboratives. S'ensuit une seconde étape destinée à intégrer à notre situation d'apprentissage la dimension pédagogique en s'appuyant sur l'ensemble des conclusions et perspectives pédagogiques avancées au cours de nos analyses précédentes. Cette étape nous permet de mettre en avant les possibilités offertes par IMS-LD mais également certaines limites pour intégrer des actions pédagogiques qui soient adaptées à notre domaine d'étude. De ces observations sont avancées certaines perspectives liées à l'intégration de différents modèles issus de la réalité virtuelle et pouvant constituer un enrichissement du modèle de base IMS-LD dans le guidage de l'apprenant dans l'environnement virtuel, l'aide aux activités de collaboration, l'apprentissage à l'anticipation et l'exploitation des sessions de débriefing.

Discussion

Avant de conclure cette thèse, il convient de discuter des apports de notre travail.

Tout d'abord, d'un point de vue scientifique, notre travail a permis de répondre aux enjeux avancés en introduction, à savoir la compréhension de l'activité individuelle d'apprenants en situation de simulation, de l'activité collective d'équipes en situation dynamique et en environnement cloisonné et de l'activité de guidage des formateurs en situation de simulation et débriefing. A ceux-ci pouvaient directement être associés des enjeux méthodologiques relavant à la fois du recueil de données (surmonter les contraintes liées au caractère dynamique de l'activité et au contexte) et de leur analyse (description de l'activité d'agents non-experts).

Dans le cadre de notre première étude, nous avons mis en place une méthodologie s'inspirant des principes de recueil de données issus de l'approche naturaliste, complétée d'une procédure d'analyse par segmentation thématique. Celle-ci a ainsi permis de mettre en exergue certaines caractéristiques de l'activité de novices en cours de formation s'illustrant au travers d'un mode de représentation proposé dans le cadre de cette étude et destiné

à en restituer le caractère dynamique en cours de situation de simulation.

Pour notre deuxième étude, nous avons pu surmonter les contraintes liées à l'étude d'un collectif "éclaté" en combinant l'utilisation de caméras embarquées sur les casques de chaque membre de l'équipe en situation de simulation avec la transcription multi-portées restituant les significations individuelles et leurs propriétés spatio-temporelles. De cette manière nous avons pu mettre en avant les mécanismes de construction collective de sens en proposant un mode de représentation destiné à en restituer l'influence de la configuration spatiale et fonctionnelle de l'équipe en cours de situation.

Notre troisième étude a quant à elle permis de décrire l'activité des formateurs au cours des situations de simulation et des sessions de débriefing au travers de leurs activités de tutelle auprès des stagiaires.

L'ensemble de ces trois études contribue à notre sens à une meilleure compréhension de l'activité de l'ensemble des acteurs (stagiaires, équipiers, formateurs) intervenant dans le cadre d'une formation telle que celle de chef d'agrès. Cette contribution a été l'occasion d'établir des perspectives pédagogiques destinées à compléter sur plusieurs points la formation initiale et servant de support à la conception d'un EVAH. Cet aspect applicatif répond au dernier type d'enjeux relevant de notre travail et mentionné également en introduction, à savoir le transfert informatique des résultats récoltés sur le terrain.

En ce sens, le chapitre 7 a été l'occasion d'intégrer nos résultats significatifs dans le processus de conception d'une plate-forme de formation et ainsi de définir des pistes de développement et/ou d'intégration de certains modèles informatiques. Ces derniers portent particulièrement sur l'apprentissage à l'anticipation et aux processus collaboratifs. De cette manière, ce travail peut contribuer au développement de plate-formes de formation existantes tels que l'EVAH SécuRéVi développé au CERV et destiné à former des sapeurs-pompiers aux procédures et au commandement opérationnel contre les incendies à risques chimiques (Querrec *et al.*, 2003).

Malgré tous ces apports, ce présent travail n'en est toutefois pas dénué de certaines limites tant sur le plan de l'analyse de l'activité des agents sur le terrain que sur le plan de la conception d'un EVAH.

Ainsi, notre première étude, bien que contribuant à la compréhension de l'activité individuelle du stagiaire-chef d'agrès en cours de situation de simulation n'apporte que peu d'éléments quant au processus d'apprentissage de ce dernier tout au long de sa formation. En effet, notre travail d'analyse dans ce cas ne se limite qu'aux situations de simulation et non pas à la globalité

de la formation (sessions d'apprentissage théorique suivies de deux sessions d'apprentissage pratique). De plus, notre intérêt ne s'est porté en rien sur la manière dont les stagiaires acquièrent et construisent leurs connaissances que ce soit au cours des situations de simulation mais surtout au cours des sessions de débriefing où nous avons pu constater de l'activité pédagogique des formateurs.

Notre deuxième étude, portant sur la dimension collective, a pour principale limite de se situer dans un cadre particulier destiné à former à un poste individuel (en l'occurrence celui de chef d'agrès) au sein d'un collectif. De ce fait, sur chaque situation de simulation, un seul membre de l'équipe (le stagiaire-chef d'agrès) se trouve véritablement dans la position de novice. Les autres équipiers remplissant des rôles pour lesquels ils possèdent une certaine expérience (moyenne d'expérience de 10,67 ans en tant que sapeurs-pompiers volontaires ; cf. chapitre 4 section 4.1). Cet aspect s'accompagne à notre sens d'une première limite (préalablement mentionnée en chapitre 5 section 5.3.1.1) liée à la pertinence de l'activité des équipiers au cours de ces situations de simulation dans la mesure où ceux-ci ont parfois tendance à se focaliser sur le chef d'agrès dans la perspective d'acquérir des connaissances relatives à ce seul rôle. Qui plus est, dans l'objectif de conception d'environnements de formation collaboratifs, cette étude, bien qu'apportant plusieurs éléments liées à l'activité collective et à la manière de l'encadrer, n'en reste pas moins limitée par le caractère "individualiste" de la fonction de chef d'agrès visée par ce terrain d'étude (chaque situation de simulation n'est destinée qu'à un seul stagiaire).

Notre troisième étude, portant sur l'activité des formateurs, est à notre avis limitée par l'absence de certaines données et notamment de verbalisations sur leur propre activité. En effet, bien que notre analyse ait permis, à partir des seules communications relevées en situation, de décrire leur activité de tutelle au cours des situations de simulation et des sessions de débriefing, celle-ci s'en serait sans nul doute enrichie par l'apport d'entretiens menés *a posteriori* auprès d'eux. Ainsi, notre travail aurait pu rendre compte de manière plus globale de leur activité et ouvrir sur certains processus sous-jacents à celle-ci (*e.g.* actions non verbales, intentions, indices détectés, connaissances mobilisées, etc.).

Concernant le dernier chapitre portant sur la conception d'un EVAH, notre contribution se limite essentiellement à la mention de pistes de développement. Bien qu'ayant essayé d'exposer ces idées le plus précisément possible en nous appuyant sur la mise en application d'une situation d'apprentissage extraite de nos données et la description de modèles existants, nous n'entrons pas explicitement dans les problématiques liées à l'implémentation informatique de ces derniers.

L'ensemble de ces réflexions peut contribuer à l'élaboration de certaines

perspectives portant sur des travaux futurs.

Perspectives

S'intéresser au processus d'apprentissage du stagiaire

Dans la perspective de conception d'un EVAH, il semblerait intéressant de s'attacher à décrire les processus d'apprentissage du stagiaire au fil d'une formation. Dans le cadre de la formation des chefs d'agrès, cela pourrait déjà consister à étudier l'activité du stagiaire au cours des sessions de débriefing pouvant s'avérer, de par la littérature et les résultats de notre étude, comme essentielles pour l'acquisition et la consolidation des connaissances. Qui plus est, ce travail pourrait être complété par le suivi d'un ou plusieurs stagiaires tout au long de la session pratique de formation. Au cours de celle-ci, chaque stagiaire se voit jouer le rôle de chef d'agrès au sein de six situations de simulation. Ces situations de simulation se complexifiant au fil de la semaine par l'intégration progressive de nouveaux objectifs pédagogiques tel que cela a préalablement été expliqué dans le chapitre 4 section 4.1. Par la prise en compte de cet ensemble de données, il serait possible de décrire la manière dont les connaissances d'un stagiaire se construisent et évoluent au cours de la formation. En intégrant ces informations complémentaires, l'EVAH ne serait pas uniquement adapté à l'activité de l'apprenant en situation de simulation mais étendrait son spectre à l'ensemble de la session de formation en constituant de ce fait un outil pédagogique à part entière.

Analyser la session de formation d'une équipe

Comme nous le mentionnions précédemment, la formation des chefs d'agrès, bien que faisant intervenir des équipes en situation de simulation, ne s'attache pas à former une équipe. En ce sens, dans la perspective de conception d'environnements de formation collaboratifs, il serait intéressant d'investir la session de formation d'une équipe au sein de laquelle les agents se verraient formés. Cet aspect collectif est déjà quelque peu abordé par les travaux de (Horcik et Durand, 2011) dans le cadre de la formation d'infirmiers anesthésistes. Au cours de ces situations de simulation, deux infirmiers en formation devaient collaborer en vue d'anesthésier et de réveiller le patient / mannequin sans danger et en respectant les procédures instituées. Cependant, dans le cadre d'une ergonomie de la formation, ces auteurs se sont principalement intéressés à la discordance des activités individuelles en termes d'engagement dans la situation de simulation et sa non prise en compte par les formateurs au cours des débriefings. La création de processus collaboratifs entre stagiaires n'ayant en rien été abordée dans le cadre de leur travail.

Approfondir l'activité des formateurs

Dans le cadre de l'ergonomie de la formation, Horcik et Durand (2011) se sont également attachés à décrire l'activité des formateurs en cours de simulation par l'intermédiaire d'entretiens d'autoconfrontation destinés à révéler leurs préoccupations concernant la cohérence de l'évolution du scénario avec l'activité de référence. En complément de notre présent travail, la mise en place d'entretiens menés *a posteriori* permettrait de comprendre plus précisément l'activité des formateurs en cours de simulation et notamment les éléments que ceux-ci relèvent dans l'activité de l'apprenant et leurs conséquences concernant leur manière d'intervenir auprès de ce dernier. En termes d'application, ces nouveaux éléments pourraient contribuer à la conception d'un EVAH plus adapté dans la mesure où ils pourraient s'intégrer au développement d'un système tutoriel intelligent (*Intelligent Tutoring System*). Au CERV, a par exemple été développé le système générique PEGASE [7] (Buche *et al.*, 2009) pouvant s'intégrer dans différents types d'EVAH et destiné à fournir de manière adaptée une aide pédagogique à l'apprenant et une assistance pédagogique au formateur. Cependant, le caractère adaptatif de ce système repose sur la détection d'erreurs considérées comme des décalages entre les actions réalisées par l'apprenant et les actions prédéfinies que ce dernier est censé suivre (Trinh *et al.*, 2009). En ce sens, PEGASE s'adapte parfaitement à l'apprentissage de procédures mais non pas à l'apprentissage non-procédural tel que cela est le cas dans le cadre de la formation des chefs d'agrès. Les systèmes tutoriels intelligents destinés à l'apprentissage de tâches non procédurales apparaissent plus complexes à mettre en œuvre et reposent généralement sur des systèmes de calcul de probabilités insinuant par conséquent un certain degré d'incertitude (Fricoteaux et Thouvenin, 2015). La mise en lumière des processus sous-jacents à l'activité des formateurs en cours de situation de simulation pourraient permettre de définir de manière sans doute plus précise et plus fine les indices sur lesquels ils s'appuient pour intervenir ou non auprès de l'apprenant et ainsi constituer la base d'un système tutoriel plus adapté à la complexité d'une activité telle que celle de chef d'agrès. Cependant, celui-ci deviendrait sans nul doute exclusif à l'activité en question.

Implémentation informatique

Une implémentation informatique destinée au développement des plateformes existantes permettrait d'éprouver les remarques et pistes de conception d'EVAH définies dans le chapitre 7. Comme cela y a été mentionné, bien que certaines des pistes de conception avancées soient déjà réalisables par les modèles actuels (*e.g.* POSEIDON, certaines d'entre elles pourraient requérir des modifications notamment liées à leur rigidité vis-à-vis d'une activité non procédurale. Qui plus est, d'autres pistes de conception reposeraient sur l'ex-

7. *PEdagogical Generic and Adaptive SystEm*

ploitation de nouveaux modèles (*e.g. Learning Design Language*, LDL ; ORPHEUS) à des fins pédagogiques. Au sein du CERV, ce travail pourrait par exemple s'appliquer à l'EVAH SécuRéVi mentionné précédemment.

Application de la méthodologie EAST

En complément de l'implémentation informatique de ces pistes de conception, la méthodologie EAST (*Event Analysis of Systemic Teamwork* ; cf. chapitre 2 section 2.2.1.5), bien qu'apparaissant, de par sa complexité, plus appropriée à l'étude de collectifs conséquents, pourrait s'avérer intéressante. En effet, restituant la dynamique de l'ensemble des informations transitant au sein d'un collectif en cours de situation, les réseaux propositionnels (*Propositional Network*, PN) pourraient à notre sens constituer la structure sous-jacente d'une plate-forme d'apprentissage destinée à une activité collaborative. Tel que notre analyse de l'activité collective a pu le montrer, par exemple l'activité collaborative d'un binôme en cours de mission, s'appuyant sur un échange d'informations permettant un rééquilibrage des compréhensions individuelles, pourrait sans nul doute être modélisée par un PN. De cette manière, dans le cadre d'une conception d'EVAH telle que décrite en chapitre 7, il serait possible d'imaginer une description de la tâche collaborative reposant non plus uniquement sur un fil d'activités prédéfini mais sur un réseau de circulation d'informations entre équipiers s'avérant peut-être plus flexible.

Bibliographie

Amalberti, R. (2001). La maitrise des situations dynamiques. *Psychologie Française*, 46(2):105–117. 6

Amalberti, R. et Hoc, J.-M. (1998). Analyse des activités cognitives en situation dynamique : Pour quels buts ? Comment ? *Le travail humain*, 61(3):209–234. 142

Amokrane, K., Lourdeaux, D. et Michel, G. (2014). Serious game based on virtual reality and artificial intelligence. *In Proceedings of ICAART'14*, Angers, France. 311

Annett, J., Cunningham, D. et Mathias-Jones, P. (2000). A method for measuring team skills. *Ergonomics*, 43(8):1076–1094. 88, 89

Annett, J. et Duncan, K. D. (1967). Task analysis and training design. *Occupational Psychology*, 41:211–221. 88, 116

Artman, H. et Garbis, C. (1995). Situation Awareness as Distributed Cognition. *In Proceedings of ECCE'98*, pages 1–6, Limerick, Ireland. 78

Au, T. A., Lo, E. H. S. et Hoek, P. J. (2009). Evaluation of Command and Control Activity for Air Operations. *In Proceedings of the 45thAnnual Conference Human Factors and Ergonomics Society of Australia*, pages 45–54, Melbourne, Australia. Curran Associates, Inc. 106

Bailly, B. E. (2004). *Consience de la situation des conducteurs : Aspects fondamentaux, méthodes, et application pour la formation des conducteurs.* Thèse de doctorat, Université Lumière Lyon 2. vii, 35

Barbalat, G. (2009). *Architecture du contrôle cognitif au sein du cortex cérébral dans la schizophrénie.* Thèse de doctorat, Université Claude Bernard Lyon 1. 17

Barthe, B. et Quéinnec, Y. (1999). Terminologie et perspectives d'analyse du travail collectif en ergonomie. *L'année psychologique*, 99(4):663–686. vii, 67, 68

Baudouin, C., Beney, M., Chevaillier, P. et Le Pallec, A. (2007). Recueil de traces pour le suivi de l'activité d'apprenants en travaux pratiques dans un environnement de réalité virtuelle. *Sticef*, 14:389–418. 304

Bayer, J. R. (2010). *A theory of emergency service command staff sensemaking process*. Thèse de doctorat, Cranfield University. 37

Beach, L. R. (1990). *Image Theory : Decision Making in Personal and Organizational Contexts*. John Wiley & Sons, Inc., London. 33

Béguin, P. et Pastré, P. (2002). Working, learning, interacting through simulation. *In* Bagnara, S., Pozzi, S., Rizzo, A. et Wright, P., éditeurs : *11th European Conference on Cognitive Ergonomics : cognition, culture and design*, pages 5–13, Catania, Italy. 130

Berczely, G. (2013). *Strategic Anticipation : Toward an Understanding of How Managers Anticipate Strategic Moves*. Thèse de doctorat, Case Western Reserve University. 44, 190

Bideau, B., Kulpa, R., Vignais, N., Brault, S., Multon, F. et Craig, C. (2010). Using virtual reality to analyze sports performance. *IEEE Computer graphics and applications*, 30:14–21. 308

Bigley, G. A. et Roberts, K. H. (2001). The incident command system : High reliability organizing for complex and volatile task environments. *Academy of Management Journal*, 44:1281–1300. 3

Boin, A., Hart, P., Stern, E. et Sundelius, B. (2005). *Politics of Crisis Management : Public Leadership Under Pressure*. Cambridge University Press, Cambridge, MA. 36

Boos, M., Kolbe, M., Kappeler, P. M. et Ellwart, T. (2011). *Coordination in human and primate groups*. Springer, Berlin, Germany. 89

Bossard, C., Kermarrec, G., Keukelaere, C. D., Pasco, D. et Tisseau, J. (2011). Analyser l'activité décisionnelle de joueurs de football en situation d'entraînement pour développer un modèle de joueur virtuel. *E-JRIEPS*, 23:124–151. 27

Bossard, C., Kermarrec, G., Loor, P. D., Bénard, R. et Tisseau, J. (2009). Sport, réalité virtuelle et conception de simulations participatives Illustration dans le domaine du football avec le simulateur CoPeFoot. *Intellectica*, (52):97–117. vii, 1, 3, 15

Boubée, N. et Tricot, A. (2011). *L'activité informationnelle juvénile*. Hermes Science Publications, Paris, France. 38, 39

Bourbousson, J. (2010). *La coordination interpersonnelle en basketball*. Thèse de doctorat, Université de Nantes. 78, 79, 80, 83, 99, 109, 114, 115, 116, 172

Bourbousson, J., Cogé, G. et R'kiouak, M. (2013). Emergence et causalité descendante dans l'activité collective : Social Network Analysis et ≪Réticulation de l'articulation des cours d'action≫. *In* Quidu, M., éditeur : *Les sciences du sport en mouvement, Tome II*. L'harmattan, Paris, France. 101, 117

Bourbousson, J., Poizat, G., Saury, J. et Sève, C. (2008). Caractérisation des modes de coordination interpersonnelle au sein d'une équipe de basket-ball. *Activités*, 5(1):21–39. 110

Bourbousson, J., Poizat, G., Saury, J. et Sève, C. (2011). Cognition collective : partage de préoccupations entre les joueurs d'une équipe de basket-ball au cours d'un match. *Le travail humain*, 74(1):59–90. viii, 109, 111

Bradley, P. (2006). The history of simulation in medical education and possible future directions. *Medical Education*, 40:254–262. 133

Brown, K. M., Dilley, R. et Marshall, K. (2008). Using a head-mounted video camera to understand social worlds and experiences. *Sociological research online*, 13(6). 55

Brunacini, A. V. (1985). *Fire command*. National Fire Protection Association, Quincy, MA. 34

Bruner, J. S. (1983). *Le développement de l'enfant. Savoir faire. Savoir dire*. Presses Universitaires de France, Paris, France. 15, 142, 149, 245, 247, 251, 262

Buche, C., Querrec, R., Chevaillier, P. et Kermarrec, G. (2006). Apports des systèmes tutoriaux intelligents et de la réalité virtuelle à l'apprentissage de compétences. *In Cognito - Cahiers Romans de Sciences Cognitives (CRSC)*, 2(2):51–83. 15

Buche, C., Querrec, R., De Loor, P., Chevaillier, P. et Tisseau, J. (2009). PEGASE, un système tutoriel intelligent générique et adaptatif en environnement virtuel. *Revue des Sciences et Technologies de l'Information, série Techniques et Sciences Informatiques (RSTI–TSI)*, 28(8):1051–1076. 1, 280, 323

Burkhardt, J.-M., Lourdeaux, D. et Mellet-d'Huart, D. (2006). La réalité virtuelle pour l'apprentissage humain. *In Le traité de la réalité virtuelle (Tome 4)*, chapitre 3, pages 43–102. Presses de l'Ecole des Mines de Paris, Paris. 1, 280

Burnett, M., Wooding, P. et Prekop, P. (2004). Sense Making-Underpinning Concepts and Relation to Military Decision-making. *In Proceedings of the 9th International Command and Control Research and Technology Symposium (9th ICCRTS)*, Copenhague, Danemark. Command and Control Research Program (CCRP). 37

Cannon-bowers, J. A. et Salas, E. (2001). Reflections on shared cognition. *Journal of Organizational Behavior*, 22:195–202. 6, 75

Cannon-bowers, J. A., Salas, E. et Converse, S. A. (1993). Shared mental models in expert team decision making. *In* Castellan, N. J., éditeur : *Individual and Group Decision Making : Current Issues*, chapitre 12, pages 221–246. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ. 75, 76, 116

Cardin, Y., Bossard, C., Buche, C. et Kermarrec, G. (2013). Investigate Naturalistic Decision-Making of Football Players in Virtual Environment : Influence of Viewpoints in Recognition. *In* Chaudet, H., Pellegrin, L. et Bonnardel, N., éditeurs : *NDM11, the 11th International Conference on Naturalistic Decision Making*, numéro May, pages 109–117, Marseille, France. Arpege Science Publishing. 161

Caron-Pargue, J. et Caron, J. (1989). Processus psycholinguistiques et analyse des verbalisations dans une tâche cognitive. *Archives de psychologie*, 57:3–32. 173

Castelfranchi, C. (1998). Modelling social action for AI agents. *Artificial Intelligence*, 103:157–182. 71

Chalandon, X. (2003). Situation Awareness en conception système. *In* Bastien, J. M. C., éditeur : *EPIQUE 2003, Actes des Deuxièmes Journées d'étude en Psychologie ergonomique*, pages 55–62, Boulogne-Billancourt, France. INRIA. 36

Chalandon, X. (2007). *Conscience de la situation : invariants internes et invariants externes*. Thèse de doctorat, CNAM, France. 20, 36, 56

Chauvin, C. (2003). Gestion des risques lors de la prise de décision en situation d'interaction dynamique : approches systémique et cognitive. *In Epique'03*, pages 123–134, Boulogne-Billancourt, France. 23, 70

Chauvin, C. et Hoc, J.-M. (2013). Intégration de l'ergonomie dans la conception des systèmes homme-machine. *In* Millot, P., éditeur : *Ergonomie des systèmes homme-machine : conception et coopération*, chapitre 2, page 386. Lavoisier, Paris, France. 90

Chellali, A., Dumas, C. et Milleville-Pennel, I. (2011). Influence of Haptic Communication on a Shared Manual Task in a Collaborative Virtual Environment. *Interacting With Computers*, 23(4):317–328. 67

Chi, M. T. H. (2006). Two approaches to the study of experts' characteristics. *In* Ericsson, K. A., Charness, N., Feltovich, P. J. et Hoffman, R. R., éditeurs : *The Cambridge handbook of expertise and expert performance*, chapitre 2, pages 21–30. Cambridge University Press, New York, NY. 56

Chi, M. T. H., Feltovich, P. J. et Glaser, R. (1981). Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Science*, 5:121–152. 60, 189

Chipman, S. F., Schraagen, J. M. et Shalin, V. L. (2000). Introduction to cognitive task analysis. *In* Schraagen, J. M., Chipman, S. F. et Shalin, V. L., éditeurs : *Cognitive task analysis*, chapitre 1, pages 3–23. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ. 49

Clark, R. E., Feldon, D. F., Van Merriënboer, J. J. G., Yates, K. et Early, S. (2007). Cognitive task analysis. *In* Spector, J. M., Merril, M. D., Van Merriënboer, J. J. G. et Driscoll, M. P., éditeurs : *Handbook of research on educational communications and technology*, volume 2006, pages 577–593. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ. 49, 50

Cohen, J. (1960). A Coefficient of Agreement for Nominal Scales. *Educational and Psychological Measurement*, 20(1):37–46. 172, 214

Cohen, M. S., Freeman, J. T. et Thompson, B. B. (1997). Integrated critical thinking training and decision support for tactical anti-air warfare. *In* Zsambok, C. E. et Klein, G. A., éditeurs : *Naturalistic decision making*, pages 257–268. Erlbaum, Mahwah, NJ. 31

Cohen, M. S., Freeman, J. T. et Wolf, S. (1996). Meta-recognition in time stressed decision-making : Recognizing, critiquing and correcting. *Human Factors*, 38:206–219. 6, 28, 29, 33, 52, 59, 61, 63

Cohen, M. S. et Thompson, B. B. (2005). Metacognitive processes for uncertainty handling : Connectionist implementation of a cognitive model. *In* Anderson, M. et Oates, T., éditeurs : *Metacognition in Computation : Papers from the 2005 AAAI Spring Symposium*, Menlo Park, CA. AAAI Press. vii, 29, 30, 31

Cohen, M. S., Thompson, B. B., Adelman, L., Bresnick, T. A., Shastri, L. et Riedel, S. L. (2000). Training critical thinking for the battlefield. Volume II : Training System and Evaluation. Rapport technique June, Cognitive Technologies, Inc., Arlington, VA. 31

Cooke, N. J. (1994). Varieties of knowledge elicitation techniques. *International Journal of Human-Computer Studies*, 41:801–849. 49, 50

Cooke, N. J., Gorman, J. C., Myers, C. W. et Duran, J. L. (2013). Interactive team cognition. *Cognitive science*, 37(2):255–25. 108

Cooke, N. J., Gorman, J. C. et Winner, J. L. (2007). Team cognition. *In* Durso, F. T., Nickerson, R. S., Dumais, S. T., Lewandowsky, S. et Perfect, T. J., éditeurs : *Handbook of Applied Cognition*, chapitre 10, pages 239–268. Wiley, New York, NY, 2nd édition. viii, 74, 75, 97, 98, 108, 109, 111

Corbin, J. M. et Strauss, A. C. (2008). *Basics of qualitative research : Techniques and procedures for developing grounded theory.* SAGE Publications, Thousand Oaks, CA, 3rd édition. 170, 171, 214, 255

Cormier, J., Pasco, D., Syllebranque, C. et Querrec, R. (2011). VirTeaSy a haptic simulator for dental education. *In The 6th International Conference on Virtual Learning ICVL*, pages 61–68, Laval, France. 3

Crookall, D. (2011). Serious Games, Debriefing, and Simulation/Gaming as a Discipline. *Simulation & Gaming*, 41(6):898–920. 310

Debanne, T. (2013). *Prise de décisions de cadres confrontés à un environnement dynamique, coopératif et compétitif. Une approche en ergonomie cognitive : Application à l'entraîneur professionnel de handball en situation de match.* Thèse de doctorat, Université Paris-Sud. vii, 72

DeChurch, L. A. et Mesmer-Magnus, J. R. (2010). The cognitive underpinnings of effective teamwork : a meta-analysis. *The Journal of applied psychology*, 95(1):32–53. 107

Dervin, B. (1983). An overview of sense-making research : Concepts, methods, and results to date. *In International Communications association Annual Meeting*, Dallas, TX. 38, 61

Di Loreto, I., Mora, S. et Divitini, M. (2012). Collaborative Serious Games for Crisis Management : An Overview. *In 2012 IEEE 21st International Workshop on Enabling Technologies : Infrastructure for Collaborative Enterprises*, pages 352–357. 310

Doly, A.-M. (2006). La métacognition : de sa définition par la psychologie à sa mise en œuvre à l'école. *In* Toupiol, G., éditeur : *Apprendre et comprendre : place et role de la métacognition dans l'aide spécialisée*, pages 83–124. Retz, Paris. 29

Durand, M. (2008). Un programme de recherche technologique en formation des adultes. Une approche enactive de l'activité humaine et l'accompagnement de son apprentissage/développement. *Education et Didactique*, 2(3):97–121. 123, 133, 134, 135

Dyrks, T., Denef, S. et Ramirez, L. (2008). An Empirical Study of Firefighting Sensemaking Practices to Inform the Design of Ubicomp Technology.

In Sensemaking Workshop of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI 2008), page [online], Florence, Italy. 5, 7, 31, 37, 39

Elliott, G., Omodei, M. M. et McLennan, J. (2007). The Human Factors Interview Protocol : A Tool for the Investigation of Human Factors Issues in Emergency Management. *Australian Journal of Emergency Management*, 22. 53

Elm, W. C., Potter, S. S., Gualteri, J. W., Roth, E. M. et Easter, J. R. (2003). Applied cognitive work analysis : a pragmatic methodology for designing revolutionary cognitive affordances. *In* Hollnagel, E., éditeur : *Handbook for Cognitive Task Design*, chapitre 16. Lawrence Erlbaum Associates Inc., Londres, UK. 90, 116

Endsley, M. R. (1995). Toward a theory of situation awareness in dynamic systems : Situation awareness. *Human Factors*, 37(1):32–64. vii, 34, 35, 36, 47, 61, 77, 108

Endsley, M. R. (2000). Theoretical underpinnings of situation awareness : A critical review. *In* Endsley, M. R. et Garland, D. J., éditeurs : *Situation awareness analysis and measurement*, pages 3–32. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ. 116

Fanning, R. M. et Gaba, D. M. (2007). The role of debriefing in simulation-based learning. *Simulation in healthcare*, 2(2):115–125. 145

Fauquet, P. et Frémaux, L. (2007). Simulateur d'anesthésie-réanimation. Analyse des pratiques des médecins-formateurs. Rapport technique, Laboratoire de Recherche pour les Sciences de l'Energie, Paris, France. 139

Fern, L. C. (2008). *Coordination in urban firefighting : a critical incident analysis*. Thèse de doctorat, The Ohio State University. 50

Fern, L. C., Trent, S. et Voshell, M. G. (2008). A functional goal decomposition of urban firefighting. *In* Fiedrich, F. et Van de Walle, B., éditeurs : *the 5th International Security Crisis Response and Management (ISCRAM) Conference*, numéro May, pages 305–314, Washington, DC, USA. 51

Ferraris, C., Lejeune, A., Vignollet, L. et David, J.-P. (2005). Modélisation de scénarios pédagogiques collaboratifs. *In EIAH 2005*, pages 285–296, Montpellier, France. 295, 296, 307, 312

Fiore, S. M., Rosen, M. A., Smith-Jentsch, K. A., Salas, E., Letsky, M. et Warner, N. (2010). Toward an Understanding of Macrocognition in Teams : Predicting Processes in Complex Collaborative Contexts. *Human Factors*, 52(2):203–224. 78

FLAVELL, J. H. (1976). Metacognitive aspects of problem solving. *In* RESNICK, L. B., éditeur : *The nature of intelligence*, pages 231–236. Laurence Erlbaum Associates, Hillesdale, NJ. 29

FLEISS, J. L. (1971). Measuring nominal scale agreement among many raters. *Psychological Bulletin*, 76(5):378–382. 214, 224, 255, 259

FLIN, R., O'CONNOR, P. et CRICHTON, M. (2008). *Safety et the sharp end : A guide to non-technical skills*. Aldershot, UK, ashgate édition. vii, 6, 42, 43, 47, 61, 63

FRICOTEAUX, L. et THOUVENIN, I. (2015). Adaptation de retours immersifs en environnement virtuel informé basée sur une observation incertaine de l'utilisateur. Application à la formation au transport fluvial. *Revue d'intelligence artificielle*, 29(1):113–141. 309, 323

GAGNE, R. (1999). Learning Hierarchy (Prerequisites) Analysis. *In* JONASSEN, D. H., TESSMER, M. et HANNUM, W. H., éditeurs : *Task Analysis Methods for instructional Design*, chapitre 8, pages 77–86. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ. 50

GARDNER, R. (2013). Introduction to debriefing. *Seminars in Perinatology*, 37:166–174. 144, 145, 267

GASAWAY, R. B. (2008). *Fireground Command Decision Making : Understanding the Barriers Challenging Command Situation Awareness*. Gasaway Consulting Group, LLC, Roseville, MN. 34

GERBAUD, S. et ARNALDI, B. (2009). Humains virtuels et collaboration dans un environnement virtuel de formation. *Technique et science informatiques (RSTI - TSI)*, 28(6-7):741–766. 67

GIBSON, H., WALKER, G. H., STANTON, N. A. et BABER, C. (2004). EAST Methodology for Railway Data : Protection Scenario. Rapport technique, Human Factors Integration Defence Technology Centre, Southamton. viii, 106

GORMAN, J. C., COOKE, N. J. et AMAZEEN, P. G. (2010). Training Adaptive Teams. *Human Factors : The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 52(2):295–307. 114

GORMAN, J. C., COOKE, N. J. et WINNER, J. L. (2006). Measuring team situation awareness in decentralized command and control environments. *Ergonomics*, 49:1312–1325. 99

GRANDBASTIEN, M. et LABAT, J.-M. (2006). *Environnements informatiques pour l'apprentissage humain*. Hermes Lavoisier, Paris. 280

Grangeat, M., Rogalski, J., Lima, L. et Gray, P. (2009). Comprendre le travail collectif enseignant : effets du contexte de l'activité sur les conceptualisations des acteurs. *Revue Suisse des Sciences de l'Education*, 31(1):151–168. 68

Grau, J.-Y., Doireau, P. et Poisson, R. (1998). Conception et utilisation de la simulation pour la formation : pratiques actuelles dans le domaine militaire. *Le Travail Humain*, 61(4):361–385. 5, 124, 127, 128, 132, 133

Grosjean, M. et Lacoste, M. (1999). *Communication et intelligence collective : le travail à l'hôpital*. PUF, Paris, France. 86, 118

Guéraud, V. et Cagnat, J.-M. (2006). Automatic semantic activity monitoring of distance learners guided by pedagogical scenarios. *In* Nejdl, W. et Tochtermann, K., éditeurs : *Innovative Approaches for Learning and Knowledge Sharing*, pages 476–481, Crete, Greece. Springer. 281

Guibourdenche, J. (2013). *Préoccupations et agencements dans les contextes d'activité domestique*. Thèse de doctorat, Université de Lyon. viii, 86, 87, 101, 102, 113, 119

Guibourdenche, J., Vacherand-Revel, J. et Grosjean, M. (2011). Transcrire l'activité d'un collectif distribué et mobile à travers différents espaces. *In EPIQUE 2011*, Metz, France. 101, 116

Gutwin, C. et Greenberg, S. (2004). The Importance of Awareness for Team Cognition in Distributed Collaboration. *In* Salas, E., Fiore, S. M. et Cannon-bowers, J. A., éditeurs : *Team Cognition : Understanding the Factors that Drive Process and Performance*, chapitre 9, pages 177–202. Whashington DC, apa press édition. 6

Haferkamp, N. et Krämer, N. C. (2010). Disaster Readiness through Education-Training Soft Skills to Crisis Units by Means of Serious Games in Virtual Environments. *In* Wolpers, M., Kirschner, P. A., Scheffel, M., Lindstaedt, S. et Dimitrova, V., éditeurs : *5th European conference on Technology enhanced learning, EC-TEL*, pages 506–511, Barcelona, Spain. Springer. 311

Hoc, J.-M. (1996). *Supervision et contrôle de processus. La cognition en situation dynamique*. Presses Universitaires de Grenoble, Grenoble. vii, 21, 44, 57

Hoc, J.-M. (2001a). Toward ecological validity of research in cognitive ergonomics. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 2(3):278–288. 3, 6, 16, 158

Hoc, J.-M. (2001b). Towards a cognitive approach to human–machine cooperation in dynamic situations. *International Journal of Human-Computer Studies*, 54(4):509–540. vii, 72

Hoc, J.-M. (2003). Coopération humaine et systèmes coopératifs. *In* Boy, G., éditeur : *Ingénierie cognitive : IHM et Cognition*, chapitre 5, pages 139–187. Hermès, Paris, France. 67, 70, 71, 74, 75

Hoc, J.-M. et Amalberti, R. (1994). Diagnostic et prise de décision dans les situations dynamiques. *Psychologie française*, 39(2):177–192. 20, 56, 57, 61, 71

Hoc, J.-M. et Carlier, X. (2002). Role of a common frame of reference in cognitive cooperation : sharing tasks between agents in air traffic control. *Cognition, Technology & Work*, 4(1):37–47. 71

Hoffman, R. R. et Lintern, G. (2006). Eliciting and representing the knowledge of experts. *In* Ericsson, K. A., Charness, N., Feltovich, P. et Hoffman, R. R., éditeurs : *The Cambridge Handbook of Expertise and Expert Performance*, chapitre 12, pages 203–222. Cambridge University Press, Cambridge, MA. 25

Hoffman, R. R. et Militello, L. G. (2009). *Perspectives on cognitive task analysis*. Taylor & Francis Group, New York. 49

Hollnagel, E. (1993). *Human reliability analysis : context and control*. Academic Press. vii, 22

Hollnagel, E. (2002). Cognition as control : A pragmatic approach to the modelling of joint cognitive systems. *Special Issue of IEEE Journal of Systems, Man and Cybernetics*. vii, 20, 23, 24, 56, 61

Hollnagel, E., Journé, B. et Laroche, H. (2009). La fiabilité et la résilience comme dimensions de la performance organisationnelle. *M@n@gement*, 12(4):224–229. 92

Hollnagel, E. et Woods, D. D. (1983). Cognitive systems engineering : New wine in new bottles. *International Journal of Man-machine Studies*, 18:583–600. 22, 70

Hollnagel, E. et Woods, D. D. (2005). *Joint cognitive systems : Foundations of cognitive systems engineering*. Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL. 22, 24

Horcik, Z. (2014). Former des professionnels via la simulation : confrontation des principes pédagogiques issus de la littérature et des pratiques de terrain. *Activités*, 11(2):76–86. 144, 145, 146, 147, 268

Horcik, Z. et Durand, M. (2011). Une démarche d'ergonomie de la formation : Un projet pilote en formation par simulation d'infirmiers anesthésistes. *Activités*, 8(2):173–188. 1, 5, 123, 133, 134, 135, 136, 144, 322, 323

Horcik, Z. et Savoldelli, G. (2010). Simulation et formation professionnelle : analyse de l'expérience fictionnelle chez des infirmiers anesthésistes en formation. *In Congrès de l'Actualité de la Recherche en Education et en Formation (AREF)*, Genève, Suisse. 133, 134, 262

Houghton, R. J., Baber, C., Cowton, M., Walker, G. H. et Stanton, N. A. (2008). WESTT (workload, error, situational awareness, time and teamwork) : an analytical prototyping system for command and control. *Cognition, Technology & Work*, 10(3):199–207. 97

Hutchins, E. (1995). *Cognition in the Wild*. MIT press, Cambridge, MA. 77

Hutchins, E. (2010). Enaction, imagination, and insight. *In* Stewart, J. R., Gapenne, O. et Di Paolo, E. A., éditeurs : *Enaction : Towards a new paradigm for vognitive science*, chapitre 15, pages 425–450. MIT Press, Cambridge, MA. 101

Hutton, R., Klein, G. A. et Wiggins, S. (2008). Sensemaking : Building, Maintaining and Recovering Situation Awareness. Unpublished Paper presented at the 2008 CHI workshop on sensemaking, Florence, Italy ; April 6th, 2008. available from : http ://sites.google.com/site/dmrussell2/sensemakingworkshoppapers. 37

Janis, I. L. et Mann, L. (1977). *Decision Making : a Psychological Analysis of Conflict, Choice, and Commitment*. Free Press, New York. 33

Jensen, E. et Brehmer, B. (2005). Sensemaking in the Fog of War : An Experimental Study of How Command Teams Arrive at a Basis for Action. *In Proceedings of the 10th International Command and Control Research and Technology Symposium (10th ICCRTS)*, McLean, VA, USA. Command and Control Research Program (CCRP). 37

Jiang, X., Hong, J. I., Takayama, L. A. et Landay, J. A. (2004). Ubiquitous Computing for Firefighters : Field Studies and Prototypes of Large Displays for Incident Command. *In Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pages 679–686, Vienne, Autriche. ACM, New York, NY, USA. 37

Johnson, C. E. (2011). *The role of worst case scenarios in real-world decision making : a study of bushfire fighting.* Thèse de doctorat, La Trobe University, Bundoora. vii, 42, 44, 47, 48, 61

Jones, D. (2007). Situational awareness : A safety concept we need more of. *National Fire & Rescue*, 31(3):6. 34

KAHNEMAN, D., SLOVIC, P. et TVERSKY, A. (1982). *Judgement under uncertainty : Heuristics and biases.* Cambridge Univ. Press, Cambridge, MA. 31

KAHNEMAN, D. et TVERSKY, A. (2000). *Frames, values, and choices.* NY, cambridge édition. 33

KERMARREC, G. et BOSSARD, C. (2014). Defensive Soccer Players' Decision Making A Naturalistic Study. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*, 8:187–199. 3

KEUKELAERE, C. D. (2012). *Modes de coordination interindividuelle et régulation du partage en situation dynamique collaborative : Application au handball et au théâtre d'improvisation.* Thèse de doctorat, Université de Bretagne Occidentale. 3, 76, 77, 79, 98, 172

KEUKELAERE, C. D., KERMARREC, G., BOSSARD, C., PASCO, D. et LOOR, P. D. (2013). Formes, contenus et évolution du partage au sein d'une équipe de sport de haut niveau. *Le travail humain*, 76(3):227–255. 3

KIRWAN, B. et AINSWORTH, L. K. (1992). *A Guide To Task Analysis : The task analysis working group.* CRC Press, Londres, UK. 95

KLEIN, G. A. (1993). A recognition-primed decision (RPD) model of rapid decision making. *In* KLEIN, G. A., ORASANU, J., CALDERWOOD, R. et ZSAMBOK, C. E., éditeurs : *Decision making in action : Models and methods*, chapitre 6, pages 138–147. Norwood, CT, ablex édition. 4, 26, 33, 58

KLEIN, G. A. (1997). The current status of the naturalistic decision making framework. *In* FLIN, R., SALAS, E., STRUB, M. et MARTIN, L., éditeurs : *Decision making under stress : Emerging themes and applications*, pages 11–28. Ashgate, Aldershot, UK. vii, 25, 26, 61, 185

KLEIN, G. A. (2000). Cognitive task analysis of teams. *In* SCHRAAGEN, J. M., CHIPMAN, S. F. et SHALIN, V. L., éditeurs : *Cognitive task analysis*, chapitre 25, pages 417–431. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ. 77

KLEIN, G. A. (2004). *The power of intuition : How to use your gut feelings to make better decisions at work.* Currency/Double Day, Londres, UK. vii, 27, 28

KLEIN, G. A. (2008). Naturalistic Decision Making. *Human Factors : The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 50(3):456–460. 6, 58

KLEIN, G. A. et CALDERWOOD, R. (1991). Decision models : Some lessons from the field. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 21(5):1018–1026. 25

KLEIN, G. A., CALDERWOOD, R. et CLINTON-CIROCCO, A. (1986). Rapid Decision Making on the Fire Ground. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 30(6):576–580. 25, 52, 58

KLEIN, G. A., CALDERWOOD, R. et MACGREGOR, D. (1989). Critical decision method for eliciting knowledge. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 19(3):462–472. 52

KLEIN, G. A., MOON, B. M. et HOFFMAN, R. R. (2006a). Making Sense of Sensemaking 1 : Alternative Perspectives. *IEEE intelligent systems*, 21(4): 70–73. 38, 39

KLEIN, G. A., MOON, B. M. et HOFFMAN, R. R. (2006b). Making Sense of Sensemaking 2 : A Macrocognitive Model. *IEEE Intelligent Systems*, 21(5):88–92. 38

KLEIN, G. A., PHILLIPS, J. K., RALL, E. L. et PELUSO, D. A. (2007a). A Data-Frame Theory of Sensemaking. *In* HOFFMAN, R. R., éditeur : *Expertise out of context : Proceedings of the sixth Internationale Conference of Naturalistic Decision Making*, pages 113–155, Hillsdale, NJ. Lawrence Erlbaum Associates. vii, xiii, 6, 34, 39, 40, 41, 59, 60, 61, 63, 185, 187, 189, 191, 206

KLEIN, G. A., SNOWDEN, D. et PIN, C. L. (2007b). Anticipatory thinking. *In Proceedings of the 8th International Naturalistic Decision Making Conference*, pages 120–127, Pacific Grove, CA. 43, 44, 45, 46, 47, 60, 61, 165, 190, 191, 308

KLEIN, G. A., WIGGINS, S. et DOMINGUEZ, C. O. (2010). Team sensemaking. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 11(4):304–320. viii, xiii, 82, 83, 84, 112, 206, 207, 233

KOLB, D. A. (1984). *Experiential learning : Experience as the source of learning and development*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ. 144

KOPER, R. (2001). Modeling units of study from a pedagogical perspective : the pedagogical meta-model behind EML. Rapport technique, Educational Technology Expertise Centre, Open University of The Netherlands. 282

LAAT, M. D. et SIMONS, R.-J. (2002). Apprentissage collectif : Perspectives théoriques et moyens de soutenir l'apprentissage en réseau. *Formation professionnelle*, 27:14–27. 67

LAFOND, D., DUCHARME, M. B., GAGNON, J.-F. et TREMBLAY, S. (2012). Support Requirements for Cognitive Readiness in Complex Operations. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making. Special Issue "Exploring Cognitive Readiness in Complex Operational Environments : Advances in Theory and Practice*, 6:393–426. 308, 309

LANDGREN, J. (2005). Supporting fire crew sensemaking enroute to incidents. *International Journal of Emergency Management*, 2(3):176–188. 37

LANDGREN, J. (2006). Making action visible in time-critical work. *In Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in computing systems - CHI '06*, pages 201–210, Montreal, Quebec, Canada. ACM Press, New York, NY, USA. 37

LANDGREN, J. et NULDEN, U. (2007). A study of emergency response work : patterns of mobile phone interaction. *In Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in computing systems - CHI '07*, pages 1323–1332, San Jose, CA, USA. ACM, New York, NY, USA. 37

LANDIS, J. R. et KOCH, G. G. (1977). An application of hierarchical kappa-type statistics in the assessment of majority agreement among multiple observers. *Biometrics*, 33:363–374. 172, 214

LANQUEPIN, V., CARPENTIER, K., LOURDEAUX, D., LHOMMET, M., BAROT, C. et AMOKRANE, K. (2013). HUMANS : a HUman Models based Artificial eNvironments Software platform. *In Proceedings of Laval Virtual VRIC' 13*, numéro November 2015, Laval, France. ACM Press. 292

LE CORRE, F., FAUVEL, C., HOAREAU, C., QUERREC, R. et BUCHE, C. (2012). Chrysaor : an agent-based intelligent tutoring system in virtual environment. *In International Conference on Virtual Learning*, Brasov, Romania. 304

LEBRATY, J.-F. (2007). Améliorer la prise de décisions risquées : comment transformer une équipe d'experts en une équipe experte ? *In Colloque ORIANE sur l'analyse du risque*, pages 1–13, Bayonne, France. 67, 76, 78

LEJEUNE, A. (2004). IMS Learning Design. Etude d'un langage de modélisation pédagogique. *Distances et savoirs*, 2(4):409–450. x, 283, 284, 287

LELEBINA, O. et SARDAS, J.-C. (2011). L'expertise et les experts dans les organisations. Une approche multidisciplinaire pour la définition des notions clés. *In Actes du XXIIe Congrès de l'AGRH*, Marrakech, Maroc. 56

LEPLAT, J. (1991). Activités collectives et nouvelles technologies. *Revue internationale de psychologie sociale*, 4:335–356. 67

LEPLAT, J. (1993). Ergonomie et activités collectives. *In* SIX, F. et VAXEVANOGLOU, X., éditeurs : *Les aspects collectifs du travail*, pages 7–27. Octarès, Toulouse, France. 68

Leplat, J. (2002). *Psychologie de la formation : jalons et perspectives : choix de textes (1955-2002)*. Octarès, Toulouse, France. viii, 124, 125, 126, 133, 136

Lerch, F. J. et Harter, D. E. (2001). Cognitive support for real-time dynamic decision making. *Information systems research*, 12:63–82. 308

Levoyer, D. (2009). *Approche différentielle du contrôle cognitif dans les schizophrénies*. Thèse de doctorat, Université Rennes 2. 17

Lim, B.-C. et Klein, K. J. (2006). Team mental models and team performance : a field study of the effects of team mental model similarity and accuracy. *Journal of Organizational Behavior*, 27:403–418. 76, 107

Lipshitz, R. (1994). Decision making in three modes. *Journal for the Theory of Social Behavior*, (24):47–66. 4

Lipshitz, R., Klein, G. A., Orasanu, J. et Salas, E. (2001). Focus Article : Taking Stock of Naturalistic Decision Making. *Journal of Behavioral Decision Making*, 14:331–352. 6, 25, 26, 52

Lipshitz, R., Omodei, M. M., McLennan, J. et Wearing, A. J. (2007). What's burning ? The RAWFS heuristic on the fire ground. *In* Hoffman, R. R., éditeur : *Expertise out of context : Proceedings of the sixth International Conference of Naturalistic Decision Making*, pages 97–112, Hillsdale, NJ. Lawrence Erlbaum Associates. 4, 5, 31, 33, 55, 59, 69, 127, 167, 168, 183, 185, 188

Lipshitz, R. et Strauss, O. (1997). Coping with uncertainty : A naturalistic decision-making analysis. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 69(2):149–163. vii, 6, 31, 32, 33, 52, 59, 61, 63, 167

Lourdeaux, D. (2001). *Réalité virtuelle et formation : conception d'environnements virtuels pédagogiques*. Thèse de doctorat, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris. 1, 280, 301

Mackenzie, S. H. et Kerr, J. H. (2012). Head-mounted camera and stimulated recall in qualitative sport research. *Qualitative Research in Sport, Exercise and Health*, 4(1):51–61. 54

Macquet, A.-C. (2009). Recognition Within the Decision-Making Process : A Case Study of Expert Volleyball Players. *Journal of Applied Sport Psychology*, 21(1):64–79. 27

Malakis, S. et Kontogiannis, T. (2013). A sensemaking perspective on framing the mental picture of air traffic controllers. *Applied ergonomics*, 44(2):327–39. 207

MALAKIS, S. et KONTOGIANNIS, T. (2014). Exploring team sensemaking in air traffic control (ATC) : insights from a field study in low visibility operations. *Cognition, Technology & Work*, 16(2):211–227. 112, 119, 207

MARCH, J. G. (1994). *A primer on decision making : How decisions happen.* New York, free press édition. 4, 46

MARCH, J. G. et OLSEN, J. P. (1976). *Ambiguity and choice in organizations.* Bergen, Norway, universite édition. 31

MARION, N. (2010). *Modélisation de scénarios pédagogiques pour les environnements de réalité virtuelle d'apprentissage humain.* Thèse de doctorat, Université de Bretagne Occidentale. x, 281, 282, 285, 301, 306, 312

MARION, N., SEPTSEAULT, C., BOUDINOT, A. et QUERREC, R. (2007). Gaspar : Aviation management on an aircraft carrier using virtual reality. *In Cyberworlds 2007*, pages 15–22, Hanovre, Germany. 304

MARKS, M. A., SABELLA, M. J., BURKE, C. S. et ZACCARO, S. J. (2002). The impact of cross-training on team effectiveness. *Journal of Applied Psychology*, 87(1):3–13. 76

MARKS, M. A., ZACCARO, S. J. et MATHIEU, J. E. (2000). Performance implications of leader briefings and team-interaction training for team adaptation to novel environments. *Journal of Applied Psychology*, 85(6):971–986. 76

MARTEL, C., VIGNOLLET, L. et FERRARIS, C. (2006). Ldl : un langage supporta la scénarisation pédagogique. *In Scénariser l'enseignement et l'apprentissage : une nouvelle compétence pour le praticien ?*, numéro Ldl, pages 51–56, Lyon, France. Institut Nationale de Recherche Pédagogique. 297

MATHIEU, J. E., HEFFNER, T. S., GOODWIN, G. F., CANNON-BOWERS, J. A. et SALAS, E. (2005). Scaling the quality of teammates' mental models : equifinality and normative comparisons. *Journal of Organizational Behavior*, 26:37–56. 76

MAUREL, D. (2010). Sense-making : un modèle de construction de la réalité et d'appréhension de l'information par les individus et les groupes. *Etudes de communication*, 35:31–46. 38, 39, 81

MCLENNAN, J., ELLIOTT, G. et HOLGATE, A. M. (2009). Anticipatory thinking and managing complex tasks : Wildfire fighting safety and effectiveness. *In Conference Proceedings of the 8th Industrial and Organisational Psychology Conference*, numéro d, pages 90–95. Australian Psychological Society. 44, 45, 46

McLennan, J., Holgate, A. M., Omodei, M. M. et Wearing, A. J. (2003). Good, Poor, and Disastrous Small-Unit Command : Lessons from the Fireground. *In 39th International Applied Military Psychology Symposium*, pages 1–7, Brussels. 6, 168

McLennan, J., Omodei, M. M., Rich, D. et Wearing, A. J. (1997). Helmet-mounted video : Applications for fire officer training and operations. *Journal of the Fire Service College*, 3(3):67–74. 55

McLennan, J., Omodei, M. M. et Wearing, A. J. (2001). Cognitive processes of first-on-scene fire officers in command at emergency incidents as an analogue of small-unit command in peace support operations. *In* Essens, P., Vogelaar, A. et Winslow, D., éditeurs : *The human in command : peace support operations*, pages 312–332. Mets & Schilt, Amsterdam. 55

McLennan, J., Pavlou, O., Klein, G. A. et Omodei, M. M. (2005). Using video during training to enhance learning of emergency incident command and control skills. *The Australian Journal of Emergency Management*, 20(3):10–14. 52, 53, 54, 55

Montgomery, H. (1989). From cognition to action : The search for dominance in decision making. *In* Montgomery, H. et Svenson, O., éditeurs : *Process and structure in human decision making*, pages 23–49. John Wiley & Sons, Inc., New York. 33

Murgia, M., Sors, F., Muroni, A. F., Santoro, I., Prpic, V., Galmonte, A. et Agostini, T. (2014). Using perceptual home-training to improve anticipation skills of soccer goalkeepers. *Psychology of Sport and Exercise*, 15(6):642–648. 308

Neyns, V. (2011). *Les modalités du contrôle cognitif en situation dynamique : anticipation et gestion des dérives. Le cas de l'anesthésie.* Thèse de doctorat, Université Toulouse 2 Le Mirail. 20, 22

Norman, D. A. (1981). Categorization of action slips. *Psychological Review*, 88(1):1–15. 92, 117

Olry, P. et Vidal-Gomel, C. (2011). Conception de formation professionnelle continue : tensions croisées et apports de l'ergonomie, de la didactique professionnelle et des pratiques d'ingénierie. *Activités*, 8(2):115–149. 130

Omodei, M. M., McLennan, J. et Wearing, A. J. (2005). How expertise is applied in real-world dynamic environments : Head mounted video and cued recall as a methodology for studying routines of decision making. *In* Betsch, T. et Haberstroh, S., éditeurs : *The Routines of Decision Making*, chapitre 15, pages 271–288. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ. 27, 53, 55

ORASANU, J. (1995). Training for aviation decision making : The naturalistic decision making perspective. *In Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 39th Annual Meeting*, pages 1258–1262, Santa Monica, CA. Society, Human Factors and Ergonomics. 42

ORASANU, J. (1997). Stress and naturalistic decision making- Strengthening the weak links. *In* FLIN, R., SALAS, E., STRUB, M. et MARTIN, L., éditeurs : *Decision making under stress : Emerging themes and applications*, pages 43–46. Ashgate, Aldershot, UK. 42

OREHOVAČKI, T., BUBAŠ, G. et KOVAČIĆ, A. (2012). Taxonomy of Web 2.0 applications with educational potential. *In Transformation in Teaching : Social Media Strategies in Higher Education*, chapitre 3, pages 43–72. Informing Science Press, Santa Rosa, CA. 67

OSMAN, M. (2010). Controlling uncertainty : a review of human behavior in complex dynamic environments. *Psychological Bulletin*, 136(1):65–86. 168

PARKER, R. J. (2010). *Technological advances in the analysis of work in dangerous environments : tree felling and rural firefighting.* Thèse de doctorat, Massey University, New Zealand. 54

PASTRÉ, P. (2005). *Apprendre par la simulation : de l'analyse du travail aux apprentissages professionnels.* Octarès, Toulouse, France. 5, 124, 144

PASTRÉ, P., MAYEN, P. et VERGNAUD, G. (2006). La didactique professionnelle. *Revue française de pédagogie*, 154:145–198. 123, 133

PATRICK, J. (1992). *Training : Research and practice.* Academic Press, San Diego, CA. 137

PAYNE, J. W., BETTMAN, J. R. et JOHNSON, E. J. (1993). *The adaptative decision maker.* Cambridge University Press, New York. 28

PEFFER, J. E., TITTLE, J. S., GUALTIERI, J. W., ELM, W. C., VOSHELL, M. G., PRUE, B. et WOODS, D. D. (2008). How costly is your C 2 Coordination ? Assessing the coordination requirements within Command and Control. *In Proceeedings of the 13th International Command and Control Research and Technology Symposium*, Bellevue , WA. viii, 73, 90, 91, 104, 157

PERCIER, M. et WAGEMANN, L. (2004). Etude de l'acquisition d'une compétence en conduite de processus : comparaison entre deux systèmes d'aide. *In* SAMURÇAY, R. et PASTRÉ, P., éditeurs : *Recherches en didactique professionnelle*, chapitre 4, pages 85–108. Octarès, Toulouse, France. 143, 144, 265

Pernin, J.-P. et Lejeune, A. (2004). Dispositifs d'apprentissage instrumentés par les technologies : vers une ingénierie centrée sur les scénarios. *In TICE 2004*, pages 407–414, Compiègne. 281, 283

Plant, K. L. et Stanton, N. A. (2012). Why did the pilots shut down the wrong engine ? Explaining errors in context using Schema Theory and the Perceptual Cycle Model. *Safety Science*, 50(2):300–315. 103

Poizat, G., Sève, C., Serres, G. et Saury, J. (2008). Analyse du partage d'informations contextuelles dans deux formes d'interaction sportives : coopérative et concurrentielle. *Le travail humain*, 71(4):323–357. 109, 110

Polceanu, M., Parenthoën, M. et Buche, C. (2015). ORPHEUS : Mental Simulation as Support for Decision-Making in a Virtual Agent. *In The Twenty-Eighth International Florida Artificial Intelligence Research Society Conference (FLAIRS-28)*, pages 73–78. AAAI Press. 310, 313

Potter, S. S., Roth, E. M., Woods, D. D. et Elm, W. C. (2000). Bootstrapping multiple converging cognitive task analysis techniques for system design. *In* Schraagen, J. M., Chipman, S. F. et Shalin, V. L., éditeurs : *Cognitive task analysis*, chapitre 20, pages 317–340. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ. 50

Prue, B., Voshell, M. G., Woods, D. D., Peffer, J. E., Tittle, J. S. et Elm, W. C. (2008). Synchronized Coordination Loops : A Model for Assessing Distributed Teamwork. *In Proceedings of NATO Research and Technology Organisation (RTO) Human Factors and Medicine Panel (HFM) symposium. Adaptability in Coalition Teamwork*, Copenhague, Danemark. 73

Querrec, R., Buche, C., Maffre, E. et Chevaillier, P. (2003). SécuRéVi : virtual environments for fire-fighting training. *In* Richir, S., Richard, P. et Taravel, B., éditeurs : *5th virtual reality international conference (VRIC'03)*, pages 169–175, Laval, France. 304, 320

Quidu, M. et Favier-Ambrosini, B. (2014). L'articulation des données en première et troisième personnes. De la génèse d'une méthodologie originale en sciences du sport.L'articulation des données en première et troisième personnes. De la génèse d'une méthodologie originale en sciences du sport. *Intellectica*, 62(2):7–34. 159

Rasmussen, J. (1986). *Information Processing and Human-Machine Interaction : An Approach to Cognitive Engineering*. Elsevier Science Ltd, New York, NY. vii, 18, 20, 21, 56, 57, 61, 89

Rasmussen, J. (1987). Modelling Action in Complex Environnements. Rapport technique, Technical report Riso-M-2684, Riso National Laboratory, Roskilde, Denmark. 51

RASMUSSEN, J. (1997). Risk management in a dynamic society : a modelling problem. *Safety science*, 27(2-3):183–213. 70, 92, 117

REASON, J. (1993). *L'erreur humaine*. Presses Universitaires de France, Paris. vii, 18

RINGBERG, T. et REIHLEN, M. (2008). Towards a Socio-Cognitive Approach to Knowledge Transfer. *Journal of Management Studies*, 45(5):912–935. 39

RIX, G. (2010). Typologie des actes de jugement de l'arbitre de rugby expérimenté. *Science & Motricité*, 56(3):109–124. 55

RIX, G. et BIACHE, M.-J. (2004). Enregistrement en perspective subjective située et entretien en re situ subjectif : une méthodologie de constitution de l'expérience. *Intellectica*, 38(1):363–396. 54, 159, 160, 203

RIX-LIÈVRE, G. (2010). Différents modes de confrontation à des traces de sa propre activité. *Revue d'anthropologie des connaissances*, 4(2):358–379. 54, 55, 160

RIX-LIÈVRE, G. et LIÈVRE, P. (2008). Towards a codification of practical knowledge. *Knowledge Management Research and Practice*, 6:225–232. 55

ROGALSKI, J. (2003). Y a-t-il un pilote dans la classe ? Une analyse de l'activité de l'ensei- gnant comme gestion d'un environnement dynamique ouvert. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 23(3):343–288. 140

ROGALSKI, J. et ANTOLIN, P. (1997). Training in open dynamic environment management : The case of operational management in public safety. *In IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics vol. 2, SMC'97*, pages 1867–1872, Orlando, Fl. IEEE. 141

ROSS, K. G., SHAFER, J. L. et KLEIN, G. A. (2006). Professional judgments and "naturalistic decision making". *In* ERICSSON, A. K., CHARNESS, N., FELTOVICH, P. J. et HOFFMAN, R. R., éditeurs : *The Cambridge Handbook of Expertise and Expert Performance*, chapitre 23, pages 403–419. Cambridge, cambridge édition. 26

ROTH, E. M. et MUMAW, R. J. (1995). Using cognitive task analysis to define human interface requirements for first-of-a-kind systems. *In Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 39th Annual Meeting*, pages 520–524, Santa Monica, CA. Human Factors and Ergonomics Society. 51

ROULIN, V. (2014). *L'activité du formateur lors d'une séance de débriefing post-simulation : une tension entre prescription et improvisation.* Thèse de doctorat, Université de Genève. 144, 147

Rubin, D. L. (2001). Crew resource management applied to the incident command system, Part 5 : Task allocation. *Firehouse*, 26(11):122–125. 34

Russell, D. M., Stefik, M. J., Pirolli, P. et Card, S. K. (1993). The cost structure of sensemaking. *In CHI '93 : Proceedings of the INTERACT '93 and CHI '93 conference on Human factors in computing systems, April 24 - 29*, pages 269–276, Amsterdam, The Netherlands. ACM Press, New York, NY, USA. 38

Salas, E. et Cannon-bowers, J. A. (2000). The anatomy of team training. *In* Tobias, S. et Fletcher, J. D., éditeurs : *Training and retraining : A handbook for business, industry, government, and the military*, pages 312–335. Macmillan Reference, New York. 76

Salas, E., Cooke, N. J. et Rosen, M. A. (2008). On Teams, Teamwork, and Team Performance : Discoveries and Developments. *Human Factors*, 50(3):540–547. 7

Salas, E., Fiore, S. M., Warner, N. et Letsky, M. (2010). Emerging multi-disciplinary theoretical perspectives in team cognition : an overview. *Theoretical Issues in Ergonomics Research*, 11(4):245–249. 74

Salas, E., Nichols, D. R. et Driskell, J. E. (2007). Testing Three Team Training Strategies in Intact Teams A Meta-Analysis. *Small Group Research*, 38:471–488. 114

Salembier, P. et Zouinar, M. (2004). Intelligibilité mutuelle et contexte partagé : Inspirations conceptuelles et réductions technologiques. *Activités*, 1(2):64–85. vii, 75, 79, 80, 110

Salmon, P. M., Goode, N., Archer, F., Spencer, C., McArdle, D. et McClure, R. J. (2014). A systems approach to examining disaster response : Using Accimap to describe the factors influencing bushfire response. *Safety Science*, 70:114–122. 92, 103

Salmon, P. M., Read, G. J. M., Stanton, N. A. et Lenné, M. G. (2013). The crash at Kerang : Investigating systemic and psychological factors leading to unintentional non-compliance at rail level crossings. *Accident Analysis and Prevention*, 50:1278–1288. viii, 92, 93, 103, 116

Salmon, P. M., Stanton, N. A. et Walker, G. H. (2004). National Grid Transco : Switching operations report. *Defence Technology Centre for Human Factors Integration Support*. viii, 96, 106

Samurçay, R. (2005). Concevoir des situations simulées pour la formation professionnelle. *In Apprendre par la simulation : De l'analyse du travail aux apprentissages professionnels*, pages 221–239. Octarès, Toulouse, France. viii, 129

SAMURÇAY, R. et ROGALSKI, J. (1993). Cooperative work and decision making in emergency management. *Le Travail Humain*, 56(1):53–77. 3, 69

SAMURÇAY, R. et ROGALSKI, J. (1998). Exploitation didactique des situations de simulation. *Le Travail Humain*, 61(4):333–359. viii, 5, 123, 124, 129, 130, 131, 133, 135, 136, 138, 139, 140, 141, 144, 251, 262, 264, 265

SAURY, J. (2008). Transitions entre formes coopératives et concurrentielles de l'activité collective dans la prise de décision tactique au sein d'équipages experts en voile. *In* HOC, J.-M. et CORSON, Y., éditeurs : *Actes du congres 2007 de la société Française de Psychologie*, pages 177–185. 109, 110

SCHAEFFER, J.-M. (1999). *Pourquoi la fiction ?* Seuil, Paris, France. 134

SCHMITT, D. (2012). *Expérience de visite et construction des connaissances : le cas des musées de sciences et des centres de culture scientifique.* Thèse de doctorat, Université de Strasbourg. 55, 162

SCHMITT, D. (2014). Vers une remédiation muséale à partir de l'expérience située des visiteurs. *Les enjeux de l'information et de la communication*, 15(2a):43–55. 55

SCHÖN, D. A. (1994). *Le praticien réflexif : à la recherche du savoir caché dans l'agir professionnel.* Les Editions Logiques inc., Québec. 144

SÈVE, C., BOURBOUSSON, J., POIZAT, G. et SAURY, J. (2009). Cognition et performance collectives en sport. *Intellectica*, 52(2):71–95. 74, 75, 76, 78, 98, 107, 108, 109

SÈVE, C., THEUREAU, J., SAURY, J. et HARADJI, Y. (2012). Drôles d'endroits pour une rencontre : STAPS, Ergonomie & Cours d'action. *In* QUIDU, M., éditeur : *Les Sciences du sport en mouvement - Innovations et traditions théoriques en STAPS*, volume 52, chapitre 1, pages 39–64. L'harmattan, Paris, France. 85

SHEPHERD, A. (2001). *Hierarchical task analysis.* Taylor & Francis Group, Londres, UK. 89

SIECK, W. R., KLEIN, G. A., PELUSO, D. A., SMITH, J. L. et HARRIS-THOMPSON, D. (2007). FOCUS : A Model of Sensemaking. Rapport technique May, Technical Report 1200, United States Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences, Arlington, Virginia. 38

SIMON, H. A. (1976). *Administrative behavior : A study of decision-making processes in administrative organization.* The Free Press, Collier Macmillan Publishers, Londres, UK, 3rd édition. 26

Smith, P. A., Baber, C., Hunter, J. et Butler, M. (2008). Measuring team skills in crime scene investigation : exploring ad hoc teams. *Ergonomics*, 51(10):1463–1488. 89

Sorensen, L. J. et Stanton, N. A. (2011). Is SA shared or distributed in team work ? An exploratory study in an intelligence analysis task. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 41(6):677–687. 97

Sperber, D. et Wilson, D. (1986). *La pertinence. Communication et cognition.* Les Editions de Minuit, Paris, France. 79

Stanton, N. A., Baber, C. et Harris, D. (2008). *Modelling command and control : event analysis of systemic teamwork.* Ashgate Publishing Ltd., Aldershot, UK. 94, 97, 116, 117, 118

Stanton, N. A., Stewart, R., Harris, D., Houghton, R. J., Baber, C., McMaster, R., Salmon, P. M., Hoyle, G., Walker, G. H., Young, M., Linsell, M., Dymott, R. et Green, D. (2006). Distributed situation awareness in dynamic systems : theoretical development and application of an ergonomics methodology. *Ergonomics*, 49(12-13):1288–1311. vii, 77, 78, 94, 96, 105

Stewart, R., Stanton, N. A., Harris, D., Baber, C., Salmon, P. M., Mock, M., Tatlock, K., Wells, L. et Kay, A. (2008). Distributed situation awareness in an Airborne Warning and Control System : application of novel ergonomics methodology. *Cognition, Technology & Work*, 10(3):221–229. 95, 106

Steyer, V. (2011). Faire sens avec l'autre, faire sens de l'autre. *In XXème conférence de l'AIMS*, Nantes, France. 81

Stout, R. J., Cannon-bowers, J. A., Salas, E. et Milanovich, D. M. (1999). Planning, shared mental models, and coordinated performance : An Empirical link is established. *Human Factors*, 41(1):61–71. 75, 76, 107

Strijbos, J.-W., Martens, R. L., Prins, F. J. et Jochems, W. M. (2006). Content analysis : What are they talking about ? *Computers & Education*, 46:29–48. 163, 171, 178, 224, 259

Sunstein, C. R. (2007). *Worst-case scenarios.* Harvard university Press, Cambridge, MA. 47

Taylor, M. (2010). *The impact of sensemaking on knowledge transfer : A qualitative analysis of junior doctors' clinical handover.* Thèse de doctorat, University of Southampton. vii, xiii, 39, 40, 45, 46, 81, 207

Tchounikine, P. (2011). *Computer science and educational software design.* Springer, New York, NY. 1, 279, 280

Terssac (De), G. et Chabaud, C. (1990). Référentiel opératif commun et fiabilité. *In* Leplat, J. et Terssac (De), G., éditeurs : *Les facteurs humains de la fiabilité dans les systèmes complexes*, pages 111–139. Octarès, Toulouse, France. 71

Theureau, J. (2004). *Le cours d'action : Méthode élémentaire.* Octarès, Toulouse, France. 85, 135

Theureau, J. (2006). *Le cours d'action : Méthode développée.* Octarès, Toulouse, France. 83, 85, 100, 135

Thuilliez, H., Anceaux, F. et Hoc, J.-M. (2005). Rôle de l'opérateur et du statut fonctionnel des informations lors de la prise d'informations en anesthésie. *Le travail humain*, 68(3):225–252. 165

Tiberghien, G. (2002). *Dictionnaire des sciences cognitives.* Paris, armand col édition. 6, 158

Trinh, T.-h., Buche, C., Querrec, R. et Tisseau, J. (2009). Modeling of errors realized by a human learner in virtual environment for training. *International Journal of Computers Communications & Control (IJCCC)*, IV(1):73–81. 323

Trinh, T. H., Chevaillier, P., Barange, M., Soler, J., Loor, P. D. et Querrec, R. (2011). Integrating semantic directional relationships into virtual environments : A meta-modelling approach. *In JVRC 2011 : Proceedings of the Joint Virtual Reality Conference of EGVE – EuroVR*, pages 67–74, Nottingham, UK. 304

Uitdewilligen, S., Waller, M. J. et Zijlstra, F. R. H. (2010). Team Cognition and Adaptability in Dynamic Settings : A Review of Pertinent Work. *International Review of Industrial and Organizational Psychology*, 25:293–345. 80

van den Heuvel, C., Alison, L. et Power, N. (2014). Coping with uncertainty : police strategies for resilient decision-making and action implementation. *Cognition, Technology & Work*, 16(1):25–45. 34, 119, 188

Vermersch, P. (2000). Conscience directe et conscience réfléchie. *Intellectica*, 31(2):269–311. 100

Vicente, K. J. (1999). *Cognitive work analysis : Toward safe, productive, and healthy computer-based work.* Lawrence Erlbaum Associates Inc., Hillsdale, NJ. 89, 116

Vidal-Gomel, C., Boccara, V., Rogalski, J. et Delhomme, P. (2008). Les activités de guidage des formateurs au cours d'un audit destiné à des

conducteurs expérimentés et âgés. *Travail & Apprentissage*, 2:46–64. 140, 142, 143, 146, 147, 149, 247, 250, 266, 268

Vidal-Gomel, C., Fauquet-Alekhine, P. et Guibert, S. (2011). Réflexions et apports théoriques sur la pratique des formateurs et de la simulation. *In* Fauquet-Alekhine, P. et Pehuet, N., éditeurs : *Améliorer la pratique professionnelle par la simulation.*, pages 115–141. Octarès, Toulouse, France. viii, 129, 138, 142, 264

Vidal-Gomel, C. et Rogalski, J. (2009). Analyser l'activité des formateurs en conduite automobile : une étude exploratoire des aspects collectifs du travail. *Savoirs*, 20(2):85–118. viii, 140, 142, 143, 148, 247, 250, 251, 262

Voshell, M. G., Woods, D. D., Prue, B. et Fern, L. C. (2007). Coordination Loops : A New Unit of Analysis for Distributed Work. *In* Mosier, K. et Fischer, U., éditeurs : *Proceeedings of the 8th International NDM Conference*, numéro June, Pacific Grove, CA. Erlbaum. 73, 91, 104

Vygotski, L. S. (1934). *Pensée et langage*. La Dispute (traduction de F. Sève), Paris, France, 3 édition. 15, 142, 264

Wagemann, L. et Percier, M. (1995). *Contribution à l'étude de la formation à la gestion de processus continus : Le cas de l'entraînement sur simulateur machine des élèves officiers de la marine*. Thèse de doctorat, Ecole Pratique des Hautes Etudes, Paris. 141

Walker, G. H., Gibson, H., Stanton, N. A., Baber, C., Salmon, P. M. et Green, D. (2006). Event analysis of systemic teamwork (EAST) : a novel integration of ergonomics methods to analyse C4i activity. *Ergonomics*, 49(12-13):1345–1369. 93

Walker, G. H., Stanton, N. A., Stewart, R., Jenkins, D. P., Wells, L., Salmon, P. M. et Baber, C. (2009). Using an integrated methods approach to analyse the emergent properties of military command and control. *Applied ergonomics*, 40:636–647. viii, 94, 95, 96, 97, 106

Waller, M. J., Gupta, N. et Giambatista, R. C. (2004). Effects of Adaptive Behaviors and Shared Mental Models on Control Crew Performance. *Management Science*, 50(11):1534–1544. 75

Wang, E. E. (2011). Simulation and adult learning. *Disease a Month*, 57(11): 664–678. 310

Wei, J. et Salvendy, G. (2004). The cognitive task analysis methods for job and task design : Review and reappraisal. *Behaviour & Information Technology*, 23(4):273–299. 50

WEICK, K. E. (1979). *The social psychology of organizing.* Addison-Wesley, Reading, MA. 33

WEICK, K. E. (1993). The collapse of sensemaking in organizations : The Mann Gulch disaster. *Administrative Science Quarterly*, 38:628–652. 38

WEICK, K. E. (1995). *Sensemaking in Organizations.* SAGE Publications, Thousand Oaks, CA. xiii, 33, 34, 38, 81

WEICK, K. E. (2000). *Making sense of the organization.* Wiley-Blackwell Publishers, Oxford. 81

WEICK, K. E. et ROBERTS, K. H. (1993). Collective mind in organizations : Heedful interrelating on flight decks. *Administrative Science Quarterly*, 38: 357–381. 46

WEICK, K. E. et SUTCLIFFE, K. M. (2007). *Managing the unexpected : Resilient performance in an age of uncertainty.* Jossey-Bass, San Francisco, CA. 71

WEICK, K. E., SUTCLIFFE, K. M. et OBSTFELD, D. (2005). Organizing and the Process of Sensemaking. *Organization Science*, 16(4):409–421. viii, 38, 82

WILLIAMS, A. M., FORD, P. R., ECCLES, D. W. et WARD, P. (2011). Perceptual-cognitive expertise in sport and its acquisition : Implications for applied cognitive psychology. *Applied Cognitive Psychology*, 25(3):432–442. 308

WOODS, D. D. et HOLLNAGEL, E. (2006). *Joint cognitive systems : Patterns in cognitive systems engineering.* Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL. 73

WOODS, D. D. et ROTH, E. M. (1988). Aiding human performance II : from cognitive analysis to support systems. *Le travail humain*, 51(2):139–171. 51

XIAO, Y., MILGRAM, P. et DOYLE, D. J. (1997). Capturing and modeling planning expertise in anesthesiology : Results of a field study. *In Naturalistic decision making*, chapitre 19, pages 197–205. Erlbaum, Mahwah, NJ. 52

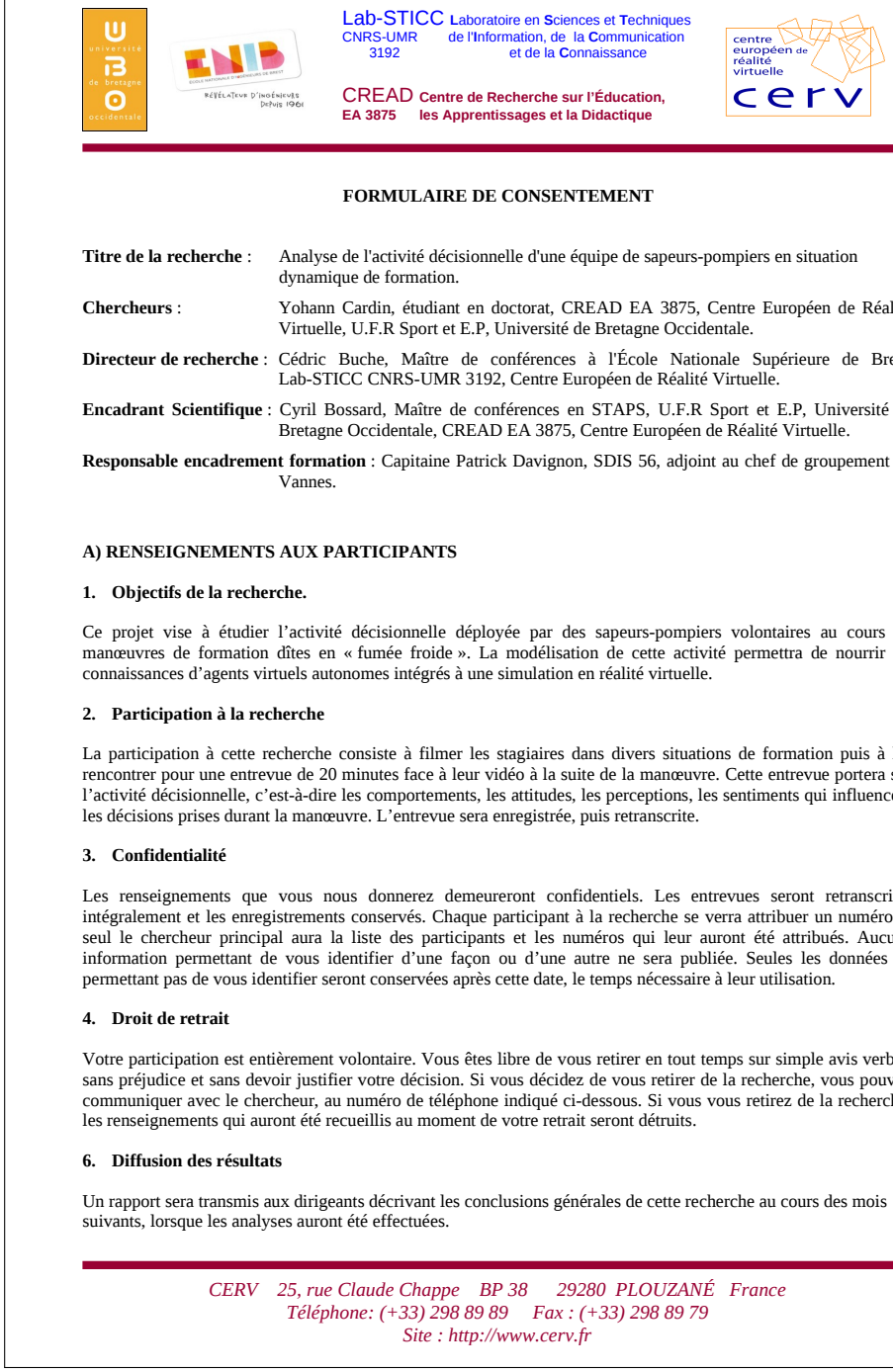
ZACCAÏ-REYNERS, N. (2005). Fiction et typification. Contribution à une approche théorique de la transmission de l'expérience. *Methodos. Savoirs et textes*, 5. 134

Annexes

Annexe A

Contexte de l'étude

A.1 Formulaire de consentement



Lab-STICC Laboratoire en Sciences et Techniques
CNRS-UMR 3192 de l'Information, de la Communication et de la Connaissance

CREAD Centre de Recherche sur l'Éducation, les Apprentissages et la Didactique
EA 3875

centre européen de réalité virtuelle
cerv

FORMULAIRE DE CONSENTEMENT

Titre de la recherche : Analyse de l'activité décisionnelle d'une équipe de sapeurs-pompiers en situation dynamique de formation.

Chercheurs : Yohann Cardin, étudiant en doctorat, CREAD EA 3875, Centre Européen de Réalité Virtuelle, U.F.R Sport et E.P, Université de Bretagne Occidentale.

Directeur de recherche : Cédric Buche, Maître de conférences à l'École Nationale Supérieure de Brest, Lab-STICC CNRS-UMR 3192, Centre Européen de Réalité Virtuelle.

Encadrant Scientifique : Cyril Bossard, Maître de conférences en STAPS, U.F.R Sport et E.P, Université de Bretagne Occidentale, CREAD EA 3875, Centre Européen de Réalité Virtuelle.

Responsable encadrement formation : Capitaine Patrick Davignon, SDIS 56, adjoint au chef de groupement de Vannes.

A) RENSEIGNEMENTS AUX PARTICIPANTS

1. Objectifs de la recherche.

Ce projet vise à étudier l'activité décisionnelle déployée par des sapeurs-pompiers volontaires au cours de manœuvres de formation dîtes en « fumée froide ». La modélisation de cette activité permettra de nourrir les connaissances d'agents virtuels autonomes intégrés à une simulation en réalité virtuelle.

2. Participation à la recherche

La participation à cette recherche consiste à filmer les stagiaires dans divers situations de formation puis à les rencontrer pour une entrevue de 20 minutes face à leur vidéo à la suite de la manœuvre. Cette entrevue portera sur l'activité décisionnelle, c'est-à-dire les comportements, les attitudes, les perceptions, les sentiments qui influencent les décisions prises durant la manœuvre. L'entrevue sera enregistrée, puis retranscrite.

3. Confidentialité

Les renseignements que vous nous donnerez demeureront confidentiels. Les entrevues seront retranscrites intégralement et les enregistrements conservés. Chaque participant à la recherche se verra attribuer un numéro et seul le chercheur principal aura la liste des participants et les numéros qui leur auront été attribués. Aucune information permettant de vous identifier d'une façon ou d'une autre ne sera publiée. Seules les données ne permettant pas de vous identifier seront conservées après cette date, le temps nécessaire à leur utilisation.

4. Droit de retrait

Votre participation est entièrement volontaire. Vous êtes libre de vous retirer en tout temps sur simple avis verbal, sans préjudice et sans devoir justifier votre décision. Si vous décidez de vous retirer de la recherche, vous pouvez communiquer avec le chercheur, au numéro de téléphone indiqué ci-dessous. Si vous vous retirez de la recherche, les renseignements qui auront été recueillis au moment de votre retrait seront détruits.

6. Diffusion des résultats

Un rapport sera transmis aux dirigeants décrivant les conclusions générales de cette recherche au cours des mois suivants, lorsque les analyses auront été effectuées.

CERV 25, rue Claude Chappe BP 38 29280 PLOUZANÉ France
Téléphone: (+33) 298 89 89 Fax : (+33) 298 89 79
Site : http://www.cerv.fr

FIGURE A.1: Formulaire de consentement

Lab-STICC Laboratoire en Sciences et Techniques
CNRS-UMR 3192 de l'Information, de la Communication et de la Connaissance

CREAD Centre de Recherche sur l'Éducation, les Apprentissages et la Didactique
EA 3875

centre européen de réalité virtuelle
cerv

B) CONSENTEMENT

Je déclare avoir pris connaissance des informations ci-dessus, avoir obtenu les réponses à mes questions sur ma participation à la recherche et comprendre le but, la nature, les avantages, les risques et les inconvénients de cette recherche.

Après réflexion et un délai raisonnable, je consens à participer à cette étude. Je sais que je peux me retirer en tout temps, sur simple avis verbal, sans aucun préjudice.

	Oui	Non
Je consens à ce que les données anonymisées recueillies dans le cadre de cette étude soient utilisées pour des projets de recherche subséquents, conditionnellement à leur approbation éthique et dans le respect des mêmes principes de confidentialité et de protection des informations	☐	☐

Signature du stagiaire :		Date :	
Nom :		Prénom :	

Je déclare avoir expliqué le but, la nature, les avantages, les risques et les inconvénients de l'étude et avoir répondu au meilleur de ma connaissance aux questions posées.

Signature du chercheur :		Date :	
Nom :		Prénom :	

Pour toute question relative à l'étude, ou pour vous retirer de la recherche, vous pouvez communiquer avec Yohann Cardin, au numéro de téléphone suivant : 02.98.05.89.68 ou à l'adresse courriel cardin@enib.fr.

CERV 25, rue Claude Chappe BP 38 29280 PLOUZANÉ France
Téléphone: (+33) 298 89 89 Fax : (+33) 298 89 79
Site : http://www.cerv.fr

FIGURE A.2: Formulaire de consentement (suite)

A.2 Site de formation de l'EDSP du Calvados situé à Vaudry

FIGURE A.3: Vue aérienne du site d'entraînement de l'EDSP du Calvados (Vaudry)

FIGURE A.4: Reproduction d'un centre commercial

FIGURE A.5: Intervention sur l'immeuble de 6 étages

FIGURE A.6: Intervention sur bâtiment pavillonnaire avec feu de garage

FIGURE A.7: Intervention sur incendie de camion-citerne

FIGURE A.8: Intervention sur incendie de citerne de gaz

A.3 Fiche d'évaluation des stagiaires chefs d'agrès

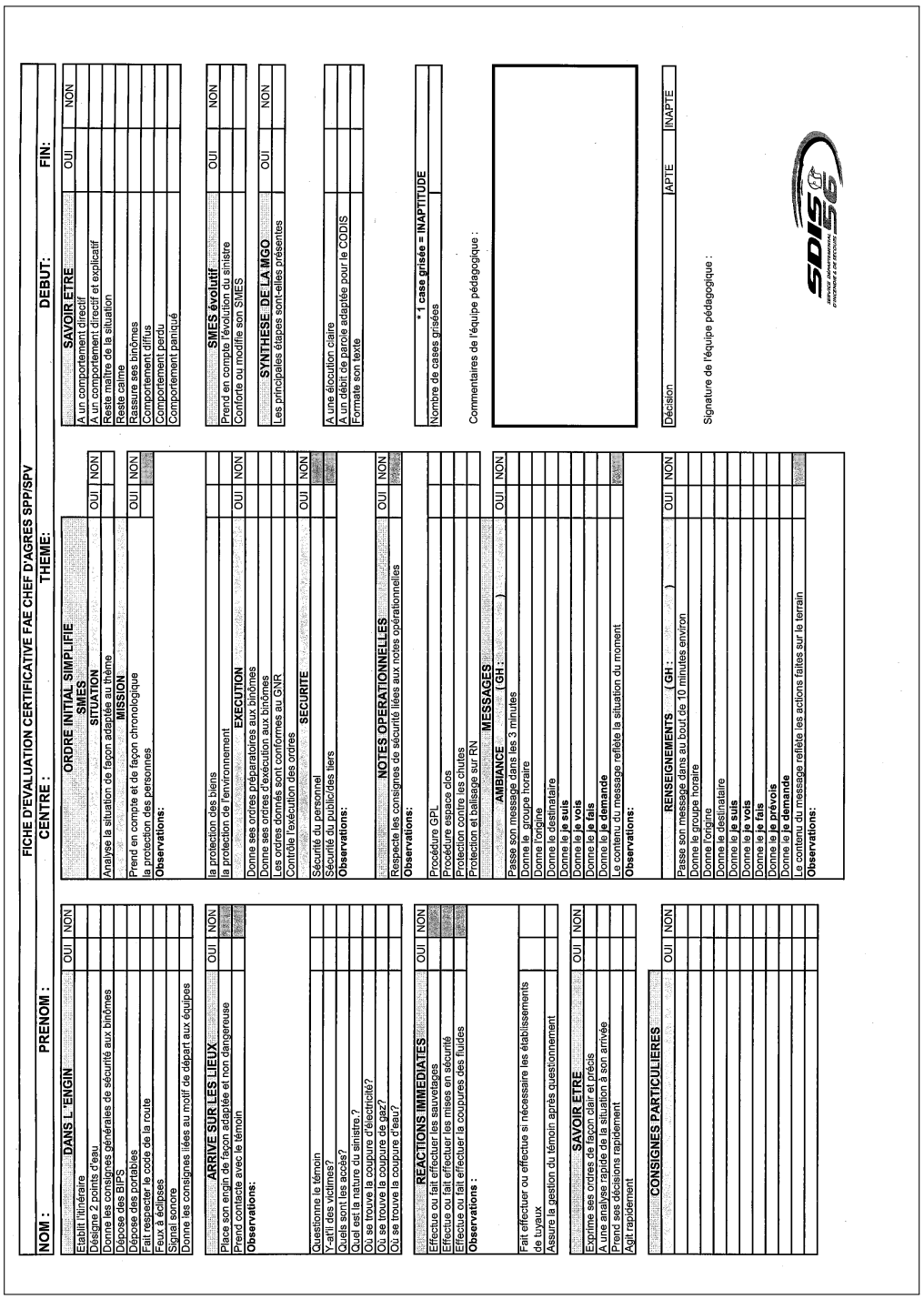


FIGURE A.9: Feuille d'évaluation des chefs d'agrès

A.4 Travail d'investigation sur le choix du modèle de caméra embarquée

Caractéristiques recherchées

1. Peut se fixer sur un casque de pompier sans l'endommager
   Sur le côté ou sur le dessus ?
2. Ne pas gêner la mise en place du masque à oxygène
3. Orientation possible
4. Pas trop mobile
5. Résistant en cas de choc
6. Pas trop volumineux
7. Autonomie d'au moins 45' de film
8. Stabilisateur d'image
9. Qualité d'image
10. Enregistrement du son

FIGURE A.10: Investigation sur le modèles de caméra embarquée (exigences requises par le terrain)

2 possibilités :

- **Sur le dessus**
  - Système de fixation par bande adhésive ou bandeau

  - Éventuel problème dû à la surface du casque non plane

  - Orientation verticale obligatoire par rapport à l'inclinaison du casque pour capter le champ de vision de l'agent

  - Attention à ne pas gêner la mise en place du masque à oxygène dans le cas d'un bandeau

FIGURE A.11: Investigation sur le modèles de caméra embarquée (1er type de caméra possible)

- **Sur le côté**
  - Système de fixation par bande adhésive ou bandeau

  - Obligation de le mettre à gauche à cause de la lampe torche placée par défaut à droite

  - Orientation verticale obligatoire (éventuellement horizontale) pour capter le champ de vision

  - Ne pas gêner la mise en place de du masque à oxygène dans le cas d'un bandeau

FIGURE A.12: Investigation sur le modèles de caméra embarquée (2ème type de caméra possible)

Modèles existants

Tableau	Casque	Côté/Dessus	Masque oxygène	Orientation	Immobilité	Résistance	Taille modeste	Longue durée	Stabilisateur	Qualité image	Microphone
ActionCam											
GoPro	O/X	Dessus	O/X	O	O	O	X	O	X	O	O
Magicam	O/X	Côté/Dessus	O	O	?	O	X	O	X	O	O
Vivitar DVR785HD	?	?	?	O	?	O	X	?	?	O	?
TopGun											
Sony HDR-AS15	O	Côté	?	X	O	O	O/X	O	O	O	O
Contour ROAM2	O/X	Côté	?	O/X	?	O	O	O	X	O	O
Drift HD	O/X	Côté/Dessus	?	O	O	O	O/X	O	X	O	O
Yonis voiture	?	Côté/Dessus	?	O	X	?	O/X	O	X	?	O
Yonis plongée	O	Côté	?	?	O	O	O	O	X	?	O/X
Stylet											
Yonis tube	O	Côté	?	?	O	O	O	O	X	?	O
Yonis camera laser	O	Côté	?	X	O	O	O	O	X	O	O
Oregon atc mini	O	Côté	?	O	O	O	X	O	X	O	?
Oregon atc 9k	O	Côté/Dessus	?	O	?	O	O	O	X	O	?
Oregon atc cameleon	?	?	?	O	?	O	O	?	?	?	?
Technoglobe bullet	O	?	?	?	?	O	O	O	?	O	?
Camsports Fun	O	Côté	?	X	O	?	O	O	?	O	?
Camsports Evo Pro	O	Côté	?	?	?	O	O	O	?	O	?
Abus camera sport	O	?	?	?	?	O	O	?	?	O	?
Camera OEM			?								
Autres											
Movicam	?	Dessus	X	X	X	O	O	O	X	O	O
Lunettes	X	-	X	-	O	?	-	O	X	O	O
Masques	X	-	X	-	O	?	-	O	X	O	O

FIGURE A.13: Investigation sur le modèles de caméra embarquée (Bilan de l'ensemble des modèles)

Annexe B

Étude de l'activité individuelle du stagiaire-chef d'agrès

B.1 Validité de l'analyse synchronique

Prises de décison

		Juge A									Total
		Incident	Contexte	Civil	Dangers	Action	Ordre	Infos équipe	État équipe	Message	
Juge B	Incident	3	0	1	0	0	0	0	0	0	4
	Contexte	0	6	0	0	0	0	0	1	0	7
	Civil	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4
	Dangers	0	1	0	4	0	0	0	0	0	5
	Action	0	2	0	0	5	0	0	1	0	8
	Ordre	0	0	0	0	0	13	0	0	0	13
	Infos équipe	0	0	0	0	0	0	8	0	0	8
	État équipe	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
	Message	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4
Total		3	9	5	4	5	13	8	4	4	55

Calcul d'accord inter-juges (Kappa de Cohen)

$$P_o = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{r} n_{ii} = 0{,}89$$

$$P_e = \frac{1}{n^2}\sum_{i=1}^{r} n_{i.} n_{.i} = 0{,}14$$

$$K = \frac{P_o - P_e}{1 - P_e} = 0{,}87$$

Projections

		Juge A									Total
		Incident	Contexte	Civil	Dangers	Action	Ordre	Infos équipe	État équipe	Message	
Juge B	Incident	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	Contexte	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3
	Civil	0	0	8	0	0	0	0	0	0	8
	Dangers	1	1	0	7	0	0	0	0	0	9
	Action	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ordre	0	0	0	0	0	5	0	0	0	5
	Infos équipe	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
	État équipe	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
	Message	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total		3	4	8	7	0	5	2	2	0	31

Calcul d'accord inter-juges (Kappa de Cohen)

$$P_o = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{r} n_{ii} = 0{,}94$$

$$P_e = \frac{1}{n^2}\sum_{i=1}^{r} n_{i.} n_{.i} = 0{,}19$$

$$K = \frac{P_o - P_e}{1 - P_e} = 0{,}92$$

FIGURE B.1: Détail des calculs de validité de la procédure de codage sur la manœuvre 2

B.2 Analyse diachronique de l'activité décisionnelle des stagiaires-chefs d'agrès

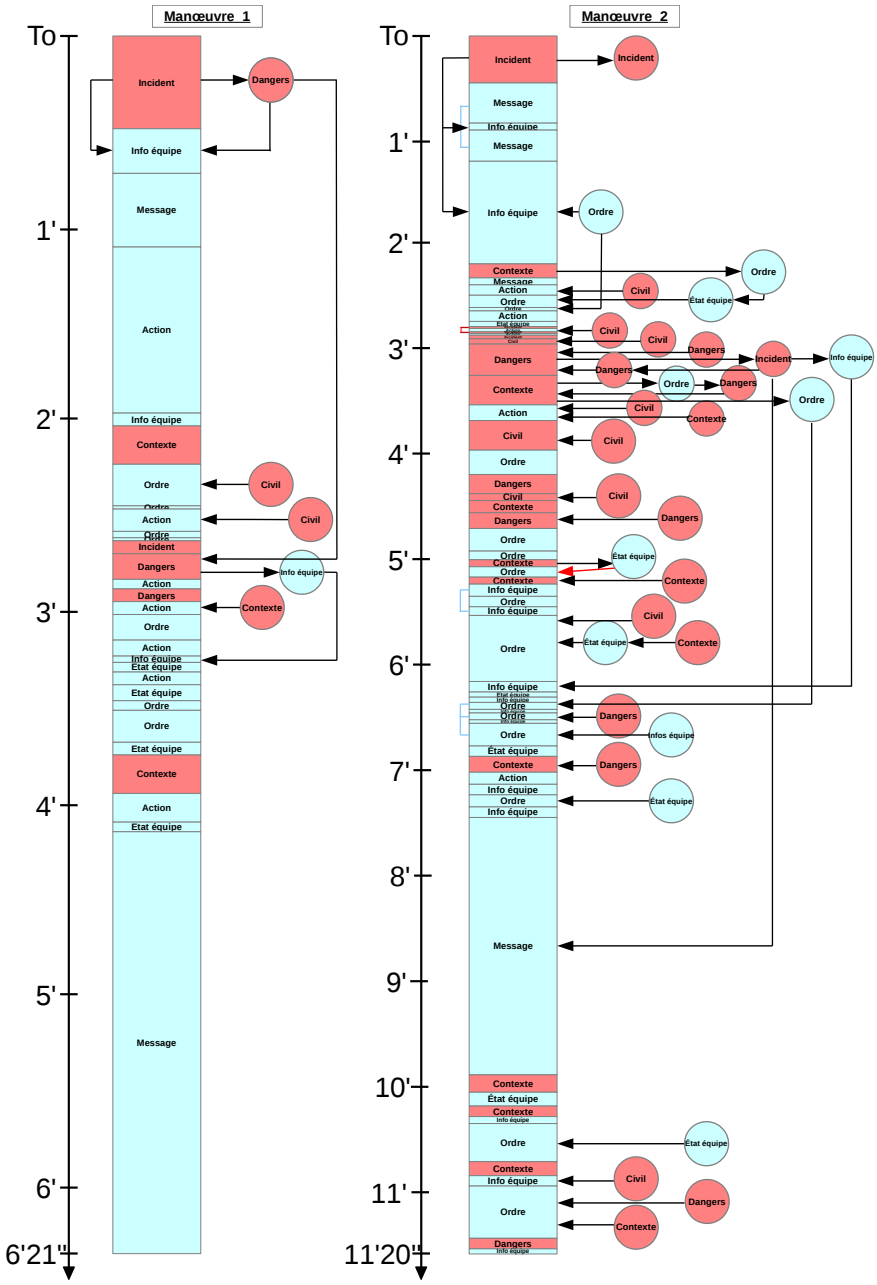


FIGURE B.2: Représentation MISTY appliquée au stagiaire-chef d'agrès (manœuvres 1 et 2)

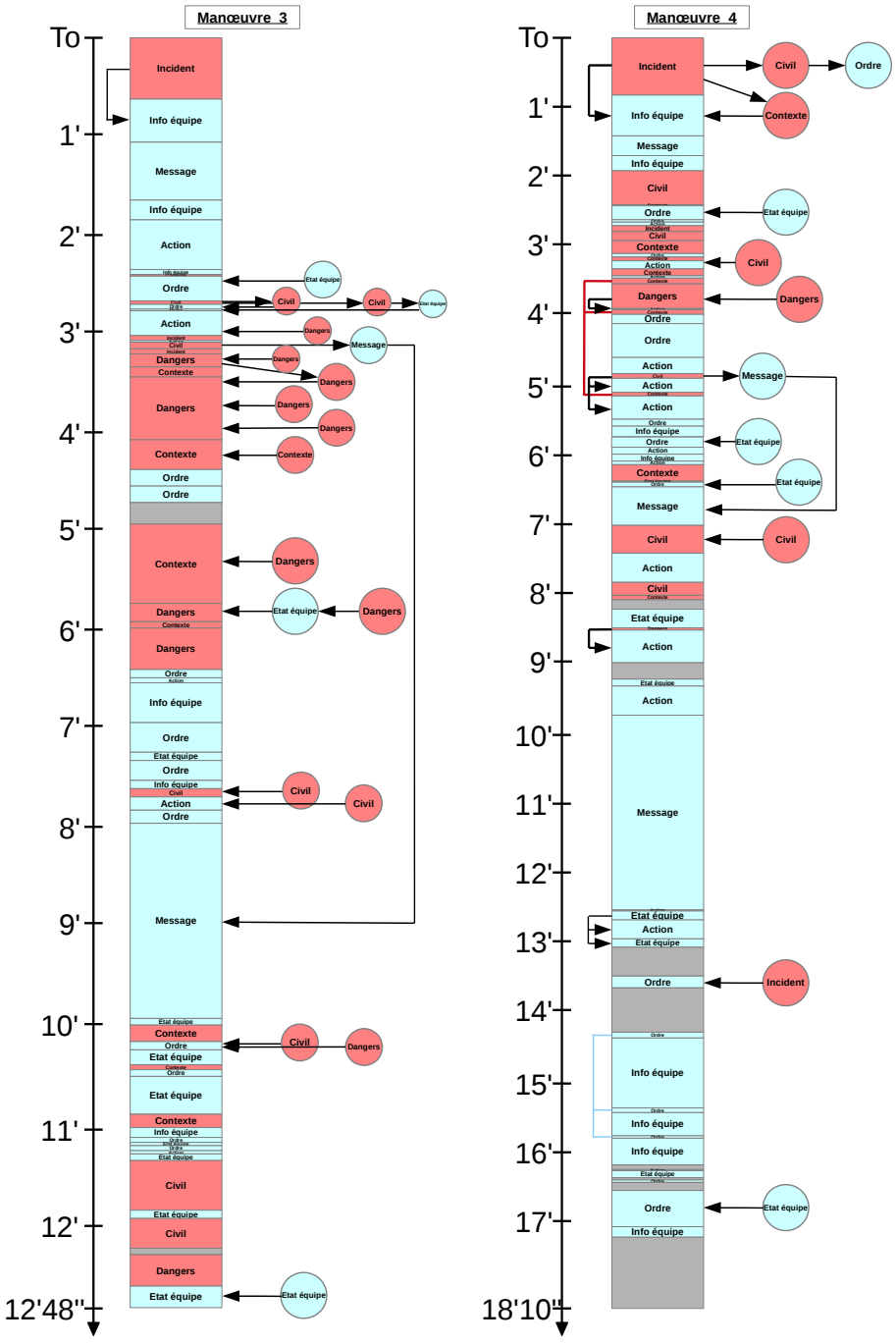


FIGURE B.3: Représentation MISTY appliquée au stagiaire-chef d'agrès (manœuvres 3 et 4)

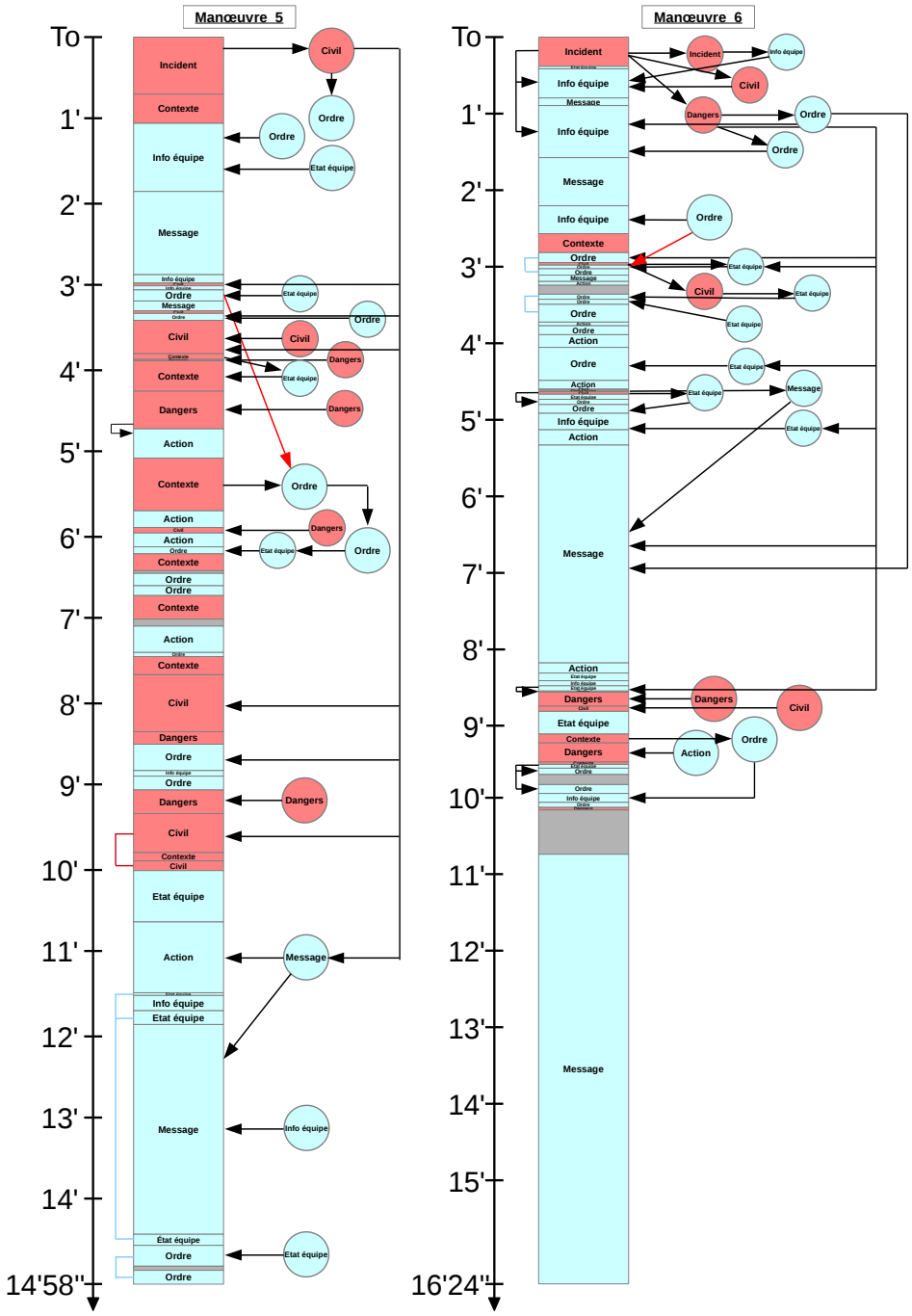


FIGURE B.4: Représentation MISTY appliquée au stagiaire-chef d'agrès (manœuvres 5 et 6)

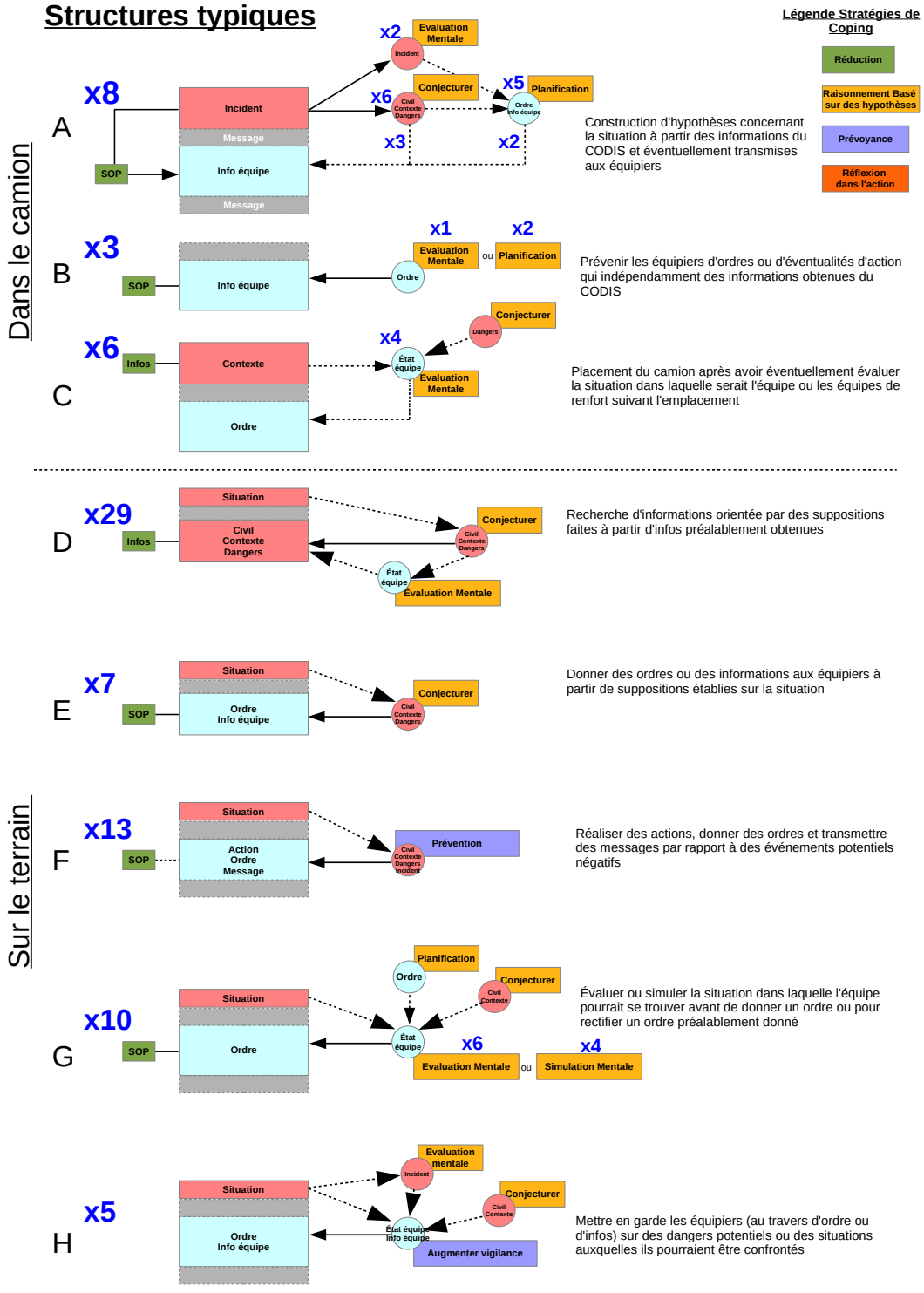


FIGURE B.5: Processus décisionnels typiques

Structures typiques

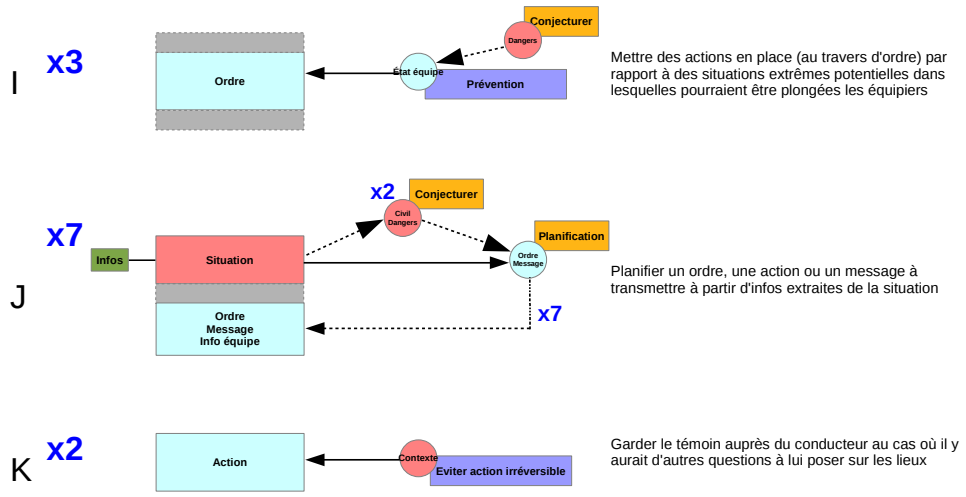


FIGURE B.6: Processus décisionnels typiques (suite)

Annexe C

Étude de l'activité collective

C.1 Validité de l'analyse synchronique

	Manœuvre 3	Codage			Accord inter-juges					
		Juge 1	Juge 2	Juge 3		Ident	Elab	RemQ	ReCad	P_i
1		Ident	Ident	Ident		3				1
2		Elab	Ident	Elab		1	2			0,33
3		Elab	Elab	Elab			3			1
4		RemQ	ReCad	Elab			1	1	1	0
5		ReCad	ReCad	ReCad					3	1
6		Elab	Elab	Elab			3			1
7		Elab	Elab	Elab			3			1
8	Chef	Elab	Elab	Elab			3			1
9		Elab	Elab	Elab			3			1
10		Elab	Elab	Elab			3			1
11		Elab	Elab	Ident		1	2			0,33
12		Elab	Elab	Ident		1	2			0,33
13		Elab	Elab	Elab			3			1
14		Elab	Elab	Elab			3			1
15		Elab	Elab	Elab			3			1
16		Ident	Ident	Ident		3				1
17		Elab	Elab	Elab			3			1
18		Elab	Elab	Elab			3			1
19		Elab	Elab	Elab			3			1
20		Elab	Elab	Elab			3			1
21		Elab	Elab	Elab			3			1
22		Elab		Elab	1		2			0,33
23		Ident	Ident	Ident		3				1
24		Elab	Elab	Ident		1	2			0,33
25		Elab	Elab	Elab			3			1
26		Elab	Elab	Elab			3			1
27		Ident	Ident	Ident		3				1
28		Elab	Elab	Elab			3			1
29	BAT-1	RemQ	RemQ	RemQ				3		1
30		ReCad	ReCad	ReCad					3	1
31		Elab	Ident	ReCad		1	1		1	0
32		Elab	Elab	Elab			3			1
33		RemQ	RemQ	RemQ				3		1
34		ReCad	ReCad	RemQ				1	2	0,33
35		Ident	Ident	Elab		2	1			0,33
36		Elab	Elab	Elab			3			1
37		Ident	Ident	Ident		3				1
38		Elab	Elab	Elab			3			1
39		Ident	Ident	Ident		3				1
40		Elab	Elab		1		2			0,33
41		Elab	Elab	Elab			3			1
42		Ident	Ident	Ident		3				1
43		Elab	Elab	Elab			3			1
44		Elab	Elab	Elab			3			1
45		Elab	Elab	Elab			3			1
46		Elab	Elab	Elab			3			1
47		Elab	Elab	Elab			3			1
48		Elab	Elab	Elab			3			1
49		RemQ	RemQ	Elab			1	2		0,33
50		ReCad	RemQ		1			1	1	0
51		RemQ	RemQ	RemQ				3		1
52	BAT-2	ReCad	ReCad	ReCad					3	1
53		Elab	Elab	Elab			3			1
54		Ident	Ident	Ident		3				1
55		Elab	Elab	Elab		1	2			0,33
56		Elab	Elab	Elab			3			1
57		Ident	Ident	Ident		3				1
58		Elab	Elab	Elab			3			1
59		Elab	Elab	Elab			3			1
60		Elab	Elab	Elab			3			1
61		Elab	Elab	Elab			3			1
62		Ident	Ident	Ident		3				1
63		Elab	Elab	Elab			3			1
64		Ident	Ident	Ident		3				1
65		Elab	Elab	Elab			3			1
66		Elab	Elab	Elab			3			1
67		Elab	Elab	Elab			3			1
68		Elab	Elab	Elab			3			1
69		Elab	Elab	Elab			3			1
70		Elab	Elab	Elab			3			1
71		Ident	Ident	Ident		3				1
72		Elab	Elab	Elab			3			1
73		Elab	Elab	Elab			3			1
74		Elab	Elab	Elab			3			1
75		Elab			2		1			0,33
76	BAL-1	Ident	Ident	Ident		3				1
77		Elab	Elab	Elab			3			1
78		Elab	Elab		1		2			0,33
79		Elab	Ident	Elab		1	2			0,33
80		Elab	Elab	Elab			3			1
81		Elab	Elab	Elab			3			1
82		Elab	Elab	Elab			3			1
83		Elab	Elab	Elab			3			1
84		Elab	Elab	Elab			3			1
85		Elab	Elab	Elab			3			1
86		Elab	Elab	Elab			3			1
87		Elab	Elab	Elab			3			1
88		Elab	Ident	Elab		1	2			0,33
89		Ident	Ident	Ident		3				1
90		Elab	Elab	Elab			3			1
91		Elab	Elab	Elab			3			1
92		Elab	Elab	Elab			3			1
93		Elab	Elab	Elab			3			1
94		Elab	Elab	Elab			3			1
95		RemQ	RemQ	RemQ				3		1
96		ReCad	ReCad	ReCad					3	1
97		Ident	Ident	Ident		3				1
98		Elab	Elab	Ident		1	2			0,33
99		Elab	Elab	Elab			3			1
100	BAL-2	Elab			2		1			0,33
101		Ident	Ident	Ident		3				1
102		Elab	ReCad	ReCad			1		2	0,33
103			Ident	ReCad	1	1			1	0
104		Elab	Elab	Elab			3			1
105		Elab	Elab	Elab			3			1
106		Elab	Elab	Elab			3			1
107		Elab		Elab	1		2			0,33
108		Elab	Elab	Elab			3			1
109		Elab	Elab	Elab			3			1
110		Elab	Elab	Elab			3			1
111		Elab	Elab	Elab			3			1
				Total	10	60	226	17	20	
				p_j	0,03	0,18	0,68	0,05	0,06	

Légende

Ident	Identification de cadre
Elab	Élaboration de cadre
RemQ	Remise en question de cadre
ReCad	Recadrage

Calcul d'accord inter-juges (Kappa de Fleiss)

$\bar{P} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} P_i$ = 0,86

$\bar{P}_e = \sum_{j=1}^{k} p_j^2$ = 0,5

$\kappa = \frac{\bar{P} - \bar{P}_e}{1 - \bar{P}_e}$ = 0,71

FIGURE C.1: Détail des calculs de validité de la procédure de codage sur la manœuvre 3

Manœuvre 3		Codage			Accord inter-juges		
		Juge 1	Juge 2	Juge 3	Macro	Micro	$\bar{P}_i$
1		Macro	Macro	Macro	3		1
2		Macro	Macro	Macro	3		1
3		Macro	Micro	Macro	2	1	0,33333333
4		Macro	Macro	Macro	3		1
5		Macro	Macro	Macro	3		1
6		Macro	Macro	Macro	3		1
7		Macro	Macro	Macro	3		1
8	Chef	Macro	Macro	Macro	3		1
9		Macro	Macro	Macro	3		1
10		Macro	Macro	Macro	3		1
11		Macro	Macro	Micro	3		1
12		Macro	Macro	Micro	3		1
13		Macro	Micro	Macro	2	1	0,33333333
14		Macro	Macro	Macro	3		1
15		Macro	Macro	Macro	3		1
16		Macro	Macro	Macro	3		1
17		Macro	Macro	Macro	3		1
18		Macro	Macro	Macro	3		1
19		Macro	Macro	Macro	3		1
20		Macro	Macro	Macro	3		1
21		Macro	Macro	Macro	3		1
22		Macro	Macro	Macro	3		1
23		Micro	Micro	Micro		3	1
24		Micro	Micro	Micro		3	1
25		Micro	Micro	Micro		3	1
26		Macro	Macro	Macro	3		1
27		Micro	Micro	Micro		3	1
28	BAT-1	Micro	Micro	Macro	1	2	0,33333333
29		Micro	Micro	Micro		3	1
30		Micro	Micro	Micro		3	1
31		Micro	Micro	Micro		3	1
32		Micro	Micro	Micro		3	1
33		Micro	Micro	Micro		3	1
34		Micro	Macro	Micro	1	2	0,33333333
35		Micro	Micro	Micro		3	1
36		Macro	Macro	Micro	2	1	0,33333333
37		Micro	Micro	Micro		3	1
38		Macro	Macro	Macro	3		1
39		Micro	Micro	Micro		3	1
40		Micro	Micro	Micro		3	1
41		Macro	Micro	Macro	2	1	0,33333333
42		Macro	Macro	Macro	3		1
43		Micro	Macro	Micro	1	2	0,33333333
44		Macro	Macro	Macro	3		1
45		Macro	Macro	Macro	3		1
46		Macro	Macro	Macro	3		1
47		Macro	Macro	Macro	3		1
48		Macro	Macro	Macro	3		1
49		Macro	Micro	Macro	2	1	0,33333333
50		Macro	Micro	Macro	2	1	0,33333333
51		Macro	Micro	Macro	2	1	0,33333333
52	BAT-2	Macro	Micro	Macro	2	1	0,33333333
53		Macro	Micro	Macro	2	1	0,33333333
54		Micro	Micro	Micro		3	1
55		Micro	Micro	Micro		3	1
56		Micro	Micro	Micro		3	1
57		Micro	Micro	Micro		3	1
58		Macro	Macro	Macro	3		1
59		Macro	Macro	Macro	3		1
60		Macro	Macro	Micro	3		1
61		Macro	Macro	Macro	3		1
62		Micro	Micro	Micro		3	1
63		Macro	Macro	Macro	3		1
64		Macro	Macro	Macro	3		1
65		Macro	Macro	Macro	3		1
66		Macro	Macro	Macro	3		1
67		Macro	Macro	Macro	3		1
68		Macro	Macro	Macro	3		1
69		Macro	Macro	Macro	3		1
70		Macro	Macro	Macro	3		1
71		Micro	Micro	Micro		3	1
72		Micro	Micro	Micro		3	1
73		Macro	Macro	Micro	2	1	0,33333333
74		Micro	Micro	Micro		3	1
75		Micro	Micro	Micro		3	1
76	BAL-1	Micro	Micro	Micro		3	1
77		Micro	Micro	Micro		3	1
78		Micro	Micro	Micro		3	1
79		Micro	Micro	Micro		3	1
80		Micro	Micro	Micro		3	1
81		Micro	Micro	Micro		3	1
82		Macro	Macro	Micro	2	1	0,33333333
83		Micro	Micro	Micro		3	1
84		Micro	Micro	Micro		3	1
85		Micro	Micro	Micro		3	1
86		Micro	Micro	Micro		3	1
87		Micro	Micro	Micro		3	1
88		Macro	Macro	Micro	2	1	0,33
89		Macro	Macro	Macro	3		1
90		Macro	Macro	Macro	3		1
91		Macro	Macro	Macro	3		1
92		Macro	Macro	Macro	3		1
93		Macro	Macro	Macro	3		1
94		Macro	Macro	Macro	3		1
95		Macro	Macro	Micro	2	1	0,33333333
96		Macro	Macro	Micro	2	1	0,33333333
97		Micro	Micro	Micro		3	1
98		Micro	Micro	Micro		3	1
99	BAL-2	Micro	Micro	Micro		3	1
100		Micro	Micro	Micro		3	1
101		Micro	Micro	Micro		3	1
102		Micro	Micro	Micro		3	1
103		Micro	Micro	Micro		3	1
104		Micro	Micro	Micro		3	1
105		Micro	Micro	Micro		3	1
106		Macro	Macro	Micro	2	1	0,33333333
107		Micro	Micro	Micro		3	1
108		Micro	Micro	Micro		3	1
109		Micro	Micro	Micro		3	1
110		Macro	Macro	Micro	2	1	0,33333333
				Total	173	157	
					0,52	0,48	

Légende

Macro Niveau macroscopique
Micro Niveau microscopique

Calcul d'accord inter-juges (Kappa de Fleiss)

$\bar{P} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} P_i$ = 0,88

$\bar{P}_e = \sum_{j=1}^{k} p_j^2$ = 0,5

$\kappa = \frac{\bar{P} - \bar{P}_e}{1 - \bar{P}_e}$ = 0,77

FIGURE C.2: Détail des calculs de validité de la procédure de codage sur la manœuvre 3

C.2 Séquençage des manœuvres

N°	Temps	Description
1	0'00'' → 2'15''	Configuration regroupée – Réception du message et transmission des informations de la part de Chef d'agrès
2	2'15'' → 2'38''	Configuration regroupée – Arrivée du camion sur les lieux. Consignes de Chef d'agrès à Conducteur
3	2'38'' → 4'16''	Configuration « Gr. Reco. » – Prise de contact avec Témoin
4	4'16'' → 4'36''	Configuration « Gr. Reco. » – Chef d'agrès donne les missions à BAT-1 et BAL-1 qui repartent au camion
5	4'36'' → 5'25''	Configuration en binômes – Les binômes se constituent et commencent leurs missions
6	5'25'' → 6'17''	Configuration en binômes – Le BAL a fini sa mission et rejoint Chef d'agrès avec Témoin et le BAT
7	6'17'' → 7'06''	Configuration en binômes – Chef d'agrès explique et donne la mission au BAT
8	7'06'' → 7'28''	Configuration en binômes – Chef d'agrès donne une nouvelle mission au BAL
9	7'28'' → 7'37''	Configuration en binômes – Le BAL commence sa mission de reconnaissance. Chef d'agrès s'entretient rapidement avec Témoin puis part au camion
10	7'37'' → 9'47''	Configuration en binômes – Chef d'agrès passe son message d'ambiance dans le camion. BAL finit sa mission et attend à côté du camion. BAT entre dans le local enfumé et poursuit sa mission
11	9'47'' → 10'23''	Configuration en binômes – Chef d'agrès sort du camion et le BAL lui rend compte de sa mission
12	10'23'' → 11'15''	Configuration en binômes – Chef d'agrès rejoint le BAT qui sort du local enfumé et lui rend compte de sa mission
13	11'15'' → 12'03''	Configuration en binômes – Chef d'agrès s'entretient rapidement avec Témoin puis ne sait plus trop quoi faire
14	12'03'' → 12'29''	Configuration en binômes – Formateurs aiguillent Chef d'agrès vers la reconnaissance du local attenant
15	12'29'' → 12'43''	Configuration en binômes – Chef d'agrès commence à donner une mission au BAT

FIGURE C.3: Séquençage de la manœuvre 1

N°	Temps	Description
1	0'00'' → 2'23''	Configuration regroupée – Réception du message et transmission des informations de la part de Chef d'agrès
2	2'23'' → 2'37''	Configuration regroupée – Arrivée du camion sur les lieux. Consignes de Chef d'agrès à Conducteur
3	2'37'' → 3'58''	Configuration « Gr. Reco. » – Prise de contact avec Témoin
4	3'58'' → 4'34''	Configuration « Gr. Reco. » – Chef d'agrès donne les missions à BAT-1 et BAL-1 et part avec ce dernier à l'entrée de l'EHPAD
5	4'34'' → 5'18''	Configuration en binômes – Chef d'agrès repart aux côtés du Témoin qu'il retrouve évanoui et le secourt. Les binômes se constituent et commencent leurs missions
6	5'18'' → 5'29''	Configuration en binômes – Le BAT rejoint Chef d'agrès dans le couloir de l'appartement
7	5'29'' → 6'04''	Configuration en binômes – Chef d'agrès spécifie la mission au BAT et le BAL finit sa mission
8	6'04'' → 6'25''	Configuration en binômes – Sur le chemin du camion, Chef d'agrès croise le BAL dans l'entrée de l'EHPAD et lui donne une nouvelle mission
9	6'25'' → 6'58''	Configuration en binômes – Chef d'agrès passe un message flash dans le camion. Le BAL finit sa nouvelle mission
10	6'58'' → 7'48''	Configuration en binômes – Chef d'agrès ressort du camion pour faire le tour du bâtiment et le BAL se positionne à côté du camion
11	7'48'' → 8'21''	Configuration en binômes – Chef d'agrès rejoint le BAT dans le couloir et BAT-2 part donner le tuyau à raccorder au BAL
12	8'21'' → 9'16''	Configuration en binômes – BAT-2 retourne dans le couloir de l'appartement et Formateur 1 aiguille Chef d'agrès pour y faire de la ventilation
13	9'16'' → 10'21''	Configuration en binômes – Chef d'agrès repart au camion passer un message d'ambiance et le BAT rentre une première fois dans l'appartement
14	10'21'' → 12'30''	Configuration en binômes – Le BAT ressort de l'appartement pour refermer la porte dans le couloir et retourne dans l'appartement
15	12'30'' → 13'23''	Configuration en binômes – Formateur 2 informe Chef d'agrès que le BAT ne s'est toujours pas engagé dans l'appartement. Chef d'agrès part directement à l'entrée de l'appartement pour vérifier
16	13'23'' → 13'37''	Configuration en binômes – Chef d'agrès rejoint le BAL sur la place Jacquard et lui donne une nouvelle mission
17	13'37'' → 15'55''	Configuration en binômes – Chef d'agrès fait un point avec Formateur 1 jouant le rôle du chef d'agrès du 2ème FPT
18	15'55'' → 16'17''	Configuration en binômes – Le BAL a fini sa mission d'alimentation et rejoint Chef d'agrès pour rendre compte
19	16'17'' → 18'10''	Configuration en binômes – Formateurs interviennent auprès de Chef d'agrès pour que celui-ci utilise son BAL comme binôme de sécurité. Formateurs font ensuite un bilan de l'ensemble des missions auprès de Chef d'agrès

FIGURE C.4: Séquençage de la manœuvre 2

N°	Temps	Description
1	0'00'' → 2'44''	Configuration regroupée – Réception du message et transmission des informations de la part de Chef d'agrès
2	2'44'' → 3'23''	Configuration regroupée – Arrivée du camion sur les lieux. Échange d'informations entre équipiers
3	3'23'' → 4'00''	Configuration en binômes – Chef d'agrès donne un ordre préparatoire au BAL et part avec le BAT secourir la victime
4	4'00'' → 4'37''	Configuration en binômes – Chef d'agrès donne au BAL la mission d'attaquer le feu
5	4'37'' → 4'48''	Configuration en binômes – BAT rend compte de l'état de la victime à Chef d'agrès
6	4'48'' → 4'57''	Configuration semi-éclatée – Chef d'agrès scinde le BAT en donnant la mission d'alimentation à BAT-1 et la surveillance de la victime à BAT-2
7	4'57'' → 8'40''	Configuration semi-éclatée – Chef d'agrès part passer son message d'ambiance dans le camion en informant et en donnant au conducteur l'ordre de barrer la route
8	8'40'' → 8'50''	Configuration semi-éclatée – Chef d'agrès fait le tour du poids-lourd pour vérifier sa contenance
9	8'50'' → 9'20''	Configuration semi-éclatée – BAL rend compte à Chef d'agrès que le feu est éteint
10	9'20'' → 9'35''	Configuration semi-éclatée – BAT-1 a fini sa mission d'alimentation et rejoint BAT-2 près du camion. Chef d'agrès revient vers eux
11	9'35'' → 10'16''	Configuration en binômes – Le BAT est reconstitué avec l'arrivée du VSAV. Chef d'agrès lui donne la mission de barrer la route

FIGURE C.5: Séquençage de la manœuvre 3

C.3 Chronique schématique des manœuvres

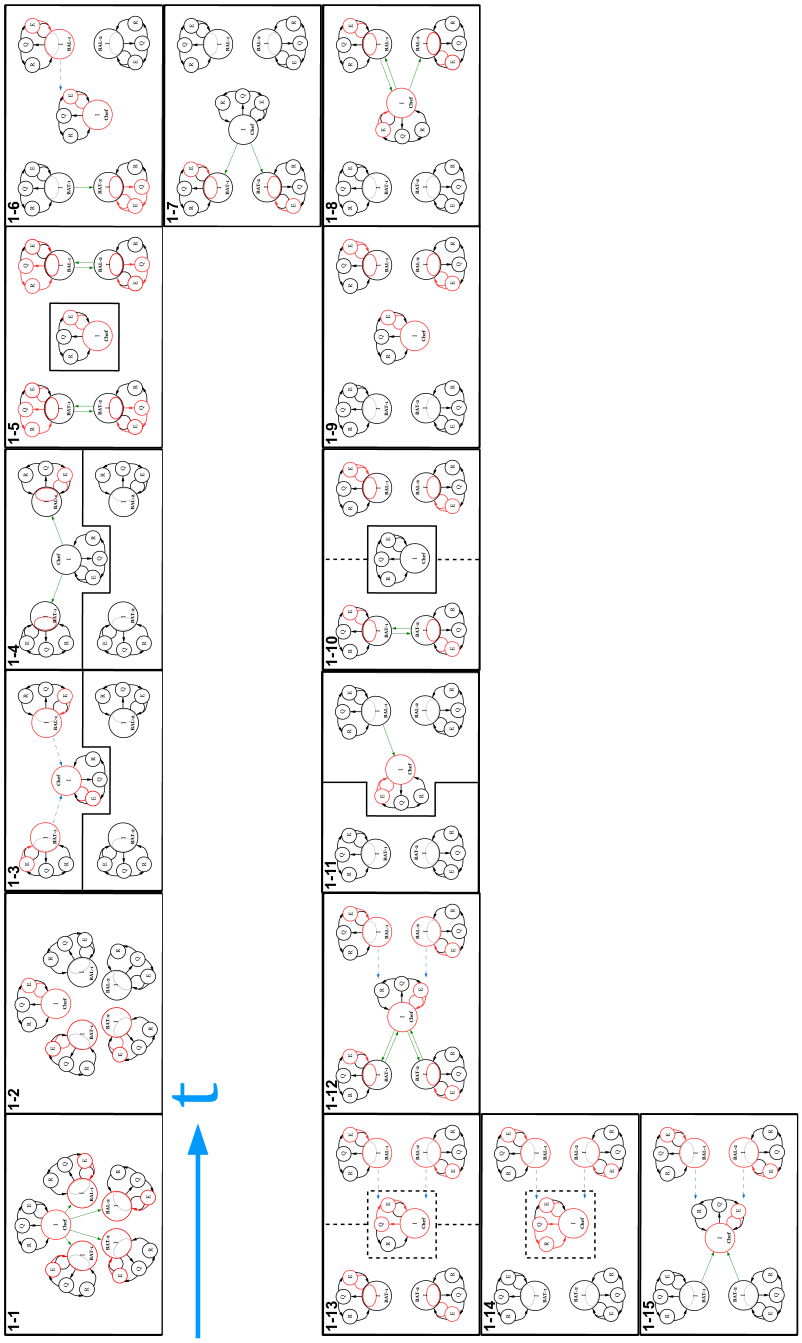


FIGURE C.6: Chronique schématique de la manœuvre 1

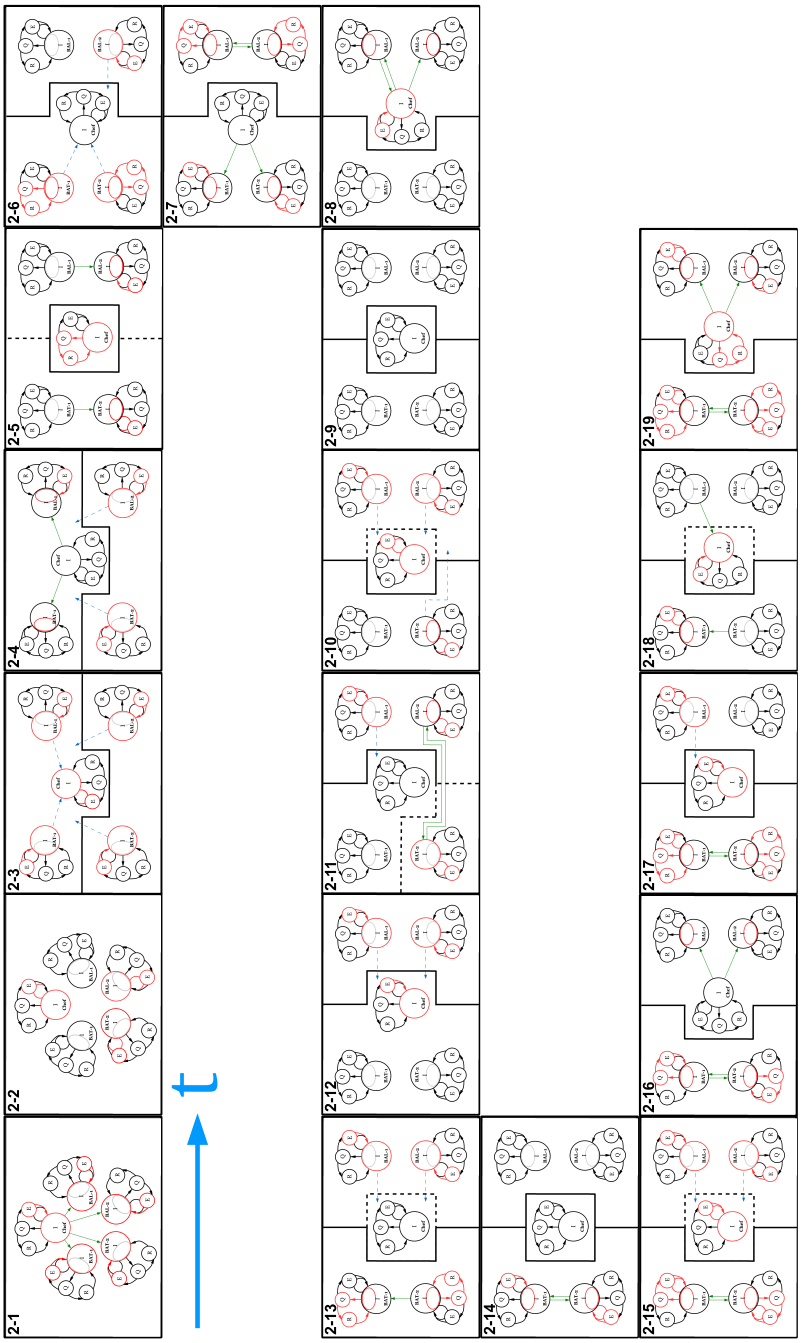


FIGURE C.7: Chronique schématique de la manœuvre 2

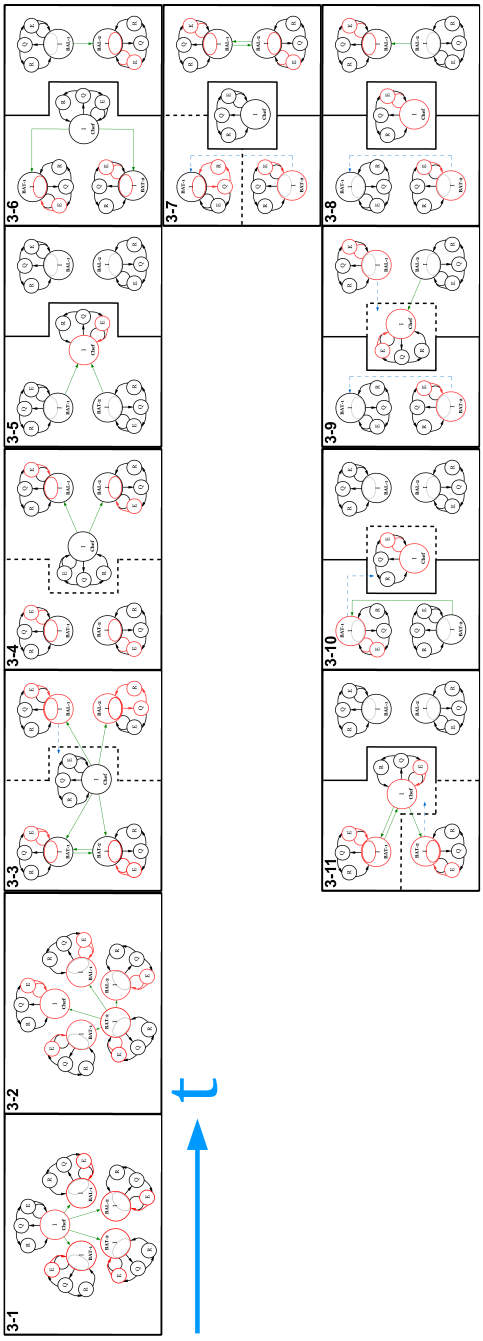


FIGURE C.8: Chronique schématique de la manœuvre 3

Annexe D

Étude de l'activité des formateurs

D.1 Validité de l'analyse synchronique

Manœuvre 1	Codage			Accord inter-juges									
Séquence	Juge 1	Juge 2	Juge 3	Aatt	Eval	Corr	Expl	Tem	Autre	Inj	Info	Maint	P_i
1	Autre	Autre	Autre						3				1
2	Inj	Maint	Inj							2		1	0,33
3	Tem	Tem	Tem					3					1
4	Tem	Tem	Tem					3					1
5	Inj	Info	Info							1	2		0,33
6	Inj	Inj	Inj							3			1
7	Info	Info	Info								3		1
8	Inj	Inj	Inj							3			1
9	Inj	Inj	Inj							3			1
10	Inj	Inj	Info							2	1		0,33
11	Expl	Expl	Expl				3						1
12	Autre	Autre	Autre						3				1
13	Info	Info	Info								3		1
			Total	0	0	0	3	6	6	14	9	1	
			p_j	0	0	0	0,071	0,143	0,143	0,333	0,214	0,024	

Légende

Aatt	Attirer l'attention	**Tem**	Jouer témoin
Eval	Évaluer	**Autre**	Jouer autre rôle
Corr	Corriger	**Inj**	Injonction
Expl	Expliquer	**Info**	Informer
		Maint	Maintien de l'orientation

Calcul d'accord inter-juges (Kappa de Fleiss)

$$\bar{P} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} P_i = 0{,}79$$

$$\bar{P}_e = \sum_{j=1}^{k} p_j^2 = 0{,}2$$

$$\kappa = \frac{\bar{P} - \bar{P}_e}{1 - \bar{P}_e} = 0{,}73$$

FIGURE D.1: Détail des calculs de validité de la procédure de codage sur la situation de simulation de la manœuvre 1

Manœuvre 1	Codage			Accord inter-juges								
	Juge 1	Juge 2	Juge 3	Rem	Auto	Aatt	Eval	Corr	Expl	Rapp	Ann	P_i
1	Auto	Auto	Auto		3							1
2	Eval	Eval	Eval				3					1
3	Rappel	Rappel	Rappel							3		1
4	Auto	Auto	Auto		3							1
5	Aatt	Eval	Eval			1	2					0,33
6	Corr	Corr	Corr					3				1
7	Expl	Expl	Expl						3			1
8	Rappel	Rappel	Rappel							3		1
9	Corr	Corr	Corr					3				1
10	Expl	Expl	Corr					1	2			0,33
11	Eval	Eval	Eval				3					1
12	Rappel	Rappel	Rappel							3		1
13	Eval	Eval	Eval				3					1
14	Expl	Eval	Eval				2		1			0,33
15	Aatt	Aatt	Aatt			3						1
16	Corr	Corr	Corr					3				1
17	Expl	Expl	Expl						3			1
18	Rappel	Rappel	Rappel							3		1
19	Rappel	Rappel	Rappel							3		1
20	Expl	Expl	Expl						3			1
21	Eval	Eval	Eval				3					1
22	Eval	Eval	Eval				3					1
23	Expl	Expl	Expl						3			1
24	Rappel	Rappel	Rappel							3		1
25	Eval	Eval	Eval				3					1
26	Corr	Corr	Corr					3				1
27	Rappel	Rappel	Rappel							3		1
28	Expl	Expl	Expl						3			1
29	Expl	Rappel	Rappel						1	2		0,33
30	Expl	Expl	Expl						3			1
31	Aatt	Aatt	Aatt			3						1
32	Corr	Corr	Corr					3				1
33	Rappel	Rappel	Rappel							3		1
34	Expl	Expl	Expl						3			1
35	Corr	Corr	Corr					3				1
36	Expl	Expl	Expl						3			1
37	Aatt	Auto	Aatt		1	2						0,33
38	Rappel	Rappel	Corr					1		2		0,33
39	Expl	Expl	Expl						3			1
40	Expl	Aatt	Aatt			2			1			0,33
41	Aatt	Aatt	Aatt			3						1
42	Corr	Corr	Corr					3				1
43	Aatt	Aatt	Aatt			3						1
44	Aatt	Rappel	Rappel			1				2		0,33
45	Aatt	Ann	Ann			1					2	0,33
46	Ann	Ann	Ann								3	1
47	Aatt	Aatt	Aatt			3						1
48	Expl	Expl	Expl						3			1
49	Rappel	Expl	Expl						2	1		0,33
50	Corr	Corr	Rappel					2		1		0,33
			Total	0	0	7	22	22	25	37	32	5
			p_j	0,000	0,000	0,047	0,147	0,147	0,167	0,247	0,213	0,033

Légende

Rem	Identification de cadre
Auto	Élaboration de cadre
Aatt	Attirer l'attention
Eval	Évaluer
Corr	Corriger
Expl	Expliquer
Rapp	Rappel
Ann	Annoncer

Calcul d'accord inter-juges (Kappa de Fleiss)

$$\bar{P} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} P_i = 0{,}85$$

$$\bar{P}_e = \sum_{j=1}^{k} p_j^2 = 0{,}18$$

$$\kappa = \frac{\bar{P} - \bar{P}_e}{1 - \bar{P}_e} = 0{,}82$$

FIGURE D.2: Détail des calculs de validité de la procédure de codage sur la session de débriefing de la manœuvre 1