



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Chahid Mostefa Ben Boulaid - Batna 2  
Institut d'Hygiène & Sécurité  
Laboratoire de Recherche en Prévention Industrielle



# THÈSE

Présentée en vue de l'obtention du diplôme

## Doctorat 3<sup>ème</sup> Cycle - LMD

Filière : Hygiène et Sécurité Industrielle  
Option : Hygiène, Sécurité et Santé au Travail

Présentée par :

**BOUSFOT Widad**

---

# Contribution à l'investigation des accidents de travail dans les entreprises algériennes.

---

Soutenue le, 01/06/ 2023

Devant le Jury, composé de :

Mme. BOUBAKER Leila	Prof.	Université de Batna 2	Présidente
Mme. SAADI Saadia	MCA	Université de Batna 2	Rapporteur
Mr. DJEBABRA Mébarek	Prof.	Université de Batna 2	Co-rapporteur
Mr. BAHLOULI Ahmed Lakhdar	Prof.	Université Ferhat Abbas, Sétif 1	Examineur
Mme. GHOUELBOURK Sihem	MCA	Université Badji Mokhtar, Annaba	Examineur
Mme. CHETTOUH Samia	MCA	Université de Batna 2	Examineur

Année Universitaire : 2022-2023

## *DEDICACE*

*"À mes très chers parents, qui m'ont encouragée et soutenue tout au long de mon parcours, et qui ont toujours cru en moi.*

*À mes chers frères 'Djahid, Souhaib, Alla, Mimo', qui ont été à mes côtés et qui ont célébré mes succès avec moi.*

*À mon frère 'Fouad', qui nous a quittés trop tôt. Votre présence me manque chaque jour et je sais que vous auriez été fier de moi. Je dédie ce doctorat à votre mémoire et je sais que votre amour et votre sagesse me guideront toujours.*

*À mon fiancé 'Hicham', qui m'a encouragé et m'a offert un soutien constant.*

*À ma famille et à mes amis qui m'ont soutenu à travers les hauts et les bas de mon parcours de doctorat.*

*Et à tous ceux qui m'ont aidé à mener à bien cette thèse de doctorat.*

*Votre amour, votre soutien et votre sagesse ont été mes plus grands atouts pour atteindre ce diplôme et je vous en remercie tous sincèrement."*

*widad*

# *Remerciements*

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à ALLAH le tout-puissant et miséricordieux, qui m'a donné la force, le courage et la persévérance nécessaires pour mener à bien cette thèse de doctorat LMD dans de bonnes conditions et dans les délais prévus.

Cette thèse de doctorat a été réalisée au Laboratoire de Recherche en Prévention Industrielle (LRPI) de l'Institut d'Hygiène et Sécurité (IHS) de l'Université de Batna 2 (UB2).

Je suis profondément reconnaissante envers mon encadreur, Dr. SAADI Saadia, Maître de conférences « A » à l'UB2 et mon Co-encadreur DJEBABRA Mébarek, Professeur à l'UB2, pour la précieuse aide et le soutien indéfectible qu'ils m'ont apportés durant le développement et la finalisation de cette thèse de doctorat. Je suis consciente que jamais je n'aurais pu atteindre cet objectif sans leur perspicacité et leurs précieux conseils.

Je tiens à remercier les membres du jury, pour leur présence, pour leur lecture attentive de ma thèse, ainsi que, pour les remarques qu'ils m'adresseront lors de sa soutenance afin d'améliorer mon travail. Ainsi, je remercie Mme. Boubaker Leila, Professeure en HSI à l'Institut d'Hygiène et Sécurité de l'Université de Batna 2 de l'honneur que vous nous avez fait en acceptant de présider notre jury. Mes remerciements vont également au Mr. Bahlouli Ahmed Lakhdar, Professeur en Médecine du travail à la Faculté de médecine de l'Université Sétif 1, Mme. Ghoudelbourk Sihem, MCA à la Faculté de technologie de l'Université de Annaba, Expert agréé en système industriels auprès des tribunaux et des conseils juridiques, Expert agréé par UAR en risques industriels et Mme. Chettouh Samia, MCA en HSI à l'Institut d'Hygiène et Sécurité de l'Université de Batna 2 de l'honneur que vous nous avez fait en acceptant d'expertiser ce travail.

J'adresse mes remerciements les plus sincères au Dr. Heddar Yamina, pour ses encouragements, sa bonne humeur et son soutien continu durant toutes les années de la formation doctorale.

Je souhaite exprimer ma plus sincère gratitude à tous mes enseignants et mes collègues de l'Institut Hygiène et Sécurité de l'Université de Batna 2.

Je suis très reconnaissante envers tous ceux qui m'ont soutenu ou qui, de près ou de loin, ont contribué à l'élaboration de cette thèse.

*Merci à tous !*

# *Production scientifique réalisée dans le cadre de la présente thèse de doctorat LMD en HSI*

## 1. *Publications Internationales :*

- **Bousfot, W.**, Saadi, S. and Djebabra, M. (2022), “Emergence of joint health and safety committees in Algerian companies: an exploratory study”, *International Journal of Health Governance*, Vol. 27 No. 4, pp. 449-459. <https://doi.org/10.1108/IJHG-02-2022-0017>

## 2. *Communications Internationales :*

- **Bousfot, W.**, Saadi, S. and Djebabra, M. (2021), “Contribution of Model 24 to Accident Analysis”, *11<sup>th</sup> International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, Singapore, March 7-11.
- **Bousfot, W.**, Saadi, S. (2021), “ Etude exploratoire de la performance des CPHS dans les entreprises pétrolières algériennes”, *Conférence internationale sur la contribution de la sécurité industrielle dans la prévention des accidents de travail et maladies professionnelles*, Khemiss-Meliana, Algérie, 7-8 décembre 2021.
- **Bousfot, W.**, Saadi, S. and Djebabra, M. (2022), “Évaluation des fonctions de maintenance des moyens de transport de matières dangereuses”, *the 1st International Symposium on industrial engineering, maintenance and safety held*, Oran, Algeria, March 05 – 06th, 2022.

# *Sommaire*

Remerciements .....	II
Production scientifique réalisée .....	III
Sommaire .....	IV
Liste des tableaux .....	VIII
Liste des figures .....	IX
Liste des abréviations .....	X

## **Introduction générale**

1. Contexte de l'étude.....	1
2. Problématique de l'étude.....	2
3. Structure de l'étude .....	2

## **Chapitre I : A propos de l'investigation des accidents de travail**

Introduction .....	5
I.1 Les accidents de travail.....	6
I.1.1 Définition des accidents de travail .....	6
I.1.2 Revue de la littérature sur l'occurrence des AT .....	7
A. A l'échelle mondiale.....	7
B. A l'échelle nationale .....	10
I.1.3 Les principales causes des accidents de travail .....	11
I.1.4 La prévention des accidents de travail .....	17
A. Synthèse des écrits sur la prévention des AT .....	17
B. Pratiques de la prévention des AT en Algérie .....	20
I.2 L'investigation des AT .....	22
I.2.1 Généralité sur l'investigation des AT.....	22
I.2.2 Pratiques de l'investigation sur les AT en Algérie.....	24
Conclusion.....	25

## **Chapitre II : Le modèle 2-4 outil adéquat pour l'investigation des AT**

Introduction .....	26
II.1 A propos des modèles de causalité des accidents .....	26
II.1.1 La classification des modèles de causalité des accidents .....	27
II.1.1.1 Modèles linéaires .....	27
II.1.1.2 Modèles non linéaires .....	27
II.2 Le modèle 2-4 .....	36
II.2.1 Principe et fondements du modèle 2-4 .....	36
II.2.2 Etapes et formalismes graphiques associés au modèle 2-4 .....	37
II.2.3 Extrait des études menées par le modèle 2-4 .....	39
II.2.4 Application du modèle 2-4 .....	40
II.2.4.1 Raisons du choix du champ d'application (milieux hospitaliers).....	40
II.2.4.2 Récit d'accident survenu à la maternité Bennacer d'El-Oued.....	41
II.2.4.3 Résultats.....	41
II.2.4.4 Discussions des résultats .....	46
Conclusion.....	48

## **Chapitre III : Etude exploratoire de l'E-CPHS en tant que organe d'investigation des AT dans les entreprises algériennes**

Introduction .....	49
III.1 Apports des CHS pour l'amélioration de la P-SST .....	50
III.2 CHS et Système de Management de Santé et de la Sécurité au Travail (SM-SST) .....	51
III.3 Problématique d'émergence des CHS dans les entreprises .....	52
III.3.1 Problématique de l'émergence des CHS dans les entreprises .....	52
III.3.2 Contribution à l'émergence des CPHS en entreprises algériennes.....	57
III.3.2.1 Terrain et méthodologie de recherche .....	59
A. Terrain de recherche .....	59
B. Instruments et collecte des données.....	62
C. Analyse des données.....	62
III.3.2.2 Résultats .....	62
A. Taux de réponses .....	62
B. Les scores moyens de réponses aux items du questionnaire sur l'E-CPHS en Algérie .....	63

III.3.2.3 Discussions des résultats .....	67
Conclusion.....	70

## **Chapitre IV : Contribution à l'étude des attributions des CPHS algériennes**

Introduction .....	72
IV.1 Evaluation des attribution d'une CPHS par la méthode FRAM .....	73
IV.1.1 Raison du choix de la méthode FRAM.....	73
IV.1.2 Présentation détaillée de la méthode FRAM .....	73
IV.1.2.1 Historique et fondements de la méthode.....	73
IV.1.2.2 Principes et étapes de la méthode FRAM .....	77
A. Principes de FRAM .....	77
B. Etapes de FRAM .....	77
B.1 Etape d'identification et de description des fonctions.....	78
B.2 Etape de caractérisation de la variabilité fonctionnelle.....	80
B.3 Etape de la recherche de la résonance fonctionnelle.....	81
B.4 Etape d'identification des barrières contre la variabilité de la performance.....	82
IV.1.3 Application de FRAM pour l'analyse des fonctions d'une CPHS.....	82
IV.1.3.1 Identification et caractérisation des fonctions de la CPHS .....	82
IV.1.3.2 Caractérisation de la variabilité des fonctions de la CPHS.....	84
IV.1.4 Discussions des résultats d'analyse des fonctions de la CPHS par FRAM .....	84
IV.2 Contribution à la hiérarchisation des fonctions de la CPHS issues de FRAM.....	85
IV.2.1 Fondements de la méthode TOPSIS .....	85
IV.2.2 Application de TOPSIS à la hiérarchisation des fonctions de la CPHS .....	87
IV.2.2.1 Pondération des critères de la variabilité des fonctions CPHS .....	87
IV.2.3 Discussions des résultats de la hiérarchisation des fonctions de la CPHS par TOPSIS .....	88
IV.3 Contribution à l'évaluation des couplages de la résonance dans un réseau FRAM ..	91
IV.3.1 Expressions mathématiques des couplages de la résonance d'un réseau FRAM .....	92
IV.3.2 Application au réseau FRAM d'une CPHS .....	92
IV.3.3 Discussions des résultats.....	98
Conclusion.....	98

## **Conclusion générale**

1	Bilan des travaux réalisés .....	100
2	Contraintes rencontrées .....	101
3	Perspectives envisageables.....	101

<b>Références bibliographiques</b> .....	103
--	-----

## **Annexes**

Annexe 1 – Logiciel Gephi 0.10.1 .....	122
Annexe 2 – Questionnaire sur le fonctionnement des CPHS .....	125
Annexe 3 – Logiciel FMV .....	129
Annexe 4 – Evaluation des fonctions de maintenance des moyens de transport de matières dangereuses.....	130
Annexe 5 – Publication réalisée dans le cadre de la présente thèse de doctorat .....	138

<b>Résumés</b> .....	139
----------------------	-----

# Liste des tableaux

Tableau I-1. Extrait des études explorant les facteurs causants des accidents du travail.....	14
Tableau I-2. Extrait des études explorant l’investigation des AT.....	23
Tableau II-1. Extrait de modèles linéaires de causalité des accidents. ....	29
Tableau II-2. Extrait des modèles non linéaire de causalité des accidents humains.....	32
Tableau II-3. Le modèle non linéaire de causalité des accidents statistiques. ....	33
Tableau II-4. Extrait des modèles non linéaire de causalité des accidents énergétiques. ....	33
Tableau II-5. Extrait de modèles de causalité des accidents non linéaire systémiques. ....	34
Tableau II-6. Causes de l’accident étudié. ....	42
Tableau III-1. Extrait des clauses règlementaires cadrant les CHS dans certains pays. ....	55
Tableau III-2. Nombre d’entreprises et d’industriels ciblés.....	61
Tableau III-3. Moyennes et écart types des réponses sur la conformité règlementaires et le fonctionnement des CPHS algériennes.....	64
Tableau III-4. Résultats de l’étude exploratoire des CPHS algériennes .....	65
Tableau III-5. Régression et corrélation des moyennes de la conformité réglementaire et de l’implication de la direction par rapport à la moyenne générale du fonctionnement des CPHS.....	65
Tableau III-6. Résultats d’évaluation de l’E-CPHS en Algérie. ....	66
Tableau IV-1. Extraits des études réalisées sur FRAM.....	75
Tableau IV-2. Extraits des changements et des extensions de la méthode FRAM.....	76
Tableau IV-3. Description des six aspects de FRAM d’après (Patriaca <i>et al.</i> , 2020; Hollnagel, 2017).....	79
Tableau IV-4. Caractérisation des paramètres (temps et précision) de la variabilité d’une fonction. ....	81
Tableau IV-5. Fonctions CPHS et responsabilités correspondantes. ....	82
Tableau IV-6. Descriptions des fonctions CPHS par leurs aspects.....	83
Tableau IV-7. Données de l’enquête sur les fonctions de la CPHS. ....	84
Tableau IV-8. Echelles de pondération des critères de variabilité des fonctions CPHS.....	87
Tableau IV-9. Poids des critères .....	88
Tableau IV-10. Classement des fonctions de la CPHS selon le degré relatif d’approximation ... .....	88
Tableau IV-11. Résonnances des fonctions de la CPHS.....	93

# Liste des figures

Figure I-1. Répartition des écrits explorés en fonction de leurs dates d'apparition.....	6
Figure I-2. AT mortels en 2018 et 2019 pour les États membres de l'UE .....	8
Figure I-3. AT mortels en 2018 et 2019 pour les États membres de l'UE. ....	8
Figure I-4. Nombre d'AT enregistrés durant 2016-2021. ....	10
Figure I-5. Evolution des principes de la prévention de la sécurité d'après (Pillay, 2015). ....	18
Figure I-6. Évolution de l'approche de prévention des accidents (Oueidat, 2016).....	18
Figure I-7. Etapes de la prévention des AT d'après (Ranjan, 2018).....	19
Figure II-1. Fondements du modèle 2-4 d'analyse des AT .....	38
Figure II-2. Cheminement de l'accident survenu à la maternité étudiée.....	43
Figure II-3. Le réseau de l'accident analysé par l'algorithme HITS (Hub). ....	44
Figure II-4. Le réseau de l'accident analysé par l'algorithme HITS (Autorité).....	44
Figure II-5. Analyse de réseau de l'accident survenu par mesure de modularité. ....	45
Figure II-6. Analyse des groupes de modularité par l'algorithme HITS .....	46
Figure III-1. Relation entre l'adoption de l'OHSAS 18001 et la performance de l'entreprise. .....	52
Figure III-2. Modèle systémique d'une entreprise centrée sur la P-SST conditionnée à son tour par l'E-CHS.....	53
Figure III-3. Conditions de fonctionnement des CHS adapté de (Hall <i>et al.</i> , 2006).....	56
Figure III-4. Modèle de recherche retenu.....	58
Figure IV-1. Représentation schématisée des fonctions FRAM .....	74
Figure IV-2. Aspects des fonctions FRAM d'après (Hollnagel, 2017) .....	80
Figure IV-3. Couplage de deux fonctions FRAM d'après (Hollnagel, 2021) .....	81
Figure IV-4. Réseau FRAM représentant les fonctions de la CPHS étudiée.....	84
Figure IV-5. Réseau FRAM représentant les fonctions de la CPHS hiérarchisées.....	89
Figure IV-6. Les interactions directes entre les fonctions de la CPHS .....	94
Figure IV-7. Les interactions indirectes (deux liens ou trois liens) de la fonction F2 avec les autres fonctions de la CPHS.....	96

# *Liste des abréviations*

AcciMap	Accident Mapping
ACM-HC	Accident Causation Model for Highway Construction
AHP	Analyse Hiérarchique des Procédés
AL	Accident Liability
AMDEC	Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets, et de leur Criticité
APT	Accident prone tendency
APTE	Application des Techniques d'Entreprise
AT	Accidents du Travail
BG	BackGround
BS	Bien Structuré
CHS	Comités d'Hygiène et Sécurité
CHSCT	Comité d'Hygiène, Sécurité et Conditions de Travail
CHST	Comité d'Hygiène et Sécurité du Travail
CMSS	Comité mixte de Santé et de Sécurité
CNAS	Caisse Nationale d'Assurance Sociale
CPC	Conditions de Performance Communes
CPHS	Commission Paritaire d'Hygiène et de Sécurité
CPHS	Commission Paritaire d'Hygiène et Sécurité
CREAM	Cognitive Reliability and Error Analysis Method
CS	Comité de Sécurité
CSH	Comité de Sécurité et d'Hygiène
CSST	Commission de Santé et de Sécurité au Travail
D- CST	Déficiance dans la Culture de Sécurité
D.E	Décret Exécutif
D-FI	Déficiance du Facteur Individuel
DGSS	Direction Générale de la Sécurité Sociale
DRT	Direction des Relations de Travail
D-SGS	Déficiance dans le Système de Gestion de la Sécurité
DSTE	Direction des Statistiques du Travail et des Etudes du Sénégal
E-CHS	Emergence des Comités d'Hygiène et Sécurité
E-CPHS	Emergence de la Commission Paritaire d'Hygiène et Sécurité

EM-CPHS	Ex-Membres de la Commission Paritaire d'Hygiène et Sécurité
EPI	Equipements de Protection Individuelle
ESAW	European Statistics on Accidents at Work
FG	ForeGround
FMV	Fram Model Visualiser
FRAM	Functional Resonance Analysis Method
HFACS	Human Factors Analysis and Classification System
HITS	Hyperlink-Induced Topic Search
HSE	Hygiène Sécurité Environnement
IGT	Inspection Générale du Travail
IPICA	Integrated Procedure for Incident Cause Analysis
ISO	Organisation Internationale de Normalisation
IT	Inspection du Travail
M-CPHS	Membres de la Commission Paritaire d'Hygiène et Sécurité
OIT	Organisation Mondiale de la Santé
OPREBATPH	Organisme de Prévention des Risques Professionnels dans les Activités du Bâtiment, des Travaux Publics et de l'Hydraulique
OSHA	Occupational Safety and Health Administration
PDCA	Plan, Do, Check, Act
P-SST	Performance en Santé et Sécurité au Travail
RF	Résonance Fonctionnelle
SADT	Structured Analysis and Design Technique
SCM	Swiss cheese model
SHERPA	Simulator for Human ERror Probability Analysis
SHIPP	System hazard identification, prediction and prevention
SMART	Spécifique, Mesurable, Atteignable, Réaliste et Temporellement défini
SM-SST	Système de Management de Santé et Sécurité au Travail
SP	Structures de Prévention
SST	Santé et la Sécurité au Travail
STAMP	Systems-Theoretic Accident Model and Processes
STS	Socio-technical system
TeCSMART	TeleoCentric System Model for Analyzing Risks and Threats
TOPSIS	Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution
WAD	Work As Don
WAI	Work As Imagined

# Introduction générale

## 1. Contexte de l'étude

Au milieu du 18<sup>ème</sup> siècle, la révolution industrielle a entraîné une transformation radicale de l'industrie et de l'agriculture (Singhal and Singhal, 2019 ; Xu *et al.*, 2018 ; Wrigley, 2017). Les avantages de cette révolution sont nombreux : une baisse des coûts, une hausse des revenus, un progrès technologique et une plus grande efficacité. Malheureusement, elle a été entachée par l'occurrence des accidents de travail (Svertoka *et al.*, 2021 ; Blackie, 2018).

Pour rappel, les accidents de travail (AT) sont des événements qui surviennent à l'occasion de travail et constituent une préoccupation majeure pour les entreprises dans le monde entier (ILO, 2002). En effet, les entreprises sont confrontées aux conséquences tragiques de ces accidents, qu'on peut regrouper en trois catégories principales : conséquences financières<sup>1</sup>, conséquences à long terme<sup>2</sup> et conséquences réputationnelles<sup>3</sup>.

Par ailleurs, les conséquences des AT sur les travailleurs sont multiples, mais les plus importantes sont : les blessures, les incapacités permanentes et les décès. Ces conséquences peuvent avoir des répercussions sur la santé et le bien-être des travailleurs, ainsi que sur leurs familles et leurs communautés.

Pour faire face à ces conséquences, il est important d'identifier et de comprendre les principales causes des AT. A ce propos, des études ont révélé que, plusieurs facteurs peuvent contribuer à leurs occurrences (Wasungu and Wognin, 2018 ; Dacanay, 2011). Cependant, l'aspect humain et l'aspect organisationnel sont généralement considérés comme les principaux facteurs à l'origine des AT (Niciejewska *et al.*, 2021 ; Swuste *et al.*, 2020).

Ces deux principaux aspects sont scindés à leur tour en plusieurs facteurs. Ainsi,

- Parmi les facteurs relatifs à l'aspect humain, citons : la fatigue, le manque de formation, le stress, l'inattention, l'inexpérience, le comportement et l'attitude ...etc. Ces facteurs influencent de manière considérable la performance santé et sécurité au travail (P-SST) ;
- Pour l'aspect organisationnel, nous citons comme facteurs : les politiques, les pratiques (les programmes de formations, les procédures d'inspection, les mesures de prévention, contrôle des risques et d'identification des dangers...).

---

<sup>1</sup> Les coûts supplémentaires pour s'adapter aux changements réglementaires ou aux nouvelles technologies

<sup>2</sup> Les changements structurels

<sup>3</sup> Un impact négatif de leur réputation en raison de leur manque de responsabilité

Par ailleurs, les écrits ([Wasungu and Wognin, 2018](#) ; [Niciejewska et al., 2021](#) ; [Swuste et al., 2020](#)) sur les AT confirment que, les deux aspects (humains et organisationnels) sont étroitement liés et complémentaires. En effet, l'aspect organisationnel a un impact significatif sur la qualité de vie des personnes et leur bien-être. Par ailleurs, il existe plusieurs facteurs qui influent sur ces deux aspects. Parmi lesquels, nous citons, l'implication de la direction et les comités d'hygiène et de sécurité (CHS) qui jouent un rôle déterminant dans l'amélioration de ces aspects.

Notons que, les CHS sont chargés de veiller à ce que les politiques, pratiques et procédures mises en place pour assurer la sécurité et la santé des travailleurs soient bien appliquées et respectées. En outre, ces comités sont impliqués dans l'investigation des AT où ils fournissent des orientations à prendre pour éviter l'occurrence répétée des AT. De plus, Ils collaborent également avec les acteurs de l'investigation pour solutionner les problèmes identifiés.

## **2. Problématique de l'étude**

Pour rappel, l'investigation des accidents est un outil indispensable pour la prévention et la promotion de la SST. C'est un processus qui consiste à recueillir des informations sur les causes et à analyser ces informations afin de développer des stratégies pour éviter que des accidents similaires se reproduisent à l'avenir. Evidemment, l'analyse des causes d'accidents nécessite l'utilisation de modèles de causes d'accidents qui sont un outil précieux pour comprendre les causes sous-jacentes des AT. Ces modèles ont évolué dans le temps ([Haghighattalab et al., 2019](#)) et suscitent, par voie de conséquences, un intérêt particulier tant par les universitaires que par les professionnels du terrain.

A ce propos, la littérature spécialisée dans l'investigation des accidents est très riche en termes d'études dédiées aux modèles d'analyse des AT.

Par ailleurs, l'accompagnement de l'usage de ces modèles par des instances de prévention est capital pour réussir l'investigation des accidents et, voir même, espéré atteindre un haut niveau de P-SST. Parmi ces instances, [Addison and Teixeira \(2019\)](#) mettent l'accent sur les CHS.

Ainsi, la problématique retenue dans cette thèse oscille principalement sur les modèles d'analyse des AT et sur les instances de prévention SST (CHS, en l'occurrence).

Pour les modèles, notre intérêt consiste à mettre en lumière la tendance de la littérature vers le modèle 2-4. Pour ce qu'est des CHS, notre intérêt consiste à se focaliser sur le problème récurrent d'émergence des CHS (E-CHS) dans les entreprises.

Donc, c'est autour de ces deux pistes de recherche fondamentale (modèles d'analyse des AT) et pratique (E-CHS) que s'articule le contenu de ce manuscrit de thèse de doctorat et dont la structure est présentée ci-après.

## **3. Structure de l'étude**

Ce manuscrit de thèse de doctorat LMD en HSI, est divisé en quatre chapitres :

- Dans le premier chapitre, nous effectuons une revue de la littérature portant, dans un premier temps, sur la caractérisation des AT (définitions, occurrences, causes et prévention). Dans un second temps, sur l'investigation des AT et plus particulièrement la pratique de l'investigation en Algérie. A l'issue de cette analyse de l'existant, la conclusion du premier chapitre introduit les autres chapitres de la présente thèse ;
- Le deuxième chapitre, qui reflète notre première contribution, se focalise sur les *modèles de causation des accidents*. Plus précisément, le modèle 2-4 et son application sur un établissement hospitalier algérien en vue d'illustrer sa pertinence et son exhaustivité ;
- Le troisième chapitre, qui reflète notre deuxième contribution, se focalise sur la problématique de l'E-CHS dans les entreprises algériennes. Plus précisément, il s'agit d'une étude exploratoire de l'émergence des CPHS dans les entreprises algériennes où nous avons effectué une enquête transversale tout en mettant l'accent essentiellement sur les facteurs de l'E-CHS, en vue d'améliorer leurs P-SST ;
- Le quatrième et dernier chapitre porte sur une démarche pour étudier les attributions des CPHS algériennes. Il représente notre troisième contribution, qui est axée en premier lieu, sur le déploiement de la méthode FRAM pour étudier de manière plus fine la variabilité fonctionnelle des CPHS. Dans un second lieu, la hiérarchisation des fonctions de la CPHS en utilisant la méthode TOPSIS. Et enfin, l'évaluation des couplages de la résonance dans un réseau FRAM par l'utilisation de la matrice d'adjacence. Ces contributions illustrent les possibilités offertes pour mieux surmonter les limites de FRAM et mieux évaluer le fonctionnement des CPHS.

A travers ces quatre chapitres, nous allons donc montré la pertinence de notre domaine de recherche, que nous capitalisons en conclusion générale par un bilan de nos contributions tout en insistant sur la continuité de nos investigations scientifiques en termes de perspectives envisageables.

Pour fournir une vue d'ensemble de nos travaux, des annexes ont été incluses à la fin du manuscrit dans le but de mieux cadrer le contenu des chapitres retenues.

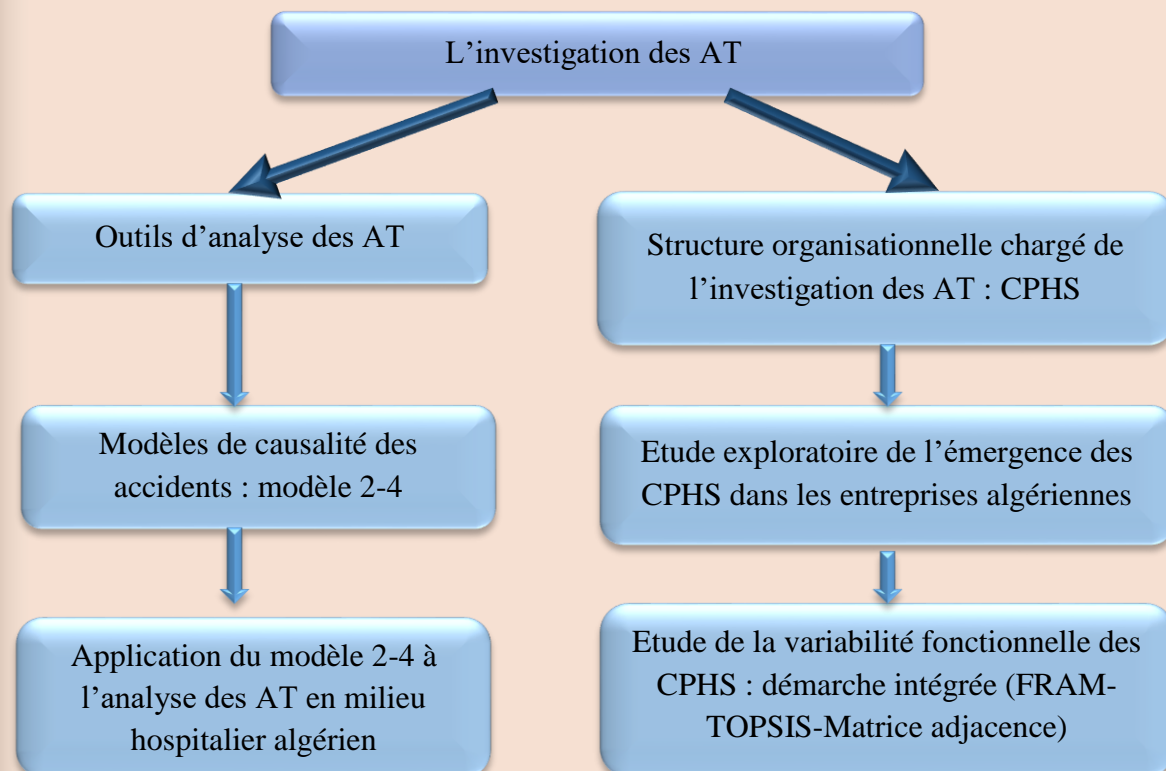
Enfin, un encadré de la page suivante récapitule le séquençement de nos recherches de manière simplifiée.

## Cadre de la thèse

Choix retenus dans la présente thèse de doctorat :

- La même équipe de recherche du laboratoire LRPI (UB2) a abordé les facteurs humains des causes des AT tout en se focalisant sur le triptyque «Attitudes-Comportements et Pratiques » dans le cadre d'une thèse LMD soutenue récemment [Heddar, \(2022\)](#).
- La présente thèse de doctorat est une suite logique de la thèse de [Heddar \(2022\)](#). Mais elle se distingue par le fait qu'elle se focalise à la fois sur les aspects humains et organisationnels.

## Contenu de la thèse



# *Chapitre I : A propos de l'investigation des accidents de travail*

## **Introduction**

Les accidents du travail (AT) sont un phénomène fréquent. Ils constituent une menace pour la santé et la sécurité des travailleurs et imposent des charges financières importantes aux entreprises (Zarei, 2021). Cela se traduit par l'augmentation continue et l'imprévisibilité des AT en raison de l'industrialisation rapide et de la mauvaise gestion de la santé et la sécurité des travailleurs, en particulier dans les pays en développement, où la santé et la sécurité au travail (SST) ne constitue pas l'objectif primordial de leurs entreprises. Lorsque les AT se produisent, ils affectent souvent et à grande échelle la société et l'économie. Par conséquent, ils doivent être maîtrisés de manière préventive avec une bonne gestion de la SST.

En effet, la prévention des AT est la responsabilité de tous, elle peut être obtenue par des mesures techniques, humaines et organisationnelles. La prévention est basée essentiellement sur l'investigation des AT. Car, c'est le moyen le plus sûr pour identifier les causes d'un AT et de répondre aux questions fondamentales suivantes (Valdés and Comendador, 2011) : Que s'est-il réellement passé ? Et Que peut-on faire pour prévenir des accidents similaires à l'avenir ?

De ce point de vue, l'investigation des AT est le processus clé de leur prévention, ce qui conduit à une meilleure sécurité. C'est dans ce contexte que s'intègre ce premier chapitre qui présente une synthèse de la revue bibliographique consultée sur les AT, leur investigation et leur prévention. Dans le cadre de cette revue de la littérature, nous avons explorés différentes sources et différentes bases de données<sup>4</sup>. La recherche bibliographique a été menée à l'aide de mots-clés tels que "Accident du travail", "Statistique des accidents", "Causes des accidents", "Prévention des accidents", "Investigation des accidents", "Work accident/ Occupational accident", "Accident statistics", "Causes of accidents", et "Accident prevention", "Accident investigation" (en français et en anglais).

A ce propos, 83 références ont été sélectionnées sur la période 2000-2022, selon les critères suivants : titre, mots-clés, résumé, les accidents de travail et comment les prévenir (figure I-1).

Cette recherche bibliographique a pour but d'étudier : les AT et leurs causes génériques les plus priorisées par la littérature, l'investigation et les problèmes que rencontre cette pièce

---

<sup>4</sup> telles que Google, Google Scholar, Mémoireonline, Openthesis Elsevier, Taylor and Francis et Springer.

angulaire dans la prévention des accidents de travail, ainsi que sur les stratégies déployées pour les prévenir. En conséquences, cette revue de la littérature a également permis de guider la rédaction de ce chapitre structuré en deux grandes sections où la première section est dédiée à la caractérisation des AT (définitions, occurrences, causes et prévention), tandis que la seconde section, se focalise sur l'investigation des AT et plus particulièrement la pratique de l'investigation en Algérie.

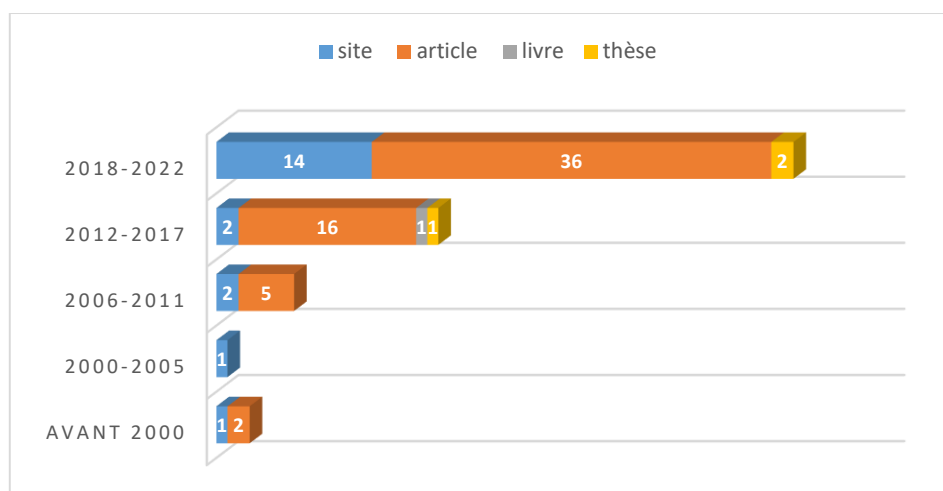


Figure I- 1. Répartition des écrits explorés en fonction de leurs dates d'apparition.

## I.1 Les accidents de travail

### I.1.1 Définition des accidents de travail

La définition des AT a été abordée de manière abondante dans la littérature. Nous présentons ci-dessous un survol de ces définitions.

La première définition est celle fournie par [Mertens \(1951\)](#) dans ses travaux portant sur le facteur humain et la sécurité des travailleurs. Il qualifie l'AT par le triptyque suivant : « nature de l'évènement, causes de l'AT et ses conséquences ».

La définition suivante est celle de [l'OIT<sup>5</sup> \(2002\)](#) centrée sur deux faits marquants ; lieux d'occurrence et lésions engendrées. Le contenu de cette définition montre que, L'OIT associe aux AT : les accidents de voyage, de transport ou de circulation routière dans lesquels des travailleurs sont blessés et qui surviennent du fait ou au cours du travail, lors de l'exercice d'une activité économique, au travail ou dans l'exercice de l'activité de l'employeur.

Une autre définition fournie par [Eurostat<sup>6</sup>](#) qui définit un AT comme « *un événement discret au cours du travail qui entraîne un dommage physique ou mental* ». D'après [Martínez-Rojas et al., \(2022\)](#), l'expression « au cours du travail » signifie « pendant l'exercice d'une activité professionnelle ou pendant le temps passé au travail ».

Cette définition est soutenue par le référentiel OHSAS 18001([BSI, 2007](#)) qui caractérise l'AT par son lien avec la nature du travail et les conséquences engendrées par l'AT.

<sup>5</sup> Organisation International de Travail.

<sup>6</sup> Eurostat : Office européenne, responsable de la publication de statistiques et d'indicateurs européens de haute qualité permettant des comparaisons entre pays et régions

Le terme « évènement » évoqué dans la définition ci-dessus est mieux explicité dans la norme ISO 45001 :2018 (ISO, 2018) qui évoque plutôt la notion de « l'évènement indésirable ».

Il est à noter que, vu sous une approche managériale, l'AT est un cumule de dérives, qui n'ont pas été identifiées et corrigées dans l'espace et dans le temps. En ce sens, l'AT résulte de la conjonction de plusieurs facteurs composant la situation de travail : technique, humain et organisationnelle, le temps, l'activité et l'environnement. Autrement-dit, l'AT est à la fois un symptôme et conséquence d'un système de gestion déficient.

Par ailleurs, les écrits sur la définition des AT montrent que cette définition réglementée varie d'un pays à l'autre (OIT, 2002)

Pour illustrer nos propos, il suffit de se référer :

- à la loi du 21 décembre 1985 (art. L.411-1 du code de la sécurité sociale) pour le cas de la France,
- à la loi sur les AT et maladies professionnelles de 2017, modifiant la loi du 23 mai 1985, pour le cas du Canada,
- au code de sécurité et de santé au travail des États-Unis (OSHA),
- à la loi cadre n° 83-13 du 2 juillet 1983 relative aux AT et aux maladies professionnelles pour le cas de l'Algérie.

En effet, pour l'Algérie, la législation algérienne définit l'AT en référence à ses causes/conséquences et son occurrence dans le cadre de la relation de travail. Ainsi, les articles 7 à 12 de cette loi définissent plusieurs catégories de l'AT, en particulier les accidents de trajet.

À ce propos, la jurisprudence met en lumière deux aspects très importants :

- Le premier concerne les conditions de reconnaissance d'un AT qui sont au nombre de trois (Pluchet, 2020) : (i) un fait accidentel soudain, (ii) une lésion corporelle liée à cet évènement, et (iii) un lien de causalité « fait- travail » ;
- Le second aspect concerne la responsabilité pénale de l'accident où l'employeur est civilement et pénalement responsable des AT.

Par ailleurs, la cotisation que verse l'employeur à la sécurité sociale est tributaire du nombre d'accidents survenus dans son entreprise, ce qui doit normalement inciter les employeurs de se lancer dans une gestion intelligente est participative par leurs implication dans les préoccupations de la SST afin de prévenir est de réduire le nombre des AT.

### ***1.1.2 Revue de la littérature sur l'occurrence des AT***

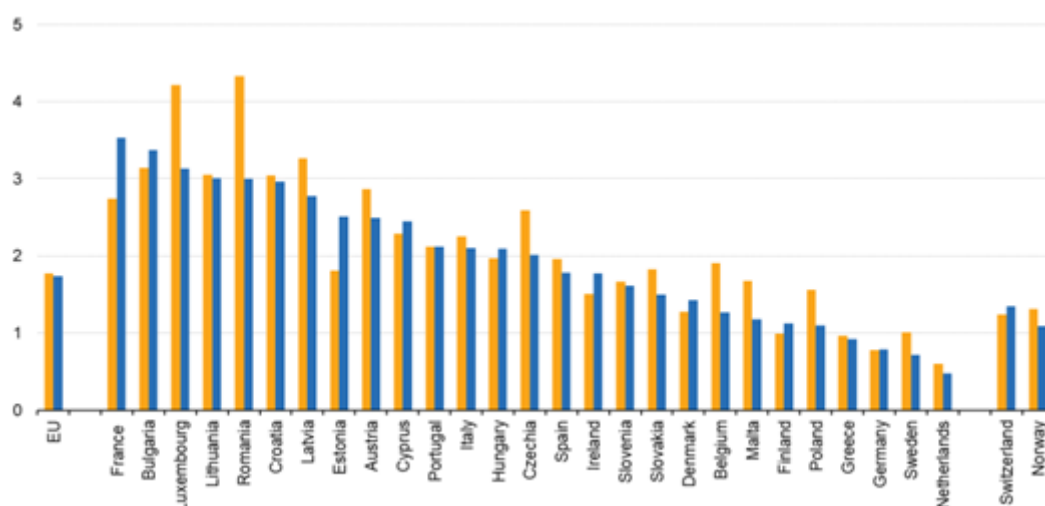
#### *A. A l'échelle mondiale*

Les AT sont des évènements très récurrents, qui impactent sévèrement la santé et la sécurité des travailleurs et imposent de lourdes charges financières aux entreprises en perturbant considérablement la productivité et le rendement (Zarei *et al.*, 2021). A ce propos, chaque année, environ 360 000 de personnes perdent la vie dans des AT (OMS, 2021). Ces chiffres alarmants sont caractérisés dans le temps par une variabilité parfois en hausse et

parfois en décroissance et que la fréquence et la gravité varient entre les pays selon l'efficacité des mesures de prévention et du niveau de la culture de sécurité.

Pour illustrer nos propos et selon Eurostat (2022), aux pays de l'Union Européenne (UE), il y a eu 3,1 millions d'accidents non mortels ayant entraîné au moins quatre jours calendaires d'absence du travail et 3 408 accidents mortels en 2019. Ces chiffres ont connu une croissance par rapport à l'année 2018 de 0,5 % pour les accidents non mortels et une augmentation de 2,3 % pour les accidents mortels.

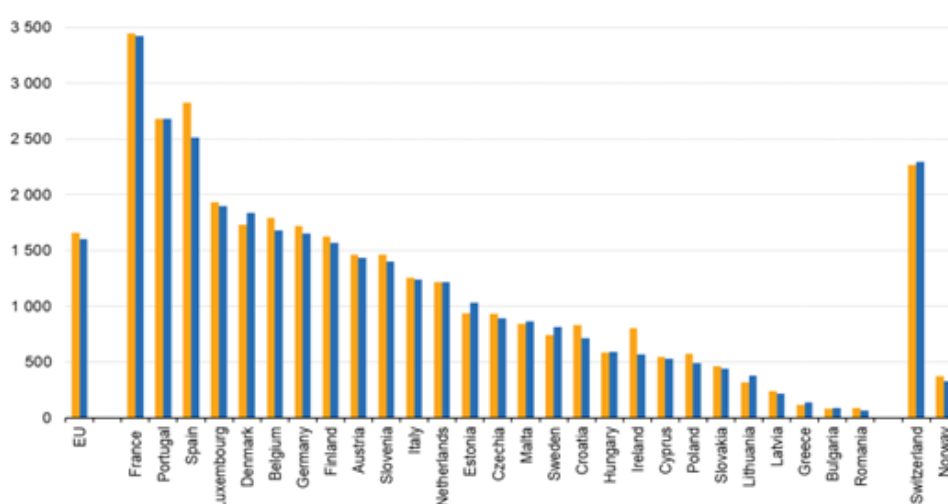
Les taux d'accidents mortels les plus élevés ont été enregistrés en Bulgarie et en France avec, respectivement, 3,37 et 3,53 AT mortels pour 100 000 personnes employées (figure I-2).



Source : (Eurostat, 2022)

**Figure I-2.** AT mortels en 2018 et 2019 pour les États membres de l'UE.

Pour le taux d'accidents non mortels, la France prend les devants comme l'illustre la figure suivante.



Source : (Eurostat, 2022)

**Figure I-3.** AT mortels en 2018 et 2019 pour les États membres de l'UE.

De même, Eurostat (2022) révèle que, l'analyse des données statistiques de l'occurrence des AT dans les pays de l'UE a montré également, que les femmes étaient moins exposées d'avoir un AT que les hommes. Concernant la répartition par secteurs d'activité, l'analyse statistique des données a priorisé le secteur de la construction pour la survenance des AT mortels dans l'UE (22,2 %), suivi par le secteur du transport (15,0 %) qui affichait la deuxième part la plus élevée. Concernant les AT non mortels, ils étaient relativement fréquents dans l'industrie manufacturière (18,7 % du total dans l'UE en 2019), le commerce (12,3 %), la construction (11,8 %) et les activités de santé humaine et d'action sociale (11,0%).

La même source (Eurostat, 2022), déclare que, le nombre de décès au travail dans l'UE a diminué pour l'ensemble de ces activités entre 2010 et 2019, avec une forte réduction absolue du nombre de décès dus à des AT dans le secteur de la construction de l'UE, où il y avait 244 décès de moins en 2019 qu'en 2010 (24,4 %).

Pour les États-Unis et selon le BLS<sup>7</sup> (2021), en 2019, Il y a eu 5 333 AT mortels contre 4 764 AT mortels enregistrés en 2020 ; soit une baisse de 10,7 %. Le nombre des AT en 2020 représentent le nombre annuel le plus bas depuis 2013. Les accidents de transport restent le type d'événement mortel le plus fréquent avec 1778 blessés mortels, représentant 37,3 % de tous les décès liés au travail. Ainsi les travailleurs des professions du transport et du déplacement de matériaux et des professions de la construction et de l'extraction représentaient près de la moitié de toutes les blessures professionnelles mortelles (47,4 %), représentant 1282 et 976 décès au travail, respectivement. Selon cette même source, l'analyse des données statistiques de l'occurrence des AT dans les Etats-Unis montre que les hommes sont les plus exposé aux accidents, et cela est démontré par le pourcentage de femmes qui meurent dans des accidents (8,1 % de tous les décès).

En Malaisie et selon The office of chief statistician malaysia (2022), le nombre des AT était de 21534 cas en 2021 ; soit une baisse de 34,1% par rapport aux 32674 cas enregistrés en 2020. Entre-temps, le nombre d'AT mortels a diminué de 11 cas (301 cas 2021 contre 312 cas en 2020). Les statistiques des AT par groupe démographique pour la Malaisie montrent également que, la plupart des cas concernaient des hommes (en 2021, 85,3% du nombre total de blessures et 97,0% du nombre total d'AT mortels étaient des hommes). Concernant la répartition des AT par secteur d'activité, les données statistiques montre que le secteur de fabrication est le plus élevé avec un nombre d'accident de 7994 cas, suivi par le secteur des services (4299 cas), de la construction (2297 cas) et du commerce (1979). La tendance de nombre d'AT est à la baisse pour tous les secteurs par rapport à l'année précédente à l'exception des Mines et Carrières.

Contrairement à la Malaisie, l'augmentation des statistiques d'AT mortels en 2021 a été enregistrée dans d'autres pays comme le Japon et Singapour où le taux d'AT pour 1000 travailleurs au Japon est passé de 2,44 en 2020 à 2,77 en 2021, tandis que le taux d'AT mortels est également passé à 1,60 en 2021 (2020 :1,49). De même, Singapour a montré une tendance à la hausse du taux d'AT qui a enregistré 3,87 accidents en 2021 contre 3,44 l'année précédente. Le taux d'AT mortels à Singapour a également affiché une augmentation de (1,10 en 2021 contre 0,90 en 2020).

<sup>7</sup> BLS : Bureau of Labor Statistics

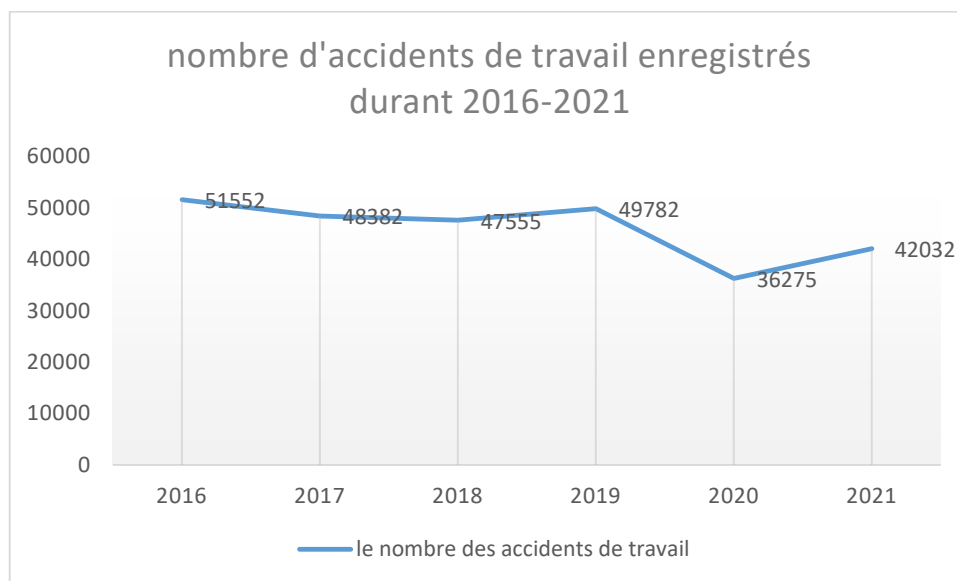
Par ailleurs, d'autres pays ont enregistré des taux d'AT très élevés. C'est le cas par exemple du Brésil où il y a eu 543 855 AT qui ont entraîné 2797 décès en 2013. A l'Iran près de 150 000 travailleurs étaient blessés sur le lieu de travail, entraînant 1148 décès (Zarei, 2021).

Pour le continent africain et selon :

- la DSTE<sup>8</sup> (2020), au Sénégal, le nombre des AT déclaré en 2020 était de 1408, dont 4 sont mortels, 10 avec incapacité physique permanente ou partielle et 1413 sans incapacité physique permanente ou partielle. L'analyse de ces données statistiques a montré que, les hommes sont plus exposés que les femmes et que, les causes d'AT les plus génériques sont liés à « l'emplacement de travail et aux surfaces de circulation ». L'activité la plus exposée est de la fabrication avec 565 victimes d'AT, suivi par la « construction » avec 197 cas ;
- Sabrina (2021), en Tunisie, 34699 AT ont été déclarés en 2019, une baisse (36215) par rapport à l'année 2017. Le nombre des AT mortels ont été de 91. Les secteurs ayant enregistré les taux de fréquence les plus élevés d'AT sont ceux de : confection textile (10%), Bâtiment et Travaux Publics (9,6 %), agroalimentaire (9,1 %) et industries mécaniques (9 %).

### B. A l'échelle nationale

En Algérie, les AT ont connu une diminution au cours des années (2016-2018), puis une légère augmentation en 2019 pour revenir à une diminution significative en 2020. Cependant, en 2021, ils ont de nouveau augmenté (figure I-4).



**Figure I-4.** Nombre d'AT enregistrés durant 2016-2021.

L'année 2016 avait enregistré 51552 AT<sup>9</sup> avec 533 décès. Ces AT et maladies professionnelles ont généré 2.554.734 indemnités journalières. Soit une indemnisation de 27 milliards de dinars algérien payée par la CNAS (CNAS<sup>10</sup>, 2021).

<sup>8</sup> DSTE : Direction des Statistiques du Travail et des Etudes du Sénégal

<sup>9</sup> dont 47000 accidents surviennent sur le lieu du travail et plus de 4500 accidents de trajet.

<sup>10</sup> CNAS : Caisse Nationale des Assurances Sociales des Travailleurs Salariés

En 2017 et 2018, il y a eu l'enregistrement respectif de 48382 et 47555 AT parmi lesquels il y a eu 529 cas mortels (Kharzi, 2021 ; Direct Safety Solutions, 2022). A signaler que les AT enregistrés durant l'année 2018 ont généré 2.158.431 indemnités journalières, et pour lesquels une indemnisation de 26 milliards de dinars a été payée par la CNAS.

En 2019, il y a eu l'enregistrement de 49782 AT, contre 36275 AT en 2020 (Altaib, 2022). En 2021, il y eu l'enregistrement de 42.032 AT, dont 38.225 accidents sur les lieux de travail et 3.807 sont des accidents du trajet (Algerie eco, 2022).

Une analyse des données statistiques sur les trois années 2016, 2017 et 2018, permet de remarquer que le nombre d'accidents est décroissant, par contre les dépenses ont connu une croissance, malgré que durant cette période le nombre de salariés a connu une diminution suite à la baisse dans les recrutements. Cela pourrait s'expliquer par l'ampleur de la gravité des accidents enregistrés et qui coûtent énormément à la CNAS.

Concernant les secteurs les plus exposant aux AT, en premier vient le secteur du bâtiment et travaux publics qui a enregistré 18% du total des AT en 2021. Ce secteur a connu une baisse par rapport à l'année 2018, 27% du total des AT, suivi du secteur de la métallurgie avec 9% des AT en 2021(Altaib, 2022).

Les statistiques des AT par groupe démographique montre que les hommes étaient beaucoup plus susceptibles que les femmes (en 2016, 90% des victimes sont des hommes), et les travailleurs âgés de 25 à 50 ans sont les plus touchés, avec 78 % des victimes.

D'après les statistiques sur les AT, en 2016, la plupart des accidents sont liés : aux chutes dans les escaliers (30%), aux travaux en hauteur (17%), aux véhicules (12% ) et aux déséquilibres des échafaudages (9%). De même, 37% des décès ont pour élément matériel l'échafaudage et 12% les travaux sur les toitures (Zaid, 2016).

### ***1.1.3 Les principales causes des accidents de travail***

Pour ce qu'est des causes des AT, des auteurs (Ünal *et al.*, 2021; Richard *et al.*, 2013 ; Zakaria *et al.*, 2012) s'accordent qu'un AT n'est jamais provoqué de manière intentionnelle. Il découle toujours d'un évènement inattendu et sa prévention repose sur une meilleure connaissance des éléments ou facteurs responsables des AT.

La littérature sur les causes d'AT est très riche d'études. Nous effectuons ci-après un survol de ces études.

En effet et selon Godard (1955), les causes d'AT peuvent se répartir en trois grands groupes : (i) les causes techniques ou matérielles, (ii) les causes organisationnelles et (iii) les causes humaines d'ordre comportemental.

De même, Fabiano *et al.*, (2008) soulignent que les facteurs influençant la fréquence des accidents peuvent être répartis en facteurs : techniques, économiques, humains, organisationnels et les conditions environnementales.

Pour Dacanay (2011), les AT sont principalement attribués à deux causes fondamentales : les facteurs de causalité internes reflétant les caractéristiques de disposition du travailleur et les facteurs de causalité externes reflétant les conditions de travail.

De son côté, [Zakaria et al., \(2012\)](#) affirment qu'un accident ne peut se produire qu'à la suite d'un acte dangereux commis par une personne et/ou d'un danger physique ou mécanique. De plus, d'autres études montrent que la survenance des AT dépend des caractéristiques des entreprises et des facteurs socio-organisationnels et individuels ([Wasungu and Wognin, 2018](#)), ainsi que, la mauvaise culture de sécurité ([Fourar, 2021](#)).

De ce qui précède, la plupart des études sur la causalité des AT s'accordent sur le fait que, les facteurs humains, techniques et organisationnels sont les principales causes des AT :

- Les facteurs humains ont été classés parmi les principales causes des AT où [Omidi et al., \(2018\)](#) déclarent que, les facteurs humains sont de loin la majeure cause des AT. Ce constat est confirmé par [Ye et al., \(2018\)](#) et [Zarei et al., \(2021\)](#) qui soulignent que, les erreurs humaines étaient responsables de plus de 80 % des AT et [Nwankwo et al., \(2022\)](#) confirment que le facteur humain est la principale cause d'accidents catastrophiques dans l'industrie pétrolière et gazière. De même, la tendance des accidents dans les mines de charbon en Chine au cours des 10 dernières années révèle que, les facteurs humains représentaient 94,09 % des causes des accidents ([Chen et al., 2012](#)). Aussi, [Kharoufah et al., \(2018\)](#) soulignent que, les facteurs humains contribuent à environ 75 % des accidents et incidents d'aviation. [Yilmaz and Turan \(2022\)](#) avancent que, les causes les plus dangereuses des AT dus aux ressources humaines sont la surcharge et les pièges ergonomiques, la fatigue, l'inexpérience et les dimensions d'inadéquation sont parmi les autres causes les plus dangereuses.
- Les facteurs techniques ont été indiqués comme cause importante ayant un impact direct sur la survenue des accidents ([Niciejewska et al., 2021](#) ; [Zakaria et al., 2012](#)). Ce constat est soutenu par [Ismail et al., \(2021\)](#) qui ont effectué une revue de la littérature de 57 études sur les accidents miniers et ont montré que, la cause prépondérante d'accidents miniers était la défaillance mécanique (plus de 52%). Par ailleurs [Niciejewska et al., \(2021\)](#) dans leurs travaux sur les facteurs causants des AT soulignent que, les travailleurs des entreprises de production, désignent les facteurs techniques comme ceux, qui affectent le plus significativement la survenue d'AT. A l'opposé, [Ünal et al., \(2021\)](#) déclarent que la SST ne doit pas être considérée uniquement comme une question technique. Il a recommandé que, des dispositions centrées sur les facteurs humains permettent d'améliorer la SST.
- Les facteurs organisationnels ont également un impact sur la SST et la survenue des AT, où [Niciejewska et al., \(2021\)](#) ont classé ces facteurs parmi les principales causes des processus d'accident. D'autres auteurs ([Swuste et al., 2020](#) ; [Callens, 2016](#)) ont montré que, ces facteurs sont les plus importants pour les AT graves. De même, l'analyse de 40 incidents ferroviaires a montré que, les facteurs organisationnels représentent environ 50% des causes des incidents ([Blatter et al., 2016](#)).

La revue de la littérature que nous avons menée sur la thématique des AT est synthétisée dans le tableau I-1. Cette revue de la littérature nous a permis de tirer les enseignements suivants :

- Nul n'est à l'abri des AT, les travaux ont touchés différents pays où les AT constituent un sérieux fléau social, qui touche aussi bien les pays développés, que ceux en voie de développement ;
- Les études déclarent que le fardeau financier des AT et maladies professionnelles est plus élevé que certains problèmes de santé mondiaux. D'où l'extrême urgence de les prévenir et les réduire ;
- Malgré les distinctions qui peuvent exister, les différents pays disposent d'une réglementation permettant la prévention des AT. Cependant, il est important de signaler que, la politique en matière de la SST n'est pas seulement une obligation de droit (une question de lois et de règlements) mais également une obligation de résultats ;
- Les statistiques mondiales des AT dans les dernières années montrent que, leur nombre reste encore important même si cela se marque dans une courbe descendante. Cette baisse est principalement apparue dans la période de propagation de la pandémie «Covid-19 ». Par ailleurs, ces statistiques suggèrent que la sécurité peut être encore améliorée dans l'intérêt des travailleurs et des employeurs par l'implication des deux (obligations de droit et de résultats) ;
- Les statistiques mondiales s'accordent sur les cibles vulnérables des AT, où les hommes sont les plus touchés que les femmes à cause des métiers exercés par les hommes, et que les jeunes sont les plus exposés aux accidents par manque d'expérience et de formation ;
- Pratiquement toutes les études sur les AT s'accordent sur le fait que, le secteur d'activité le plus exposant au risque est celui de la construction ;
- Pratiquement toutes ces études stipulent que, les facteurs causant sont d'ordres multiples (technique, humain et organisationnel), mais les facteurs humains et organisationnels sont les causes génériques les plus rependues des AT ;
- La prévention des AT nécessite la mobilisation de tous les acteurs. En effet, les employeurs doivent prendre en charge les aspect SST et mettre en place tous les équipements de prévention, et les employés doivent avoir un comportement responsable sur les lieux de travail, tout en relevant le rôle de l'Etat en tant que régulateur moyennant l'encadrement juridique.

**Tableau I-1.** Extrait des études explorant les facteurs causants des accidents du travail.

Titre	Journal	Réf. biblio.	Secteur	Pays	Facteurs
Cause–responsibility analysis of occupational accidents in an automotive company	Int. J. of Occupational Safety and Ergonomics	Shafiei <i>et al.</i> , (2022).	Une entreprise automobile	Iran	Les défauts du système de management et les défauts du système organisationnel ont le plus d'impact sur la survenue d'AT.
Analysis of occupational accidents among nurses working in hospitals based on safety climate and safety performance: a Bayesian network analysis	Int. J. of Occupational Safety and Ergonomics	Ghasemi (2022)	Hospitalier (les infirmières)	Iran	Les facteurs humains et organisationnels sont matérialisés par : la conformité à la sécurité, le climat de sécurité, l'attitude des superviseurs à l'égard de SST et à la formation à la SST.
Modeling causal factors of occupational accidents in chemical industries: A 10-year field study in Iran	Iranian Journal of Chemistry and Chemical Engineering	Milad <i>et al.</i> ,(2021)	l'industrie chimique	Iran	Facteurs personnels, facteurs organisationnels, formation HSE, gestion des risques, actes dangereux et conditions ainsi que le type de survenance d'un accident
Analysis of human and organizational factors that influence mining accidents based on Bayesian network	Int. J. of Occupational Safety and Ergonomics	Mirzaei <i>et al.</i> ,(2020)	L'exploitation minière	Iran	Les facteurs ayant une importance relative plus élevée dans les AT sont : les erreurs basées sur les compétences, les infractions de routine, les facteurs environnementaux et les opérations inappropriées planifiées.
Occupational accidents and injuries in construction industry in Jeddah city	Saudi Journal of Biological Sciences	Abukhashabah <i>et al.</i> , (2020).	Construction	Arabie saoudite	Les facteurs humains et organisationnels sont matérialisés par : le manque de sensibilisation et d'expérience des travailleurs, le manque de machines et d'équipements sur les chantiers, le manque d'équipements de protection individuelle, le manque de formation appropriée.
Occupational accidents in Swedish construction trades	Int. J. of Occupational Safety and Ergonomics	Berglund <i>et al.</i> , (2019)	Construction	Suède	Les principales causes des AT sont : la perte de contrôle d'un outil à main ou d'un équipement et les mouvements corporels avec surcharge physique, chute de hauteur. Les raisons de ces causes correspondent : au manque d'expérience, manque des formations et faible implication d'employeur en SST.
A quantitative analysis of the factors that may cause occupational accidents at ports	Journal of ETA Maritime Science	Mollaoglu <i>et al.</i> ,(2019)	Les entreprises portuaires	Turquie	Les facteurs humains et organisationnels sont matérialisés par : l'excès de confiance et le désengagement», le déficit de communication entre les services et au sein du service et le manque d'attention. A noter que le défaut de prendre les précautions requises lors de la réparation et de l'entretien a pris de l'importance par rapport à d'autres facteurs. A noter également que le facteur humain et le niveau de

## Chapitre I : A propos de l'investigation des accidents de travail

					communication ont un rôle vital pour assurer la SST dans la zone portuaire.
Fatal occupational injuries in the Malaysian construction sector—causes and accidental agents	IOP Conference Series: Earth and Environmental Science	<a href="#">Ayob et al., (2018)</a>	Construction	Malaisie	Les causes des AT sont : le manque de surveillance, le non-respect des procédures de travail, le non-port d'équipement de protection individuelle et le non-respect de l'utilisation sécuritaire des outils, des véhicules et des machines.
A statistical study of occupational accidents in the manufacturing industry in Turkey	Int. J. of industrial ergonomics	<a href="#">Altunkaynak (2018)</a>	l'industrie manufacturière	Turquie	Les variables (Secteur, Taille, Age, Expérience et Heure Jour) contribuent dans la survenue de la plupart des AT. En outre, le type d'accident en tant que variable prédictive à la fois pour les jours de travail perdus et l'état post-accident en tant que sorties permet de mesurer la gravité des AT.
Characteristics and determinants of recurrent occupational accidents	Safety science	<a href="#">Pietilä et al., (2018)</a>	Fabrication Mines & carrières Prestations Transport et circulation Autres...	Finlande	Les AT sont liées aux conditions de travail et aux pratiques organisationnelles.
Individual and workplace factors related to fatal occupational accidents among shipyard workers in Turkey	Safety science	<a href="#">Barlas et al., (2018)</a>	des chantiers navals	Turquie	Les facteurs humain et organisationnel sont les principaux facteurs de risque d'AT. Ces facteurs se matérialisent en termes : du faible niveau d'éducation des travailleurs des chantiers, de la fatigue et la somnolence, du manque de culture de sécurité, du ménage dans les ateliers, d'effet du déjeuner, des mauvaises conditions météorologiques, d'utilisation inappropriée des EPI, de la charge du travail, du travail en sous-traitance et de la pénibilité du travail.
Analysis of occupational accidents encountered by deck cadets in maritime transportation	Maritime Policy & Management	<a href="#">Uğurlu et al., (2016)</a>	Transport maritime	Turquie	Les causes fondamentales des AT sont : problème d'utilisation d'équipements de protection individuelle (24,2 %), l'inexpérience (22,6 %), le fait d'être dans un endroit inapproprié (13,6 %), la pression supérieure (10,3 %), le sol glissant (9,2 %), le mauvais temps (7,3 %), fatigue ou lourde charge de travail (6.8) et utilisation d'un équipement inapproprié (6.1 %).

Analysis of the Causes of Occupational Injuries and Application of Preventive Measures	Materia socio-medica	<a href="#">Cemalovic et al., (2016)</a>	Tous les secteurs	Bosnie Herzégo vine	Les causes des lésions professionnelles sont nombreuses et dépendent de nombreux facteurs individuels et professionnels (âge, expérience, ...etc.)
Analysis of occupational accidents with agricultural machinery in the period 2008–2010 in Austria	Safety science	<a href="#">Robert et al., (2015)</a>	Agriculture	Austria	Les causes des AT avec des machines agricoles et forestières sont d'origines : humaine (46,2%), matérielle (39,1%), environnementale (12,1%) et d'autres causes d'accidents (2,62%).
Factors associated with fatal occupational accidents among Mexican workers: a national analysis	PloS one	<a href="#">Gonzalez-Delgado et al., (2015)</a>	- Agriculture - Exploitation minière - Industrie manufacturière - Construction - Le transport - Services	Mexique	Remise en cause des facteurs : sociodémographiques, des conditions de travail et environnementaux. L'ensemble de ces facteurs sont associés à la possibilité de décès en cas d'AT.
Study of Spanish mining accidents using data mining techniques	Safety science	<a href="#">Sanmiquel et al., (2015)</a>	Exploitation minière	Espagnol	Les variables causales (lieu, taille, activité physique, organisation préventive, expérience et âge) sont dans la genèse de la plupart des AT. En outre, le type d'accident (en tant que variable prédictive) et les jours de travail perdus (en tant que variable de sortie) ont servi à mesurer la gravité des AT.
Factors influencing unsafe behaviors and accidents on construction sites: A review	Int. J. of Occupational Safety and Ergonomics (Taylor & Francis)	<a href="#">Khosravi et al., (2014)</a>	Construction	Iran	Les facteurs causaux sont généralement liés : à la société, à l'organisation, à la gestion de projet, à la supervision, à l'entrepreneur, aux conditions du chantier, au groupe de travail et aux caractéristiques individuelles.

### I.1.4 La prévention des accidents de travail

#### A. Synthèse des écrits sur la prévention des AT

Il est important de rappeler que la promotion de la SST est basée essentiellement sur les principes généraux de prévention et sur la réglementation en vigueur. Pour réussir la promotion de la SST, il va falloir désormais que, la prévention des AT fasse la préoccupation de tous les acteurs en interne (employeur, employés, instances représentatives des travailleurs) et en externe (l'état et ces instances de prévention et de contrôle (inspections, caisses d'assurances, ...etc).

En effet, la prévention des AT demeure l'élément central pour éviter les dommages et réduire les AT. Son but est la mise en place d'un environnement sûr permettant d'atténuer les risques d'accident (IvyPand, 2020). Bien qu'il n'y ait aucun moyen qui permet de réduire le risque d'occurrence des AT à zéro, il existe certaines stratégies qui peuvent être prises pour les réduire. Généralement, ces stratégies sont centrées sur les mesures principales pour la prévention des AT, d'une part et sont mentionnées dans la réglementation de chaque pays, d'autre part.

Par ailleurs, il est à rappeler que, les traces de la prévention des AT sont apparues au moment de la révolution industrielle, bien avant les premières interventions publiques. Pour illustrer nos propos, nous citons à titre d'exemple le cas de la France qui a adopté une loi pour l'hygiène et sécurité des travailleurs dans les établissements en juin 1893. Cette loi était le point de départ pour la prévention des AT en France (Léoni, 2017).

Un retour sur les stratégies de la prévention des AT permet de mentionner également qu'elles sont centrées sur plusieurs aspects, qui diffèrent d'une étude à l'autre et selon la pensée de l'évolution de la prévention des AT. A titre d'illustration de nos propos, nous citons l'évolution de la prévention des AT selon Pillay (2015) au cours de cinq âges différents (figure I-5) :

- Le premier âge est associé à la technologie, et est basé sur les normes et directives techniques émises par les ingénieurs et concepteurs professionnels ;
- Le deuxième âge, qui est axé sur les comportements et l'erreur humaine, est centré essentiellement sur les contrôles de sécurité basés sur le comportement et la gestion des erreurs humaines ;
- Le troisième âge, qui est associé à la sociotechnique, est basé sur la conception des postes de travail et de contrôles ;
- Le quatrième âge, qui est associé à la culture de sécurité, est centré essentiellement sur le leadership, la culture et la conscience collective ;
- Le cinquième âge, qui est associé à la résilience, est centré sur l'apprentissage organisationnel, les systèmes cognitifs et l'ingénierie de la résilience.

De son côté, Oueidat (2016) stipule que, la conception de la prévention des AT est fondée, en premier lieu, sur une approche technique, puis sur les aspects humains et enfin sur les aspects organisationnels voire inter-organisationnels (figure I-6). Selon cette approche, l'aspect technique est associé à la sécurité proactive pour la valorisation de la fiabilité des éléments

techniques et à l'apparition des méthodes de la sûreté de fonctionnement. A l'inverse de l'aspect technique, l'aspect humain est associé : à l'amélioration de la visibilité des risques, à l'amélioration de la perception et de l'appréhension du risque chez l'opérateur (formation), à l'ergonomie des lieux de travail et à la révision des procédures.

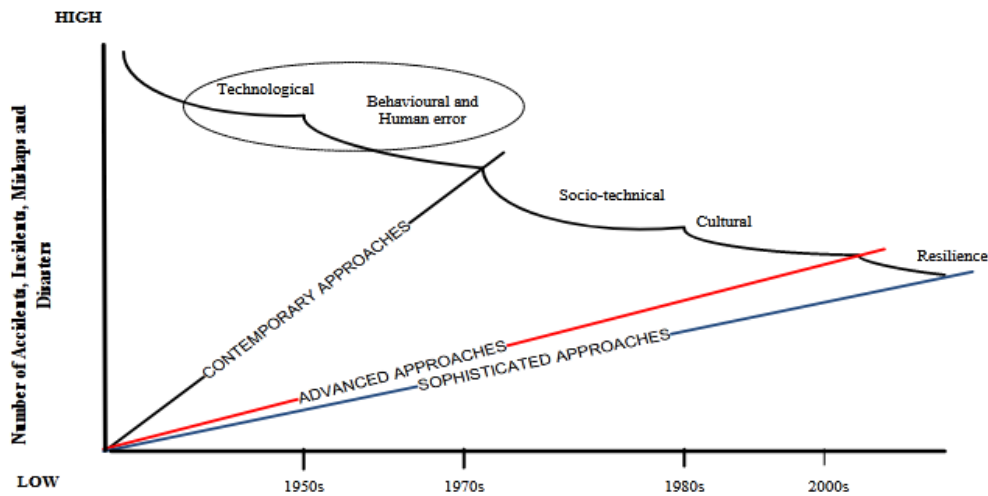


Figure I-5. Evolution des principes de la prévention de la sécurité d'après (Pillay, 2015).

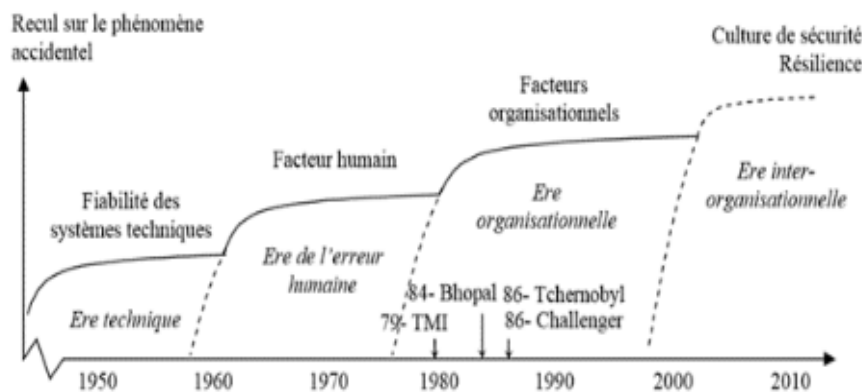


Figure I-6. Évolution de l'approche de prévention des accidents d'après (Oueidat, 2016).

Par ailleurs l'aspect organisationnel se focalise sur : l'élimination et la réduction des causes latentes (causes cachées dans le système), l'amélioration de la fiabilité des processus organisationnels et l'implantation de système de management de la sécurité. Enfin, le dernier aspect relatif à l'inter-organisationnel se penche sur les mécanismes d'adaptation et de résilience de l'organisation face aux chocs provenant de son environnement.

En plus de ces deux pensées (figures I-5 et I-6), Ranjan (2018) définit la prévention des accidents en tant que science et art à la fois, basée sur les performances de contrôle de l'homme, de la machine et de l'environnement physique. Le mot « contrôle » comprend la prévention ainsi que la correction des conditions et des actions dangereuses (figure 1-7).

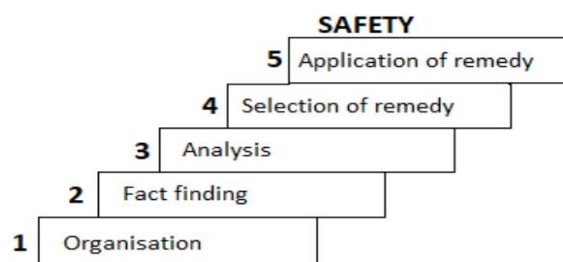


Figure I-7. Etapes de la prévention des AT d'après (Ranjan, 2018).

Il ressort de cette revue de la littérature sur les différentes stratégies (ou idiologies) sur la prévention des AT, qu'elles s'accordent toutes sur le fait que les aspects humain et organisationnel sont les causes la plus redoutables des AT. Ces facteurs causants sont également considérés comme des leviers sur lesquels les entreprises doivent agir pour réduire les risques professionnels et promouvoir la SST. A ce propos, plusieurs études ont été menées afin de mettre en exergue les facteurs sur lesquels on doit agir afin de réduire les AT.

En effet, (Khosravi *et al.*, 2014) dans leur étude confirment l'importance de certains facteurs distaux (tels que la société, l'organisation et la gestion de projet) qui peuvent contribuer à réduire la probabilité de comportements dangereux et d'accidents au-delà des facteurs proximaux (tels que le milieu du travail et les caractéristiques individuelles des employés).

De leur côté, Gonzalez *et al.*, (2015) insistent sur la conception de mesures de sécurité basées sur les principes généraux de la prévention avec en premier, l'élimination et la substitution des potentiels de dangers, ainsi que sur les ajustements techniques et organisationnels dans le cadre d'un processus de gestion des risques pour protéger les travailleurs dans le lieu de travail. Cette étude attire également l'attention sur la nécessité et l'importance d'un système national de surveillance des AT et des maladies professionnelles pour identifier les conditions de santé d'une population donnée. En outre, elle insiste sur l'importance des mesures de contrôle juridique plus rigoureuses pour cadrer les programmes de prévention aux niveaux national et international et d'assurer le contrôle de la santé des travailleurs afin de promouvoir un travail décent et sûr. Au même titre, des auteurs (Barlas *et al.*, 2018 ; Abukhashabah *et al.*, 2020) estiment que la supervision et le contrôle sont des principaux leviers de la prévention des AT.

A propos des leviers de la prévention des AT, des auteurs :

- Uğurlu *et al.*, (2016) estiment que l'entreprise doit commencer par la formalisation de sa politique SST et veiller sur l'application de certaines clauses (telles que : la formation, sensibilisation, procédures ...). Ces orientations sont justifiées par le fait que, les facteurs humain et organisationnel sont les causes génériques des AT ;
- Cemalovic *et al.*, (2016) et Cemalovic *et al.*, (2016) se focalisent sur un autre levier qui est celui de la gestion des risques où la communication et l'amélioration des relations interpersonnelles doivent occuper une place de choix dans les stratégies de prévention des AT ;
- Ayob *et al.*, (2018) et Mirzaei Aliabadi *et al.*, (2020) qui s'intéressent à la mobilisation des acteurs de prévention des AT et tout particulièrement l'implication de la direction

qui doit se charger des règles SST et des pratiques de gestion efficaces dans l'environnement de travail pour protéger les employés ;

- [Altunkaynak, \(2018\)](#) propose de prévoir des primes permettant d'encourager les entreprises qui enregistrent le moins d'AT, aussi bien par l'état que par les caisses de la sécurité sociale ;
- [Pietilä et al., \(2018\)](#) soulignent l'importance du principe de l'évaluation et plus particulièrement l'importance de l'évaluation des politiques de prévention après chaque occurrence d'AT et l'amélioration active des pratiques de prévention ;
- [Mollaoğlu et al., \(2019\)](#) recommandent l'analyse ergonomique des postes de travail comme alternative de prévention des AT ;
- [Milad et al., \(2021\)](#) insistent sur la priorisation des facteurs accidentels. En effet, pour ces auteurs, tout programme de prévention des AT doit tenir compte de l'importance de chaque facteur accidentel dans la survenue d'AT. En conséquence, le niveau d'importance le plus élevé nécessite le niveau d'attention le plus élevé. Evidemment, cette priorisation de niveaux impose de faire recours à des méthodes de classification des facteurs de risques pour pouvoir passer par la suite au traitement des facteurs priorités.

Toujours, dans le même contexte de priorisation des facteurs accidentels (humain et organisationnel), [Shafiei et al., \(2022\)](#) démontrent dans leur travail que, rien qu'en modifiant ces facteurs de risque de base à leur moitié, 80 % des AT peuvent être maîtrisés. Dans le même ordre d'idée, [Ghasemi et al., \(2022\)](#) insistent également sur le facteur humain et particulièrement l'apport de la formation dans la prévention des AT chez les infirmières.

### B. Pratiques de la prévention des AT en Algérie

En Algérie, la prévention des AT est cadrée par un dispositif réglementaire et juridique. En effet, la constitution algérienne stipule dans son Art 66, que le droit à la protection, à la sécurité et à l'hygiène dans le travail, ainsi que, le droit du travailleur à la sécurité sociale sont garanti par la loi.

Ainsi, en matière de droit à la sécurité sociale, le principal texte de référence en vigueur est la loi 83-13 du 2 juillet 83, relative aux AT et aux maladies professionnelles. En matière de droit à la protection, le principal texte est la loi 88-07 du 26 janvier 1988 relative à l'hygiène, la sécurité et la médecine du travail. Cette loi désigne : les personnes responsables de la prévention des risques professionnels, les organes de concertation en extra et en intra entreprise, les structures d'exécution (Service d'hygiène et de sécurité), les organismes d'assistance technique, la médecine du travail et suivi médical au travail, le contrôle de l'inspection du travail, et les sanctions.

A cela s'ajoute plusieurs textes d'application qui ont été adoptés et portent à titre d'exemple sur : les règles générales d'hygiène, de sécurité et de médecine du travail, les modalités spécifiques à la protection des travailleurs fortement exposés, l'organisation de la prévention, le contrôle de l'inspection du travail, l'appui technique des organismes de prévention nationaux ou d'entreprises, la formation et l'information.

Sur le plan international l'Algérie est membre de l'OIT (l'Organisation Internationale du Travail) depuis 1962. La législation algérienne en vigueur en matière de SST émane des conventions de l'OIT ratifiées. En effet, en matière de SST, l'Algérie a ratifié 54 conventions, notamment la C-155 concernant la sécurité, la santé des travailleurs et le milieu de travail en 1981, la C-017 relative à la réparation des AT en 1962 et la C-167 concernant la sécurité et la santé dans la construction en 1988.

Par ailleurs et en plus du contexte réglementaire et juridique, l'Algérie dispose d'un Conseil National multisectoriel de l'Hygiène, de la Sécurité et de la Médecine du Travail, créé le 5 juin 1996 en vertu du décret n°96-209 du 5 juin 1996, qui est sous la tutelle du Ministère du Travail, de l'Emploi et de la Sécurité Sociale, lequel est chargé de l'application de la législation et de la réglementation en matière d'hygiène et de la sécurité au travail et de la sécurité sociale, ainsi que de l'adaptation et la performance du système hygiène, sécurité et médecine du travail.

Le Conseil National multisectoriel de l'Hygiène, de la Sécurité et de la Médecine du Travail est l'organe tripartite de concertation (état-employeurs et syndicats des travailleurs avec la participation d'experts en SST). Il a un rôle d'orientation, d'évaluation et de coordination en matière de SST. Ce conseil dispose des Structures de Prévention (SP), de Direction des Relations de Travail (DRT) et la Direction Générale de la Sécurité Sociale (DGSS) et d'autres structures de contrôle telle que l'Inspection Générale du Travail (IGT).

Tous ces organes collaborent pour la mise en place et le suivi de la politique de prévention des risques professionnels déployés par l'état algérien. Dans ce contexte, la question qui s'impose est la suivante : *Pourquoi toutes ces dispositions réglementaires et juridiques n'ont pas pu engager l'Algérie dans une politique de prévention résolue ?*

En plus de l'arsenal juridique et réglementaire, la prévention des risques professionnels dans le cadre d'une politique SST clairement affichée, nécessite de nombreux outils considérés comme pertinents pour la réussite de la prévention des AT telles que : l'inspection en milieu de travail, la compilation et l'analyse des statistiques, l'analyse de la sécurité et enfin l'investigation sur les accidents.

S'agissant de l'investigation sur les AT, les acteurs de prévention des AT en Algérie confirment que cet outil est la clé de réussite des systèmes de la gestion de la sécurité. En effet, cet outil n'est autre que le processus de notification, de collecte des occurrences et des causes d'occurrences des AT. Le déploiement de l'investigation de manière organisée et fiable aide les entreprises à planifier des enquêtes sur les risques professionnels afin de corriger les situations de travail dangereuses existantes mais également d'en prévenir celles similaires (Comberti *et al.*, 2018).

Enfin, il est à souligner que les processus d'investigation sur les AT ont acquis une grande importance dans la littérature en raison de leur capacité à réduire de façon significative les AT (Morrish, 2017). L'investigation des AT fera l'objet de la section suivante.

## I.2 L'investigation des AT

### I.2.1 Généralité sur l'investigation des AT

L'investigation des AT est un outil de prévention le plus cité dans la littérature comme le confirment certains auteurs (Comberty *et al.*, 2018 ; Jacinto *et al.*, 2011). Dans ce contexte, un extrait des principaux travaux menés sur l'investigation des AT est fourni par le tableau I-2 où les travaux réalisés dans ce contexte montrent que, l'investigation est la première étape essentielle après l'occurrence d'un accident. De même, elle est indispensable pour la le déploiement des mesures préventives adéquates. C'est dans ce contexte que les techniques d'enquête et d'analyse des risques prennent toute leur importance.

Par ailleurs, la littérature a connu de nombreuses définitions du processus de l'investigation des AT. A titre d'exemple, Lindberg *et al.*, (2010) soulignent que le processus comprend cinq phases (rapport initial, sélection de la méthode d'investigation, l'investigation, diffusion des résultats, mesures préventives et évaluation). Pour Stemn *et al.*, (2019b), les étapes de l'investigation se résument en : actions immédiates, planification et lancement, collecte et représentation des données, analyse des données, causes communément identifiées, recommandations de planification, documentation de l'enquête.

L'investigation des AT a pour objectif de découvrir les causes de l'accident, et de prévenir les accidents similaires, de répondre à toutes les exigences légales et déterminer la conformité aux règlements applicables. Plus important encore, l'investigation des AT offre un cadre idéale pour identifier les points faibles et les lacunes dans les programmes de SST (Dianmin, 2020 ; Comberty *et al.*, 2018).

L'investigation sur les AT est une technique « analytique » matérialisée par deux grandes étapes (Comberty *et al.*, 2018) : l'enquête permettant de recueillir les faits d'accident, et l'analyse qui permet de déduire, en particulier, les causes de l'accident.

L'investigation des AT est, donc, une analyse détaillée de l'accident, fondée sur les informations recueillies grâce à un examen minutieux sur tous les facteurs contributifs. Car, chaque accident est généralement décrit par plusieurs paramètres qui fournissent des informations sur la dynamique, le moment, le lieu, la situation de travail et les travailleurs impliqués. Dans ce contexte l'European Statistics on Accidents at Work (ESAW) montre qu'un système de classification des accidents requiert plus de 20 paramètres pour décrire un accident (Comberty *et al.*, 2018). Cependant, pour qu'une investigation réponde aux objectifs visés, en plus des paramètres sur l'accident, l'investigation requiert une procédure (ou un processus) d'investigation impliquant (CCHST, 2022) : des outils et méthodes appropriés, des compétences humaines, une bonne maîtrise des techniques d'enquête, des modèles de causalité des accidents, les exigences légales et organisationnelles.

**Tableau I-2.** Extrait des études explorant l'investigation des AT.

Titre	Journal	Réf. biblio.	Outil et but de l'étude
The influence of accident manuals on the effectiveness of accident investigations—An analysis of accident management documents of Ghanaian mines	Safety Science	<a href="#">Stemn and Joe-Asare, (2021)</a>	Examen des documents de gestion des accidents et détermination de leurs effets sur l'efficacité des enquêtes dans les mines ghanéennes.
Bayesian network modeling of accident investigation reports for aviation safety assessment	Reliability Engineering & System Safety	<a href="#">Zhang and Mahadevan, (2021)</a>	Développement d'une approche pour analyser les accidents moyennant les réseaux bayésiens. Le réseau construit permet de capturer les relations causales intégrées dans les séquences de ces AT.
The role of augmented reality in air accident investigation and practitioner training	Reliability Engineering & System Safety	<a href="#">D'Anniballe et al., (2020)</a>	Simuler la réalité de l'accident par la visualisation numérique et l'utiliser pour soutenir le processus d'enquête et pour la formation des enquêteurs.
Ship accident consequences and contributing factors analyses using ship accident investigation reports	Journal of risk and reliability	<a href="#">Zhang et al., (2019)</a>	Analyser quantitativement l'association entre les conséquences des accidents maritimes et les facteurs contributifs associés sur la base de rapports d'enquête sur les accidents maritimes réels.
Exploring the Contributory Factors of Confined Space Accidents Using Accident Investigation Reports and Semistructured Interviews	Safety and health at work	<a href="#">Naghavi et al., (2019)</a>	Avoir une image globale des facteurs causaux des accidents en espace clos grâce à l'analyse des rapports d'accidents et à l'utilisation d'une approche qualitative.
What do aircraft accident investigators do and what makes them good at it? Developing a competency framework for investigators using grounded theory	Safety science	<a href="#">Nixon and Braithwaite, (2018)</a>	Montrer l'apport des enquêteurs qualifiés dans le processus d'investigation et proposition d'un cadre de compétence basé sur la formation.
A combined approach for the analysis of large occupational accident databases to support accident-prevention decision making	Safety Science	<a href="#">Comberti et al., (2018)</a>	Fournir une méthodologie pour traiter la base de données des AT afin de mieux aborder l'analyse des données pour la définition des mesures préventives et réduction des risques.
A new paradigm for accident investigation and analysis in the era of big data	Process safety progress	<a href="#">Huang et al., (2018)</a>	Fournir un modèle conceptuel pour l'investigation et l'analyse des accidents dans l'ère des Big Data.
Application of forensic image analysis in accident investigations	Forensic science international	<a href="#">(Verolme and Mieremet, 2017)</a>	Démontrer l'applicabilité des techniques médico-légales comme l'analyse d'images aux enquêtes sur les accidents.

Par ailleurs, la littérature consultée sur l'investigation des AT stipule que, l'efficacité de ce processus réside dans la coopération et l'implication de tous les acteurs de la prévention. A cela s'ajoutent les formations, les outils et la manière d'enquêter qui jouent un rôle primordial dans l'aboutissement de ce processus. A ce propos, [Stemn et al., \(2019b\)](#) révèlent dans leurs études que, l'investigation des accidents est confrontée à plusieurs lacunes. Parmi lesquelles, ils citent : la non-qualification du personnel (manque de compétences) en matière d'investigation, et la plupart des enquêteurs n'avaient aucune connaissance des modèles de causalité des accidents et des méthodes d'enquête utilisés.

### ***1.2.2 Pratiques de l'investigation sur les AT en Algérie***

En Algérie, les instances impliquées directement dans l'investigation sur les AT sont : la CPHS<sup>11</sup>, organe représentatif des salariés sur les aspects SST, le médecin du travail, la CNAS<sup>12</sup>, l'IT<sup>13</sup>, l'OPREBATPH<sup>14</sup>, la police judiciaire ou le procureur de la république.

A noter que les instances (CPHS, CNAS, IT) concernées par l'investigation sur les accidents disposent de formulaires d'enquêtes complètement différentes les uns des autres. Malheureusement, l'exploitation des formulaires ne peut être fructueuse pour un retour d'expérience en vue de prévenir que, les AT futures ne se reproduisent suivant des scénarios identiques ou similaires. Car, les documents utilisés sont des formulaires d'enquête qui se limite à répondre à des check listes souvent incomplètes où l'enquêteur est appelé à cocher, alors que la survenue des AT émane des situations de travail instables et dynamiques mettant en jeu parfois la conjonction de plusieurs facteurs. En d'autres termes, les formulaires d'investigation des AT ne peuvent en aucun cas faire l'objet d'une source de données permettant de répondre aux objectifs visés par l'investigation ; à savoir prévenir et réduire les AT. Dans ce contexte et pour solutionner ce problème, plusieurs études menées sur l'investigation des AT recommandent l'harmonisation de ces outils de prise de décision et plusieurs modèles d'investigation systématiques ont été développés pour cette fin, A noter que, les modèles de causation des AT feront l'objet d'un développement dans le chapitre suivant.

Un autre constat aussi pertinent que le premier est que, les ressources humaines composants la CPHS chargés de l'investigation sur les accidents à l'entreprise ne sont pas adéquatement formées pour l'utilisation des modèles développées par la littérature. A cela s'ajoute le fait qu'un bon nombre d'entreprises ne disposent pas d'un référentiel d'investigation à l'exception des entreprises structurées à l'image du Groupe industriel SONATRACH.

En effet, ce Groupe dispose d'un référentiel qui définit les exigences et les modalités de la mise en œuvre de l'investigation dans toutes ses filiales ([Sonatrach, 2009](#)).

L'intérêt de ce référentiel est qu'il décrit en détail la méthodologie retenue, ainsi que, les personnes nécessaires pour l'investigation des accidents. Il repose sur cinq grands types de données : humaines, physiques, électroniques, de localisation et les données écrites. De plus,

---

<sup>11</sup> Commission Paritaire d'Hygiène et de Sécurité

<sup>12</sup> Caisse Nationale d'Assurance Sociale

<sup>13</sup> Inspection du Travail

<sup>14</sup> Organisme de Prévention des Risques Professionnels dans les Activités du Bâtiment, des Travaux Publics et de l'Hydraulique.

il propose un ensemble d'outils d'analyse ; notamment : les check-lists basées sur la méthode des 5M<sup>15</sup>, la théorie des dominos, l'arbre des causes pour l'analyse profonde de l'accident et le Nœud de papillon pour l'analyse de la défaillance des barrières.

### Conclusion

Le long de ce chapitre, nous avons effectué des rappels sur l'investigation des AT où nous avons rappelé succinctement les statistiques mondiales des AT au cours de ces dernières années, ainsi qu'un état d'art sur : les définitions, les causes et la prévention des AT.

Au cours de ces rappels, nous avons montré que les AT sont des problèmes de santé et de sécurité spécifiques à la vie professionnelle, constituant un énorme fardeau mondial. Ils sont fréquents et engendrent de lourdes conséquences. Un autre constat issu de ces rappels concerne l'évolution de la prévention des AT au fil du temps : dans un premier temps, elle s'est basée sur des facteurs multiples (humains, techniques et organisationnels) et au cours de ces dernières années, d'autres facteurs ont été introduits telle que la culture de sécurité qui est considérée aujourd'hui parmi les facteurs les plus importants (Fourar, 2021).

Par ailleurs, la revue de la littérature présentée dans ce chapitre sur l'investigation des AT a confirmé que, l'investigation constitue une priorité pour la prévention des AT et contribue de manière significative à une meilleure prévention des AT. A ce propos, nous avons montré que chaque pays possède sa propre manière de mener l'investigation des AT. Pour l'Algérie, la CPHS<sup>16</sup> joue un rôle clé dans l'investigation et la prévention des AT ainsi que, dans l'amélioration de la SST. En conséquences, toutes perturbations dans le fonctionnement de cette instance, qu'elle soit technique (absence de moyens), humaine (absence de compétences ou compétences non qualifiés pour prendre en charge la SST) ou organisationnelle (non implication des acteurs notamment : la direction, les membres de la CPHS et les travailleurs) génèrent des conséquences négatives sur toute la politique SST de l'entreprise.

En plus de la CPHS dont la présence dans les organisations pour la prévention des AT relève des obligations réglementaires, nous avons évoqué dans la dernière partie du chapitre l'initiative prise par le Groupe industriel SONATRACH et qui consiste en la mise en place d'un référentiel d'investigation sur les AT. A ce propos, il est important de souligner que ce référentiel peut faire l'objet d'ajustements par l'insertion d'autres modèles de causations très développées par rapport aux méthodes d'usage actuel dans ce référentiel. En effet, ces modèles de causalités des accidents constituent, non seulement, la base théorique la plus importante pour la science de sécurité mais, également, des outils incontournables de prévention des AT (Fu *et al.*, 2020). Dans ce contexte l'analyse des causes des accidents a nécessité et par la même a encouragé le développement de modèles de l'analyse de la causation des AT, ainsi que des méthodes systémiques de classification des causes d'AT (Zarei *et al.*, 2021 ; Goncalves Filho *et al.*, 2021). Le chapitre suivant présentera de manière très développée les modèles de causation des AT et plus particulièrement le modèle dénommé 2-4.

---

<sup>15</sup> matière, main-d'œuvre, machine, milieu, management.

<sup>16</sup> Considérant que cette instance est le facteur déterminant dans l'investigation et la prévention des AT, elle fera l'objet d'un développement dans le chapitre 3.

# Chapitre II : Le modèle 2-4 outil adéquat pour l'investigation des AT

## Introduction

Comme abordé dans le chapitre précédent, l'investigation des AT est un prérequis essentiel pour mieux comprendre le processus de l'accident en identifiant ses causes et par la suite de recommander des mesures préventives et correctives (Morrish, 2017 ; Dodshon and Hassall, 2017). Dans ce contexte, l'investigation des AT nécessite l'usage des modèles appropriés dénommés « modèles de causalité des accidents », dont le type, la qualité et la quantité de données en dépend. A ce propos, la littérature spécialisée est très riche en termes d'études dédiées aux modèles de causalité d'accidents (Fu *et al.*, 2020 ; Woolley *et al.*, 2019 ; Grant *et al.*, 2018). Ces modèles fournissent une loupe théorique à travers laquelle l'interaction dynamique entre les facteurs contributifs à l'occurrence de l'accident est mise au clair. En outre, l'investigation des AT permet de clarifier les liens de l'ensemble des causes de l'accident.

La diversité des modèles de causation d'accidents nous incite à rappeler, qu'ils ont émergé au cours des années précédentes chacun avec : son principe, ses forces et ses faiblesses, mais ayant pour objectif commun de comprendre et prévenir les accidents (Woolley *et al.*, 2019 ; Grant *et al.*, 2018). C'est dans ce contexte que s'intègre ce chapitre, ayant pour objectif de la première partie, de faire un rappel sur les modèles typiques qui dominent la littérature relative à l'investigation sur les AT. Sur la base de cette revue bibliographique menée sur les modèles de causation, la seconde partie du présent chapitre se focalisera sur le modèle 2-4 fortement recommandé par des études très récentes (Mirzaei Aliabadi *et al.*, 2022 ; Fu *et al.*, 2020). Mieux encore, Wang and Yan (2019) proposent de le retenir comme modèle universel d'analyse des AT

## II.1 A propos des modèles de causalité des accidents

Les modèles de causalité des accidents permettant de décrire la façon dont ces accidents se sont produit et, par voie de conséquences, de déterminer leurs causes (Kim and Yoon, 2013). Ces modèles sont nombreux et ont vu le jour depuis plusieurs décennies. En effet, l'histoire de ces modèles à ce jour peut être retracée depuis les années 1920 où ils ont connu plusieurs classifications (Zaranezhad *et al.*, 2019) que nous détaillerons ci-après.

### II.1.1 La classification des modèles de causalité des accidents

Les modèles de causalité des accidents ont connu plusieurs classifications au fil du temps. Pour illustrer nos propos, nous rappelons qu'en 1991, [Lehto and Salvendy \(1991\)](#) ont divisé les modèles de causalité en trois groupes : (i) les modèles généraux du processus d'accident, (ii) les modèles d'erreurs humaines et de comportement dangereux, et (iii) les modèles basés sur les mécanismes des dommages humains.

Quelques années plus tard, [Gibb et al., \(2014\)](#) et [Katsakiori et al., \(2009\)](#) catégorisent les modèles d'AT en : modèles d'accidents séquentiels, modèles humains centrés sur la communication de l'information et modèles d'accidents systémiques..

La dernière décennie a été marquée par une nouvelle classification des modèles de causalité selon trois approches [Ouidat \(2016\)](#) : linéaire, multifactorielle et systémique.

Enfin, au début de l'actuelle décennie, [Fu et al.,\(2020\)](#) ont divisés les modèles de causalité des accidents en deux catégories, que nous retenons dans cette étude, ([Ouidat ,2016](#)) : modèles linéaires et non linéaires.

#### II.1.1.1 Modèles linéaires

La vision retenue par ce type de modèles consiste à relier chaque accident à une cause. En d'autres termes, l'enchaînement du processus accidentel est séquentiel ([Oueidat, 2016](#)) : il est représenté par une relation simple de cause à effet.

Pour [Fu et al., \(2020\)](#), les modèles linéaires se focalisent sur le séquençement des causes d'accidents. Un extrait de ce type de modèles de causation d'accidents est donné par le tableau II-1 où certains aspects (historique, principe, points forts et points faible) qui caractérisent les modèles sont détaillés.

#### II.1.1.2 Modèles non linéaires

Les modèles non linéaires, appelés également modèles multifactoriels ([Oueidat, 2016](#)), reposent sur l'aspect de causalité multifactorielle. Ils associent plusieurs facteurs contributifs pour décrire l'interaction complexe entre les facteurs où chaque facteur est représenté par un ensemble de causes contributives représentant ainsi une séquence accidentelle.

La littérature classe les modèles non-linéaires en quatre catégories de modèles d'accidents ([Fu et al., 2020](#) ; [Oueidat, 2016](#) ; [Adedigba et al., 2016](#)) :

- *Modèles de causalité non linéaire humains* qui se focalisent sur les facteurs humains, mais particulièrement sur les caractéristiques humaines en tant que facteurs causant dans l'accident (tableau II-2) ;
- *Modèles de causalité non linéaire statistiques*, basés essentiellement sur l'exploitation des données statistiques (accidents et presque accidents) pour étudier la relation entre le nombre et la gravité des accidents (tableau II-3). D'après [Decamp and herskovitz, \(2015\)](#), ces modèle reposent sur la théorie qui stipule que les accidents majeurs surviennent moins fréquemment que les mineurs ;
- *Modèles de causalité non linéaire énergétiques*, basés sur la libération et le transfert d'énergie (tableau II-4). De leur côté, [Saleh et al., \(2010\)](#) ajoutent que leur principe est

que l'accident résulte, non seulement, de la libération non désirée d'énergie, mais également de la stratégie de sûreté de défense en profondeur qui est intrinsèquement liée à ces modèles ;

- *Modèles de causalité non linéaires symétriques*, qui sont développés suite aux critiques portées sur les modèles multifactoriels. En effet, selon l'approche multifactorielle l'identification des facteurs causant se fait par ensemble, et donc les mesures requises pour agir augmentent de façon considérable et constitue en soi une autre difficulté qui s'ajoute aux autres. C'est ainsi que la théorie des modèles de causation est passée de l'étude d'un ensemble considéré comme un système à l'étude d'un aspect qualifié de systémique (Oueidat, 2016). Un extrait de ces modèles est présenté dans le tableau II-5.

Tableau II-1. Extrait de modèles linéaires de causalité des accidents.

Modèle (références)	Historique	Principe	Points forts	Points faibles
Heinrich's domino theory (Fu et al., 2020 ; HaSPA <sup>17</sup> , 2012 ; Hardy, 2010)	Il est proposé par Heinrich (1931). C'est, donc, le premier modèle d'accident séquentiel basé sur la théorie des dominos d'Heinrich.	L'accident est une série d'évènements survenant selon un ordre fixe et logique.	Le modèle étant simple et claire Il est basé sur le principe de correction (enlever un domino). Il permet une vue logique qui oblige à mettre les causes en corrélation les unes aux autres.	Le modèle néglige d'autres facteurs. L'impact de l'organisation n'est pas pris en compte. Il ignore, donc, le rôle de l'apprentissage. Il est difficilement applicable à des situations de travail complexes.
Bird's accident causation model (Fu et al., 2020)	Il est proposé par Bird et Germain (1966) sur la base de modèle de Heinrich.	La prévention des accidents sous l'angle «contrôle des dommages ». Les causes d'un accident sont attribuées aux causes internes de l'entreprise.	C'est le premier modèle qui a intégré le facteur de gestion tout en décrivant clairement les déférentes étapes de l'évolution de l'accident. Son usage étant simple. Il est multifactoriel (l'homme, l'environnement, l'équipement...).	Il néglige d'autres facteurs (telle que la culture de sécurité). Il ne permet pas l'analyse des relations non linéaires et n'explique pas les raisons de manque de contrôle.
Kitagawa's accident causation model (Fu et al., 2020)	Il est proposé par Kitagawa Tatsumi sur la base de modèle d'Heinrich.	Les facteurs sociaux ont un impact important sur la survenance et la prévention des accidents.	Les causes de l'accident sont multiples (directes, indirectes et fondamentales). De plus, il intègre les facteurs sociaux (l'éducation scolaire, la société et l'histoire). Son usage est simple. Il est multifactoriel dans le sens où il décrit cinq facteurs relatifs à la cause humaine.	Il néglige d'autres facteurs. Il ne permet pas l'analyse de relations non linéaires et ne propose pas des mesures de prévention relatives à chaque catégorie des causes.
Orbit intersecting theory (Fu et al., 2020)	Il est très célèbre en Chine. Son inventeur n'a pas été identifié jusqu'à présent.	Les accidents sont le résultat du développement séquentiel de nombreux événements interconnectés.	Il met en évidence l'intersection des facteurs humains et physiques dans la description des causes de l'accident. De plus, il exige une approche de prévention basée sur un niveau très élevé de fiabilité des équipements et systèmes.	Il néglige d'autres facteurs. Il nécessite une mise à disposition de beaucoup de moyens tels que : équipements à haute fiabilité et les systèmes d'assurance, système de signalisation, les verrouillages de sécurité, les télécommandes...

<sup>17</sup> Health and Safety Professionals Alliance

## Chapitre II : Le modèle 2-4 outil adéquat pour l'investigation des AT

<p>Swiss cheese model (SCM) (Fu <i>et al.</i>, 2020; Larouzée and Guarnieri, 2014)</p>	<p>Il est proposé par Reason en 1990 et il est semblable aux dominos d'Heinrich. De plus, il est à la base de développement d'autres modèles tels que : Tripod Beta, HFACS, modèle 2-4.</p>	<p>Les accidents ne sont pas causés par des facteurs isolés mais par une combinaison des défauts de système.</p>	<p>Il est basé sur une combinaison temporelle des défauts de système en mettant en lumière les causes directes et sous-jacentes. Son principe étant simple. Il est multifactoriel.</p>	<p>Il ne propose pas des outils de prévention.</p>
<p>Stewart's accident causation model (Fu <i>et al.</i>, 2020)</p>	<p>Il est développé par Stewart en 2001.</p>	<p>Il est basé sur l'observation pour améliorer le système de gestion de sécurité.</p>	<p>Il exige l'engagement de la direction et l'implication de personnel dans la sécurité. Il fournit des idées et une base théorique pour le système de gestion de sécurité.</p>	<p>Il néglige d'autres facteurs. Il ne clarifie pas l'importance relative à des pratiques. Une autre limite de ce modèle est qu'il néglige l'influence importante d'autres organisations sur la sécurité.</p>
<p>Human Factors Analysis and Classification System (HFACS) (Fu <i>et al.</i>, 2020; Wu <i>et al.</i>, 2017)</p>	<p>Il est proposé par Shappell et Wiegman (2001) sur la base de SCM version 1.</p>	<p>Il divise les causes en quatre niveaux : les actes dangereux, les conditions préalables aux actes dangereux, la supervision dangereuse et les influences organisationnelles.</p>	<p>Il est multifactoriel et les 19 facteurs de HFACS sont définis en détail. Il peut être combiné avec d'autres modèles de causalité des accidents.</p>	<p>Malgré les 4 niveaux et 19 facteurs de HFACS, le modèle ne résume pas toutes les causes de l'accident. De plus, il ne précise pas les actes dangereux qu'il pointe, en particulier lors de l'analyse d'accidents compliqués.</p>
<p>Offshore oil and gas process accident model (Fu <i>et al.</i>, 2020)</p>	<p>Il est proposé par Kujath <i>et al.</i> (2010) sur la base de la combinaison de deux modèles : de causalité des pertes et du fromage Suisse.</p>	<p>Il attribue l'accident à l'échec des barrières de prévention.</p>	<p>Il met en évidence les barrières de prévention à travers un principe simple basé sur le calcul de la probabilité de la défaillance du système à partir de la probabilité de défaillance de chaque barrière de prévention. Ce modèle est multifactoriel.</p>	<p>Il exige des ressources importantes et qualifiées. Les cinq barrières de prévention de ce modèle ne résument pas toutes les causes de l'accident. De plus, il ne prend pas en compte des facteurs humains, de gestion et d'organisation.</p>

## Chapitre II : Le modèle 2-4 outil adéquat pour l'investigation des AT

<p>System hazard identification, prediction and prevention (SHIPP) (Rathnayaka <i>et al.</i>, 2011)</p>	<p>Il est développé en 2011 par Rathnayaka et ses collaborateurs.</p>	<p>Il s'appuie sur l'historique des processus, les informations sur les précurseurs d'accidents et la modélisation des causes d'accidents.</p>	<p>Il est multifactoriel et permet d'analyser les risques et prévoir la probabilité d'accidents (modèle prédictif). De plus, il permet la mise en œuvre des stratégies de prévention des accidents. Le modèle est à la fois qualitatif et quantitatif.</p>	<p>Il nécessite le recours aux banques de données. Sinon aux experts pour l'identification et l'analyse de danger et les fonctions de système.</p>
<p>Modèle 2-4 (Fu <i>et al.</i>, 2020)</p>	<p>Il est récent comparativement aux autres modèles. Il a été proposé par Gui Fu en 2005 sur la base de modèles d'accidents (Heinrich, Bird &amp; Loftus, Reason, Stewart, HFACS). Une version plus complète a été rendue publique en 2017.</p>	<p>Il illustre comment les facteurs organisationnels et individuels contribuent aux accidents.</p>	<p>Il est multifactoriel et met en évidence l'importance de la culture de la sécurité dans la prévention des accidents. De plus, il est simple et facilement applicable.</p>	<p>Son domaine d'application est relativement restreint compte tenu de la date de parution de ce modèle.</p>

Tableau II-2. Extrait des modèles non linéaire de causalité des accidents humains.

Modèle	Historique	Principe	Points forts	Points faibles
Accident prone tendency (APT) (Fu et al., 2020)	Il est proposé par Greenwood et Wood en 1919 et a été complété en 1939 par les concepts théoriques élaborés par Farmer et Chamber.	Mise en évidence du rôle des caractéristiques humaines dans les accidents.	Simplicité du principe du modèle.	Il a fait l'objet de débats dans plusieurs articles. Il a tendance à disparaître.
Accident Liability (AL) (Fu et al., 2020)	Il est proposé par Mintz et Blum en 1949.	Il prend en considération les facteurs humains ainsi que l'environnement de travail.		Il détermine les causes d'accidents par responsabilité.
Surry's model (Fu et al., 2020)	Il est proposé en 1969 par Surry.	Il couvre l'ensemble du processus de traitement de l'information sur les risques humains.		Son domaine d'application est restreint.
Hale's accident model (Fu et al., 2020)	Il est proposé par Hale en 1970.	Son principe est basé sur le traitement de l'information humaine.	Il est simple et son application permet de surveiller et de détecter les risques.	Il exige de la bonne compréhension des missions et des objectifs de l'entreprise.
Wigglesworth's accident model (Fu et al., 2020)	Il est proposé par Wigglesworth en 1972 et étudié puis discuté par Fu en 2013 et Tian et Jing, 2016.	Son principe de base est qu'il considère l'erreur humaine comme cause de base de l'accident.	Il est basé sur l'erreur humaine relative aux manques de connaissances et d'éducation. De plus, il permet d'alerter les employés pour sécuriser les opérations.	Il néglige d'autres facteurs (management de sécurité et l'environnement, par exemple). De plus, il n'explique pas pourquoi les gens font des erreurs et comment les éviter ?
Lawrence's accident model (Fu et al., 2020)	Il est proposé par Lawrence en 1974 suite à une étude basée sur les comptes rendu d'enquêtes de 405 accidents sur les mines au sud d'Afrique.	Il considère que la cause de l'accident est d'origine humaine.	Il a été appliqué dans plusieurs domaines toute en proposant une évacuation rapide en cas d'incapacité des personnes pour maîtriser les risques.	Il exige des connaissances, des formations et des experts sur les dangers et les alertes. De plus, il est compliqué par rapports aux modèles précédents. Plus précisément en exigeant une causalité d'accident basée sur un système de surveillance et d'alerte permanent.

**Tableau II-3.** Le modèle non linéaire de causalité des accidents statistiques.

Modèle	Historique	Principe	Points forts	Points faibles
Accident pyramid model (Fu et al., 2020)	Il est proposé par Heinrich en 1931. En 1997 krause confirme le principe d'Heinrich.	La réduction des presque accidents évitera nécessairement les accidents majeurs. Les accidents les moins fréquents sont les plus graves.	Il met en évidence les presque accidents dans plusieurs domaines. De plus, il fournit une classification des accidents selon leurs gravités.	Il exige des ressources importantes et des statistiques des accidents avec des personnes ayant de l'expérience dans plusieurs domaines.

**Tableau II-4.** Extrait des modèles non linéaire de causalité des accidents énergétiques.

Modèle	Historique	Principe	Points forts	Points faibles
Energy transfer theory (Fu et al., 2020)	La théorie est proposée par Haddon en 1968 sur la base de la suggestion de Gibson en 1964.	Considère l'accident comme le résultat d'un dégagement ou du transfert non contrôlé d'énergie provoquant des dommages corporels et/ou matériels.	Il propose des stratégies de prévention en se focalisant principalement sur le blocage du transfert accidentel d'énergie.	Il ne révèle pas les causes de libérations accidentelles d'énergie. De plus, ce modèle se confronte à des difficultés dans son application pratique.
Energy accidental release model (Fu et al., 2020)	Il est proposé par Michael George Zabetakis en combinant la théorie du transfert d'énergie et la théorie de la chaîne causale.	Son principe considère que la cause de l'accident est la libération d'énergie relative à l'erreur de gestion.	Son principe de ce modèle est simple et claire. De plus, il exige une analyse de sécurité au travail (éducation, formation, investigation).	Il exige de la compétence humaine.
Tripod beta model (Fu et al., 2020 ; INERS, 2011)	Il a été développé vers la fin des années 1980 et début des années 1990 conjointement par Shell Oil Company, l'Université de Leiden, l'Université Victoria et l'Université de Manchester.	Son principe de base se focalise sur le rôle des facteurs comportementaux humains dans les accidents.	Flexibilité de l'application du modèle qui présente un impact positif sur les salariés par leurs participations dans le management de l'entreprise. De plus, il traite de façon générale l'aspect organisationnel de travail. D'où son utilité pour le management globale de l'entreprise. -	Il n'aborde pas les caractéristiques particulières de la tâche. De plus, il nécessite une expertise pour la conception de questionnaire et des ressources. A ce propos, il recommande un échantillon de 40 personnes au minimum. Il ne détaille pas les scénarios d'accident et ne donne pas une classification des causes.
Bow-Tie model (Fu et al., 2020 ; INERS, 2011)	Sa parution remonte à plusieurs années, mais il suscite un grand intérêt ces dernières années.	Son principe de base repose sur une approche arborescente qui combine un arbre de défaillance et un arbre d'événement.	Il permet de mener à la fois un mode de raisonnement inductif et déductif sur l'accident. De plus, il permet d'allouer les barrières de sécurité.	Le temps de déploiement est trop prohibitif.

Tableau II-5. Extrait de modèles de causalité des accidents non linéaire systémiques.

Modèle	Historique	Principe	Points forts	Points faibles
Accident epidemiology model (Fu et al., 2020)	Il est présenté par Gordon en 1949 puis a été développé par Haddon (1964, 1972, 1973, 1980, 1999) pour adapter la théorie de l'épidémiologie aux accidents.	Son principe de base considère que la gestion des accidents industriels est similaire à celle des épidémies (tous les deux étudient la source, les personnes cibles et la voie de transmission).	Il est multifactoriel et son principe étant simple et claire. De plus, il considère que les accidents sont le résultat d'interactions entre certains facteurs (homme, environnement et énergie).	Il exige un nombre suffisant d'échantillons pour les statistiques et l'évaluation. De plus, il entaché par la subjectivité des experts auxquels il fait appel. Il ne propose pas des mesures permettant d'éviter l'occurrence des accidents.
3M, 5M ...9M Models (Fu et al., 2020)	Le modèle 3M provient du modèle d'accident épidémiologique. En raison de sa simplicité, il a connu des développements en 5M...9M.	Son principe de base repose sur la résolution des problèmes dont les causes se trouvent dans les M.	Il donne une vision synthétique des liens de cause – effet. De plus, son principe est simple, claire et facile à utiliser. A cela s'ajoute sa stratégie pour décomposer un système sous diverses variantes.	Il est exigeant en matière d'expertise.
Socio-technical system and AcciMap (Fu et al., 2020)	Il est proposé par Rasmussen en 1997.	Son principe de base repose sur l'intégration du concept de système sociotechnique dans le processus d'analyse et d'investigations des accidents.	Il est considéré comme le premier qui intègre le système sociotechnique dans la gestion de sécurité. Il est très répondeu dans l'analyse des accidents dans l'industrie. De plus, il est multifactoriel.	Il néglige d'autres facteurs (environnement, par exemple). De plus, son application est difficile.
Cognitive Reliability and Error Analysis Method (CREAM) (Fu et al., 2020 ; INERS, 2011)	Il est proposé par Hallnagel (1998) qui est généralement connue comme la deuxième génération de méthodes d'analyse de la fiabilité humaine.	Son principe de base consiste en l'incorporation de la performance humaine dans la causalité des accidents basée sur le contrôle contextuel de la cognition.	Il se focalise sur les erreurs cognitives et très adapté pour les tâches complexes. De plus, il est basé sur une approche structurée et systématique pour l'identification et la quantification des erreurs humaines.	Il exige des des connaissances poussées en ergonomie cognitive. De plus, il ne propose pas des mesures d'amélioration.
Systems-Theoretic Accident Model and Processes (STAMP) (Fu et al., 2020)	Il est proposé par Leveson (2004, 2011) sur la base du concept de système sociotechnique.	Son principe de base considère que la sécurité est gérée par une structure de contrôle intégré dans les systèmes sociotechniques.	Il est plus pertinent dans le contrôle de sécurité par rapport au modèle AcciMap.	Il est exigeant en matière d'expertise. De plus, il est difficile et exige un système de contrôle typique.

## Chapitre II : Le modèle 2-4 outil adéquat pour l'investigation des AT

Integrated Procedure for Incident Cause Analysis (IPICA) (Fu <i>et al.</i> , 2020)	Il est proposé par Ferjencik en 2011.	Son principe de base repose sur l'analyse des causes de l'accident selon le système de sécurité sociétales.	Il démontre clairement les faiblesses de système de gestion de sécurité et notamment le processus d'investigation des accidents. De plus, il permet de classer les causes d'accidents en 4 niveaux par rapport au système de management de la sécurité sociétales.	Il est exigeant en matière d'expertise. De plus, il est doté de difficultés dans son application du fait qu'il exige un système de management de sécurité sociétale.
Functional Resonance Analysis Method (FRAM) (Fu <i>et al.</i> , 2020)	Le modèle est proposé par Hallonagel en 2012.	Son principe de base repose sur l'équivalence des échecs et des succès ainsi que sur les ajustements approximatifs de l'émergence et la résonance.	Il permet de représenter l'exécution d'une activité dans tous ses modes d'exploitation. De plus, il permet d'identifier les scénarios d'accidents dans un système complexe.	Il a besoin d'une expertise interdisciplinaire approfondie de chaque fonction. De plus, il est à caractère qualitatif.
TeleoCentric System Model for Analyzing Risks and Threats (TeCSMART) (Fu <i>et al.</i> , 2020)	Il est proposé par Venkatasubramanian et Zhang en 2016.	Son principe de base repose sur le rôle du facteur humain dans le système sociotechnique.	Il est basé sur le concept de systèmes sociotechniques et applicable aux systèmes complexes. De plus, il met en évidence le rôle du facteur humain dans le STS.	Le modèle est difficilement applicable. Car, il exige des connaissances et des expertises très poussées.

Le contenu des tableaux (II-1 a II-5) nous incite de faire les remarques suivantes :

- Pratiquement, tous les modèles de causation des accidents ont été développés en se basant sur les fondements théoriques du modèle de Heinrich (1931) ;
- Plusieurs de ces modèles connaissent des limites, car les améliorations proposées sont orientées vers des aspects multiples (fiabilité, énergie, erreurs, organisationnel...) tout en négligeant d'autres aspects ;
- Pratiquement, tous les modèles exigent des ressources importantes en termes de données et de compétences humaines pour leur mise en œuvre ;
- Certains modèles systémiques répondent mieux à la problématique de l'analyse fonctionnelle et l'analyse de risque (FRAM), qu'à la problématique de l'investigation
- Les modèles de dernières générations (système), qui considèrent les systèmes sociotechniques sont plus exhaustifs mais difficile à mettre en œuvre. A ce propos, le modèle 2-4 en fait partie et a l'avantage d'être facile à appliquer comparativement aux autres. C'est pour cette raison que des travaux de recherche le considèrent comme étant le modèle le plus adéquat.

Partant de ce dernier constat, le modèle 2-4 a été retenu comme outil support pour l'investigation d'accidents dans la suite de ce chapitre.

Une autre raison relative au choix de ce modèle réside dans les développements considérables qui il a connu ces derniers temps ; ce qui lui confère toute la puissance par rapport aux autres modèles de causation d'accidents. De même, l'avantage du modèle 2-4 est qu'en plus de l'analyse des AT, il intègre d'autres thématiques intéressantes pour l'investigation des AT (i.e., la gestion de la sécurité et la culture de la sécurité). Un autre avantage de ce modèle réside dans le fait que : son cadre théorique est clairement défini, son fonctionnement est très pratique et il a connu une large application lui permettant de couvrir plusieurs activités professionnelles. En d'autres termes, ce modèle démontre clairement les relations entre les différents facteurs de causalité des AT et il est supporté par des procédures multiples (système de gestion de la sécurité, par exemple) qui lui permettant de mener à bien une analyse pertinente et exhaustive des AT dans un établissement quelconque (industriel ou recevant le public) (Qiao *et al.*,2019). A cela s'ajoute le fait qu'à notre connaissance ce modèle n'a jamais fait l'objet de recherche en Algérie.

L'ensemble de ces raisons nous incitent a consacré la suite de ce chapitre au modèle 2-4.

## **II.2 Le modèle 2-4**

### **II.2.1 Principe et fondements du modèle 2-4**

Le modèle 2-4 de causalité des accidents, proposé par Gui Fu en 2005, s'appuie sur la théorie des modèles d'accident précédemment proposés par Heinrich en 1931, Bird en 1966 et Reason en 1990, ainsi que sur la théorie du comportement organisationnel (Fu *et al.*,2017a).

Dans le même contexte que les autres modèles, le modèle 2-4 est conçu pour analyser et comprendre les causes des accidents et des incidents. Il est basé sur le concept selon lequel, un accident résulte d'interactions entre des facteurs de causalité résidant à tous les niveaux du

système sociotechnique ; du gouvernement aux individus impliquée dans l'organisation (Wang and Yan, 2019).

Le modèle 2-4 part du principe, qu'il existe deux grands types de facteurs dont l'interaction peut être générique d'accidents : la cause directe d'un accident représentée par le comportement non sûr d'un être humain et les conditions non sûres de l'organisation et de son environnement interne. En plus des interactions existantes entre ces deux facteurs, s'ajoute l'environnement externe (facteurs externes) qui peut également influencer l'interactions des deux causes précédentes (Qiao *et al.*, 2019).

Le modèle 2-4 s'articule sur quatre fondamentaux (Fu *et al.*, 2020 ; Wang and Yan, 2019 ; Qiao *et al.*, 2019):

- Les conditions, qui représentent les facteurs environnementaux et techniques pouvant conduire à un accident ou à un incident. Ces conditions peuvent être des équipements défectueux, des procédures inadéquates, des conditions de travail dangereuses, ... etc ;
- Les comportements humains qui se résument dans les actions et les réactions des personnes impliquées dans un accident ou un incident. Ces comportements peuvent être des erreurs, des omissions, des choix de mauvaise qualité, de mauvaises pratiques, ... etc. ;
- Les facteurs externes représentent les influences externes qui peuvent modifier la dynamique des conditions et des comportements humains. Ces facteurs externes peuvent être des politiques, des procédures, des conditions sociales, des conditions météorologiques, ...etc. ;
- Les conséquences sont les résultats d'un accident ou d'un incident. Elles peuvent être des dommages matériels, des blessures ou des décès. Ces conséquences peuvent également être à court ou à long termes.

### **II.2.2 Etapes et formalismes graphiques associés au modèle 2-4**

Signalons d'abord que l'appellation 2-4 stipule que ce modèle est composé de deux niveaux (organisationnel et individuel) scindés à leur tour en quatre étapes qui retracent le séquençement logique des causes suivantes d'AT (figure II-1) :

- Causes immédiates, qui sont des causes directes dus aux conditions et actes dangereux ;
- Causes indirectes, qui résument des connaissances en matière de sécurité, la sensibilisation à la sécurité, les habitudes de sécurité, l'état psychologique et l'état physiologique ;
- Causes radicales inhérentes aux problèmes dans le système de gestion de la sécurité ;
- Causes racines inhérentes à la culture de sécurité.

La figure II-1 montre que, le principe de déclenchement d'un processus d'AT débute par l'occurrence d'un acte dangereux, qui renvoie aux causes indirectes et aux causes immédiates du niveau individuel, qui affectent le système de prévention des AT, et plus précisément son

système de gestion de sécurité (niveau organisationnel), Ce dernier est fondé sur deux piliers, à savoir : la culture de sécurité, l'organisation de la sécurité et les procédures de la gestion de la sécurité (Fu *et al.*, 2020).

Concernant le premier pilier du modèle 2-4 (la culture de sécurité), elle renvoie aux convictions, aux valeurs et aux attitudes partagées par le personnel en matière de SST (Fourar, 2021). Pour l'identification des causes relatives à la culture de la sécurité, Stewart (2001) et Fu (2013) recommandent l'utilisation des éléments prédéfinis de la culture de la sécurité. Il est à noter qu'en vue de faciliter la mesurer des éléments de la sécurité tout un système de mesure de cette culture est implémenté, il est accessible via le lien suivant : <http://www.safetyscience.cn/index.php>.

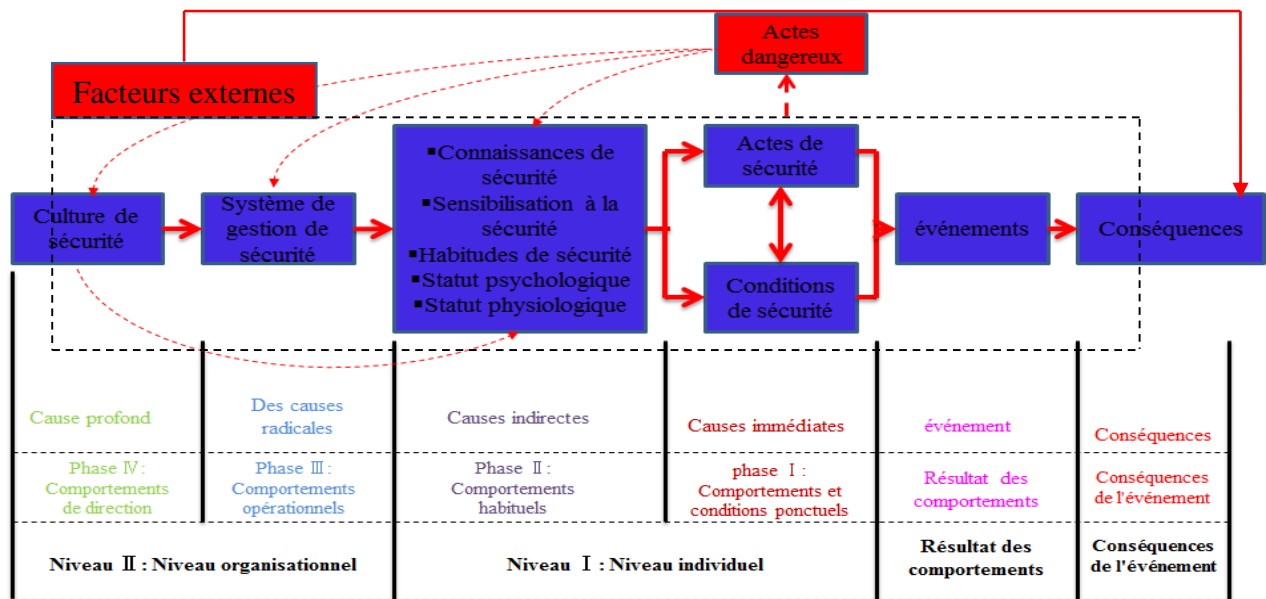


Figure II-1. Fondements du modèle 2-4 d'analyse des AT (Fu *et al.*, 2020 ; Wang and Yan, 2019).

De l'autre côté, les éléments du système de management, lequel, pour rappel constitue le deuxième pilier du modèle 2-4, renvoient principalement (Fu *et al.*, 2020 ; Wang and Yan, 2019 ; ISO 45001, 2018) : aux objectifs de sécurité, à la structure organisationnelle et les responsabilités en matière de sécurité, aux responsabilités de la direction, à l'identification des dangers, à l'évaluation et l'atténuation des risques, à la formation et à l'éducation, à la gestion des ressources, à la communication en matière de sécurité, à la surveillance continue des performances en matière de sécurité, à la planification des interventions d'urgence et à l'amélioration continue.

Cependant, il est à noter que, ces éléments représentent des pièces angulaires du système de management, mais le moteur qui le propulse c'est l'engagement et l'implication de la direction.

Considérant les fondements et les étapes du modèles 2-4, la démarche consensuelle d'analyse d'un accident moyennant le modèle 2-4 se résume comme suit (Fu *et al.*, 2020 ; Wang and Yan, 2019) :

- Identification des conséquences critiques de l'accident et analyse de son processus et son évolution chronologique ;

- *Identification et analyse des causes individuelles* : cette étape consiste à déterminer en premier lieu toutes les structures et les organisations impliquées dans l'accident, ainsi que celle où l'accident s'est produit. Le processus d'analyse consiste en un second lieu à établir les actes et les conditions dangereuses (dérives dans les comportements et conditions ponctuelles) menant à l'accident et de déduire les dysfonctionnements dans les comportements habituels ;
- *Identification et analyse des causes organisationnelles* en se focalisant sur l'évaluation des dysfonctionnements des systèmes de gestion de la sécurité et de la culture de sécurité ;
- La dernière étape de ce processus d'analyse des accidents via le modèle 2-4, consiste à identifier les facteurs externes, ayant une influence sur les facteurs internes et directement sur l'accident.

Comme mentionné précédemment, le modèle 2-4 a connu une large utilisation, dans les travaux de recherche. La revue de la littérature sur le modèle 2-4 rapporte de nombreuses tentatives d'application, de comparaison et d'amélioration de ce modèle. Un extrait des travaux effectués par le modèle 2-4 est donné dans la partie qui suit.

### II.2.3 Extrait des études menées par le modèle 2-4

Concernant l'application du modèle 2-4, ce modèle est largement utilisé pour analyser différents accidents dans divers domaines. Pour illustrer nos propos, nous citons les travaux de :

- [Yin et al., \(2015\)](#) qui ont analysé 201 cas d'accidents d'explosion de gaz de mine de charbon en Chine. Et ils ont montré qu'il y a une imperfection dans le modèle 2-4 (le module d'acte dangereux n'est pas détaillé), ce qui constitue une limite de son application ;
- [Fu et al., 2017b](#) qui ont déployé le modèle 2-4 pour identifier les causes des accidents d'éruptions de charbon et de gaz ;
- [Hong and Gui, \(2018\)](#) qui ont analysé 56 accidents (Les chutes en hauteur dans l'industrie de construction) à l'aide du modèle 2-4 ;
- [Jing et al., \(2019\)](#) qui ont appliqué le modèle 2-4 comme outil pour identifier et classer les dangers cachés dans la station de péage de l'autoroute;
- [Wang and Yan \(2019\)](#) qui ont appliqué ce modèle à travers un cas spécifique qui est celui des fuites d'huile et l'explosion des pipelines ;
- [Lyu et al., \(2022\)](#) qui ont développé un cadre conceptuel pour la gestion de la sécurité intelligente en utilisant le modèle 2-4.

D'autres contextes dans le déploiement du modèle 2-4 ont fait l'objet des écrits. Il s'agit principalement des études comparatives menées pour comparer le modèle 2-4 avec d'autres modèles. Dans ce contexte, [Fu et al., \(2017a\)](#) ont comparé le modèle 2-4 et HFACS<sup>18</sup> et leur étude a montré que ces deux modèles ont de solides fondements théoriques et qu'ils peuvent tous deux être appliqués dans différents domaines. De plus, l'analyse des causes par le modèle

---

<sup>18</sup> Human Factor Analysis and Classification System.

2-4 est la plus systématique. Par ailleurs, le modèle propose plus de mesures correspondantes pour prévenir les accidents.

De leur côté, [Qiao et al., \(2019\)](#) et [Mirzaei Aliabadi et al., \(2022\)](#) ont comparé le modèle 2-4 avec d'autres modèles tels que FRAM, AcciMap, HFACS et STAMP. Ces études ont révélé que, les résultats du modèle 2-4 sont relativement larges, mais le processus est simple et facile à comprendre. De plus, le modèle 2-4 est particulièrement avantageux pour analyser un grand nombre d'accidents.

Cette tendance dans la comparaison du modèle 2-4 avec d'autres modèles de causalité des accidents a incité d'autres auteurs à combiner le modèle 2-4 avec d'autres méthodes. Nous citons à titre de rappel les travaux de :

- [Fang et al., \(2022\)](#) qui ont utilisé conjointement le modèle 2-4 et la méthode de l'arbre de défaillances ;
- [Lu et al., \(2022\)](#) qui ont combiné le modèle 2-4 et le réseau bayésien ;
- [Tong et al., \(2021\)](#) qui ont élaboré un modèle modifié ACM-HC<sup>19</sup> de causalité des accidents sur la base du modèle 2-4.

Après ce bref survol de la littérature sur le modèle 2-4 et afin de mettre en valeur ses apports multiples quant à l'analyse des AT, nous l'avons appliqué pour l'analyse d'un accident dramatique qui a eu lieu en 2019 dans un hôpital au sud de l'Algérie.

### II.2.4 Application du modèle 2-4<sup>20</sup>

#### II.2.4.1 Raisons du choix du champ d'application (milieu hospitaliers)

Le choix du milieu hospitalier se justifie par :

- L'état de l'art qui révèle que le modèle 2-4 n'a jamais fait l'objet d'application sur le milieu hospitalier ;
- Le milieu hospitalier est un environnement complexe et très dynamique, où le retour d'expérience révèle que ce milieu est fréquemment source et cible d'accidents ([Diannita et al., 2020](#) ; [Tei-Tominaga and Nakanishi, 2018](#) ; [Zadow et al., 2017](#)) ;
- La complexité de l'environnement hospitalier réside dans les nombreuses interactions entre les différents acteurs et systèmes ; ce qui rend difficile l'identification des causes profondes de l'accident sans le recours à un modèle structuré et adéquat ([Fu et al., 2020](#)) ;
- Les accidents dans ce milieu peuvent avoir des conséquences graves ayant de différentes cibles : patients, des travailleurs et des visiteurs ;

<sup>19</sup> Accident Causation Model for Highway Construction.

<sup>20</sup> Cette étude a fait l'objet d'une **communication orale présentée dans la conférence internationale « 11<sup>th</sup> International Conference on Industrial Engineering and Operations Management »** tenue les 7-11 Mars 2021 à Singapour.

- L'analyse des accidents dans les milieux hospitaliers peut aider à les prévenir et à les réduire moyennant un plan d'actions.

#### *II.2.4.2 Récit d'accident survenu à la maternité Bennacer d'El-Oued*

Il s'agit d'un incendie survenu dans la maternité « Bachir Bennacer » d'El Oued située au sud-est de l'Algérie. La durée de vie des infrastructures de cette maternité remonte à la période coloniale (1958). C'est le plus ancien hôpital de la willaya d'El Oued. De plus, cette structure hospitalière a fait l'objet de plusieurs études de risques qui recommandent fortement sa restauration. Cependant, cette recommandation n'a jamais été concrétisée jusqu'à présent.

C'est dans ces conditions, qu'en date du 24 septembre 2019 et aux environs de 02 h 50 (en pleine nuit) où huit nouveau-nés ont perdu la vie (trois d'entre eux avaient été brûlés et les cinq autres asphyxiés). Au total, 79 personnes, dont 11 nouveau-nés, 37 femmes et 28 membres du personnel, ont été secourues par la protection civile.

Pour rappel, cette maternité a connu auparavant (au mois de Mai 2018) un incendie qui avait causé d'importants dégâts matériels mais sans faire de victimes.

L'enquête préliminaire de l'accident du 24-09-2019 évoque la possibilité qu'une étincelle électrique soit à l'origine du feu. Par ailleurs, les circonstances de cet accident (lieu, cause et heure d'occurrence, dégâts humains et/ou matériels) ont été décelées dans d'autres incendies des hôpitaux à l'échelle internationale ; c'est le cas, par exemple, de l'incendie de Petersburg en Russie survenu au mois de Mai 2020 et celui de l'hôpital de Saint-Antoine de Paris survenu au mois d'Aout 2020.

Ces incendies accidentels et meurtriers sont relativement courants à travers le monde. Ce caractère récurrent de ces accidents nous incite à mener une analyse aussi fine que possible de ces accidents afin de les prévenir et de les maîtriser (c.à.d, d'éviter qu'ils se reproduisent). D'où l'utilité du modèle 2-4 pour mener à bien ce type d'analyse.

#### *II.2.4.3 Résultats*

En utilisant le formalisme du modèle 2-4 et les rapports d'investigation réalisés, nous avons mené une analyse des causes latentes et actives de cet accident. Les résultats de l'analyse de cet accident sont regroupés dans le tableau II-6, qui montre que les causes de cet accident sont multiples : conditions matérielles dangereuses, actions humaines dangereuses, facteurs individuels, déficiences du système de gestion de la sécurité et défaillance de la culture de sécurité.

L'interaction entre ces facteurs est donnée par un réseau qui schématise le cheminement de l'accident.

Tableau II-6. Causes de l'accident étudié.

<i>A</i>	
<i>Conditions matérielles dangereuses (substance dangereuse, énergie et conditions physique)</i>	
A1	Déficiência de l'installation électrique
A2	Présence des matières inflammables (alcool, oxygène)
A3	Disjoncteur défaillant
A4	Absence d'un système d'alarme dans les chambres
A5	Le moment même de l'accident 2h50
A6	Absence des issues de secours d'urgence
A7	Absence d'équipe de secours d'urgence.
<i>B</i>	
<i>Action humaine dangereuse</i>	
B1	Utilisation d'équipements non conformes
B2	L'utilisation de multiprises pour les appareils
B3	Le contrôle technique des équipements non exigée
B4	Le personnel hospitalier n'a pas remarqué le feu à temps
B5	Difficulté d'évacuation à temps
B6	Non recours aux extincteurs
<i>C</i>	
<i>Facteurs individuels</i>	
C1	Le personnel hospitalier non formé/non impliqué / non sensibilisé aux dangers existants
C2	Personnel hospitalier non formés à l'utilisation des extincteurs
C3	Le personnel hospitalier non formé/ non sensibilisé à la gestion des crises
C4	Non implication des responsables dans la gestion de la sécurité
C5	Méconnaissance et ignorance du personnel au risque électrique.
<i>D</i>	
<i>Déficiences du système de gestion de la sécurité</i>	
D1	La politique nationale de sécurité en milieu hospitalier n'a pas été concrétisé dans cet établissement
D2	Manque de personnel qualifié au travail au sein de cet établissement
D3	Les responsables de l'hôpital n'ont pas mis en place le système de réponse aux urgences et l'équipe de secours d'urgence
D4	Pas de formation du personnel en matière de sécurité
D5	Pas d'évaluation des risques professionnels au sein de l'établissement.
<i>E</i>	
<i>Défaillance de la culture de sécurité</i>	
E1	Négligence de la fonction sécurité
E3	Absence de responsabilité primaire en matière de sécurité sur le lieu de travail
E4	Non intégration de la sécurité dans la gestion ou mauvaise gestion de la sécurité
E7	Absence d'investissement dans la sécurité
E10	Non implication des responsables dans la fonction sécurité
E13	Pas de formation sur les dangers et risques
E32	Absence de capacité d'urgence.

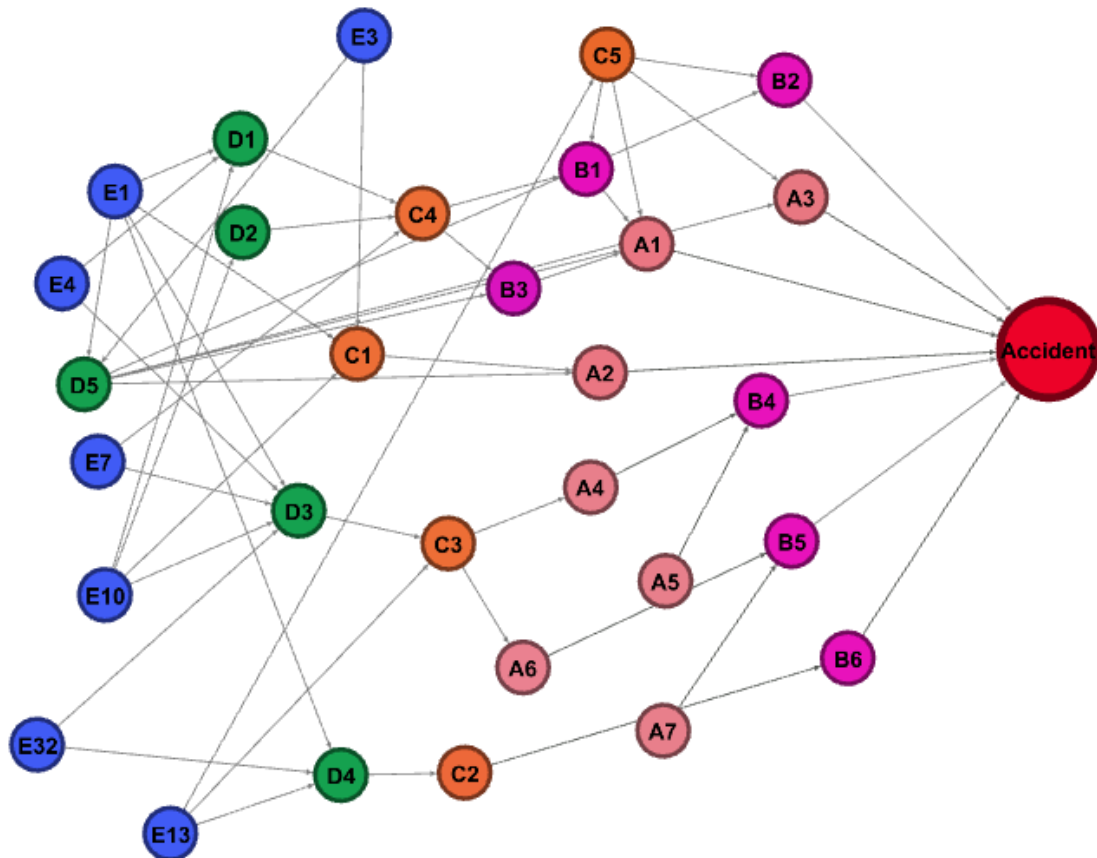
L'analyse des données sur l'accident a été réalisée par la suite moyennant un logiciel Gephi 0.10.1 qui est un logiciel open source<sup>21</sup>. Son interface est plutôt conviviale et simple d'utilisation<sup>22</sup>. Il ouvre la possibilité d'utiliser de nombreuses opérations liées à la théorie des graphes pour les appliquer aux données utilisées. Pour notre cas, nous avons utilisé deux algorithmes : l'algorithme HITS<sup>23</sup> et l'algorithme de communauté.

Le premier traitement de données permet d'établir un réseau causal qui permet de visualiser graphiquement le cheminement de l'accident, d'une part, et il met en exergues les causes et leurs interactions, d'autre part (figure II-2).

<sup>21</sup> <https://gephi.org/users/download/>

<sup>22</sup> Plus de détail sur ce logiciel et l'application de ses algorithmes sont donnés par l'annexe 1.

<sup>23</sup> Hyperlink-Induced Topic Search.



**Figure II-2.** Cheminement de l'accident survenu à la maternité étudiée.

Ensuite, l'analyse du réseau de l'accident moyennant l'algorithme HITS est donnée par les figures de la page suivante qui représentent, successivement, les hubs qui sont les nœuds les plus connectés et les plus influents dans le réseau (figure II-3) et le score d'autorité d'un nœud en fonction de son nombre de liens entrants et sortants (figure II-4).

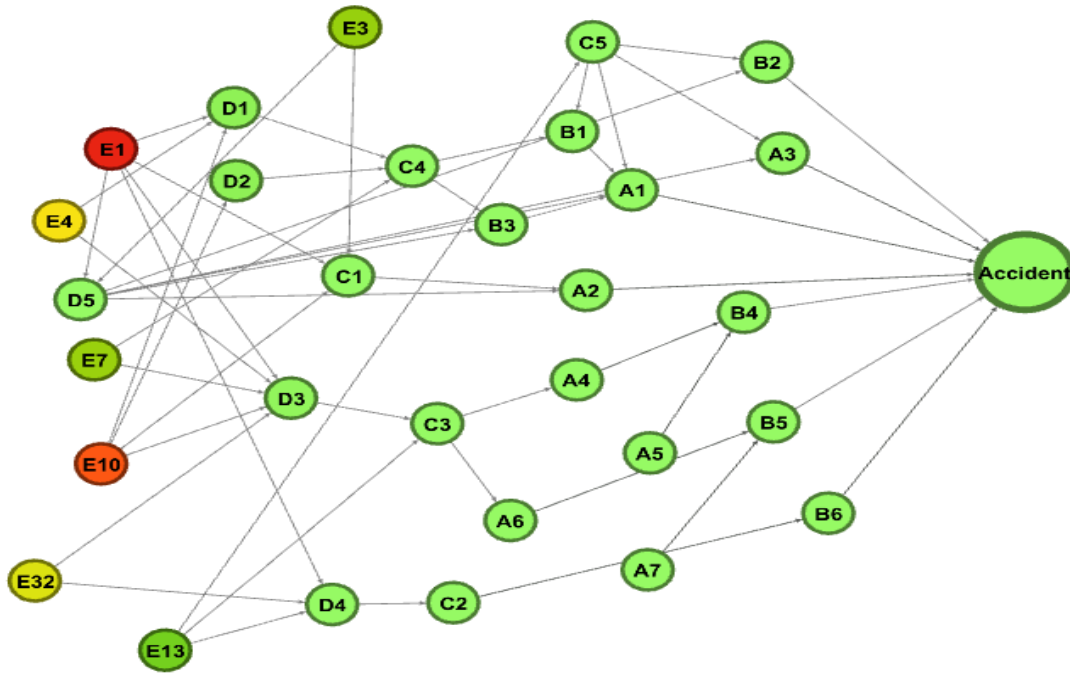


Figure II-3. Le réseau de l'accident analysé par l'algorithme HITS (Hub).

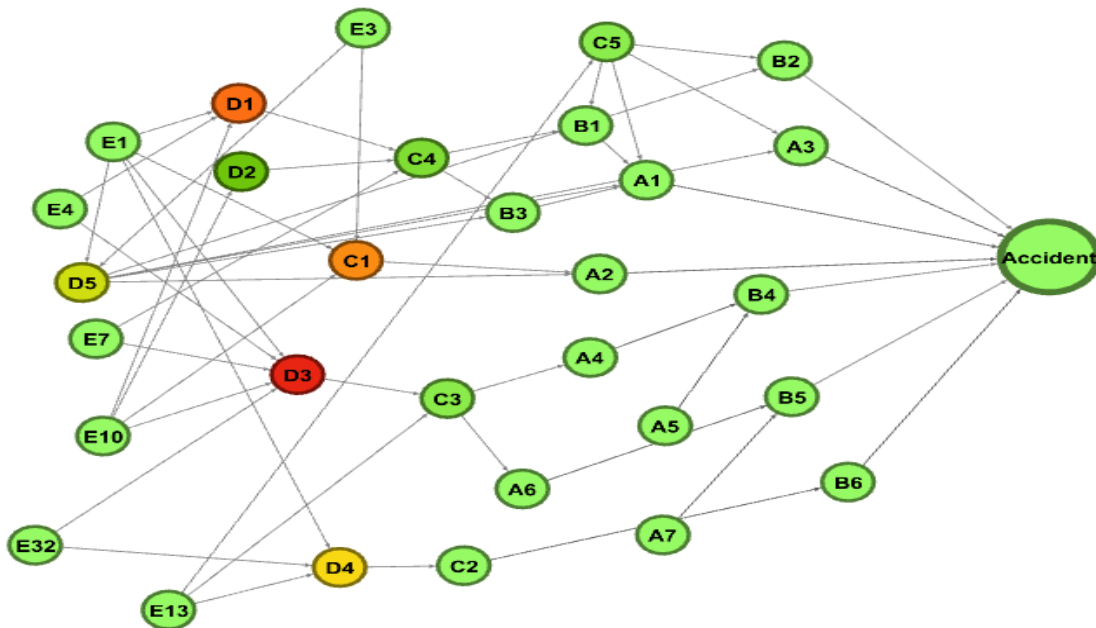
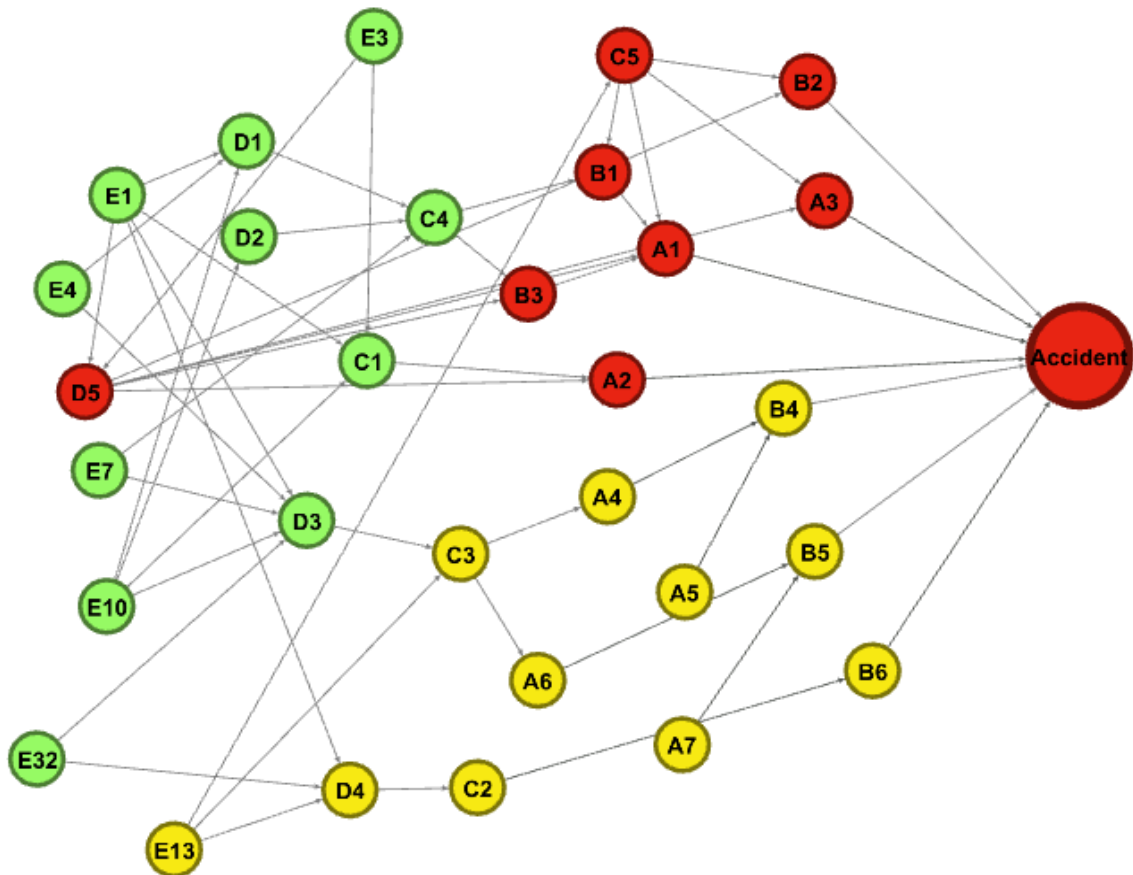


Figure II-4. Le réseau de l'accident analysé par l'algorithme HITS (Autorité).

Il est à noter que les couleurs dans les réseaux des deux figures ci-dessus sont utilisées pour indiquer les niveaux des scores de hubs et d'autorité, du très élevé (rouge), élevé (orange), moyen (jaune), au faible (vert).

Par ailleurs, l'analyse du réseau de l'accident moyennant l'algorithme de communauté est fourni par la figure II-5.



**Figure II-5.** Analyse de réseau de l'accident survenu par mesure de modularité.

L'analyse communautaire (figure II-5) permet de déterminer les groupes de nœuds qui sont fortement connectés entre eux.

Les couleurs de la classe de modularité dans Gephi 0.10.1 sont utilisées pour représenter les différents groupes (ou communautés) qui sont formés à partir d'un réseau. Les couleurs sont du rouge au vert, du plus fortement connecté au moins fortement connecté. Ainsi, pour notre réseau le groupe rouge est le plus critique du moment qu'il regroupe les différentes causes relatives aux plusieurs niveaux en référence au modèle 2-4.

Par ailleurs, sur ce réseau (figure II-5) on peut procéder à une analyse plus affinée du réseau. Cette analyse a permis d'extraire trois groupes de nœuds et d'identifier pour chaque groupe des hubs et les autorités donnés par la figure II-6.

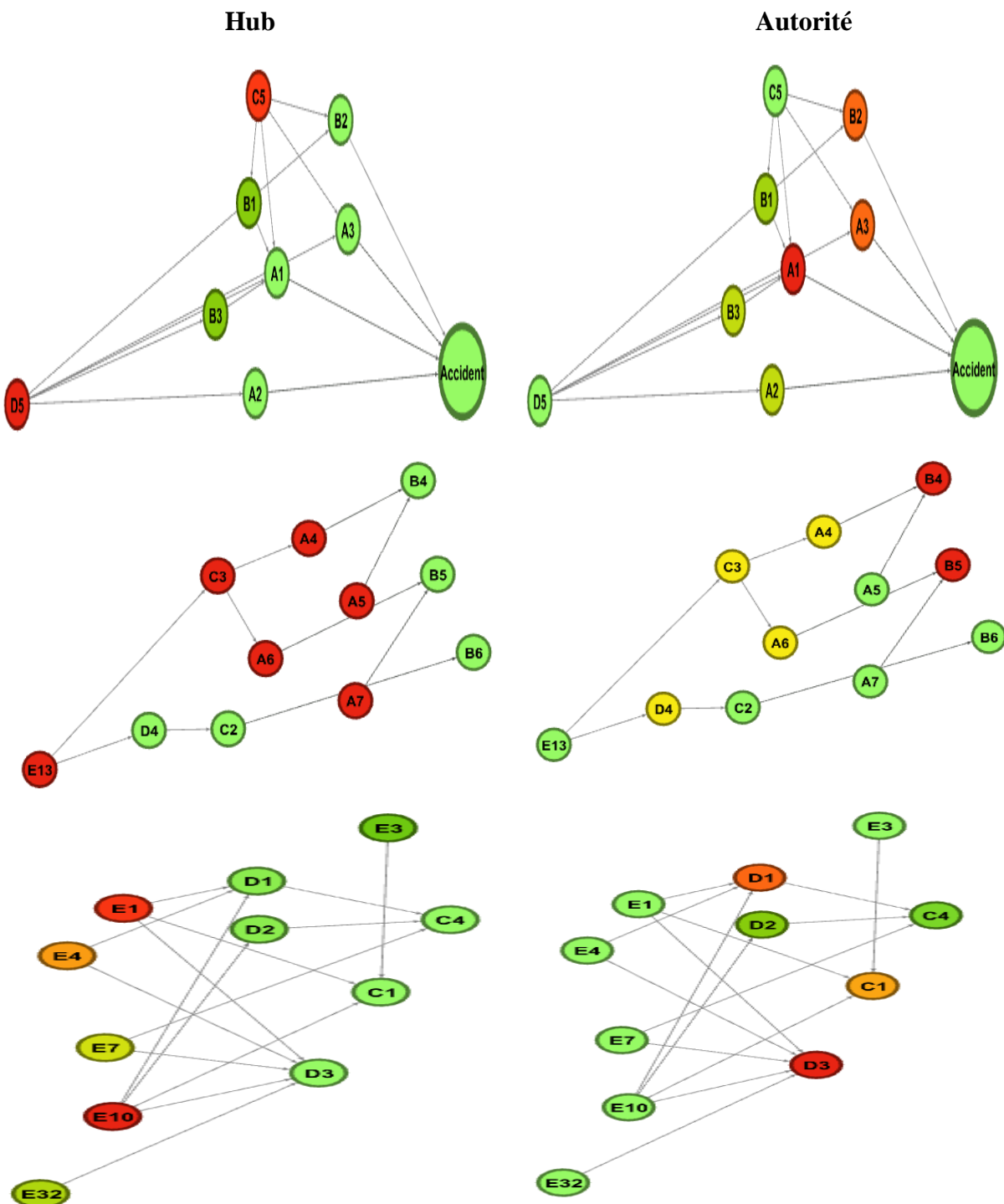


Figure II-6. Analyse des groupes de modularité par l'algorithme HITS

#### II.2.4.4 Discussions des résultats

Sachant que le modèle 2-4 est basé sur le principe de la multi causalité de l'accident, le réseau de la figure II-2 montre que l'accident de l'établissement hospitalier retenu dans ce chapitre est causé par l'interaction de cinq principales causes qui sont : conditions dangereuses, les facteurs individuels, les déficiences du système de gestion de la sécurité, les lacunes de la culture de sécurité et les facteurs externes.

D'après le modèle 2-4, les causes de cet accident peuvent être groupées en deux catégories de causes : Les causes relevant du niveau individuel et celle relevant du niveau organisationnel.

Par ailleurs, le traitement des données par le logiciel Gephi 0.10.1 nous a permis de cibler et de prioriser les causes principales de l'accident dans le réseau. En effet, les résultats de l'algorithme HITS (Hyperlink-Induced Topic Search) montrent que :

- E1 (*Négligence de la fonction sécurité*) et E10 (*Non implication des responsables dans la fonction sécurité*) informent sur une déficience dans la culture de sécurité (D-CST) ;
- D3 (*Les responsables de l'hôpital n'ont pas mis en place le système de réponse aux urgences et l'équipe de secours d'urgence*) et D1 (*La politique nationale de sécurité en milieu hospitalier n'a pas été concrétisé dans cet établissement*) relèvent de la déficience dans le système de gestion de la sécurité (D-SGS) ;
- C1 (*Le personnel hospitalier non formé/non impliqué / non sensibilisé aux dangers existants*) est lié à une déficience du facteur individuel (D-FI).

Le réseau de la figure II-2 montre donc, que ces causes sont les plus connectées aux autres causes et ont le plus grand score d'autorité.

De même, le traitement du réseau a mis en exergue les aspects organisationnel et individuel comme principaux contributeurs de l'accident et qu'il est donc important de mettre en place des mesures préventives organisationnelles et individuelles pour en faire face.

Les résultats obtenus nous incitent, logiquement, à nous focaliser en premier lieu sur la déficience de la culture de sécurité et tout particulièrement sur les aspects sécurité et implication en matière de sécurité, qui sont les leviers qui propulsent toutes démarches de prévention des AT. Plusieurs auteurs confirment ces orientations ([Kalteh et al., 2021](#) ; [Fourar, 2021](#) ; [Kim and Cho, 2016](#)).

Pour la déficience du système de la gestion de sécurité (D-SGS), il serait opportun de se pencher sur la politique SST, les ressources humaines et techniques nécessaires pour sa mise en œuvre dans les établissements hospitaliers.

Par ailleurs, la déficience des facteurs individuels (D-FI) nous incite à nous pencher sur la formation, l'implication et la sensibilisation des travailleurs par rapport aux dangers qu'ils courent dans leurs milieux de travail. En effet, ces aspects impactent toutes les attitudes et comportements sécuritaires de l'individu qui résultent de la méconnaissance ou l'ignorance du danger.

Concernant l'analyse du réseau par l'algorithme de communauté, elle nous a permis de regrouper les causes les plus fortement connectées entre elles, ensuite une priorisation des causes les plus importantes dans chaque groupe. Ceci nous permettra d'agir sur les causes génériques en termes de mise en place de mesures, qui permettent de prévenir l'accident par la réduction de la probabilité d'occurrence des causes.

Pour cette étude, on peut dire que, l'occurrence d'un tel accident est due en apparence à l'état de l'établissement, qui nécessite une modernisation urgente. Cependant, les causes profondes sont dues à des problèmes dans l'aspect organisationnel (D-CS et D-SGS) et l'aspect

individuel (D-FI). En conséquence, la prévention de ce type d'accidents nécessite des actions prioritaires portant essentiellement sur l'établissement d'une culture de sécurité solide (Fourrar, 2021), l'amélioration des processus organisationnels, la formation et l'adéquation des comportements des responsables et employés (Heddar, 2022). De plus, ces actions comprennent des procédures de sécurité claires et adaptées où la formation et la sensibilisation des employés ont l'importance de respecter les procédures et le signalement des situations à risque.

### Conclusion

Au terme de ce chapitre, nous rappelons que l'objectif de ce chapitre était de mettre en lumière les modèles de causation des accidents et plus particulièrement le modèle 2-4 qui a fait l'objet d'une application sur un cas réel d'accident survenu dans un établissement hospitalier algérien. Cette application a été supporté par le logiciel Gephi 0.10.1 qui a permis de mieux capitaliser le réseau (ou scénario d'accident).

A l'issue de cette application, on peut dire que le modèle 2-4 est une méthode formelle, qui peut soutenir la recherche fondamentale en SST. En ce sens, le modèle 2-4 constitue un cadre idéal de classification plus précise pour soutenir l'investigation et l'analyse intelligente des accidents de travail.

A propos de l'investigation des AT, les résultats de l'application du modèle 2-4 ont mis en relief les déficiences fonctionnelles organisationnelles comme cause générique des AT. En vue de comprendre ces déficiences fonctionnelles, le chapitre suivant, sera réservée à une structure organisationnelle qui est, par la force de la loi, chargée de l'investigation des AT dans les entreprises algériennes. Il s'agit des instances connues à l'échelle mondiale sous l'appellation « Comités d'Hygiène et Sécurité (CHS) ».

# *Chapitre III : Etude exploratoire de l'E-CPHS en tant que organe d'investigation des AT dans les entreprises algériennes*

## **Introduction**

Pour rappel, le premier chapitre de la présente thèse, a porté essentiellement sur les AT en termes de leur investigation et les stratégies de prévention adoptées. Nous avons également vu dans le cadre du premier chapitre que la littérature explorée sur cette thématique stipule que deux facteurs sont à prendre en considération, car ils sont déterminants pour l'aboutissement du processus de l'investigation des AT et par voie de conséquence à leur prévention. Il s'agit tout particulièrement des outils et modèles d'investigation (développés dans le chapitre II) et du fonctionnement et l'émergence de la structure chargée de mener l'investigation. A ce propos, la réglementation de tous les pays exige la mise en place d'une structure dont le bon fonctionnement relève à la fois des aspects humains (compétences des ressources) et organisationnelles (procédures d'investigation et de de gestion des AT). Cette structure, représentative des employés sur les aspects SST, dont l'appellation<sup>24</sup> varie d'un pays à un autre compte tenu de la réglementation de chaque pays (tableau III-1). Dans la première partie de ce chapitre, nous retenons l'appellation CHS (Comité d'Hygiène et Sécurité) qui semble la plus commune pour tous les pays.

Indépendamment de son appellation, elle a pour attributions d'inspecter les lieux d'investiguer sur les AT afin de les prévenir et garantir des lieux sein et sûr pour les travailleurs. En d'autres termes, la CHS contribue à l'amélioration de la performance globale de l'entreprise par la prise en charge de la performance SST (P-SST). Car, la P-SST est un enjeu majeur pour toutes les entreprises (Fourar, 2021 ; Walters and Wadsworth, 2020) du moment qu'elle permet de réduire considérablement les AT et contribue, par voie de conséquences, à l'amélioration de la productivité des entreprises. De l'autre côté, la littérature souligne que malgré les apports considérables de de ces CHS quant à l'amélioration de la P-SST, elles rencontrent de sérieux problèmes de fonctionnement et d'émergence dans les entreprises (Ghahramani *et al.*, 2019 ; Nichol *et al.*, 2017 ; MacEachen *et al.*, 2016 ; Tompa *et al.*, 2016 ).

---

<sup>24</sup> En Algérie, il s'agit de la Commission Paritaire d'Hygiène et Sécurité (CPHS).

Par ailleurs et malgré la problématique d'émergence des CHS (l'E-CHS) bien connue à travers le monde, il semble que les pays en développement, à l'image de l'Algérie, sont peu cernés par ces études. C'est dans ce contexte que s'intègre le présent chapitre qui porte sur la problématique de l'E-CHS dans les entreprises algériennes tout en mettant l'accent essentiellement sur les facteurs de l'E-CHS, en vue d'améliorer leurs P-SST.

### **III.1 Apports des CHS pour l'amélioration de la P-SST**

Les conditions de réalisation de la P-SST dépendent, en grande partie, de l'implication simultanée des employeurs et employés autour de la politique SST (Nichol *et al.*, 2017 ; MacEachen *et al.*, 2016). Les supports d'appui de cette implication sont multiples. Parmi lesquels, Addison and Teixeira (2019) insistent sur les CHS.

A propos des CHS, des auteurs (MacEachen *et al.*, 2016 ; Tompa *et al.*, 2016 ; Yassi *et al.*, 2013) soulignent l'existence d'une abondante littérature concluant l'existence d'une certaine influence positive des CHS sur la P-SST. Plus précisément, Bouville (2016) souligne que l'E-CHS dans les entreprises est associée à un bien-être plus élevé des salariés.

Quant à Addison and Teixeira, (2019), ils confirment que l'E-CHS est associée à une meilleure qualité des relations industrielles dans l'entreprise. Le même auteur affirme que l'E-CHS en entreprise est une régulation des conflits entre les acteurs SST. Autrement-dit, le problème d'E-CHS en entreprises est dû aux conflits entre ses acteurs, qui sont du type cognitif (affrontement d'idées) ou relationnel.

D'une manière générale, des auteurs (Ghahramani *et al.*, 2019 ; Nichol *et al.*, 2017 ; MacEachen *et al.*, 2016 ; Tompa *et al.*, 2016 ) soulignent que les études sur l'E-CHS ont été réalisées dans les pays développés tels que les USA, le Canada et la France. Elles portent sur la problématique de l'E-CHS dans les entreprises, tout en se focalisant sur les origines de cette problématique en vue de la maîtriser. Dans ce contexte, ces auteurs montrent que les contraintes réglementaires, les événements contraignants et facilitateurs (i.e., facteurs organisationnels et humains) et les fonctions des CHS sont à l'origine de ce problème. En effet, l'importance accordée à la prévention des AT et donc à la P-SST a toujours été lié aux facteurs humains et organisationnels qui sont considérés comme les principales causes des AT, et ou les statistiques confirment la dominance des causes d'origine humaine et/ou organisationnelle (kadmiri and Achelhi, 2021 ; Beus *et al.*, 2016). De plus, les années précédentes ont été marqué par une grande attention qui était accordée seulement aux facteurs humains. Cependant, à partir des années 2000, l'aspect organisationnel a connu un intérêt croissant et est devenu un déterminant crucial dans le fonctionnement de toute les instances de la prévention des AT (Löow and Nygren, 2019 ; Xue and Fu, 2018 ; Komljenovic *et al.*, 2017).

Rappelons que l'aspect organisationnel est l'ensemble des moyens et de principes qui impliquent un comportement collectif permettant d'assurer la diffusion des informations. Pour illustrer nos propos, nous citons comme exemples : les politiques, les pratiques, la culture de la sécurité, les caractéristiques du poste, les conditions de travail, les communications, la clarté organisationnelle, la supervision, ...etc.

La faiblesse d'un ou plusieurs de ces moyens peut contribuer de manière négative et significative sur la performance de l'organisation soit dans la production ou dans la sécurité (Komljenovic *et al.*, 2017). A ce propos, Forteza *et al.*, (2022) soulignent que des études empiriques confirment que l'aspect organisationnel affecte les résultats finaux de la P-SST. De même, Nævestad *et al.*, (2019) soulignent que les facteurs organisationnels sont les prédicteurs les plus importants de l'acceptation des risques et de la non-intervention. Dans le même ordre d'idées, Löow and Nygren,(2019) montrent que les initiatives de sécurité organisationnelle ont théoriquement eu un effet sur la SST.

Donc, l'amélioration de la SST et la réduction de la fréquence des AT (autrement-dit, la P-SST) nécessite d'aller au fond des problèmes de performance organisationnelle (Komljenovic *et al.*, 2017).

En revanche, de nombreuses réflexions sur l'amélioration de l'aspect organisationnel ont suscité, des modèles de performance organisationnelle suggérées pour appréhender et comprendre l'impact de la performance organisationnelle<sup>25</sup> (Löow and Nygren, 2019 ; Wreathall, 2017). De plus, la mise en place d'un système de management de SST (SM-SST) est nécessaire pour améliorer l'aspect organisationnel (Fagnoli and Lombardi, 2019), étant donné que ce dernier est intégré au SM-SST.

### **III.2 CHS et Système de Management de Santé et de la Sécurité au Travail (SM-SST)**

Le système de management de la SST (SM-SST) est l'un des principaux éléments du système général de gestion de l'entreprise (Li and Guldenmund, 2018 ; Darabont *et al.*, 2017).

A ce propos, Mohammadfam *et al.*, (2017) considèrent que le SM-SST est « un *instrument systématique et outil puissant qui permet aux organisations de gérer leurs risques professionnels et aide les gestionnaires à maîtriser les enjeux de santé et de sécurité au travail* ». Donc, le SM-SST constitue un contexte favorable et idéal pour le fonctionnement et l'E-CHS en tant que premier cadre organisationnel des aspects SST dans l'entreprise.

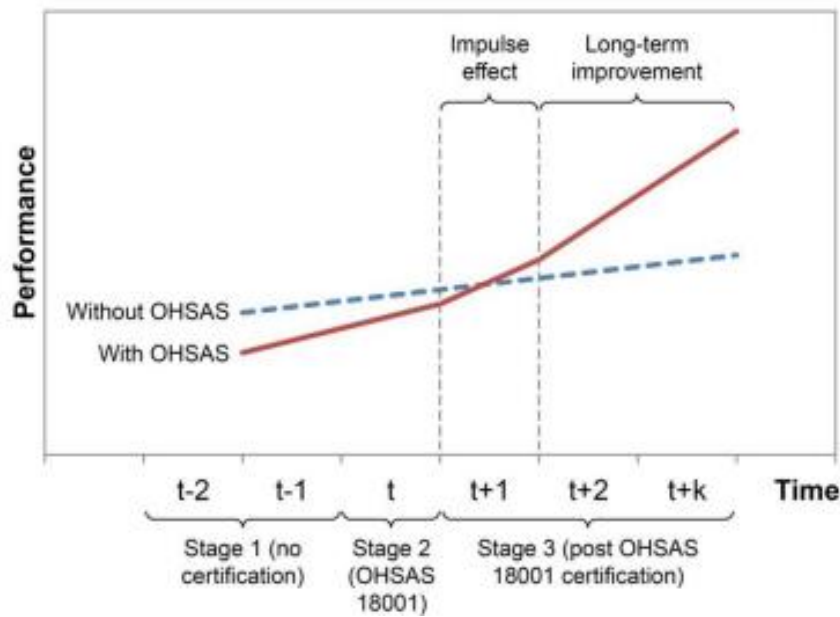
L'évolution de ce système a accusé d'un retard comparativement à celui de la qualité est de l'environnement dont les premières normes et directives ont été élaborées au début des années 1990. A l'opposé, le premier système de management de la SST est apparu en 1999 sous la forme d'un référentiel OHSAS 18000 composé de deux parties : 18001<sup>26</sup> (Occupational health and safety management system - Specification) et 18002 (guide d'application).

Le référentiel OHSAS 18001 est désormais le système de management de la SST le plus largement adopté dans le monde en raison de son efficacité pour l'amélioration de la SST (Madsen *et al.*, 2020 ; Madsen *et al.*, 2019 ; Heras-Saizarbitoria *et al.*, 2019). A ce propos, de nombreux auteurs (Campanelli *et al.*, 2021; Ghahramani and Salminen, 2019 ; Mohammadfam *et al.*, 2017) ont associé une augmentation significative des performances<sup>27</sup> des entreprises pour les entreprises certifiées OHSAS 18001 (figure III-1). De plus, ce système a été recommandée comme outil de gestion et de contrôle des risques professionnels grâce à son approche de gestion systématique et structurée (Mohammadfam *et al.*, 2016).

<sup>25</sup> Rappelons que le deuxième chapitre du présent manuscrit à présenter un ensemble de ces modèles.

<sup>26</sup> Le référentiel OHSAS 18001 s'inspire de la démarche de l'ISO 14001 (Kafel, 2016).

<sup>27</sup> En matière de productivité du travail, de rentabilité et de P-SST.



**Figure III-1.** Relation entre l'adoption de l'OHSAS 18001 et la performance de l'entreprise. d'après (Campanelli *et al.*, 2021).

A partir de la dernière décennie, le référentiel OHSAS 18001 a cédé sa place à la norme ISO 45001:2018 qui a été publiée pour la première fois par l'ISO dans le domaine de la SST en tant que système de management plus avancé que le référentiel OHSAS 18001, avec des termes, des définitions, des rôles et une portée définis plus clairement. De plus, cette nouvelle norme comprend des innovations dans de nombreux sujets qui ne sont pas mentionnés dans le référentiel OHSAS 18001 ou dans son champ d'application limité (Uzun *et al.*, 2018). Aussi, cette norme ISO suit les quatre étapes du cycle PDCA (Plan, Do, Check, Act) et représente une nouvelle approche qui, oblige les entreprises à prendre en considération de nouveaux éléments clés pour une mise en œuvre réussie du SM-SST (Darabont *et al.*, 2017). De même, ISO 45001 est considérée aujourd'hui comme la principale référence normative mondiale en matière de SM-SST ; elle représente une opportunité pour les entreprises de travailler sur les aspects SST à partir d'une approche de gestion de haut niveau et avec une compatibilité avec d'autres systèmes de gestion et par la même offre un contexte favorable à l'E-CHS.

Enfin, la mise en œuvre d'un SM-SST standardisé permet de renforcer le contrôle opérationnel dans le domaine de la SST pour les différents processus organisationnels, avec une meilleure gestion des risques de SST (Campanelli *et al.*, 2021). Ce qui facilite, sans aucun doute, le fonctionnement et l'E-CHS dans les entreprises.

### III.3 Problématique d'émergence des CHS dans les entreprises

#### III.3.1 Problématique d'émergence des CHS dans les entreprises

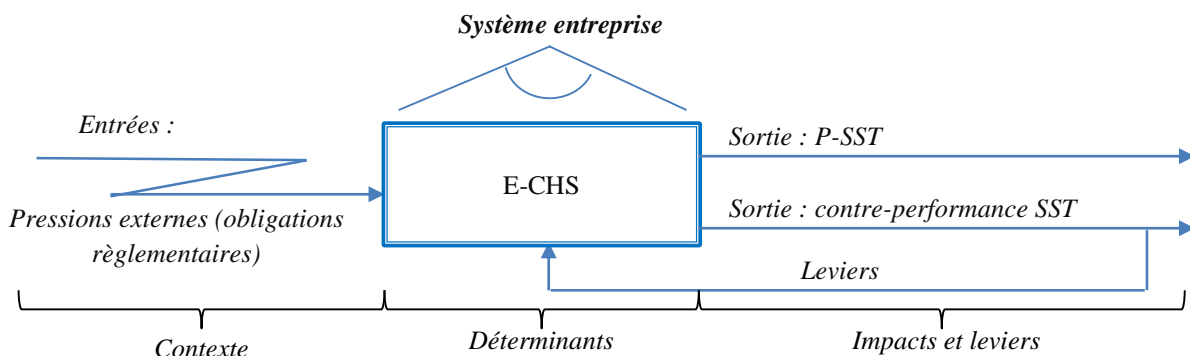
Gartner (1985) dans ces travaux, définit l'émergence dans les entreprises par quatre dimensions : individuelles, environnementales, organisationnelles et processuelles. De même, l'approche systémique issue des théories de la cybernétique considère quatre dimensions

permettant de réussir l'E-CHS qui sont (Davies, 2012) : le contexte, les déterminants, les impacts et les leviers.

A notre avis, l'avantage de l'approche systémique de l'émergence est qu'elle englobe la définition de Gartner (1985). Car, la dimension « environnementale » correspond au « contexte » dans l'approche systémique et les trois autres dimensions (individuelles, organisationnelles et processuelles) sont regroupées dans la dimension « déterminants ». Ainsi, on remarque que l'approche systémique de l'émergence se distingue de celle de Gartner (1985) par le fait qu'elle considère deux autres dimensions qui sont : les éventuels « impacts » (positifs et négatifs) de l'émergence et les « leviers » de son redressement en cas de nécessité.

L'avantage que présente l'approche systémique pour la modélisation de l'émergence dans les entreprises est fortement recommandé par Segatto, (2013) qui considère cette approche comme un cadre idéal pour une modélisation systémique de l'entreprise centrée sur la P-SST conditionnée à son tour par l'E-CHS (figure III-2). De son côté, Nordlöf et al., (2017) soulignent que, le « contexte » peut être considéré comme « facteurs de prédisposition » à la P-SST, tandis que les déterminants sont considérés comme des « facteurs de matérialisation » de cette performance. Ces deux types de dimensions (contexte et déterminants) dépendent à leur tour des « facteurs facilitateurs » qui correspondent à l'engagement des managers. D'où un autre aspect pris en considération par le modèle de la figure III-2. Il s'agit du processus de l'E-CHS.

Un autre aspect intéressant du modèle systémique de la figure III-2 réside dans le fait que les impacts positifs de l'E-CHS se traduisent par la P-SST, tandis que les contre-performances SST matérialisent les problèmes de l'E-CHS (i.e. impacts négatifs de l'E-CHS). Un autre avantage qu'offre le modèle de la figure III.2 est, qu'en cas de la non-performance SST, le modèle propose des « leviers » d'amélioration de l'E-CHS (i.e., bien-être au travail, compétences professionnelles, formation professionnelle continue, communication, ... etc.).



**Figure III-2.** Modèle systémique d'une entreprise centrée sur la P-SST conditionnée à son tour par l'E-CHS.

Il en ressort donc, que le modèle systémique de la figure III-2 constitue un cadre idéal pour l'étude exploratoire de la problématique de l'E-CHS. Pour aborder cette étude, nous rappelons que les CHS constituent un lieu de dialogue et de concertation sur la P-SST des entreprises. Dans ce contexte, Gosen and Mielly, (2021) confirment que les CHS occupent une place de choix dans les entreprises. Car, elles sont dotées de moyens pour réussir le déploiement des politiques SST et par voie de conséquence la P-SST. Leur statut cadre parfaitement la

supervision des mesures préventives SST (Aburumman *et al.*, 2019 ; Yiu *et al.*, 2018 ; Parker *et al.*, 2017). C'est pour cette raison que les CHS sont devenues une obligation réglementaire dans la plupart des pays du monde (Ollé-Espluga *et al.*, 2015). Dans ce contexte, le tableau III-1 synthétise les principales obligations réglementaires relatives aux CHS dans certains pays. A ce propos, des auteurs (Dugué and Petit, 2018 ; Farouk, 2017 ; MacEachen *et al.*, 2016) soulignent que le cadre réglementaire des CHS (tableau III-1) n'est que théorique. Car, sur le plan pratique des problèmes d'E-CHS persistent du moment que ces comités ont parfois du mal à trouver leur place en entreprise. Par ailleurs, Coutrot, (2009), signale que la plupart des études empiriques sur l'E-CHS déclarent que ce problème est récurrent aussi bien dans les grandes que dans les petites entreprises. Dans leurs travaux, Reed *et al.*, (2013) ajoutent que la conformité réglementaire des entreprises en terme d'E-CHS est constatée dans les grandes ainsi que dans les petites entreprises, et dans l'industrie manufacturière que dans celles de services. Ce constat a incité Nichol *et al.*, (2017) à s'interroger sur les explications qu'il faut fournir.

De même, les auteurs (Addison and Teixeira, 2019 ; Adam and Barnier, 2013 ; Cormier, 2011 ; Sotty, 2005) affirment que le problème d'E-CHS dans les entreprises est dû aux conflits<sup>28</sup> entre les différents acteurs.

---

<sup>28</sup> Ces conflits sont du type cognitif (affrontement d'idées) ou relationnel.

**Tableau III-1.** Extrait des clauses règlementaires cadrant les CHS dans certains pays.

<i>Pays</i>	<i>Dénomination</i>	<i>Conditions d'existence (composition)</i>	<i>Durée de mandat (périodicité des réunions ordinaires)</i>	<i>Références règlementaires (année)</i>	
Pays africains	Algérie	Commission Paritaire d'Hygiène et Sécurité (CPHS)	Etablissements employant plus de 09 salariés. (06 membres qui représentent, équitablement, la direction et les salariés).	Trois ans renouvelables	Décret exécutif 05-09 (2009).
	Tunisie	Commission de Santé et de Sécurité au Travail (CSST)	Etablissements employant plus de 40 salariés (la représentation des travailleurs est fixée à deux membres).	Non préciser (non préciser)	Décret exécutif 95-30 (1995)
	Maroc	Comité de Sécurité et d'Hygiène (CSH)	Etablissements employant au moins 50 salariés (la représentation des travailleurs est fixée à deux membres).	Six ans (une fois par trimestre)	Décret n°1-03-194 (2003)
	Sénégal	Comité d'Hygiène et Sécurité du Travail (CHST)	Etablissements employant au moins 50 salariés (la représentation des travailleurs est fixée à trois membres).	Trois ans renouvelables (une fois par trimestre)	Décret n°94-244 (1994)
	Côte d'Ivoire	Comité de Santé et de Sécurité au Travail (CSST)	Etablissements employant au moins 50 salariés (la représentation des travailleurs est proportionnelle à l'effectif de l'établissement avec un minimum de deux et un maximum de 07 travailleurs).	Deux ans renouvelables (une fois par trimestre)	Décret n° 96-206 (1996)
Europe	France	Comité d'Hygiène, Sécurité et Conditions de Travail (CHSCT)	Etablissements employant au moins 50 salariés (3 à 9 salariés, suivant l'effectif de l'entreprise).	Deux ans renouvelables (une fois par trimestre)	Ordonnance n° 2007-329 (2007)
	Suède	Comité de Santé (CS)	Etablissements employant au moins 50 salariés (la représentation des salariés est proportionnelle à l'effectif de l'entreprise).	Trois ans (une fois par trimestre)	Loi 1160 (1977)
	Turquie	Comité de Santé et Sécurité au Travail (CSST)	Etablissements employant au moins 50 salariés (non-préciser).	Non préciser (une fois par trimestre)	Loi N°. 6331 (2009)
Amérique du nord	USA (Oregon)	Comité de Sécurité (CS)	Etablissements employant au moins 10 salariés ((les membres représentent, équitablement, la direction et les salariés).	Non préciser (une fois par trimestre)	Oregon Revised Statutes (ORS 654 (1981)
	Canada (Ontario)	Comité mixte de Santé et de Sécurité (CMSS)	Etablissements employant au moins 20 salariés ((la moitié au moins doit représenter les employés).	Non préciser (une fois par trimestre)	Loi SST (1990)

Pour Bouville (2019), il affirme que des situations de souffrances au travail pourraient être atténuées si ces commissions fonctionnaient correctement. A ce propos, des auteurs (Barbosa *et al.*, 2019 ; Farouk, 2017; Popma, 2009 ) soulignent que le bon fonctionnement des CHS permet d'avoir des impacts positifs sur l'E-CHS. A ce propos, Bouville (2016) démontre que le fonctionnement des CHS en entreprises via des mécanismes d'ordres cognitif et politique est associé au déploiement systématique d'une politique SST. Ainsi, 89,8 % des établissements dans lesquels sont installées les CHS ont mis en œuvre une politique SST suite à l'évaluation des risques contre 46,2 % pour ceux qui ne disposent pas d'un CHS.

Ce constat est confirmé par Hall *et al.*, (2006) mettant en exergue deux mécanismes qui sont à l'origine des impacts positifs des CHS sur la P-SST (figure III-3).

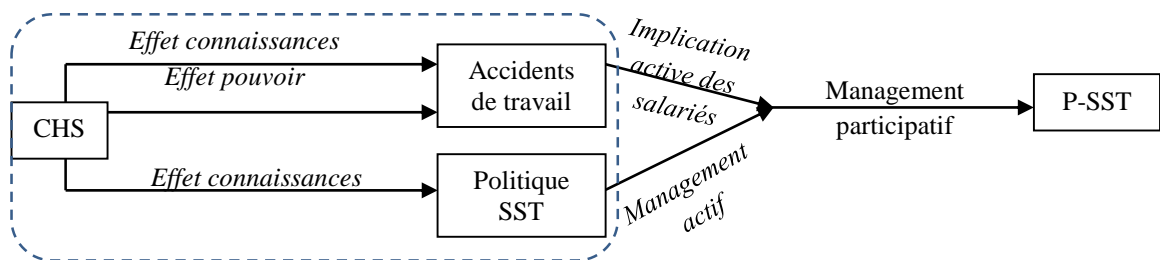


Figure III-3. Conditions de fonctionnement des CHS adapté de (Hall *et al.*, 2006).

Les conditions de fonctionnement des CHS en entreprises explicitées dans le modèle de la figure III-3 ont été abordé par d'autres auteurs ; notamment par :

- Walters and Nichols (2009) qui confirment que le fonctionnement des CHS n'est possible que par un Co-déploiement de la politique SST ;
- MacEachen *et al.*, (2016) qui montrent une relation proportionnelle entre la politique SST fortement développée et les scores de satisfaction au travail élevés ;
- Kim and Cho (2016) qui reconnaissent la relation étroite entre le fonctionnement des CHS et la prévention des AT ;
- Mohammadi *et al.*, (2018) qui confirment l'effet positif du fonctionnement des CHS sur la P-SST sur la base de nombreuses études de cas dans plusieurs pays ;
- (MacEachen *et al.*, 2016 ; Tompa *et al.*, 2016 ; Yassi *et al.*, 2013 ; Coutrot, 2009) qui soulignent l'existence de deux types d'études présentant des aspects positifs de fonctionnement des CHS : les premières montrent que les indicateurs de P-SST (i.e., taux d'accidents de travail) sont améliorés dans des situations où ces instances sont bien immergées, alors que , les secondes mettent en évidence un lien entre l'émergence de ces instances et les indicateurs (i.e., existence d'une évaluation des risques) d'un engagement plus systématique du management dans des politiques de prévention SST.

Un retour sur le modèle systémique de la figure III-2 montre qu'en cas d'une contre-performance SST causée par un problème d'E-CHS, il est possible de redresser la situation via des leviers. Ce constat est soutenu par de nombreux auteurs (Dugué and Petit, 2018 ; Mohammadi *et al.*, 2018 ; Bouville, 2016) qui affirment la nécessité de redresser le problème d'E-CHS. A ce propos, Walters and Nichols (2009) soulignent que, les impacts (positifs ou négatifs) de l'E-CHS sur la P-SST peuvent être considérés comme des canaux de maintien de

ces impacts (dans le cas où ils sont positifs) ou de redressement de l'E-CHS (dans le cas où ces impacts sont négatifs). En d'autres termes, les canaux d'influence de l'E-CHS sur la P-SST doivent être retenus comme des leviers de redressement du problème de l'E-CHS.

Le second type des études citées ci-dessus, permet d'explorer une autre piste qui renvoie à la question de « l'effet pouvoir » de l'implication des représentants du personnel quant à l'adoption de politiques efficaces de prévention SST.

Ce constat est confirmé par [Walters and Nichols \(2009\)](#) qui soulignent que, l'effet de pouvoir des salariés doit être consolidé par trois leviers : l'autonomie de la représentation, le soutien syndical et la qualité de la communication entre les représentants et leurs mandants.

Rappelons également que, les pressions sociales internes imposent au management l'adoption de politiques efficaces de prévention SST ([Arikan, 2021](#)). Ce constat conduit le management à opter pour une politique managériale active permettant l'évitement des éventuels conflits entre les employeurs et employés. A ce propos, des auteurs ([Barbosa et al., 2019](#) ; [Zhou et al., 2019](#) ; [Mohammadfam et al., 2017](#) ; [Schaefer and Guenther, 2016](#)) recommandent la mise en œuvre d'une stratégie managériale participative qui permet d'assurer la complémentarité entre les politiques managériales actives, et l'implication active des salariés et de leurs représentants.

### ***III.3.2 Contribution à l'émergence des CPHS en entreprises algériennes***

L'E-CPHS est d'une grande importance pour les entreprises tant sur le plan conditions de travail, que sur le plan production ([Addison and Teixeira, 2019](#) ; [Nichol et al., 2017](#) ; [MacEachen et al., 2016](#) ; [Tomba et al., 2016](#) ; [Yassi et al., 2013](#)). En revanche, la littérature affirme que ces comités ne trouvent pas leur place dans les entreprises et rencontrent des difficultés d'émergence ([Ghahramani et al., 2019](#) ; [Nichol et al., 2017](#) ; [MacEachen et al., 2016](#) ; [Tomba et al., 2016](#)).

Il est à signaler que les écrits sur la problématique de l'E-CPHS dans les entreprises a mis en exergue les facteurs essentiels de cette émergence, et il paraît que, les pays en développement, à l'image de l'Algérie, sont peu cernés par ces études. C'est dans ce contexte que s'intègre cette étude, qui porte sur la problématique de l'E-CPHS dans les entreprises algériennes. D'où la question de recherche à laquelle cet étude exploratoire tente de répondre : « *Pourquoi l'E-CPHS est problématique dans les entreprises algériennes ?* ».

L'état de l'art mené sur l'E-CPHS et la question de recherche retenue par l'étude nous permettent de formuler les hypothèses qui suivent :

- ✓ Les hypothèses relatives à la dimension « *contexte* », concernent la problématique de la conformité réglementaire.

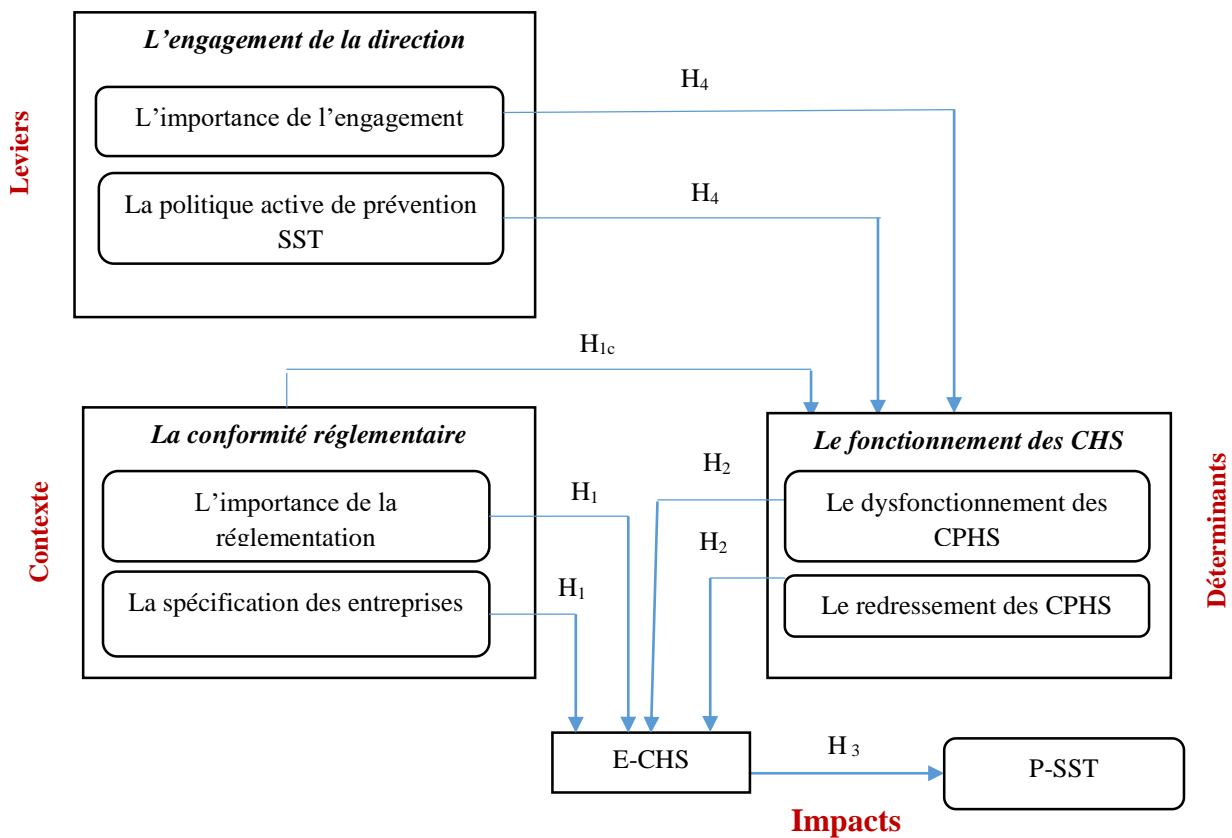
*H<sub>1a</sub> - Les réglementations CPHS dans différents pays ne garantissent pas à elles seules une E- CPHS en entreprises ;*

*H<sub>1b</sub> - La spécificité d'une entreprise (taille, nature d'activité, statut, ...) conditionne, en grande partie, l'E-CPHS en entreprise ;*

*H<sub>1c</sub> - La conformité réglementaire influence le fonctionnement des CPHS.*

- ✓ Des hypothèses relatives à la dimension « déterminants », elles concernent la problématique de fonctionnement,
  - $H_{2a}$  - Le fonctionnement des CPHS peut être remis en cause en raison du problème d'E-CPHS ;
  - $H_{2b}$  - Le redressement de l'E-CPHS en entreprises est nécessaire.
- ✓ Une autre hypothèse relative à la dimension « impact » :
  - $H_3$  - L'E-CPHS dans les entreprises est à l'origine d'impacts positifs (et éventuellement négatifs) sur la P-SST.
- ✓ Des hypothèses relatives à la dimension « levier »
  - $H_{4a}$  - Le redressement de l'E-CPHS dans les entreprises est possible via l'engagement du management dans les politiques SST ;
  - $H_{4b}$  - L'engagement des directions des entreprises doit être gouverné par une politique active de prévention SST.

L'ensemble des hypothèses retenues par rapport au quadruplet du modèle systémique de la figure III-2 nous a permis de définir le modèle de recherche de la présente étude (figure III-4). Dans ce modèle, la P-SST est conditionnée par l'E-CPHS, laquelle est conditionnée à son tour par le respect de la conformité réglementaire (contexte), ainsi que le fonctionnement des CPHS (déterminants, impacts) et l'implication de la direction (levier).



**Figure III-4.** Modèle de recherche retenu.

Pour vérifier nos hypothèses de travail, nous avons effectué une étude exploratoire<sup>29</sup> auprès de 50 entreprises pétrolières algériennes. Dans le cadre de cette étude préliminaire, la performance des CPHS est évaluée par le biais de deux variables clés qui sont : les obligations réglementaires et le fonctionnement des CPHS.

Les premiers résultats ont montré que le niveau de la performance des CPHS dans les entreprises pétrolières algériennes est considéré moyen et que les spécificités des entreprises ont un impact sur cette performance. De plus, le respect de la réglementation et l'implication de la direction contribuent positivement à la performance des CPHS.

Sur la base de ces résultats, qui confirment qu'il y a effectivement un problème d'E-CPHS, l'étude a été donc étendue à l'ensemble des entreprises algériennes de différents secteurs<sup>30</sup>.

L'objectif est, donc, d'étudier les facteurs de l'E-CPHS dans les entreprises algériennes. En vue d'atteindre cet objectif, L'étude a été articulée principalement sur trois parties : (i) une description du terrain de la recherche et de la méthodologie adoptée et qui consiste en une enquête réalisée auprès d'un échantillon d'entreprises algériennes. (ii) une présentation des résultats obtenus ainsi que leurs analyses, et (iii) enfin une discussion des résultats.

Ces trois parties feront l'objet d'un développement détaillé dans la suite de ce chapitre.

### *III.3.2.1 Terrain et méthodologie de recherche*

#### *A. Terrain de recherche*

En référence au modèle de recherche retenu (figure III-4), une enquête nationale touchant les quatre régions de l'Algérie (Nord, Sud, Est et Ouest) a été menée à l'aide d'un questionnaire<sup>31</sup> distribué à 150 entreprises de différents secteurs, et où des membres et anciens membres des CPHS ont été sollicités.

Notons que la dénomination CPHS pour le cas de l'Algérie est imposée par la réglementation algérienne. Rappelons également que les entreprises industrielles ciblées sont de différents secteurs d'activités et de statuts juridiques public ou privé. Autrement-dit, le critère d'inclusion retenu est le suivant : seules les entreprises industrielles sont incluses dans cette étude exploratoire. Par ailleurs, sont exclues de cette étude, les entreprises, qui ne disposent pas d'une CPHS (les questionnés ne remplissent pas la condition suivante : avoir exercé la mission d'un membre de la CPHS).

A partir de ces deux critères, 30 entreprises industrielles ont été exclues de cette étude (soit 20% des entreprises ciblées) et par voie de conséquence, l'effectif des entreprises ciblées est devenu égal à 120.

---

<sup>29</sup> Cette étude a fait l'objet d'une communication orale présentée dans la conférence internationale « la contribution de la sécurité industrielle à la prévention des accidents du travail et des maladie professionnelles », tenue les 07-08 décembre 2022 à Bounama, Khemis Miliana, Algérie.

<sup>30</sup> Cette étude a fait l'objet d'une publication dans une revue internationale « *International Journal of Health Governance* » en aout 2022. DOI : [10.1108/IJHG-02-2022-0017](https://doi.org/10.1108/IJHG-02-2022-0017).

<sup>31</sup> L'annexe 2 présente les items de ce questionnaire.

L'unité d'échantillonnage est, donc, « les industriels algériens membres ou ex-membres des CPHS ». Dans ce contexte, un choix raisonné<sup>32</sup> a été appliqué à cet échantillon. Ce choix a permis d'avoir un échantillon le plus représentatif possible pour une étude plus objective de l'E-CPHS. Sur la base de ces considérations, 360 industriels algériens ont été retenus dans cette étude (tableau III-2).

---

<sup>32</sup> En effet, la répartition des industriels sur l'ensemble du territoire algérien a été prise en considération.

**Chapitre III : Etude exploratoire de l'E-CPHS en tant que organe d'investigation des  
AT dans les entreprises algériennes**

**Tableau III-2.** Nombre d'entreprises et d'industriels ciblés.

1- Entreprises industrielles ciblées								
Carte industrielle →		Nord (taux d'échantillonnage)	Sud (taux d'échantillonnage)	Est (taux d'échantillonnage)	Ouest (taux d'échantillonnage)	Total (taux d'échantillonnage)		
Statut	Ent. Etatiques	21(72,4%)	21(56,8%)	22(66,7%)	9(42,9%)	73(60,8%)		
	Ent. privées	08(27,6%)	16(43,2%)	11(33,3%)	12(57,1%)	47(39,2%)		
						<b>120 (100%)</b>		
Secteur d'activités	Construction	06(20,7%)	04(10,8%)	09(27,3%)	02(9,5%)	21 (17,5%)		
	Energie	07(24,1%)	02(5,4%)	04(12,1%)	02(9,5%)	15 (12,5%)		
	Agro-alimentaire	03(10,3%)	00(0%)	02(6,1%)	01(4,8%)	6 (5,0%)		
	Pharmaceutique	03(10,3%)	00(0%)	03(9,1%)	00(0%)	6 (5,0%)		
	Pétrolière	03(10,3%)	30(81,1%)	04(12,1%)	06(28,6%)	43 (35,8%)		
	Transport portuaire	00(0%)	00(0%)	01(3%)	02(9,5%)	03 (2,5%)		
	Economiques	02(6,9%)	01(2,7%)	06(18,2%)	03(14,3%)	12 (10%)		
	Mécaniques	03(10,3%)	00(0%)	03(9,1%)	05(23,8%)	11(9,2%)		
	autres	02(6,9%)	00(0%)	01(3%)	00(0%)	03(2,5%)		
						<b>120 (100%)</b>		
2- Industriels ciblés (membres de CPHS « M-CPHS » ou ex-membres de CPHS « EM-CPHS »)								
Région de l'Algérie	M-CPHS Enquêtés	Taux d'échantillonnage	EM-CPHS Enquêtés	Taux d'échantillonnage	Ancienneté ( année)			
					≤ 1	]1 – 2]	]2 – 3]	> 3
Nord	76	24,4%	11	22,4%	13(22,8%)	24(28,9%)	12(14,6%)	38(27,5%)
Sud	98	31,5%	16	32,7%	22(38,6%)	27(32,5%)	25(30,5%)	40(29%)
Est	88	28,3%	10	20,4%	11(19,3%)	18(21,7%)	30(36,6%)	39(28,3%)
Ouest	49	15,8%	12	24,5%	11(19,3%)	14(16,9%)	15(18,3%)	21(15,2%)
Total	311	86,4 %	49	13,6%	57(15,8)	83(23,1%)	82(22,8%)	138(38,3%)

### *B. Instruments et collecte des données*

Pour la collecte des données sur l'E-CPHS auprès de l'échantillon retenu, un questionnaire a été conçu à cet effet. Il porte essentiellement sur les principaux facteurs de l'E-CPHS représentés par la conformité réglementaire, l'engagement de la direction et le fonctionnement des CPHS.

Pour rappel, ce questionnaire a été conçu à partir de celui proposé et validé par [Nichol et al., \(2017\)](#) où l'échelle de Likert (de 1 = état sous optimal à 5 = état le plus optimal) a été utilisé dans ce questionnaire que nous avons adapté au contexte algérien.

Rappelons également qu'avant le lancement de l'enquête et en vue de tester la clarté et la validité apparente du questionnaire, ce dernier a été envoyé à des experts (10 experts). En conséquence, de légères modifications ont été apportées sur la base des commentaires des experts.

Pour ce qu'est de la période de l'enquête, elle s'est étalée sur la période janvier à juillet 2021.

### *C. Analyse des données*

Les données des répondants et les résultats de l'E-CPHS sont exprimés en fréquences et en pourcentages. Les scores de la conformité réglementaire et de fonctionnement des CPHS sont présentés sous forme de moyenne et d'écart-type. Le teste du Chi-carré est utilisé pour comparer les scores de la conformité réglementaire et du fonctionnement des CPHS en fonction des deux secteurs juridiques (public et privé) des entreprises. Des régressions linéaires multiples sont utilisées pour examiner l'association entre les caractéristiques démographiques des entreprises et les scores de fonctionnement des CPHS. Aussi, des régressions linéaires sont utilisées pour examiner l'association entre les obligations réglementaires et le fonctionnement des CPHS, d'une part, et l'association entre l'implication de la direction et le fonctionnement des CPHS, d'autre part.

La cohérence interne des éléments de la conformité réglementaire et du fonctionnement des CPHS est effectuée à l'aide du coefficient alpha de Cronbach. Tous les tests statistiques sont analysés par un test bilatéral (niveau significatif est de 0,05). Les données sont saisies et analysées à l'aide du logiciel IBM SPSS Statistic 22.

#### *III.3.2.2 Résultats*

##### *A. Taux de réponses*

Le questionnaire d'enquête a été envoyé à 360 industriels appartenant à 120 entreprises réparties sur l'ensemble du territoire algérien. Ces 360 questionnaires dûment remplis ont été retenus pour l'analyse. Ainsi et en compléments des données du tableau III-2, 311 (86,4 %) sont des membres des CPHS, 49 (13.6%) étaient des anciens membres des CPHS.

De même, la répartition des répondants par caractéristiques des entreprises, permet de mettre en lumière les entreprises représentatives des industriels enquêtés. Ainsi, pour :

- le secteur d'activité des entreprises et d'après l'analyse statistique, 21(17,5%) sont des entreprises de la construction, 15(12,5%) sont des entreprises d'énergie, 6(5,0%) sont des entreprises agroalimentaires, 6(5,0%) sont des entreprises pharmaceutiques,

43(35,8%) sont des entreprises pétrolières, 3(2,5%) sont des entreprises économiques, 12(10%) sont des entreprises mécaniques et 3(2,5%) sont des entreprises d'autres secteurs ;

- le type des entreprises étudiées, les données collectées montrent que 47(39,2%) relèvent de la catégorie des entreprises privées et que 73(60,8%) sont des entreprises publiques ;
- pour l'ancienneté des CPHS dans les entreprises, 57(15,8%) ont moins d'un an, 83(23,1%) entre un an et 2 ans, 82(22,8%) entre 2 et 3 ans, 138(38,3%) plus de 3 ans ;
- la localisation géographique de ces entreprises et unités : 29(24,17%) des entreprises situées dans le Nord, 37(30,83%) des entreprises situées dans le Sud, 33(27,5%) des entreprises situées à l'Est et 21(17,5%) des entreprises situées à l'Ouest de l'Algérie.

*B. Les scores moyens de réponses aux items du questionnaire sur l'E-CPHS en Algérie*

L'E-CPHS dans les entreprises algériennes a été évaluée en utilisant 18 items, dont les scores varient entre 1 et 5 (1 = état sous optimal à 5 = état le plus optimal). Le score moyen des éléments relatifs à la conformité règlementaire et au fonctionnement des CPHS se situe entre 1.98 et 2.78 (tableau III-3). Le tableau III-4 présente les résultats de la comparaison de la conformité règlementaire et du fonctionnement des CPHS, selon les aspects suivants : le secteur juridique, le secteur d'activité, le site des entreprises et l'ancienneté des CPHS.

Ce même tableau présente également les résultats de la régression et la corrélation des moyennes de la conformité règlementaire et de l'implication de la direction par rapport à la moyenne générale du fonctionnement des CPHS.

Quant à la régression et corrélation des moyennes de la conformité règlementaire et de l'implication de la direction par rapport à la moyenne générale du fonctionnement des CPHS, elle est représentée par le tableau III-5.

A partir des résultats fournis par ces tableaux, le tableau suivant (tableau III-6) capitalise l'évaluation de l'E-CPHS en Algérie.

**Chapitre III : Etude exploratoire de l'E-CPHS en tant que organe d'investigation des  
AT dans les entreprises algériennes**

**Tableau III-3.** Moyennes et écart types des réponses sur la conformité réglementaires et le fonctionnement des CPHS algériennes.

<i>Items</i>	<i>Total des répondants</i>	<i>Privé</i>	<i>Public</i>	<i>Ch-carré</i>	<i>P-values</i>
<i>Conformité règlementaire des CPHS</i>					
B <sub>1</sub> : Votre CPHS d'entreprise coordonne et dirige-t-elle les activités des CPHS d'unités ?	2,41± 1,036	2,28± 1,030	2,58± 1,022	10,055	0,040
B <sub>2</sub> : Votre CPHS participe-t-elle à l'élaboration de la politique générale HSE ?	2,41± 1,121	2,32± 1,109	2,52± 1,130	4,772	0,312
B <sub>3</sub> : Votre CPHS participe-t-elle à l'élaboration des programmes de prévention ?	2,39±1,045	2,31±1,040	2,50±1,044	6,407	0,171
B <sub>4</sub> : Votre CPHS participe-t-elle au suivi des programmes de prévention des risques ?	2,28±0,985	2,19 ± 0,939	2,39 ± 1,032	6,902	0,141
B <sub>5</sub> : Votre CPHS assure-t-elle la mise en œuvre des exigences réglementaires ?	2,61 ± 1,063	2,58 ± 1,120	2,64 ± 0,991	6,214	0,184
B <sub>6</sub> : Votre CPHS respecte-t-elle son règlement intérieur ?	2,78 ± 1,049	3,70 ± 1,367	3,91 ± 1,228	7,886	0,096
B <sub>7</sub> : Votre CPHS propose-t-elle des améliorations nécessaires sur le lieu de travail ?	2,71 ± 1,030	2,61 ± 1,081	2,83 ± 0,952	10,072	0,039
B <sub>8</sub> : Comment est désignée les membres de votre CPHS ?	1,98 ± 1,278	1,86 ± 1,205	2,11 ± 1,356	3,974	0,410
<b>Conformité réglementaire</b>	2,45 ± 1,839	2,36 ± 0,853	2,55 ± 0,810		
<i>Fonctionnement des CPHS</i>					
C <sub>1</sub> : Est-ce-que les travailleurs prennent contact avec les membres de votre CPHS ?	2,45 ± 1,011	2,44± 1,047	2,46 ± 0,968	5,449	0,244
C <sub>2</sub> : Les membres de votre CPHS assistent-ils aux réunions ?	2,77 ± 1,094	2,69± 1,129	2,86 ± 1,046	7,600	0,107
C <sub>3</sub> : Les membres de la CPHS engagement-ils en faveur de la SST ?	2,57 ± 0,979	2,49± 0,984	2,68 ± 0,965	4,459	0,347
C <sub>4</sub> : Votre CPHS communique-t-elle des informations sur la SST ?	2,47 ± 1,096	2,42± 1,147	2,53 ± 1,031	7,828	0,098
C <sub>5</sub> : Comment les membres de votre CPHS préparent-ils les réunions ?	2,37 ± 1,027	2,32± 1,057	2,44 ± 0,986	6,046	0,196
C <sub>6</sub> : La direction répond-t-elle aux recommandations de la CPHS ?	2,63 ± 0,973	2,57± 0,997	2,70 ± 0,941	2,995	0,559
C <sub>7</sub> : Quel est le nombre des membres de la CPHS qui ont reçus une formation SST ?	2,57 ± 1,094	2,42± 1,083	2,77 ± 1,080	13,272	0,010
C <sub>8</sub> : Votre CPHS a-t-elle des objectifs définis ?	2,47 ± 1,073	2,35± 1,072	2,61 ± 1,061	10,236	0,037
C <sub>9</sub> : Les membres de la CPHS procèdent-ils à l'inspection des lieux de travail ?	2,59 ± 1,065	2,46± 1,067	2,76 ± 1,041	16,062	0,003
C <sub>10</sub> : Les activités de votre CPHS contribuent-t-elles à la P-SST ?	2,55 ± 1,080	2,50± 1,114	2,61 ± 1,038	3,490	0,479
<b>Fonctionnement des CPHS</b>	2,47 ± 0,802	2,40± 0,854	2,56 ± 0,724		

**Tableau III-4.** Résultats de l'étude exploratoire des CPHS algériennes.

<i>Régression linéaire multiple des scores</i>						
	<i>Conformité réglementaire</i>	<i>Fonctionnement des CPHS</i>				
<i>Secteur d'activité</i>	0,401	0,015				
<i>Structure de l'entreprise</i>	0,00	0,00				
<i>Secteur juridique</i>	0,095	0,045				
<i>Site de l'entreprise</i>	0,237	0,016				
<i>Effectif de l'entreprise</i>	0,821	0,443				
<i>Type de l'organisme</i>	0,733	0,728				
<i>Ancienneté des CPHS</i>	0,002	0,004				
<i>Test de différences de fonctionnement des entreprises</i>						
<i>E- CPHS</i>	<i>F</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Ecart type</i>	<i>ddl</i>	<i>t</i>	<i>P-value</i>
<i>Structure de l'entreprise (Bien Structuré « BS », Non Structuré «NS »)</i>	0,145	S = 2,72 NS = 2,06	S = 0,736 NS = 0,701	358	8,470	0,00
<i>Secteur juridique (Privé « Pr », Public « Pu »)</i>	4,806	Pr = 2,40 PU = 2,56	Pr = 0,854 Pu = 0,724	358	-2,109	0,036
<i>Type de l'organisme (Unité « U », Entreprise « E »)</i>	1,337	E = 2,50 U = 2,42	E = 0,83 U = 0,74	358	1,017	0,310
<i>ANOVA à sens unique de différences dans les niveaux du fonctionnement des CPHS</i>						
<i>Caractéristiques</i>		<i>Sommes des carrés</i>	<i>ddl</i>	<i>carré moyen</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
<i>Secteur d'activité</i>	<i>intergroupes</i>	44,130	8	5,516	7,024	0,000
	<i>intragroupes</i>	275,642	351	0,785		
	<i>total</i>	319,773	359			
<i>Site des entreprises</i>	<i>intergroupes</i>	36,773	3	12,258	15,420	0,000
	<i>intragroupes</i>	283,000	356	0,795		
	<i>total</i>	319,773	359			
<i>Ancienneté des CPHS</i>	<i>intergroupes</i>	21,526	3	7,175	8,565	0,000
	<i>intragroupes</i>	298,247	356	0,838		
	<i>total</i>	319,773	359			

**Tableau III-5.** Régression et corrélation des moyennes de la conformité réglementaire et de l'implication de la direction par rapport à la moyenne générale du fonctionnement des CPHS.

<i>Variable indépendante</i>	<i>Conformité réglementaire par rapport au fonctionnement des CPHS</i>	<i>Implication de la direction par rapport au fonctionnement des CPHS</i>
<i>R</i>	0,870	0,793
<i>R-deux</i>	0,758	0,628
<i>R- deux ajusté</i>	0,757	0,627
<i>erreur standard de l'estimation</i>	0,39553	0,57454
<i>régression coefficient B</i>	0,832	0,716
<i>régression coefficient Beta</i>	0,870	0,793
<i>P-value</i>	0,000	0,000

**Tableau III-6.** Résultats d'évaluation de l'E-CPHS en Algérie.

Hypothèses	Résultats d'affirmation
<b>La problématique de la conformité réglementaire</b>	<p>H<sub>1a</sub></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les résultats de l'enquête montrent que 20% des entreprises algériennes ne disposent pas de CPHS ;</li> <li>• Les scores moyens de la conformité réglementaire varient de 1,98 à 2,78 pour l'ensemble des répondants ;</li> <li>• Les résultats montrent que uniquement 7,5% du total des répondants affirment que les CPHS respectent le règlement intérieur pour leur fonctionnement et que 53,3% du total des répondants affirment que les membres des CPHS sont désignés par la direction.</li> </ul> <p>Ce qui affirme en partie l'hypothèse H<sub>1a</sub>.</p>
	<p>H<sub>1b</sub></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les résultats du tableau III-3 montrent que pour l'évaluation de la conformité réglementaire des CPHS, l'analyse des réponses stipule que les entreprises publiques ont obtenu un score (2,55 ± 0,810) supérieur à celui des entreprises privées (2,36 ± 0,853). La différence des scores de l'évaluation de la conformité réglementaire entre les entreprises publiques et privées était statistiquement significative (t = - 2,286 ; p=0,023) ;</li> <li>• le résultat de la régression linéaire multiple (1<sup>ère</sup> partie du tableau III-3) montre que la structure de l'entreprise et l'ancienneté des CPHS sont les prédicteurs du respect de la conformité réglementaire. A ce propos, la conformité réglementaire est influencé à la fois par la structure des entreprises (p&lt;0,05) et l'ancienneté des CPHS (p&lt;0,05) ;</li> </ul> <p>D'où l'affirmation de l'hypothèse H<sub>1b</sub>.</p>
	<p>H<sub>1c</sub></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Le score moyen du fonctionnement des CPHS des entreprises publiques était également plus élevé (2,56 ± 0,724) à celui des entreprises privées (2,40 ± 0,839). La différence des scores de fonctionnement des CPHS entre les entreprises publiques et privées était également significative (t = - 1,972 ; p = 0,049) ;</li> <li>• Le résultat de la régression linéaire multiple (1<sup>ère</sup> partie du tableau III-3) montre que la structure de l'entreprise et l'ancienneté des CPHS sont les prédicteurs de fonctionnement des CPHS. A ce propos, le score de fonctionnement des CPHS est influencé par : la structure, le secteur d'activité, le secteur juridique, la localisation géographique des entreprises et l'ancienneté des CPHS (p&lt;0,05) ;</li> <li>• Les résultats du test d'échantillon de différences dans le fonctionnement des CPHS selon la structure, le secteur juridique et le type de de l'entreprise (2<sup>ème</sup> partie du tableau III-3) montrent que le fonctionnement des CPHS était significativement plus élevée (t=-2,109 ; p=0,036) pour les entreprises publiques (2,56 ± 0,724), que pour les entreprises privées (2,40 ± 0,854). De même, le test t de l'échantillon indépendant révèle que le score du fonctionnement des CPHS est significativement élevé (t= 8,470, dll= 358, P&lt;0,05) pour les entreprises structurées (M=2,72, ET= 0,736) que pour les entreprises non structurées (M=2,06, ET = 0,701) ;</li> <li>• L'ANOVA (3<sup>ème</sup> partie du tableau III-4) révèle qu'il y a des liens entre le secteur d'activité des entreprises, leurs localisations géographiques, l'ancienneté des CPHS et leurs fonctionnements (P&lt;0,05). En effet, les scores moyens du fonctionnement des CPHS pour les entreprises pétrolières sont élevés par rapport à d'autres secteurs, le fonctionnement des CPHS des entreprises situées dans le sud de l'Algérie est élevé par rapport à d'autres endroits de l'Algérie et, enfin, le fonctionnement des CPHS qui existent depuis 10 ans est élevé ;</li> <li>• Le tableau III-5 présente les résultats de la régression et de la corrélation lorsque la moyenne de la conformité réglementaire des CPHS (prédicteurs) régresse par rapport à la moyenne globale de leurs fonctionnements. La valeur de R(0,870) pour la conformité réglementaire indique qu'il existe une relation positive directe et modérée entre la conformité réglementaire et le fonctionnement des CPHS ; ce qui est significatif avec une valeur p de 0,00 (c'est-à-dire &lt;0,05). De plus, la valeur de la régression, dans laquelle le R-deux est de 0,758, montre que 76% de la variance<sup>33</sup> du fonctionnement des CPHS est due à cette conformité réglementaire.</li> </ul> <p>Ces résultats confirment l'hypothèse H<sub>1c</sub>.</p>

<sup>33</sup> Nous revenons sur cette variance fonctionnelle de manière détaillée dans le chapitre suivant.

<b>La problématique du fonctionnement</b>	H <sub>2a</sub>	<p>Les résultats de l'enquête (Tableau III-4) montrent que</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les scores moyens du fonctionnement varient de 1,92 à 2,77 pour les répondants à l'enquête. Ces résultats montrent qu'il n'y a pas d'association significative entre les entreprises privées et publiques et les scores du fonctionnement des CPHS de chaque item, sauf pour les items C<sub>4</sub>, C<sub>7</sub>, C<sub>8</sub>, C<sub>9</sub>, et C<sub>10</sub> (p&lt;0,05) ;</li> <li>• Uniquement 9,2% des répondants à l'enquête affirment que les membres des CPHS assistent aux réunions et 41,4% du total des répondants affirment que les CPHS sont ni informées, ni impliquées dans la gestion des refus de travailler.</li> </ul> <p>L'ensemble de ces constats confirment que les CPHS algériennes souffrent également de multiples problèmes quant à leurs émergences. D'où l'affirmation de l'hypothèse H<sub>2a</sub>.</p>
	H <sub>2b</sub>	<p>D'après le tableau III-4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Le score moyen de fonctionnement des CPHS est de (2,47 ± 0,802) ;</li> <li>• Le score moyen de la conformité réglementaire est de (2,45 ± 1,839) ;</li> <li>• Le score moyen de l'engagement de la direction est de (2,63 ± 0,973) ;</li> <li>• Le score moyen de la participation des CPHS à la communication, à l'information et à la formation sur la SST varie de 2.47 à 2.57.</li> </ul> <p>Ces résultats confirment que le redressement de l'E-CHS en entreprises est nécessaire H<sub>2b</sub></p>
	H <sub>3</sub>	<p>D'après le tableau III-4 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les scores moyens de l'engagement des membres de la CPHS sur la SST, de la communication des informations sur la SST, de l'inspection des lieux de travail, de la contribution des activités des CPHS à la P-SST varient de 2.47 à 2.59 ;</li> <li>• Les scores moyens de la participation des CPHS à l'élaboration des programmes de prévention, au suivi des programmes de prévention des risques, à la proposition des améliorations nécessaires sur le lieu de travail varient de 2.39 à 2.71.</li> </ul> <p>Ces résultats confirment l'hypothèse H<sub>3</sub>.</p>
<b>La problématique de l'engagement de la direction</b>	H <sub>4a</sub>	<p>Le tableau III-5 présente également les résultats de la régression et de la corrélation lorsque la moyenne de l'implication de la direction régresse par rapport à la moyenne globale du fonctionnement des CPHS. En effet, la valeur de R(0,793) pour l'implication de la direction indique qu'il existe une relation positive directe et modérée entre l'implication de la direction et le fonctionnement des CPHS ; ce qui est significatif avec une valeur p de 0,00 (c'est-à-dire &lt;0,05). De plus, la valeur de la régression, dans laquelle le R-deux est de 0,628, montre que 62% de la variance du fonctionnement des CPHS est due à l'implication de la direction.</p> <p>Ces résultats confirment l'hypothèse H<sub>4a</sub></p>
	H <sub>4b</sub>	<p>D'après le tableau III.4 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Le score moyen de l'implication de la direction est de (2,63 ± 0,973) ;</li> <li>• Le score moyen de fonctionnement des CPHS est de (2,47 ± 0,802) ;</li> </ul> <p>De plus, le tableau III-5 confirme qu'il existe une relation positive directe et modérée entre l'implication de la direction et le fonctionnement des CPHS.</p> <p>Ces résultats confirment l'hypothèse H<sub>4b</sub></p>

### III.3.2.3 Discussions des résultats

Les résultats de l'étude, montrent que les scores moyens de la conformité réglementaire et du fonctionnement des CPHS sont plus au moins faibles ; ce qui signifie qu'il y a une problématique dans la conformité réglementaire et le fonctionnement des CPHS.

Pour ce qu'est de la problématique de la conformité réglementaire, même si les comités sont devenus une obligation réglementaire dans la plupart des pays du monde (tableau III-1), une telle exigence ne garantit pas à elle seule une E-CPHS dans les entreprises (H<sub>1a</sub>) c'est ce qui

ressort de cette enquête qui a montré que 20% des entreprises algériennes ciblées ne disposent pas de CPHS. Cette hypothèse est confirmée également par d'autres études ; Notamment :

- aux USA où [Morse et al., \(2012\)](#) soulignent que 25 % des entreprises de plus de 50 employés et 69 % des petits employeurs ne disposent pas d'un CHS,
- en France, où [Coutrot \(2009\)](#) souligne que 33% des entreprises françaises ne disposent pas de CHSCT,
- au Canada où 32% des petites entreprises ne possèdent pas un CHS ([Legei, 2011](#)),
- au Côte d'Ivoire où 99,7 % des entreprises ne disposent pas d'un CHSCT ([Aka et al., 2006](#)).

Concernant l'hypothèse « H<sub>1a</sub> », l'étude révèle que, les représentants des travailleurs dans les CPHS de la plupart des entreprises algériennes sont désignés par la direction. Cette pratique est une violation de la réglementation, qui justifie les résultats relatifs à la conformité réglementaire (faible). Cette violation traduit, donc, un problème de conformité réglementaire des CHS connu dans les pays en voie de développement ([Simukonda et al., 2020](#)).

Par ailleurs, les résultats de l'analyse causale du problème d'E-CPHS en entreprises montrent que la spécificité de l'entreprise algérienne est l'une des causes de ce problème « H<sub>1b</sub> ». C'est ce que montre la présente étude, qui confirme que le secteur d'activité des entreprises, leurs répartitions géographiques et l'ancienneté des CPHS montrent des différences significatives dans les scores de l'E-CPHS ; ce qui signifie que l'E-CPHS est influencée par les caractéristiques des entreprises. Ce constat est soutenu à l'échelle internationale par [Legendre et al., \(2014\)](#) qui confirment que certains facteurs favorisent l'émergence des CHSCT en entreprises françaises (l'ancienneté de l'entreprise, l'insertion de la direction dans des instances professionnelles extérieures à l'entreprise, une attitude favorable au syndicalisme), et que l'émergence du CHSCT est directement proportionnelle à la taille de l'entreprise.

Le problème de la conformité réglementaire induit à son tour des dysfonctionnements des CPHS algériennes. En effet, les résultats confirment que la conformité réglementaire contribue positivement au bon fonctionnement des CPHS, et que les dysfonctionnements de ces instances sont dus à la non-conformité réglementaire « H<sub>1c</sub> ». De plus les résultats de l'étude confirment que, le secteur d'activité des entreprises affecte le score global de fonctionnement des CPHS algériennes. A ce propos, les résultats montrent que le score du fonctionnement des CPHS de la région sud était moyen, mais il est de loin meilleur comparativement aux CPHS du reste des entreprises algériennes ; ceci s'explique par le fait que les entreprises pétrolières structurées sont implantées au sud algérien. Ce résultat est soutenu à l'échelle internationale par des études, qui confirment que les risques des activités industrielles conditionnent en grande partie le bon fonctionnement des CHS dans un bon nombre de pays en voie de développement ([Legendre et al., 2014](#)). De même, les résultats de l'étude révèlent que le niveau du bon fonctionnement des CPHS algériennes augmente avec leur ancienneté. Cela, se justifie par, les compétences acquises, dans le temps, par les membres de la CPHS comme c'est le cas des études réalisées dans d'autres pays ([Stemn et al., 2019a](#)).

Par ailleurs, en plus des limites de l'obligation réglementaire (obligation de droit) évoqués précédemment, cette étude révèle que, le niveau de fonctionnement des CPHS est faible ; cela

est dû aux problèmes d'E-CPHS en entreprise « H<sub>2a</sub> ». Cette hypothèse est confirmée par [Dugué et Petit \(2018\)](#) qui soulignent que, les CHS ont souvent des difficultés à fonctionner et à trouver leur place dans les entreprises.

Egalement, les problèmes d'E-CPHS dans les entreprises génèrent des répercussions négatives sur les conditions de travail, et par conséquent sur la P-SST. En effet, les résultats de cette enquête le confirment également « H<sub>3</sub> ». Les résultats obtenus sont consolidés par ceux réalisés dans d'autre pays tels que la Côte d'Ivoire où [Soyaa et al., \(2019\)](#) soulignent que, 63 CHSCT sur les 72 ne participent pas à l'élaboration des programmes annuels de prévention SST en raison de leur émergence biaisée au sein des entreprises ivoiriennes. Ce constat est confirmé également par [Pedneault, \(2004\)](#), qui souligne que 39% des CHS canadiens n'ont pas participé aux programmes SST.

Pour faire face à ces problèmes, le redressement de l'E-CPHS en entreprises est nécessaire « H<sub>2b</sub> », cette hypothèse est confirmée par notre étude et les résultats exploratoires sur le cas de l'Algérie attestent de la possibilité de redressement, notamment par le biais des formations professionnelles continues, de la communication, l'implication, ainsi que d'autres leviers. À ce propos, [Boulagouass et al., \(2021\)](#) insistent sur la perspective de la temporalité qui permet de canaliser ces redressements. De plus, l'engagement du management (direction) dans les politiques SST constitue un levier très important pour le redressement de la CPHS « H<sub>4a</sub> ». Dans le même contexte, il a été constaté un impact négatif entre la non implication de la direction et le dysfonctionnement des CPHS. Pour rappel, l'implication de la direction dans le choix des représentants des travailleurs évoqués précédemment est un exemple de cette interdépendance. Ce résultat permet d'affirmer également l'hypothèse « H<sub>4a</sub> » de cette étude. Ce constat est approuvé par notre étude et par [Farouk \(2017\)](#) qui montre l'existence d'une relation positive entre l'implication de la direction et l'efficacité des CHS. Cela signifie que les entreprises algériennes ont besoin de plus de mobilisation de leurs leaderships afin d'assurer un bon fonctionnement de leurs CPHS. Cette recommandation est supportée par la littérature spécialisée dans le domaine de la gestion stratégique des entreprises ([Uman et al., 2020](#); [Yanar et al., 2020](#)).

L'implication de la direction doit être cadrée par une politique active de prévention SST « H<sub>4b</sub> ». Cette hypothèse est confirmée par notre étude qui montre une relation positive forte entre l'engagement de la direction et le niveau de fonctionnement des CPHS (indicateur SST). Ce constat est confirmé également par [Madjoudj, \(2014\)](#) qui souligne que, la direction doit mettre en œuvre une politique SST de l'entreprise cadrée par un système de management SM-SST. Dans ce contexte, [Fourar et al., \(2021\)](#) soulignent que, l'engagement de la direction d'une entreprise algérienne doit être communiqué à tous les niveaux de l'entreprise afin de créer une culture dite « intégrée » de la SST. L'intégration des employeurs et employés doit être matérialisée par la complémentarité entre : l'engagement de la direction de l'entreprises et l'implication des salariés et de leurs représentants.

De son côté, [Claire and Gabbai, \(2009\)](#) soulignent qu'une, politique pertinente doit être centrée sur les exigences en SST dans toutes les fonctions de l'entreprise. Cette politique doit être capitalisée sous forme d'une lettre d'engagement de la direction.

Au terme de cette étude, il est important de signaler que malgré que la présente étude contribue à enrichir la littérature sur l'E-CHS et d'ouvrir des voix à d'autres études sur le sujet dans les pays en développement, elle comporte une limite majeure qui concerne les données recueillies dans une période cruciale marquée par la pandémie Coronavirus où les industriels sollicités par cette enquête étaient pratiquement indisponibles. L'indisponibilité des répondants est accentuée par le fait que le contexte algérien est marqué par la réticence des acteurs ciblés quant à la divulgation de l'information (Heddar *et al.*, 2021). Par conséquent, les résultats de cette étude ne représentent que la perspective de l'Algérie.

## **Conclusion**

Au terme de ce travail et à notre connaissance, cette étude nationale est la première réalisée en Algérie sur l'E-CPHS dans les entreprises algériennes. Les résultats obtenus mettent en lumière les facteurs essentiels de cette émergence selon les spécificités des entreprises étudiées (secteurs d'activité et juridique, leurs structures, ...etc).

Plus précisément, ces résultats mettent en exergue, les éventuelles contre-performances de certaines CPHS, compte tenu des objectifs auxquels elles devraient répondre. De même, ces résultats montrent les liens positifs entre les facteurs explicatifs (externes et internes) de l'E-CPHS. En effet, grâce au modèle conceptuel déduit de ces résultats, le mérite de cette étude est de mettre en lumière ces liens à des fins d'amélioration de cette émergence.

De plus, les résultats démontrent que le fonctionnement d'une CPHS via l'engagement de la direction permet un Co-déploiement d'une politique efficace de prévention SST.

Par ailleurs, les résultats de notre enquête réalisée auprès de 120 entreprises algériennes, confortés à celles des études similaires, ont permis de conclure que les CPHS dans les entreprises algériennes sont soumises à une double dynamique interne et externe en fonction de leurs objectifs et de la compétence de leurs membres. En ce sens, plus les activités des entreprises deviennent menaçantes pour les salariés en terme de la SST, plus les CPHS seront en mesure d'assurer une performance SST.

Cette étude, nous conduit à avancer que, les CPHS dans les entreprises algériennes, peuvent constituées un cadre idéal du dialogue social au sein de l'entreprise, contribuant ainsi à rendre les entreprises algériennes plus horizontales en terme de management SST.

Comme tout travail de recherche, cette étude n'est pas épargner de certaines contraintes qui méritent d'être soulignées :

- les données de cette étude ont été collectées dans un nombre limité d'entreprises à cause de la spécificité de période de cette enquête, qui est marquée par une crise sanitaire (C-19) qui a frappé l'Algérie ;
- cette étude a été réalisée dans le contexte de l'Algérie, et donc marqué par la réticence des acteurs ciblés quant à la révélation de l'information. Par conséquent, les résultats de cette étude ne représentent que la perspective de l'Algérie.

Pour surmonter ces contraintes, nous envisagerons dans le proche future d'élargir cette exploration pour couvrir un nombre important d'entreprises algériennes et espérer convaincre certains acteurs sur l'intérêt d'accéder à l'information à des fins de promotion de la SST.

Cependant à court terme, les résultats de cette étude nous incitent à aller plus loin dans l'analyse des causes profondes du non émergence des CPHS. C'est ce que nous proposons de découvrir dans le dernier chapitre de cette thèse.

# Chapitre IV : Contribution à l'étude des attributions des CPHS algériennes

## Introduction

Dans le chapitre précédent, nous avons réalisé une étude exploratoire sur l'émergence des CPHS où nous avons montré que cette émergence est problématique en termes : (i) de non-conformité réglementaire, (ii) de dysfonctionnement des CPHS de certaines entreprises, (iii) de non engagement et de non implication de la direction dans les attributions des CPHS de certaines entreprises.

Pour une étude plus poussée de ce problème d'émergence des CPHS, une question de recherche est retenue dans ce quatrième et dernier chapitre : « comment solutionner ce problème d'émergence (i.e., non-fonctionnement ou variabilité de la performance) des CPHS ? »

La réponse à cette question réside dans le déploiement d'une démarche d'évaluation des attributions des CPHS algériennes. D'où le premier objectif de ce chapitre qui consiste à retenir la méthode FRAM<sup>34</sup> pour l'étude de la variabilité de la performance des CPHS. Car, cette méthode facilite les descriptions ainsi que les relations fonctionnelles entre les fonctions de la CPHS considérée comme étant un système (Hirose *et al.*, 2022 ; Sujan *et al.*, 2022 ; Grabbe *et al.*, 2020 ; Patriarca *et al.*, 2017a). La raison de choix de cette méthode réside dans son déploiement généralisé qui est de plus en plus adopté avec des résultats positifs (Hirose *et al.*, 2022 ; Patriarca *et al.*, 2020 ; Grabbe *et al.*, 2020).

Par ailleurs et compte tenu du caractère qualitatif de FRAM, qui peut être considéré comme une limite de la méthode FRAM, le second objectif du présent chapitre consiste à quantifier la variabilité de la performance des CPHS en se focalisant plus précisément sur deux principes de FRAM qui sont « l'émergence » et « la résonance ». Dans ce contexte, ce second objectif est scindé en deux sous-objectifs dont le premier consiste en une hiérarchisation des fonctions FRAM en fonction de leurs criticités respectives tandis que le second sous-objectif consiste en une exploitation de la matrice d'adjacence pour étudier l'évolution de la variabilité des fonctions des CPHS sur une plage de temps.

L'ensemble des objectifs et sous-objectifs ci-dessus permettent de dresser la structure de ce chapitre dont sa première section consiste en un déploiement de la méthode FRAM pour étudier de manière plus fine la variabilité fonctionnelle des CPHS.

---

<sup>34</sup> Functional Resonance Analysis Method (méthode d'analyse de la résonance fonctionnelle)..

## IV.1 Evaluation des attributions d'une CPHS par la méthode FRAM

### IV.1.1 Raison du choix de la méthode FRAM

La méthode FRAM fait partie des méthodes d'analyse fonctionnelle qui est une démarche essentielle pour identifier les fonctions d'un système ainsi que des éclaircissements sur les exigences attendues de ces fonctions et extrait des problèmes de leur fonctionnement (Charriere *et al.*, 2021; Mechhoud *et al.*, 2016).

Le champ d'application de l'analyse fonctionnelle est très large. Citons à titre d'exemple : l'optimisation de la maintenance des systèmes (Charriere *et al.*, 2021), leur exploitation (Lakhoua *et al.*, 2016) et l'amélioration de leur résilience (Hirose *et al.*, 2020 ; Ziv, 2018).

Pour couvrir ce champ large d'analyse fonctionnelle, un bon nombre de méthodes ont vu le jour depuis une trentaine d'années (Benyettou and Megnounif, 2022 ; Lakhoua *et al.*, 2016). Parmi ces méthodes, citons : diagrammes-blocs-fonctionnels (Saadi and Djebabra, 1999), SADT<sup>35</sup> (Wertani *et al.*, 2020) ; (Ziv, 2018), APTE<sup>36</sup> (Haugen and Rokseth, 2019), arbre fonctionnel (Fall, 2021) et FRAM<sup>37</sup> (Hirose *et al.*, 2022 ; Sujan *et al.*, 2022 ; Grabbe *et al.*, 2020).

L'avantage de FRAM par rapport aux autres méthodes fonctionnelles est qu'elle permet de comprendre non seulement le fonctionnement mais également les configurations de non fonctionnement à travers la variabilité des aspects et la résonance via les couplages des fonctions. Un autre avantage de FRAM est qu'elle adopte une approche systémique basée sur le principe de la résilience (c.à.d., la continuité malgré les variabilités qui peuvent affecter le système ou l'organisation) (Salehi *et al.*, 2020 ; Patriarca *et al.*, 2018). Pour ces deux raisons, FRAM sera retenue dans la suite de ce chapitre en tant que méthode support pour l'étude de la variabilité des attributions des CPHS.

### IV.1.2 Présentation détaillée de la méthode FRAM

#### IV.1.2.1 Historique et fondements de la méthode

Un développement réfléchi de FRAM par Hollnagel a commencé vers les années 2000 où cette méthode a été décrite pour la première fois en 2004 (Hollnagel, 2021). C'est une méthode qualitative d'analyse fonctionnelle des systèmes qui s'appuie sur la systémique pour modéliser la complexité du fonctionnement des systèmes (Hollnagel, 2021). A ce propos, des auteurs confirment que la modélisation de cette complexité du fonctionnement des systèmes est prise en compte en se focalisant sur :

- les facteurs sociotechniques y compris les interfaces entre les opérateurs humains adaptatifs et les technologies, les effets de couplage et de dépendances, et les non-interférences entre les sous-systèmes (Grabbe *et al.*, 2022 ; Salehi *et al.*, 2020) ;
- la survenue des interactions sûres et dangereuses qui affectent la variabilité des performances fonctionnelles (Kim and Yoon, 2021; Kaya *et al.*, 2019).

<sup>35</sup> Structured Analysis and Design Technique.

<sup>36</sup> Application des Techniques d'Entreprise.

<sup>37</sup> Functional Resonance Analysis Method.

L'objectif de cette méthode est d'analyser les activités afin de produire une représentation de l'activité de manière systématique (Anvarifar *et al.*, 2017). Cette représentation est basée sur les fonctions nécessaires et suffisantes pour rendre compte de l'activité (figure IV-1) et de la manière dont les fonctions sont couplées (Lee *et al.*, 2018 ; Patriarca *et al.*, 2017b).

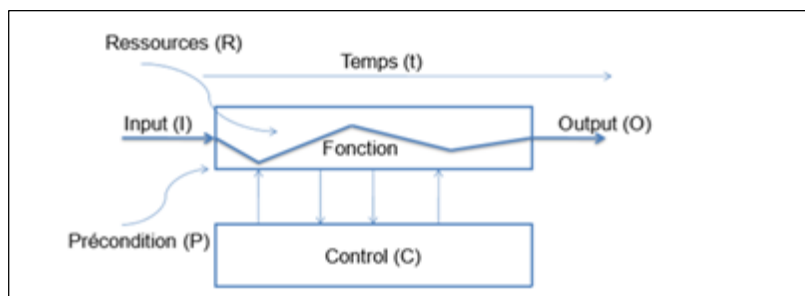


Figure IV-1. Représentation schématisée des fonctions FRAM (Hollnagel, 2012).

Des auteurs (Patriarca *et al.*, 2020 ; França *et al.*, 2020 ; Tian and Caponecchia., 2020 ; Lee *et al.*, 2018 ; Anvarifar *et al.*, 2017; Patriarca *et al.*, 2017b) soulignent que FRAM est une méthode relativement récente par rapport aux autres méthodes d'analyse fonctionnelle. De plus, elle a attiré la considération de nombreux chercheurs de différents pays et dans différents domaines d'application. A ce propos, la recherche documentaire effectuée sur FRAM, qui est synthétisée dans les tableaux IV-1 et IV-2, permet de tirer les enseignements suivants :

- FRAM a connu une large diffusion et utilisation en Europe avec 117 documents, et une utilisation très rare en Afrique avec un (01) seul document. Nous souhaitons que le travail que nous proposons dans le cadre de cette thèse fera l'objet d'un deuxième travail en Afrique ;
- Les domaines pour lesquels FRAM a connu une forte application sont : l'aviation, la santé, l'industrie, le maritime et le ferroviaire ;
- FRAM a fait l'objet d'analyse des systèmes non techniques (i.e., systèmes organisationnels). Malgré cette extension dans l'usage de FRAM, nous tenons à signaler que d'après la recherche documentaire effectuée, l'analyse des organes de prévention des AT n'a pas été cernée par FRAM.
- FRAM a fait l'objet d'extensions multiples (tableau IV-3). Parmi ces extensions qui ont attiré notre attention, citons l'évaluation de la criticité des fonctions FRAM par l'AMDEC. Nous revenons dans la suite de ce chapitre sur une autre alternative permettant une évaluation quantitative des criticités des fonctions FRAM. Plus précisément, l'extension quantitative que nous proposons dans la suite de ce chapitre concerne la quantification des principes « d'émergence » et de « résonance » de FRAM par l'intégration des outils appropriés qui sont : TOPSIS pour l'évaluation quantitative des criticités des fonctions d'un réseau FRAM et la matrice d'adjacence pour le suivi de la variabilité de la performance de ce réseau.

Ces deux intégrations d'outils dans FRAM nécessitent, au préalable, un rappel des principes de FRAM. Ceci fera l'objet de la sous-section suivante (§ IV.1.2.2).

Tableau IV-1. Extraits des études réalisées sur FRAM

Sources : (patriarca et al., 2020 ; Salehi et al., 2020)

Type de documents	Domaine d'application	Méthode de collecte des données	Distribution mondiale			Catégorisation des études analysées (2010-2020) en termes d'objectif	Catégorisation des études analysées (2010-2020) en termes des fonctions
			Continent	Auteurs	Documents		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conférences : 43,01%</li> <li>- Articles : 36,27%</li> <li>- Livres : 6,74%</li> <li>- Mémoires de fin d'étude : 4,66%</li> <li>- Thèses de doctorat : 4,15%</li> <li>- Rapports : 3,11%</li> <li>- Rapports officiels technique/institutionnel : 1,55%</li> <li>- Autres : 0,52%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aviation : 24,87%</li> <li>- Etablissements de santé : 13,99%</li> <li>- Opérations industrielles : 12,44%</li> <li>- Maritime : 8,81%</li> <li>- Ferroviaire : 6,47%</li> <li>- Construction : 5,18%</li> <li>- Pétrole et gaz : 4,66%</li> <li>- Technologies de l'information : 3,63%</li> <li>- Centrales nucléaires : 3,63%</li> <li>- Infrastructures critiques : 3,11%</li> <li>- La défense : 2,59%</li> <li>- Sans domaine : 2,59%</li> <li>- Gestion des urgences : 1,55%</li> <li>- Sécurité routière : 1,55%</li> <li>- Aménagement urbain : 1,55%</li> <li>- Exploitation minière : 1,04%</li> <li>- Autres : 4,66%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entretiens : 20,91%</li> <li>- Observations : 19,86%</li> <li>- Procédures, manuels, protocoles : 19,86%</li> <li>- Événement unique, audit, rapport d'enquête : 17,07%</li> <li>- Groupe de discussion/atelier : 12,20%</li> <li>- Événements multiples, audits, rapports d'enquête : 6,62%</li> <li>- Questionnaire/ enquête : 3,48%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Europe</li> <li>- Asie</li> <li>- Océanie</li> <li>- Afrique</li> <li>- Amérique du nord</li> <li>- Amérique du sud</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>57,6%</li> <li>19%</li> <li>10,6%</li> <li>0,3%</li> <li>5,2%</li> <li>7,3%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>59,6%</li> <li>18,2%</li> <li>12,1%</li> <li>4%</li> <li>6,1%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gestion de la sécurité : 29%</li> <li>- L'enquête sur les accidents/incidents : 23%</li> <li>- Identification des dangers et gestion des risques : 19%</li> <li>- Gestion de complexité : 19%</li> <li>- Autres : 10%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fonctions humaines : 96%</li> <li>- Fonctions organisationnelles : 85%</li> <li>- Fonctions techniques : 65%</li> <li>- Fonctions environnementales : quelques cas</li> <li>- Fonctions (H, O, T) : 56%</li> <li>- Fonctions humaines et organisationnelles : 85%</li> <li>- Fonctions humaines et technologiques : 63%</li> <li>- Fonctions technologiques organisationnelles : 56%</li> </ul>

Tableau IV-2. Extraits des changements et des extensions de la méthode FRAM

Source : (Patriarca et al., 2020)

Type de changement	Étapes (ou éléments) de FRAM modifiées /améliorées	Extrait des références bibliographiques	Changements / extensions
qualitatif	Etape 1 : identification des fonctions de système	Li et al., 2019 ; Moskon et al., 2019 ; Masys, 2018 ; Patriarca et al., 2017a ; Patriarca and Bergström, 2017 ; Prytz,2009; Woltjer et al., 2009.	Enrichir la méthode FRAM avec des supports pour mieux identifier, définir, analyser et organiser les fonctions FRAM. En outre, identifier les couplages et la variabilité fonctionnelle de manière appropriée.
		Pietreanu et al., 2018.	Introduction de l'aspect "communication" en plus des six aspects standard (une représentation heptagonale des fonctions FRAM).
	Etape 2 : caractérisation et agrégation de la variabilité fonctionnelle	Furniss et al., 2018 ; Jensen and Aven, 2017 ; Laugaland et al., 2014 ; Woltjer, 2008 ; Sawaragi et al., 2006.	Modifications et ajouts aux phénotypes pour faciliter l'analyse de la variabilité fonctionnelle et la rendre plus efficace. De plus, des méthodes sont intégrées pour générer la propagation de la variabilité afin de faciliter l'analyse de la variabilité fonctionnelle.
	Etape 3 : recherche de la résonance fonctionnelle	Lundberg and Woltjer, 2013.	Intégration des matrices d'analyse de résilience pour rendre les systèmes résilients
Quantitatif / semi quantitatif	Evaluation de la valeur de la variabilité des performances	Fukuda et al., 2016 ; Macchi, 2011.	Définition d'un score de variabilité prenant en compte les effets des coefficients d'amortissement/amplification des couplages.
		Gattola et al., 2018 ; Qu et al., 2015; Wu et al., 2015; Mohamed et Qu, 2013.	Inclusion de modèle analytique ad hoc qui traite de la quantification de la variabilité des performances
		López et al., 2016.	Intégration de l'AMDE dans FRAM pour évaluer la criticité des fonctions.
	Des extensions proposent une formation analytique intégrée	De Felice et al., 2017.	Intégration de SHERPA model (simulator for human error probability analysis) pour combiner l'analyse de la fiabilité humaine.
		Patriarca et al., 2018	Intégration de la matrice d'analyse de la résilience.
		França et al., 2019 ; Rosa et al., 2017; Haddad et Rosa, 2015 ; Rosa et al., 2015.	Intégration de l'AHP pour l'identification des phénotypes de variabilité des performances et l'agrégation de cette variabilité. Evaluation des couplages qui peuvent se combiner pour induire des résultats inattendus.
		Slim et Nadeau, 2019 ; Bellini et al., 2019 ; Hirose et al., 2017 ; Hirose et al., 2016.	Intégration des méthodes pour la quantification de la résilience d'un système sociotechnique complexe.
Kopke et al., 2019 ; Costantino et al., 2018 ; Patriarca et al., 2018c ; Patriarca et al., 2017b ; Patriarca et al., 2017c ; Patriarca et al., 2017d ; Patriarca et al., 2016.	Application de la simulation de Monte Carlo pour quantifier la variabilité des phénotypes et identifier les fonctions de résonance grâce à un score de variabilité statistique		
Yang et al., 2017 ;Yang et Tian, 2015.	Expansion du FRAM au moyen d'une vérification formelle		

#### IV.1.2.2 Principes et étapes de la méthode FRAM

##### A. Principes de FRAM

La méthode FRAM repose sur quatre principes (Hollnagel, 2021 ; Tian *et al.*, 2020 ; Hollnagel, 2004) :

- *L'équivalence des succès et des échecs* : le fondement théorique de FRAM considère que succès et échec sont équiprobables et émanent de la même source ;
- *Ajustements approximatifs* : les ressources (temps, matériel, individu, informations,...etc.) perturbent constamment le travail et son environnement. Il est donc nécessaire que les individus, les groupes et les organisations ajustent leurs performances pour s'adapter à ces conditions. Cependant, ces ressources sont souvent limitées et par voie de conséquences leurs ajustements sont souvent approximatifs et génèrent des variabilités des performances qui sont à l'origine des succès ou d'échecs ;
- *Le principe de l'émergence* : ce principe stipule qu'il est peu probable que, la variabilité de la performance normale soit la seule cause d'un dysfonctionnement. En effet, il est vraiment rare où la variabilité de la performance soit assez importante pour pouvoir générer de tels perturbations. Cependant la variabilité combinée de manière imprévisible de plusieurs fonctions est chose courante pour conduire à des conséquences très importantes, voire même de manière très différente par rapport aux conditions de départ. Les résultats (acceptables ou inacceptables) peuvent ainsi être expliqués comme résultat de la variabilité due aux ajustements quotidiens plutôt que comme le résultat de chaînes de cause à effet uniques ou multiples résultant d'un dysfonctionnement d'un composant ou d'une pièce spécifique ;
- *Résonance fonctionnelle* : considérant les liens entre les fonctions, la variabilité d'une fonction peut impacter la variabilité d'autres fonctions. Par analogie avec le phénomène de résonance, les conséquences peuvent se répartir par le biais de couplage important entre les éléments constitutifs plutôt que par les liens causes-effets. La résonance fonctionnelle résulte de l'interaction inattendue de la variabilité normale de nombreux signaux. La résonance fonctionnelle offre un moyen systématique de comprendre les résultats qui sont à la fois non causaux (émergents) et non linéaires (disproportionnés).

##### B. Etapes de FRAM

Selon Hollnagel (2021) et Tian *et al.*,(2020), FRAM décompose le système sociotechnique complexe en fonctions qui représentent les moyens nécessaires pour atteindre un objectif. Ces fonctions peuvent être classées en fonctions : humaines<sup>38</sup>, organisationnelle<sup>39</sup> ou techniques<sup>40</sup>.

---

<sup>38</sup> qui décrivent ce que les personnes seules ou en groupes doivent faire pour accomplir une tâche spécifique.

<sup>39</sup> fait référence à ce que fait une organisation.

<sup>40</sup> elle peut désigner ce que fait un système technique qui fonctionne par lui-même ou assisté par un système intelligent ou un système sociotechnique qui fait intervenir pour son fonctionnement la composante humaine.

Ensuite, FRAM décrit et analyse les fonctions : telles quelles sont réalisées « WAD : Work As Don », comme elle peut modéliser le travail tel qu'imaginé « WAI : Work As Imagined ». Dans FRAM, la fonction est décrite par un mot ou par une phrase verbale en utilisant dans les deux cas la forme infinitive (Hollnagel, 2021).

L'analyse des fonctions moyennant FRAM se déroule en quatre étapes détaillées ci-après.

### B.1 Etape d'identification et de description des fonctions

D'après Tian *et al.*, (2020), cette étape est déterminante pour la construction du modèle FRAM. Sa première partie tente de répondre à la question : *Que modélisons-nous ?*

Elle consiste donc à :

- Identifier toutes les fonctions possibles et à collecter les informations pour pouvoir les caractériser par leurs aspects par la suite. Elle consiste également à définir la nature de la fonction (humaine, organisationnelle ou technique). Les données sont souvent collectées en interviewant les individus qui accomplissent les fonctions (WAD) et auprès des individus (experts) chargés d'élaborer les procédures de travail (WAI) (Salehi *et al.*, 2020; Hollnagel, 2017). Les données peuvent également être collectées à partir des documents qui décrivent le fonctionnement du système (Kaya *et al.*, 2021; Salehi *et al.*, 2021). Il existe une autre source de collecte de données à savoir les groupes de discussion, les ateliers (Salehi *et al.*, 2022 ; Patriarca *et al.*, 2020), les questionnaires<sup>41</sup> ;
- Définir le type de la fonction où l'on distingue deux types : fonction en amont (déjà exécutées et sont considérées comme les sources d'autres fonctions qui ne peuvent pas être réalisées sans elles) ou en aval (suivent d'autres fonctions et dont leur fonctionnement nécessite l'action des fonctions en amont). Hollnagel (2021) souligne que les fonctions (amont et aval) sont utilisées pour décrire la relation temporelle entre ces fonctions ;
- Caractériser les fonctions comme étant des fonctions de premier plan « FG » et des fonctions d'arrière-plan « BG ». Il est à rappeler que la caractérisation « FG » ou « BG » est déterminée automatiquement par le logiciel FMV (FRAM MODEL VISUALISER) outil d'accompagnement, selon les règles suivantes : (i) une fonction qui ne possède qu'une (plusieurs) sortie(s) est considéré comme « BG », (ii) une fonction qui ne possède qu'une (plusieurs) entrée(s) est considéré comme « BG » et (iii) toutes les autres fonctions sont des fonctions « FG ».

La deuxième partie de cette étape d'identification et de description fonctionnelle concerne la réponse à la question suivante : *Comment ces fonctions se combinent-elles pour que le système fonctionne ?*

La réponse à cette question est possible par : l'identification des enchaînements moyennant les fonctions (amont et aval) et l'identification des six aspects (tableau IV-3) permettant de

---

<sup>41</sup> A ce propos, Hollnagel (2021) a développé un exemple de questionnaire standard permettant de collecter le maximum des informations.

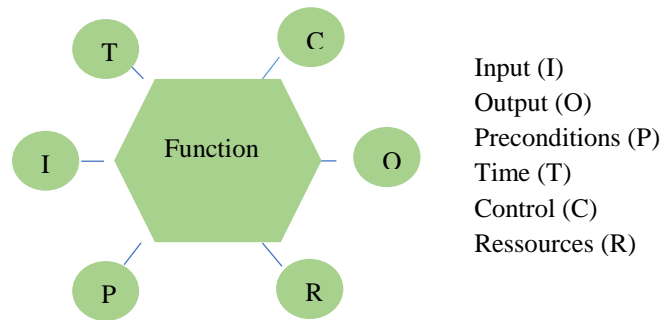
caractériser chaque fonction (l'entrée, la sortie, le temps, les ressources, les conditions préalables, contrôle).

**Tableau IV-3.** Description des six aspects de FRAM d'après (Patriaca *et al.*, 2020 ; Hollnagel, 2017).

Aspect/ Description
<b>Input (I)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ l'entrée d'une fonction définie ce qui est utilisé/transformaté par la fonction pour produire/activer/démarrer la sortie ;</li> <li>➤ Elle peut être une information, de l'énergie, un ordre, une matière, une loi, une instruction qui permet le démarrage du processus ;</li> <li>➤ La question clé permettant de définir une entrée est la suivante : Que peut-on transformer pour commencer, et quelles sont les conditions nécessaires et suffisantes sans lesquelles la sortie ne se réalisera pas ?</li> <li>➤ Les fonctions d'avant plan doivent avoir des entrées définies, ce qui n'est pas le cas pour les fonctions d'arrière-plan</li> </ul>
<b>Output(O)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La sortie est définie comme le but/le résultat souhaité ;</li> <li>➤ La sortie des fonctions en amont peut être l'entrée de fonctions en aval et donc peut influencer le fonctionnement de ces dernières.</li> </ul>
<b>Préconditions (P)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Une précondition est un état qui doit être vérifié avant qu'une fonction ne soit exécutée ;</li> <li>➤ Contrairement à l'entrée, la précondition ne constitue pas en soi un signal de démarrage de la fonction.</li> </ul>
<b>Time (T)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Il représente le temps nécessaire à la réalisation de la fonction et tout ce qui concerne les pressions temporelles ;</li> <li>➤ Le temps caractérise les relations temporelles entre les fonctions, ces relations sont estimées par rapport à l'exécution de la fonction.</li> </ul>
<b>Control (C)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ le contrôle est ce qui supervise ou régule une fonction afin qu'elle produise le résultat souhaité.</li> <li>➤ Le contrôle se trouve sous plusieurs formes (la surveillance humaine ou technique, une procédure, un plan de travail ou bien un ensemble de lignes directives).</li> </ul>
<b>Ressources (R)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Les ressources sont les besoins nécessaires pendant l'exécution de la fonction tels que : les compétences (physiques et mentales des employés), les techniques (matériels, matières, outils et les logiciels) et les informations qui aident à accomplir le travail,</li> <li>➤ Le temps de l'emploi des ressources décide de leur appartenance aux différents aspects : une ressources doit être consommées ou bien utilisée pendant l'exécution de la fonction et non pas avant ou après.</li> </ul>

Il est à noter que malgré que FRAM tiennent à distinguer les différents aspects, leurs définitions prêtent à confusion. On note une similitude entre l'entrée et les préconditions, mais aussi pour le temps et les préconditions. En effet, le temps peut représenter une condition avant le démarrage du fonctionnement, donc il peut être une précondition, et dans certain cas il est considéré comme une entrée pour la fonction. Aussi, on peut classer le temps avec les sources de la fonction ; car, il est parmi les besoins pour effectuer la fonction.

Une fois les fonctions définies et caractérisées par leurs aspects, ils forment ensemble le modèle FRAM représenté par la figure IV-2.



**Figure IV-2.** Aspects des fonctions FRAM d'après (Hollnagel, 2017).

Il est à noter également que dans le modèle FRAM, il n'est pas nécessaire de décrire les six aspects de chaque fonction et il peut même s'avérer impossible de le faire. Les aspects doivent venir d'une part et se terminer quelque part, lorsqu'un aspect représente la sortie d'une fonction est l'entrée de l'autre, il définit une dépendance ou un couplage entre les deux fonctions. Un aspect qui n'est définie que pour une seule fonction, il est classé comme orphelin (Hollnagel, 2021 ; Hollnagel, 2017).

### B.2 Etape de caractérisation de la variabilité fonctionnelle

La caractérisation de la variabilité dans un modèle FRAM est le point de départ pour comprendre comment les fonctions peuvent être interconnectées et comment cela peut conduire à des résultats inattendus en termes de variabilités de la performance.

L'analyse porte sur la variabilité de la sortie des fonctions tenant compte des variabilités interne, externe et les couplages amont-aval. A ce propos, Hollnagel, (2017) souligne que la variabilité interne (endogène) est intrinsèque à la fonction elle-même<sup>42</sup> tandis que la variabilité externe (exogène) fait référence à la variabilité causée par d'autres fonctions.

S'agissant de cette variabilité externe, Hollnagel (2004) a proposé son regroupement en 11 Conditions de Performance Communes (CPC) à savoir : disponibilité de la ressource, adéquation de la formation et de l'expérience, communication, adéquation de l'interface et du soutien opérationnel, disponibilité des procédures ou plans, conditions de travail, nombre d'objectifs simultanés, temps disponible, qualité de la collaboration de l'équipe et adéquation de l'organisation.

De même, Hollnagel (2017) a proposé deux cas pour décrire l'effet de la variabilité en amont sur la variabilité en aval : le cas simple ne considérant que deux phénotypes (attributs) à savoir le temps et précision (tableau IV-4) et le cas complexe<sup>43</sup> qui identifie la variabilité en fonction de plusieurs phénotypes (vitesse, distance, séquence, objet, force, durée, direction et temps).

<sup>42</sup> A titre d'exemple, expérience de l'opérateur ou défaillance technique d'une entité qui supporte une fonction.

<sup>43</sup> Menezes *et al.*, (2021) soulignent que ce second cas a été cerné par plusieurs travaux récents.

Tableau IV-4. Caractérisation des paramètres (temps et précision) de la variabilité d'une fonction.

Paramètres de la variabilité	Caractéristiques des paramètres	Exemple
Temps	Trop tôt	Si l'alarme sonne avant la détection d'un dysfonctionnement, il s'agit d'une fausse alerte.
	A l'heure	Si l'alarme sonne au moment du dysfonctionnement.
	Trop tard	Si l'alarme ne sonne qu'après apparition du processus accidentel
	Pas du tout	Si l'alarme ne sonne pas du tout à cause de son dysfonctionnement.
Précision	Précise	Si l'alarme fonctionne parfaitement que ce soit au niveau de signal visuel ou bien sonore. (sonorisation et visuel).
	Acceptable	Si l'alarme fonctionne d'une façon acceptable (la sonorisation entendue et lumière on peut la voir).
	Imprécise	Si l'alarme fonctionne d'une mauvaise façon, très difficile d'entendre ou de voir le signal de l'alarme.

Deux précisions méritent d'être soulevées quant à la description de la variabilité de la sortie d'une fonction en termes de temps et de précision :

- En terme du temps, une sortie qui n'est pas disponible à temps, peut affecter la variabilité des fonctions en aval de plusieurs manières différentes ;
- En terme de précision, une sortie peut être qualifiée de précise si elle répond aux besoins d'une fonction en aval. Elle est qualifiée d'imprécise si elle peut affecter la variabilité des fonctions en aval de plusieurs manières différentes.

### B.3 Etape de la recherche de la résonance fonctionnelle

Cette étape consiste à définir les liens entre les fonctions afin de bien comprendre la résonance (propagation) de la variabilité potentielle réelle pendant la durée du fonctionnement (figure IV-3).

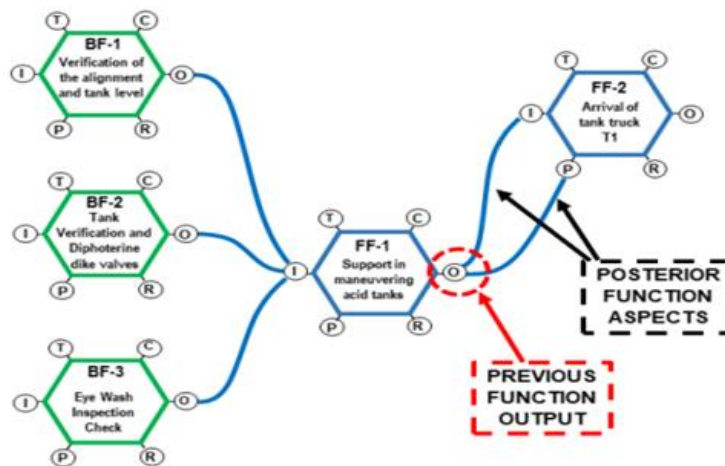


Figure IV-3. Couplage de deux fonctions FRAM d'après (Hollnagel, 2021).

*B.4 Etape d'identification des barrières contre la variabilité de la performance*

Cette dernière étape sert à proposer les suggestions à partir des informations qualitatives collectées des étapes précédentes. Ces suggestions formalisent le plan d'action qui boucle l'usage de FRAM. Ce plan d'actions permet de cadrer : les modifications retenues au niveau du système, d'éliminer les défauts mais aussi pour incorporer les adaptations afin d'optimiser l'opérabilité et assurer l'amélioration de production et de la sécurité, ainsi que la résilience du système ou de l'organisation.

**IV.1.3 Application de FRAM pour l'analyse des fonctions d'une CPHS**

*IV.1.3.1 Identification et caractérisation des fonctions de la CPHS*

Les fonctions de la CPHS ont été établies à partir de la réglementation algérienne en vigueur. Plus exactement, à partir du décret exécutif 05-09 du 09 janvier 2005, qui fixe les attributions de la CPHS (WAI). Nous avons également procédé à la collecte des informations sur les fonctions auprès des individus qui accomplissent les fonctions (WAD) et qui sont : les membres de la CPHS, les médecins de travail et les membres du service hygiène et sécurité des entreprises retenues. A cet effet un échantillon de 20 entreprises sur le total des entreprises retenues dans l'étude présentée dans le chapitre précédent nous a permis d'identifier huit (08) fonctions et 18 responsabilités (tableau IV-5). Ensuite, chacune de ces fonctions<sup>44</sup> est décrite par ces aspects et qui sont au nombre de six (tableau IV-6). Les fonctions retenues (en nombre de huit) ont fait l'objet d'une présentation graphique sous forme d'un réseau FRAM en utilisant le logiciel FRAM MODEL VISUALISER –FMV- (figure IV-4).

**Tableau IV-5.** Fonctions CPHS et responsabilités correspondantes.

<i>Fonctions des CPHS</i>	<i>Description</i>
F <sub>1</sub> = Instances nationales SST	Cadre formel de référence des orientations stratégiques et opérationnelles en matière de SST
F <sub>2</sub> = Implication des entreprises	Engagement ferme et tenace de la direction dans la mise en œuvre de la réglementation algérienne et la mise à disposition de tous les moyens nécessaires.
F <sub>3</sub> = Réunions de la CPHS	Les membres de la commission se réunissent pour discuter de leurs fonctions
F <sub>4</sub> = Inspection des lieux de travail	Mise en œuvre des lois et réglementations et donner des conseils quotidiens sur les dangers
F <sub>5</sub> = Conformité réglementaire	Application des lois et règlements en matière d'hygiène, de sécurité et d'environnement
F <sub>6</sub> = Collecte de données et analyse	Recueillir des informations provenant de diverses sources (enquête sur les accidents, inspection, etc.) pour obtenir une vue complète et exacte de la SST.
F <sub>7</sub> = Investigation des accidents	Participer à l'investigation des accidents
F <sub>8</sub> = Promouvoir la SST en entreprise	Les efforts déployés pour améliorer la sécurité, la santé et le bien-être des personnes au travail

<sup>44</sup> Pour rappel, il n'est pas nécessaire de décrire les six aspects de chaque fonction et il peut même être impossible de le faire pour certaines fonctions.

**Tableau IV-6.** Descriptions des fonctions CPHS par leurs aspects.

FONCTION	Entrée (I)	Sortie (O)	Condition préalable(P)	Resource (R)	Control (C)	Temps (T)
F <sub>1</sub> = Instances nationales SST	Statistiques AT	Règlementation en vigueur (D.E. n°05-09)	Conventions SST	Acteurs de la SST	Instances de contrôle Instances de contrôle	Toujours dans le temps
F <sub>2</sub> = Implication des entreprises	Règlementation en vigueur (D.E. n°05-09)	Leadership et obligation des résultats	Obligation de droit			
F <sub>3</sub> = Réunions de la CPHS	Obligation de droit	Politique SST de l'entreprise	Leadership et obligation des résultats	- Acteurs de la SST - Rapport d'analyse des données - Statistiques AT - Rapport d'inspection		Durant le mandat de la CPHS
F <sub>4</sub> = Inspection des lieux de travail	Obligation de droit	Rapport d'inspection	Leadership et obligation des résultats	Acteurs de la SST		
F <sub>5</sub> = Conformité réglementaire	Règlementation en vigueur (D.E. n°05-09)	Obligation de droit	Leadership et obligation des résultats	Acteurs de la SST		
F <sub>6</sub> = Collecte de données et analyse	Obligation de droit	Rapport d'analyse des données	Leadership et obligation des résultats	- Acteurs de la SST - Rapport d'inspection		
F <sub>7</sub> = Investigation des accidents	Obligation de droit	Statistiques AT	Leadership et obligation des résultats	- Acteurs de la SST - Rapport d'analyse des Données		Immédiatement après accident
F <sub>8</sub> = Promouvoir la SST en entreprise	Politique SST de l'entreprise	Pérennisation de la performance SST	Leadership et obligation des résultats	Acteurs de la SST.		Indicateurs de performance SST

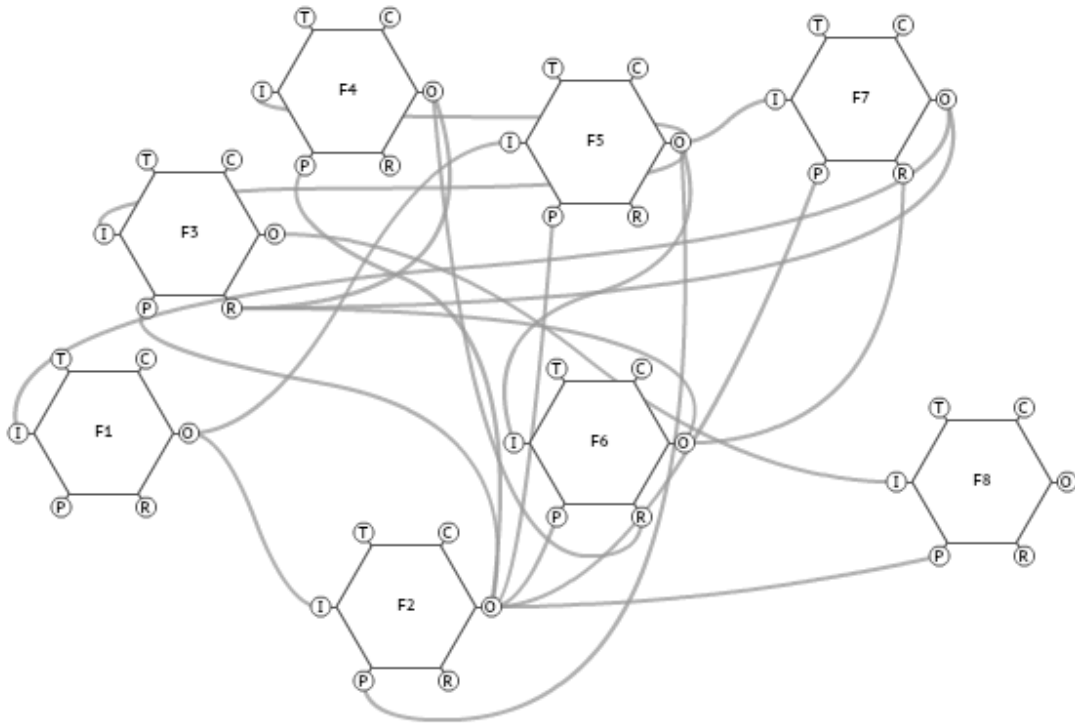


Figure IV-4. Réseau FRAM représentant les fonctions de la CPHS étudiée.

#### IV.1.3.2 Caractérisation de la variabilité des fonctions de la CPHS

Cette étape consiste en une description qualitative de la variabilité des fonctions identifiées en les caractérisant par les critères retenus à savoir dans notre cas (tableau IV-7) : temps, précision et force.

Signalons que les données sur l'appréciation des critères retenus par fonction sont collectées par une enquête menée auprès d'experts moyennant la méthode Delphi. Il s'agit des membres de la CPHS, médecin du travail et responsables HSE.

Tableau IV-7. Données de l'enquête sur les fonctions de la CPHS.

Fonctions	Force	Précision	Temps	Fonctions	Force	Précision	Temps
F1	Moyenne	Acceptable	Trop tard	F5	Faible	Imprécise	Pas du tout
F2	Faible	Imprécise	Trop tard	F6	Fort	Précise	A temps
F3	Moyenne	Acceptable	A temps	F7	Fort	Précise	A temps
F4	Moyenne	Acceptable	Trop tard	F8	Faible	Imprécise	Trop tard

Dans le tableau ci-dessus, la sortie de chaque fonction connaît une variabilité de sa performance dès que l'un des attributs retenus connaît une variabilité.

#### IV.1.4 Discussions des résultats d'analyse des fonctions de la CPHS par FRAM

FRAM est une méthode qualitative qui se limite à la caractérisation de fonctions composantes le système étudié (CPHS, dans notre cas). Ces fonctions sont ensuite formalisées sous forme d'un réseau fonctionnel de FRAM qui permet de suivre les couplages d'une fonction en amont et de poursuivre leurs propagation et de la prévenir pour ne pas impacter

négativement la variabilité des fonctions en aval. Néanmoins, ce réseau fonctionnel issue de FRAM (figure IV-4) ne permet pas de rendre compte de la hiérarchie fonctionnelle (Salehi, 2022 ; Holnagel, 2017). A ce propos, il serait opportun de procéder à une priorisation des fonctions en fonction de la criticité de la variabilité qu'elles peuvent générer. Laquelle est évaluée en fonction des critères retenus par l'étude. Plus précisément, il s'agit d'identifier les fonctions critiques qui génèrent une variabilité maximale et donc de trouver où il est possible de corriger et compenser les problèmes d'émergence de la CPHS.

S'intégrant dans ce contexte, la section suivante propose le recours à la hiérarchisation des fonctions des CPHS en vue d'une prise de décision.

## IV.2 Contribution à la hiérarchisation des fonctions de la CPHS issues de FRAM

La hiérarchisation des fonctions des CPHS issues de FRAM permet de déduire les fonctions les plus critiques en fonction des trois critères retenus par FRAM (temps, précision et force, dans notre cas).

Nous rappelons qu'en référence aux écrits sur FRAM (tableau IV-3), seuls López *et al.*, (2016) qui ont procédé à l'évaluation de la criticité des fonctions du réseau FRAM. Il est important de rappeler qu'il s'agit d'une évaluation qualitative de la criticité des fonctions de FRAM. Nous estimons qu'une évaluation quantitative permettant une hiérarchisation des fonctions FRAM n'est possible que par le recours aux approches décisionnelles multicritères (Zulqarnain *et al.*, 2020 ; Zavadskas *et al.*, 2016). A ce propos, il existe différentes méthodes d'évaluation quantitative multicritères dans la littérature où chaque méthode a ses propres caractéristiques et classifications. Çelikbilek and Tüysüz, (2020) soulignent que la différence entre ces méthodes réside dans les hypothèses fondamentales, le processus de calcul et la complexité. Parmi ces méthodes, TOPSIS<sup>45</sup> a été retenue pour la hiérarchisation des fonctions CPHS. C'est une méthode proposée par Yoonand Hwang (Zavadskas *et al.*, 2016), et recommandée par plusieurs auteurs en raison de sa flexibilité (Çelikbilek and Tüysüz, 2020 ; Belmazouzi, 2021 ; Mishra *et al.*, 2017).

### IV.2.1 Fondements de la méthode TOPSIS

Cette méthode a pour objet de classer des alternatives sur la base d'un ensemble de critères (favorables ou défavorables). Dans notre cas, l'objectif consiste à classer les fonctions de CPHS selon trois critères (temps, précision et force). De même, le recours à TOPSIS nécessite de déterminer, en premier lieu, les poids des critères retenus ( $W_t$ ,  $W_p$ ,  $W_f$ ). A ce propos, nous avons retenus la méthode du poids entropique car elle est fortement recommandée pour le calcul des poids des critères. Elle est fréquemment utilisée pour déterminer le poids de l'attribut pour TOPSIS (Zhu *et al.*, 2020 ; Chen, 2019 ; Li *et al.*, 2011).

Le poids d'entropie des critères du  $j^{\text{ème}}$  critère  $W_j$  est donné par l'équation (IV.1).

$$w_j = \frac{1 - E_j}{\sum_{i=1}^n (1 - E_i)}, \quad \text{avec } \sum_{i=1}^n w_i = 1, (j = 1, \dots, n) \quad (\text{IV.1})$$

Où  $E_j$  représente l'entropie des critères

<sup>45</sup> Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution.

Selon la définition de l'entropie, l'entropie du  $j^{\text{ème}}$  critère est donnée par l'équation (IV.2)

$$E_j = -\frac{\sum_{i=1}^m P_{ij} \ln P_{ij}}{\ln m}, (i=1, \dots, m; j=1, \dots, n) \quad (IV.2)$$

Où  $P_{ij}$  représente la normalisation des critères et est donnée par l'équation (IV.3) :

$$P_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}}, (i=1, \dots, m; j=1, \dots, n) \quad (IV.3)$$

Les poids des critères étant obtenus, l'usage de TOPSIS pour hiérarchiser les fonctions FRAM est maintenant possible en référence aux étapes décrites ci-après.

- *Etape 1* : élaboration de la matrice de décision  $X = [x_{ij}]$  qu'est une matrice ( $m \times n$ ) et où «  $m$  » représente les alternatives (les fonctions de la CPHS, dans notre cas) et «  $n$  » étant les critères retenus pondérés (temps, précision et force).
- *Etape 2* : élaboration de la matrice de décision normalisée ( $r_{ij}$ ) par normalisation de tous les scores de la matrice  $X$  des niveaux attribués aux critères par la normalisation euclidienne moyennant la formule (IV.5) :

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}, (i=1, \dots, m; j=1, \dots, n) \quad (IV.5)$$

- *Etape 3* : détermination de la matrice de décision pondérée ( $V_{ij}$ ) obtenue par la multiplication de la matrice de décision normalisée ( $r_{ij}$ ) par la pondération associée à chaque critère ( $W_j$ ) donnée par la formule (IV.6).

$$V_{ij} = W_j * r_{ij} \quad (IV.6)$$

- *Etape 4* : détermination de la solution favorable idéale  $A^+$  (la valeur optimale de chaque attribut de la matrice de décision pondérée) et la solution défavorable idéale  $A^-$  (la pire valeur de chaque attribut de la matrice de décision pondérée) données respectivement par les équations (IV.7) et (IV.8) en fonction de la nature du critère (favorable ou défavorable).

$$V^+ = (V_1^+, V_2^+, \dots, V_m^+) \quad (IV.7)$$

$$V^- = (V_1^-, V_2^-, \dots, V_m^-) \quad (IV.8)$$

Où, les valeurs idéales (positive et négative) sont déterminées par les équations (IV.9) et (IV.10) :

$$V_j^+ \max V_j, \text{ le critère est favorable.}$$

$$\min V_j, \text{ le critère est défavorable} \quad (IV.9)$$

$$V_j^- \max V_j, \text{ le critère est défavorable.}$$

$$\min V_j, \text{ le critère est favorable.} \quad (IV.10)$$

- *Etape 5* : pour chaque alternative, calcul des écarts  $S_i^+$  et  $S_i^-$  par rapport aux valeurs les plus favorable et défavorable, respectivement, ( $V_+$  et  $V^-$ ). Cette distance euclidienne est calculée par les équations (IV.11) et (IV.12) :

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m (V_{ij} - V_j^+)^2} \quad (IV.11)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (V_{ij} - V_j^-)^2} \quad (IV.12)$$

*Remarque* : il est à noter qu'on ne peut pas s'appuyer uniquement sur les écarts en tant que critère décisionnel pour l'optimalité. Car, on peut être confronté à deux alternatives optimales (l'une représente l'alternative la plus proche de  $V^+$  et l'autre représente l'alternative la plus loin de  $V^-$ ). Si l'alternative répond à la fois aux deux critères, on s'arrête à cette étape qui représentera le meilleur choix. Sinon, il faut déterminer une autre métrique exprimant les deux critères à la fois (coefficient de proximité -C-)

- *Etape 6* : calcul du coefficient de proximité pour la solution idéale pour chaque alternative en utilisant la relation (IV.13)

$$C = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-} \quad (IV.13)$$

## IV.2.2 Application de TOPSIS à la hiérarchisation des fonctions de la CPHS

### IV.2.2.1 Pondération des critères de la variabilité des fonctions CPHS

La pondération de la variabilité des fonctions de la CPHS est fournie par les experts en faisant recours à des échelles de pondération (tableau IV-8).

**Tableau IV-8.** Echelles de pondération des critères de variabilité des fonctions CPHS

Temps	Echelle	Précision	Echelle	Force	Echelle
Pas du tout	1	Imprécise	1	Faible	1
Trop tard	2	Acceptable	2	Moyen	2
Trop tôt	3				
A temps	4	Précise	3	Fort	3

A partir de cette pondération des critères de la variabilité des fonctions de la CPHS qu'une matrice de décision est déduite. C'est la matrice «  $X_{m,n}$  » où m représente les fonctions et n représente les trois critères (force, précision et temps). La normalisation de cette matrice est fournie par la matrice  $P_{ij}$ .

$$X_{mn} = \begin{bmatrix} 2 & 2 & 2 \\ 1 & 1 & 2 \\ 2 & 2 & 4 \\ 2 & 2 & 2 \\ 1 & 1 & 1 \\ 3 & 3 & 4 \\ 3 & 3 & 4 \\ 1 & 1 & 2 \end{bmatrix}; P_{ij} = \begin{bmatrix} 0,1333 & 0,1333 & 0,0952 \\ 0,0667 & 0,0667 & 0,0952 \\ 0,1333 & 0,1333 & 0,1905 \\ 0,1333 & 0,1333 & 0,0952 \\ 0,0667 & 0,0667 & 0,0476 \\ 0,2000 & 0,2000 & 0,1905 \\ 0,2000 & 0,2000 & 0,1905 \\ 0,0667 & 0,0667 & 0,0952 \end{bmatrix}$$

A partir de ces matrices et en référence aux équations (IV.1) et (IV.2) que les valeurs de l'entropie et le poids des critères (force, précision et temps) sont fournies par le tableau suivant.

**Tableau IV-9.** Poids des critères

Critères	Force	Précision	Temps
E <sub>j</sub>	- 1,9914	-1,9914	-1,9881
W <sub>j</sub>	0,3335	0,3335	0,3330

La matrice de décision normalisée (R<sub>ij</sub>), exprimée par l'équation (IV.5) ainsi que la matrice de décision pondérée (V<sub>ij</sub>), exprimée par l'équation (IV.6), sont les suivantes :

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} 0,3482 & 0,3482 & 0,2481 \\ 0,1741 & 0,1741 & 0,2481 \\ 0,3482 & 0,3482 & 0,4961 \\ 0,3482 & 0,3482 & 0,2481 \\ 0,1741 & 0,1741 & 0,1240 \\ 0,5222 & 0,5222 & 0,4961 \\ 0,5222 & 0,5222 & 0,4961 \\ 0,1741 & 0,1741 & 0,2481 \end{bmatrix} ; V_{ij} = \begin{bmatrix} 0,1162 & 0,1162 & 0,0824 \\ 0,0581 & 0,0581 & 0,0824 \\ 0,1162 & 0,1162 & 0,1649 \\ 0,1162 & 0,1162 & 0,0824 \\ 0,0581 & 0,0581 & 0,0412 \\ 0,1743 & 0,1743 & 0,1649 \\ 0,1743 & 0,1743 & 0,1649 \\ 0,0581 & 0,0581 & 0,0824 \end{bmatrix}$$

A partir de la matrice V<sub>ij</sub> que les valeurs de la solution favorable idéale V<sup>+</sup> et défavorable idéale V<sup>-</sup> sont obtenues : V<sup>+</sup>(0,1743, 0,1743 , 0,1649) ; V<sup>-</sup>(0,0581, 0,0581, 0,0412).

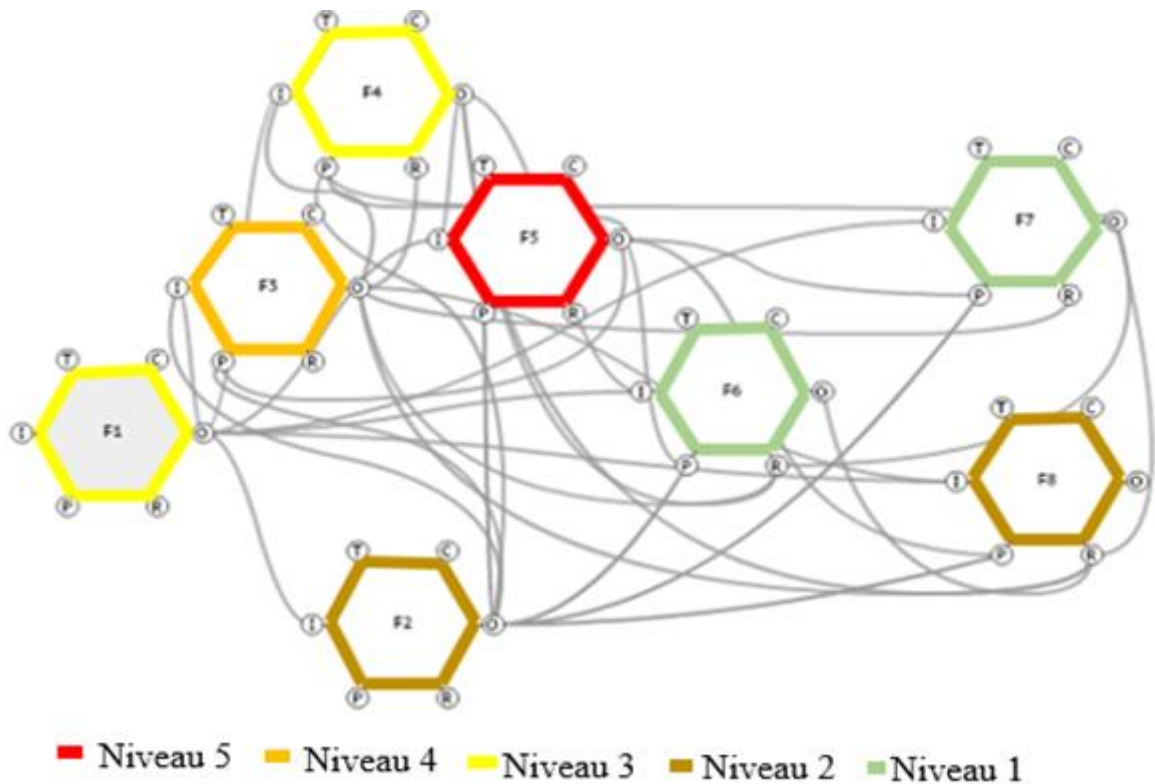
La matrice de décision pondérée permet également de calculer l'écart de chaque alternative (S<sup>+</sup>) de la solution favorable idéale V<sup>+</sup> et l'écart de chaque alternative (S<sup>-</sup>) de la solution V<sup>-</sup>. Cet écart est une distance euclidienne qui représente la distance de chaque solution réalisable par rapport à V<sup>+</sup> et V<sup>-</sup>. Rappelons que souvent cette métrique ne permet pas de prendre de décision et on se trouve dans l'obligation de calculer le coefficient de proximité (C). L'ensemble de ces valeurs de décisions pour les fonctions CPHS sont données par le tableau IV-10.

**Tableau IV-10.** Classement des fonctions de la CPHS selon le degré relatif d'approximation

Fonctions	S <sub>i</sub> <sup>+</sup>	S <sub>i</sub> <sup>-</sup>	S <sub>i</sub> <sup>+</sup> + S <sub>i</sub> <sup>-</sup>	C	Classement (criticité)
F1	0,0135	0,0084	0,0219	0,3835	3
F2	0,0338	0,0016	0,0354	0,0451	4
F3	0,0067	0,0220	0,0287	0,7665	2
F4	0,0135	0,0084	0,0219	0,3835	3
F5	0,0423	0,000	0,0423	0,000	5
F6	0,000	0,0423	0,0423	1,000	1
F7	0,000	0,0423	0,0423	1,000	1
F8	0,0338	0,0016	0,0354	0,0451	4

### IV.2.3 Discussions des résultats de la hiérarchisation des fonctions de la CPHS par TOPSIS

Le classement des fonctions obtenu par TOPSIS (tableau IV-10) montre que les fonctions F<sub>6</sub> et F<sub>7</sub> sont les plus proches de la solution favorable idéale et également les plus loin de la solution défavorable idéale avec un coefficient de proximité « C » égalant l'unité. En revanche on note un déclassement de la fonction F<sub>5</sub> qui représente l'alternative la plus loin de la solution favorable idéale et la plus proche de la solution défavorable idéale avec un coefficient de proximité égalant la valeur zéro.



**Figure IV.5-** Réseau FRAM des fonctions hiérarchisée de la CPHS

Les résultats obtenus révèlent que les fonctions génériques de la variabilité de la performance voire même du dysfonctionnement des CPHS sont les fonctions (F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub>, F<sub>4</sub>, F<sub>5</sub> et F<sub>8</sub>).

Par ailleurs, le recours à la méthode TOPSIS a pu prioriser les fonctions en fonction de la variabilité des critères retenues (temps, précision et force) en cinq niveaux suivants :

- Le niveau 5 représenté par la fonction F<sub>5</sub> (conformité réglementaire) avec un coefficient d'approximation (0). Donc, c'est la fonction la plus critique, cela signifie que les entreprises algériennes ne respectent pas les exigences réglementaires<sup>46</sup> ou bien elles trouvent des difficultés de leur mise en application.

Donc, un effort considérable doit être fourni pour sensibiliser les employeurs et employés sur le respect et la mise en œuvre de la réglementation en vigueur par adoption dans leurs politique de prévention SST aussi bien l'approche à obligation de droit ainsi que l'approche à obligation de résultats. Cette recommandation est confirmée par la littérature ; notamment, dans les pays en voie de développement (Simukonda *et al.*, 2020 ; Soyaa *et al.*, 2019) ;

- Le niveau 4 représenté, successivement, par les fonctions F<sub>2</sub> (implication des entreprises) et F<sub>8</sub> (promouvoir la SST en entreprises) avec un coefficient d'approximation (0,0451).

Ce classement de la fonction F<sub>2</sub> signifie qu'il y a une faible implication de la direction dans les activités de la CPHS en termes de prise en charge des aspects SST et de mise

<sup>46</sup> Plus précisément, le décret exécutif 05-09 du 09 janvier 2005.

à disposition des ressources (humaines, documentaires et financières). En conséquences, la direction est invitée à opter pour une gestion intelligente (implication de tous les acteurs SST) et à s'engager à soutenir la CPHS en se fixant des objectifs SST centrée sur la stratégie SMART<sup>47</sup>. Mieux encore, l'implication de la direction est un comportement responsable qui à l'avantage de pouvoir changer les comportements des employés et les engager dans des comportements structurés ce qui est extrêmement important pour la propulsion de toutes démarche SST entamé par la CPHS (Heddar *et al.*, 2021). Cette recommandation est soutenue par (Stone *et al.*, 2020 ; Legendre *et al.*, 2014 ; Farouk, 2017).

En ce qui concerne le classement de la fonction F<sub>8</sub>, il signifie que les programmes SST ne sont ni bien élaborés ni bien mis en œuvre. Ce constat laisse entrevoir que la tendance dans les entreprises algériennes n'est pas en faveur de l'approche par obligation de résultats.

Pour synthétiser ce classement en niveau 4, nous signalons que toute variabilité de la performance des fonctions F<sub>2</sub> et F<sub>8</sub> se traduit par une augmentation des AT et des maladies professionnelles ainsi qu'une faible culture de sécurité au sein des entreprises algériennes (Boubaker *et al.*, 2021 ; Fourar *et al.*, 2021).

- Le niveau 3 représenté, successivement, par les fonctions F<sub>4</sub> (inspection des lieux de travail) et F<sub>1</sub> (instances nationales SST) avec un coefficient d'approximation (0,3835). A propos du classement de l'inspection des lieux de travail, cela signifie que les membres de la CPHS n'effectuent pas des inspections des lieux de travail conformément à la réglementation en vigueur et ceci n'est que la conséquence évidente de la variabilité élevée de la fonction F<sub>5</sub> (non-conformité réglementaire) soulevé précédemment dans le niveau 1. De plus, la tâche de contrôle des CPHS relève des prérogatives de l'inspection du travail qui doit exiger les PVs de réunions et d'inspection. Par ailleurs, la variabilité de la fonction F<sub>4</sub> peut avoir pour cause le manque ou le non implication effectives des compétences.

Pour la variabilité de la fonction F<sub>1</sub> (instances nationales SST), le classement de cette fonction montre que la politique SST est cadrée beaucoup plus par une approche réactive qui tente de répondre à des problèmes ponctuels survenant à la suite d'accidents. Il serait intéressant de se lancer dans une politique SST qui adopte une vision proactive visant l'amélioration des conditions de travail et la qualité de vie au travail en se basant plutôt sur des indicateurs proactif comme le suggère des auteurs (Zwetsloot *et al.*, 2020 ; Haslam *et al.*, 2016 ; Maceachen *et al.*, 2016).

- Le niveau 2, représenté par la fonction F<sub>3</sub> (réunions de la CPHS) avec un coefficient d'approximation (0,7665), signifie qu'il y a effectivement un problème de tenue des réunions de travail qui sont le cadre dans lequel la CPHS peut communiquer et débattre avec l'employeur et les représentants des travailleurs tous les aspects SST de l'entreprise.

<sup>47</sup> Spécifique, mesurable, atteignable, réaliste et temporellement défini.

- Le niveau 1 représenté, successivement, par les fonctions  $F_6$  (collecte de données et analyse) et  $F_7$  (investigation des accidents) avec un coefficient d'approximation (0) stipule que ces fonctions ne présentent pas une variabilité potentielle de la performance. D'une part, ces fonctions sont caractérisées de techniques et donc on remarque moins de variabilité pour ce type de fonctions comparativement avec les fonctions humaines et organisationnelles. Ce constat est confirmé par les écrits sur cette la typologie des fonctions (Hollnagel, 2021 ; Gao *et al.*, 2019). D'autre part et à notre avis, c'est la cause la plus redoutable, la fonction  $F_6$  répond à un besoin d'un autre acteur de la SST, lequel oblige par la force de la loi les entreprises à fournir des données sur les aspects SST (AT, MP, les arrêts de travaux...etc). Il s'agit en l'occurrence de la Caisse Nationale Algérienne des Salariés (CNAS). Pour ce qui est de la fonction  $F_7$ , il est important de rappeler que cette fonction est menée en parallèle par d'autres acteurs potentiels de la SST (la CNAS et l'inspection du travail IT) qui sont des organes<sup>48</sup> de contrôle.

Notons enfin que le recours à la méthode TOPSIS a pu mettre en exergue que les fonctions humaines et organisationnelles sont les fonctions les plus critiques. Car, elles sont basées sur une implication de la composante humaine qui est souvent fragile et sujette au risque de la variabilité de la performance. Ce constat est confirmé par plusieurs auteurs qui ont affirmé que l'homme est souvent la source d'erreurs (Sexton *et al.*, 2019; Savall *et al.*, 2015). D'où l'importance de faire des investigations et investissement sur ces deux potentiels de dangers pour la maîtrise de la performance de la CPHS.

### **IV.3 Contribution à l'évaluation des couplages de la résonance dans un réseau FRAM**

Cette section consiste à quantifier les liens (interactions directes et indirectes) entre les fonctions d'un réseau FRAM. A ce propos, nous rappelons que plus le nombre de liens est important plus la résonance est importante, et par voie de conséquences la fonction qui a le plus de lien est capable de générer une variabilité de la performance des fonctions qui lui sont en aval.

L'évaluation de ces liens permet de déterminer les fonctions qui ont un impact important en terme de résonance sur les autres fonctions. Dans ce contexte, nous avons fait recours à la matrice d'adjacence largement utilisées pour l'exploitation quantitative des graphes (Shi *et al.*, 2020 ; Vianna, 2019 ; Podlesny *et al.*, 2019 ; Wu *et al.*, 2016).

Par ailleurs, il est à rappeler que le réseau FRAM est un graphe orienté où ses nœuds représentent les fonctions et les arrêtes représentent les couplages entre fonctions. Donc, le réseau FRAM peut être décrit par une matrice d'adjacence qui permet sa quantification. Cette matrice, qui est du type carré ( $n \times n$ ), permet de connaître le nombre de chemins de longueurs «  $n$  » entre n'importe quel couple de fonctions du réseau (Sporns, 2022 ; Hallquist and Hillary, 2018).

---

<sup>48</sup> Ils sont sous la tutelle du ministère du travail et de l'emploi.

### IV.3.1 Expressions mathématiques des couplages de la résonance d'un réseau FRAM

Partant des rappels ci-dessus, la matrice d'adjacence « A » peut s'exprimer par :  $a_{ij} \in \{0, k\}$  où  $a_{ij} = k$  s'il existe un (des) lien(s) entre deux fonctions  $F_i$  et  $F_j$ .

La résonance fonctionnelle d'un réseau FRAM augmente en fonction de la longueur « n » joignant deux fonctions  $F_i$  et  $F_j$ . Donc, pour une longueur « n » grande, la résonance fonctionnelle augmente de manière significative (équation IV.14) :

$$RF = \sum_{i=1}^n w_i \cdot (A)^i \quad (IV.14)$$

Avec : RF est la résonance fonctionnelle d'un réseau FRAM,  $w_i$  étant le poids permettant de pondérer les matrices d'adjacence aux puissances  $i^{\text{ème}}$  ( $i = 1..n$ ).

En pratique, le calcul de la résonance fonctionnelle selon l'équation (IV.14) risque de devenir fastidieux. En conséquence, il serait intéressant de se limiter à la  $k^{\text{ième}}$  sommation des matrices d'adjacence. Pour ce faire, les poids  $w_i$  doivent respecter l'inégalité suivante :

$$w_i > w_{i+1} > w_{i+2} \dots > w_n. \quad \forall i = 1..n. \quad (IV.15)$$

Ainsi, dans le cas où il faut se limiter à une longueur d'ordre «  $k \ll n$  », il suffit de jouer sur les poids de sorte qu'au-delà de la valeur « k »,  $w_{k+1} = w_{k+2} \dots w_n = 0$ . Pour illustrer nos propos, dans le cas où  $k = 3$  par exemple  $\Rightarrow w_4 = w_5 \dots w_n = 0$ .

Une manière triviale de se retrouver avec  $w_{k+1} = w_{k+2} \dots w_n = 0$  consiste à faire décroître  $w_i$  d'un facteur « dw » :

$$\begin{cases} w_i = 1 \\ w_{i+1} = \frac{k-1}{k} \cdot w_i \\ w_{i+2} = \frac{k-2}{k} \cdot w_i \\ \dots \\ w_{i+(k-1)} = \frac{k-(k-1)}{k} \cdot w_i \\ w_k = \frac{k-k}{k} \cdot w_i = 0 \end{cases} \quad (IV.16)$$

### IV.3.2 Application au réseau FRAM d'une CPHS

Pour illustrer les développements mathématiques fournis par les équations (IV.14 à IV.16), nous négligeons les interactions ayant une chaîne de longueur supérieure à (03) trois. Ainsi et en référence à l'équation (IV.14), nous obtenons :  $RF = w_1 \cdot (A)^1 + w_2 \cdot (A)^2 + w_3 \cdot (A)^3$ .

Le système d'équations (IV.16) permet d'écrire :

$$\begin{cases} w_1 = 1 \\ w_2 = \frac{3-1}{3} = 0,67 \\ w_3 = \frac{3-2}{3} = 0,33 \\ w_4 = 0 \end{cases}$$

Notons que dans cette application relative au réseau FRAM d'une CPHS, les matrices d'adjacence d'ordre 1, 2 et 3 représentent, respectivement : les interactions directes

comptabilisant un seul lien entre les fonctions donc les chaînes de longueur 1, les interactions indirectes comptabilisant deux liens entre les fonctions, et, enfin, les interactions indirectes comptabilisant trois liens entre les fonctions.

L'exploitation du réseau FRAM de la figure IV-4 permet d'obtenir les matrices  $A^1$ ,  $A^2$  et  $A^3$  qui sont transformées en une matrice colonne représentant le nombre total de liens par ligne.

$$A^1 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 \\ 6 \\ 1 \\ 2 \\ 5 \\ 2 \\ 2 \\ 0 \end{bmatrix}; \quad A^2 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 2 & 2 & 1 & 2 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 4 & 1 & 0 & 2 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 3 & 1 & 1 & 2 & 2 & 2 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 11 \\ 12 \\ 0 \\ 3 \\ 12 \\ 3 \\ 3 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$A^3 = \begin{bmatrix} 2 & 1 & 8 & 2 & 1 & 4 & 4 & 3 \\ 2 & 1 & 6 & 1 & 2 & 2 & 3 & 5 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 2 & 2 & 6 & 1 & 1 & 2 & 3 & 3 \\ 0 & 1 & 2 & 2 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 2 & 2 & 1 & 2 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 25 \\ 22 \\ 0 \\ 3 \\ 20 \\ 7 \\ 11 \\ 0 \end{bmatrix}$$

En référence à l'équation (IV.14), la résonance fonctionnelle (RF) du réseau FRAM hiérarchisé de la CPHS (figure IV-4) est la suivante :  $RF = (A)^1 + 0,67.(A)^2 + 0,33.(A)^3$ .

Les valeurs des RF pour chacune des huit fonctions de la CHPS sont fournies par le tableau IV-11.

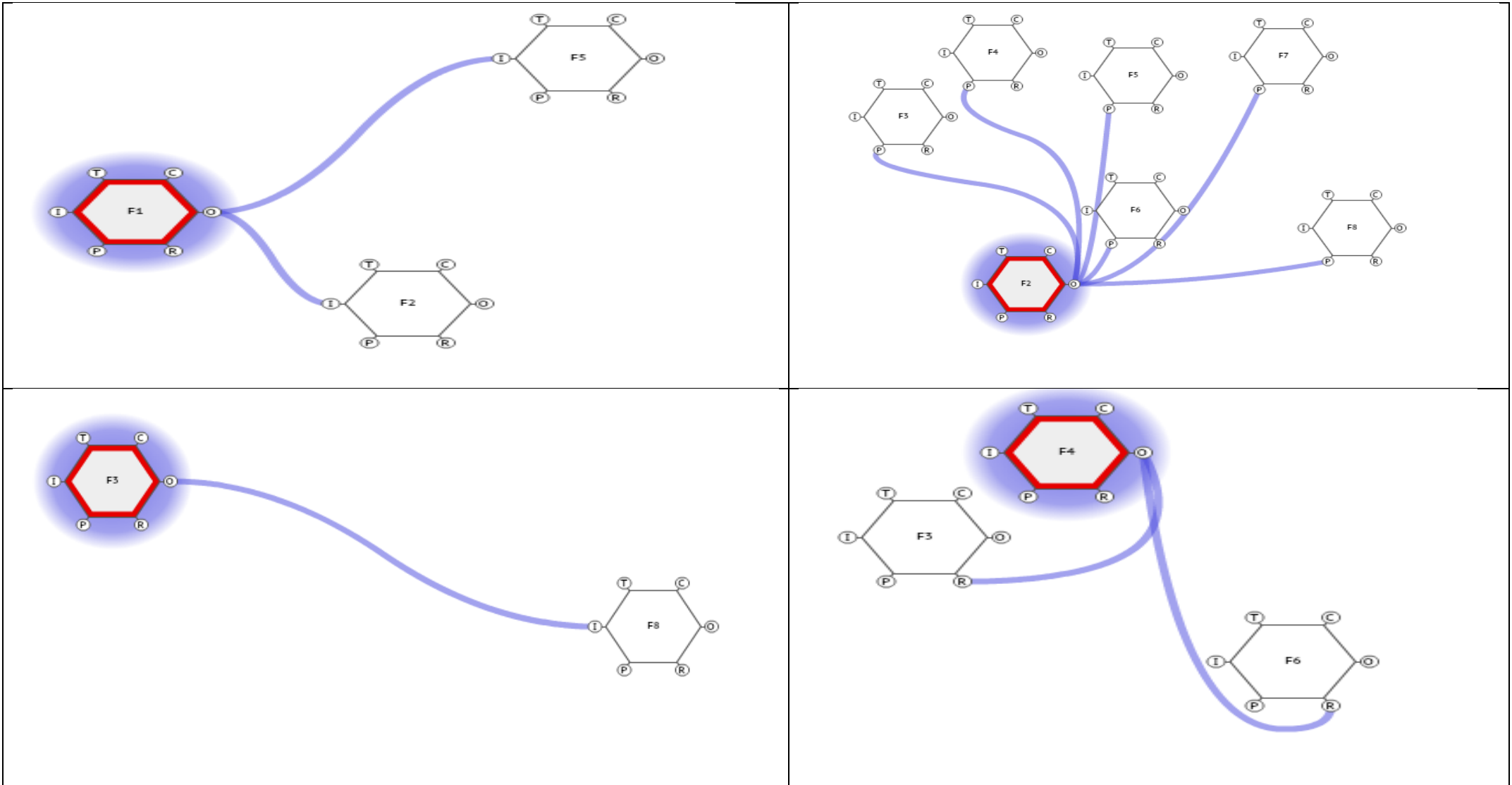
**Tableau IV-11. Résonnances des fonctions de la CPHS**

Fonctions	RF	Classement
F <sub>1</sub>	17,62	3
F <sub>2</sub>	21,3	1
F <sub>3</sub>	1	5
F <sub>4</sub>	5	4
F <sub>5</sub>	19,64	2
F <sub>8</sub>	0	6

Les résultats obtenus dans le tableau ci-dessus indiquent les fonctions qui génèrent une résonance et, donc, une variabilité de la performance potentielle significative sur les autres fonctions.

Signalons que si l'on décide de calculer la résonance fonctionnelle au 4<sup>ème</sup> ou 5<sup>ème</sup> rang, par exemple, les valeurs de la résonance fonctionnelle (RF) augmentent évidemment pour chaque fonction mais le classement demeure le même que celui fourni par le tableau IV-11.

L'ensemble des résultats sont données par les réseaux FRAM de la figure IV-6 représentant les interactions directes entre les fonctions de la CPHS et les réseaux de la figure IV-7 représentant les interactions indirectes (deux liens / trois liens) de la fonction F<sub>1</sub> avec les autres fonctions de la CPHS.



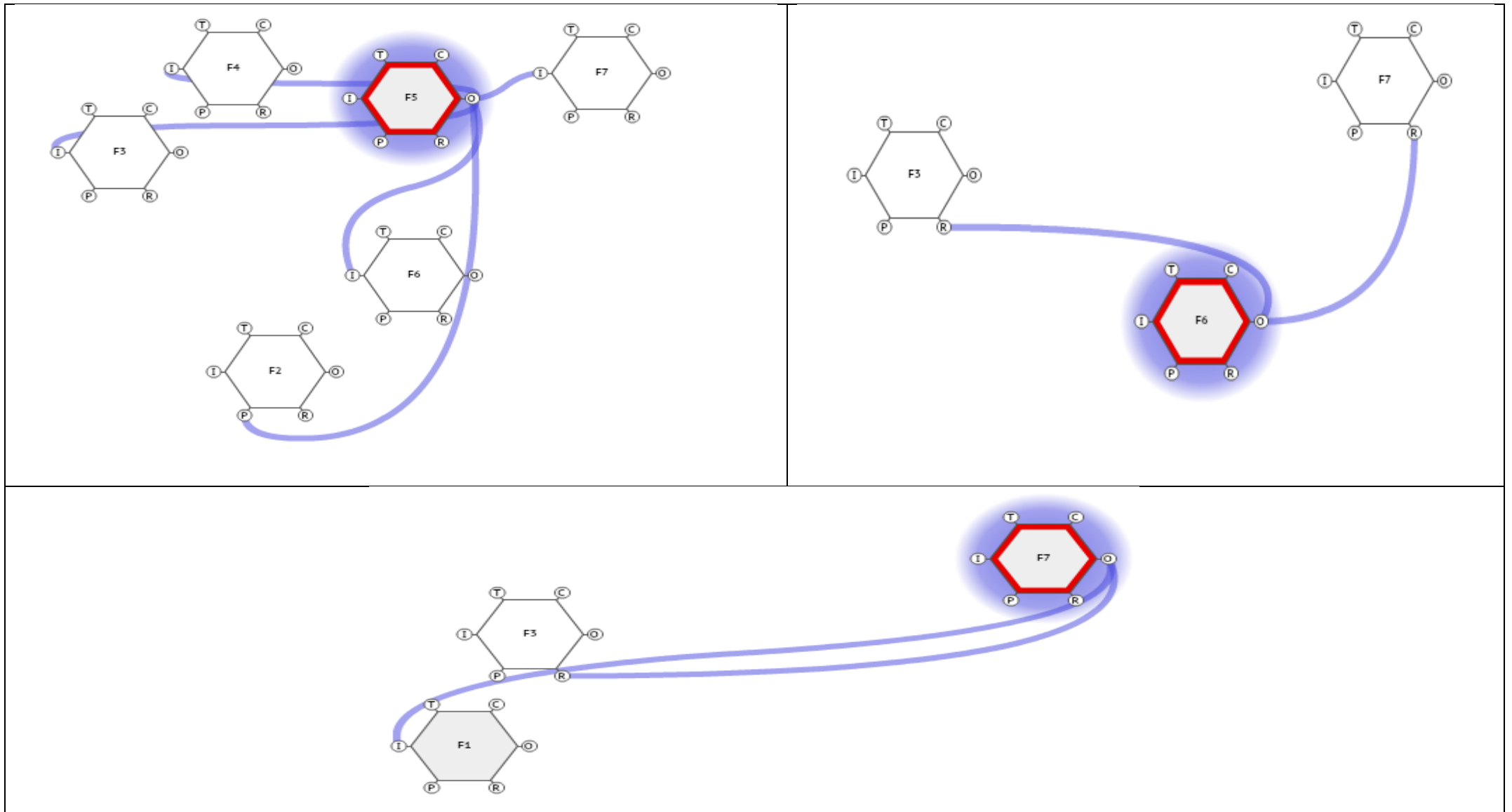
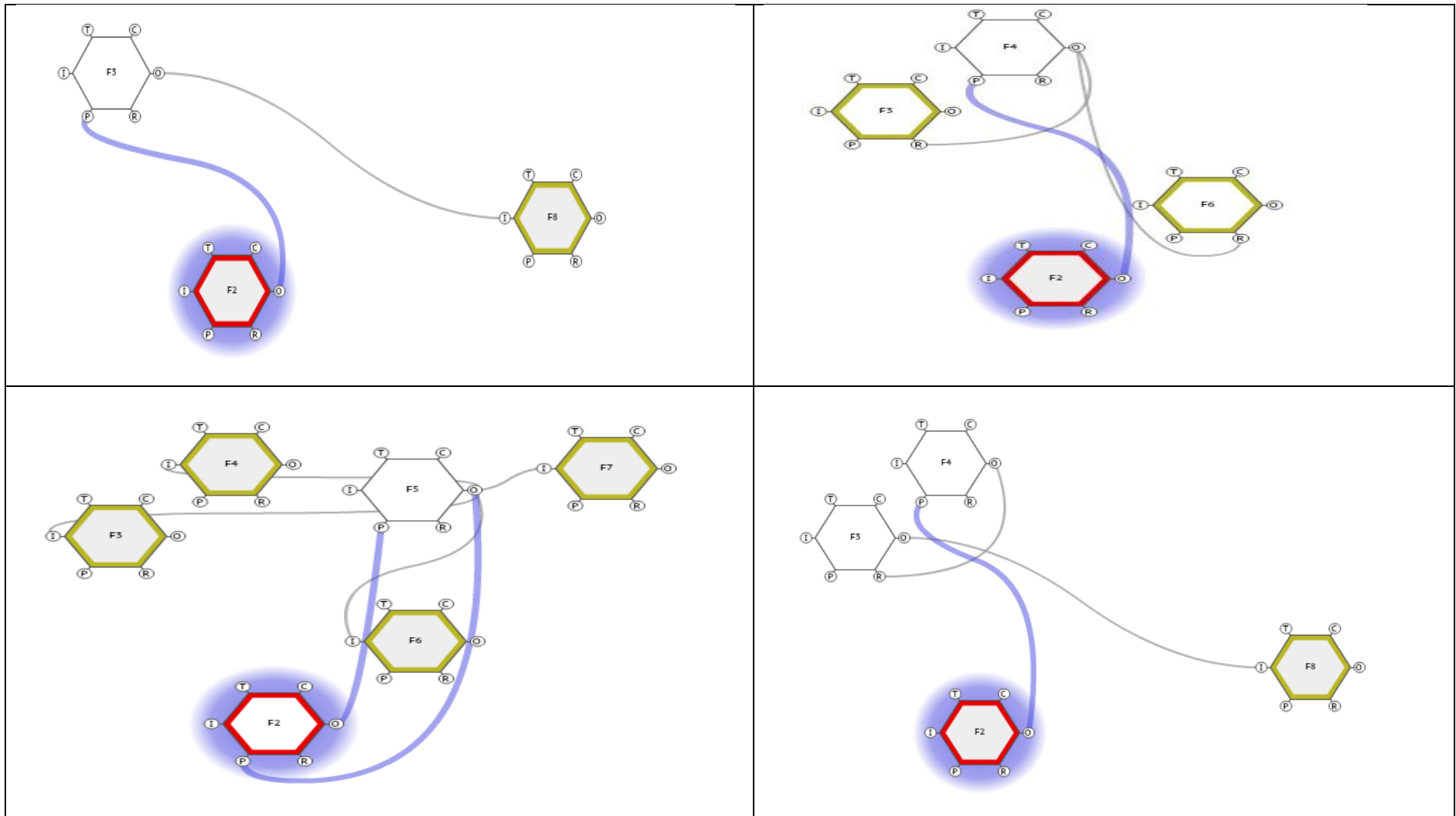


Figure IV-6. Les interactions directes entre les fonctions de la CPHS



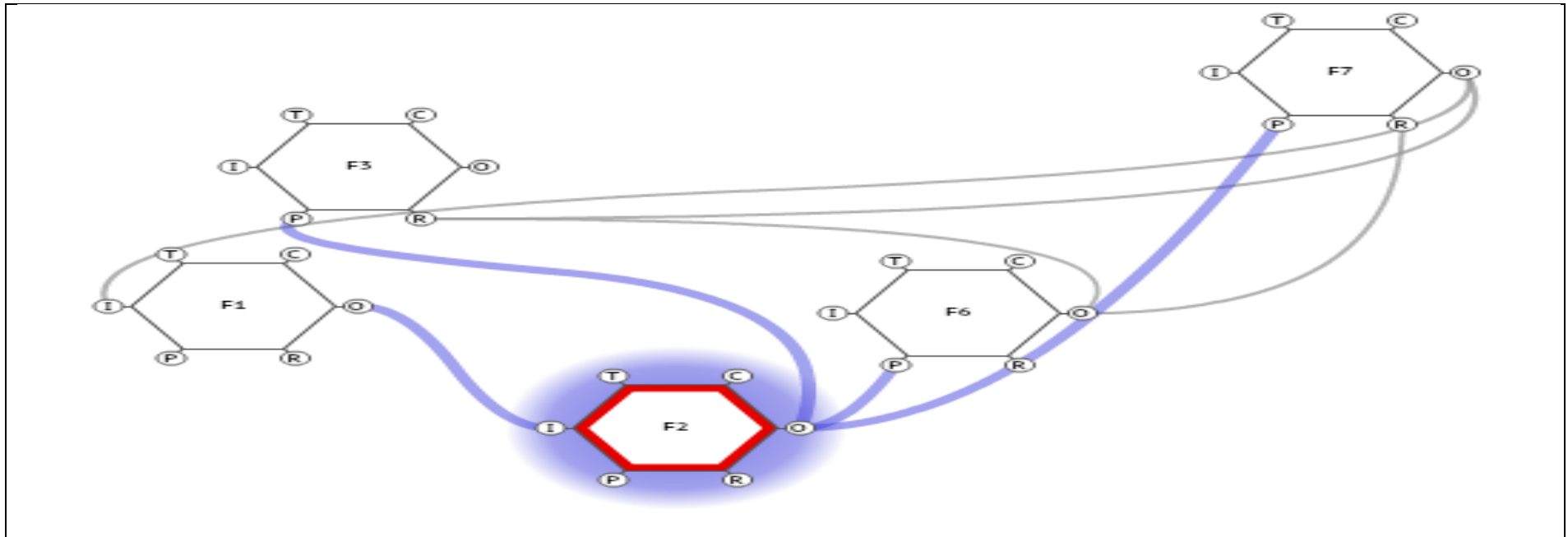


Figure IV-7. Les interactions indirectes (deux liens ou trois liens) de la fonction F<sub>2</sub> avec les autres fonctions de la CPHS

### IV.3.3 Discussions des résultats

Le réseau FRAM hiérarchisé (figure IV-5) exploré par la matrice d'adjacence a permis de quantifier les interactions (directes et indirectes) entre les fonctions de la CPHS ; ce qui permet de se prononcer sur la résonance des fonctions sur les autres fonctions. La méthode proposée centrée sur la matrice d'adjacence nous permet de déduire les fonctions qui ont un grand impact sur le fonctionnement de la CPHS. Considérant cela, si des ajustements adéquats sont mis en place on peut aller vers la P-SST et par la suite la performance globale de l'entreprise.

Un retour sur les résultats fournis par le tableau IV-11 montre que le nombre des interactions pour  $F_2$ ,  $F_5$  et  $F_1$  est, successivement, de 21,3, 19,46 et 17,62. Ce qui signifie que ces trois fonctions peuvent générer une résonance très importante pour la CPHS. Vient par la suite  $F_4(5)$  et  $F_3(1)$ . Ces résultats indiquent que l'implication de la direction, la conformité réglementaire et les instances nationales sont les fonctions qui influencent de manière significatif sur le fonctionnement des CPHS, pour  $F_2$ , « implication de la direction », si la direction ne s'implique pas et ne soutient pas les fonctions de la CPHS, cela peut impacter négativement la variabilité de la performance de la CPHS. De même pour  $F_5$ , « conformité réglementaire », si les lois et réglementations en matière de santé, de sécurité et d'environnement ne sont pas appliquées, cela peut impacter négativement la variabilité de la performance de la CPHS. De plus, si les politiques, les programmes et les objectifs de SST ( $F_1$  : instances nationales) sont déraisonnables et si elles ne disposent pas d'organes de prévention et de contrôles compétents et bien impliqués dans les problématiques SST, toutes les fonctions en aval peuvent changer de manière inattendue.

L'un des mérites des contributions développées dans ce chapitre est la possibilité de les généraliser pour l'évaluation des fonctions d'autres instances préventives autre que la CPHS. C'est le cas par exemple du service de la maintenance dans les entreprises<sup>49</sup>.

Enfin, il est à souligner que les résultats présentés dans ce chapitre ne présentent que le cas de la CPHS d'une entreprise algérienne retenue par l'étude. En effet l'appréciation des critères retenus peut varier d'une entreprise à une autre en fonction de son engagement dans la prise en charge des aspects SST, en fonction de la culture de sécurité et le niveau de maturité de l'entreprise sur les aspects SST.

### Conclusion

Les contributions développées le long de ce dernier chapitre qui portent sur le 3<sup>ème</sup> et le 4<sup>ème</sup> principes de FRAM (« principe d'émergence » et « principe de résonance fonctionnelle ») illustrent les possibilités offertes pour mieux surmonter les limites de FRAM ; notamment, au niveau de ces deux principes.

Ainsi, le recours à TOPSIS permet de mieux hiérarchiser le réseau FRAM en termes de « criticité » des fonctions des CPHS étudiées en déduisant les fonctions les plus critiques qui sont à l'origine de la variabilité de la performance de la CPHS. Par contre, l'usage des matrices d'adjacence permet d'effectuer un classement selon le critère « d'émergence de la résonance fonctionnelle » au sein du réseau FRAM en déduisant les fonctions qui ont une résonance et par

<sup>49</sup> L'annexe 4 présente un extrait de cette étude que nous avons présenté dans une *conférence internationale « génie industriel : maintenance & sécurité »*, 5-6 mars 2022, Oran – Algérie.

conséquence un impact significatif sur les fonctions de la CPHS et par voie de conséquence sur sa performance.

Au terme de ce chapitre, le mérite des développements réalisés servent comme support de base pour établir les leviers de la résilience des CPHS. C'est la perspective que nous projetons comme travaux futurs.

# Conclusion générale

Les accidents de travail sont un défi mondial pour les entreprises, avec des conséquences potentielles graves. Pour faire face à ce fléau, les entreprises à travers le monde doivent intensifier leurs efforts de prévention pour réduire les risques encourus.

Dans le cadre de la prévention des AT, plusieurs moyens et institutions ont été mis en place pour contribuer de manière significative à leur investigation. Ces outils et organes sont d'une importance capitale et constituent le pilier essentiel pour prévenir les AT. Par conséquent, il est incontournable de surveiller le fonctionnement de ces outils et organes et d'identifier les points faibles afin de les améliorer. Cela contribue efficacement à l'amélioration de la P-SST.

Ce champ théorique cadre l'objectif de la présente thèse de doctorat qui a pour ambition d'explorer, en premier temps, les modèles de causalité des accidents, en raison de leur rôle cruciale pour l'investigation des AT et l'amélioration de la SST. Le but de cette exploration est de mettre en lumière les modèles de causation des accidents et plus particulièrement le modèle 2-4. Dans un second temps, l'intérêt est porté en particulier sur un organe efficace pour gérer et assurer la sécurité de tous les employés qui est la CPHS pour le cas de l'Algérie. Cette exploration a pour objectif d'évaluer l'E-CPHS et de mettre en lumière les facteurs essentiels de cette émergence. Enfin, une étude plus poussée de problème d'émergence des CPHS est réalisée. Son but réside dans le déploiement d'une démarche d'évaluation des attributions des CPHS algériennes.

## 1 Bilan des travaux réalisés

Les travaux présentés dans cette thèse de doctorat LMD en HSI ont fourni des informations précieuses sur la compréhension et la prévention des AT. Les principaux travaux menés portaient en premier lieu sur la revue de la littérature des AT, leurs causes, ainsi que leur prévention qui nous a permis d'élaborer des recommandations pour une pratique plus sûre et plus efficace pour le cas de l'Algérie.

C'est à partir de ces résultats théoriques que nous nous sommes focalisés dans la suite du premier chapitre sur les modèles de causalité des accidents. En particulier, le modèle 2-4 qui a fait l'objet d'une application sur un cas réel d'accident survenu dans un établissement hospitalier algérien.

Dans la suite de cette thèse, nous avons consacré nos recherches à l'évaluation de l'E-CPHS, puis nous avons développé une démarche pour l'évaluation des attributions des CPHS.

Notons que ces travaux ont été présentés sous forme de production scientifique en termes de communications orales présentées dans des colloques scientifiques et d'article parus dans une revue scientifique de renommée établie.

De plus, nos recherches nous ont permis de mettre en pratique des méthodes et des modèles qui ont un grand apport en SST. Il s'agit notamment : des modèles de causalité des accidents (modèle 2-4), de méthode d'évaluation fonctionnelle (FRAM, Functional Resonance Analysis Method) de méthode multicritères (TOPSIS, Technique for Order of Preference by Silmilarity to Ideal Solution) et des méthodes de collecte de données (entretien et questionnaire).

Nous avons également eu recours à des outils informatiques (SPSS, Gephi et FMV) pour les supporter.

La mobilisation de l'ensemble de ces méthodes et outils ont permis de capitaliser nos contributions dans ce qui suit :

- Des contributions significatives à la compréhension des AT ;
- Une vue d'ensemble de l'état actuel de la recherche sur les AT et de leur prévention ;
- Un aperçu des facteurs qui contribuent à la survenue des accidents dans le milieu hospitalier Algérien ;
- Les facteurs essentiels de l'émergence des CPHS, ainsi que les éventuelles contre-performances de certaines CPHS algériennes ;
- La démarche (FRAM-TOPSIS-Matrice adjacence) pour l'évaluation des attributions des CPHS peut servir de guide pour l'amélioration continue de la prévention des AT.

## 2 Contraintes rencontrées

Comme toute recherche doctorale, cette thèse n'est pas épargner de certaines contraintes qui méritent d'être soulignées :

- En raison de la pandémie de Covid-19, qui a frappé l'Algérie, les données collectées sont limitées en raison des circonstances particulières de la période d'enquête (cf. chapitres 3 et 4) ;
- Les études réalisées dans le cadre de cette thèse ont été menée en Algérie, où les acteurs ciblés étaient réticents à divulguer des informations. Les résultats sont donc limités à une perspective algérienne.

## 3 Perspectives envisageables

Bien que nous ayons rencontré des difficultés et que nos contributions scientifiques multiples aient donné des résultats intéressants, les perspectives à venir pour nos travaux sont encore plus pertinentes. Nous citons ici et à titre d'illustration deux perspectives que nous considérons comme particulièrement importantes :

- Nous pourrions étendre nos recherches pour inclure une plus grande variété d'entreprises algériennes, et espérer convaincre certains acteurs sur l'intérêt d'accéder à l'information à des fins de la promotion de la SST ;

- Les enquêtes longitudinales offrent la capacité de suivre l'évolution des problèmes de fonctionnement des CPHS au fil du temps.

En conclusion, nous espérons que nos contributions se révéleront utiles à la fois sur les plans théoriques et pratiques et que les perspectives proposées dans cette thèse donnent lieu à des travaux futurs qui contribueront à l'avancement de la recherche scientifique relative à la SST.

# Références bibliographiques

- Abukhashabah, E., Summan, A., & Balkhyour, M. (2020). "Occupational accidents and injuries in the construction industry in Jeddah city." *Saudi Journal of Biological Sciences*, Vol. 27, No. 8, pp. 1993-1998.
- Aburumman, M., Newnam, S., & Fildes, B. (2019). "Evaluating the effectiveness of workplace interventions in improving safety culture: a systematic review." *Safety Science*, Vol. 115, No. 1, pp. 376-392.
- Adam, H., & Barnier, L. M. (2013). "La santé n'a pas de prix." Paris, Syllepse. Consulté en septembre 2022, à l'adresse [https://www.syllepse.net/syllepse\\_images/divers/fiche-chsct.pdf](https://www.syllepse.net/syllepse_images/divers/fiche-chsct.pdf).
- Addisona, J-T., & Teixeira, P. (2019). "Workplace Employee Representation and Industrial Relations Performance: New Evidence from the 2013 European Company Survey." *Journal of Economic Behavior & Organization*, Vol. 239, No. 1, pp. 111-154.
- Addoun, A. (2015). "Optimisation de la maintenance par la méthode AMDEC appliquée au ventilateur de l'entreprise ALZINC." Thèse de doctorat, Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen, Algérie.
- Adedigba, S. A., Khan, F., & Yang, M. (2016). "Dynamic safety analysis of process systems using nonlinear and non-sequential accident model." *Chemical Engineering Research and Design*, Vol. 111, No. 1, pp. 169-183.
- Aka, I. N., Kouassi, Y. M., Tchicaya, A. F., Wognin, S. B., & Yeboue-Kouame, B. (2006). "Réflexion sur les CHSCT dans les entreprises de Côte d'Ivoire." *Revue Internationale des Sciences Médicales*, Vol. 8, No. 2, pp. 46-48.
- Algerie eco. (2022). "Plus de 42 000 accidents de travail déclarés à la CNAS en 2021." Consulté en septembre 2022, sur <https://www.aps.dz/economie/139104-plus-de-42-000-accidents-de-travail-declares-a-la-cnas-en-2021>
- Altaib, I. (2022). "Accidents du travail en Algérie [1-2]... Un mépris des procédures de sécurité et de sûreté. The New Arab." Consulté en septembre 2022, sur <https://www.alaraby.co.uk/investigations/>
- Altunkaynak, B. (2018). "A statistical study of occupational accidents in the manufacturing industry in Turkey." *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 66, No. 1, pp. 101-109.
- Anvarifar, F., Voorendt, M. Z., Zevenbergen, C., & Thissen, W. (2017). "An application of the Functional Resonance Analysis Method (FRAM) to risk analysis of multifunctional flood defences in the Netherlands." *Reliability Engineering and System Safety*, Vol. 158, No. 1, pp. 130-141.
- Arikan, F., & Sozen, S. K. (2021). "A hierarchical solution approach for occupational health and safety inspectors' task assignment problem." *Safety and Health at Work*, Vol. 12, No. 2, pp. 154-166.
- Ayob, A., Shaari, A. A., Zaki, M. F. M., & Munaaim, M. A. C. (2018). "Fatal occupational injuries in the Malaysian construction sector – causes and accidental agents." *In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Vol. 140, No. 1, p. 012095.

- Barbosa, C., Azevedo, R., & Rodrigues, M. A. (2019). "Occupational safety and health performance indicators in SMEs: A literature review". *Work*, Vol. 64, No. 2, pp. 217-227.
- Barlas, B., & Izci, F. B. (2018). "Individual and workplace factors related to fatal occupational accidents among shipyard workers in Turkey." *Safety Science*, Vol. 101, No. 1, pp. 173-179.
- Batarlienè, N. (2020). "Improving safety of transportation of dangerous goods by railway transport." *Infrastructures*, Vol. 5, No. 7, p. 54.
- Bellini, E., Cocone, L., & Nesi, P. (2019). "A functional resonance analysis method driven resilience quantification for socio-technical systems." *IEEE Systems Journal*, Vol. 14, No. 1, pp. 1234-1244.
- Belmazouzi, Y. (2021). "Développement et validation d'une approche de décision sociotechnique liée aux problèmes d'industrialisation en Algérie." Thèse de doctorat, Université de Batna 2, Algérie.
- Benomar, F. (2010). "Transport routier de matières dangereuses en agglomération oranaise." Thèse de doctorat, Université Mohamed Ben Ahmed d'Oran 2, Algérie.
- Benyettou, S., & Megnounif, A. (2022). "Integrated quality, environment, food safety, and security management systems using a systemic approach. Part 1: Theoretical development." *Les Cahiers du MECAS*, Vol. 18, No. 1, pp. 17-32.
- Berglund, L., Johansson, M., Nygren, M., Samuelson, B., Stenberg, M., & Johansson, J. (2019). "Occupational accidents in Swedish construction trades." *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, Vol. 27, No. 2, pp. 552-561.
- Beus, J. M., McCord, M. A., & Zohar, D. (2016). "Workplace safety: A review and research synthesis." *Organizational Psychology Review*, Vol. 6, No. 4, pp. 352-381.
- Blackie, D. (2018). "Disability and work during the industrial revolution in Britain." *In The Oxford Handbook of Disability History*, pp. 177-193.
- Blatter, C., Pernet, A., & Karsenty, L. (2016). "Développer une vision proactive des incidents ferroviaires: l'approche Facteurs Organisationnels et Humains." *Congrès Lambda Mu 20 de Maîtrise des Risques et de Sûreté de Fonctionnement*, Saint Malo, France, 11-13 Octobre 2016.
- BLS. (2021). "National census of fatal occupational injuries in 2020." Consulté en août 2022, sur : <https://www.bls.gov/news.release/pdf/cfoi.pdf>
- Boubaker, L., Ouazraoui, N., Simohammed, A., Touahar, H., & Ducq, Y. (2021). "Proposition of Scales for Occupational Risk and Resilience Assessment of COVID-19: The Case of Algeria." *IEEE Engineering Management Review*, Vol. 49, No. 2, pp. 33-44.
- Boulagouas, W., Chaib, R., & Djebabra, M. (2021). "Proposal of a temporality perspective for a successful organizational change project." *International Journal of Workplace Health Management*, Vol. 14, No. 5, pp. 555-574.
- Bouville, G. (2016). "L'influence des CHSCT sur le bien-être des salariés et sur les accidents du travail. Une étude exploratoire." *Revue de Gestion des Ressources Humaines*, Vol. 101, No. 1, pp. 24-42.
- Bouville, G. (2019). "L'influence des CHSCT sur le bien-être des salariés et sur les accidents du travail. Une étude exploratoire." *Revue de Gestion des Ressources Humaines*, Vol. 1, No. 101, pp. 24-42.
- Bouzouada, A. (2021). "Étude et application des techniques de l'intelligence artificielle d'optimisation pour la maintenance des réseaux électriques dans le cadre de la MBF (Maintenance Basée sur la Fiabilité)." Thèse de doctorat, Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, Algérie.

- BSI. (2007). "Systèmes de management de la santé et de la sécurité au travail - Exigences. BS OHSAS 18001:2007." Consulté en septembre 2022, sur : <https://www.innoprev.com/fichiers-telecharger/BS-OHSAS-18001-2007.pdf>
- Callens, S. (2016). "Globalisation et risques industriels : Une évaluation critique des théories de la globalisation à partir des catastrophes industrielles et des accidents du travail." *openscience.fr*. Consulté en août 2022, sur : [https://www.openscience.fr/IMG/pdf/iste\\_techinn\\_v2n1\\_3.pdf](https://www.openscience.fr/IMG/pdf/iste_techinn_v2n1_3.pdf)
- Campanelli, L. C., Ribeiro, L. D., & Campanelli, L. C. (2021). "Involvement of Brazilian companies with occupational health and safety aspects and the new ISO 45001: 2018." *Production*, Vol. 31, No. 1, pp. 1-13.
- CCHST. (2022). "Fiches d'information Réponses SST." CCHST. Consulté en octobre 2022, sur : <https://www.cchst.ca/oshanswers/hsprograms/investig.html>
- Çelikbilek, Y., & Tüysüz, F. (2020). "An in-depth review of theory of the TOPSIS method: An experimental analysis." *Journal of Management Analytics*, Vol. 7, No. 2, pp. 281-300.
- Cemalovic, N., Rosic, S., & Toromanovic, N. (2016). "Analysis of the Causes of Occupational Injuries and Application of Preventive Measures." *Materia Socio Medica*, Vol. 28, No. 1, p. 51.
- Charriere, K., Azzopardi, C. L., Nicolier, M., Lihoreau, T., Haffen, E., & Wacogne, B. (2021). "Functional analysis to drive research and identify regulation requirements: an example with a lithium monitoring device." In *14th International Joint Conference on Biomedical Engineering Systems and Technologies (BIOSTEC)*.
- Chen, H., Qi, H., Long, R., & Zhang, M. (2012). "Research on 10-year tendency of China coal mine accidents and the characteristics of human factors." *Safety science*, Vol. 50, No. 4, pp. 745-750.
- Chen, P. (2019). "Effects of normalization on the entropy-based TOPSIS method." *Expert Systems with Applications*, Vol. 136, No. 1, pp. 33-41.
- Claire, L., & Gabbai, P. (2009). "Système de Management de la sécurité et de la santé au travail (SMS)." Consulté sur *docplayer.fr*, disponible à l'adresse : <https://docplayer.fr/175028-Systeme-de-management-de-la-securite-et-de-la-sante-au-travail-s-m-s.html>.
- Conca, A., Ridella, C., & Saponi, E. (2016). "A Risk Assessment for Road Transportation of Dangerous Goods: A Routing Solution." *Transp. Res. Procedia*, Vol. 14, No. 1, pp. 2890–2899.
- Comberti, L., Demichela, M., & Baldissone, G. (2018). "A combined approach for the analysis of large occupational accident databases to support accident-prevention decision making." *Safety Science*, Vol. 106, No. 1, pp. 191-202.
- Cormier S. (2011). "Dénouer les conflits relationnels en milieu de travail." Presse de l'université du Québec, Canada.
- Costantino, F., Di Gravio, G., & Tronci, M. (2018). "Environmental Audit improvements in industrial systems through FRAM." *IFAC-PapersOnLine*, Vol. 51, No. 11, pp. 1155-1161.
- Coutrot, T. (2009). "Le rôle des comités d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail en France : une analyse empirique." *Travail et Emploi*, Vol. 117, No. 1, pp. 25-38.
- Dacanay, J., & Walters, D. (2011). "Protéger les travailleurs précaires dans l'industrie maritime mondiale : un cas d'échec réglementaire ?" *Politique et pratique en santé et sécurité*, Vol. 9, No. 2, pp. 47-68.
- D'Anniballe, A., Silva, J., Marzocca, P., & Ceruti, A. (2020). "The role of augmented reality in air accident investigation and practitioner training." *Reliability Engineering & System Safety*, Vol. 204, No. 1, p. 107149.
- Darabont, D. C., Antonov, A. E., & Bejinariu, C. (2017). "Key elements on implementing an occupational health and safety management system using ISO 45001 standard." *MATEC Web of Conferences*, Vol. 121, No. 1, p. 11007.

- Davies, W. (2017). "How are we now? Real-time mood-monitoring as valuation." *Journal of Cultural Economy*, Vol. 10, No. 1, pp. 34-48.
- De Felice, F., Zomparelli, F., & Petrillo, A. (2017). "Functional Human Reliability Analysis: A Systems Engineering Perspective." *In CIISE*, Vol. 1, No. 1, pp. 23-29.
- DeCamp, W., & Herskovitz, K. (2015). "The theories of accident causation." In Security supervision and management. *Butterworth-Heinemann*, Vol. 1, No. 1, pp. 71-78.
- Dianmin, Z. H. A. O. (2020). "Discussion on Accident Management Based on Foreign Accident Investigation." *Advances in Petroleum Exploration and Development*, Vol. 20, No. 1, pp. 68-71.
- Diannita, R., Indasah, I., & Siyoto, S. (2020). "Analysis of Work Accidents Based on K3 Knowledge and Work Behavior at Muhammadiyah Hospital in Ponorogo." *Journal for Quality in Public Health*, Vol. 3, No. 2, pp. 383-389.
- Direct Safety Solutions. (2022). "Les accidents de travail." *Direct Safety Solutions*. Consulté en septembre 2022 sur : <https://www.dss-dz.com/blog-accident-travail.html>
- Direction des Statistiques du Travail et des Etudes. (2020). "Rapport statistiques du travail 2020." *Direction générale du travail et de la sécurité sociale*. Consulté en septembre 2022 sur : <https://www.dgtss.gouv.sn/fr/actualites/rapport-statistiques-du-travail-2020>
- Dodshon, P., & Hassall, M. E. (2017). "Practitioners' perspectives on incident investigations." *Safety Science*, Vol. 93, No. 1, pp. 187-198.
- DSTE. (2020). "Rapport annuel des statistiques du travail 2020." Consulté en septembre 2022 sur : [https://www.dgtss.gouv.sn/sites/default/files/rapport\\_statistiques\\_du\\_travail\\_2020.pdf](https://www.dgtss.gouv.sn/sites/default/files/rapport_statistiques_du_travail_2020.pdf)
- Dugué B., & Petit J. (2018). "The discussion of action models, a condition for the action of occupational health and safety committees." *Industrial Relations*, Vol. 73, No. 1, pp. 252-273.
- Ebrahimi, H., Milos, T. (2018). "Optimization of dangerous goods transport in urban zone." *Decis. Mak. Appl. Manag. Eng*, Vol. 1, No. 1, pp. 131-152.
- Eurostat. (2022). "Accidents at work statistics." Eurostat. Consulté en août 2022 sur : [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Accidents\\_at\\_work\\_statistics](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Accidents_at_work_statistics)
- Fabiano, B., Currò, F., Reverberi, A. P., Pastorino, R. (2005). "Dangerous goods transportation by road: From risk analysis to emergency planning." *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, Vol. 18, No. 1, pp. 403-413.
- Fabiano, B., Currò, F., Reverberi, A. P., Pastorino, R. (2008). "A statistical study on temporary work and occupational accidents: Specific risk factors and risk management strategies." *Safety Science*, Vol. 46, No. 3, pp. 535-544.
- Fall, F. (2021). "Développement d'un outil d'analyse fonctionnelle des réseaux d'eaux pluviales." Thèse de doctorat, Polytechnique Montréal.
- Fang, M., Zhang, Y., Zhu, M., Chen, S. (2022). "Cause mechanism of metro collapse accident based on risk coupling." *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Vol. 19, No. 4, p. 2102.
- Fargnoli, M., Lombardi, M. (2019). "Preliminary Human Safety Assessment (PHSA) for the improvement of the behavioral aspects of safety climate in the construction industry." *Buildings*, Vol. 9, No. 3, p. 69.
- Farouk, U.K. (2017). "The relationship between management's commitment and effective safety and health committees in Malaysia." *Employee Relations*, Vol. 39, No. 2, pp. 204-222.
- Forteza, F. J., Carretero-Gómez, J. M., Sese, A. (2022). "Organizational factors and specific risks on construction sites." *Journal of Safety Research*, Vol. 81, No. 1, pp. 270-282.

- Fourar, Y. O. (2021). "Adhésion de l'entreprise algérienne à la stratégie participative pour l'amélioration des conditions de travail." Thèse de doctorat, Université Chahid Mostefa Ben Boulaid - Batna 2, Algérie.
- Fourar, Y. O., Djebabra, M., Benhassine, W., Boubaker, L. (2021). "Contribution of PCA/K-means methods to the mixed assessment of patient safety culture." *International Journal of Health Governance*, Vol. 26, No. 2, pp. 150-164.
- França, J. E. M., Hollnagel, E., dos Santos, I. J. A. L., Haddad, A. N. (2020). "FRAM AHP approach to analyze offshore oil well drilling and construction focused on human factors." *Cognition, Technology and Work*, Vol. 22, No. 3, pp. 653-665.
- Fu Gui (2013). "Safety Management: A Behavior-Based Approach to Accident Prevention." First edition. Science Press, Beijing.
- Fu, G., Cao, J. L., Zhou, L., Xiang, Y. C. (2017a). "Comparative study of HFACS and the 24Model accident causation models." *Petroleum Science*, Vol. 14, No. 1, pp. 570-578.
- Fu, G., Cao, J., Wang, X. (2017b). "Relationship analysis of causal factors in coal and gas outburst accidents based on the 24Model." *Energy Procedia*, Vol. 107, No. 1, pp. 314-320.
- Fu, G., Xie, X., Jia, Q., Li, Z., Chen, P., Ge, Y. (2020). "The development history of accident causation models in the past 100 years: 24Model, a more modern accident causation model." *Process Safety and Environmental Protection*, Vol. 134, No. 1, pp. 47-82.
- Fukuda, K., Sawaragi, T., Horiguchi, Y., Nakanishi, H. (2016). "Applying systemic accident model to learn from near-miss incidents of train maneuvering and operation." *IFAC PapersOnLine*, Vol. 49, No. 19, pp. 543-548.
- Furniss, D., Curzon, P., Blandford, A. (2018). "Exploring organisational competences in Human Factors and UX project work: managing careers, project tactics and organisational strategy." *Ergonomics*, Vol. 61, No. 6, pp. 739-761.
- Gao, Y., Fan, Y., Wang, J., Duan, Z. (2019). "Evaluation of governmental safety regulatory functions in preventing major accidents in China." *Safety Science*, Vol. 120, No. 1, pp. 299-311.
- Gallab, M., Bouloiz, H., Alaoui, Y.L., Tkiouat, M. (2019). "Risk Assessment of Maintenance activities using Fuzzy Logic." *Procedia Comput. Sci*, Vol. 148, No. 1, pp. 226-235.
- Gartner W-B (1985). "A conceptual framework for describing the phenomenon of new venture creation." *Academy of management review*, Vol. 10, No. 4, pp. 696-706.
- Gattola, V., Patriarca, R., Tomasi, G., Tronci, M. (2018). "Functional resonance in industrial operations: A case study in a manufacturing plant." *IFAC-PapersOnLine*, Vol. 51, No. 11, pp. 927-932.
- Ghahramani, A., Salminen, S. (2019). "Evaluating effectiveness of OHSAS 18001 on safety performance in manufacturing companies in Iran." *Safety Science*, Vol. 112, No. 1, pp. 206-212.
- Ghahramani, A., Taghizadeh, E., Mohebbi, I. (2019). "How are organizations complying with health and safety regulations? A content analysis of committee for technical protection and health at work minutes." *International Journal of Occupational Hygiene*, Vol. 11, No. 3, pp. 180-186.
- Ghasemi, F., Aghaei, H., Askaripoor, T., Ghamari, F. (2022). "Analysis of occupational accidents among nurses working in hospitals based on safety climate and safety performance: a Bayesian network analysis." *International journal of occupational safety and ergonomics*, Vol. 28, No. 1, pp. 440-446.

- Gibb, A., Lingard, H., Behm, M., Cooke, T. (2014). "Construction accident causality: learning from different countries and differing consequences." *Construction Management and Economics*, Vol. 32, No. 5, pp. 446-459.
- Godard, J. (1955). "Facteurs humains et sécurité des travailleurs." *Bulletin of the World Health Organization*, Vol. 13, No. 4, p. 661.
- Goncalves Filho, A. P., Waterson, P., Jun, G. T. (2021). "Improving accident analysis in construction—Development of a contributing factor classification framework and evaluation of its validity and reliability." *Safety science*, Vol. 140, No. 1, p. 105303.
- Gonzalez-Delgado, M., Gómez-Dantés, H., Fernández-Niño, J. A., Robles, E., Borja, V. H., Aguilar, M. (2015). "Factors associated with fatal occupational accidents among Mexican workers: a national analysis." *PloS one*, Vol. 10, No. 3, p. 0121490.
- Gosen, D., Mielly, M. (2021). "Excavating organizational assumptions about cultural change: the unintended consequences of safety committee initiatives." *Industrial Relations*, Vol. 76, No. 1, pp. 115-142.
- Grabbe, N., Kellnberger, A., Aydin, B., Bengler, K. (2020). "Safety of automated driving: The need for a systems approach and application of the Functional Resonance Analysis Method." *Safety science*, Vol. 126, No. 1, pp. 104665.
- Grant, E., Salmon, P. M., Stevens, N. J., Goode, N., Read, G. J. (2018). "Back to the future: What do accident causation models tell us about accident prediction?" *Safety Science*, Vol. 104, No. 1, pp. 99-109.
- Haddad, A. N., Rosa, L. V. (2015). "Construction sustainability evaluation using AHP and FRAM methods." *In IIE Annual Conference. Proceedings, Institute of Industrial and Systems Engineers (IISE)*, Vol. 1, No. 1, pp. 556-565.
- Haghighattalab, S., Chen, A., Fan, Y., Mohammadi, R. (2019). "Engineering ethics within accident analysis models." *Accident Analysis & Prevention*, Vol. 129, No. 1, pp. 119-125.
- Hall, A., Forrest, A., Sears, A., Carlan, N. (2006). "Making a difference. Knowledge activism and worker representation in joint OHS committee." *Relations Industrielles/Industrial Relations*, Vol. 61, No. 3, pp. 408-436.
- Hallquist, M. N., Hillary, F. G. (2018). "Graph theory approaches to functional network organization in brain disorders: A critique for a brave new small-world." *Network neuroscience*, Vol. 3, No. 1, pp. 1-26.
- Hardy, K. (2010). "Contribution à l'étude d'un modèle d'accident systémique, le cas du modèle STAMP: application et pistes d'amélioration." Doctoral dissertation, École Nationale Supérieure des Mines de Paris.
- Haslam, C., O'Hara, J., Kazi, A., Twumasi, R., Haslam, R. (2016). "Proactive occupational safety and health management: Promoting good health and good business." *Safety science*, Vol. 81, No. 1, pp. 99-108.
- HaSPA. (2012). "The Core Body of Knowledge for Generalist OHS Professionals." Tullamarine, VIC, Safety Institute of Australia.
- Haugen, O. I., Rokseth, B. (2019). "Fast Augmented STPA." *In MATEC Web of Conferences, EDP Sciences*, Vol. 273, No. 1, p. 02007.
- Heddar, Y. (2022). "Apports de l'adéquation des attitudes professionnelles et comportements à la santé et sécurité au travail." Thèse de doctorat, Université Chahid Mostefa Ben Boulaid - Batna 2, Algérie.
- Heddar, Y., Djebabra, M., Saadi, S. (2022). "An exploratory study on the prevalence of workplace violence: the case of Algerian hospitals." *Employee Relations*, Vol. 44, No. 5, pp. 1127-1141.

- Heras-Saizarbitoria, I., Boiral, O., Arana, G., Allur, E. (2019). "OHSAS 18001 certification and work accidents: Shedding light on the connection." *Journal of safety research*, Vol. 68, No. 1, pp. 33-40.
- Hirose, T., Sawaragi, T., Horiguchi, Y., Nakanishi, H. (2017). "Safety analysis for resilient complex socio-technical systems with an extended functional resonance analysis method." *Int. J. Astronaut. Aeronaut. Eng*, Vol. 2, No. 1, pp. 1-18.
- Hirose, T., Sawaragi, T., Horiguchi, Y. (2016). "Safety analysis of aviation flight-deck procedures using systemic accident model." *IFAC-PapersOnLine*, Vol. 49, No. 19, pp. 19-24.
- Hirose, T., Nomoto, H., Michiura, Y., Iino, S. (2022). "Functional Analysis of Law of Requisite Variety: Envisioning How Systems Variety Affects Their Resilience Based on FRAM." *IFAC-PapersOnLine*, Vol. 55, No. 29, pp. 55-60.
- Hollnagel, E. (2004). "Barriers and accident prevention." Aldershot, UK: Ashgate.
- Hollnagel, E. (2017). "FRAM: the functional resonance analysis method: modelling complex socio-technical systems." Crc Press.
- Hollnagel, E. (2021). "The Functional Resonance Analysis Method A Handbook on how to use the FRAM."
- Hong, Z., Gui, F. (2018). "Analysis on human unsafe acts contributing to falling accidents in construction industry." In *Advances in Safety Management and Human Factors: Proceedings of the AHFE 2017 International Conference on Safety Management and Human Factors, July 17–21, 2017, The Westin Bonaventure Hotel, Los Angeles, California, USA*, Springer International Publishing, Vol. 8, No. 1, pp. 178-185.
- Huang, L., Wu, C., Wang, B., Ouyang, Q. (2018). "A new paradigm for accident investigation and analysis in the era of big data." *Process safety progress*, Vol. 37, No. 1, pp. 42-48.
- INERS. (2011). "État de l'art des méthodes d'évaluation probabiliste de la fiabilité humaine." INERS. Consulté en janvier 2020 sur : <https://www.ineris.fr/sites/ineris.fr/files/contribution/Documents/DRA-10-111793-01257A.pdf>
- Ismail, S. N., Ramli, A., & Aziz, H. A. (2021). "Research trends in mining accidents study: A systematic literature review." *Safety science*, Vol. 143, No. 1, pp. 105438.
- ISO. (2018). "ISO 45001:2018(fr) Systèmes de management de la santé et de la sécurité au travail — Exigences et lignes directrices pour leur utilisation." ISO. Consulté en septembre 2022 sur : <https://www.iso.org/obp/ui/fr/#iso:std:iso:45001:ed-1:v1:fr>
- IvyPanda. (2020). "Sécurité au travail, causes et prévention des accidents." IvyPanda. Consulté en août 2022 sur : <https://ivypanda.com/essays/work-safety-accidents-causes-and-prevention/>
- Jacinto, C., Soares, C. G., Tiago, F., & Silva, S. A. (2011). "The recording, investigation and analysis of accidents at work (RIAAT) process." *Policy and practice in health and safety*, Vol. 9, No. 1, pp. 57-77.
- Jensen, A., & Aven, T. (2017). "Hazard/threat identification: Using functional resonance analysis method in conjunction with the Anticipatory Failure Determination method." *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part O: Journal of Risk and Reliability*, Vol. 231, No. 4, pp. 383-389.
- Jing, Q., Bi, Y., Liu, N., Zhang, Q., & Chen, R. (2019). "Study on identification and classification of hidden dangers in highway toll stations based on accident causation theory." In *Journal of Physics: Conference Series*, IOP Publishing, Vol. 1423, No. 1, p. 012014.
- Kadmiri, L., & Achelhi, H. (2021). "Les facteurs humains et organisationnels de la sécurité industrielle : fondements et perspectives." *Revue Internationale des Sciences de Gestion*, Vol. 4, No. 1, pp. 116-124.
- Kafel, P. (2016). "The place of occupational health and safety management system in the integrated management system." *International Journal for Quality Research*, Vol. 10, No. 2, pp. 311–324.

- Kalteh, H. O., Mortazavi, S. B., Mohammadi, E., & Salesi, M. (2021). "The relationship between safety culture and safety climate and safety performance: a systematic review." *International journal of occupational safety and ergonomics*, Vol. 27, No. 1, pp. 206-216.
- Katsakiori, P., Sakellaropoulos, G., and Manatakis, E. (2009). "Towards an evaluation of accident investigation methods in terms of their alignment with accident causation models." *Safety Science*, Vol. 47, No. 7, pp. 1007–1015.
- Kaya, G. K., Ovali, H. F., & Ozturk, F. (2019). "Using the functional resonance analysis method on the drug administration process to assess performance variability." *Safety Science*, Vol. 118, No. 1, pp. 835-840.
- Kharoufah, H., Murray, J., Baxter, G., & Wild, G. (2018). "A review of human factors causations in commercial air transport accidents and incidents: From 2000–2016." *Progress in Aerospace Sciences*, Vol. 99, No. 1, pp. 1-13.
- Kharzi, R. (2021). "Les accidents de travail en Algérie: Discerner les risques qui méritent d’être poursuivis ou renforcés dans l’entreprise Algérienne." Thèse de doctorat, Université Frères Mentouri Constantine -1, Algérie.
- Khosravi, Y., Asilian-Mahabadi, H., Hajizadeh, E., Hassanzadeh-Rangi, N., Bastani, H., & Behzadan, A. H. (2014). "Factors influencing unsafe behaviors and accidents on construction sites: A review." *International journal of occupational safety and ergonomics*, Vol. 20, No. 1, pp. 111-125.
- Kim W.-Y., & Cho H.-H. (2016). "Unions, Health and Safety Committees, and Workplace Accidents in the Korean Manufacturing Sector." *Safety and Health at Work*, Vol. 7, No. 2, pp. 161–165.
- Kim, D. S., & Yoon, W. C. (2013). "An accident causation model for the railway industry: Application of the model to 80 rail accident investigation reports from the UK." *Safety Science*, Vol. 60, No. 1, pp. 57–68.
- Komljenovic, D., Loisselle, G., & Kumral, M. (2017). "Organization: A new focus on mine safety improvement in a complex operational and business environment." *International Journal of Mining Science and Technology*, Vol. 27, No. 4, pp. 617-625.
- Kopke, C., Schäfer-Frey, J., Engler, E., Wrede, C. P., & Mielniczek, J. (2020). "A joint approach to safety, security and resilience using the functional resonance analysis method." In *8th REA Symposium on Resilience Engineering: Scaling up and Speeding up. Resilience Engineering Association (REA), Kalmar (Sweden)*, Vol. 1, No. 1, pp. 1–11.
- Lakhoua, N. M., Salem, B. J., & El Amraoui, L. (2018). "The need for system analysis based on two structured analysis methods SADT and SA/RT." *ACTA TECHNICA CORVINIENSIS–Bulletin of Engineering*, Vol. 11, No. 1, pp. 113-118.
- Larouzée, J., & Guarnieri, F. (2014). "Huit idées reçues sur le(s) modèle(s) de l’erreur humaine de James Reason." *REE Revue Electricité et Electronique*, Vol. 5, No. 1, pp. 83-90.
- Laugaland, K., Aase, K., & Waring, J. (2014). "Hospital discharge of the elderly-an observational case study of functions, variability and performance-shaping factors." *BMC health services research*, Vol. 14, No. 1, pp. 1-15.
- Lee, J., & Chung, H. (2018). "A new methodology for accident analysis with human and system interaction based on FRAM: Case studies in maritime domain." *Safety Science*, Vol. 109, No. 1, pp. 57–66.
- Legei G., (2011). "Les CHS dans les petites entreprises montréalaises embauchant une main-d’œuvre immigrante." Available from: <https://archipel.uqam.ca/4188/1/m12182.pdf> (accessed 24 Octobre 2021).

- Legendre G., Gravel S., & Rhéaume J., (2014). "Health and safety committees in small multi-ethnic businesses in Montreal." *Perspectives Interdisciplinaires Sur Le Travail et La Santé*, Vol. 16, No. 1, pp. 1–16.
- Lehto, M., & Salvendy, G. (1991). "Models of accident causation and their application: Review and reappraisal." *Journal of Engineering and Technology Management*, Vol. 8, No. 2, pp. 173-205.
- Léoni, L. (2017). "Histoire de la prévention des risques professionnels." *Regards*, Vol. 51, No. 1, pp. 21-31.
- Li, W., He, M., Sun, Y., Cao, Q. (2019). "A proactive operational risk identification and analysis framework based on the integration of ACAT and FRAM." *Reliab. Eng. Syst. Saf*, Vol. 186, No. 6, pp. 101-109.
- Li, X., Wang, K., Liu, L., Xin, J., Yang, H., & Gao, C. (2011). "Application of the entropy weight and TOPSIS method in safety evaluation of coal mines." *Procedia engineering*, Vol. 26, No. 1, pp. 2085-2091.
- Li, Y., & Guldenmund, F. W. (2018). "Safety management systems: A broad overview of the literature." *Safety science*, Vol. 103, No. 1, pp. 94-123.
- Lindberg, A.-K., Hansson, S. O., & Rollenhagen, C. (2010). "Learning from accidents – What more do we need to know?" *Safety Science*, Vol. 48, No. 6, pp. 714–721.
- Löow, J., & Nygren, M. (2019). "Initiatives for increased safety in the Swedish mining industry: Studying 30 years of improved accident rates." *Safety Science*, Vol. 117, No. 1, pp. 437–446.
- López, L., Mock, R., Zipper, C. (2016). "Operationalization of an ISO 31000-compliant resilience engineering method, applied to the temperature control in a smart building." *Proc, 6th Int. Disaster Risk Conf. Integr. Risk Manag. - Toward Resilient Cities, IDRC Davos 2016*, Vol. 1, No. 1, pp. 393–397.
- Lu, Y., Lu, Y., Wang, J., Zhang, X., & Chen, W. (2022). "Analysis on Causative Factors and Evolution Paths of Blast Furnace Gas Leak Accident." *Energies*, Vol. 15, No. 15, p. 5622.
- Lundberg, J., & Woltjer, R. (2013). "The Resilience Analysis Matrix (RAM): Visualizing functional dependencies in complex socio-technical systems." *In 5th symposium on resilience engineering managing trade-offs*, Vol. 1, No. 6, pp. 25–27.
- Lyu, Q., Fu, G., Wang, Y., Li, J., Han, M., Peng, F., & Yang, C. (2022). "How accident causation theory can facilitate smart safety management: An application of the 24Model." *Process Safety and Environmental Protection*, Vol. 162, No. 1, pp. 878-890.
- Macchi, L. (2010). "A Resilience Engineering approach for the evaluation of performance variability: development and application of the Functional Resonance Analysis Method for air traffic management safety assessment." Doctoral dissertation, École Nationale Supérieure des Mines de Paris.
- MacEachen E., Kony A., Ståhl C., O’Hagan F., Redgrift. L, Sanford S., Carrasco C., and Mahood Q. (2016). "Systematic review of qualitative literature on occupational health and safety legislation and regulatory enforcement planning and implementation." *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, Vol. 42, No. 1, pp. 1-2.
- Madjoudj, M. (2014). "Evaluation de la politique de santé et de sécurité au travail des entreprises algériennes Cas entreprise travaux de bâtiment ETB « GOUDJIL »." Consulté le 24 octobre 2021, sur : <http://services.esc-alger.dz/escbiblio/docs/MAS24.pdf>.
- Madsen, C. U., Kirkegaard, M. L., Dyreborg, J., & Hasle, P. (2020). "Making occupational health and safety management systems 'work': A realist review of the OHSAS 18001 standard." *Safety science*, Vol. 129, No. 1, p. 104843.
- Madsen, C.U., Kirkegaard, M.L., Hasle, P., Dyreborg, J. (2019). "To Him Who Has, More Will Be Given..."— A Realist Review of the OHSAS18001 Standard of OHS Management." *In:*

- Bagnara, S., Tartaglia, R., Albolino, S., Alexander, T., Fujita, Y. (eds) *Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association (IEA 2018), Advances in Intelligent Systems and Computing, Springer*, Vol. 821, No. 1, pp. 1-10.
- Martínez-Rojas, M., Soto-Hidalgo, J. M., Martínez-Aires, M. D., & Rubio-Romero, J. C. (2022). "An analysis of occupational accidents involving national and international construction workers in Spain using the association rule technique." *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, Vol. 28, No. 3, pp. 1490-1501.
- Masys, A. J. (2018). "Radicalization and Recruitment: A Systems Approach to Understanding Violent Extremism—New Developments Through FRAM." *In Systems Research for Real-World Challenges*, Vol. 1, No. 1, pp. 322-348.
- Mechhoud, E. A., Rouaïnia, M., & Rodriguez, M. (2016). "Functional Modeling of a HDPE Reactor using Dhigraphs for process hazard analysis." *In 2016 8th International Conference on Modelling, Identification and Control (ICMIC)*, Vol. 1, No. 1, pp. 736-741.
- Mertens, C. A. (1951). "Accidents et potentialité d'accidents» un essai de synthèse." *Le Travail Humain*, Vol. 14, No. 3, pp. 243-253.
- Milad, D. J., Ahmad, S., Hamidreza, H., Heidar, M., & Abolfazl, M. (2021). "Modeling Causal Factors of Occupational Accidents in Chemical Industries: A 10-Year Field Study in Iran." *Iranian Journal of Chemistry and Chemical Engineering*, Vol. 40, No. 1, pp. 357-365.
- Ministère du Travail, de l'Emploi et de la Sécurité Sociale. "Santé et sécurité au travail." Récupéré sur Ministère du Travail, de l'Emploi et de la Sécurité Sociale. Consulté en septembre 2022, sur: <https://www.mtess.gov.dz/fr/sante-et-securite-au-travail/>
- Mirzaei Aliabadi, M., Aghaei, H., Kalatpour, O., Soltanian, A. R., & Nikraves, A. (2020). "Analysis of human and organizational factors that influence mining accidents based on Bayesian network." *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, Vol. 26, No. 4, pp. 670-677.
- Mirzaei Aliabadi, M., Mohammadfam, I., & Shabani, K. (2022). "Causal Analysis of the Zemestan-Yurt Coal Mine Explosion in Iran." *Journal of Failure Analysis and Prevention*, Vol. 22, No. 2, pp. 519-530.
- Mishra, R., Pundir, A. K., & Ganapathy, L. (2017). "Evaluation and prioritisation of manufacturing flexibility alternatives using integrated AHP and TOPSIS method." *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 24, No. 5, pp. 1437-1465.
- Mohamed, S., & Qu, X. (2013). "Phase 2B-Organisational Maturity for Disaster Preparedness." *Sustainable Built Environment*, Vol. 1, No. 1, pp. 1-21.
- Mohammadfam, I., Kamalinia, M., Momeni, M., Golmohammadi, R., Hamidi, Y., & Soltanian, A. (2017). "Evaluation of the quality of occupational health and safety management systems based on key performance indicators in certified organizations." *Safety and Health at Work*, Vol. 8, No. 2, pp. 156-161.
- Mohammadfam, I., Kamalinia, M., Momeni, M., Golmohammadi, R., Hamidi, Y., & Soltanian, A. (2016). "Developing an integrated decision-making approach to assess and promote the effectiveness of occupational health and safety management systems." *Journal of Cleaner Production*, Vol. 127, No. 1, pp. 119-133.
- Mohammadi A., Tavakolan M., & Khosravi Y. (2018). "Factors influencing safety performance on construction projects: A review." *Safety Science*, Vol. 109, No. 1, pp. 382–397.
- Mollaoğlu, M., Bucak, U., & Demirel, H. (2019). "A quantitative analysis of the factors that may cause occupational accidents at ports." *Journal of ETA Maritime Science*, Vol. 7, No. 4, pp. 294-303.
- Morrish, C. (2017). "Incident prevention tools – incident investigations and pre-job safety analyses." *International Journal of Mining Science and Technology*, Vol. 27, No. 4, pp. 635-640.

- Morse, T., Bracker, A., Warren, N., Goyzueta, J., and Cook, M. (2012). "Characteristics of effective health and safety committees: survey results." *Wiley Online Library*, Vol. 56, No. 2, pp. 163-179.
- Moskon, M., Tkalec, M., Zimic, N., & Mraz, M. (2019). "Towards the declaration of inter-functional protocol for FRAM." *In 2019 Annual Reliability and Maintainability Symposium (RAMS)*, Vol. 1, No. 1, pp. 1-6.
- Murè, S., Comberti, L., & Demichela, M. (2017). "How harsh work environments affect the occupational accident phenomenology? Risk assessment and decision making optimization." *Safety Science*, Vol. 95, No. 1, pp. 159-170.
- Nævestad, T. O., Phillips, R. O., Størkersen, K. V., Laiou, A., & Yannis, G. (2019). "Safety culture in maritime transport in Norway and Greece: Exploring national, sectorial and organizational influences on unsafe behaviours and work accidents." *Marine Policy*, Vol. 99, No. 1, pp. 1-13.
- Naghavi, Z., Mortazavi, S. B., & Hajizadeh, E. (2019). "Exploring the contributory factors of confined space accidents using accident investigation reports and semistructured interviews." *Safety and Health at Work*, Vol. 10, No. 3, pp. 305-313.
- Nichol K., Kudla I., Robson L., Hon C.Y., Eriksson J., and Linn Holness D. (2017). "The Development and Testing of a Tool to Assess Joint Health and Safety Committee Functioning and Effectiveness." *American Journal of Industrial Medicine*, Vol. 60, No. 4, pp. 368-376.
- Nixon, J., & Braithwaite, G. R. (2018). "What do aircraft accident investigators do and what makes them good at it? Developing a competency framework for investigators using grounded theory." *Safety Science*, Vol. 103, No. 1, pp. 153-161.
- Nordlöf, H., Wiitavaara, B., Högberg, H., & Westerling, R. (2017). "A cross-sectional study of factors influencing occupational health and safety management practices in companies." *Safety Science*, Vol. 95, No. 1, pp. 92-103.
- Niciejewska, M., Idzikowski, A., & Škurková, K. L. (2021). "Impact of technical, organizational and human factors on accident rate of small-sized enterprises." *Management Systems in Production Engineering*, Vol. 29, No. 2, pp. 139-144.
- Nwankwo, C. D., Arewa, A. O., Theophilus, S. C., & Esenowo, V. N. (2022). "Analysis of accidents caused by human factors in the oil and gas industry using the HFACS-OGI framework." *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, Vol. 28, No. 3, pp. 1642-1654.
- OIT. (2002). "Enregistrement et déclarations des accidents du travail et des maladies professionnelles et liste des maladies professionnelles." Bureau international du travail, Genève. Consulté en septembre 2022, sur le site Web de l'OIT : <https://www.ilo.org/public/french/standards/relm/ilc/ilc90/rep-v-1.htm#:~:text=Accident%20du%20travail%3A%20accident%20survenu,des%20%C3%A9sions%20professionnelles%20non%20mortelles>.
- Oggero, A., Darbra, R.M., Muñoz, M., Planas, E., Casal, J. (2006). "A survey of accidents occurring during the transport of hazardous substances by road and rail." *Journal of Hazardous Materials*, Vol. 133, No. 1, pp. 1-7.
- Okoh, P., Haugen, S. (2014). "A study of maintenance-related major accident cases in the 21st century." *Process Safety and Environmental Protection*, Vol. 92, No. 1, pp. 346-356.

- Ollé-Espluga, L., Vergara-Duarte, M., Belvis, F., Menéndez-Fuster, M., Jódar, P., & Benach, J. (2015). "What is the impact on occupational health and safety when workers know they have safety representatives?" *Safety Science*, Vol. 74, No. 1, pp. 55-58.
- Omidi, L., Zakerian, S. A., Saraji, J. N., Hadavandi, E., & Yekaninejad, M. S. (2018). "Prioritization of Human Factors Variables in the Management of Major Accident Hazards in Process Industries Using Fuzzy AHP Approach." *Health Scope*, Vol. 7, No. 4, pp. 1-9.
- OMS (2021). "OMS/OIT: Le nombre des décès liés au travail s'élève à près de deux millions chaque année." Consulté en septembre 2022, sur : <https://www.who.int/fr/news/item/16-09-2021-who-ilo-almost-2-million-people-die-from-work-related-causes-each-year>
- Oueidat, D. (2016). "Apport de la modélisation et de la simulation à l'analyse des risques et la prévention des accidents d'un site de stockage de GPL." Thèse de doctorat, Paris Sciences et Lettres (ComUE).
- Parker, D.L., Yamin, S., Xi, M., Gordon, R., Most, I., & Stanley, R. (2017). "Findings from the national machine guarding program." *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, Vol. 59, No. 12, pp. 1172-1179.
- Patriarca, R., Di Gravio, G., & Costantino, F. (2016). "Resilience Engineering for space missions' safety assessment." Proceedings of the 8th IAASS Conference "Safety First, Safety for All." IAASS, Melbourne (Florida), Vol. 1, pp. 228-238.
- Patriarca, R., & Bergström, J. (2017). "Modelling complexity in everyday operations: functional resonance in maritime mooring at quay." *Cognition, Technology & Work*, Vol. 19, No. 4, pp. 711-729.
- Patriarca, R., Bergström, J., & Di Gravio, G. (2017a). "Defining the functional resonance analysis space: combining Abstraction Hierarchy and FRAM." *Reliability Engineering & System Safety*, Vol. 165, No. 1, pp. 34-46.
- Patriarca, R., Di Gravio, G., & Costantino, F. (2017b). "A Monte Carlo evolution of the Functional Resonance Analysis Method (FRAM) to assess performance variability in complex systems." *Safety Science*, Vol. 91, No. 1, pp. 49-60.
- Patriarca, R., Di Gravio, G., Costantino, F., & Tronci, M. (2017c). "The Functional Resonance Analysis Method for a systemic risk-based environmental auditing in a sinter plant: A semi-quantitative approach." *Environmental Impact Assessment Review*, Vol. 63, No. 1, pp. 72-86.
- Patriarca, R., Di Gravio, G., Costantino, F., & Tronci, M. (2017d). "FRAM to Assess Performance Variability in Everyday Work: Functional Resonance in the Railway Domain." In *Proceedings of 7th Resilience Engineering Association (REA) Symposium*. Liege, Belgium, Vol. 1, No. 1, pp. 1-6.
- Patriarca, R., Di Gravio, G., Woltjer, R., Costantino, F., Praetorius, G., Ferreira, P., & Hollnagel, E. (2020). "Framing the FRAM: A literature review on the functional resonance analysis method." *Safety Science*, Vol. 129, No. 1, p. 104827.
- Patriarca, R., Falegnami, A., Costantino, F., & Bilotta, F. (2018). "Resilience engineering for socio-technical risk analysis: application in neuro-surgery." *Reliability Engineering & System Safety*, Vol. 180, No. 1, pp. 321-335.
- Pedneault, V. (2004). "Détermination des facteurs d'efficacité d'un CHS. Document de l'Université du Québec à Chicoutimi." Consulté le 24 octobre 2021, sur: <https://constellation.uqac.ca/640/>

- Peignier, I. (2010). “Gestion des risques reliés au transport de matières dangereuses au Québec: Un outil d’aide à la décision pour le choix des transporteurs.” Consulté le 24 octobre 2021, sur: [https://publications.polymtl.ca/454/1/2010\\_IngridPeignier.pdf](https://publications.polymtl.ca/454/1/2010_IngridPeignier.pdf)
- Pietilä, J., Räsänen, T., Reiman, A., Ratilainen, H., & Helander, E. (2018). “Characteristics and determinants of recurrent occupational accidents.” *Safety Science*, Vol. 108, No. 1, pp. 269–277.
- Pietreanu, C. V., Zaharia, S. E., & Dinu, C. (2018). “Development of a Multi-Factorial Instrument for Accident Analysis Based on Systemic Methods.” *International Journal of Aerospace and Mechanical Engineering*, Vol. 12, No. 2, pp. 83-89.
- Pillay, M. (2015). “Accident causation, prevention and safety management: a review of the state-of-the-art.” *Procedia Manufacturing*, Vol. 3, No. 1, pp. 1838-1845.
- Pluchet, J. (2020). “Qu’est-ce qu’un accident du travail?” *Cadremploi*. Consulté le Septembre 2022, sur : <https://www.cadremploi.fr/editorial/conseils/droit-du-travail/detail/article/quand-parle-t-on-daccident-du-travail.html>
- Podlesny, N. J., Kayem, A. V., & Meinel, C. (2019). “Identifying Data Exposure Across Distributed High-Dimensional Health Data Silos through Bayesian Networks Optimised by Multigrid and Manifold.” In *2019 IEEE Intl Conf on Dependable, Autonomic and Secure Computing, Intl Conf on Pervasive Intelligence and Computing, Intl Conf on Cloud and Big Data Computing, Intl Conf on Cyber Science and Technology Congress (DASC/PiCom/CBDCoM/CyberSciTech)*, Vol. 1, No. 1, pp. 556-563.
- Pompa, J.R. (2009). “Does worker participation improve health and safety? Findings from The Netherlands.” *Policy and Practice in Health and Safety*, Vol. 7, No. 1, pp. 33-51.
- Prytz, E. (2009). “Functional Modeling of C2.” Linköping University.
- Qiao, W., Li, X., & Liu, Q. (2019). “Systemic approaches to incident analysis in coal mines: Comparison of the STAMP, FRAM and “2–4” models.” *Resources Policy*, Vol. 63, No. 1, pp. 101453.
- Qu, X., Sahin, O., & Mohamed, S. (2015). “Coordination and Communication among Multiple Agencies in Response to Natural Disasters: An Illustrative Study.” In *Proceedings of the 6th International Conference on Engineering, Project and Production Management*, Vol. 1, No. 1, pp. 434-441.
- Ranjan, S. (2018). “Principles of accident prevention.” *RLS HUMAN CARE*. Consulté le Septembre 2022, sur: <https://rlsdhamal.com/principles-of-accident-prevention/>
- Rathnayaka, S., Khan, F., & Amyotte, P. (2011). “SHIPP methodology: Predictive accident modeling approach. Part II. Validation with case study.” *Process Safety and Environmental Protection*, Vol. 89, No. 2, pp. 75-88.
- Reed, S., Douphrate, D. I., Lundqvist, P., Jarvie, P., McLean, G., Koehncke, N., Singh, T. (2013). “Occupational Health and Safety Regulations in the Dairy Industry.” *Journal of Agromedicine*, Vol. 18, No. 3, pp. 210–218.
- Riccardo, P., Gianluca, D. P., Giulio, D. G., & Francesco, C. (2018). “FRAM for systemic accident analysis: a matrix representation of functional resonance.” *International Journal of Reliability, Quality and Safety Engineering*, Vol. 25, No. 01, p. 1850001.
- Richard, J. B., Thélot, B., & Beck, F. (2013). “Les accidents en France : évolution et facteurs associés.” *Revue d’épidémiologie et de santé publique*, Vol. 61, No. 3, pp. 205-212.
- Rigaud, a., gerbaud, c., gougou, m. (2020). “Transport de matières dangereuses guide opérationnel.” Consulté le Septembre 2021, sur: <https://www.sante-securite-paca.org/d/YTozOntzOjQ6InJlZjAiO2k6MTtzOjQ6InJlZjEiO3M6MzoiMjE0IjtzOjQ6InJlZjEiO3M6MDoiIjt9/travail-encadre-d-etudiant-le-transport-de-matieres-dangereuses-par-route>

- Robert, K., Elisabeth, Q., & Josef, B. (2015). "Analysis of occupational accidents with agricultural machinery in the period 2008–2010 in Austria." *Safety Science*, Vol. 72, No. 1, pp. 319–328.
- Rosa, L. V., França, J. E., Haddad, A. N., & Carvalho, P. V. (2017). "A resilience engineering approach for sustainable safety in green construction." *Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems*, Vol. 5, No. 4, pp. 480-495.
- Rosa, L. V., Haddad, A. N., & de Carvalho, P. V. R. (2015). "Assessing risk in sustainable construction using the Functional Resonance Analysis Method (FRAM)." *Cognition, Technology & Work*, Vol. 17, No. 1, pp. 559-573.
- Saadi, S., & Djebabra, M. (1999). "Méthodologie d'étude de sûreté de fonctionnement des systèmes: analyse fonctionnelle." *Phoebus la revue de la sûreté de fonctionnement*, Vol. 1, No. 10, pp. 27-34.
- Sabrina, A. (2021). "Institut de Santé et de Sécurité au Travail: Les accidents professionnels encore en ébullition." *La presse.tn*. Consulté le Septembre 2022, sur: <https://lapresse.tn/99114/institut-de-sante-et-de-securite-au-travail-hausse-des-accidents-professionnels/>
- Saleh, J. H., Marais, K. B., Bakolas, E., & Cowlagi, R. V. (2010). "Highlights from the literature on accident causation and system safety: Review of major ideas, recent contributions, and challenges." *Reliability Engineering & System Safety*, Vol. 95, No. 11, pp. 1105-1116.
- Salehi, V. (2022). "Modelling and optimizing socio-technical operations in healthcare using the FRAM and reinforcement learning." Doctoral dissertation, Memorial University of Newfoundland.
- Salehi, V., Veitch, B., & Smith, D. (2020). "Modeling complex socio-technical systems using the FRAM: A literature review." *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, Vol. 31, No. 1, pp. 118–142.
- Sanmiquel, L., Rossell, J. M., & Vintró, C. (2015). "Study of Spanish mining accidents using data mining techniques." *Safety Science*, Vol. 75, No. 1, pp. 49–55.
- Savall, H., Péron, M., & Zardet, V. (2015). "Human potential at the core of socio-economic theory (SEAM)." *In Decoding the Socio-Economic Approach to Management: Results of the Second SEAM Conference in the United States*.
- Sawaragi, T., Horiguchi, Y., & Hina, A. (2006). "Safety Analysis of Systemic Accidents triggered by performance deviation." *In 2006 SICE-ICASE International Joint Conference, IEEE*, Vol. 1, No. 1, pp. 1778-1781.
- Schaefer, T., & Guenther, T. (2016). "Exploring strategic planning outcomes: the influential role of top versus middle management participation." *Journal of Management Control*, Vol. 27, No. 2, pp. 205-249.
- Segatto, M., Inês Dallavalle de Pádua, S., & Pinheiro Martinelli, D. (2013). "Business process management: a systemic approach?" *Business Process Management Journal*, Vol. 19, No. 4, pp. 698-714.
- Sexton, T., Hodkiewicz, M., & Brundage, M. P. (2019). "Categorization errors for data entry in maintenance work-orders." *In Proceedings of the Annual Conference of the PHM Society*, Vol. 11, No. 4, pp. 1-13.
- Shafiei, P., Jabbari, M., & Mirza Ebrahim Tehrani, M. (2022). "Cause-responsibility analysis of occupational accidents in an automotive company." *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, Vol. 29, No. 1, pp. 99-108.
- Shi, Y., Huang, Z., Feng, S., Zhong, H., Wang, W., & Sun, Y. (2020). "Masked label prediction: Unified message passing model for semi-supervised classification." *arXiv preprint arXiv:2009*, Vol. 1, No. 1, p. 03509.

- Simukonda W., Manu P., Mahamadu A-M., & Dziekonski K. (2020). "Occupational safety and health management in developing countries: a study of construction companies in Malawi." *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, Vol. 26, No. 1, pp. 303-318.
- Singhal, K., & Singhal, J. (2019). "Technology and Manufacturing in China before the Industrial Revolution and Glimpses of the Future." *Production and Operations Management*, Vol. 28, No. 3, pp. 505-515.
- Slim, H., & Nadeau, S. (2019). "A proposal for a predictive performance assessment model in complex sociotechnical systems combining fuzzy logic and the Functional Resonance Analysis Method (FRAM)." *American Journal of Industrial and Business Management*, Vol. 9, No. 6, pp. 1345-1375.
- Sonatrach. (2009). "Référentiel Investigations des Accidents et Incidents du Groupe SONATRACH." Consulté en septembre 2022 sur: <https://pdfcoffee.com/download/hse-referentiel-dx27accidents-pdf-free.html>
- Sotty, P. (2005). "L'évaluation comme processus de construction des risques professionnels et de rationalisation de leur gestion: la place du CHSCT (comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail) dans l'action et dans la régulation entre les acteurs." Doctoral dissertation, Université de la Méditerranée-Aix-Marseille II.
- Soyaa J., Yéboué-Kouaméa B., Bonia E. F., & Ebaa A. J. (2019). "Monitoring the functioning of the Occupational Health and Safety Committees (OHSC) over the period 2015 to 2016 in Côte d'Ivoire." *Archives Des Maladies Professionnelles et de l'Environnement*, Vol. 80, No. 2, pp. 115-124.
- Sporns, O. (2022). "Graph theory methods: applications in brain networks." *Dialogues in clinical neuroscience*, Vol. 20, No. 2, pp. 111-121.
- Stemn, E., & Joe-Asare, T. (2021). "The influence of accident manuals on the effectiveness of accident investigations – An analysis of accident management documents of Ghanaian mines." *Safety science*, Vol. 135, No. 1, p. 105129.
- Stemn, E., Bofinger, C., Cliff, D., and Hassall, M.-E. (2019a). "Examining the relationship between safety culture maturity and safety performance of the mining industry." *Safety Science*, Vol. 113, No. 1, pp. 345-355.
- Stemn, E., Hassall, M. E., Cliff, D., & Bofinger, C. (2019b). "Incident investigators' perspectives of incident investigations conducted in the Ghanaian mining industry." *Safety Science*, Vol. 112, No. 1, pp. 173-188.
- Stewart J. M. (2001). "The turnaround in safety at the Kenora Pulp and safety Mill." *Professional Safety*, Vol. 46, No. 1, pp. 34-45.
- Stone, R. J., Cox, A., & Gavin, M. (2020). "Human resource management." *John Wiley & Sons*.
- Sujan, M., Bilbro, N., Ross, A., Earl, L., Ibrahim, M., Bond-Smith, Ghaferi, A., Pickup, L., & McCulloch, P. (2022). "Failure to rescue following emergency surgery: a FRAM analysis of the management of the deteriorating patient." *Applied Ergonomics*, Vol. 98, No. 1, p. 103608.
- Svertoka, E., Saafi, S., Rusu-Casandra, A., Burget, R., Marghescu, I., Hosek, J., & Ometov, A. (2021). "Wearables for industrial work safety: A survey." *Sensors*, Vol. 21, No. 11, p. 3844.
- Swuste, P., van Gulijk, C., Groeneweg, J., Guldenmund, F., Zwaard, W., & Lemkowitz, S. (2020). "Occupational safety and safety management between 1988 and 2010." *Safety Science*, Vol. 121, No. 1, pp. 303-318.
- Tei-Tominaga, M., & Nakanishi, M. (2018). "The influence of supportive and ethical work environments on work-related accidents, injuries, and serious psychological distress among

- hospital nurses." *International journal of environmental research and public health*, Vol. 15, No. 2, p. 240.
- The Office of Chief Statistician Malaysia. (2022). "Big Data Analytics: National Occupational Accident and Disease Statistics 2021." Consulté en septembre 2022, sur le portail officiel du Département des Statistiques de Malaisie : <https://www.dosm.gov.my/portal-main/release-content/big-data-analytics-national-occupational-accident-and-disease-statistics-2021->
- Tian, W., & Caponecchia, C. (2020). "Using the Functional Resonance Analysis Method (FRAM) in Aviation Safety: A Systematic Review." *Journal of Advanced Transportation*, Vol. 1, No. 1, pp. 1-14.
- Tompa, E., Kalcevich, C., Foley, M., McLeod, C., Hogg-Johnson, S., Cullen, K., and Irvin, E. (2016). "A systematic literature review of the effectiveness of occupational health and safety regulatory enforcement." *American Journal of Industrial Medicine*, Vol. 59, No. 11, pp. 919-933.
- Tong, R., Zhao, H., Zhang, N., Li, H., Wang, X., & Yang, H. (2021). "Modified accident causation model for highway construction accidents (ACM-HC)." *Engineering, Construction and Architectural Management*, Vol. 28, No. 9, pp. 2592-2609.
- Uğurlu, Ö., Kum, S., & Aydoğdu, Y. V. (2016). "Analysis of occupational accidents encountered by deck cadets in maritime transportation." *Maritime Policy & Management*, Vol. 44, No. 3, pp. 304-322.
- Uman, T., Smith, E., Andersson, W., & Planken, W. (2020). "Shared leadership and ambidexterity in management teams: the role of management control systems." *Revue Internationale Des Sciences Administratives*, Vol. 86, No. 3, pp. 463-482.
- Ünal, Ö., Akbolat, M., Amarat, M., & Tilkilioğlu, S. (2021). "The role of the human factor in occupational safety and health performance." *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, Vol. 27, No. 1, pp. 179-184.
- Uzun, M., Gurcanli, G. E., & Bilir, S. (2018). "Change in occupational health and safety management system: ISO 45001: 2018." In *5th International Project Management and Construction Conference (IPCMC 2018)*, North Cyprus: Cyprus International University.
- Valdés, R. M. A., & Comendador, F. G. (2011). "Learning from accidents: Updates of the European regulation on the investigation and prevention of accidents and incidents in civil aviation." *Transport policy*, Vol.18 No.6, pp.786-799.
- Verolme, E., & Mieremet, A. (2017). "Application of forensic image analysis in accident investigations." *Forensic science international*, Vol.278 No.1, pp.137-147.
- Vianna, S. S. (2019). "The set covering problem applied to optimisation of gas detectors in chemical process plants." *Computers & Chemical Engineering*, Vol.121 No.1, pp.388-395.
- Walters, D. and Nichols, T. (2009). "Workplace Health and Safety." Palgrave MacMillan, New York.
- Walters, D., & Wadsworth, E. (2020). "Participation in safety and health in European workplaces: Framing the capture of representation." *European Journal of Industrial Relations*, Vol. 26 No. 1, pp. 75-90.
- Wang, J., & Yan, M. (2019). "Application of an improved model for accident analysis: a case study." *International journal of environmental research and public health*, Vol.16 No.15, p.2756.
- Wasungu, B. D., & Wognin, S. B. (2018). "Accidents du travail dans une entreprise minière au Togo, de 2013 à 2014." *Archives Des Maladies Professionnelles et de l'Environnement*, Vol.79 No.2, pp.131-137.
- Wertani, H., Salem, J. B., & Lakhoua, M. N. (2020). "Analysis and supervision of a smart grid system with a systemic tool." *The Electricity Journal*, Vol.33 No.6, p.106784.

- Woltjer, R. (2008). "Resilience Assessment Based on Models of Functional Resonance." *In Proceedings of 3rd Symposium on Resilience Engineering*, Paris: Mines-ParisTech, Vol.9 No.1, pp. 299–303.
- Woltjer, R., Prytz, E., & Smith, K. (2009). "Functional modeling of agile command and control." *In 14th International Command and Control Research and Technology Symposium*, Washington DC, USA June 15-17, 2009.
- Woolley, M. J., Goode, N., Read, G. J., & Salmon, P. M. (2019). "Have we reached the organisational ceiling? a review of applied accident causation models, methods and contributing factors in construction." *Theoretical issues in ergonomics science*, Vol.20 No.5, pp.533-555.
- Wreathall, J. (2017). "Properties of resilient organizations: an initial view." *In Resilience engineering*, CRC Press, Vol.1 No.1, pp. 275-285.
- Wrigley, E. A. (2017). "The supply of raw materials in the industrial revolution." *In The causes of the industrial revolution in England*, Routledge, Vol.1 No.1, pp. 97-120.
- Wu, B., Kou, L., & Ma, Q. (2017). "Research on HFACS based on accident causality diagram." *Open journal of safety science and technology*, Vol.7 No.2, pp.77-85.
- Wu, J., Tian, J., & Zhao, T. (2015). "Research on socio-technical system functional variability based on functional resonance accident model." *In Saf. Reliab. Complex Eng. Syst.-Proc. 25th Eur. Saf. Reliab. Conf. ESREL*, Vol.1 No.1, pp. 49-56.
- Wu, K., Watters, P., & Magdon-Ismail, M. (2016). "Network classification using adjacency matrix embeddings and deep learning." *In 2016 IEEE/ACM International Conference on Advances in Social Networks Analysis and Mining (ASONAM)*, Vol.1 No.1, pp. 299-306.
- Xu, M., David, J. M., & Kim, S. H. (2018). "The fourth industrial revolution: Opportunities and challenges." *International journal of financial research*, Vol.9 No.2, pp.90-95.
- Xue, Y., & Fu, G. (2018). "A modified accident analysis and investigation model for the general aviation industry: Emphasizing on human and organizational factors." *Journal of safety research*, Vol.67 No.1, pp.1-15.
- Yanar, B., Robson, L. S., Tonima, S. K., & Amick III, B. C. (2020). "Understanding the organizational performance metric, an occupational health and safety management tool, through workplace case studies." *International Journal of Workplace Health Management*, Vol.13 No.2, pp.117-138.
- Yang, J., Li, F., Zhou, J., Zhang, L., Huang, L., Bi, J. (2010). "A survey on hazardous materials accidents during road transport in China from 2000 to 2008." *J. Hazard. Mater.*, Vol.184 No.1, pp.647–653.
- Yang, Q., & Tian, J. (2015). "Model-based safety assessment using FRAM for complex systems." *In Saf. Reliab. Complex Eng. Syst.-Proc. 25th Eur. Saf. Reliab. Conf. ESREL*, Vol.1 No.1, pp. 3967-3974.
- Yang, Q., Tian, J., & Zhao, T. (2017). "Safety is an emergent property: Illustrating functional resonance in Air Traffic Management with formal verification." *Safety science*, Vol.93 No.1, pp. 162-177.
- Yassi A., Lockhart K., Sykes M., Buck B., Stime B., & Spiegel J.M. (2013). "Effectiveness of joint health and safety committees: A realist review." *American Journal of Industrial Medicine*, Vol. 56 No.4, pp. 424-438.
- Ye, G., Tan, Q., Gong, X., Xiang, Q., Wang, Y., & Liu, Q. (2018). "Improved HFACS on human factors of construction accidents: a china perspective." *Advances in Civil Engineering*, Vol.1 No. 6, pp. 1-15.
- Yılmaz, C., & Turan, A. H. (2022). "The causes of occupational accidents in human resources: the human factors theory and the accident theory perspective." *International journal of occupational safety and ergonomics*, Vol. 29 No. 2, pp. 796-805.

- Yin, W., Fu, G., & Zhu, K. (2015). "Further Study of Accident Causation '2-4' Model." In 5th *International Conference on Civil Engineering and Transportation*, Atlantis Press, Vol. 1 No. 1, pp. 1205-1209.
- Yiu, N.S.N., Sze, N.N. and Chan, D.W.M. (2018). "Implementation of safety management systems in Hong Kong construction industry – a safety practitioner’s perspective." *Journal of Safety Research*, Vol. 64 No. 1, pp. 1-9.
- Zadow, A. J., Dollard, M. F., Mclinton, S. S., Lawrence, P., & Tuckey, M. R. (2017). "Psychosocial safety climate, emotional exhaustion, and work injuries in healthcare workplaces." *Stress and Health*, Vol.33 No.5, pp.558-569.
- Zaid, Z. (2016). "Plus de 50 000 accidents du travail enregistrés annuellement." *Algerie eco*, Consulté le Septembre 2022, sur: <https://www.algerie-eco.com/2016/12/19/plus-de-50-000-accidents-travail-enregistres-annuellement/>
- Zakaria, N. H., Mansor, N., & Abdullah, Z. (2012). "Workplace accident in Malaysia: most common causes and solutions." *Business and Management Review*, Vol.2 No.5, pp.75-88.
- Zaranezhad, A., Mahabadi, H. A., & Dehghani, M. R. (2019). "Development of prediction models for repair and maintenance-related accidents at oil refineries using artificial neural network, fuzzy system, genetic algorithm, and ant colony optimization algorithm." *Process Safety and Environmental Protection*, Vol.131 No.1, pp.331-348.
- Zarei, E., Karimi, A., Habibi, E., Barkhordari, A., & Reniers, G. (2021). "Dynamic occupational accidents modeling using dynamic hybrid Bayesian confirmatory factor analysis: An in-depth psychometrics study." *Safety science*, Vol.136 No.1, p.105146.
- Zavadskas, E. K., Mardani, A., Turskis, Z., Jusoh, A., & Nor, K. M. (2016). "Development of TOPSIS Method to Solve Complicated Decision-Making Problems — An Overview on Developments from 2000 to 2015." *International Journal of Information Technology & Decision Making*, Vol.15 No.3, pp.645–682.
- Zhang, L., Wang, H., Meng, Q., & Xie, H. (2019). "Ship accident consequences and contributing factors analyses using ship accident investigation reports." *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part O: Journal of risk and reliability*, Vol.233 No.1, pp. 35-47.
- Zhang, X., & Mahadevan, S. (2021). "Bayesian network modeling of accident investigation reports for aviation safety assessment." *Reliability Engineering & System Safety*, Vol.209 No.1, p.107371.
- Zhou, Y., Fan, X., and Son, J. (2019). "How and when matter: exploring the interaction effects of high-performance work systems, employee participation, and human capital on organizational innovation." *Human Resource Management*, Vol. 58 No. 3, pp. 1-16.
- Zhu, Y., Tian, D., & Yan, F. (2020). "Effectiveness of entropy weight method in decision-making." *Mathematical Problems in Engineering*, Vol.1 No. 2, pp.1-5.
- Ziv, N. (2018). "Enrichment of functional analysis for the construction sector by the integration of systems engineering and constructibility: application to the multifunctional metro." Doctoral dissertation, Université Paris-Est.
- Zulqarnain, R. M., Saeed, M., Ahmad, N., Dayan, F., & Ahmad, B. (2020). "Application of TOPSIS method for decision making." *International Journal of Scientific Research in Mathematical and Statistical Sciences*, Vol.7 No.2, pp.76-81.
- Zwetsloot, G., Leka, S., Kines, P., & Jain, A. (2020). "Vision zero: Developing proactive leading indicators for safety, health and wellbeing at work." *Safety Science*, Vol.130 No.1, p.104890.



# *Annexes*

## Annexe 1 – Logiciel Gephi 0.10.1

### 1- Présentation sommaire du logiciel

Gephi est un logiciel libre et open source de visualisation et d'analyse de données. Il permet aux utilisateurs d'explorer et d'analyser des réseaux et des graphes. Il est conçu pour aider les utilisateurs à mieux comprendre leurs données et à trouver des relations cachées et des motifs à l'intérieur des données. Ce logiciel est une plateforme puissante qui peut être utilisée pour toutes sortes d'analyses, y compris le clustering, la détection de communautés, le filtrage, le balisage et la navigation. Gephi est disponible pour plusieurs plates-formes, y compris Windows, Mac et Linux. La version 0.10.1 de Gephi est la plus récente et a été mise à jour en mars 2019. Elle comprend un certain nombre d'améliorations et de nouvelles fonctionnalités par rapport aux versions précédentes.

L'interface de Gephi 0.10.1 (figure 1) se compose de trois principales parties : l'interface de navigation, la zone de travail et la barre d'outils.

- L'interface de navigation comprend des onglets qui permettent aux utilisateurs d'ouvrir des fichiers, d'enregistrer des fichiers et de modifier les paramètres de l'application. La zone de travail affiche la visualisation des données sous forme de graphique et comprend un panneau de contrôle avec des options de filtrage et un panneau des propriétés qui affiche les informations. La barre d'outils fournit des outils supplémentaires pour l'analyse des données, tels que des algorithmes de recherche et de regroupement, des outils de calcul de centralité et des outils de visualisation ;
- L'interface de Gephi 0.10.1 comprend également des onglets spécifiques pour le classement et la partition des données, la spatialisation des données, le filtrage et la prévisualisation des données, et l'affichage des données. Ces onglets fournissent aux utilisateurs des outils pour classer, filtrer et modifier leurs données et leurs visualisations.

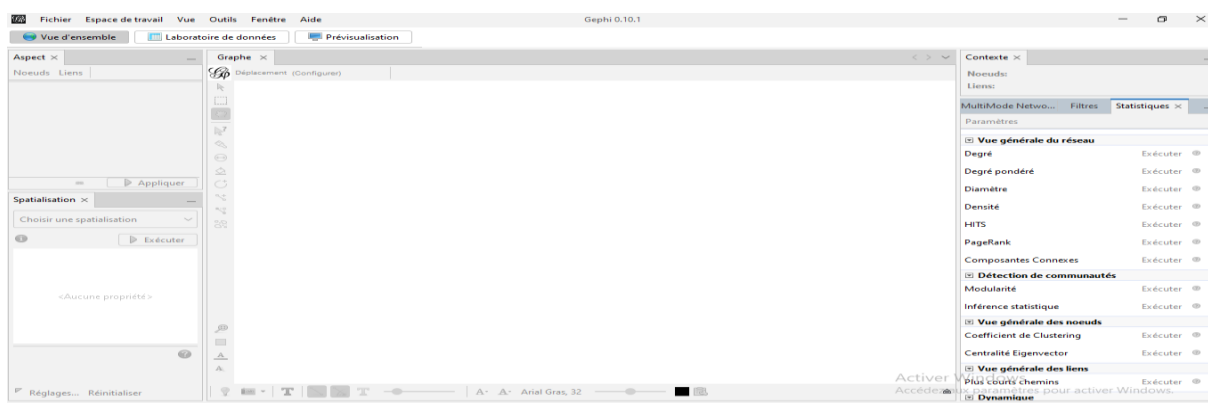


Figure 1- L'interface de logiciel Gephi 0.10.1

## 2- Présentation de l'algorithme HITS

HITS est l'un des algorithmes de clustering disponibles dans Gephi 0.10.1. L'algorithme est basé sur le concept de "hubs" et d'"authorities". Les hubs sont des nœuds qui se connectent à de nombreux autres nœuds et les autorités sont des nœuds qui sont connectés à des hubs. L'algorithme HITS calcule un score pour chaque nœud qui reflète sa capacité à être un hub ou une autorité. Plus le score d'un nœud est élevé, plus il est considéré comme un hub ou une autorité. L'algorithme HITS peut être utilisé pour déterminer la centralité des nœuds dans un réseau et pour identifier des communautés.

L'illustration présentée ci-dessus montre comment utiliser l'algorithme HITS dans l'interface de Gephi (figure 2).

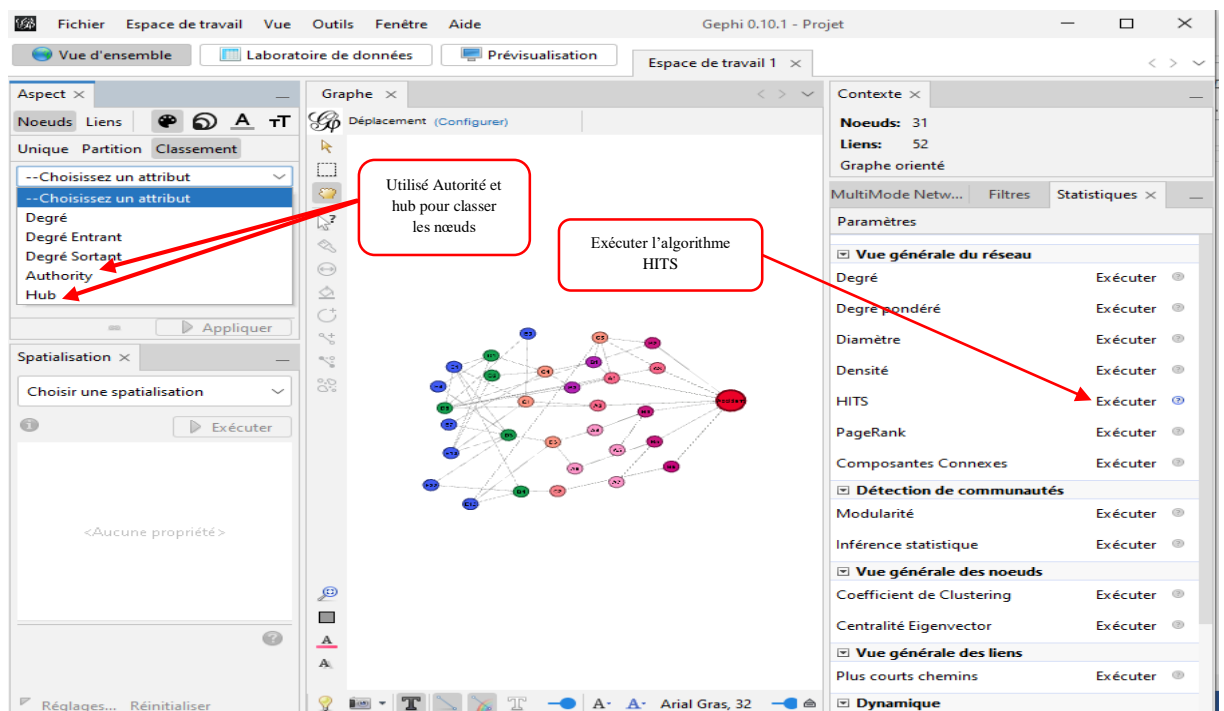


Figure 2- Présentation de l'algorithme HITS dans l'interface de Gephi

## 3- Présentation de l'algorithme Communauté

L'algorithme Communauté est l'un des algorithmes de clustering disponibles dans Gephi 0.10.1. L'algorithme est basé sur le concept de modularité, qui mesure la densité des liens entre les nœuds d'un réseau. L'algorithme calcule un score de modularité pour chaque nœud et génère des groupes de nœuds qui sont liés entre eux. Les groupes sont appelés communautés. L'algorithme Communauté peut être utilisé pour identifier les communautés dans un réseau et pour déterminer la centralité des nœuds.

La figure ci-dessus montre comment utiliser l'algorithme Communauté dans l'interface de Gephi (figure 3).

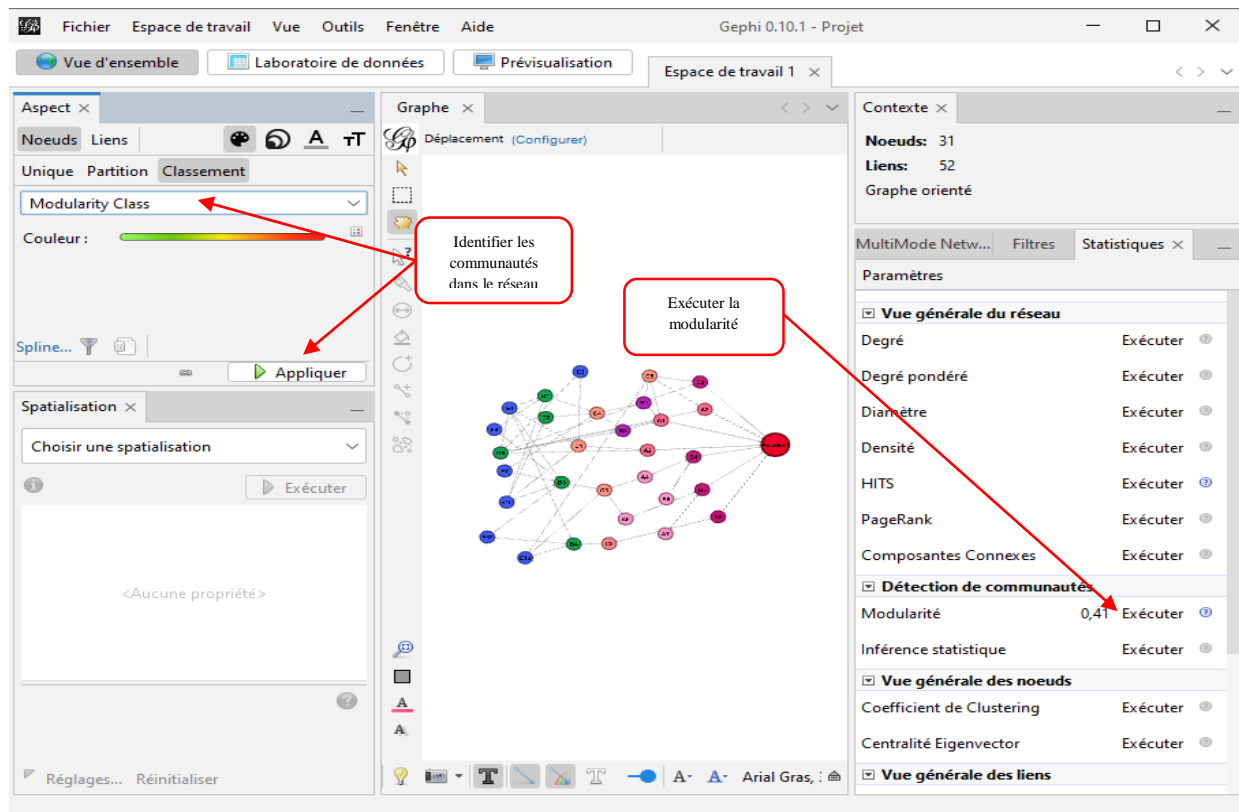


Figure 3- Présentation de de l’algorithme Communauté dans l’interface de Gephi

## Annexe 2 – Questionnaire sur le fonctionnement des CPHS

Le but du présent questionnaire est l'évaluation de l'efficacité du fonctionnement de la CPHS, mais également l'identification des causes racines de l'incohérence entre les résultats observés et les objectifs auxquels devraient répondre la CPHS. Nous garantissons que vos réponses seront traitées en toute confidentialité et resteront anonymes. De même, nous nous engageons également à vous tenir au courant des résultats de l'enquête une fois toutes les réponses sont collectées.

<b>A</b>	<b>Informations générales</b>
A.1	Quel est le secteur d'activité de votre entreprise ? .....
A.2	Quelle est votre entreprise? .....
A.3	Quel est le secteur juridique de votre entreprise ? <input type="checkbox"/> Privé <input type="checkbox"/> Public
A.4	Dans quelle wilaya se situe votre entreprise ? .....
A.5	Quel est l'effectif de votre entreprise ? <input type="text"/>
A.6	S'agit-il d'entreprise ou d'unité ? <input type="checkbox"/> Entreprise <input type="checkbox"/> Unité
A.7	Etes-vous ? <input type="checkbox"/> Membre de la CPHS <input type="checkbox"/> Médecin du travail <input type="checkbox"/> Expert <input type="checkbox"/> Ancien membre de la CPHS <input type="checkbox"/> Spécialiste en H&S
<b>B</b>	<b>Évaluation des obligations légales</b>
B.1	Votre CPHS d'entreprise coordonne et dirige-t-elle les activités des CPHS d'unités ? <input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Rarement <input type="checkbox"/> Parfois <input type="checkbox"/> Généralement <input type="checkbox"/> Toujours
B.2	Votre CPHS d'entreprise participe-t-elle à l'élaboration de la politique générale de la direction en matière d'hygiène et de sécurité ? <input type="checkbox"/> Ni informée ni impliquée <input type="checkbox"/> Informée mais ne participe pas <input type="checkbox"/> Très peu impliquée <input type="checkbox"/> Participe partiellement <input type="checkbox"/> Participe pleinement
B.3	Votre CPHS d'entreprise examine et/ou participe-t-elle à l'élaboration des programmes annuels et pluriannuels de prévention des risques professionnels établis par la direction ? <input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Rarement <input type="checkbox"/> Parfois <input type="checkbox"/> Généralement <input type="checkbox"/> Toujours
B.4	Votre CPHS d'entreprise participe-t-elle au suivi et au contrôle des programmes annuels et pluriannuels de prévention des risques professionnels établis par la direction ? <input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Rarement <input type="checkbox"/> Parfois <input type="checkbox"/> Généralement <input type="checkbox"/> Toujours
B.5	Votre CPHS assure-t-elle la mise en œuvre des exigences législatives et réglementaires en vigueur dans le domaine d'hygiène et de sécurité ? <input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Rarement <input type="checkbox"/> Parfois <input type="checkbox"/> Généralement <input type="checkbox"/> Toujours
B.6	Votre CPHS respecte-t-elle le règlement intérieur pour son fonctionnement ? <input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Rarement <input type="checkbox"/> Parfois <input type="checkbox"/> Généralement <input type="checkbox"/> Toujours
B.7	Votre CPHS propose-t-elle des améliorations nécessaires sur le lieu de travail (méthodes et procédés de travail, aménagement du poste, choix et adaptation des outils et équipement de travail...) ? <input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Rarement <input type="checkbox"/> Parfois <input type="checkbox"/> Généralement <input type="checkbox"/> Toujours
B.8	Comment est désignée votre CPHS ? <input type="checkbox"/> Désignés par la direction <input type="checkbox"/> Elus par les travailleurs <input type="checkbox"/> La plupart sont des représentants des travailleurs <input type="checkbox"/> La plupart sont des représentants de la direction <input type="checkbox"/> La moitié d'entre eux sont des représentants de la direction et l'autre moitié sont des représentants des travailleurs.
A.8	Depuis combien de temps la CPHS existe- elle dans votre entreprise ? <input type="checkbox"/> Moins de 1 an <input type="checkbox"/> De 1 à 5 ans <input type="checkbox"/> De 6 à 10 ans <input type="checkbox"/> Plus de 10 ans <input type="checkbox"/> N'existe pas
<b>C</b>	<b>Évaluation de la performance de la CPHS</b>
<b>C.1</b>	<b>Accessibilité</b>
C.1.1	Est-ce-que les travailleurs prennent contact avec les membres de votre CPHS pour obtenir des conseils sur les questions d'H&S ? <input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Rarement <input type="checkbox"/> Parfois <input type="checkbox"/> Généralement <input type="checkbox"/> Toujours

<b>C.2</b>	<b>Représentation</b>
<b>C.2.1</b>	Les membres de votre CPHS assistent-ils aux réunions ? <input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Rarement <input type="checkbox"/> Parfois <input type="checkbox"/> Généralement <input type="checkbox"/> Toujours
<b>C.2.2</b>	Les membres de votre CPHS s'impliquent-ils aux réunions ? <input type="checkbox"/> Seulement quelques membres s'impliquent <input type="checkbox"/> Faible implication <input type="checkbox"/> La plupart s'impliquent <input type="checkbox"/> D'environ la moitié s'implique <input type="checkbox"/> Tous les membres s'impliquent
<b>C.3</b>	<b>Engagement</b>
<b>C.3.1</b>	Les membres de la CPHS engagement-ils en faveur de l'H&S ? <input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Rarement <input type="checkbox"/> Parfois <input type="checkbox"/> Généralement <input type="checkbox"/> Toujours
<b>C.4</b>	<b>La communication avec le personnel</b>
<b>C.4.1</b>	Votre CPHS communique-t-elle des informations sur l'H&S aux membres du personnel (par exemple, rapports et statistiques sur les accidents, les blessures et les maladies) ? <input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Rarement <input type="checkbox"/> Parfois <input type="checkbox"/> Généralement <input type="checkbox"/> Toujours
<b>C.4.2</b>	Votre CPHS assure-t-elle l'affichage et la distribution des procès-verbaux des réunions ? <input type="checkbox"/> Ni affichés, ni distribués <input type="checkbox"/> Affichés en un seul endroit et ne sont pas distribués <input type="checkbox"/> Affichés en un seul endroit et distribués qu'aux cadres supérieurs <input type="checkbox"/> Affichés en plusieurs endroits et distribués qu'à la haute direction <input type="checkbox"/> Affichés en plusieurs endroits et distribués à tous les niveaux de gestion
<b>C.5</b>	<b>Soutien et ressources</b>
<b>C.5.1</b>	Comment les membres de votre CPHS préparent-ils les réunions ? <input type="checkbox"/> Les membres n'ont pas le temps de préparer et d'assister <input type="checkbox"/> Du temps est prévu pour assister <input type="checkbox"/> Du temps est prévu pour se préparer et assister <input type="checkbox"/> Du temps est prévu pour se préparer, assister et mener à bien certaines activités de la commission <input type="checkbox"/> Du temps est prévu pour se préparer, assister et mener à bien toutes les activités de la commission.
<b>C.5.2</b>	Des experts en H&S sont-ils disponibles pour les réunions de votre CPHS en cas de besoin ? <input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Rarement <input type="checkbox"/> Parfois <input type="checkbox"/> Généralement <input type="checkbox"/> Toujours
<b>C.5.3</b>	Le médecin du travail participe-t-il aux travaux de votre CPHS en tant que conseiller ? <input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Rarement <input type="checkbox"/> Parfois <input type="checkbox"/> Généralement <input type="checkbox"/> Toujours
<b>C.5.4</b>	Votre CPHS reçoit-elle de la part de la direction les informations ainsi que les moyens matériels nécessaires à l'exercice de sa mission ? <input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Rarement <input type="checkbox"/> Parfois <input type="checkbox"/> Généralement <input type="checkbox"/> Toujours
<b>C.6</b>	<b>Des recommandations écrites</b>
<b>C.6.1</b>	La direction répond-t-elle aux recommandations de la CPHS ? <input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Rarement <input type="checkbox"/> Parfois <input type="checkbox"/> Généralement <input type="checkbox"/> Toujours
<b>C.7</b>	<b>Éducation et formation</b>
<b>C.7.1</b>	Quel est le nombre de personnes qui sont membres de la CPHS et qui ont reçus une formation de base sur les risques en H&S ? <input type="checkbox"/> Aucun membre <input type="checkbox"/> Un seul membre <input type="checkbox"/> Deux membres <input type="checkbox"/> Plus de deux (dont un travailleur et un cadre) <input type="checkbox"/> Tous les membres
<b>C.7.2</b>	Les membres de la CPHS reçoivent-ils des formations sur les inspections sur le lieu de travail, les refus de travailler, les enquêtes sur les accidents ? <input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Rarement <input type="checkbox"/> Parfois <input type="checkbox"/> Généralement <input type="checkbox"/> Toujours
<b>C.8</b>	<b>Mandat et objectifs</b>
<b>C.8.1</b>	Votre CPHS a-t-elle des objectifs définis et régulièrement renouvelés ? <input type="checkbox"/> Des objectifs vagues <input type="checkbox"/> Les objectifs ne sont pas régulièrement renouvelés <input type="checkbox"/> Objectifs renouvelés régulièrement, certains membres contribuent activement au renouvellement <input type="checkbox"/> Objectifs renouvelés régulièrement, tous les membres contribuent activement au renouvellement.
<b>C.8.2</b>	Comment sont préparées les réunions de votre CPHS ? <input type="checkbox"/> Sans aucun ordre du jour <input type="checkbox"/> Ordre du jour présenté uniquement lors de la réunion <input type="checkbox"/> Ordre du jour distribué peu de temps avant la réunion <input type="checkbox"/> Ordre du jour distribué bien avant la réunion <input type="checkbox"/> Ordre du jour distribué bien avant la réunion et les membres sont invités à proposer des points à l'ordre du jour.

C.8.3	<p>Votre CPHS assure-t-elle l'élaboration et la distribution du rapport annuel d'activité ?</p> <p><input type="checkbox"/> Aucun rapport annuel d'activité <input type="checkbox"/> Établi et distribué qu'à la direction</p> <p><input type="checkbox"/> Établi et n'est pas distribué (archivé au sein de la CPHS)</p> <p><input type="checkbox"/> Établi et distribué à l'inspecteur de travail territorialement compétent</p> <p><input type="checkbox"/> Établi et distribué au responsable de la direction et à l'inspecteur du travail territorialement compétent.</p>
C.8.4	<p>Les PV et les rapports établis par votre CPHS sont-ils consignés sur le registre d'hygiène de sécurité et de médecine de travail ?</p> <p><input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Rarement <input type="checkbox"/> Parfois <input type="checkbox"/> Généralement <input type="checkbox"/> Toujours</p>
C.9	<b>Activités de la CPHS</b>
C.9.1	<p>Les membres de la CPHS procèdent-ils à l'inspection des lieux de travail ?</p> <p><input type="checkbox"/> Non</p> <p><input type="checkbox"/> Irrégulière</p> <p><input type="checkbox"/> Irrégulière, seulement en cas d'occurrence d'accidents/incidents dans un poste donné</p> <p><input type="checkbox"/> Régulière, les membres de la CPHS sont occasionnellement en contact avec les travailleurs et font la promotion de la H&amp;S</p> <p><input type="checkbox"/> Régulière, les membres de la CPHS sont toujours en contact avec les travailleurs et encouragent la H&amp;S.</p>
C.9.2	<p>Votre CPHS est-elle associée à toute enquête menée à l'occasion de chaque accident du travail ou de chaque maladie professionnelle ?</p> <p><input type="checkbox"/> N'est pas informée et ne participe pas</p> <p><input type="checkbox"/> Informée du résultat des enquêtes, mais ne participe pas à l'enquête</p> <p><input type="checkbox"/> Peu impliquée</p> <p><input type="checkbox"/> Participe partiellement</p> <p><input type="checkbox"/> Participe pleinement.</p>
C.9.3	<p>Votre CPHS établie-t-elle des statistiques sur les accidents de travail et les maladies professionnelles au niveau de l'entreprise ?</p> <p><input type="checkbox"/> Jamais <input type="checkbox"/> Rarement <input type="checkbox"/> Parfois <input type="checkbox"/> Généralement <input type="checkbox"/> Toujours</p>
C.9.4	<p>Votre commission participe-elle à la gestion des refus de travailler* ?</p> <p><input type="checkbox"/> Ni informée ni impliquée</p> <p><input type="checkbox"/> Informée mais ne participée pas</p> <p><input type="checkbox"/> Très peu impliquée</p> <p><input type="checkbox"/> Participe partiellement</p> <p><input type="checkbox"/> Participe pleinement</p> <p><i>* On parle de refus de travail lorsqu'un travailleur refuse d'effectuer un travail particulier lorsqu'il a des raisons de croire que le travail ou le lieu de travail est susceptible de le mettre en danger ou de mettre en danger un autre travailleur.</i></p>
C.9.5	<p>La direction partage-t-elle des rapports avec la CPHS et la consulte sur les questions de H&amp;S (par exemples, enquêtes sur les accidents ou les refus de travailler, statistiques de la CNAS, rapports sur la santé au travail) ?</p> <p><input type="checkbox"/> Ne partage pas et ne consulte pas</p> <p><input type="checkbox"/> Partage mais ne consulte jamais</p> <p><input type="checkbox"/> Partage et consulte la CPHS uniquement sur certains aspects santé sécurité au travail</p> <p><input type="checkbox"/> Consulte irrégulièrement la CPHS sur l'élaboration de programmes, de politiques et de formations en H&amp;S</p> <p><input type="checkbox"/> Consulte régulièrement la CPHS sur l'élaboration de programmes, de politiques et de formations en H&amp;S</p>
C.10	<b>Visibilité &amp; leadership</b>
C.10.1	<p>Les activités de votre CPHS contribuent-elles à la promotion et l'atteinte des objectifs H&amp;S de manière ? <input type="checkbox"/> Très faible <input type="checkbox"/> Faible <input type="checkbox"/> Moyenne <input type="checkbox"/> Bien <input type="checkbox"/> Très bien</p>
C.10.2	<p>Les membres de votre CPHS sont-ils connus et perçus par les travailleurs en tant qu'acteurs en H&amp;S ?</p> <p><input type="checkbox"/> Aucune connaissance</p> <p><input type="checkbox"/> Les membres sont perçus comme des acteurs très faiblement efficaces</p> <p><input type="checkbox"/> Les membres sont perçus comme des acteurs faiblement efficaces</p>

- les membres sont perçus comme des acteurs bien efficaces
- les membres sont perçus comme des acteurs très efficaces, les travailleurs sont motivés par les membres de la CPHS

Sur la base de votre évaluation, veuillez identifier **les principales priorités** pour améliorer l'efficacité de votre CPHS :

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

## Annexe 3 – Logiciel FMV

### Présentation de logiciel FMV (FRAM MODEL VISUALISER)

Logiciel FMV est un outil informatique développé pour faciliter l'analyse de la méthode d'analyse de résonance fonctionnelle (FRAM) en permettant aux utilisateurs de modéliser graphiquement les différents éléments d'un système et de visualiser les relations entre eux. Les utilisateurs peuvent également utiliser le logiciel pour simuler différents scénarios opérationnels et évaluer les risques associés à chaque scénario.

La FMV est installée et exécutée à l'aide d'Adobe Air, qui peut être téléchargé à partir du site Web d'Adobe <http://get.adobe.com/air>.

L'interface utilisateur du logiciel FMV est composée de plusieurs éléments clés, tels que la barre de menu qui donne accès à toutes les fonctionnalités, la barre d'outils qui offre des outils couramment utilisés, la zone de dessin où les utilisateurs peuvent créer et modifier les modèles, le panneau de propriétés qui affiche les propriétés du nœud ou de la liaison sélectionnée, et la barre d'état qui affiche des informations sur l'état du logiciel. Dans l'ensemble, l'interface est conçue pour être simple et intuitive afin de permettre aux utilisateurs de se concentrer sur l'analyse des systèmes plutôt que sur la compréhension de l'interface elle-même (figure 1).

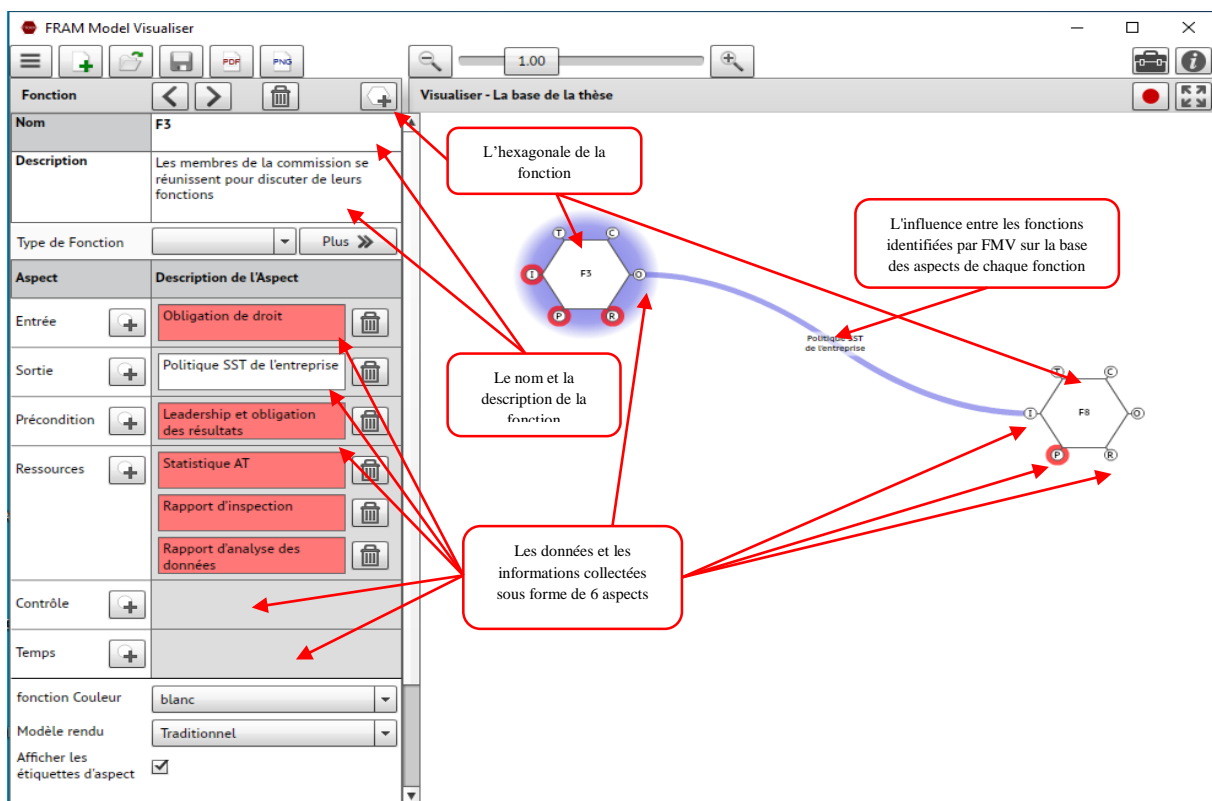


Figure 1- Représentation de logiciel FMV

## Annexe 4 – Evaluation des fonctions de maintenance des moyens de transport de matières dangereuses

### 1. Introduction

Le transport de matières dangereuses (TMD) est indispensable en raison de l'importance de ces matières dans la vie humaine (Rigaud *et al.*, 2020). En effet, chaque jour des milliers de tonnes de matières dangereuses voyagent par différents modes de transport (Batarliene, 2020) : routier, ferroviaire, maritime, fluvial ou aérien.

Parmi ces différents modes, le transport routier est le plus dangereux. On parle, alors, du risque transport terrestre de matières dangereuses qui a souvent des conséquences désastreuses pour la population et l'environnement ; car, les routes traversent souvent des zones peuplées, en particulier dans les pays en développement (Batarliene, 2020; Fabiano *et al.*, 2005). Ce risque TMD se manifeste par ((Ebrahimi and Milos, 2018) : l'incendie, l'explosion, la fuite d'un liquide polluant ou la formation d'un nuage toxique. Ses conséquences sont d'ordres multiples : humaines, économiques et environnementales.

La maîtrise du risque TMD requiert l'usage des stratégies et d'outils appropriés (Conca *et al.*, 2016). L'accent est souvent mis sur l'atténuation de conséquences négatives des transports (Ebrahimi and Milos, 2018) ainsi que sur la gestion et la réduction des facteurs de risques (Batarliene, 2020). Dans ce contexte, Benomar (2010) souligne que les sources de danger dans le TMD sont nombreuses et variées, et les causes peuvent être techniques, humaines et organisationnelles.

À propos des causes techniques, des auteurs (Okoh and Haugen, 2014; Peignier, 2010 ; Yang *et al.*, 2010 ; Oggero *et al.*, 2006) confirment que la mauvaise maintenance est parmi les principales causes d'accidents de TMD. Plus précisément, Gallab *et al.*, (2019) confirment que la maintenance est une activité indispensable au sein d'une entreprise. Ce constat est confirmé par la littérature qui accorde une grande importance à la maintenance en raison de son rôle crucial pour la prévention des accidents routiers ; car, l'objectif de la maintenance est d'assurer le fonctionnement du système industriel et de maintenir l'équipement dans un état satisfaisant pour exécuter les fonctions prévues (Gallab *et al.*, 2019). C'est pour cette raison que la maintenance est devenue une obligation réglementaire dans la plupart des pays du monde et que ses fonctions sont prévues par les textes législatifs et réglementaires.

La maintenance est beaucoup plus une politique, un ensemble de fonctions et non pas un simple entretien (Bouzouada, 2021). Ainsi, le succès de la maintenance dépend de la bonne exécution de ses fonctions et de la mobilisation de tous les acteurs en charge de ces fonctions. A ce propos, la norme de l'Association Française de la Normalisation (AFNOR) NF\_X60000 décrit cinq fonctions de la maintenance (Addoun, 2015) : étude, préparation, ordonnancement, réalisation et gestion. Donc, une mauvaise maintenance s'explique par des erreurs dans ces fonctions de maintenance. De ce fait, il semble utile de mettre en évidence ces fonctions afin de trouver des solutions pour une bonne maintenance. D'où la nécessité de son évaluation fonctionnelle où des auteurs (Lee *et al.*, 2018 ; Patriarca *et al.*, 2017; Anvarifar *et al.*, 2017) confirment l'importance de l'usage de la méthode d'analyse par résonance fonctionnelle (FRAM). A ce propos, Hollnagel (2017) a soutenu cette méthode par des guides et un logiciel

qui lui permettent de mener à bien une évaluation pertinente et exhaustive de toutes les fonctions.

Cette étude a pour objectif de confirmer la pertinence de la méthode FRAM pour l'analyse des fonctions de maintenance d'une section de TMD de l'entreprise NAFTAL. S'intégrant dans ce contexte, la suite de cette étude est structurée comme suit : dans la section suivante (deuxième section), nous présentons la méthode FRAM, la section trois sera consacrée à l'application de FRAM sur les fonctions de maintenance des moyens de TMD en vue d'illustrer sa pertinence et son exhaustivité. Les sections 4 et 5 sont réservées à la présentation des résultats obtenus ainsi que à leurs discussions. Enfin, dans la dernière section nous concluons en présentant les apports de la méthode FRAM et dégageons les perspectives envisageables.

## 2. Rappel succinct de FRAM

FRAM est une méthode proposée par [Hollnagel \(2017\)](#). Elle est basée sur quatre principes : (i) l'équivalence des succès et des échecs, (ii) les ajustements approximatifs, (iii) le principe de l'émergence et (iv) la résonance fonctionnelle.

Cette méthode, qui permet de représenter les relations complexes entre les composants fonctionnels des systèmes sociotechniques, a suscité ces derniers temps un grand intérêt de la part des chercheurs en raison de son rôle efficace dans l'évaluation fonctionnelle ([Lee et al., 2018](#) ; [Patriarca et al., 2017b](#); [Anvarifar et al., 2017](#)).

Une description détaillée de FRAM est fournie par le Guide de l'utilisation de FRAM ([Hollnagel, 2021](#)). FRAM est implémenté en quatre étapes :

- Définition et description détaillée de toutes les fonctions du système selon six aspects ;
- Caractérisation de la variabilité des performances où il est question de décrire chaque fonction avec la variabilité des performances potentielles et réelles. Ce processus de caractérisation se déroule en deux temps : une classification des fonctions (humaine, organisationnelle, technique) et une analyse du temps et la précision de chaque fonction ;
- Recherche de la résonance fonctionnelle en déterminant le potentiel de résonance fonctionnelle en fonction des couplages entre les fonctions en tenant compte de leur variabilité potentielle/réelle ;
- Variabilité des performances où l'on identifie les stratégies appropriées (élimination, prévention, protection et facilitation) pour faire face à d'éventuelles occurrences de variabilité incontrôlée des performances.

Pour compléter la description de cette méthode et afin de mieux mettre en valeur ses apports quant à l'évaluation fonctionnelle, nous l'avons appliquée à un service de maintenance relatif aux moyens de TMD.

## 3. Application de FRAM pour l'évaluation fonctionnelle de la maintenance des moyens de TMD

Pour rappel, le TMD ne concerne pas que les produits hautement toxiques, explosifs ou polluants. Il concerne également tous les produits dont nous avons régulièrement besoin

comme les carburants. C'est pour cette raison que dans la suite de cette étude, nous nous focalisons sur les produits pétroliers considérés comme TMD où la maintenance de leurs moyens de transport est primordiale pour la prévention des accidents TMD.

S'intégrant dans ce contexte, nous nous sommes intéressés aux moyens de transport des produits pétroliers de l'entreprise nationale NAFTAL qu'est une société par actions (SPA) dont sa principale mission réside dans la distribution et la commercialisation des produits pétroliers et dérivés sur le marché national.

La distribution de ces produits par voie routière aux multiples centres de stockage et par la suite aux différentes stations nécessite la mobilisation d'une flotte importante de camionneurs (moyens de locomotion). En conséquence, ce mode de TMD est le plus exposé au risque TMD. Certes ces moyens sont dotés de mesures de sécurité tels que : les extincteurs à bord de ces engins, limiteurs de vitesses et ralentisseurs (freinage d'endurance). De plus, des documents des consignes de transport et de sécurité se trouvent obligatoirement à bord de ces engins. En plus de ces moyens de sécurité, ces engins doivent faire l'objet d'une politique de maintenance rigoureuse. Car, l'état de ces engins est la cause la plus prépondérante du risque TMD où 72% des accidents de TMD mettent en cause des camions citernes. C'est pour cette raison que la maintenance préventive est essentielle ; car, elle permet de mieux éviter les défaillances et de mieux se préparer à ces événements indésirables lorsqu'ils surviennent.

Partant de ce qui précède, nous nous sommes intéressés dans la suite de cette étude à une évaluation aussi fine que possible de la fonction maintenance au sein d'une filiale de NAFTAL située en Est de l'Algérie et plus précisément à sa section « matériel roulant » qui touche les moyens chargés de TMD. D'où l'utilité de la méthode FRAM pour mener à bien ce type d'évaluation.

Pour rappel, cette section a un rôle à la fois préventif et curatif soutenu par un programme centré sur l'optimisation du bon fonctionnement de la flotte roulante afin d'assurer le meilleur cheminement des différents produits pétroliers aux différents destinataires. Ainsi, une analyse de l'existant nous a permis de retenir, en plus des cinq fonctions recommandées par la norme NF\_X60000 (étude, préparation, ordonnancement, réalisation et gestion), une sixième fonction centrée sur le « suivi » de ces moyens de TMD.

#### **4. Résultats**

Dans cette étude, nous nous sommes focalisés sur les étapes 1, 2 et 3 de la méthode FRAM où nous avons utilisé le logiciel FRAM Model Visualizer<sup>50</sup> pour créer un réseau FRAM pour le service de maintenance (figure 1).

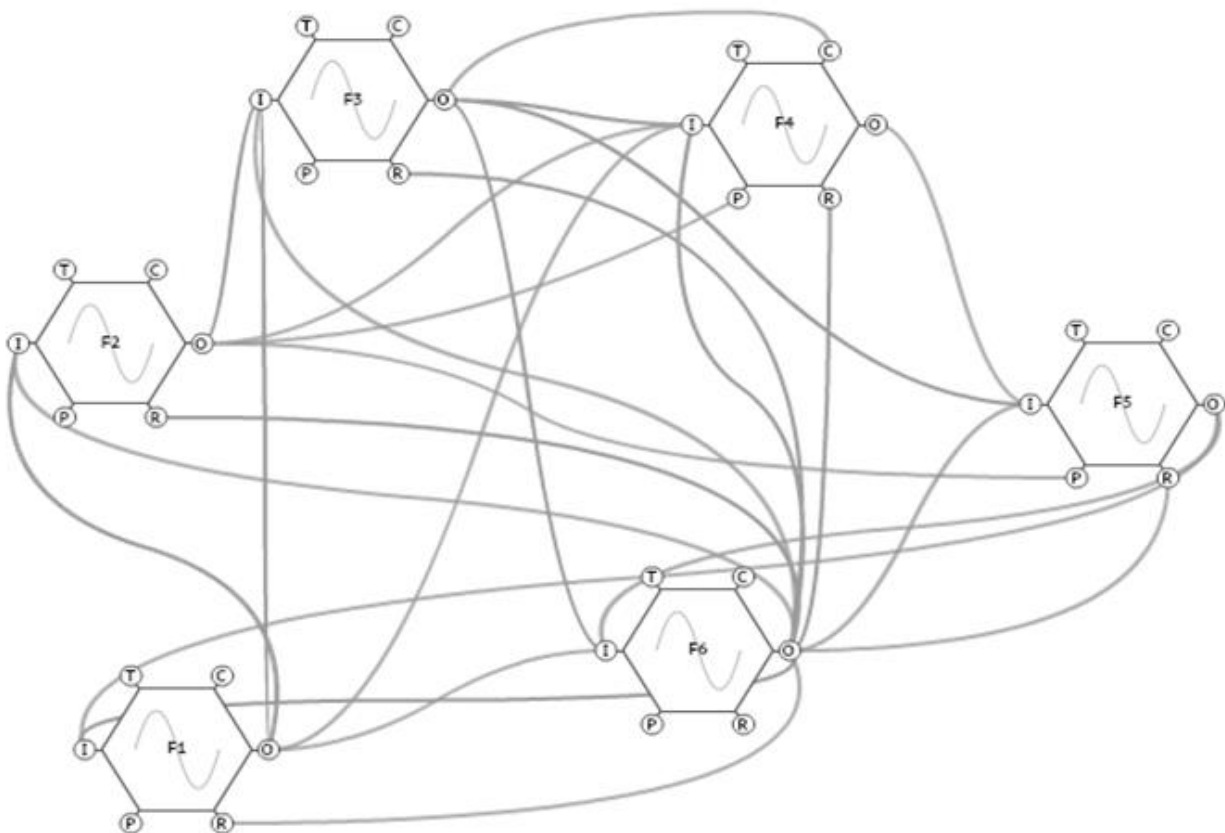
Les résultats de l'évaluation des fonctions de la section « matériel roulant » de la filiale de NAFTAL étudiée sont présentés ci-après.

---

<sup>50</sup> Disponible sur : <http://functionalresonance.com/FMV/index.html>

**Tableau 1-** Description des fonctions de la maintenance (*étape 1 de FRAM*).

<i>Fonctions de la maintenance</i>	<i>Description</i>
F1 = Etude	Choisir les moyens et outils adaptés pour mener à bien les travaux de maintenance.
F2 = Préparation	Toutes les conditions nécessaires à la bonne réalisation d'une intervention de maintenance seront ainsi prévues, définies et caractérisées.
F3 = Ordonnancement / planification	Planifier les entretiens des véhicules.
F4 = Réalisation	Réaliser les travaux de maintenance.
F5 = Suivi	Suivre l'état quotidien du parc automobile Contrôler les travaux réalisés et alimenter les bases de données.
F6 = Gestion	Assurer la gestion des équipements, la gestion des interventions, la gestion des stocks, la gestion des ressources humaines et la gestion du budget.

**Figure 1 -** Réseau FRAM des fonctions de la maintenance (*étape 3 de FRAM*).

**Tableau 2-** Descriptions fonctionnelles avec six aspects (*étape 1 de FRAM*)

<i>Fonction</i>	<i>Entrée (I)</i>	<i>Sortie (O)</i>	<i>Condition préalable(P)</i>	<i>Resource (R)</i>	<i>Control (C)</i>	<i>Temps (T)</i>
F1	Réglementation de la maintenance Local approprié et adapté (parc) Les équipements Les objectifs de la direction La base des données Ressource financières	La politique de maintenance Les ressources nécessaires en moyens logistique Des consignes de sécurité Des actions de maintenance corrective et préventive	Ingénieur études de maintenance	Matériel requis	Réglementation de la maintenance La direction	1-2 semaine
F2	La politique de maintenance Les ressources nécessaires en moyens logistique Des consignes de sécurité Des actions de maintenance corrective et préventive Ressources humaines Ressource financières	L'équipe de maintenance Les conducteurs Les fiches et gammes d'instructions pour le personnel Les outils, dispositifs, instruments et appareils requis pour chaque intervention Le temps d'exécution Les pièces et consommables à prévoir.	Préparateur	La base des données Outils organisationnels Des moyens de communication appropriés Formation requise/ formation continue.	Réglementation de la maintenance La direction	1-2 semaine
F3	La politique de maintenance Les ressources nécessaires en moyens logistique Des consignes de sécurité Des actions de maintenance corrective et préventive L'équipe de maintenance Les conducteurs Les fiches et gammes d'instructions pour le personnel les outils, dispositifs, instruments et appareils requis pour chaque intervention Le temps d'exécution Les pièces et consommables à prévoir Ressource financières	Plan de maintenance Planning maintenance	L'équipe de maintenance	Outils organisationnels Des moyens de communication appropriés	Réglementation de la maintenance La direction	Quelques jours
F4	Plan de maintenance Planning maintenance L'équipe de maintenance La politique de maintenance Carnet d'entretien qui capitalise les opérations effectuées et celles planifiées Ressource financières	Les interventions préventives ou correctives	L'équipe de maintenance Des consignes de sécurité La préparation des véhicules (diagnostic...)	Des moyens de communication appropriés Un spécialiste approprié Formation requise/ formation continue	Planning maintenance	Quotidien, hebdomadaire, mensuel

*Annexes*



F5	Plan de maintenance Planning maintenance Réglementation de la maintenance Véhicules Préconisations des constructeurs Observations suite à l'utilisation Interventions préventives ou correctives Carnet d'entretien qui capitalise les opérations effectuées et celles planifiées Ressource financières	Fiche de suivi des véhicules Fiche de suivi des interventions Les écarts entre prévisions et réalisation La base des données	L'équipe de maintenance	Des moyens de communication appropriés Formation requise/ formation continue	Planning maintenance.	Quotidien, hebdomadaire, mensuel
F6	La politique de maintenance Plan de maintenance Planning maintenance	Des moyens de communication appropriés Analyser les écarts entre prévisions et réalisation Ressources humaines Formation requise/ formation continue Local approprié et adapté (parc) Matériel requis Disponibilité des pièces de rechange Ressource financières Carnet d'entretien qui capitalise les opérations effectuées et celles planifiées Outils organisationnels Outils informatiques	Equipe de gestion	Outils informatiques	Réglementation de la maintenance La direction	Quotidien

**Tableau 3** - Caractérisation de la variabilité des fonctions (*étape 2 de FRAM*)

<i>Fonction</i>	<i>Les catégories des fonctions</i>	<i>Source de variabilité</i>	<i>La variabilité « temps »</i>	<i>La variabilité « précision »</i>	<i>Conséquence</i>
F1	Organisationnelle	externe	Trop tard	imprécis	Basse fréquence, de grande amplitude
F2	Organisationnelle	interne	Trop tard	imprécis	Basse fréquence, de grande amplitude
F3	Organisationnelle	interne	Trop tard	imprécis	Basse fréquence, de grande amplitude
F4	Humaine	interne	Trop tard	imprécis	Haute fréquence, de grande amplitude
F5	Humaine	interne	Trop tard	imprécis	Haute fréquence, de grande amplitude
F6	Organisationnelle	externe	Trop tard	imprécis	Basse fréquence, de grande amplitude

## 5. Discussions des résultats

La méthode FRAM retenue dans cette étude a permis d'évaluer les fonctions de maintenance de la section « matériel roulant » dans une filiale Naftal afin de déceler les éventuelles causes de cette mauvaise maintenance.

L'évaluation effectuée a permis de déceler les principales fonctions de maintenance en référence à la norme AFNOR NF\_X60000 qui considère cinq fonctions principales qui sont : étude, préparation, ordonnancement, réalisation et gestion. Dans notre étude, nous avons ajouté une sixième fonction « suivie » en raison de son rôle crucial dans la réussite de la maintenance des moyens de TMD. Chacune de ces six fonctions nécessite une répartition claire des responsabilités pour faciliter de bonnes interactions entre les fonctions.

Le temps et la précision sont considérés comme deux indicateurs importants pour déterminer quelles fonctions de maintenance présentent une variabilité potentielle significative des performances ? A ce propos, la variabilité des fonctions retenues (F1 à F6) est considérée comme importante. Car, ce sont des fonctions qui dépendent de l'implication des personnes. Par voie de conséquences, elles sont donc des fonctions fragiles en raison de la physiologie humaine, des changements psychologiques et de la capacité à coopérer (Hollnagel, 2021).

Par ailleurs, l'analyse de couplage montre la forte interaction entre les fonctions de maintenance où la sortie de la fonction amont relie les cinq autres aspects de la fonction aval. Par conséquent, la variabilité potentielle peut entraîner des changements dans les fonctions en aval.

Les résultats obtenus (figure 1) montrent également que l'interaction entre la dernière fonction « F6 = suivi » et les autres fonctions suscite un intérêt particulier ; car, le suivi améliore l'efficacité de la maintenance en établissant des liens bien définis entre les interventions passées, actuelles et futures et les résultats. Le suivi permet, donc, d'ajuster les autres fonctions en cas de nécessité et, par voie de conséquences, à affiner, réorienter et planifier les programmes de maintenance des moyens de TMD. Conséquemment, la fonction «suivi » est jugée la plus critique dans cette étude de la section « matériel roulant » de la filiale NAFTAL étudiée.

## 6. Conclusion

L'objectif de cette étude est de mettre en exergue l'intérêt de la méthode FRAM pour l'étude approfondie des fonctions de la maintenance d'une section d'un service d'une filiale NAFTAL. A ce propos, les résultats obtenus suite à l'application de la méthode FRAM confirme, donc, sa faisabilité ainsi que la pertinence de son application pour l'évaluation des fonctions de maintenance des moyens TMD de NAFTAL. Par ailleurs, son application à posteriori permet d'attirer l'attention des responsables de NAFTAL sur l'importance de chaque fonction de maintenance et plus particulièrement, la fonction « suivi » et son importance pour la pérennisation du programme de maintenance retenu.

Comme perspectives projetées à cette étude, nous envisagerons dans un proche futur d'affiner cette fonction de suivi en termes d'optimisation de l'usage des moyens de TMD afin de consolider l'interdépendance entre les services « maintenance » et « exploitation » de la filiale étudiée où la fonction « suivi » est l'unique fonction commune à ces deux services.

## Annexe 5 – Publication réalisée dans le cadre de la présente thèse de doctorat

The current issue and full text archive of this journal is available on Emerald Insight at:  
<http://www.emerald.com/insight/2059-4631.htm>

# Emergence of joint health and safety committees in Algerian companies: an exploratory study

Widad Bousfot, Saadia Saadi and Mebarek Djebabra  
*LRPI Laboratory of the Institute of Health and Safety, University of Babna 2, Babna, Algeria*

HSC in  
Algerian  
companies

Received 5 February 2022  
 Revised 24 April 2022  
 14 July 2022  
 Accepted 8 August 2022

### Abstract

**Purpose** – The objective of this article is to carry out an exploratory study on the emergence of health and safety committees (HSC) in Algerian companies.

**Design/methodology/approach** – The methodology chosen, governed by the systemic approach, is centered on the exploration of HSC emergence factors in companies.

**Findings** – The suggested method consists in defining hypotheses found in the literature on the emergence of HSC in order to affirm or refute them in the case of Algerian companies.

**Research limitations/implications** – Despite the fact that a good number of Algerian industrial companies were solicited, the number of respondents was limited. This limitation confirms the difficulty commonly encountered in exploratory studies by questionnaire.

**Practical implications** – The results of this exploratory study serve as a basis for the elaboration of a national action plan dedicated to HSC emergence in Algerian companies.

**Originality/value** – This is the first study conducted in Algerian companies on HSC emergence. The identification of emergence problems allows drawing up an effective action plan to solve them.

**Keywords** Emergence, Health and safety committee, Functioning Regulation, Conformity

**Paper type** Research paper

### 1. Introduction

Occupational health and safety performance (OHS-P) is considered as a major issue for companies in different activity sectors (Walters and Wadsworth, 2020; Bouhaba *et al.*, 2014). To be achieved, a simultaneous involvement of both employers and employees in the implementation of an OHS policy is required (Nichol *et al.*, 2017; MacEachen *et al.*, 2016).

In this regard, health and safety committees (HSC) are considered as the optimal solution to ensure equal and active participation of all interested parties (Addison and Teixeira, 2019). Their positive influence on OHS-P has been discussed in the scientific literature (MacEachen *et al.*, 2016; Tompa *et al.*, 2016; Yassi *et al.*, 2013). More specifically, Bouville (2019) points out that HSCs Emergence (HSC-E) in companies is associated with higher employees' well-being.

As for Addison and Teixeira (2019), they confirm that HSC-E is associated with reduced strike activities and a better quality of workplace relations. In other words, HSC-E problem is due to conflicts between its actors. The latter may be considered cognitive (confrontation of ideas) or relational.

Nevertheless, different studies that treated HSC-E problem were carried out in developed countries. The focus was set on the origins of this phenomenon (i.e. HSC-E) with an objective of controlling it. In this context, it was found that external constraints (i.e. regulatory compliance), constraining and facilitating events (i.e. Organizational and human factors) and HSC activities (i.e. HSC functioning) are at the origin of this problem (Ghahramani *et al.*, 2019; Nichol *et al.*, 2017; MacEachen *et al.*, 2016).

Nevertheless, it seems that developing countries, like Algeria, are little identified by these studies. Thus, the present article aims to study HSC-E problem in Algerian companies as a mean of improving their OHS-P. Its objective is to study the conditions in which HSC emerged.



International Journal of Health  
 Governance  
 © Emerald Publishing Limited  
 2059-4631  
 DOI: 10.1108/IJHG-05-2022-0001

# Résumés

Les accidents de travail (AT) sont une source importante de douleur et de souffrance, ainsi de perte de revenus et de productivité. En raison de leur conséquence tragique et durable sur les travailleurs, leurs familles et leurs communautés, la prévention des AT est une priorité pour tous les responsables des organisations. Pour atteindre cet objectif, il est nécessaire de déployer des politiques de prévention fondées sur des perspectives humaines, sociales, économiques et réglementaires. Afin que ces politiques soient correctement mises en œuvre, il est indispensable de les appuyer par un bon processus d'investigation des AT et une analyse approfondie des causes des accidents.

S'intégrant dans ce contexte que nous avons jugé utile de mettre l'accent sur l'investigation des AT. Plus précisément, cette thèse de doctorat a pour objet d'explorer certains outils et instances les plus importants en matière d'investigation.

A propos des outils, nous avons fait rappel sur les modèles typiques qui dominent la littérature relative à l'investigation sur les AT, et nous avons mis l'accent sur le modèle 2-4 comme étant le modèle le plus adéquat pour l'investigation des AT.

En ce qui concerne les instances de prévention des AT, nous avons fait le point sur la CPHS en raison de sa rôle cruciale dans l'investigation des AT où nous l'avons exploré en premier lieu afin de mettre en lumière les outils les plus appropriés et les facteurs qui conditionnent son bon fonctionnement.

De plus, nous avons déployés des méthodes (FRAM, TOPSIS) et des logiciels (Gephi, FMV) permettant de mener à bien l'investigation des AT.

Les résultats obtenus témoignent de l'intérêt des méthodes et outils retenus pour l'investigation des AT.

**Mots-clés :** AT, investigation des accidents de travail, modèles de causalités des accidents, modèle 2-4, CPHS.

**الملخص**-تعتبر الحوادث المهنية من اهم المصادر المسببة للألم والمعاناة، فضلاً عن فقدان الدخل والإنتاجية، بسبب تأثيرها المأساوي وطويل الأمد على العمال وأسرهم ومجتمعاتهم. ولهذا فإن الوقاية من حوادث العمل هي أولوية لمديري الهيئات والشركات.

لبلوغ هذا الهدف، من الضروري نشر سياسات وقائية تستند إلى المنظورات البشرية والاجتماعية والاقتصادية والتنظيمية.

ومن أجل ضمان تنفيذ هذه السياسات بشكل صحيح، من الضروري دعمها بمنهجية جيدة للتحقيق في حوادث العمل وتحليل معمق ومفصل للأسباب التي تؤدي الى هذه الحوادث.

من خلال الاندماج في هذا السياق، اعتبرنا أنه من المفيد التركيز على التحقيق في حوادث العمل وبشكل أكثر تحديداً، تهدف أطروحة الدكتوراه هذه إلى استكشاف بعض أهم الأدوات والهيئات في مجال التحقيق.

بالنسبة للأدوات، قمنا بإعادة التذكير بالنماذج التقليدية التي تهيمن على الأدبيات المتعلقة بالتحقيق في حوادث العمل، وأكدنا على النموذج 2-4 كونه النموذج الأكثر ملاءمة للتحقيق في حوادث العمل.

وفيما يتعلق بهيئات المسؤولة عن الوقاية من حوادث العمل، قمنا بالتركيز على الهيئة العامة للصحة والسلامة المهنية بسبب دورها الحاسم في التحقيق في حوادث العمل، حيث استكشفناها في المقام الأول لتسليط الضوء على الأدوات الأكثر ملاءمة والعوامل التي تؤثر في سلامة وظيفتها السليمة.

بالإضافة إلى ذلك، قمنا بتطبيق أساليب وبرامج لتنفيذ تحقيقات حوادث العمل بنجاح.

تشهد النتائج التي تم الحصول عليها على الفائدة من الأساليب والأدوات المستخدمة في التحقيق في حوادث العمل.

**الكلمات المفتاحية:** حوادث العمل، التحقيق في الحوادث المهنية، نماذج مسببات الحوادث، نموذج 2-4، لجنة الصحة والسلامة المشتركة.

**Abstract** - Occupational accidents (OA) are a major source of pain and suffering, as well as lost income and productivity. Because of their tragic and long-lasting consequences on workers, their families and their communities, the prevention of OA is a priority for all organizational leaders. To achieve this goal, it is necessary to deploy prevention policies based on human, social, economic and regulatory perspectives. In order for these policies to be correctly implemented, it is essential to support them with a good process of investigation of the OA and an in-depth analysis of the causes of the accidents.

In that context, we saw value in focusing on the OA investigation. More precisely, this thesis aims to explore some of the most important tools and instances of investigation.

Regarding the tools, we reviewed the typical models that dominate the literature on occupational accident investigation, emphasizing the 2-4 model as the most suitable for investigating occupational accidents.

As for the instances of occupational accident prevention, we focused on the JHSC due to its crucial role in accident investigation. We initially explored it to highlight the most appropriate tools and the factors that influence its proper functioning.

Furthermore, we deployed methods such as FRAM and TOPSIS, as well as software like Gephi and FMV, to successfully carry out the investigation of occupational accidents.

The findings demonstrate the value of the methods and tools used to the OA investigation.

**Keywords:** Occupational accidents, occupational accident investigation, accident causation models, 2-4 model, joint health and safety committee.