



HAL
open science

Méthodologie statistique en évaluation et prévention des risques psychosociaux et de leurs impacts comportementaux au travail

Oumou Salama Daouda

► **To cite this version:**

Oumou Salama Daouda. Méthodologie statistique en évaluation et prévention des risques psychosociaux et de leurs impacts comportementaux au travail. Mathématiques générales [math.GM]. HESAM Université, 2022. Français. NNT : 2022HESAC033 . tel-04574590

HAL Id: tel-04574590

<https://theses.hal.science/tel-04574590>

Submitted on 14 May 2024

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

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

THÈSE

présentée par : **Oumou Salama DAOUDA**

soutenue le : **11 février 2022**

pour obtenir le grade de : **Docteur d'HESAM Université**

préparée au : **Conservatoire national des arts et métiers**

Discipline : **Biostatistique Section CNU 26**

Spécialité : **Sécurité sanitaire**

Méthodologie statistique en évaluation et prévention des risques psychosociaux et de leurs impacts comportementaux au travail

THÈSE dirigée par :

Mme Mounia N. HOCINE, MCF HDR, Cnam

et co-dirigée par :

Mme Laura TEMIME, Professeur des Universités, Cnam

Jury

M. Nicolas GILLET	MCF HDR, Université de Tours	Rapporteur
Mme Pascale TUBERT-BITTER	Directrice de recherche, Inserm	Rapporteur
Mme Maria MELCHIOR	Directrice de recherche, Inserm	Examineur
M. Vittorio PERDUCA	Maitre de conférences, Université de Paris	Examineur
M. Johannes SIEGRIST	Professeur Emérite, Heinrich-Heine University, Allemagne	Examineur
M. Pascal ASTAGNEAU	PU-PH, Sorbonne Université	Invité

*À mes parents, Abdourahim et Zalhata
À mon mari toujours, Ansumoudine
À ma fille, Firdaws
Et à mon fils, Tawaf*

Remerciements

La réalisation de ces travaux de thèse a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui je voudrais témoigner toute ma gratitude.

À Madame Mounia Hocine

Je voudrais tout d'abord adresser toute la reconnaissance et mes remerciements à ma directrice de thèse. Mounia, je te remercie pour ta patience, ta générosité, ta gentillesse, ta disponibilité et surtout tes judicieux conseils qui ont contribué à alimenter ma réflexion. Merci de m'avoir fait confiance depuis mon stage de fin d'étude et de m'avoir fait découvrir ce sujet passionnant des RPS qui fait l'objet de mes travaux de thèse. Par ta pédagogie et ton professionnalisme, j'ai beaucoup appris en recherche avec toi pendant ces quatre années passées ensemble. Merci pour tout !

À Madame Laura Temime

Toute ma gratitude va également à Laura, ma co-directrice de thèse. Merci pour tout ce que tu m'as appris pendant ma thèse. Ce fut un plaisir de travailler sous ta direction. Ton hospitalité, ta gentillesse et ta disponibilité permanente en cas de besoin sont l'une de tes plus grandes qualités professionnelles. Je te remercie pour ton temps et tes conseils toujours pertinents. Merci pour tes relectures attentives de mes manuscrits, où ton sens du détail et ta minutie me surprendront toujours... Merci pour tout Laura !

À Monsieur William Dab

Merci William de m'avoir accepté au sein de ton laboratoire depuis mon stage en master. Je te remercie de ta relecture attentive de mon manuscrit de thèse et de tes conseils, notamment dans la préparation de « Ma thèse en 180 secondes ».

Aux membres du jury

Je voudrais remercier tous les membres du jury qui ont accepté de donner de leur temps précieux pour évaluer mes travaux de thèse. Je remercie les rapporteurs Nicolas Gillet et Pascale Tubert-bitter. Merci également à Maria Melchior, Vittorio Perduca et Johannes Siegrist d'examiner mes travaux.

Aux collaborateurs

Je voudrais également remercier ici mes collaborateurs du projet Deniker, Astrid Chevance, Patrick Légeron et Gilbert Saporta. Mes sincères remerciements vont également aux collaborateurs du projet STRIPPS, Pascal Astagneau et Katuska Miliani. Je vous remercie à tous pour votre collaboration. Ce fut un réel plaisir de travailler avec vous.

Je remercie encore une fois Pascal Astagneau et Pascale Tubert-Bitter d'avoir accepté de constituer mon suivi de thèse. Vous avez été de très bons conseils tout au long de cette thèse et vos remarques toujours pertinentes m'ont permis d'avancer sereinement.

Je voudrais étendre mes remerciements aux reviewers des publications produites au cours de cette thèse. Leurs commentaires ont été précieux et ont permis d'améliorer la qualité des travaux réalisés.

À l'équipe MESuRS et à mes amis

Une famille exceptionnelle dans laquelle j'ai grandi pendant 4 belles années. Merci à Pearl (ma collègue de bureau depuis le début de cette aventure), Karim, Hanifa, Kévin, Paul, Cynthia, David, Ajmal, Sophia, Frédérique, Hélène, Isabelle C, Morgane, Kamel et George, pour ces moments inoubliables passés ensemble. Merci également aux anciens du labo, Rania, Armya, Tom, Jonathan, Narimane, Laura, Audrey, Yasmine, Narimene, Isabelle G., Alanna et toutes celles et ceux que j'ai oubliés de citer ici.

Nadjati Ali (l'une de mes plus belles rencontres en France), Charifat (ma meilleure amie depuis 16 ans), Attuya, Farah, Wassila et son mari Mouhtare, je voudrais vous remercier ici de votre bienveillance et pour l'amitié qui nous lie depuis plusieurs années. Je voudrais particulièrement remercier Charmila, Nadjati, Floriane et sa maman Jacqueline, pour l'aide précieuse qu'elles m'ont apportée par rapport à la garde de ma fille durant cette thèse.

Je souhaiterais étendre mes remerciements et exprimer ma gratitude à trois de mes enseignants du primaire et du collège, qui ont toujours eu confiance en moi, en ma réussite et m'ont toujours encouragé à me surpasser ; Ahmed Djabir, Inlime Nabouhane et Mohamed Shithi.

À ma famille

A ma maman, la meilleure qui soit. Merci maman pour ta pédagogie, ton calme et ta générosité, tu es la meilleure maman du monde. Merci de m'avoir toujours soutenu dans mes projets d'études, jusqu'à aujourd'hui. J'ai appris tant de choses à tes côtés, je ne remercierai jamais assez Dieu de t'avoir comme mère. Même si on est séparé à près de 8000 km depuis déjà 10 ans, tu continues de m'inculquer les bonnes valeurs et c'est grâce à tes conseils et à ta bienveillance que j'en suis là aujourd'hui. Merci maman, je t'aime fort !

Papa, merci pour tout ce que tu as fait pour moi depuis le début de mes études scolaires. Merci de m'avoir accueilli les bras ouverts en France pour la poursuite de mes études supérieures. Merci de ton soutien et de toujours m'encourager à continuer dans cette voie. Je t'aime !

Merci également à ma belle-mère, Nadjati, de m'avoir ouverte les portes de sa maison avec bienveillance. Je suis reconnaissante de ce que, tous les deux, vous avez fait pour moi. Vous m'avez permis d'entamer mes études supérieures dans de bonnes conditions. Merci pour tout !

Mes remerciements vont également à ma belle-mère (maman de mon mari), Moinsaanda. Merci pour ces moments précieux passés au téléphone avec toi. Tu es toujours prête à éclater de rire, peu importe les circonstances. Merci également à mon beau-frère Zainoudine pour ton indulgence dont tu as toujours fait preuve vis-à-vis de moi et de mon mari.

A mes frères et sœurs, Koulthoum (ma deuxième maman) et son mari Mohamadi, Aboumassound (mon frère de cœur et mon professeur) et sa femme Rasmyat, Yassir et son mari Fahmy, Hadidjat, Hachimia, Hamza, Halid, merci de me supporter tous les jours et de votre soutien permanent, vous êtes la meilleure famille qui soit. A mes tantes et tontons, Fatoumia, Fatima, Daouda, Hadji, Mdjomba Yahya... !! A mes cousins et cousines, Haznaty, Mouslim, Mouznati, Faïda, Fahamia, Fahadi, Mououmine, Faoula, Housnat !! A mes neveux et nièces,

Maher, Abdullah, Mayssam, Safia ... je ne peux tous vous citer ici, mais sachez que je vous porte tous dans mon cœur.

Le meilleur pour la fin... mes remerciements les plus profonds et les plus chaleureux vont à mon mari, Ansumoudine, mon supporteur numéro 1. Tu es mon binôme de choc et ma moitié. Merci de m'avoir tenu par la main tout au long de cette aventure. Je te remercie de tes encouragements et de ton soutien sans faille depuis le début. Sans toi, cette aventure n'aurait pas été la même et je me demande même si elle aurait eu lieu. Tu as toujours les bons mots pour me reconforter en cas de coup de blues. Je n'aurais pu imaginer un meilleur partenaire dans cette aventure et dans la vie. Merci de supporter mes sauts d'humeur. Merci de ta présence tout simplement.

Tu m'as offert le plus beau des cadeaux, au cours de cette aventure, notre petite princesse Firdaws. Tu es la prunelle de mes yeux ma chérie. Ton arrivée a comblé nos vies, à moi et à ton papa. Te voir sourire et heureuse, est la plus belle des victoires. Tu me rends si fier. Je vous aime tellement !

Résumé

La prévention des Risques PsychoSociaux (RPS) est un enjeu majeur et grandissant de santé publique en raison du fardeau sanitaire et économique que représente ce phénomène. Lutter contre les RPS s'avère aujourd'hui être une nécessité absolue. L'objectif de ma thèse est de mieux comprendre les RPS, leurs déterminants et leurs impacts comportementaux, dans une perspective de prévention.

Dans un premier temps, nous avons proposé une méthodologie statistique innovante permettant de hiérarchiser les facteurs de RPS méritant une priorité d'action pour la prévention. Cette méthode a été appliquée aux données d'une enquête représentative de la population active française. Au total, 9 facteurs de RPS sont identifiés comme clés, nécessitant donc des actions prioritaires pour prévenir les RPS sur le lieu de travail. On retrouve dans le top 3, le manque de communication au travail, les problèmes de conciliation entre vie personnelle et vie professionnelle, et le manque de soutien de part des collègues.

Dans un deuxième temps, nous avons développé une approche multi-niveau dite micro-macro, permettant de prédire les impacts comportementaux des RPS. Dans cette partie, nous nous sommes focalisés sur le contexte hospitalier en particulier. En effet, après avoir exploré les déterminants du stress et de la fatigue chez le personnel paramédical, nous avons appliqué cette méthode micro-macro pour prédire le turnover de ce personnel en utilisant des facteurs au niveau individuel et organisationnel. Le soutien de la part de la hiérarchie et des collègues, l'ancienneté dans le métier, le nombre d'enfants, mais également l'impossibilité de prendre des pauses pour cause de surcharge au travail ou encore la taille du service sont apparus comme des prédicteurs significatifs du taux du turnover du personnel soignant.

Nous avons également étudié le rôle médiateur joué par le stress et la fatigue dans ce phénomène.

Ces travaux de thèse peuvent servir de preuves scientifiques dans l'aide à la décision managériale. Les résultats de mes travaux peuvent aider les managers à mieux orienter leurs stratégies en prévention primaire des RPS.

Mots-clés : risques psychosociaux, santé au travail, prévention, hôpital, stress, turnover, modélisation statistique, analyses micro-macro, analyses de médiation

Résumé en anglais

The prevention of PsychoSocial Risks (PSR) is a major and growing public health issue because of the health and economic burden that this phenomenon represents. Fighting against PSR is now an absolute necessity. The objective of my thesis was to better understand PSR, their determinants and their behavioral impacts, from a prevention perspective.

First, we proposed an innovative statistical methodology to prioritize the PSR factors that deserve a priority of actions for prevention. This method was applied to data from a survey representative of the French working population. We identified nine PSR factors that need priority actions to prevent PSR at workplace. Lack of communication, imbalance between private and personal responsibilities, lack of social support within the company were found to be the three most important key factors that decision makers should concentrate on to prevent PSR at workplace.

Second, we developed a multi-level approach, called micro-macro, to predict the behavioral impacts of PSR. In this part, we focused on the hospital context in particular. Indeed, after having explored the determinants of stress and fatigue among healthcare workers, we applied this micro-macro method to predict the turnover of this staff by using factors at the individual and organizational levels. Social support from colleagues and supervisors, long durations of experience in the profession, number of children, as well as the impossibility to skip a break due to workload and number of beds emerged as significant predictors of turnover of healthcare worker. We also studied the mediating role played by stress and fatigue in this phenomenon.

Overall, work from this thesis can be used as scientific evidence to help managers make decisions. The findings of my work can help managers to better orient their strategies in primary prevention of PSR.

Keywords: psychosocial risks, occupational health, prevention, hospital, stress, turnover, statistical modelling, micro-macro analyses, mediation analyses

Publications, communications orales et vulgarisation scientifique

Publications

- Chevance A, **Daouda OS**, Salvador A, Légeron P, Morvan Y, Saporta G, Hocine MN, Gaillard R. Work-related psychosocial risk factors and psychiatric disorders: A cross-sectional study in the French working population. PloS One. 2020 May; 15(5): e0233472. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0233472>
- **Daouda OS**, Chevance A, Temime L, Légeron P, Gaillard R, Saporta G, Hocine MN. A New Ranking Index to Identify the Mental Health Most Impacting Work-Related Psychosocial Risk Factors: a cross sectional study (BMJ Open, *minor revision*)
- **Daouda OS**, Hocine MN, Temime L. Determinants of healthcare worker turnover in intensive care units: A micro-macro multilevel analysis. PLoS One 2021. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0251779>
- **Daouda OS**, Bun RS, Ait Bouziad K, Miliani K, Essa-Eworo A, Espinasse F, Seytre D, Casetta A, Nerome S, Nascimento A, Astagneau P, Temime L, Hocine MN. A multilevel approach to individual and organizational predictors of stress and fatigue among healthcare workers of a university hospital: A longitudinal study (Under review, BMJ Occupational and Environmental Medicine) medRxiv, doi: <https://doi.org/10.1101/2022.01.24.22269481>
- **Daouda OS**, Astagneau P, Temime L, Hocine MN. Perceived stress and fatigue linking organizational factors to turnover intention among healthcare workers: a multiple mediation analysis (en cours de finalisation) (ordre et liste des co-auteurs non définitifs).
- Duchemin T, Bastard J, Ante-Testard PA, Assab R, **Daouda OS**, Duval A, Garsi JP, Lounissi R, Nekkab N, Neynaud H, Smith DRM, Dab W, Jean K, Temime L, Hocine MN. Monitoring sick leave data for early detection of influenza outbreaks. BMC Infectious Diseases 2021 Jan; 21(1):52

Communications orales et posters

- **Daouda OS**, Temime L, Saporta G, Hocine MN. How to prioritize work-related psychosocial factors impacting mental health? Regression and random forest approaches. XLth annual Conference of the International Society for Clinical Biostatistics. 14-18 july, 2019, Leuven, Belgium. Poster
- **Daouda OS**, Chevance A, Salvador A, Légeron P, Morvan Y, Saporta G, Hocine MN, Gaillard R. Impact of work-related psychosocial risk factors on mental health: a cross sectional study of the French working population. Work, Stress and Health Conference of the American Psychological Association. 6-9 november, 2019, Philadelphia, Pennsylvania. Oral Presentation
- **Daouda OS**, Chevance A, Légeron P, Saporta G, Gaillard R, Hocine MN. Impact des facteurs de risque psychosociaux liés au travail sur la santé mentale : Etude transversale sur la population active Française. 13eme conférence Francophone d'Epidémiologie Clinique et les 26eme journées des statisticiens des Centres de Lutte Contre le Cancer, 15-17 mai, 2019, Toulouse, France. Poster
- **Daouda OS**, Chevance A, Légeron P, Gaillard R, Saporta G, Hocine MN. Hiérarchisation des facteurs de risques psychosociaux : comparaison de deux métriques. Huitième rencontre des jeunes statisticien-ne-s, 1-5 avril, 2019, Porquerolles, France. Présentation Orale

Vulgarisation scientifique, enseignements et activité extra-doctorale

- Concours « Ma thèse en 180 secondes », demi-finaliste nationale : 2^{ème} prix du Jury
- 2020 – 2022 : Enseignements assurés à l'ESTBA
École Supérieure des Techniques de Biologie Appliquée
Mathématiques et statistiques pour la santé-sécurité au travail et l'environnement (Cours et TD)
- MOOC « prévention des risques psychosociaux » : community manager (2021)

Table des matières

Remerciements	6
Résumé	10
Résumé en anglais	11
Publications, communications orales et vulgarisation scientifique.....	12
Table des matières	14
Liste des tableaux	17
Liste des figures	18
Liste des annexes.....	19

Introduction	20
---------------------------	-----------

Première partie : Les risques psychosociaux, leurs déterminants et leurs impacts..... 25

1. Les risques psychosociaux	26
1.1. Préambule : Complexité du concept de risques psychosociaux et terminologie adoptée dans ce manuscrit.....	26
1.2. Le stress, premier risque sur la santé des travailleurs	27
1.2.1. Définitions du stress au travail	27
1.2.2. Approche « populationnelle » contre approche « médicale » du stress au travail	28
1.2.3. Instruments de mesure du stress.....	28
1.3. Les troubles mentaux	29
1.3.1. Définition	29
1.3.2. Instruments de mesure des troubles mentaux.....	30
2. Les déterminants des risques psychosociaux	32
2.1. Schémas conceptuels du stress au travail	33
2.1.1. Le modèle Job-Demand-Control de Karasek	33
2.1.2. Le modèle Effort-Reward Imbalance de Siegrist.....	36
2.2. Les dix catégories de déterminants selon l'OIT	38
2.3. Les six catégories de facteurs de risques psychosociaux selon le rapport de Gollac	40
3. Epidémiologie des risques psychosociaux et de leurs déterminants	44
3.1. Etat de lieux des risques psychosociaux en Europe	44
3.2. Evolution temporelle au cours des dernières décennies.....	45
3.3. Risques psychosociaux et COVID-19.....	46
4. Les conséquences des risques psychosociaux	49
4.1. Conséquences sur la santé	49
4.2. Conséquences sur les comportements au travail	49
4.3. Conséquences économiques	50
5. Les risques psychosociaux en milieu de soins	53
5.1. Epidémiologie des risques psychosociaux et de leurs déterminants chez les personnels de soins.....	53
5.2. Déterminants spécifiques des risques psychosociaux dans cette population	54
5.3. Conséquences des risques psychosociaux en milieu hospitalier.....	55
5.4. Risques psychosociaux et COVID-19 chez les personnels de soins.....	56

Deuxième partie : Les approches statistiques pour identifier et hiérarchiser leurs déterminants et prédire leurs impacts comportementaux..... 58

6.	Sources et recueil de données.....	59
6.1.	Données qualitatives	59
6.2.	Données issues de questionnaires	60
6.2.1.	Grands principes des enquêtes par questionnaires	60
6.2.2.	Principaux questionnaires utilisés sur les risques psychosociaux et les facteurs de risque psychosociaux.....	60
6.3.	Données des systèmes d'information.....	65
7.	Approches statistiques d'identification des déterminants des risques psychosociaux et de prédiction de leurs impacts comportementaux.....	66
7.1.	Les approches de régression.....	66
7.1.1.	La régression linéaire	66
7.1.2.	La régression logistique	67
7.1.3.	Les équations d'estimation généralisées.....	69
7.2.	Les modèles à équations structurelles	69
7.3.	Les analyses causales de médiation	71
7.3.1.	Analyse de médiation sur données transversales	71
7.3.2.	Analyse de médiation sur données longitudinales	77
8.	Les approches d'hierarchisation des déterminants des risques psychosociaux.....	79
8.1.	L'indice de Cooper.....	79
8.2.	L'analyse importance performance	80
8.3.	Les forêts aléatoires.....	81
8.4.	La fraction de risque attribuable.....	82

Troisième partie : Rappel des objectifs de la thèse 84

Quatrième partie : Mieux comprendre les risques psychosociaux et leurs déterminants en milieu professionnel..... 86

9.	Identification et hiérarchisation des facteurs de risques psychosociaux dans la population générale des salariés	87
9.1.	Les données : Baromètre Travail et Santé Psychique	87
9.1.1.	Présentation des données.....	87
9.1.2.	Description générale des données	88
9.2.	Article 1 : Les déterminants des risques psychosociaux tels qu'identifiés dans cette enquête	89
9.2.1.	Objectif et résumé de l'article	89
9.2.2.	Work-related psychosocial risk factors and psychiatric disorders	89
9.2.3.	Compléments.....	90
9.3.	Article 2 : Une approche innovante de hiérarchisation des facteurs de risques psychosociaux	95
9.3.1.	Objectif et résumé de l'article	95
9.3.2.	A new ranking index to identify the work-related psychosocial factors most impacting mental health	96
9.3.3.	Compléments.....	124
9.3.4.	Résultats supplémentaires	132
10.	Identification des facteurs de risques psychosociaux à l'hôpital	133
10.1.	Les données STRIPPS.....	133
10.1.1.	Présentation des données.....	133
10.1.2.	Description générale des données	134
10.1.3.	Gestion des valeurs manquantes	136

10.2.	Article 3 : Les déterminants du stress et de la fatigue des personnels soignants ...	138
10.2.1.	Méthode : Pourquoi des modèles 3-niveaux ?	138
10.2.2.	Objectif et résumé de l'article	139
10.2.3.	A multilevel approach to individual and organizational predictors of stress and fatigue among healthcare workers of a university hospital.....	140
10.2.4.	Compléments.....	167

Cinquième partie : Prédiction des impacts comportementaux des risques psychosociaux

		177
11.	Prédiction du turnover à l'hôpital.....	178
11.1.	Différents niveaux de mesure du turnover à l'hôpital.....	178
11.2.	Etat de l'art des déterminants du turnover à l'hôpital	179
11.3.	Les données MOTILIS.....	180
11.3.1.	Présentation des données.....	180
11.3.2.	Description générale des données	181
11.4.	Article 4 - Prédiction micro-macro du taux de turnover chez le personnel infirmier des services de réanimation de l'APHP	181
11.4.1.	Objectif et résumé de l'article	181
11.4.2.	Determinants of healthcare worker turnover in intensive care units.....	182
11.4.3.	Compléments.....	183
12.	Le rôle médiateur du stress et de la fatigue dans la relation entre facteurs organisationnels et turnover à l'hôpital.....	194
12.1.	Données et méthodes.....	194
12.2.	Résultats	196
12.3.	Discussion	198

Sixième partie : Discussion et perspectives 200

13.	Synthèse des résultats de la thèse.....	201
13.1.	Quels sont les principaux facteurs professionnels associés aux risques psychosociaux chez les salariés, et comment les hiérarchiser pour la prévention ?.....	201
13.2.	Quels sont les déterminants individuels et organisationnels du stress et de la fatigue chez le personnel soignant ?.....	202
13.3.	Prédiction du turnover du personnel soignant : quel rôle jouent le stress et la fatigue ?	203
14.	Limites et perspectives des travaux réalisés.....	204
14.1.	Limites et perspectives au niveau des données	204
14.2.	Limites et perspectives méthodologiques	206
15.	Implications en prévention des travaux réalisés.....	209

Conclusion..... 212

Résumé.....	242
Résumé en anglais.....	242

Liste des tableaux

Tableau 1 : Le travailleur dans 4 situations de travail selon le modèle bidimensionnel des RPS de Karasek : données chez les salariés français selon l'enquête Sumer.....	34
Tableau 2 : Les sous-dimensions des modèles de Karasek et Siegrist : données chez les salariés français, en fonction du sexe, selon l'enquête Sumer (en %)	36
Tableau 3 : Listes des grands questionnaires fréquemment utilisés pour l'évaluation des RPS et les facteurs de RPS	64
Tableau 4 : Liste des 10 facteurs de RPS prioritaires identifiés en utilisant différentes approches (Weifila, forêt aléatoire et R ² univarié) pour évaluer leur importance sur le score du GHQ-28.....	132
Tableau 5 : Les moyennes des scores PSS-10 et Pichot de l'ensemble des personnels soignants inclus dans l'étude, en fonction du temps d'étude	135
Tableau 6 : Résultats des analyses de médiations multiples pour les 3 variables d'exposition	196

Liste des figures

Figure 1 : Double trajectoires sur les déterminants et les conséquences des RPS – de Cawood S. et al. [44]	32
Figure 2 : Score moyen d'indice d'environnement social (0 – 100), par pays (employés uniquement).....	40
Figure 3 : Les 12 catégories de facteurs de risques psychosociaux, par Carine Pianelli	43
Figure 4 : Synthèse des effets du stress sur la santé physique, physiologique et métabolique	50
Figure 5 : Un modèle à équations structurelles – de Jung et Baek [141].....	70
Figure 6 : Modèle de médiation : X = exposition ; M = médiateur et Y = outcome.....	72
Figure 7 : Modèle de médiation avec covariables: X = exposition ; M = médiateur, Y = outcome ; C1 et C2 des covariables potentiels.....	75
Figure 8 : Modèle de médiation simple – de Lee et al. [207]	77
Figure 9 : Graphique de l'analyse importance performance - IPA	80
Figure 10 : Distribution du score PSS-10 dans l'ensemble de l'échantillon.....	134
Figure 11 : Distribution du score de Pichot dans l'ensemble de l'échantillon.....	135
Figure 12: Fréquence et structure des valeurs manquantes en fonction des différents des échelles – PSS-10, Pichot, Karasek (collègues et hiérarchie) et Siegrist (surinvestissement).....	137
Figure 13 : Arbre de décision pour les analyses de données hiérarchiques avec modèles multiniveaux (MLM) – de Tasca et al. [186]	139
Figure 14 : Graphe acyclique dirigé (DAG), du modèle de médiation multiple impliquant le stress et la fatigue comme médiateurs.....	195
Figure 15 : Proportions médiées obtenues à partir des analyses de médiation multiple.....	197

Liste des annexes

Annexe 1 : Questionnaires de l'enquête MOTILIS	234
Annexe 2 : Questionnaires de la cohorte STRIPPS	239

Introduction

D'après l'organisation mondiale de la santé (OMS), « la santé est un état de complet bien-être physique, mental et social et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité ». Et depuis le début des années 90, le monde du travail a connu une profonde mutation (flexibilité et précarité de l'emploi, intensification du rythme de travail, digitalisation des tâches, baisse des effectifs, réorganisation du travail, etc...) qui a fait augmenter la prévalence du stress au travail à 22.2% en 2018 [1]. Ce constat s'est aggravé dans le contexte pandémique actuel [2]. En France, la médiatisation des vagues de suicide chez les groupes Renault et France Télécom, a permis de mettre la lumière sur le phénomène de « stress au travail » (pour faire référence à l'état de santé mentale du salarié) ou encore des « Risques PsychoSociaux (RPS) » (pour faire référence aux causes psychosociales liées au contexte professionnel), qui étaient jusqu'aux années 2000 un sujet peu connu dans les entreprises françaises.

Définition des risques psychosociaux

La dimension subjective de ce phénomène et l'aspect multifactoriel de ses causes racines en font un phénomène complexe à définir et à prévenir. Comme l'indique le rapport de Philippe Nasse et Patrick Légeron [3] du 12 mars 2008 : « la grande variété des thèmes mis sous [ce] vocable [...] est source d'une grande confusion. Ces thèmes recouvrent en effet les déterminants et les effets, sans distinguer entre les causes et les conséquences. Cette confusion tient non seulement à la diversité de ces risques mais aussi à la complexité des liens qui les unissent et qui ne relèvent pas toujours de la causalité linéaire car, interagissant fortement entre eux, ils sont plutôt de type circulaire ou systémique ».

Actuellement c'est la définition formulée par Gollac en 2011 qui est la plus largement acceptée : « Ce qui fait qu'un risque pour la santé au travail est psychosocial, ce n'est pas sa manifestation, mais son origine : les RPS seront définis comme les risques pour la santé mentale, physique et sociale, engendrés par les conditions d'emploi et les facteurs organisationnels et relationnels susceptibles d'interagir avec le fonctionnement mental » [4]. Cox et Griffiths définissent quant à eux le RPS comme « le risque de nuire au bien-être psychologique ou physique d'un travailleur découlant de l'interaction entre la conception et la gestion du travail dans un contexte organisationnel et social » [5]. En somme, ce sont des risques qui peuvent être induits par l'activité elle-même ou générés par l'organisation et les relations de travail.

Conséquences médico-économiques

Les RPS posent un ensemble de problèmes divers, complexes et importants du fait du poids de leurs conséquences, qui portent à la fois sur l'intégrité physique et sur la santé mentale des salariés. Elles vont du stress chronique, des troubles de la concentration, du sommeil, de l'irritabilité et de la fatigue importante, jusqu'aux affections psychiques lourdes comme l'anxiété, la dépression et le burnout, et aussi des affections physiques comme les troubles musculo-squelettiques d'origine non traumatique, des troubles digestifs et des maladies cardiovasculaires [6]–[9]. Mise à part leurs effets délétères sur la santé des individus, les RPS ont un impact sur le fonctionnement des entreprises (absentéisme, présentéisme, turnover, ambiance de travail...) [10], [11], des organismes complémentaires et de l'Etat [12]. Ces conséquences coûtent chaque année des milliards d'euros. L'Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail (EU-OSHA) a publié en 2013 une synthèse d'études sur le coût des RPS. En Europe, ce coût est estimé à 617 milliards d'euros par an, consécutif aux dépressions dues au travail [13]. Cela représente quatre fois le budget de l'Union Européenne (151 milliards d'euros en 2014).

Sources des RPS

Les sources des RPS au travail, communément appelés facteurs de RPS, mis en évidence par la littérature scientifique peuvent être principalement regroupés autour de six axes [4], [14]–[17]. Ils sont relatifs à l'intensité du travail et au temps de travail, aux exigences émotionnelles, à une autonomie insuffisante, à la mauvaise qualité des rapports sociaux au travail, aux conflits de valeurs et à l'insécurité de la situation de travail. Cependant, d'autres dimensions relatives aux locaux et à l'environnement physique de travail [18], ou encore la monotonie et la complexité au travail peuvent être rajoutées à ces familles de facteurs [19], [20], [21]

Dans les milieux de soins, les personnels soignants sont particulièrement exposés aux RPS et une attention particulière pourrait leur être réservée. Une étude récente de la direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques (Drees) confirme que l'exposition à de nombreuses contraintes liées aux conditions de travail demeure, en 2019, nettement plus marquée dans le secteur hospitalier que pour l'ensemble des salariés [22]. En effet, les soignants sont exposés à des horaires atypiques (nuits, ou en décalés), avec une charge et un

rythme de travail intenses, et des lourdes contraintes physiques (stations debout prolongées, déplacements fréquents à pied, portage d'objet lourds, mouvements fatigants et douloureux, ...).

Comme pour tout type de risque, il est préférable d'agir bien en amont qu'après. Pour cela, des dispositifs de prévention des RPS au travail ont été mis en place, mais restent trop souvent peu efficaces et pas assez basés sur l'évidence scientifique [23], [24]. Pour préserver la santé mentale, physique et sociétale, ainsi que le bien être des travailleurs, de nouveaux travaux de recherche restent donc nécessaires.

Objectifs de la thèse

Les objectifs de ma thèse, qui s'inscrivent dans cette perspective de lutte contre les RPS et leurs conséquences, sont doubles. Premièrement, il s'agit de mieux comprendre les RPS et leurs déterminants. Et deuxièmement, de mieux appréhender les impacts comportementaux des RPS, dans le contexte hospitalier en particulier. Pour répondre à ces objectifs, j'ai réalisé plusieurs travaux d'analyse statistique de données épidémiologiques. Une partie de mes travaux vise, dans le contexte de la population générale des salariés français, à proposer une méthodologie statistique innovante pour la prévention des RPS, permettant de hiérarchiser les facteurs de RPS méritant une priorité d'actions. La seconde partie est spécifique au contexte hospitalier. Nous avons développé une approche multi-niveau dite micro-macro, permettant de prédire les impacts comportementaux des RPS. En effet, après avoir exploré les déterminants du stress et de la fatigue chez le personnel paramédical, nous avons appliqué cette méthode micro-macro pour prédire le turnover de ce personnel en utilisant des facteurs au niveau individuel et organisationnel. Nous avons également étudié le rôle médiateur joué par le stress et la fatigue dans ce phénomène. La finalité de mes travaux est de construire des outils méthodologiques d'aide à la décision. Et les résultats obtenus pourraient aider les managers dans la construction des plans d'action en prévention primaire des RPS.

Plan de la thèse

Ce manuscrit est composé de six grandes parties :

1. La première partie couvre l'état de l'art des déterminants des RPS connus et de leurs impacts, avec une dernière section consacrée aux RPS chez les personnels soignants ;

2. La deuxième partie introduit une revue des approches statistiques connues permettant d'analyser les RPS et leurs déterminants ;
3. Les principaux objectifs de la thèse seront détaillés dans la troisième partie ;
4. La quatrième partie répond au premier objectif, qui consiste à mieux comprendre les RPS, leurs déterminants et leurs impacts en utilisant des méthodologies statistiques innovantes ;
5. La cinquième partie répond au deuxième objectif de la thèse, qui consiste à modéliser les impacts comportementaux des RPS ;
6. Et enfin, la sixième partie couvre la discussion des principaux résultats, les limites de ces travaux ainsi qu'une conclusion générale de la thèse.

Première partie :

Les risques psychosociaux, leurs déterminants
et leurs impacts

1. Les risques psychosociaux

Les risques psychosociaux (RPS) désignent en France la catégorie de risques pour la santé mentale, physique et sociale engendrés par les conditions d'emploi, et les facteurs organisationnels et relationnels susceptibles d'interagir avec le fonctionnement mental [4]. Les RPS sont des phénomènes complexes. Cependant, ils ont fait l'objet d'un nombre important de travaux au cours de ces dernières décennies, permettant d'en affiner la compréhension et l'évaluation, et de rendre leur prévention obligatoire en milieu professionnel, notamment au travers d'un texte de loi n° 2021-1018 voté le 2 août 2021 visant à renforcer la prévention de la santé physique et mentale des travailleurs [25].

1.1. Préambule : Complexité du concept de risques psychosociaux et terminologie adoptée dans ce manuscrit

Le concept de RPS est aujourd'hui sujet à débat auprès de la communauté scientifique, et leur définition même est fréquemment débattue. Certains chercheurs considèrent les RPS comme un concept vide et flou, et préconisent même son abandon pur et simple [26]. La complexité du concept de RPS est d'ailleurs mentionnée dès le début du rapport Nasse-Légeron [3]. En effet, les RPS se différencient des autres risques professionnels, comme les risques chimiques, physiques ou biologiques, qui s'inscrivent dans un schéma beaucoup plus linéaire de liaison des causes aux conséquences. Par exemple, l'exposition professionnelle à un produit chimique cancérigène augmente le risque de développer un cancer. A contrario, les RPS se construisent dans une démarche circulaire, dans laquelle il est plus difficile de distinguer cause et conséquence. En outre, certains chercheurs considèrent que si l'on définit les RPS comme « catégorie de risques pour la santé », alors des indicateurs de santé tels que le stress, ne peuvent pas être considérés comme des RPS. Selon ce raisonnement, si les RPS sont des risques, ils se situent donc en amont de la santé, autrement dit comme des déterminants de la santé, et désignent donc des situations de travail caractérisées par une organisation, des pratiques relationnelles, des conditions d'emploi potentiellement pathogènes pour la population de travailleurs [27]. La notion de contraintes psychologiques et organisationnelles devrait d'ailleurs dans ce cadre être préférée à celle de RPS, afin de mettre plus explicitement l'accent sur les facteurs en cause, en soulignant l'importance des aspects organisationnels [27].

Cependant, d'autres chercheurs, comme P. Légeron, psychiatre et spécialiste des RPS, ont plutôt tendance à désigner les RPS comme étant des « situations mêlant dans une grande confusion causes et conséquences : stress, harcèlement moral, violence, souffrance, suicide, dépression, anxiété, etc. » [28].

Dans cette thèse, nous avons fait le choix de nous aligner avec le rapport de l'expertise collective de l'INSEE (rapport Gollac), où l'on distingue les RPS (stress, dépression, souffrance au travail, ...), et les facteurs ou déterminants des RPS (i.e., facteurs organisationnels, environnementales et relationnels) [4]. Cette terminologie est d'ailleurs celle utilisée par l'organisation mondiale de la santé, ou encore par l'institut national de recherche et de sécurité (INRS) avec son outil RPS-DU, qui consiste à évaluer les principaux facteurs de RPS dans les entreprises dans une démarche de prévention [29]. Dans ces travaux de thèse, nous nous focalisons uniquement sur deux types de RPS : stress et troubles mentaux.

1.2. Le stress, premier risque sur la santé des travailleurs

De nombreuses études internationales font apparaître le stress comme le plus fréquent des RPS [3], [30], [31]. Le stress est un phénomène complexe, identifié depuis plus d'un demi-siècle. Il est l'objet de nombreuses recherches scientifiques, notamment dans le champ de la médecine, des sciences du vivant, de la psychologie, de la sociologie, de l'ergonomie ou encore de la biologie. Pour ce qui est de la question spécifique du stress au travail, plusieurs études complémentaires ont été développées pour nous aider à mieux cerner la complexité du phénomène.

1.2.1. Définitions du stress au travail

D'après l'agence européenne pour la sécurité et la santé au travail (EU-OSHA) (<https://osha.europa.eu/fr>), « un état de stress survient lorsqu'il y a déséquilibre entre la perception qu'une personne a des contraintes que lui impose son environnement et la perception qu'elle a de ses propres ressources pour y faire face. Bien que le processus d'évaluation des contraintes et des ressources soit d'ordre psychologique, les effets du stress ne sont pas uniquement de nature psychologique. Il affecte également la santé physique, le bien-être et la productivité de la personne qui y est soumise » Selon l'organisation mondiale de la santé (OMS), le stress lié au travail est « l'ensemble des réactions que les employés peuvent avoir lorsqu'ils sont confrontés à des exigences et à des pressions professionnelles ne correspondant

pas à leurs connaissances et à leurs capacités et qui remettent en cause leur aptitude à faire face » [32].

1.2.2. Approche « populationnelle » contre approche « médicale » du stress au travail

Si on prend un peu de hauteur, le stress peut être vu sous deux angles différents : une approche que nous qualifierons de « populationnelle » et une approche dite « médicale » [3]. La première défendrait une vision globale « collective » et la seconde plutôt « individuelle ». Chacune de ces deux approches repose sur des bases scientifiquement solides. Pour lutter contre le stress au travail, la première approche s'axerait sur les conditions de travail, et l'autre sur la santé mentale de l'individu. Ces deux approches peinent à converger et pourtant, pour mener des évaluations et des actions de prévention efficaces et satisfaisantes contre le stress au travail, les deux courants devraient cohabiter [3]. Pour évaluer le niveau de stress, il est important de tenir compte à la fois de l'environnement dans lequel le salarié exerce, mais également de l'individu. Évaluer le stress en tenant uniquement compte des aspects organisationnels (approche populationnelle) réduirait l'approche aux seules conditions de travail. Et dans le même temps, évaluer le stress en tenant compte uniquement de l'individu (approche médicale) réduirait l'approche à la seule santé mentale au travail. Une combinaison des deux est plus que souhaitable.

Il est important de rappeler ici que, même si le stress peut en grande partie avoir des origines collectives et organisationnelles, il se manifeste de manière individuelle. Par exemple, pour la même cause, les conséquences pour deux individus différents sont variables. Dans le cas où un salarié gère bien et a un bon contrôle sur son travail, cela pourrait lui être bénéfique. En effet, avoir un contrôle sur son rythme de travail, comme la prise de pause régulière ou encore le fait de pouvoir réorganiser son travail, permet par exemple de hiérarchiser les priorités et ainsi pouvoir gérer et réduire son stress. En revanche, chez un autre salarié où la gestion du stress est plus problématique, cela peut aboutir à de l'anxiété, de la dépression, et avoir également des répercussions physiques.

1.2.3. Instruments de mesure du stress

Pour mesurer le stress, il est préférable d'utiliser des questionnaires adaptés et validés. Pour cela, plusieurs questionnaires avec une bonne validité psychométrique ont été construits. La plupart de ces questionnaires ont été validés tant à l'échelle nationale qu'internationale. Parmi

ces outils d'aide au diagnostic, on peut citer par exemple, le Standard Stress Scale (SSS), l'échelle Mesure du Stress Psychologique (MSP-09, 25, 49) [33] ou encore le Copenhagen Psychosocial Questionnaire (COPSOQ) [34]. Cependant, le Perceived Stress Scale (PSS-10) [35] reste l'échelle psychologique la plus utilisée internationalement pour évaluer le niveau de stress perçu.

Le PSS-10 est utilisé dans des domaines très variés auprès de diverses populations (des salariés, des soignants, des patients hospitalisés, des étudiants, ...). Les items du questionnaire PSS-10 évaluent dans quelle mesure les individus pensent que leur vie (ou le travail) sont généralement perçus comme imprévisibles, incontrôlables, surchargés et pénibles au cours du mois précédent. Les items évalués sont de nature générale plutôt que de se concentrer sur des événements ou des expériences spécifiques. Le questionnaire PSS-10 est composé de 10 items et donne lieu à un calcul d'un score unique, qui reflète le niveau de stress perçu par l'individu. Pour calculer le score, chaque item est coté de 0 (jamais) à 4 (très souvent). Il s'agit d'un questionnaire traduit dans plusieurs langues et dont les qualités psychométriques ont été validées. En France, la version traduite a été validée par Quintard en 1994 [36].

Le PSS-10 présente un intérêt du fait de sa rapidité (uniquement 10 items) qui lui permet d'être facilement associé à d'autres questionnaires portant sur les facteurs de stress et ses conséquences.

1.3. Les troubles mentaux

Les troubles mentaux peuvent être vus comme une conséquence psychique du stress, mais peuvent également être considérés d'une manière complètement indépendante. En effet, il s'agit de troubles de la santé psychique et mentale i.e. des pathologies mentales de l'individu, tout comme le stress.

1.3.1. Définition

D'après le *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (DSM-5), un trouble mental est défini comme étant « un syndrome caractérisé par des perturbations cliniquement significatives dans la cognition, la régulation des émotions, ou le comportement d'une personne qui reflète un dysfonctionnement dans les processus psychologiques, biologiques, ou développementaux sous-jacents au fonctionnement mental ». Les troubles mentaux sont généralement associés à une importante détresse ou un handicap dans les activités sociales,

professionnelles, ou d'autres activités importantes. Il existe tout un ensemble de troubles mentaux répertorié dans le monde, qui se manifestent sous différentes formes. Cependant, généralement, ces troubles se caractérisent par un ensemble de pensées, de perception, d'émotions, de comportements et de relations avec autrui. Parmi les troubles mentaux communs figurent la dépression et l'anxiété. La dépression est l'une des principales causes de handicap dans le monde. La dépression se caractérise par de la tristesse, une perte d'intérêt ou de la notion de plaisir, des sentiments de culpabilité ou de dévalorisation de soi, un sommeil ou un appétit perturbé, de la fatigue et des problèmes de concentration [OMS]. Près de 264 millions de personnes de tout âge en souffrent, plus particulièrement des femmes [37], [38]. D'après une récente méta-analyse évaluant les taux de prévalence mondiaux, environ un cinquième de la population souffre d'un trouble anxieux ou dépressif au cours d'une année [38]. En outre, au cours de la vie, 49 % à 81 % des personnes souffrant d'un trouble dépressif ont répondu aux critères diagnostiques d'un trouble anxieux, et 47 % à 88 % des personnes souffrant d'un trouble anxieux ont répondu aux critères d'un trouble dépressif. L'anxiété et la dépression sont considérés comme facteurs de risques bidirectionnels l'un pour l'autre [39].

1.3.2. Instruments de mesure des troubles mentaux

Comme pour le stress, différentes échelles pour mesurer le niveau de santé mentale et de bien-être au travail ont été construites et validées, tant au niveau national qu'au niveau l'international. Parmi les échelles avec de bonnes propriétés psychométriques, on peut citer par exemple le World Health Organisation- Five Well-Being Index (WHO-5) [40], le Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS) [41] ou encore le Hamilton Depression Rating Scale (HDRS) [42], [43]. Cependant, le General Health Questionnaire (GHQ) proposé par Goldberg [44] reste l'échelle de mesure du niveau de santé mentale la plus utilisée dans la littérature internationale.

Le GHQ permet de dépister des troubles psychiatriques ou des troubles psychiques mineurs chez la population quelle qu'elle soit. L'objectif est la détection de troubles mentaux non psychotiques, c'est-à-dire n'affectant pas le fonctionnement du cerveau de façon majeure en modifiant les pensées, les croyances ou les perceptions. Le GHQ permet également d'estimer la prévalence de la détresse psychologique dans une population. Différentes versions du GHQ ont été proposées. D'abord une version longue à 60 items. Ensuite plusieurs versions courtes :

30 items, 20 items, 12 items puis 28 items. Les versions les plus utilisées sont le GHQ-28 items et le GHQ-12 items. Le GHQ est constitué d'items évaluant 4 domaines :

1. Les symptômes associés à la dépression
2. Les symptômes associés à l'anxiété et à l'insomnie
3. Les symptômes associés à la désadaptation sociale
4. Les symptômes associés à la somatisation

Comme pour le PSS-10, il s'agit d'un questionnaire dans lequel la personne répond à des questions sur son état au cours des semaines passées. Les items sont formulés positivement ou négativement, mais la première modalité de réponse correspond toujours à l'absence de problème de santé mentale et la dernière correspond à la présence d'un problème de santé mentale.

2. Les déterminants des risques psychosociaux

Il est communément admis que, dans les situations de RPS, coexistent des facteurs individuels (relations interpersonnelles), relationnels, mais aussi organisationnels au travail. L'Organisation Internationale du Travail (OIT, 1984) a défini ces facteurs psychosociaux comme des « interactions entre le milieu de travail, le contenu de l'emploi, la situation organisationnelle et les capacités des travailleurs, leurs besoins, leur culture et des considérations personnelles extraprofessionnelles qui peuvent, par l'intermédiaire des perceptions et de l'expérience, influencer sur la santé, le rendement et la satisfaction au travail ».

La Figure 1 suivante proposée par Cawood et al. [45] illustre l'influence de l'environnement psychosocial et physique du travail, sur la santé mentale et physique des travailleurs. Les facteurs de RPS, ont une influence sur la santé physique, mentale et sociale des travailleurs par le biais du stress, la dépression ou encore l'anxiété.

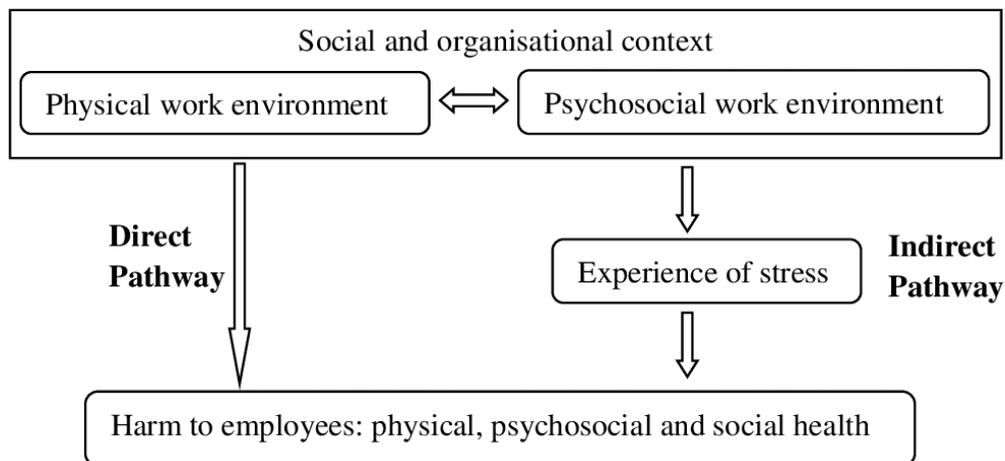


Figure 1 : Double trajectoires sur les déterminants et les conséquences des RPS – de Cawood S. et al. [45]

Plusieurs modèles scientifiques du stress professionnel ont été développés pour essayer d'expliquer les problématiques complexes liées au RPS. Ces modèles visent à décrire l'organisation du travail telle que perçoivent les travailleurs. Ils représentent également un bon outil pour étudier l'analyse entre le travail et la santé.

2.1. Schémas conceptuels du stress au travail

Nous pouvons d'abord citer le modèle de Selye [46], qui définit le stress comme étant une réponse non spécifique du corps à toute demande qui lui est faite et à toute forme d'agressions, autrement dit, une réponse adaptative à une demande. Ensuite, il y a le modèle de Henri Laborit, qui s'inspire du modèle précédent mais dans une perspective évolutive plus large [47]. Pour Laborit, le stress est une réaction organique devant une menace lorsque la fuite ou la lutte deviennent impossible, avec des conséquences potentiellement néfastes pour la santé si cette inhibition dure trop longtemps. Cependant, ces modèles restent assez peu utilisés, contrairement à ceux de Karasek [14] et de Siegrist [15], qui sont prédominants car ils s'intéressent principalement au stress au travail et ont inspiré la construction des questionnaires d'évaluations des facteurs de RPS, très utilisés aujourd'hui. Tous ces modèles s'inscrivent dans le courant « ergonomique » du stress au travail.

2.1.1. Le modèle Job-Demand-Control de Karasek

En 1979, Robert Karasek met en place un modèle bidimensionnel permettant de comprendre et de catégoriser les situations de travail générant une réaction pathologique chez l'individu [14], [48]. Il s'agit d'un modèle évalué sous-forme d'auto-questionnaire où le stress professionnel est décrit à l'aide de deux dimensions :

1. Les demandes psychologiques au travail (psychological job demand), c'est-à-dire l'ensemble des contraintes qui s'exercent sur le travailleur (quantité, qualité, complexité et contraintes temporelles).
2. La latitude décisionnelle (job control ou job decision latitude), qui est la capacité à peser les décisions, choix dans les modes opératoires et capacités à en créer de nouveaux.

Le modèle de Karasek a pour principal objectif de mesurer l'impact du déséquilibre entre demandes au travail et latitudes décisionnelles. Il définit une situation de « *job strain* » comme une situation à risque pour la santé psychologique notamment, où les demandes au travail sont fortes et que la latitude de décision dont dispose le travailleur est faible (Tableau 1). Et face à cette situation, des « tensions mentales » et des souffrances psychiques apparaissent. Ces « tensions » s'expriment par des problèmes de sommeil, des symptômes physiques de stress, une humeur dépressive, une insatisfaction au travail, etc.

En France, cette situation concernerait 23% des salariés d'après l'enquête Surveillance médicale des expositions des salariés aux risques professionnels (Sumer) de 2010 (Tableau 1).

		Demande psychologique (Job demand)	
		Faible	Elevée
Autonomie décisionnelle (Job control)	Elevée	Détendus (29%)	Actifs (22%)
	Faible	Passifs (26%)	Tendus : High Job Strain (23%)

Champ : salariés de France métropolitaine

Tableau 1 : Le travailleur dans 4 situations de travail selon le modèle bidimensionnel des RPS de Karasek : données chez les salariés français selon l'enquête Sumer.

Source : Dares-DGT-DGAFP, enquête Sumer 2010

Une étude réalisée en Finlande démontre que les traits de personnalité, selon la théorie des Big Five (Ouverture d'esprit, Conscience professionnelle, Extraversion, Agréabilité, Névrosisme) sont liée à la perception du *job strain* (stress au travail) [49]. La perception des facteurs de stress au travail et l'autonomie décisionnelle ne sont pas seulement des indicateurs des aspects structurels du travail, mais indiquent également qu'il existe des différences individuelles dans la façon dont les individus perçoivent leur environnement de travail, selon leurs personnalités.

Le modèle de Karasek s'accompagne d'un questionnaire : le Job Content Questionnaire (JCQ). Il s'agit d'un questionnaire très utilisé qui permet d'évaluer le niveau d'exposition à des facteurs de RPS. La version de référence est déclinée en 49 items, mais il existe également des versions courtes à 31 et 26 items. La version la plus utilisée en France est celle composée de 26 items répartis en trois sous-échelles différentes :

1. Exigences (demandes) psychologiques de la situation au travail à 9 items : travail rapide, travail très difficile, manque de temps, une quantité excessive de travail, ...
2. Latitude de décision à 9 items : apprendre de nouvelles choses, être créatif, beaucoup, manque d'autonomie sur les décisions, faire un travail répétitif, ...

3. Soutien social à 8 items, qui peut être divisé en deux sous-échelles : soutien professionnel et émotionnel des collègues (4 items) et soutien des supérieurs hiérarchiques (4 items)

Le troisième sous-échelle « Soutien social » a été rajoutée au modèle de Karasek dans les années 80 par Johnson [50]. D'après ce modèle donc, les individus en situation de « *Job strain* » sont particulièrement exposés au stress et à des troubles dépressifs et ce constat est accentué face à des relations sociales conflictuelles et un manque de soutien au travail.

Les réponses sont données selon une échelle de Likert en 4 points : « pas du tout d'accord », « pas d'accord », « d'accord », et « tout à fait d'accord », codés de 1 à 4. Ensuite des recommandations et formules sont données pour calculer un score correspondant à chaque échelle. Plus les scores sont élevés, plus les niveaux de demande, latitude et de soutien augmentent. Le JCQ est traduit en plusieurs langues et validé par différentes études, y compris dans ses versions courtes [51]–[53].

Dans la littérature, de nombreux travaux s'intéressent à la théorie du soutien organisationnel perçu (SOP) pour comprendre les effets du soutien de la hiérarchie et des collègues, et sur le bien-être psychologique au travail en général. La théorie du SOP estime que « *les employés se forment des croyances générales concernant le degré selon lequel l'organisation valorise leur contribution et se soucie de leur bien-être* » [54], [55]. Les employés percevant un SOP élevé, seront alors plus enclins à ressentir un sentiment d'obligation de rendre la pareille (une forme de réciprocité). Des études ont démontré le rôle majeur du SOP sur la satisfaction des besoins psychologiques au travail. Cette satisfaction était négativement associée à l'anxiété au travail et à l'épuisement professionnel [56]. De plus, d'autres études démontrent les effets positifs du soutien de la hiérarchie et des collègues perçu sur le SOP [57], [58].

Les résultats d'une revue méta-analytique démontrent une association négative entre la demande au travail et le soutien de la hiérarchie, et entre la demande et le soutien des collègues, mais aucune relation significative entre la demande et la latitude décisionnelle [59]. Les résultats indiquent également des relations positives entre la latitude décisionnelle et le soutien de la hiérarchie et des collègues [59].

	Hommes	Femmes	Ensemble
Forte demande psychologique	45	46	45
Faible latitude décisionnelle	47*	58*	52
Faible soutien social	43	42	43
Tension au travail ou « <i>Job strain</i> »	21*	26*	23
Faible estime	46*	44*	45
Forte instabilité de l'emploi	41	41	41
Manque de reconnaissance	49	49	49

*Indique une différence hommes-femmes statistiquement significative

Champ : salariés de France métropolitaine

Tableau 2 : Les sous-dimensions des modèles de Karasek et Siegrist : données chez les salariés français, en fonction du sexe, selon l'enquête Sumer (en %)

Source : Dares-DGT-DGAFP, enquête Sumer 2010.

En France, d'après l'enquête Sumer 2010 [60], 23% des actifs étaient dans une situation de « *job strain* » (Tableau 1), autrement dit, combinent une demande psychologique élevée et un manque d'autonomie, et deux fois plus d'individus ont une demande psychologique élevée (45%) ou une latitude décisionnelle faible (52%), avec une différence significative entre les hommes et les femmes (Tableau 2). Le taux d'actifs exposés au « *job strain* » augmente à 26.9% dans l'enquête Sumer de 2017 pour les salariés du secteur privé [61].

2.1.2. Le modèle Effort-Reward Imbalance de Siegrist

Le modèle de Siegrist [15], [62] est également très utilisé est a été conçu 20 ans après celui de Karasek. Dans celui-ci, la charge de l'effort que fournit l'individu va être atténuée par le sentiment que cet effort « est payé en retour ». Cette « récompense » n'est pas seulement matérielle (rémunération), mais aussi sociale (reconnaissance) et symbolique (sens donné à l'effort). En effet, le modèle Effort-Reward Imbalance (ERI) postule que les efforts réalisés au travail s'inscrivent dans un contrat de réciprocité sociale dans lequel des récompenses sont données en retour des efforts (i.e. les demandes psychologiques développées par Karasek). Ainsi, un fort décalage durable entre les efforts et les récompenses constitue un risque majeur pour l'implication au travail, la santé physique (maladies cardio-vasculaires) et pour la santé psychique (stress, dépression, anxiété, souffrance, détresse) car un tel déséquilibre produit un état de tension propice au stress et au burnout, notamment chez les infirmiers [63]. Par ailleurs, l'impact du déséquilibre entre les efforts et les récompenses sur la santé psychique est variable

selon les caractéristiques individuelles : les personnes « surinvesties » dans leur travail sont plus exposées que celles qui le sont moins.

Comme celui de Karasek, le modèle ERI est accompagné d'un questionnaire avec une première version à 43 items. Une autre version plus courte à 16 items, intégrant un système de cotation simplifié, a été proposée en 2009 [64]. Le questionnaire ERI est composé de 3 sous-échelles, et pour la version française composée de 23 items, on a :

1. L'échelle « efforts » à 5 items : contraintes de temps, interruptions, responsabilité, heures supplémentaires, augmentation des contraintes. Plus 1 item sur la charge physique, pertinents selon les postes occupés.
2. L'échelle « récompenses » à 11 items : rémunération, estime de soi, sécurité de l'emploi, opportunité de carrière, ...
3. L'échelle « surinvestissement » à 6 items : incapacité à s'éloigner du travail, difficulté à se détendre après le travail.

Tous les items sont évalués selon une échelle de Likert à 4 points : « pas du tout d'accord », « pas d'accord », « d'accord », et « tout à fait d'accord », codés de 1 à 4. Plus les scores sont élevés, plus les perceptions d'efforts, récompenses et de surinvestissement au travail sont importants. Pour évaluer le déséquilibre entre les efforts et les récompenses, un ratio est calculé et une valeur au-dessus de 1 indique une quantité importante d'efforts non récompensés.

En France, l'enquête Sumer 2010 [60] montre que 49% des actifs français sont confrontés à un manque de reconnaissance (Tableau 2) ; aucune différence significative n'est constatée entre les hommes et les femmes. Par contre, les salariés les plus exposés au manque de reconnaissance se déclarent en moins bonne santé et manifestent plus de symptômes dépressifs et anxieux, sont plus souvent absents et ont un risque élevé d'accident au travail.

Une enquête réalisée en Taiwan auprès de 791 personnels soignants démontre qu'en moyenne, les femmes déclarent un déséquilibre effort-récompense plus élevé que les hommes. Un déséquilibre effort-récompense élevé était associé à un âge plus jeune, à une morbidité psychologique plus élevée et à une mauvaise qualité de vie physique et psychologique dans cette population [65]. Une autre enquête réalisée en Grande-Bretagne auprès de pharmaciens, à

l'aide des questionnaires JCQ et ERI démontre que ces deux modèles contribuent à la prédiction d'un climat de sécurité au travail, avec une grande contribution apporté par le modèle JCQ [66].

D'autres modèles conceptuels du stress existent. On peut citer entre autres le model « Job Demands-Ressources » (JDR) développé par Bakker et ses collaborateurs [19]. Ce modèle trouve ces ancrages autant dans le modèle de Karasek [14] que dans la théorie de conservation des ressources, qui démontre comment les fluctuations de ressources, en pertes, menaces et gains, affectent la santé mentale des individus [67]. Le modèle appréhende le stress au travers d'un triple interaction entre le contexte du travail, ses demandes spécifiques et les ressources dont un salarié peut disposer [19], [68]. L'interaction entre l'intensité de la demande, et la disponibilité de l'usage des ressources permet selon ce modèle de distinguer deux configuration de situations de stress : (1) une demande importante et un manque de ressources vont motiver un processus « énergivore » qui altère le bien-être du salarié; (2) une demande importante mais un niveau élevé de ressources va impliquer une spirale positive au travail qui nourrit la motivation et l'engagement des salariés [19], [69].

2.2. Les dix catégories de déterminants selon l'OIT

Dix catégories de facteurs de RPS sont décrites par Cox, Griffiths et Rial-Gonzalez [70] et par l'OIT (2016). Un premier groupe comporte les facteurs de RPS liés au contexte professionnel :

1. **L'environnement professionnel et les équipements de travail** (problèmes concernant les équipements et les installations (fiabilité, adéquation, entretien)) ;
2. **La conception des tâches** (monotonie des tâches, travail fragmenté ou dénué de sens, utilisation insuffisante des compétences, etc.) ;
3. **La charge et le rythme de travail** (surcharge ou sous-charge de travail, pas de contrôle sur le rythme de travail, délais trop brefs) ;
4. **L'aménagement du temps de travail** (travail posté, horaires imprévisibles, prolongés, décalés).

Un second groupe concerne les facteurs de RPS liés au contenu du travail :

- 1. La culture et les fonctions de l'organisation** (mauvaise communication, soutien insuffisant dans la résolution de problèmes ou le développement personnel, pas de définition des objectifs de l'organisation) ;
- 2. Le rôle au sein de l'organisation** (conflit de rôle, ambiguïté des rôles) ;
- 3. L'évolution de carrière** (promotion ou rémunération insuffisantes, insécurité de l'emploi, faible valeur sociale du travail) ;
- 4. La latitude décisionnelle et le contrôle** (faible participation aux décisions) ;
- 5. Les relations interpersonnelles au travail** (isolement physique ou social, relations conflictuelles, manque de soutien social) ;
- 6. L'interface vie personnelle et vie professionnelle** (exigences contraires à l'équilibre entre la vie personnelle et la vie professionnelle).

La participation à la prise de décisions, le contrôle, l'autonomie sont des composantes du modèle de Karasek. La possibilité de participer à la prise de décisions est souvent associée à un niveau plus élevé de satisfaction et d'estime de soi et à un degré moindre de détresse psychologique ou de symptômes anxieux et dépressifs [71].

Le déséquilibre entre la vie professionnelle et la vie privée, le manque de soutien social sont des sources de stress potentiels et amplifient les effets nocifs d'une exposition aux RPS. D'après l'enquête européenne sur les conditions de travail (Eurofound, 2017) [72] (Figure 2), la France se caractérise par l'indice d'environnement social (soutien social, qualité du management et les comportements sociaux hostiles) le plus faible de tous les pays européens. De plus, 30% des actifs français ont subi en 2016, au moins un comportement hostile au cours des douze derniers mois [73].

Un faible score moyen correspond à un faible niveau de soutien social et de qualité de management, avec des comportements sociaux hostiles.

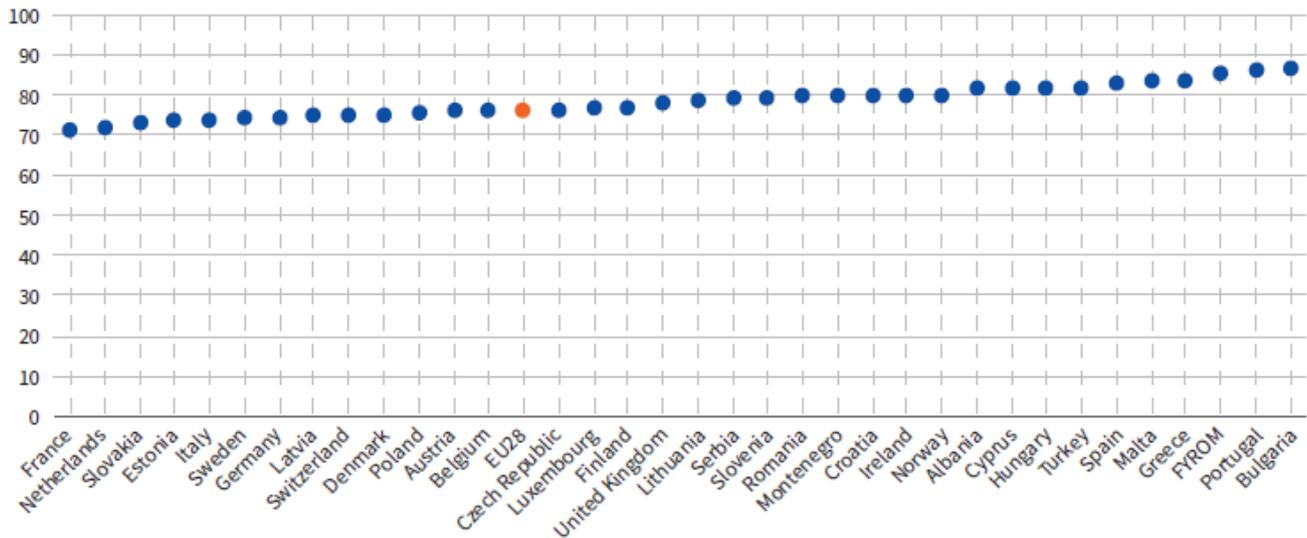


Figure 2 : Score moyen d'indice d'environnement social (0 – 100), par pays (employés uniquement)

Source : Eurofound, 2017

2.3. Les six catégories de facteurs de risques psychosociaux selon le rapport de Gollac

Le rapport Gollac [4] a dressé une liste des facteurs de RPS potentiels et les a synthétisés sous 6 catégories de facteurs. Ce rapport souligne bien que certains des facteurs de RPS sont ambigus. En effet, certaines caractéristiques du travail créent un risque dans certains cas, mais pas toujours, et peuvent même être facteurs de protection. L'exemple typique est le cas d'avoir des responsabilités au travail. Si les moyens techniques, physiques et mentales d'assurer et d'assumer cette responsabilité existent, ce facteur peut être un moyen de protection. Les 6 catégories de facteurs de RPS proposés par le collège d'expertise de l'INSEE sont les suivants :

1. L'intensité du travail et le temps de travail

Cette catégorie recouvre les notions d'«exigences psychologiques » (voir le modèle de Karasek) et d' « efforts » (voir le modèle de Siegrist). Plus largement, cette première catégorie comprend les contraintes de rythme, l'existence d'objectifs irréalistes ou flous, l'exigence de polyvalence non maîtrisée, les instructions contradictoires et interruption d'activité, les longues journées de travail, le travail en horaires atypiques, le travail de nuit, l'exercice de responsabilités, l'imprévisibilité des horaires de travail, la pression temporelle, et les difficultés de conciliation entre vie professionnelle et vie familiale. L'intensité et la complexité du travail ont comme conséquences immédiates

l'impréparation, les retards, les défauts de qualité, le débordement ou encore le sentiment d'insuffisance des moyens disponibles.

2. Les exigences émotionnelles

Même si elles peuvent favoriser dans certains cas le dynamique psychique [74], elles sont aussi causes de souffrances et de risques selon des processus encore imparfaitement connus. La demande émotionnelle (charge psychologique associée à des comportements sociaux complexes, planifiés et impliquant des émotions au sein de l'exécution des tâches) est associée au développement et à l'évolution de troubles psychiatriques, comme la dépression [75]. Cette catégorie concerne surtout les métiers en relation avec le public (patients, élèves, clients, ...) [76] et plus particulièrement ceux qui impliquent d'intervenir auprès de personnes en situation de souffrance physique ou psychologique ou de misère sociale : professions médicales notamment des unités de soins palliatifs [77], travailleurs sociaux [78], policiers confrontés au quotidien à la détresse, aux blessés et à la mort [79], etc. Les exigences émotionnelles font référence à la nécessité de maîtriser et façonner ses propres émotions.

3. Le manque d'autonomie et de marges de manœuvre

L'idée de l'autonomie au travail a émergé très tôt dans la littérature consacrée au travail [80]. Elle désigne la possibilité au travailleur d'être acteur et non passif dans son travail, de sa participation à la production et rejoint la notion de « latitude décisionnelle » (voir le modèle de Karasek). Parmi les facteurs représentés dans cette sous-catégorie, on y trouve notamment l'autonomie dans l'exécution de la tâche, l'impossibilité de prévoir les changements et les problèmes dans son travail, la monotonie et l'ennui ou encore le plaisir éprouvé au travail. Cependant, des effets potentiellement néfastes d'un excès d'autonomie au travail ont été mis en évidence dans la littérature [81].

4. Le manque de soutien social et de reconnaissance au travail

Cet axe recouvre les rapports sociaux entre travailleurs ainsi que les rapports sociaux entre le travailleur et l'organisation qui l'emploie. Les rapports sociaux ont été étudiés, notamment au travers du modèle du « soutien social » de Karasek. Ils incluent des relations avec les collègues ou avec la hiérarchie, l'appréciation du travail, la rémunération, les perspectives de carrière, l'adéquation de la tâche à la personne, les

procédures d'évaluation au travail, ainsi porté au bien-être des travailleurs. Cette catégorie recouvre également les relations avec l'extérieur de l'entreprise, comme la reconnaissance par les clients et le public, la valorisation sociale du métier, mais encore les violences internes et le harcèlement moral.

5. Les conflits de valeurs

Les conflits de valeurs renvoient à l'ensemble des conflits intrapsychiques consécutifs au décalage entre ce qui est exigé au travail et les valeurs professionnelles, sociales ou personnelles des travailleurs. Ce champ recouvre les conflits éthiques, la qualité empêchée, et le fait d'exercer un travail qu'on juge inutile.

6. L'insécurité de la situation de travail

L'insécurité de la situation de travail comprend l'insécurité socio-économique et le risque de changement non maîtrisé de la tâche et des conditions de travail. Ce champ recouvre les risques pesant sur la pérennité de l'emploi, sur le maintien du niveau de salaire ou sur le déroulement jugé normal de la carrière. L'insoutenabilité au travail, autrement dit l'impossibilité de continuer à faire son travail tout au long de sa carrière professionnelle dans les mêmes conditions (sans aménagement d'horaires ou de poste) et les situations de changements (stratégiques, organisationnels, technologiques, statutaires) recouvrent cette catégorie et sont également générateurs de risques.

D'autres facteurs de RPS, ont été également identifiés, notamment les facteurs concernant les contraintes physiques et environnementales dans le lieu du travail comme étant associés à la dégradation de l'état de santé des individus. Les facteurs comme le bruit, la luminosité, la température, l'existence des fenêtres ou autres, respirer des fumées ou de poussières, être en contact avec des produits dangereux, etc. peuvent influencer sur les attitudes, la satisfaction, la concentration et la performance des employés dans leur lieu de travail [18], [82], [83]. Concernant les contraintes physiques, des facteurs comme le port de charges lourdes ou encore le fait de devoir rester debout longtemps sont connus comme des facteurs de RPS [18].

Par ailleurs, de nombreux travaux sur les expériences de récupération essaient d'expliquer pourquoi certains facteurs organisationnels et environnementaux (micro-pauses, relaxation,...) peuvent être associés à une détérioration de l'état de santé des travailleurs [84], [85].

Carine Pianelli, psychologue et docteur en psychologie sociale, a synthétisé l'ensemble de ces facteurs de RPS, à partir des différents modèles explicatifs du stress et des RPS, en 12 catégories (Figure 2).

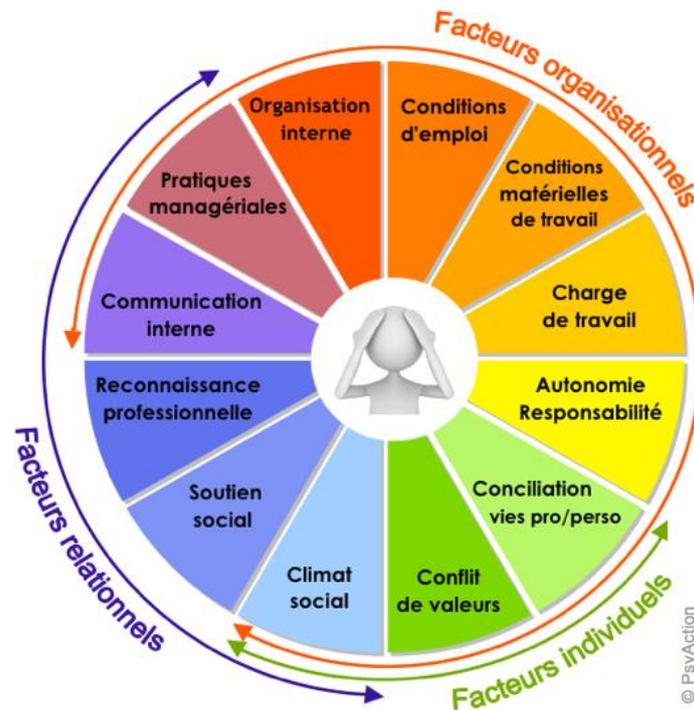


Figure 3 : Les 12 catégories de facteurs de risques psychosociaux, par Carine Pianelli

Source : <http://effets-papillon.com/rps>

En conclusion, il existe tout un panorama de familles sources de facteurs de RPS qu'il faut maîtriser afin de pouvoir mettre en place des mesures prévention efficace pour la lutte contre les RPS. Un enjeu majeur sera donc de mettre en lumière, selon le cas, les facteurs de RPS prioritaires pour la prévention de la santé mentale et du bien-être des travailleurs.

3. Epidémiologie des risques psychosociaux et de leurs déterminants

3.1. Etat de lieux des risques psychosociaux en Europe

Comme on l'a déjà souligné, les RPS recouvrent une réalité complexe et en conséquence il est d'autant plus difficile de les évaluer complètement de manière quantitative. Néanmoins des études se sont attelées à estimer quelques chiffres afin de pouvoir réaliser l'ampleur majeure et grandissante du phénomène. En 2009, l'EU-OSHA estime qu'en Europe, 28% des travailleurs seraient « exposés à au moins un facteur susceptible d'affecter de manière défavorable [leur] bien-être mental », soit 56 millions de travailleurs [86].

- **Cas particulier du stress**

Le phénomène du stress reste un cas un peu particulier des RPS. Il est d'ailleurs souvent utilisé pour désigner l'ensemble des RPS. Ceci pour permettre d'aborder plus facilement le sujet, tant la définition des RPS est complexe.

D'après l'EU-OSHA, en Europe 25% des salariés seraient touchés par le stress professionnel et déclarent ressentir un stress lié au travail pendant la plus grande partie ou la totalité de leur temps de travail [87]. De plus, environ 50 % des travailleurs européens estiment que le stress est courant sur leur lieu de travail et intervient dans près de la moitié de l'ensemble des jours de travail perdus. Selon l'EU-OSHA, le stress serait le problème de santé le plus répandu dans le monde du travail et le nombre de personnes souffrant d'un état de stress causé ou aggravé par le travail va probablement augmenter dans les prochaines années [31].

- **Cas des troubles mentaux**

Les troubles mentaux courants ont touché 17.3% des personnes dans l'Union Européenne en 2018. Les troubles anxieux (5.4%) et les troubles dépressifs (4.5%) étaient les plus prévalents [88]. Les troubles psychiatriques représentent également une part importante de la charge mondiale de morbidité : par exemple, le trouble dépressif majeur était l'une des cinq principales causes d'années vécues avec un handicap en 2016, contribuant à 4.2 % de la charge mondiale de morbidité [89]. Également, selon l'OMS, les troubles mentaux sont responsables

d'une part majeure de la morbidité dans le monde. Jusqu'à 50 % des congés de maladie chroniques sont imputables à la dépression et à l'anxiété. L'OMS estime que 25% de la population mondiale est concernée à un moment ou un autre de sa vie par un trouble mental. Les personnes souffrant de problèmes légers à modérés d'anxiété ou de dépression, sont deux fois plus susceptibles d'être au chômage. Ils courent aussi un risque beaucoup plus élevé de pauvreté et de marginalisation sociale.

Pour les actifs, ces troubles psychiques peuvent très facilement se répercuter sur la vie professionnelle. D'après une enquête récente de 2018, en France, les troubles mentaux au travail affectent 1 actif sur 5 [1]. Les troubles psychiques, comme pour l'ensemble des RPS, peuvent avoir de nombreuses causes, et l'impact des facteurs de RPS sur la santé mentale a été investigué depuis plus 40 ans.

3.2. Evolution temporelle au cours des dernières décennies

Les contraintes psychologiques seraient en forte augmentation. C'est ce que montre l'enquête Sumer 2017 [61] réalisée tous les sept ans depuis 1994 par le ministère du Travail pour mesurer l'exposition des salariés aux risques professionnels.

Cette enquête Sumer datant de 2017, pointe « une intensité de travail demeurant élevée ». De ce fait, « environ un tiers des salariés subissent toujours au moins 3 contraintes de rythme, soit 4 points de plus qu'en 1994 ». De plus, environ 56% rapportent « un rythme de travail imposé par une demande extérieure obligeant à une réponse immédiate ». Ce constat est alarmant, parce qu'il n'est pas sans conséquences sur la santé mentale des travailleurs. Rappelons que « l'intensité du travail est un des facteurs essentiels pour les risques psychosociaux au travail », et en même temps elle révèle de vives difficultés organisationnelles. De plus, « la proportion de salariés déclarant devoir fréquemment interrompre une tâche pour en effectuer une autre non prévue a fortement augmenté sur la période, de 46 % en 1994 à 58 % en 2017, ce qui est très coûteux en termes de charge mentale. De même, 30 % des salariés déclarent ne pas disposer du temps nécessaire pour faire correctement leur travail, alors que ce sentiment est une source majeure d'insatisfaction et de mal-être professionnel. Concernant l'autonomie au travail, les marges de manœuvre tendent à diminuer sur la période 2003 – 2017, réduisant ainsi l'autonomie des salariés. Or, le manque d'autonomie est un autre facteur essentiel des risques psychosociaux au travail [61].

L'agence Santé publique France indique que le taux de prévalence de la souffrance psychique liée au travail a augmenté sur la période 2007-2012, aussi bien chez les femmes (de 1.1 % à 1.4 %) que chez les hommes (de 2.3 % à 3.1 %) [90]. Par ailleurs, la part des personnes ayant une « incapacité permanente » en lien avec une maladie psychique reconnue au titre des accidents au travail s'élevait à 2.6 % du total des accidents au travail en 2012 et à 4.6 % en 2016 [90].

3.3. Risques psychosociaux et COVID-19

Avec l'arrivée de la pandémie mondiale de la COVID-19 fin 2019, le constat alarmant des RPS au travail ne s'est évidemment pas amélioré, bien au contraire. Cette pandémie a profondément altéré le travail, les relations sociales et l'environnement du travail sous différents aspects [91]. Les politiques de distanciation sociale, les confinements obligatoires et les couvre-feux, les périodes d'isolation, la peur de devenir malade, la perte de revenu, et la peur du futur, influencent conjointement la santé mentale des citoyens et des travailleurs. Pour investiguer l'impact de la COVID-19 sur le bien-être, la santé et la sécurité au travail, *Eurofound* a lancé en avril 2020, lorsqu'une grande partie de la société européenne a été soumise aux restrictions de confinement, une large enquête auprès de 27 pays membres de l'union européenne [2]. Deux autres vagues d'enquêtes ont suivi. Une en juillet 2020, où la société européenne commençait petit à petit la levée des restrictions dues au premier confinement. Et une deuxième vague d'enquête a été quant à elle lancée en février et mars 2021, où le nombre de cas de COVID-19 a explosé dans plusieurs pays de l'UE, suivi d'une extension du confinement dans plusieurs pays. L'échantillon total est composé de 138 629 personnes, dont 67 685 dans la première vague d'enquête, 24 144 dans la deuxième et 46 800 dans la troisième vague d'enquête. Cette enquête présente l'avantage d'être représentative (par pondération) pour chaque état membre et dans l'UE dans son ensemble, en fonction de l'âge, du sexe, de la région et du niveau d'éducation.

L'enquête montre que, une année après l'épidémie, 10% des répondants ont perdu leur emploi à cause du COVID-19. Et même pour ceux qui restent en emploi, l'insécurité au travail (*feeling that it was 'very likely' or 'rather likely' that they would lose their job in the next three months*) se fait ressentir fortement (26%). Aucune différence significative selon le groupe d'âge ou le sexe n'a été relevée. Les trois vagues de l'enquête *Eurofound* démontre également un mauvais équilibre entre vie privée et vie professionnelle, spécialement pour les femmes ayant

des jeunes enfants. Cette enquête confirme la dégradation de deux déterminants majeurs des RPS face au COVID-19.

L'un des principales conclusions de cette étude est le résultat obtenu quant au risque de dépression. En utilisant l'échelle WHO-5 [14], le niveau de bien être mental a chuté, en passant en moyenne de 53 à 45 dans les 27 pays de l'UE, entre l'été 2020 et le printemps 2021. Cette baisse est constatée quel que soit le groupe social et le sexe. La détérioration du niveau de bien être mental est spécialement marquée chez ceux ayant perdu leur emploi et chez les jeunes [2]. Également, au printemps 2021, il y a eu une augmentation significative des pensées négatives, telles que la tension/anxiété, la solitude et le sentiment d'abattement et de dépression, dans la plupart des groupes sociaux de l'UE. Cette dégradation de l'état de santé des individus peut s'expliquer en grande partie par la peur, l'incertitude et l'insécurité causées par la pandémie de la COVID-19.

Une revue systématique, doublée d'une méta analyse réalisée en 2020 [92], mesure la prévalence du stress, de l'anxiété et de la dépression dans la population générale pendant la pandémie de la COVID-19. La méta-analyse montre des prévalences inquiétantes du stress (29.6% [IC95% : 24.3 – 35.4]), de l'anxiété (31.9% [IC95% : 27.5 – 35.4]) et de la dépression (33.7% [IC95% : 27.5 – 40.6]). Une autre revue systématique recouvrant 204 pays et territoires, rapporte la prévalence des troubles dépressifs et anxieux majeurs, pendant la pandémie de la COVID-19 (entre le 1er janvier 2020 et le 29 janvier 2021). Deux indicateurs d'impact de la COVID-19, à savoir les taux quotidiens d'infection par le virus et la réduction de la mobilité humaine, sont associés à une augmentation de la prévalence des troubles dépressifs et des troubles anxieux. Les femmes et les groupes d'âge plus jeunes étaient les plus touchées mentalement par la pandémie [93]. Par ailleurs, l'étude a estimé que 53.2 millions de cas supplémentaires de troubles dépressifs majeurs (soit une augmentation de 27.6% [IC95% ; 25.1 - 30.3]) et 76.2 millions de cas supplémentaires de troubles anxieux dans le monde (soit une augmentation de 25.6% [IC95% ; 23.2 - 28.0]), étaient dus à la pandémie de la COVID-19 [93].

En France en particulier, Santé Publique France a mis en place depuis le début de la crise de la COVID-19, le 23 mars 2020, une enquête répétée et conduite auprès de 2000 individus (comparable à la population française en termes d'âge, de sexe, de catégorie socioprofessionnelle, de région d'habitation et de taille d'agglomération), afin de suivre notamment l'évolution de la santé mentale des français [94]. En février 2021, 34% des personnes interrogées présentaient un état anxieux ou dépressif. Des augmentations de

prévalence sont particulièrement été observées chez les jeunes ainsi que chez des populations ayant un statut socio-économique modeste.

Deux autres enquêtes menées en France, spécifiques aux salariés, réalisées par IFOP pour le compte du groupe de protection sociale Malakoff-Humanis ont également confirmé que la crise sanitaire de la COVID-19 a eu des effets délétères sur la santé mentale des salariés [95]. Et les RPS sont devenus le deuxième motif des arrêts maladies devant les troubles musculo-squelettiques. Ils représentaient 11% des arrêts en mars 2020, 9% en avril, et 12% en mai et toujours 11% en juin 2020. D'après cette étude, l'impact de la pandémie sur l'état psychologique des salariés devrait hélas perdurer. La seconde enquête réalisée au cours de l'été 2020 auprès des employés du secteur privé met en lumière les conséquences psychologiques profondes de la crise. En effet, près de la moitié des salariés interrogés (45%) affirment se sentir physiquement et psychologiquement fatigués [96]. La crise sanitaire a renforcé les traditionnels facteurs de RPS. L'intensité du travail, l'insécurité de la situation professionnelle et la mauvaise qualité des rapports sociaux – soit trois principaux facteurs de risques psychosociaux – se sont dégradées depuis le début de la crise.

Ces chiffres récents démontrent que, mis à part les conséquences lourdes de la crise de la COVID-19 sur la santé physique des individus, il s'agit également d'un danger sur la santé mentale des salariés, et de la population en générale.

4. Les conséquences des risques psychosociaux

Comme évoqué dans l'introduction, les RPS donnent lieu à des conséquences nombreuses et graves : sur la santé physique et mentale des individus, mais également sur le plan économique au niveau des entreprises et de leur performance.

4.1. Conséquences sur la santé

Les conséquences des RPS et du stress en particulier sur la santé des individus ont été documentés depuis plusieurs années. En cas d'exposition prolongée et intense aux RPS, il peut y avoir de graves conséquences sur le plan physique, physiologique et mental :

- Conséquences physiologiques : maladies cardio-vasculaires (cardiopathies ischémiques, maladies cérébrovasculaires et maladies hypertensives) [6], [7], [97], certains troubles musculo-squelettiques [8], [9], [98], de la fatigue, d'épuisement professionnel, des problèmes d'immunité [99], de la diabète, athérosclérose, l'angine de poitrine, les maladies coronariennes [100]. On énumère également des troubles du sommeil et des maladies digestives, etc.
- Conséquences psychiques : troubles d'anxiété et de dépression, conduisant parfois au suicide.
- Développement des addictions (tabagisme, alcoolisme, stupéfiants) [101] qui ont elles-mêmes des conséquences physiologiques (diverses formes de cancer ou de cardiopathie),

Et l'on ne peut passer sous silence les effets cumulatifs des différents facteurs de stress. La Figure 4 synthétise les effets du stress sur la santé physique, physiologique et métabolique des individus.

4.2. Conséquences sur les comportements au travail

Si l'exposition aux facteurs de RPS dans la durée ont toujours un coût pour la santé des individus qui les subissent, elles ont également des répercussions négatives sur le fonctionnement organisationnel et économique de l'entreprise. Comme expliqué en

introduction, les RPS sont un phénomène assez difficile à définir. Cependant, il est possible de trouver quelques estimations mesurant l'ampleur du phénomène dans le monde du travail (basées sur le nombre de jours de travail perdus ou, pour la plupart, sur le ressenti des travailleurs) et de ses conséquences pour la société. Les RPS et en particulier le stress nuisent au bon fonctionnement des entreprises : augmentation du taux du turnover du personnel [102]–[104], du présentéisme, de l'absentéisme [105], [106] et baisse de la productivité des employés [107]. Aussi, d'après l'EU-OSHA, 50 à 60% des journées de travail perdues ont un lien avec le stress au travail [86]. Les RPS sont également à l'origine de risques en sécurité : les employés stressés sont plus à risque de mal exécuter des manœuvres et de se blesser. Avec ces conséquences comportementales au travail, les impacts économiques pour l'employeur sont concrets, et souvent très coûteux.

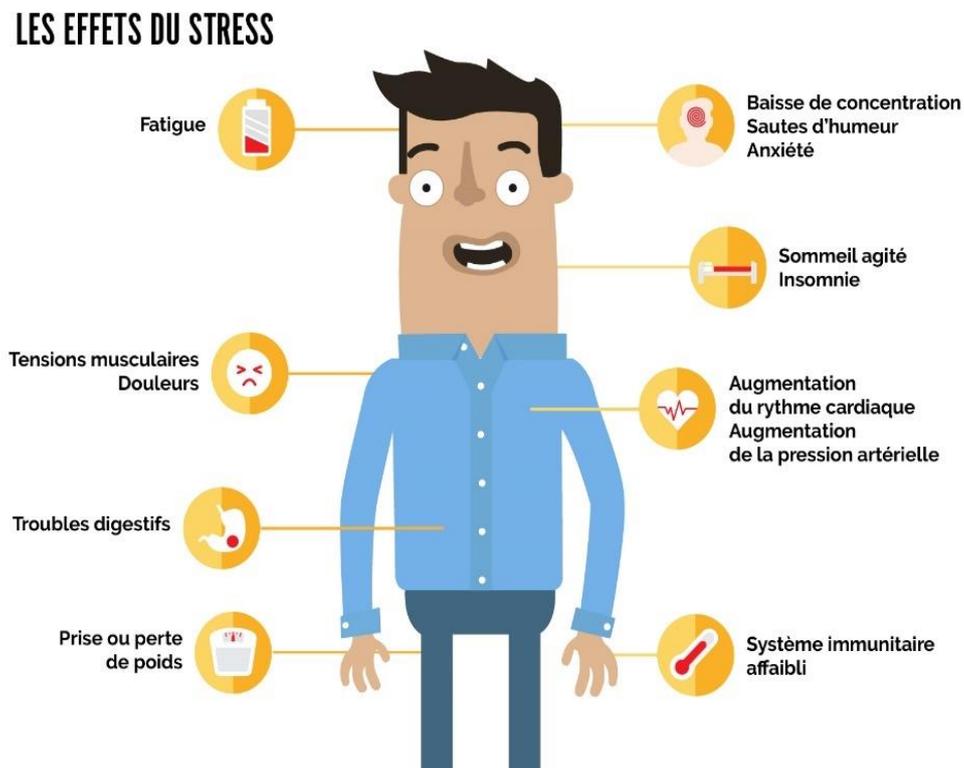


Figure 4 : Synthèse des effets du stress sur la santé physique, physiologique et métabolique
Source : Institut national de recherche et de sécurité (INRS)

4.3. Conséquences économiques

L'Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail (EU-OSHA) a publié en 2013 une synthèse d'études sur le coût des RPS. En Europe, le coût consécutif aux dépressions dues au travail est estimé à 617 milliards d'euros par an [13]. Cela représente quatre fois le budget

de l'Union européenne (151 milliards d'euros en 2014). Ce chiffre comprend les coûts supportés par les employeurs à cause de l'absentéisme et du présentéisme (272 milliards d'euros), de la perte de productivité (242 milliards d'euros), le coût des soins de santé (63 milliards d'euros) et des prestations sociales versées sous la forme d'allocations pour invalidité (39 milliards d'euros).

Dans les pays de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), le coût lié aux troubles mentaux chaque année sont importants et non négligeables. Selon les estimations, le coût total des problèmes de santé mentale représenterait entre 3.5 % et 4 % du PIB dans les pays de l'OCDE [88]. D'après une enquête réalisée par l'OMS, la dépression et l'anxiété à elles seules entraînent une perte de productivité économique mondiale de près de 1000 milliards de dollars par an [108]. En France, plus spécifiquement, le coût de la dépression due à des exigences professionnelles élevées se situe entre 650 et 752 millions d'euros [10].

Dans une étude de 2005, Bejean et Sultan-Taieb estiment le coût annuel du stress au travail en France, entre 1.17 et 1.97 milliard d'euros [10]. Les coûts se répartissent ainsi : frais médicaux (413 millions d'euros), congés de maladie (279 millions d'euros), perte de productivité due aux décès prématurés par rapport à l'âge de la retraite (474 millions d'euros) et aux années perdues par rapport à l'espérance de vie (954 millions d'euros).

Une autre estimation plus récente réalisée par l'institut national de recherche et de sécurité (INRS) quantifie le coût social du stress au travail entre 1.9 et 3 milliards d'euros, en se basant sur des chiffres de 2007. Cette estimation comprend le coût des soins et la perte de richesse pour cause d'absentéisme, de cessation prématurée d'activité et de décès prématuré [11]. Cependant, ce chiffre estimé sur la base d'une population active de 27.8 millions de personnes est une évaluation à minima. D'abord, parce que l'étude prend essentiellement en compte le « *job strain* » ou « situation de travail tendue », qui représente moins d'un tiers des situations de travail fortement stressantes. Ensuite, dans l'estimation du coût, uniquement les pathologies qui ont fait l'objet de plusieurs études ont été retenues (maladies cardiovasculaires, dépression et certains troubles musculo-squelettiques). Enfin, cette dernière estimation ne prend pas en compte toute la dimension du coût pour l'individu, en particulier la souffrance et la perte de bien-être que le stress occasionne. Donc en réalité, le coût du stress au travail serait largement supérieur à celui estimé.

Un rapport du régime générale d'assurance maladie affirme que la prise en charge des affections psychiques liées au travail aurait représenté 230 millions d'euros en 2016 [109]. Ces troubles représentent le deuxième poste de dépenses du régime général de l'assurance maladie par pathologie, avant les cancers et maladies cardiovasculaires, et après les hospitalisations ponctuelles, avec un budget de 20.3 milliards d'euros en 2017 [12].

Au Royaume-Uni, en 2001, Hoel et al. ont estimé à 30 % la proportion des arrêts maladie directement liés au stress. Le Sainsbury Centre for Mental health (2007) estime que, pour les employeurs britanniques, le coût total du stress, de l'anxiété et de la dépression s'élève à 1 035 Livre sterling (GBP) par employé et par an (1 220 euros). Sur ce total, 32.4 % sont imputables à l'absentéisme, 58.4 %, au présentéisme et 9.2 % au turnover du personnel.

Les conséquences économiques des RPS sont donc très lourdes pour les employeurs et pour l'Etat, justifiant l'importance de mettre en place des mesures efficaces de prévention. Une étude EU-OSHA a ainsi estimé qu'1 euro investi par une organisation dans un programme de prévention et de promotion des RPS, conduit à un bénéfice net qui peut atteindre jusqu'à 13 euros sur l'ensemble de la chaîne économique [13].

5. Les risques psychosociaux en milieu de soins

L'exposition aux facteurs de RPS dépend fortement du secteur d'activité du salarié. Pour la Haute autorité de santé (HAS), les soignants sont une "population à risque historiquement identifiée" [110]. Outre l'exposition aux risques chimiques et biologiques auxquels ils sont exposés, un rapport de la direction de l'Animation de la recherche, des Études et des Statistiques (Dares) montre que les personnels soignants sont soumis à de nombreux facteurs générateurs de stress et de souffrance au travail [111], mêmes s'ils sont globalement en bonne santé physique. En milieu de soins, les RPS constituent un sujet de plus en plus préoccupant, pas seulement par leur importance quantitative mais aussi sur un plan symbolique. En effet, il est paradoxal de constater une récurrence et une augmentation des RPS dans un milieu où la vocation première est le soin et la prise en charge de personnes souffrantes.

Dans ce milieu professionnel, de nombreux soignants hésitent à révéler leurs problèmes de santé mentale ou à demander de l'aide, la stigmatisation étant une raison souvent invoquée. Récemment, les réformes hospitalières, la transformation de l'organisation du système de soin, le manque de personnel, ont grandement affecté les conditions de travail de tous les personnels, renforçant ainsi leurs expositions aux risques. A bien des égards, le travail des professionnels de santé est pénible. La prévention des RPS représente donc un enjeu majeur pour les établissements du secteur sanitaire.

5.1. Epidémiologie des risques psychosociaux et de leurs déterminants chez les personnels de soins

Dans les milieux de soins, les personnels soignants sont surexposés aux RPS. En France, dans la fonction publique hospitalière, plus d'un tiers (37%) seraient dans une situation de surexposition aux risques professionnels et psychosociaux, contre 23% pour l'ensemble des travailleurs, tout secteur d'activité confondu [112]. D'après un rapport de l'assurance maladie datant de 2018, le secteur médico-social est le secteur d'activité le plus impacté par les affections psychiques. Il concentre à lui seul, 20% de ces affections alors qu'il emploie environ 10% des salariés [109]. De plus, en 2013, plus de 40% des étudiants en médecine déclarent être confrontés personnellement à des troubles psychologiques. Une enquête de la Dares datant de

2014 affirme que les infirmières représentent d'ailleurs la famille professionnelle la plus exposée aux RPS : 72 % d'entre eux se sentent exploités.

5.2. Déterminants spécifiques des risques psychosociaux dans cette population

Il est important de préciser que l'ensemble des déterminants des RPS listés dans la section 2 reste bien entendu applicable aux métiers de la santé. Cependant, il existe des facteurs de RPS spécifiques à ce corps de métier. Dans ce milieu, certains facteurs de RPS sont plus prévalents que d'autres. Ceci est notamment le cas pour les facteurs relatifs à la catégorie numéro 2 du rapport de Gollac : les rapports sociaux. Le soutien de la part des collègues et de la part de la hiérarchie représente un des principaux facteurs de RPS chez les personnels de soins [113]–[117]. En effet, un bon rapport social entre soignants permet de travailler efficacement, de s'entraider entre collègues afin de pouvoir se partager les tâches et d'alléger la charge de travail. Le soutien apporté entre collègues favorise la confiance et l'ambiance au travail [118]. Pour Estryn-Behar et Le Nezet, « le support de collègues, de cadres et de médecins avec lesquels on a l'habitude de travailler réduit l'incertitude et les interruptions, car il permet la connaissance spécifique de l'utilisation des équipements et des particularités des réponses aux questions des patients souffrant d'une pathologie donnée. Le soutien et la solidarité sont des conditions favorables pour améliorer la sécurité et la sérénité des soignants, et la qualité du travail qu'ils réalisent » [119].

Les rapports sociaux passent également à travers le contact direct avec les patients, et les personnels de santé sont régulièrement exposés à la violence, en particulier les travailleurs de première ligne tels que les services d'urgence. Dans de nombreux établissements de soins de santé, il existe un sentiment de résignation à l'idée que la violence est un élément normal du travail quotidien. Plusieurs études indiquent que la violence latérale (violence entre collègues) est également présente chez les professionnels de la santé et généralement associée à des environnements de travail très stressants [120]. Dans une étude récente, le soutien social, la charge de travail, le temps de travail, la douleur physique et les relations interpersonnelles ont été indiqués comme les facteurs de RPS les plus communs chez le personnel infirmier [121].

Les soignants à l'hôpital sont également très exposés aux horaires de nuit, décalés ou atypique qui créent un décalage par rapport aux rythmes de vies. D'autres facteurs liés au lieu de travail comme l'affectation dans une unité de soins intensifs, l'absence d'équipement de

protection individuelles appropriée, la perception d'un soutien insuffisant sur le lieu de travail dans le domaine/spécialité, ou encore la perception d'un soutien insuffisant en matière de santé mentale sont associés aux symptômes dépressifs [122].

Selon l'enquête Sumer datant de 2010, les personnels de santé cumulent une forte demande psychologique avec une faible latitude professionnelle, c'est-à-dire une situation de *job strain*, comparativement aux autres secteurs d'activité [60]. Nombreux d'entre eux estiment qu'on leur demande d'effectuer une quantité de travail excessive, et les aides-soignants et les infirmiers sont les principaux concernés. Et cette tendance ne s'est pas atténuée avec le temps. En effet, selon l'enquête Sumer 2017, la « tension au travail ou *job strain* », concerne 31.6% de l'ensemble des salariés. Et dans le détail, les agents de la fonction publique hospitalière y sont particulièrement exposés (35.3%) [123] et déclarent ressentir un grand sentiment de manque de reconnaissance que les autres secteurs (57.7%).

5.3. Conséquences des risques psychosociaux en milieu hospitalier

Le monde hospitalier n'est pas épargné par les manifestations de souffrance au travail. Diverses conséquences, communes aux différents corps de métier, peuvent se manifester au niveau physiologique (maladies cardio-vasculaires, maladies hypertensives, ...), psychique (anxiété, dépression, ...) ou le développement d'addictions (alcoolisme, stupéfiants, ...).

Par ailleurs, d'autres graves conséquences spécifiques chez cette catégorie de travailleur sont à déplorer, notamment au niveau de la qualité et la sécurité des soins qui vont être prodigués aux patients. Les patients déjà en souffrance vont recevoir des soins de mauvaise qualité. Plus précisément, le stress au travail peut affecter de manière significative la qualité de vie des infirmiers, et simultanément réduire la qualité des soins. Les soins sont une procédure interpersonnelle où une communication positive infirmier-patient doit être mise en œuvre, avec des compétences et des connaissances professionnelles [124]. Et malheureusement, le stress lié au travail a pour conséquence une perte de compassion pour les patients et une augmentation de l'incidence des erreurs de pratique et est donc associé de manière défavorable à la qualité des soins [125]. De nombreuses études montrent que le stress a un impact direct ou indirect sur la prestation des soins et les résultats attendus sur les patients [126]–[129]. De plus, les pertes d'attention causées par le stress peuvent augmenter le risque de conséquences graves telles que les infections nosocomiales, des erreurs de prescription, une baisse d'hygiène, l'incapacité à

reconnaître des signes et des symptômes mettant la vie en danger et d'autres problèmes essentiels pour la sécurité des patients [130].

Il est impossible de progresser sur la qualité et la sécurité des soins, sans s'intéresser au travail lui-même. En effet, les conditions de travail, la qualité de vie au travail et l'organisation des services sont directement liés à la qualité des soins.

5.4. Risques psychosociaux et COVID-19 chez les personnels de soins

L'impact de la pandémie de COVID-19 sur le travail et les environnements de travail a été particulièrement marqué dans le secteur des soins, qui était en première ligne, avec une forte diminution de la santé mentale des employés [131], [132], [133]–[135]. La COVID-19 a exposé les travailleurs de la santé à un ensemble diversifié de risques ayant un impact sur leur bien-être physique, psychologique et social. Outre le stress dû à l'afflux des malades dans les établissements de santé, les craintes vis-à-vis de la maladie, le manque de moyens, les personnels de santé font face à des difficultés psychologiques croissantes. En France, selon une consultation réalisée en ligne du 4 au 7 avril 2020 auprès de 70 000 infirmiers inscrits à l'Ordre, près de 79% des personnes consultées ont déclaré être davantage en souffrance professionnelle au regard de la situation actuelle.

Partout dans le monde, un impact majeur de la COVID-19 sur la santé mentale des personnels de santé a été observé : anxiété, dépression, stress aigu... Cette situation inédite suscite de vives inquiétudes pour les travailleurs de santé. En Espagne par exemple, les professionnels de santé affichent significativement plus de symptômes de dépression et de stress aigu que les autres travailleurs [136]. Au Japon, en Pologne, au Népal et dans plusieurs pays dans monde, le constat est le même [134], [135]. Au Canada, une étude réalisée entre juin et juillet 2020 portant sur 3 676 infirmiers montre des taux de prévalence élevés pour le syndrome de stress post-traumatique (47%), l'anxiété (38%), la dépression (41%) et un épuisement émotionnel élevé (60%) [137].

Une revue systématique de la littérature publiée en 2020 et incluant 31 articles sur les dommages psychologiques subis par les professionnels de la santé pendant la pandémie de COVID-19 a retrouvé des prévalences de 23.2 % pour l'anxiété, 22.8 % pour la dépression et 38.9 % pour l'insomnie [138]. Une autre revue systématique incluant cette fois 70 études pour

101 017 participants (uniquement les articles de très bonne qualité ont été intégrés dans la revue), a estimé les prévalences des problèmes de santé mentale chez les personnels de soins durant la pandémie. Les prévalences ont été estimées à 30.0% (IC95%, 24.2 - 37.1) pour l'anxiété, de 31.1% (IC95%, 25.7 - 36.8) pour la dépression, et de 56.5% (IC95% ; 30.6 - 80.5) pour le stress aigu et de 44.0% (IC95%, 24.6 - 64.5) pour les troubles de sommeil [139].

Après avoir dédié cette première partie à l'état de l'art des RPS et de leurs déterminants, dans la prochaine partie, l'objectif est de dresser une liste, non exhaustive, des méthodes statistiques utilisées dans la littérature pour les analyser.

Deuxième partie :

Les approches statistiques pour identifier et
hiérarchiser leurs déterminants et prédire leurs
impacts comportementaux

6. Sources et recueil de données

Différents types de données sont disponibles pour l'analyse des RPS et de leurs déterminants. Ces données peuvent être recueillies via des enquêtes qualitatives ou quantitatives. Cette thèse se focalise sur les données quantitatives, permettant ensuite la réalisation d'analyses statistiques, mais un panorama plus large est présenté dans les sections suivantes.

6.1. Données qualitatives

L'approche qualitative utilise une démarche rigoureuse et un processus de recueil d'informations qui tiennent compte du contexte social. Dans les enquêtes qualitatives, l'accent est porté sur la collecte de données verbales plutôt que sur des données qui peuvent être mesurées, et elle se caractérise par des investigations faites en profondeur. Les enquêtes qualitatives sont menées par des spécialistes capables d'analyser les comportements non verbaux et portent en général sur des échantillons réduits de population, au travers d'entretiens individuels en face à face, de discussions de groupe, de l'analyse ou encore de l'observation de l'activité. Les entretiens peuvent être directifs, semi-directifs ou encore non directifs. L'observation de l'activité fait partie intégrante d'une étude qualitative. Bien qu'elle soit déjà présente dans les autres modes de recueil des données, celle-ci peut être utilisée de manière plus approfondie. Les enquêtes qualitatives sont utilisées dans diverses disciplines comme l'ergonomie, les sciences sociales ou la psychologie du travail.

Dans le milieu professionnel, ces types d'enquêtes peuvent s'avérer être un excellent outil pour l'analyse et la compréhension des RPS [140]–[145]. Pour illustration, en 2016, Bhui et al. se sont basés sur une étude qualitative pour identifier et comprendre les causes du stress au travail ainsi que l'impact des interventions individuelles, organisationnelles et personnelles utilisées pour gérer le stress dans les organisations [144]. Des entretiens qualitatifs ont été menés auprès de 51 employés issus de diverses organisations, indiquant que les mauvaises conditions de travail et les pratiques de gestion étaient des causes courantes de stress au travail. Parmi les pratiques de gestion génératrices de stress figurent les exigences irréalistes, le manque de soutien, le traitement inéquitable, la faible latitude décisionnelle, le manque d'appréciation, le déséquilibre effort-récompense, le manque de transparence et la mauvaise communication.

Dans une autre étude qualitative semi-dirigée, cette fois menée dans des laboratoires de cytologie, 7 participants ont été interrogés entre autres sur la raison de leurs départs [145]. La principale raison évoquée par les travailleurs est le manque d'équilibre entre vie privée et vie professionnelle, et la deuxième raison est le manque de défis professionnels et de possibilités d'évolution.

6.2. Données issues de questionnaires

6.2.1. Grands principes des enquêtes par questionnaires

À la différence des enquêtes qualitatives, les enquêtes par questionnaires fournissent des données quantifiables et permettent d'obtenir des résultats mesurables. Dans une enquête par questionnaire, l'objectif est de rassembler une grande quantité d'informations aussi bien factuelles que subjectives, auprès d'un grand nombre d'individus qui soit le plus représentatif possible de la population selon quelques facteurs socio-démographiques de référence (âge, sexe, localisation, profession ou autres), en utilisant le critère des quotas par exemple. Dans ce type d'enquête, la taille relativement importante de l'échantillon est non seulement un atout, mais aussi une condition nécessaire à cette méthodologie pour assurer une puissance statistique. En effet, les analyses effectuées sur un faible nombre d'individus, permettent rarement d'obtenir des résultats statistiquement fiables.

Le recueil des données est fait le plus souvent en ligne et s'appuie sur des méthodes qui se développent de plus en plus, permettant notamment de supprimer la phase longue, coûteuse et fastidieuse de saisie des informations : la méthode CAPI (Computer Assisted Personnel Interview), la méthode CAWI (Computer Assisted Web Interview) ou encore la méthode CATI (Computer Assisted Telephone Interview). Cependant, dans des contextes particuliers où la charge de travail des travailleurs réduit le taux de participation, comme à l'hôpital, le mode de recueil en face à face adapté aux horaires creuses du personnel par un enquêteur tiers est privilégié. L'utilisation d'une tablette connectée dans ce cas, permet de réduire les risques de perte de données et des erreurs de saisie.

6.2.2. Principaux questionnaires utilisés sur les risques psychosociaux et les facteurs de risque psychosociaux

Dans une enquête par questionnaire, en plus de facteurs socio-démographiques (âge, sexe, profession, nombre d'enfants, ...) nécessaires pour l'ajustement des modèles qui vont être

appliqués aux données, différents facteurs de RPS peuvent être recueillis. Pour cela, on utilise les questionnaires validés internationalement et adaptés en fonction des informations qu'on souhaite collecter. Par exemple, le Job Content Questionnaire de Karasek [14] (des détails sur ce questionnaire sont disponibles dans la section 2.1), pour recueillir les données des facteurs de RPS concernant les exigences (demandes) psychologiques de la situation au travail (travail rapide, travail très difficile, manque de temps, une quantité excessive de travail), la latitude décisionnelle (apprendre de nouvelles choses, être créatif, manque d'autonomie sur les décisions, faire un travail répétitif, ...) ou encore le soutien social (soutien professionnel et émotionnel des collègues et soutien des supérieurs hiérarchiques).

Le questionnaire Effort Reward Imbalance de Siegrist [64] (voir la section 2.1) peut également être utilisé pour mesurer les facteurs de RPS en relation avec les efforts (contraintes de temps, interruptions, responsabilité, heures supplémentaires, augmentation des contraintes, charge physique), les récompenses (rémunération, estime de soi, sécurité de l'emploi, opportunité de carrière, ...) ou encore le surinvestissement au travail (incapacité à s'éloigner du travail, difficulté à se détendre après le travail...). Plus généralement, on peut s'appuyer sur le rapport de Gollac [4] pour formuler des questionnaires relatifs aux 6 catégories de facteurs de RPS reconnus.

Une revue plus exhaustive des grands questionnaires utilisés et validés internationalement et fréquemment utilisés dans les études scientifiques sur les RPS et les facteurs de RPS, ainsi que les différentes dimensions explorées, est disponible dans le Tableau 3 suivant.

Questionnaire – date de publication – pays d’origine	Dimensions explorées
Copenhague Psychosocial Questionnaire (COPSOQ) – 1997 – Danemark	Les exigences quantitatives (temps/rythme de travail), les exigences émotionnelles, la latitude décisionnelle, le pouvoir discrétionnaire, le sens du travail, l'engagement envers le lieu de travail, la prévisibilité, les récompenses, la clarté du rôle, la qualité du leadership, le soutien social du superviseur, le conflit vie privée – vie professionnelle, la confiance, la justice et le respect, et les comportements offensifs. L'échelle mesure également la santé perçue, l'épuisement et le stress
Australian Workplace Barometer (AWB) – 2004 – Australie	
Demand-Induced Strain Questionnaire (DISQ) – 2004 – Pays-Bas	Exigences cognitives, exigences émotionnelles, exigences physiques, ressources cognitives, ressources émotionnelles et ressources physiques.
Effort Reward Imbalance Questionnaire (ERI) – 1996 – Allemagne	Les exigences psychologiques (i.e. les efforts), les récompenses (financières, statut et socio-émotionnelles) et les niveaux d'engagement excessif des individus.
General Nordic Questionnaire (QPS NORDIC) – 2000 - Danemark	Le contrôle au travail, l'équilibre travail-famille, les exigences professionnelles, le leadership, la maîtrise du travail, l'engagement organisationnel, la culture organisationnelle, la prévisibilité au travail, les attentes en matière de rôle et le soutien social.
HSE Management Standards Indicators Tool (HSE) – 2004 – Royaume-Unis	Demande, contrôle, soutien managérial, soutien par les pairs, relations au travail, rôle et changement.
Job Content Questionnaire (JCQ) – 1985 – Etats-Unis	Discretion dans les compétences, pouvoir et latitude décisionnels, exigences psychologiques, exigences physiques, insécurité de l'emploi, soutien social du superviseur et soutien social des collègues.

Job Characteristics Index (JCI) – 1976 – Etats-Unis	La variété dans le travail, l'autonomie, le retour d'information, les relations avec les autres, l'identification des tâches et l'amitié.
Job Diagnostics Survey (JDS) – 1976 – Etats-Unis	Dimensions du travail (variété des compétences, identité de la tâche, autonomie de la signification de la tâche et relations avec les autres), états psychologiques (signification du travail, responsabilité du travail et connaissance des résultats), réponses affectives (satisfaction générale, motivation interne du travail, satisfaction de la sécurité de l'emploi, satisfaction du salaire, satisfaction sociale, satisfaction de la supervision et satisfaction de la croissance) et force du besoin de croissance individuelle.
Job Stress Survey (JSS) – 199 – Etats-Unis	La pression du travail (fréquence, gravité et indice) et le manque de soutien organisationnel (fréquence, gravité et indice).
Multidimensional Organizational Health Questionnaire (MOHQ) – 2003 – Italie	Le confort environnemental, clarté des objectifs, la valorisation des compétences, l'écoute, les conflits, les relations, la résolution de problèmes, la demande, la sécurité, l'efficacité, l'équité, les descriptions de poste, l'utilité sociale et l'ouverture à l'innovation.
Multimethod Job Design Questionnaire (MJDQ) – 1985 – Etats-Unis	Motivationnel (enrichissement des tâches, élargissement des tâches, motivation intrinsèque du travail et systèmes sociotechniques), mécaniste (spécialisation des tâches, simplification des compétences et répétition), biologique (exigences physiques des tâches et facteurs environnementaux) et conception des tâches qui tient compte des limites mentales et physiques des travailleurs).
NIOSH Generic Job Stress Questionnaire – 1988 – Etats-Unis	Contrôle et exigences de l'emploi (attentes), soutien/relations sociales, travail en équipe, horaires de travail, (in)sécurité de l'emploi et pression au travail.

Occupational Stress Index (OSI) – 1995 – Etats-Unis	Expositions physiques contrariantes, conflit et incertitude, pression temporelle extrinsèque, exigences élevées, rigueur et sous-charge.
People at Work Survey – 2007 - Australie	Les exigences et les ressources du travail (contrôle du travail, soutien du superviseur, soutien des collègues). Le harcèlement est également couvert par ce questionnaire.
Pressure Management Indicator (PMI) – 1998 – Royaume-Unis	La charge de travail, les relations au travail, l'évolution de la carrière (reconnaissance), le climat organisationnel, le rôle de l'encadrement, la responsabilité personnelle, les exigences domicile/travail et les tracas quotidiens.
Psychosocial Working Conditions (PWC) – 2000 – Pologne	Demandes, contrôle, soutien social et changements souhaités
Questionnaire on the Experience and Evaluation of Work (VBBA) – 1994 – Pays-Bas	Caractéristiques de l'emploi, variété, autonomie, relations/communication, problèmes liés à l'emploi, conditions, satisfaction et tension.
START – 2006 – Allemagne	Formation qualifiante, soutien du manager, environnement physique, pression temporelle, horaires de travail, division du travail, reconnaissance du travail et perspectives de travail, formation à la sécurité, coopération, sécurité de l'emploi, réaction aux accidents du travail, satisfaction au travail
Stress Diagnostic Survey (SDS) – 1980 – Etats-Unis	Conflit de rôles, ambiguïté des rôles, surcharge de travail, responsabilité et développement de carrière.
Workplace Health Assessment Questionnaire (SATIN) – 2009 – France	Environnement physique, environnement humain, organisation du travail, gestion des compétences et gestion du temps.

Tableau 3 : Listes des grands questionnaires fréquemment utilisés pour l'évaluation des RPS et les facteurs de RPS

6.3. Données des systèmes d'information

Des données provenant des systèmes d'informations peuvent également être mobilisées pour l'analyse des RPS. Pour identifier les déterminants des RPS, on peut par exemple utiliser les données des ressources humaines sur la charge de travail (ratio personnel/patient à l'hôpital, heures travaillées par semaine, organisation horaire, ...), ainsi que des données sur les accidents sur le lieu de travail (acte de violence, ...). Pour l'analyse des impacts comportementaux, on peut également utiliser les données des ressources humaines sur l'absence au travail (arrêts maladie) ou sur le turnover, mais également des données du médecin du travail sur l'accidentologie [146].

7. Approches statistiques d'identification des déterminants des risques psychosociaux et de prédiction de leurs impacts comportementaux

Dans le domaine de la prévention et du management des RPS, l'identification des facteurs psychosociaux sur lesquels les managers devraient agir en priorité est une question cruciale pour orienter et planifier les actions de prévention sur le terrain. Les approches statistiques d'identification des facteurs de risque et des déterminants d'une mauvaise santé mentale sont multiples. On trouve dans la littérature des approches adaptées pour l'évaluation (quels sont les facteurs qui font augmenter le stress, qui est concerné par le stress), pour la hiérarchisation et pour la prédiction des comportements indésirables marqueurs de mauvaise santé psychique (absentéisme, présentéisme, turnover, etc.).

En effet, après le recueil de données sur le stress et les facteurs de RPS par questionnaire, des méthodes d'analyse statistique sont nécessaires afin de déterminer quels facteurs de risque et quels impacts potentiels sont significativement associés aux RPS. Ci-dessous, nous énumérons et expliquons brièvement les méthodes statistiques les plus utilisées pour l'analyse des RPS, de leurs déterminants et de leurs impacts. Ces méthodes vont des approches les plus classiques de modélisation statistique (régressions) à des approches plus sophistiquées permettant d'explorer des chaînes de causalité complètes (modèles à équations structurelles, analyses de médiation).

Il faut cependant noter qu'avant tout travail de modélisation, une approche descriptive ou/et exploratoire est nécessaire pour dépister au plus tôt des difficultés dans les données : dissymétrie des distributions, valeurs atypiques, liaison non linéaire entre les variables, etc.

7.1. Les approches de régression

7.1.1. La régression linéaire

La méthode de régression linéaire reste l'une des méthodes statistiques classiques les plus utilisées pour analyser l'association entre des variables explicatives et un outcome, si ce dernier est continu (quantitatif). On distingue les régressions linéaires simples ou bivariées, en présence

d'une variable explicative unique, et les régressions linéaires multiples (avec plusieurs variables explicatives), plus courantes.

Le modèle de régression linéaire multiple

Soit Y une variable dite à expliquer (exogène), qui est mise en relation avec p variables indépendantes X^1, \dots, X^p . Les données sont supposées provenir d'un échantillon statistique de taille n ($n > p + 1$) de $\mathbb{R}^{(p+1)}$:

$$(x_i^1, \dots, x_i^j, y_i), \quad i = 1, \dots, n.$$

$\{\mathbf{1}, X^1, \dots, X^p\}$ où $\mathbf{1}$ désigne le vecteur de \mathbb{R}^n constitué de « 1 ». Les $p + 1$ variables aléatoires vérifient :

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i^1 + \beta_2 x_i^2 + \dots + \beta_p x_i^p + \varepsilon_i, \quad i = 1, \dots, n.$$

ε_i désigne l'erreur du modèle qui exprime, ou résume, l'information manquante dans l'explication linéaire des valeurs de y_i à partir des (x_i^1, \dots, x_i^j) . Les paramètres β_0, \dots, β_p du modèle sont estimés par minimisation du critère des moindres carrés (estimateurs sans biais) ou encore par maximisation de la vraisemblance. On interprète ensuite les paramètres obtenus comme associés significativement ou non à l'outcome étudié en fonction la valeur de la p-valeur obtenue, ou encore des intervalles de confiance.

On retrouve dans la littérature plusieurs études ayant utilisé des modèles de régression linéaires multiples pour comprendre les associations entre des facteurs de RPS et le stress, la dépression ou encore l'anxiété des travailleurs [147]–[150].

7.1.2. La régression logistique

La régression logistique ou modèle *logit* est quant à elle, une technique de modélisation qui vise à prédire et expliquer les valeurs d'une variable catégorielle binaire Y , à partir d'une collection de variables X [151], [152]. Il s'agit de l'une des modèles multivariés les plus utilisés en épidémiologie. Elle fait partie des méthodes d'apprentissage supervisé et s'inscrit dans le cadre de la régression linéaire généralisée, connus sous le nom anglo-saxon *generalized linear model* (GLM).

Elle est très utilisée dans des applications en science sociale et est appliquée dans le cas où la variable dépendante est binaire (i.e. 0 vs 1). Elle est utilisée pour modéliser la probabilité de survenue d'un évènement.

Le modèle de régression logistique

- La fonction de régression logistique standard, pour la prédiction d'un outcome en fonction d'un prédicteur x est donnée par la fonction $p = \frac{\exp(y)}{1+\exp(y)} = \frac{1}{1+\exp(-y)}$ [153], où (dans le cas univarié) :
- $y = \beta_0 + \beta_1 x$,
- p est la probabilité de survenue d'un évènement ($Y = 1$) sachant x , avec $\frac{p(x)}{1-p(x)} = \exp(\beta_0 + \beta_1 x) \Leftrightarrow \log\left(\frac{p(x)}{1-p(x)}\right) = \beta_0 + \beta_1 x$. (2.1)

Plus généralement, en présence de p prédicteurs, on écrit :

$$\log\left(\frac{p(x)}{1-p(x)}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p.$$

Interprétation

Pour interpréter les estimations obtenues dans le modèle logistique, on a le plus souvent recours au calcul des Odds-Ratio (OR), plus simples d'interprétation. Par exemple, dans le cas d'un modèle logistique avec une seule variable explicative et continue (équation (2.1)), l'OR est défini comme suit :

$$OR = \frac{odd(x+1)}{odd(x)} = \frac{\frac{p(x+1)}{1-p(x+1)}}{\frac{p(x)}{1-p(x)}} = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1(x+1)}}{e^{\beta_0 + \beta_1 x}} = e^{\beta_1}.$$

Dans la littérature ancienne et récente, plusieurs études ont utilisé les régression logistique pour démontrer les associations significatives entre des facteurs de risques et le stress, la dépression ou encore l'anxiété des travailleurs [1], [154]–[158].

7.1.3. Les équations d'estimation généralisées

Développés par Liang et Zeger en 1986 [159]–[161], les modèles d'équations d'estimation généralisés, bien connus sous le nom anglo-saxon *generalized estimations equations* (GEE), sont considérés comme une extension des modèles GLM, en présence de données corrélées (données recueillies au cours du temps, données structurées par strate ou groupe, ...). En effet, lors de la collecte des données, la population peut être subdivisée en strates. Ainsi, les individus appartenant à une même strate seront plus semblables, et différents des individus des autres strates. Et dans ce cas, l'une des meilleures options pour prendre en compte cette corrélation entre les individus et ainsi obtenir des estimations précises des paramètres, est la modélisation par les GEE. Bien que d'autres modèles existent, comme les modèles mixtes généralisés [162], [163], les GEE sont un moyen semi-paramétrique de prendre en compte cette corrélation. Dans ce cas de figure, l'utilisation des modèles GLM classiques produisent des estimations biaisées puisque l'une des principales hypothèses de ces modèles suppose que les erreurs soient indépendantes et identiquement distribuées. Avec des données structurées par groupe, ce n'est évidemment pas le cas puisque les observations dans chaque groupe sont corrélées entre elles.

En principe, le modèle GEE se présente comme le modèle GLM, avec des hypothèses spécifiques, comme : (i) la corrélation des réponses Y_1, \dots, Y_n et la (ii) la non homogénéité de la variance.

Les GEE peuvent être utilisés selon que l'outcome d'étude soit continue, binaire ou encore de comptage. Plusieurs *packages* R ont été développés pour l'analyse des modèles GEE. On peut citer entre autre le package *gee* [164], *multgee* [165] ou encore *geepack* [166]), et dans la littérature, les modèles GEE sont de plus en plus utilisé pour l'analyse des RPS [167]–[169].

7.2. Les modèles à équations structurelles

Largement utilisés dans la recherche psychosociale et en science sociale, les modèles à équations structurelles sont connus sous le nom anglo-saxon *structural equation modelling* (SEM)[170], [171]. Les modèles SEM sont un ensemble de techniques statistiques qui ont but de mesurer et d'analyser des associations complexes entre des variables observées et des variables latentes i.e. non observables par voie directe (« satisfaction », « capacité », « confiance »). Ils permettent même de poser et de tester des relations causales avec des données non expérimentales, et permet aux chercheurs d'expliquer le développement de phénomènes tels que les maladies et les comportements de santé. Ces modèles SEM sont

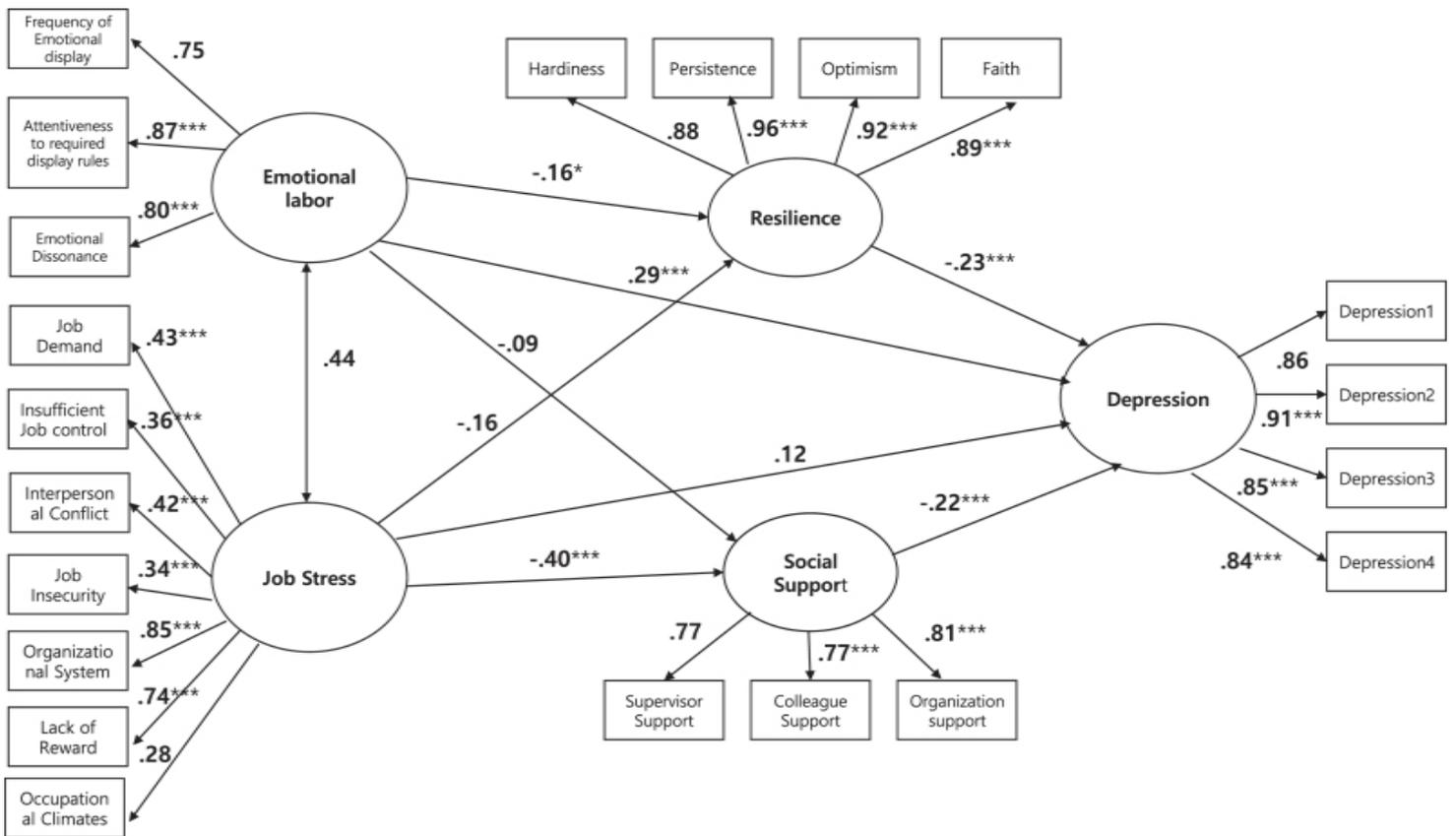


Figure 5 : Un modèle à équations structurelles – de Jung et Baek [141]

similaires mais plus puissants que les analyses de régression. En effet, ils font le pont entre l'analyse de régression, l'analyse utilisant des graphes (*path analysis*) et l'analyse factorielle [172]. Ainsi, les modèles SEM permettent de déterminer les degrés de corrélation entre les variables latentes (i.e. *path coefficients*), défini par Wright comme mesurant l'importance de la cause à l'effet, d'une relation donnée [173].

Dans un commentaire récent (2009) paru dans *l'International Journal of Epidemiology*, Tu, a exprimé son inquiétude quant à la rareté des modèles SEM dans la recherche épidémiologique et a exhorté les épidémiologistes à utiliser plus fréquemment ces modèles [174]. Toutefois, dans l'étude des RPS, un certain nombre d'études ont eu recours à des modèles SEM pour identifier les déterminants et les impacts du stress au travail [175]–[179].

Pour illustration, on considère l'exemple puisé de l'article de Jung et Baek [180] utilisant les modèles SEM pour explorer les effets du travail émotionnel et du stress au travail sur la dépression des infirmières en Corée du Sud, ayant de longues heures de travail. Le schéma conceptuel de l'étude est présenté dans la Figure 5. Deux composantes sont nécessaires pour spécifier la structure d'un modèle SEM. D'abord, des variables latentes Emotional labor, Job

stress, Resilience, Social support and Depression, dont les associations éventuelles sont définies par des flèches. Ensuite, le modèle de mesure, qui consiste à la mesure des variables manifestes, est encadré.

L'étude a pu démontrer que le travail émotionnel des infirmières ayant de longues heures de travail a une influence sur la dépression. En outre, la résilience a un effet médiateur négatif sur la relation entre le travail émotionnel et les symptômes dépressifs. Le soutien social a quant à lui, un effet médiateur significatif négatif sur la relation entre le stress au travail et la dépression.

7.3. Les analyses causales de médiation

Nous allons clore cette partie par les modèles causaux de médiation. En statistique, un modèle de médiation cherche à identifier et à comprendre le mécanisme sous-jacent dans la relation entre une variable indépendante (X) et une variable dépendante (Y) par le biais d'une troisième variable connue sous le nom de variable médiatrice (M), également appelée variable intermédiaire. Ainsi, la variable médiatrice sert à clarifier la nature de la relation entre la variable indépendante et la variable dépendante [181]. En particulier, l'analyse de médiation peut contribuer à mieux comprendre la relation entre X et Y lorsque ces deux variables n'ont pas de lien direct évident.

7.3.1. Analyse de médiation sur données transversales

Dans le cas d'une seule variable médiatrice, on parle d'une analyse de médiation simple. Baron et Kenny ont énoncé plusieurs conditions qui doivent être remplies pour former une véritable relation de médiation [182]. Elles sont décrites ci-dessous à l'aide d'un exemple concret (voir la Figure 6 suivante). Selon eux, pour qu'une variable soit considérée comme un médiateur, les critères suivants ont besoin d'être remplis : (a) association significative entre l'exposition et le médiateur (i.e. chemin de X à M) ; (b) association significative entre le médiateur et l'outcome (i.e. chemin de M à Y) ; (c) un changement du niveau de l'exposition affecte significativement l'outcome (i.e. l'effet total de A sur Y significatif). Bien que les hypothèses (a) et (b) soient validées, l'hypothèse (c) est à sujet à controverse par beaucoup de chercheurs, notamment par MacKinnon [183] et Hayes [184].

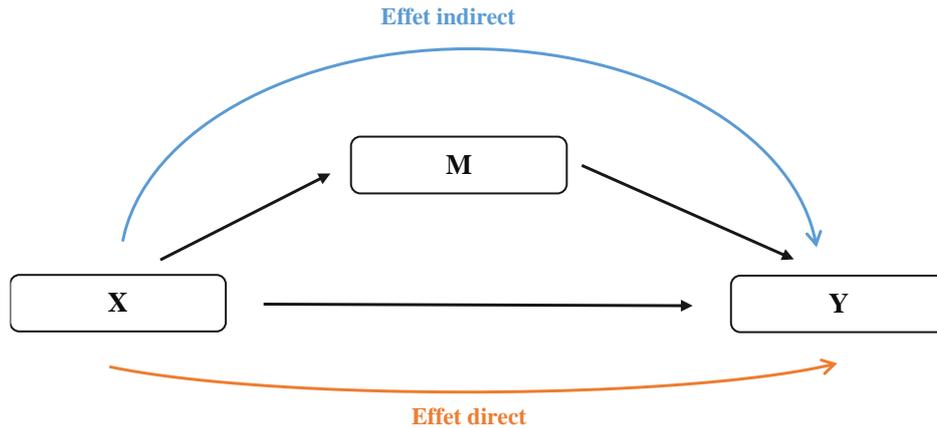


Figure 6 : Modèle de médiation : X = exposition ; M = médiateur et Y = outcome

Dans le diagramme ci-dessus, l'effet directe représente l'effet de X sur Y, et l'effet de X sur Y via le médiateur M représente quant à lui l'effet indirecte (ou l'effet médié). L'effet directe peut être interprété comme l'effet de X sur Y, si M reste à un niveau fixe, ce qui est différent de l'effet total, qui représente simplement l'effet global de X sur Y.

7.3.1.1. L'approche traditionnelle : de la régression à l'analyse de médiation

En 1986, Baron et Kenny ont popularisé une approche permettant d'estimer et de tester les effets directs et indirects dans un modèle de médiation. En effet, bien que cette approche soit attribuée à Baron et Kenny, d'autres chercheurs l'avaient précédemment proposée [185]–[188].

Soit X une exposition, Y un outcome, M un médiateur et C des variables d'ajustement additionnelles. Dans le cas où M et Y sont continues, on considère les modèles de régressions suivantes, respectivement pour le médiateur et l'outcome:

$$E[M|x, c] = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 c. \quad (1)$$

$$E[Y|x, m, c] = \theta_0 + \theta_1 x + \theta_2 m + \theta_3 c. \quad (2)$$

Baron et Kenny ont proposé que l'effet direct soit évalué par l'estimation de θ_1 et l'effet indirecte par l'estimation de $\beta_1 * \theta_2$. Ensuite, un test de Sobel [185] ou encore du bootstrapping [189], [190] via des intervalles de confiance est effectué pour tester la significativité de l'effet indirect estimé (ou effet médié).

Test de Sobel

Le test de Sobel est l'un des moyens utilisés pour tester la significativité statistique de l'effet indirect dans une analyse de médiation. Ce test utilise l'estimation de l'effet indirect et son standard error (*SE*) afin de créer une statistique de test. Elle peut ensuite être comparée à la distribution normale pour déterminer sa significativité sous l'hypothèse d'un test z bilatéral, que l'effet médié soit égal à zéro dans la population. Trois versions principales de la statistique de test co-existent, et se différencient au niveau du calcul du *SE*.

$$\text{Sobel test: } z - \text{value} = \frac{\beta_1 * \theta_2}{SE} = \frac{\beta_1 * \theta_2}{\sqrt{\theta_2^2 * s_{\beta_1}^2 + \beta_1^2 * s_{\theta_2}^2}}$$

$$\text{Aroian test, suggested by Baron and Kenny: } z - \text{value} = \frac{\beta_1 * \theta_2}{\sqrt{\theta_2^2 * s_{\beta_1}^2 + \beta_1^2 * s_{\theta_2}^2 + s_{\beta_1}^2 * s_{\theta_2}^2}}$$

$$\text{Goodman test: } z - \text{value} = \frac{\beta_1 * \theta_2}{\sqrt{\theta_2^2 * s_{\beta_1}^2 + \beta_1^2 * s_{\theta_2}^2 - s_{\beta_1}^2 * s_{\theta_2}^2}}$$

Des outils interactifs disponibles en ligne permettent d'effectuer des tests de Sobel [191]. Même s'il reste très peu utilisé dans la littérature. En effet, ce test peut donner des estimations biaisées si l'échantillon est faible, puisque la distribution du produit $\beta_1 * \theta_2$ n'est supposé normal que dans les grands échantillons. Cependant, le test de Sobel et le test d'Aroian ont semblé donner des meilleurs résultats dans une étude de Monte Carlo et convergent bien avec des tailles d'échantillon supérieures à 50 environ [192].

Bootstrapping via des intervalles de confiance

Une autre approche qui devient de plus en plus populaire dans la littérature est le bootstrapping [189], [190]. Il s'agit d'une procédure de rééchantillonnage qui permet de construire une approximation empirique de la distribution de $\beta_1 * \theta_2$, en échantillonnant de manière répétée l'ensemble de données. L'avantage du bootstrapping c'est qu'il ne repose pas sur l'hypothèse de normalité. Plus concrètement, si on rééchantillonne nos données B fois (B échantillons bootstrappés), on aura donc B estimations de $\beta_1 * \theta_2$. Ensuite, on détermine les limites des intervalles de confiance (IC) entre le 2.5e percentile et le 97.5e percentile de la distribution des valeurs de $\beta_1 * \theta_2$ obtenues par bootstrapping, pour un IC à 95%.

En conclusion, le test de Sobel fonctionne assez bien dans les analyses de médiations classiques, mais seulement pour des larges échantillons (>50). Cependant, le bootstrapping offre une meilleure alternative, surtout qu'il n'impose pas des hypothèses sur la distribution.

7.3.1.2. Approche contrefactuelle

D'autres méthodes pour les estimations des effets médiateurs, plus performantes et plus utilisées, sont basées sur une approche contrefactuelle. Pour palier aux limitations des modèles de médiation traditionnels, une nouvelle méthodologie s'est rapidement développée et est connue sous le nom de « analyse de médiation causale » [193]. En effet, l'approche traditionnelle présente des limites importantes dans son application en présence d'interaction ou de non linéarité [194]. L'approche de Baron et Kenny ne tient pas compte des situations dans lesquelles l'exposition et le médiateur interagissent dans leur effets sur l'outcome.

Considérons le cas d'un médiateur et d'un outcome continue où le modèle de régression du médiateur reste le même que le modèle (1), et que le modèle de l'outcome est formulé comme suit :

$$E[Y|x, m, c] = \theta_0 + \theta_1 x + \theta_2 m + \theta_3 x m + \theta_4 c. \quad (3)$$

L'utilisation de l'inférence causale pour l'analyse de médiation donne lieu à des définitions contrefactuelles des effets directs et indirects, qui ont été formulées par Pearl [195] et Robins [196]. Ces effets peuvent être estimés à partir des paramètres des modèles 1 et 3, à condition que certaines hypothèses d'identifiabilité (voir la section suivante), soient vérifiées et que les modèles soient correctement spécifiés. En particulier, à partir des modèles 1 et 3, ce qui peut être défini comme l'effet direct contrôlé (EDC), l'effet direct naturel (EDN) et l'effet indirect naturel (EIN) pour le changement d'exposition du niveau x^* au niveau x , sont donnés par :

$$EDC = (\theta_1 + \theta_3 m)(x - x^*).$$

$$EDN = \{\theta_1 + \theta_3(\beta_0 + \beta_1 x^* + \beta_2 c)\}(x - x^*).$$

$$EIN = (\theta_2 \beta_1 + \theta_3 \beta_1 x)(x - x^*).$$

Ces expressions généralisent ceux de Baron et Kenny afin de permettre une interaction entre l'exposition et le médiateur. Pour une exposition binaire, les deux niveaux d'exposition à comparer seraient $x^* = 0$ et $x = 1$. Dans l'absence d'interaction, EDC et EDN obtenus sont

égaux à l'effet direct de l'approche de Baron et Kenny $\theta_1 * (x - x^*) = \theta_1$, et EIN égale à l'effet direct $\theta_2\beta_1 * (x - x^*) = \theta_2\beta_1$.

Une fois les estimations des effets directs et indirects obtenus, les standard errors et les intervalles de confiance sont obtenus via des techniques de « delta method » ou de bootstrapping [189], [190]. Pour les analyses de médiation simple (avec un seul médiateur), avec ou sans interaction, Valeri et VanderWeele propose un macro SAS permettant de calculer tous les effets, quel que soit la nature de l'outcome et du médiateur (continue, binaire ou comptage), mais également leurs significativités via des intervalles de confiance et des p_values [193].

7.3.1.3. Identification du modèle

Les conditions d'une interprétation causale des effets directs et indirects définis dans la section précédente peuvent être caractérisées par des diagrammes de causalité. Considérons la relation entre les variables de la Figure 7 suivante, où C1 et C2 représentent deux sets de covariables. Les définitions suivantes resteront valables si C1 affecte C2 ou si C2 affecte C1.

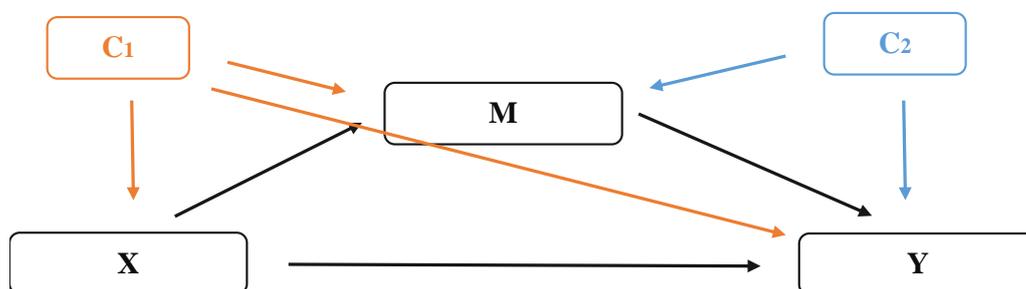


Figure 7 : Modèle de médiation avec covariables: X = exposition ; M = médiateur, Y = outcome ; C1 et C2 des covariables potentielles

Pour que les effets directs et indirects obtenus aient une interprétation causale, il faut contrôler sur les variables de confusion et assurer ainsi l'identifiabilité du modèle [193].

Pour assurer l'identifiabilité de l'EDC, deux hypothèses sont nécessaires : (i) non existence de covariable non mesurée dans la relation entre l'exposition et l'outcome et (ii) non existence de covariable non mesurée entre le médiateur et l'outcome. Pour contrôler l'hypothèse (i) par exemple, il est nécessaire d'ajuster sur les causes communes connues [C1] entre l'exposition et l'outcome. Pareillement, pour contrôler sur l'hypothèse (ii), il est nécessaire d'ajuster sur tous les facteurs de confusion connus entre le médiateur et l'outcome

[C2]. De la même manière, deux autres hypothèses sont également requises pour assurer l'identifiabilité des END et des ENI : (iii) non existence de covariable non mesurée entre l'exposition et le médiateur et (iv) non existence de covariable non mesurée entre le médiateur et l'outcome qui serait affecté par l'exposition (i.e. pas de flèche de X à C2, dans la Figure 7 précédente). Des analyses de sensibilité sont utiles pour s'assurer de la non violation potentielle des hypothèses sous-jacentes et d'évaluer la robustesse des résultats.

En complément de l'analyse de médiation simple, existent des analyses de médiation multiple. Ces modèles de médiation sont assez peu utilisés [197], et pourtant ils peuvent s'avérer très efficaces en présence de plusieurs médiateurs potentiels. Ils permettent ainsi d'estimer l'effet indirect de l'exposition sur l'outcome en passant par l'ensemble des médiateurs. Autrement, faire plusieurs analyses de médiation simple conduit à des estimations biaisées de l'effet direct notamment, car elle oblige les effets indirects via tous les autres médiateurs à contribuer à l'effet directe. Dans le cas où plusieurs médiateurs sont impliqués dans le modèle de médiation, trois cas peuvent se présenter. (i) le cas où les médiateurs sont indépendants conditionnellement à l'exposition et aux covariables mesurées ; (ii) le cas où les médiateurs sont dépendants conditionnellement à l'exposition et aux covariables mesurées sans pour autant que l'un affecte l'autre (médiateurs corrélés de façon non causale) [198]; et (iii) le cas où les médiateurs sont affectés de façon causale [199], [200].

Dans les analyses de médiation, il est également possible de calculer une mesure très appréciée et plus simple d'interprétation dite, proportion médiée. Cette proportion capture l'importance de l'effet indirect sur l'explication de l'effet de l'exposition sur l'outcome [193]. Elle peut être définie comme le ratio entre l'effet naturel indirect et l'effet total en présence d'un outcome continue. La proportion médiée sur l'échelle de différence de risque peut également être calculée lorsque l'outcome est binaire en utilisant une transformation des odds ratios [201]. Cependant, plusieurs chercheurs ont émis des précautions quant à l'utilisation de cet indicateur. MacKimon, Warsi et Dwyer, ont alerté quant à l'instabilité de cette mesure quand l'association entre l'exposition et l'outcome est faible [192].

Dans la littérature, plusieurs études ont eu recours à des analyses de médiation pour comprendre le phénomène des RPS, de leurs déterminants et de leurs conséquences dans le milieu professionnel. Dans les modèles étudiés, les RPS sont tantôt considérés en tant que facteur d'exposition [202], [203] ou en tant que médiateur [204]–[208].

Pour illustrer les analyses de médiation sur les RPS, citons d’abord l’exemple de l’étude de Lee et al. qui ont utilisés ces modèles pour examiner la relation entre la qualité de vie professionnelle et la santé (physique et mentale) chez les infirmiers, avec les troubles du sommeil comme médiateur [209]. Le modèle est présenté dans la Figure 8 suivante.

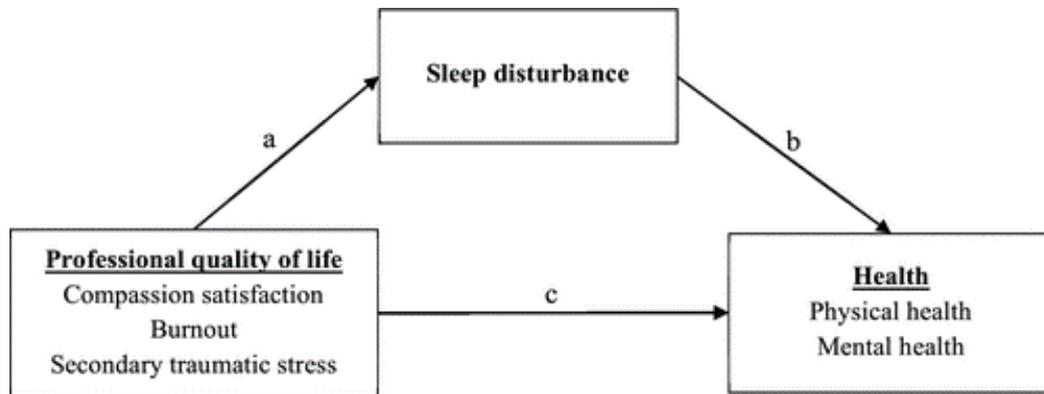


Figure 8 : Modèle de médiation simple – de Lee et al. [209]

L’étude a permis de démontrer que les infirmières dont le niveau de satisfaction de compassion est plus élevé présentent des niveaux plus faibles de perturbation du sommeil et une meilleure santé physique et mentale. L’épuisement professionnel (burnout) et le stress traumatique secondaire étaient associés négativement à la santé physique et mentale et positivement à la perturbation du sommeil. Enfin, la perturbation du sommeil est apparue comme un médiateur total ou partiel des relations entre la qualité de vie professionnelle et la santé physique et mentale des infirmières.

Dans le contexte actuel de la COVID-19, une autre analyse de médiation a pu démontrer que la résilience jouait un rôle médiateur protecteur dans la relation entre stress et dépression, anxiété et détresse psychologique chez les infirmiers [210].

7.3.2. Analyse de médiation sur données longitudinales

Les analyses de médiation peuvent également être effectuée sur des données longitudinales, avec une variable d’exposition, un médiateur, un outcome et/ou des covariables mesurées au cours du temps. Les analyses de médiation sur données longitudinales, bien qu’elles soient plus robustes, posent un challenge méthodologique supplémentaire. En effet, le médiateur et l’outcome mesurés à un temps donné peuvent agir en tant que covariables dans l’association entre le médiateur et l’outcome au temps de mesure suivant ; et ces mêmes covariables se trouvent affectés par l’exposition et l’outcome mesurés au temps précédent. Dans ce cas de

figure, des techniques statistiques avancées sont nécessaires pour effectuer des analyses de médiation. On utilise par exemple, les modèles d'équations structurelles marginales où les effets directs et indirects sont estimés via des techniques de pondérations inverses pour ajuster les modèles [211], [212]. Même s'il est souvent difficile de disposer des données longitudinales, il est conseillé de travailler sur ce genre de données afin d'obtenir des résultats non ambigus sur les effets directs et indirects [213].

Dans la littérature, les études faisant appel à ces approches pour analyser les RPS existent, mais sont rares. On peut citer par exemple l'étude récente de Shi et al. faisant appel à l'analyse de médiation longitudinale pour examiner les rôles médiateurs des troubles du sommeil et des difficultés de régulation des émotions¹, dans la relation entre la réactivité du sommeil² et les symptômes dépressifs chez les étudiants infirmiers [214]. Les analyses ajustées ont révélé un effet direct non significatif entre la réactivité du sommeil et les symptômes dépressifs. Par contre, deux effets indirects se sont avérés significatifs : de la réactivité du sommeil aux symptômes dépressifs avec les troubles du sommeil comme médiateur, et de la réactivité du sommeil aux symptômes dépressifs avec les troubles du sommeil et les difficultés de régulation des émotions comme médiateurs séquentiels.

¹ La régulation des émotions définit la capacité d'un individu à moduler une émotion ou un ensemble d'émotions.

² La réactivité du sommeil est le degré auquel les situations stressantes altèrent le sommeil. Les personnes ayant une forte réactivité au sommeil ont tendance à avoir des difficultés de sommeil plus extrêmes lorsqu'ils sont confrontés au stress.

8. Les approches d'hierarchisation des determinants des risques psychosociaux

Une fois les principaux facteurs de RPS identifiés, pour aider les managers à agir sur ces facteurs, il est important d'être capable de les hierarchiser afin de savoir où prioriser les interventions. La hierarchisation va avoir pour objectif d'orienter et aider à la décision managériale.

8.1. L'indice de Cooper

L'indice de Cooper est un indice de classement des facteurs de risque. Il a été développé en 2000 par Clarke et Cooper, afin d'aider et de conseiller les employeurs dans la gestion des risques liés au stress professionnel [215]. Pour se faire, Cooper et Clarke ont proposé une méthodologie consistant à identifier et hierarchiser les facteurs de risques d'un danger tel que le stress au travail, en calculant un « *level of risk* » ou « *risk factor* », à partir de la formule suivante :

$$\text{level of risk (LR)} = \text{exposure} \times \text{consequences} = E \times C$$

où E le niveau d'exposition à un facteur de risque dans un échantillon donné et C , la proportion de la variance du niveau de stress (ou de santé mentale) expliquée par ce même facteur de risque (r^2) obtenue à partir d'une régression linéaire simple. Par exemple, la fréquence à laquelle un groupe d'employés est exposé à un facteur de risque, multiplié par la sévérité de ses conséquences, permet d'estimer un niveau de risque.

Ainsi, les valeurs du LR obtenus permettent de faire un classement des différents facteurs de risque en identifiant ceux nécessitant une action prioritaire. Plus un LR associé à un facteur de risque est élevé, plus l'action sur ce facteur est prioritaire. Cet indice a notamment été utilisé au Canada dans une perspective de mise en place des démarches préventives dans des organisations se préoccupant de l'apparition des problèmes de santé mentale au travail [216].

Cependant, malgré sa facilité d'utilisation, la pertinence statistique de cet indice de classement a été critiquée, entre autres par Hocine et al [179], principalement à cause de l'estimation univariée de C (consequences). Ce caractère univarié du calcul de la valeur de C , impliquerait

qu'agir sur un facteur de risque donné pour réduire le niveau de stress n'aurait pas d'impact sur les autres facteurs de risque, ce qui n'est pas tout à fait raisonnable. En effet, pour un facteur de risque donné, le calcul de C devrait tenir compte non seulement de la présence et donc de la colinéarité existante avec les autres facteurs de risque, mais également de l'existence des variables d'ajustement potentielles.

En 2006, une extension de cet indice LR a été proposée par Cooper lui-même et ses collaborateurs [217]. Bien qu'ils aient apporté des développements significatifs par rapport à la méthodologie initiale en incorporant une dimension de « scoping » dans la formule afin de mieux refléter le modèle théorique du stress, les deux principaux critiques de la méthode d'un point de vue statistique n'ont pas été résolues.

8.2. L'analyse importance performance

Développée en 1977 par Martilla et James, l'analyse importance performance [218], ou encore *importance performance analyses* (IPA) en terme anglo-saxon, est une technique de classification de facteur de risque initialement proposée en marketing mais est également utilisée en épidémiologie [179]. L'IPA s'apparente à l'indice de Cooper, dans le sens où pour classer des facteurs de risque, il est nécessaire de disposer de deux composantes : (i) le niveau d'exposition du facteur de risque dans la population d'étude, et (ii) l'importance de ce facteur de risque sur la survenue de l'évènement. La Figure 9 suivante présente l'outil graphique de l'analyse.

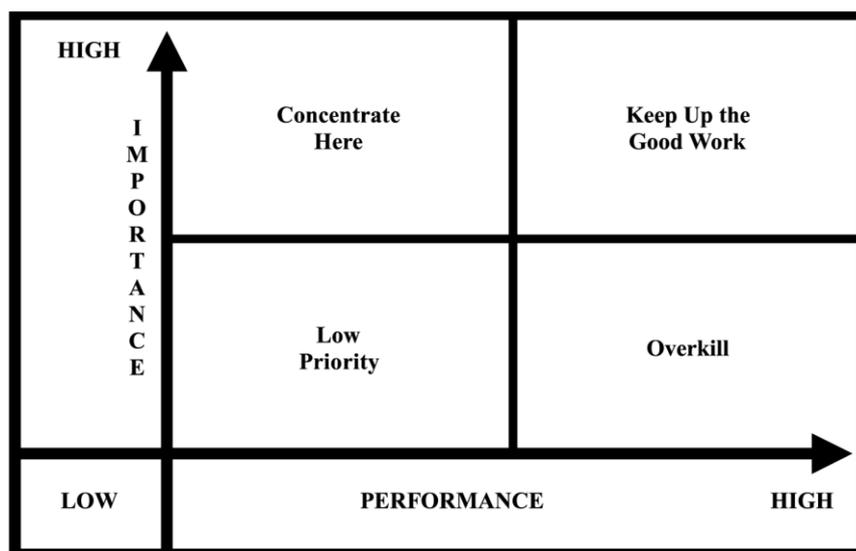


Figure 9 : Graphique de l'analyse importance performance - IPA

L'axe horizontale traduit la *performance* (1 - taux d'exposition) des facteurs de risque, et l'axe vertical son *importance*. Le graphique IPA est un outil simple de compréhension, et est composé de 4 quadrants, subdivisés selon les moyennes de l'importance et de la performance de l'ensemble des facteurs. Et ce sont les facteurs de risque qui se situent dans le quadrant en haut à gauche (« Concentrate Here ») qui méritent une action prioritaire. En effet, ces facteurs ont une faible performance dans la population étudiée (i.e. un fort taux d'exposition) et une importance forte. Pour calculer l'importance des facteurs de risques plusieurs méthodes statistiques existent. On peut citer par exemple les régressions linéaires et logistiques, les modèles SEM ou encore les forêts aléatoires. Pour illustration, Hocine et al. ont utilisé cette analyse IPA pour hiérarchiser les facteurs de risques liés au stress chez les actifs français [179], en utilisant des modèles SEM pour le calcul de l'importance des facteurs de risque.

Cependant, la pertinence méthodologique de cet outil a été discutée notamment, par rapport à la technique de subdivision des 4 quadrants. En 2015, Sever propose une amélioration en s'aidant des courbes ROC (receiver operating characteristic) pour la délimitation des 4 quadrants [219].

8.3. Les forêts aléatoires

Introduite par Breiman en 2001 [220], l'analyse par forêts aléatoires est une approche d'apprentissage automatique généralisant la méthodologie des arbres de classification et de régression (CART) [5]. Cette méthode a été appliquée avec succès dans diverses applications telles que la génomique [221], dans la détection précoce d'Alzheimer [222], ou encore dans l'orthophonie [223]. Typiquement, les arbres de la forêt sont construits de manière aléatoire en utilisant plusieurs échantillons bootstrap à partir des données d'origine, i.e. les arbres sont construits sur la base de sous-ensembles aléatoires de données et de variables d'origine. Les forêts aléatoires sont particulièrement utiles pour déterminer la valeur prédictive d'un grand ensemble de variables et d'un petit nombre d'observations. Par rapport à d'autres méthodes statistiques, les forêts aléatoires sont mieux à même de tenir compte de l'ajustement excessif et de la colinéarité entre les prédicteurs.

Chaque arbre construit avec un échantillon bootstrap possède un ensemble d'observations provenant des données initiales qui n'ont pas été utilisées pour le développer. Ces observations sont appelées observations Out-Of-Bag (OOB) et peuvent être utilisées pour estimer l'importance de la variable dans la prédiction.

L'une des approches la plus fréquente pour estimer l'importance d'une variable par la méthode des forêts aléatoires est appelée « importance par permutation » [224]. Cette méthode permet également d'intégrer un grand nombre de variable interagissant potentiellement entre elles. Selon cette mesure, une variable X_i est considérée comme importante dans le modèle si elle a un effet positif sur la performance de prédiction, estimée par l'erreur de prédiction OOB. Pour mesurer l'importance de la variable X_i , toute association entre la variable et l'outcome est rompue en permutant aléatoirement les valeurs de tous les individus de X_i dans l'observation OOB. Ensuite, une autre erreur de prédiction OOB est calculée avec les valeurs permutées de X_i . L'importance de la variable X_i est la différence d'erreur de prédiction avant et après permutation, moyennée sur tous les arbres de la forêt. Plus l'importance de permutation d'une variable est grande, plus la variable est pertinente et importante pour la précision de la prédiction globale. Le package R **party** (fonction *cforest*) [225] est l'une des méthodes les plus pertinentes mises en œuvre pour calculer l'importance des prédicteurs dans une forêt aléatoire. En effet, cette fonction donne des résultats non biaisés même si les prédicteurs sont de différentes natures (par exemple : échelle de mesure différente (continue ou catégorielle), nombre de catégories différent, etc.).

Dans l'analyse des RPS et de leurs déterminants, l'analyse par les forêts aléatoires est de plus en plus utilisée pour quantifier l'importance des facteurs de risque. Ces méthodes ont notamment été utilisées dans la prédiction du stress ou du stress chronique au travail à partir des déterminants organisationnels [226]–[228]. Elles sont également été utilisées pour détecter les facteurs les plus importants sur le lieu de travail pour prédire la santé mentale des travailleurs [229], [230]. L'un de ces études a permis de démontrer que l'importance de l'équilibre entre vie privée et vie professionnelle, la protection psychologique ainsi que la gestion de la charge de travail sont des prédicteurs clés de la santé mentale des travailleurs. En 2020, Laijawala et al. ont écrit une revue systématique sur les méthodes de machine learning utilisées dans la prédiction de la santé mentale, dont les forêts aléatoires [231].

8.4. La fraction de risque attribuable

La fraction de risque attribuable (FRA) peut être définie comme la proportion de cas de la maladie dans la population générale qui peut être attribuée à un facteur de risque [232]. Autrement dit, la FRA estime la proportion de cas dans une population qui aurait pu être évitée s'il n'y avait pas eu d'exposition au facteur de risque. Le calcul de la FRA tient en compte à la fois la force d'association exposition-maladie et la prévalence du facteur de risque (Pe).

La FRA est un concept épidémiologique important et repose sur une hypothèse forte de causalité entre le facteur de risque et l'outcome d'intérêt (le stress au travail par exemple). Les différents FRA obtenus pour chaque facteur de risque permettent de les hiérarchiser et de déterminer les facteurs responsables d'une forte proportion de cas, et de mettre en place des plans d'intervention appropriés.

La FRA est définie comme suit :

$$\frac{Pe (OR - 1)}{1 + Pe (OR - 1)}$$

où *Pe* représente la prévalence du facteur de risque, et *OR*, la force d'association (ajustée) entre le facteur d'exposition et l'outcome d'intérêt.

Même si elle repose sur une hypothèse forte de causalité, la FRA est un indice assez utilisé dans la littérature ancienne et récente. Dans le cas des RPS, on peut citer par exemple l'étude portant sur 816 employés, ayant pour objectif d'estimer la part de stress attribuable à l'insomnie des travailleurs [233]. L'étude a montré que l'élimination du stress pourrait prévenir 53% des cas d'insomnie.

Dans un autre contexte, Bejean et Sultan-Taieb ont également eu recours à la FRA pour modéliser la charge économique des maladies imputables au stress au travail, afin d'évaluer son coût [10].

Troisième partie :
Rappel des objectifs de la thèse

Les RPS sont depuis longtemps un problème majeur de santé publique, pour les travailleurs. Au regard des conséquences évidentes sur la santé physique, mentale et sociétale des salariés ainsi que du fardeau économique pour les entreprises, l'état et les organismes de santé, lutter contre les RPS reste aujourd'hui une nécessité absolue. Plusieurs entreprises ont déjà mis en place des actions de prévention des RPS au travail, mais ces actions restent assez peu basées sur l'évidence scientifique [23], [24]. L'objectif de ma thèse s'inscrit donc cette perspective de lutte contre les RPS et leurs conséquences grâce à une évidence scientifique qui permettrait d'orienter efficacement les stratégies de prévention primaire. De ce fait, mes travaux s'articulent selon deux axes majeurs :

- 1) Le premier axe, qui constitue la quatrième partie du manuscrit, consiste à mieux comprendre les RPS et leurs déterminants afin de pouvoir élaborer de meilleurs plans de prévention pour la lutte contre les RPS. Pour cela une partie de mes travaux vise, dans le contexte de la population générale des salariés français, à proposer une méthodologie statistique innovante, permettant de hiérarchiser les facteurs de RPS méritant une priorité d'actions. L'autre partie de mes travaux a pour objectif de mieux comprendre les déterminants du stress et de la fatigue des personnels soignants en particulier.
- 2) Le second axe, qui constitue la cinquième partie du manuscrit, consiste à mieux appréhender les impacts comportementaux des RPS, dans le contexte hospitalier en particulier. Dans cette partie, les travaux présentés visent à mieux comprendre les déterminants du turnover du personnel soignant, mais également comprendre le rôle médiateur joué par le stress et la fatigue dans ce phénomène.

Ces deux axes brassent des problématiques statistiques diverses et ont fait appel à différents outils d'analyse. Pour le premier axe, nous avons notamment utilisé des forêts aléatoires pour développer un *ranking index* permettant de hiérarchiser les déterminants des RPS, ainsi que des modèles multi-niveaux pour l'analyse des données hiérarchiques. Pour le second axe, nous avons développé une extension de l'approche multiniveaux à variables latentes de Croon et Van Veldhoven [234], permettant de faire de la prédiction sur un outcome mesuré au niveau groupe à partir de covariables mesurés au niveau individu et au niveau groupe. Nous avons également utilisé des modèles de médiation multiple.

Quatrième partie :

Mieux comprendre les risques psychosociaux
et leurs déterminants en milieu professionnel

9. Identification et hiérarchisation des facteurs de risques psychosociaux dans la population générale des salariés

La littérature sur les déterminants des facteurs de RPS est déjà très dense. Cependant, dans ce premier travail, notre objectif est de déterminer les facteurs de RPS les plus impactants sur la santé mentale des salariés français, mais également de proposer une méthode de hiérarchisation innovante de ces facteurs de RPS. La méthode de hiérarchisation qui est proposée peut également s'appliquer dans d'autres données pour un autre outcome d'intérêt.

Les méthodes et analyses présentées dans cette section sont appliquées avec le support des données suivantes.

9.1. Les données : Baromètre Travail et Santé Psychique

9.1.1. Présentation des données

Le Baromètre Travail et Santé Psychique est une enquête transversale réalisée en 2018 dont l'objectif est d'évaluer la santé mentale des salariés en France, afin d'établir un état des lieux et de pouvoir définir un véritable plan de prévention en santé psychique dans le monde du travail. Cette enquête a été mise en place par la fondation Pierre Deniker, dédiée à la recherche et à la prévention en santé mentale, et est distribuée par IPSOS, un institut de sondage. Au niveau national, il existe encore aujourd'hui très peu d'enquêtes reliant d'un point de vue scientifique les environnements et conditions de travail d'une part, et la santé mentale des salariés d'autre part. Ces deux problématiques sont souvent conduites de façon indépendantes. L'étude de la fondation Deniker s'appuiera donc sur une « double mesure ». D'une part, une évaluation des facteurs de RPS et d'autre part, une évaluation de la santé psychique à l'aide de l'échelle du GHQ-28 [44].

Les données du baromètre sont recueillies au moyen de 3 questionnaires d'évaluation. D'abord un premier questionnaire qui évalue les caractéristiques individuelles et professionnelles. Différents groupes de variables sont mesurés dans cette questionnaire : des

facteurs sociodémographiques (âge, sexe, statut marital, nombre d'enfants, ...), des conditions de santé et d'hygiène de vie (maladie chronique (>6mois), prise de psychotropes, consommation d'alcool, ...), des caractéristiques d'emploi (secteur d'activité, salarié ou indépendants, télétravail, ...), et des variables spécifiques au travail (taille de l'entreprise, open space, co-working, ...). Ensuite, un deuxième questionnaire comportant 44 items qui évalue les conditions et environnements de travail, et qui se réfère à différents déterminants des RPS mentionnés dans le rapport de Gollac [4]. Les questions sont du type « *avez-vous à travailler dans l'urgence ?* » ou « *arrivez-vous à concilier vie professionnelle et vie personnelle ?* ». Et enfin, un troisième questionnaire qui évalue l'état psychique de l'individu, avec l'échelle GHQ-28 [44]. Le niveau global de santé mentale (score GHQ-28) est défini comme étant la somme des 28 items, variant donc de 0 à 84 (de très bonne à très mauvaise santé mentale).

Cette enquête présente l'avantage d'être représentative de la population active française en fonction de l'âge, du sexe, de la profession et la localité de résidence, et donc les résultats obtenus sont relativement extrapolables à l'ensemble des employés français.

9.1.2. Description générale des données

Au total, 3200 actifs (salariés et indépendants) ont répondu à l'enquête avec un pourcentage assez équilibré entre les hommes (51.6%) et les femmes (48.2%), pour une moyenne d'âge totale de 41.1 ans (SD = 11.1). La moyenne du score GHQ-28 pour l'échantillon totale est de 18.3 (SD = 13.9), avec une médiane de 15. Notons que la moyenne du GHQ-28 est significativement élevée chez les femmes (25.8) que chez les hommes (18.8). En utilisant le seuil de 24 recommandé dans la littérature [235], la prévalence des troubles psychiques chez les actifs français est estimée à 22.2% [IC95% : 20.6 - 24.0]. Une descriptive générale et détaillée de l'ensemble des questions et des statistiques associés est disponible dans le premier article présenté dans la section 9.2. suivante.

9.2. Article 1 : Les déterminants des risques psychosociaux tels qu'identifiés dans cette enquête

9.2.1. Objectif et résumé de l'article

L'objectif est d'identifier les principaux déterminants des troubles mentaux dans la population active française tels qu'identifié dans les données du « Baromètre Travail et Santé Psychique ». Le niveau de santé mentale a été dichotomisé en utilisant le seuil de 22, reconnu dans littérature [235]. Avant de procéder à l'analyse multivariée, une analyse descriptive détaillée a été appliquée aux données. En effet, pour chacun des 44 facteurs de RPS, la proportion de travailleurs exposés et non exposés aux facteurs, ainsi que la prévalence des troubles mentaux pour chaque catégorie (exposé/ non exposé) sont calculées. Les différences de prévalence entre les groupes exposés et non exposés sont testées en utilisant le test de Khi2. La significativité des p-valeurs est ajustée en utilisant la correction de Holm-Bonferroni [236]. Le même raisonnement de calcul des prévalences est appliqué sur les variables relatives aux caractéristiques individuelles et organisationnelles. Ensuite, l'outcome binaire du GHQ-28 est modélisé en utilisant une régression logistique multivariée, pour un certain nombre de facteurs de RPS afin d'identifier les associations entre ces facteurs et les troubles psychiques. Pour sélectionner quels facteurs de RPS intégrer dans le modèle, une procédure de sélection backward est appliquée, et le meilleur modèle est sélectionné en utilisant le critère AIC [237]. Le modèle logistique est ajusté en utilisant 9 variables d'ajustements reconnues dans la littérature, notamment, l'âge, le sexe, le travail en week-end et le travail de nuit. Les interactions entre le sexe, et les facteurs de RPS retenus sont également testés.

Nous avons identifié 10 facteurs de RPS comme associés aux troubles mentaux des salariés en France, notamment, le problème de conciliation entre vie personnelle et vie professionnelle, le manque de soutien de part des collègues, la crainte de l'avenir professionnel, l'exposition à des situations émotionnellement éprouvantes au travail, ou encore la non satisfaction de la compensation reçue pour le travail effectué.

9.2.2. Work-related psychosocial risk factors and psychiatric disorders

9.2.3. Compléments

Supplemental materials for “Work-related psychosocial risk factors and psychiatric disorders: A cross-sectional study in the French working population”

Table of contents

S1 Fig. Flow chart of participant in the study

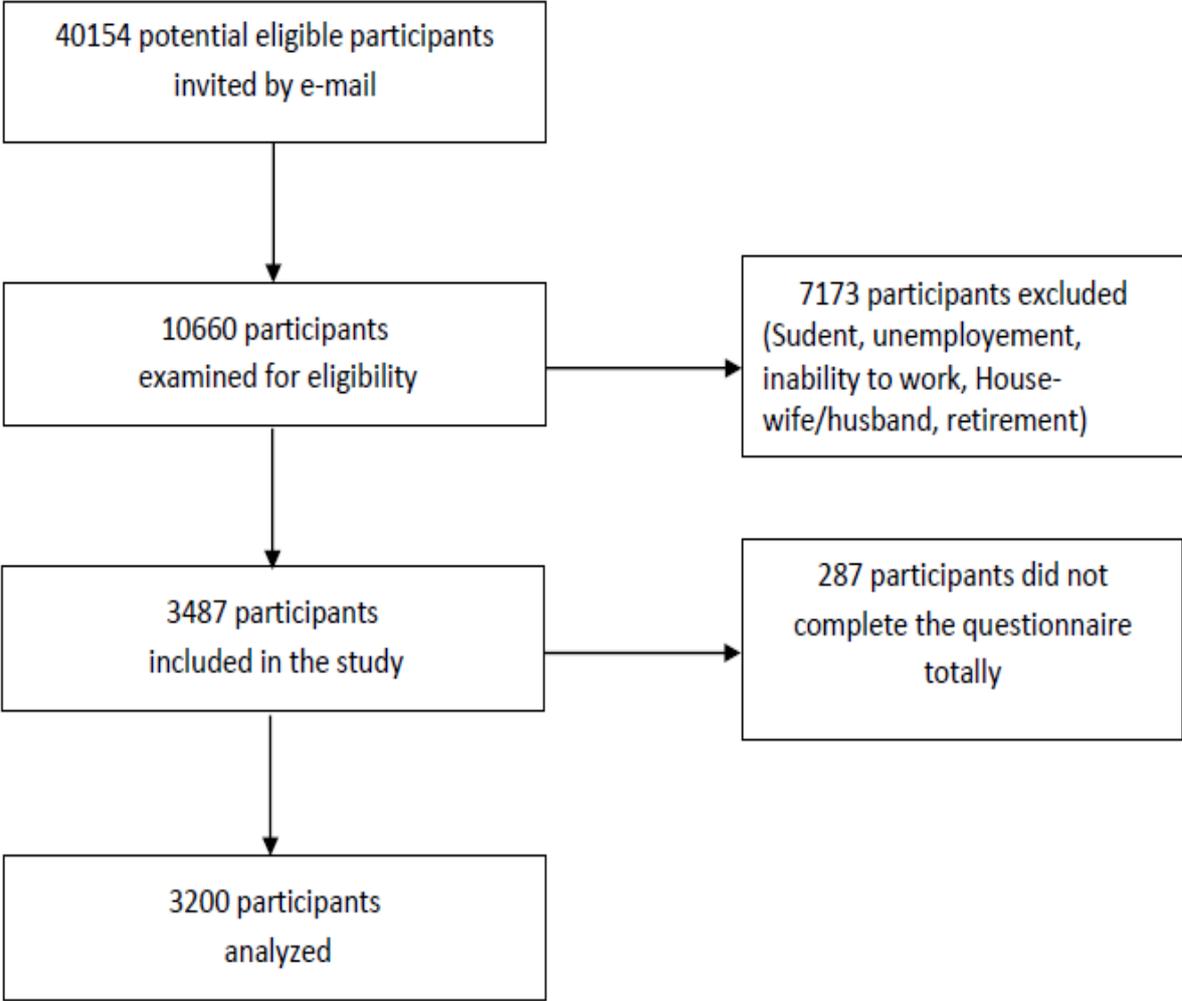
S1 Table. Psychosocial risk factors assessed in the study

S2 Table. Raw database, weighting factors and weighted database

S3 Table. Results of the multiple linear regression estimating the weight of the covariates on the GHQ-28 score for employees

S4 Table. Interactions between the 11 PSRFs and between sex and the 11 PRSFs.

S1 Fig. Flow chart of participant in the study



S1 Table. Psychosocial risk factors assessed in the study

PSRF. 1	My job consists of monotonous and repetitive tasks.
PSRF. 2	In my job. I must respect rigid procedures and I am closely supervised.
PSRF. 3	Company performance appraisals and promotions are fairly done. + (R)
PSRF. 4	I feel like I can't participate in my company's decision making process
PSRF. 5	The communication and information exchange process within my company is satisfactory.+ (R)
PSRF. 6	My work environment is pleasant. (inverse)
PSRF. 7	I don't exactly know what my corporate function is what is expected from me.+
PSRF. 8	I handle an enormous amount of complex informations.
PSRF. 9	I have no problems handling my professional and private responsibilities. (R)
PSRF. 10	I am unable to plan what my job will be in 2 years
PSRF. 11	I need more time to do my job
PSRF. 12	I often have to deal with rude and/or aggressive people
PSRF. 13	In my job. I feel valued and recognized. (R)
PSRF. 14	When doing certain tasks in my job I often feel like I don't have enough training
PSRF. 15	My work atmosphere is unpleasant
PSRF. 16	My hierarchy not support and help me when needed.+ (R)
PSRF. 17	I spend a lot of time commuting for my job
PSRF. 18	I know that I can depend on the people I work with. (R)
PSRF. 19	In my job, making a mistake could have serious consequences.
PSRF. 20	My job does not make me feel useful nor gives me self esteem.
PSRF. 21	I have the necessary resources and technical means to correctly do my job. (R)
PSRF. 22	I have a good idea of my career prospects within the company.+ (R)
PSRF. 23	My job requires long periods of intense concentration.
PSRF. 24	My objectives are difficult to reach.+
PSRF. 25	My work schedule is not flexible.+
PSRF. 26	My work relationships are a source of satisfaction. (R)
PSRF. 27	The job I do requires that I constantly adapt to new things
PSRF. 28	I work in a noisy and hectic environment
PSRF. 29	Someone or some people at my workplace enjoy making me suffer.
PSRF. 30	I'm in charge of my work schedule and my breaks. (R)
PSRF. 31	I do not identify with my employer's corporate values.+
PSRF. 32	I get along well with my hierarchy.+ (R)
PSRF. 33	I feel morally supported in my job. (R)
PSRF. 34	I am often interrupted during my work
PSRF. 35	My job often puts me in contact with clients/users
PSRF. 36	My job puts me into trying emotional situations
PSRF. 37	I'm proud of what I do in my job. (R)
PSRF. 38	Sometimes I feel afraid when I do my job
PSRF. 39	I am proud of my company.+ (R)
PSRF. 40	I feel like I often have to rush my work due to external constraints
PSRF. 41	In my job I am faced with constant change
PSRF. 42	I have a lot of leeway in my job. (R)
PSRF. 43	I am fearful for my professional future
PSRF. 44	I am satisfied with the compensation I receive for my job. (R)

S2 Table. Raw database, weighting factors and weighted database

	Raw Data		Weight	Weighted Data ^a	
	No.	%		No.	%
Total	3200	100	1.000	3200	100
Gender					
Men	1796	56.1	0.923	1658	51.8
Women	1404	43.9	1.099	1542	48.2
Age					
18-24	96	3.0	2.733	262	8.2
25-34	695	21.7	1.059	736	23
35-44	940	29.4	0.916	861	26.9
45-59	1326	41.4	0.907	1203	37.6
>60	143	4.5	0.962	138	4.3
Region					
Parisian Area	665	20.8	0.997	663	20.7
Parisian Area West	300	9.4	0.972	291	9.1
Parisian Area East	237	7.4	1.000	237	7.4
North	195	6.1	0.953	186	5.8
West	455	14.2	0.950	432	13.5
East	285	8.9	0.955	272	8.5
South West	326	10.2	1.071	349	10.9
South East	405	12.7	0.989	400	12.5
Mediterranean	332	10.4	1.110	368	11.5
Type of agglomeration					
Rural	772	24.1	0.990	764	23.9
< 20 000 inhabitants	616	19.3	0.989	609	19.0
20 000 to 100 000 inh.	405	12.7	1.003	406	12.7
>100 000 inhabitants	901	28.2	1.007	907	28.3
Parisian Area	506	15.8	1.014	513	16.0

^a Corresponding to the general population structure estimated by the INSEE 2013 study (for the demographic data) and from the Enquête Emploi 2012 study (for occupation data), both governmental studies.

S3 Table. Results of the multiple linear regression estimating the weight of the covariates on the GHQ-28 score for employees

Variables	OR	95% CI		p_value
Having a chronic disease	2.45	1.96	3.05	<0.001
Being a woman	1.57	1.27	1.94	<0.001
Age 45 to 59 vs 18 to 24 years	0.55	0.38	0.80	0.002
Working > 50 hours a week	1.71	1.16	2.50	0.007
Age > 60 vs 18 to 24 years	0.38	0.17	0.81	0.015
Staggered hours	1.22	0.95	1.55	0.114
Age 35 to 44 vs 18 to 24 years	0.76	0.53	1.10	0.143
Commuting time > 1 hr	0.85	0.68	1.06	0.143
Age 25 to 34 vs 18 to 24 years	0.78	0.54	1.13	0.190
Previous experience with unemployment	0.94	0.76	1.15	0.536
Working on the weekend	0.96	0.76	1.21	0.713
Working at night	1.01	0.77	1.31	0.959

OR = odds ratio ; 95% CI =95% confidence interval

S4 Table. Interactions between the 11 PSRFs and between sex and the 11 PRSFs.

Interactions	p_value	p_value (Holm-Bonferroni)
“My job consists of monotonous and repetitive tasks.” × “The communication and information exchange process within my company is not satisfactory “	0.008	0.553
“My job consists of monotonous and repetitive tasks.” × “Sometimes I feel afraid when I do my job.”	0.009	0.573
“I know that I can’t depend on the people I work with.” × “My job requires long periods of intense concentration.”	0.009	0.573
“I have problems handling my professional and private responsibilities.” × “My job requires long periods of intense concentration.”	0.022	1
“Sometimes I feel afraid when I do my job.” × “I am not satisfied with the compensation I receive for my job.”	0.022	1
“Sometimes I feel afraid when I do my job.” × “The communication and information exchange process within my company is not satisfactory”.	0.025	1
“I know that I can’t depend on the people I work with.” × “The communication and information exchange process within my company is not satisfactory “	0.027	1
“I have problems handling my professional and private responsibilities.” × “My job puts me into trying emotional situations”	0.037	1
“I have problems handling my professional and private responsibilities.” × “My job does not make me feel useful nor gives me self esteem.”	0.049	1

9.3. Article 2 : Une approche innovante de hiérarchisation des facteurs de risques psychosociaux

9.3.1. Objectif et résumé de l'article

L'objectif de ce deuxième article est de proposer une méthode innovante de hiérarchisation des facteurs de RPS selon leurs impacts sur la santé mentale. Cette méthode est illustrée en utilisant les données du « Baromètre Travail et Santé Psychique ».

Le développement de cette méthode est inspiré de l'indice de Cooper [215], en s'affranchissant de ses deux principales limites d'un point de vue statistique, qui sont, la non prise en compte de la colinéarité évidente entre les facteurs de RPS ainsi que de manque d'ajustement du modèle avec des variables de confusion. En effet, l'indice de Cooper considère un simple modèle univariée pour mesurer l'impact d'un facteur de RPS donné sur l'outcome d'intérêt.

Pour hiérarchiser les facteurs de RPS, un Ranking Index (RI) est calculé pour chaque facteur en utilisant la formule suivante :

$$\mathbf{RI = importance \times prévalence}$$

La prévalence de chaque facteur de RPS correspond simplement à la prévalence d'exposition de ce facteur dans la population d'étude. L'importance des facteurs de RPS correspond quant à elle, à la force d'association ajustée entre la santé mentale et chaque facteur de RPS. Deux méthodes multivariées sont considérées pour la quantification des importances des facteurs de RPS : (i) la méthode Weifila [238], dans un contexte de régression linéaire et (ii) les forêts aléatoires conditionnelles [224], dans un contexte non linéaire. La méthode des forêts aléatoires représente une approche méthodologique intéressante en cas de corrélation vraisemblable ou avérée entre des variables explicatives. Les deux méthodes sont ajustées en utilisant les 9 variables de confusion reconnue dans la littérature, utilisées dans le premier article. Une descriptive détaillée de ces deux méthodes est disponible dans les annexes de l'article, disponible dans la section 9.3.3. suivante.

L'intérêt de considérer deux approches pour la quantification des importances des facteurs de RPS, est de pouvoir comparer les deux classements des RIs obtenus. Ainsi, on peut tester la stabilité de ces deux classements, en utilisant une corrélation de Spearman par exemple.

Les RIs ainsi obtenus nous ont permis de faire un classement des facteurs, et une priorité d'action doit être donnée à ceux ayant un RI élevé. Pour une meilleure lecture du classement obtenu, des iso-courbes sont également fournies.

Au total, 9 facteurs de RPS sont identifiés comme clés, nécessitant donc des actions prioritaires pour prévenir les RPS sur le lieu de travail. On retrouve dans le top 3, le manque de communication au travail, le manque de soutien de part des collègues et les problèmes de conciliation entre vie personnelle et vie professionnelle. Les résultats de cette étude pourraient aider à élaborer des plans recommandations afin de mettre en place des actions de prévention efficace pour améliorer l'environnement de travail, ainsi réduire la mauvaise santé mentale et d'augmenter le bien être des travailleurs.

Cette méthode est appliquée aux données « Baromètre Travail et Santé Psychique », mais peut être utilisé pour d'autres données relatives à la santé au travail.

Le classement obtenu en utilisant l'approche du RI est comparé à celui obtenu avec l'indice de Cooper classique dans la section

9.3.2. A new ranking index to identify the work-related psychosocial factors most impacting mental health

A new ranking index to identify the work-related psychosocial factors most impacting mental health: a cross-sectional study

Oumou Salama Daouda¹, Astrid Chevance², Laura Temime¹, Patrick Légeron³, Raphaël Gaillard^{3,4}, Gilbert Saporta^{*5}, and Mounia N. Hocine^{*1}

* authors contributed equally to this work

Correspondence concerning this article should be addressed to Ms. Oumou S. Daouda, MESuRS laboratory, Cnam, 292 rue Saint Martin, 75003 Paris, France.

E-mail : oumou-salama.daouda@lecnam.net

¹ MESuRS laboratory « Modélisation Epidémiologie et Surveillance des Risques Sanitaires », Conservatoire National des Arts et Métiers « Cnam », Paris, France,

² CRESS, INSERM, INRA, Hôpital Hôtel Dieu, Paris, France,

³ Service Hospitalo-universitaire de Psychiatrie, Centre Hospitalier Sainte-Anne, Paris, France

⁴ Inserm U894, Centre de psychiatrie et neurosciences, Paris, France

⁵ Centre d'études et de recherches en informatique et communication « Cédric », Cnam, Paris, France

Word count: 3581

ABSTRACT

Objectives: In modern professional life, mental health prevention and promotion have become a major challenge for decision-makers. Devising appropriate actions requires better understanding the role played by each work-related psychosocial factor (WPSF). The objective of this study was to present a relevant tool to hierarchize WPSFs that jointly takes into account their *importance* (impact on mental health) and their *prevalence* (the proportion of the population exposed to WPSF).

Design: A cross-sectional study was conducted in March 2018 among 3200 French workers which is representative of the French working population.

Setting: France

Participants: Individuals aged 18 to 80 years who declared currently having a job (even a part-time job) whatever their occupation or status (employee or self-employed) were eligible. We excluded students, unemployed individuals, housewives/husbands and retired people. The mental health level was assessed using the GHQ-28 (General Health Questionnaire) and 44 items were gathered from theoretical models of WPSFs. We assessed two distinct multivariate methods for calculating WPSF importance: (i) Weifila method in a linear regression context, and (ii) random forests in a nonlinear context. Both methods were adjusted on individual, health and job characteristics.

Results: The WPSF rankings obtained with the two methods to calculate importance are strongly consistent with each other (correlation coefficient = 0.88). We highlighted nine WPSFs that are ranked high by both methods. In particular, irrespective of the chosen method; lack of communication, lack of social and hierarchy support and personal-professional life imbalance, emotional demands at work and dissatisfaction with the compensation received come out as top-ranking WPSFs.

Conclusions: A total of 9 WPSFs were identified as key for decision making. The easy-to-use tools we propose can help decision-makers identify priority WPSFs and design effective strategies to promote mental health in the workplace.

Keywords: Mental disorders, random forests, ranking, psychosocial factors, workplace

Strengths and limitations of this study

- To the best of our knowledge, this is the first study considering jointly the impact of WPSF (using multivariate approaches) and their proportion of exposure in the workplace in order to rank them.
- Our method (and results) may be an effective tool for decision makers to devise appropriate prevention programs against mental disorders in the workplace.
- The participants were representative of the French working population based on sex, age, occupation and residence locality.
- The study outcome (GHQ-28) and WPSFs were self-reported and this type of data collection could potentially increase the proportion of misclassification.
- The cross-sectional nature of the data limits the interpretability of our results, and hence, doing prospective studies are needed to fully explore the causal relationship between mental health and the WPSFs identified, in addition to the results already obtained.

INTRODUCTION

Because mental health disorders are both a major public health and economic issues, promoting good mental health and well-being in the workplace has become an increasingly important challenge (1,2). A broad range of work-related psycho-social factors (WPSFs) have been documented as having an impact on mental health (3–5). However, decision makers lack pertinent methodological tools to help them identify key WPSFs on which they may act to improve mental health among employees. Indeed, most published studies attempting to hierarchize WPSFs have focused on their *importance* only, that is, on the strength of their association with mental health (6–9). However, the exposure prevalence to each WPSF, is also important to consider. Indeed, a prevention strategy focused on WPSFs strongly influencing mental health, but only affecting a small fraction of employees, could have no significant benefit at the level of a company.

One approach to deal with this issue is to graphically identify WPSFs requiring priority action and those to maintain for future prevention plans, by plotting WPSF importance (Y-axis) against WPSF exposure prevalence (X-axis). This method is simple and easy to use for decision making. Another approach, proposed by Cooper (10), is to compute a ranking index, which is the product of the importance and the mean value of WPSFs. However, the statistical relevance of the Cooper index has recently been criticized by Hocine et al. (11), mainly because of its univariate estimation of the importance of predictors. Indeed, importance quantification should be adjusted over potential co-factors. It should also account for the strong collinearity between WPSFs.

Here, we propose a new adjusted ranking index to hierarchize WPSFs, as well as a graphical tool, to visually identify WPSFs requiring priority action to promote mental health in the workplace. The usefulness of this approach is illustrated using recent data from a cross-sectional study conducted in 2018 (12). In this article we first describe briefly the study data. Second, we describe the developed WPSF ranking index using an adapted Cooper-like index that includes multivariate assessment of the WPSF's importance instead of the univariate "consequence" originally used by Cooper. Third, we use this index to hierarchize WPSFs study previously and illustrate our results graphically. We compare two different methods to assess the importance and show that our main results do not change. Finally, an alternative approach based on the population attributable fraction is presented. These results may help identify WPSFs that decision-makers should prioritize for action.

METHODS

Study population

The present work was based on the analysis of a cross-sectional study conducted in March 2018 on a sample of 3200 workers, representative of the French working population (12), the "Baromètre Travail et Santé Psychique" survey. Representativeness was achieved by using both quota sampling for sex, age, occupation and residence locality (12), and the raking method (13). Workers were recruited in the "Ipsos Access Panel" and were invited by e-mail to participate in the study. The active population represented in the database was composed of both employees (87.6%, n = 2803) and self-employed individuals (12.4%, n = 397). For this paper, we focused on employees only.

Measurement tools

Mental health level was measured using a validated French version of the General Health Questionnaire (GHQ-28) (14). This questionnaire includes 28 4-points Likert scale items (from 0 to 3). A global mental health score (GHQ-28 score) was calculated as the sum of the 28 answers, thus ranging from 0 to 84 (from very good to very bad mental health).

A 44-item questionnaire (12) was used to measure work-related WPSFs based on an integrative view of several conceptual models on work-related psychosocial factors and their effects (Karasek (3), Siegrist (4), Greenberg (5) and Harvey et al. (15)). All these models describe the individual perception of the work environment. See Chevance et al. (12), the seminal paper of this study, for more details on the development of the WPSFs. Participants provided their degree of agreement with each of the 44 items on a 4-points Likert scale: “fully agree”, “agree”, “disagree” and “fully disagree”. To facilitate the interpretation of each WPSF, the initial 4-points Likert scale was binarized into 1 (affected) for “fully agree” and “agree” and 0 (unaffected) for “disagree” and “fully disagree”. The first two columns of **Table 1** in the result section show a detailed list of the 44 assessed WPSFs in the study.

Data on individual, health and job characteristics were also collected: gender (men vs. women), age in years (18 to 24, 25 to 34, 35 to 44, 45 to 54 and, 55 and more), work duration per week (less than 50 hours vs. 50 hours and more), week-end work (yes vs. no), night work (yes vs. no), staggered work hours (yes vs. no), commuting duration (less than 1 hour vs. 1 hour and more), previous unemployment experience (already known vs. never known) and chronic medical conditions (yes vs. no).

Ranking methodology

First of all, in a purpose of dimension reduction, we performed a feature selection using clustering of all WPSFs. The agglomerative hierarchical clustering algorithm proposed in the R package *ClustOfVar* was used and a bootstrap approach was performed to determine the appropriate number of clusters (16). WPSFs that were strongly correlated with each other were allocated to the same cluster. For each cluster, a single variable was selected based on its pertinence as a potential action driver.

In order to propose a ranking of WPSFs, we first assessed the prevalence and importance of each selected WPSF, and then computed a ranking index based on these indicators. All statistical analyses were conducted using R x64, version 3.6.0 of 2019-04-26 (R Foundation for Statistical Computing).

Prevalence measurement

For each WPSF selected, the prevalence in the workplace was measured. To describe the impact of exposure to each WPSF, the average GHQ-28 score was compared between affected and unaffected employees using a two-sided Student's t-test with Holm-Bonferroni correction. P-value (P) < 0.05 was considered statistically significant.

Importance calculation

For each WPSF selected, importance was calculated as an adjusted strength of the association between the mental health outcome and this specific WPSF. This was done using two different multivariate methods to explain the mental health level outcome defined by the GHQ-28 score from the selected WPSFs and the 9 covariates: the Weifila approach, which is based on variance decomposition in a linear regression context (17), and a permutation random forests

approach in a non-linear context (18). Both methods are described in more detail in **online supplemental appendices A and B**. To ensure better comparability between the two methods, WPSF importance was normalized to 100% (by the sum of selected WPSF importance values) in both.

WPSF Ranking Index

For each WPSF, we computed the Ranking Index (RI) as follows:

$$\text{RI} = \text{importance} \times \text{prevalence}$$

Priority action should be given to WPSFs with a highest RI value.

The estimations of RIs obtained using the Weifila and random forest methods were compared to assess the stability of our WPSF classification, using Spearman correlation (19). Finally, we identified key WPSFs based on a synthesis of our results.

An alternative epidemiological approach

Assuming a causal relationship between exposure to WPSFs and mental health, population attributable fractions (PAFs) could be computed. PAF is a commonly used epidemiological indicator, first proposed by Levin in 1953 (20). It estimates the proportion of cases in a population that would not have occurred if there had been no exposure, accounting for both the strength of exposure-disease association and the prevalence (Pe). It could therefore represent an interesting alternative to the RI we proposed for a ranking focus.

To investigate the potential of using PAFs, we modelled the impact of WPSFs on the binary outcome “GHQ-28 score \geq 24” (a commonly used threshold in psychiatry (14)) using logistic

regression adjusted for the nine confounders. A variable selection was performed using regression subset selection in R applying the **fastbw** function (21) based on Akaike's Information Criterion (AIC) (22). Then, we computed odds-ratios (OR) of high GHQ scores associated with each WPSF included in the final model obtained. The PAF of a given WPSF was then computed as: $PAF = (Pe(OR - 1)/(1 + Pe(OR - 1)))$.

Patient and public involvement

This research was done without patient and public involvement. However, we disseminated the results of this analysis through public conferences.

Ethical approval and consent

The "IPSOS Access Panel" is acknowledged by the French national data protection authority (CNIL) and is compliant to the ICC/ESOMAR International Code on Market, Opinion and Social Research and Data Analytics (https://www.esomar.org/uploads/public/knowledge-and-standards/codes-and-guidelines/ICCESOMAR_Code_English_.pdf). All participants answered the questionnaire voluntarily after giving their informed consent online and could unsubscribe from the survey without influencing panel membership. Since the study did not involve any human experimentation and the online questionnaire was proposed to volunteers of the IPSOS Access Panel, in respect with data protection standards of the French law, we did not seek for the approval of an ethic committee.

RESULTS

Data description

Table 1 provides the prevalence of each WPSF and compares GHQ-28 scores between affected and unaffected employees. GHQ-28 scores were significantly higher in affected populations for most WPSFs. Only 4 WPSFs (WPSFs #17, 23, 27 and 35, corresponding to long commuting durations, need for intense concentration, need to adapt, and frequent contacts with clients/users) presented non-significant differences in GHQ-28 score mean between affected and unaffected employees. **Table 2** provides the GHQ-28 mean for all participants as well as a description of all individual covariates and their GHQ-28 means. For instance, the average GHQ-28 score was significantly higher for female than for male (20.4 vs 17.0, $P < 0.001$). The mean observed value of the GHQ-28 score for all participant is equal to 18.32 (SD = 13.9). Due to the large sample available, the normal distribution is assumed for all test statistics.

Table 1. Descriptive analysis of WPSFs in the study population. The proportion of 2803 employees affected to each WPSF is provided, as well as the mean and SD of the GHQ-28 score among affected and unaffected populations

#	WPSF Description	Prevalence (% affected)	GHQ-28 score mean (SD)		P value ^a
			Affected	Unaffected	
1	My job consists of monotonous and repetitive tasks.	38	20.7 (16.0)	17.5 (12.5)	<0.001
2	In my job, I must respect rigid procedures and I am closely supervised.	61	19.3 (14.6)	17.8 (13.0)	0.03
3	Inverse of: Company performance appraisals and promotions are fairly done.	51	20.8 (12.2)	16.6 (12.2)	<0.001
4	Inverse of: I feel like I can participate in my company's decision-making process	49	20.5 (12.2)	17.5 (12.2)	<0.001
5	Inverse of: The communication and information exchange process within my company are satisfactory.	43	22.1 (11.7)	16.1 (11.7)	<0.001
6	Inverse of: My work environment is pleasant	24	24.3 (12.2)	16.9 (12.2)	<0.001
7	I don't exactly know what my corporate function is what is expected from me.	24	20.9 (16.8)	18.0 (13.0)	0.001
8	I handle an enormous amount of complex information	60	19.4 (14.6)	17.7 (13.1)	0.02
9	Inverse of: I have no problem handling my professional and private responsibilities	15	26.7 (12.3)	17.3 (12.3)	<0.001
10	I am unable to plan what my job will be in 2 years	64	19.7 (14.7)	17.0 (12.5)	<0.001
11	I need more time to do my job	50	20.1 (15.3)	17.4 (12.5)	<0.001

#	WPSF Description	Prevalence (% affected)	GHQ-28 score mean (SD)		P value ^a
			Affected	Unaffected	
12	I often have to deal with rude and/or aggressive people	42	21.0 (15.9)	17.1 (12.3)	<0.001
13	Inverse of: In my job, I feel valued and recognized.	30	23.5 (11.9)	16.7 (11.9)	<0.001
14	When doing certain tasks in my job I often feel like I don't have enough training	41	20.2 (15.7)	17.7 (12.6)	<0.001
15	My work atmosphere is unpleasant	33	22.4 (16.9)	16.9 (12.0)	<0.001
16	Inverse of: My hierarchy supports and helps me when needed	37	21.6 (12.4)	17.1 (12.4)	<0.001
17	I spend a lot of time commuting for my job	29	19.0 (15.3)	18.6 (13.5)	0.9
18	Inverse of: I know that I can depend on the people I work with.	27	24.2 (12.0)	16.7 (12.0)	<0.001
19	In my job, making a mistake could have serious consequences	62	19.3 (14.8)	17.8 (12.6)	0.03
20	Inverse of: My job makes me feel useful and gives me self esteem	22	24.5 (12.4)	17.1 (12.4)	<0.001
21	Inverse of: I have the necessary resources and technical means to correctly do my job	28	22.9 (12.6)	17.1 (12.6)	<0.001
22	Inverse of: I have a good idea of my career prospects within the company	48	21.3 (12.2)	16.4 (12.2)	<0.001
23	My job requires long periods of intense concentration	64	19.2 (14.6)	17.8 (12.9)	0.06
24	My objectives are difficult to reach.	32	21.3 (16.9)	17.5 (12.3)	<0.001
25	My work schedule is not flexible.	37	20.4 (15.7)	17.7 (12.8)	<0.001
26	Inverse of: My work relationships are a source of satisfaction	21	24.0 (12.4)	17.3 (12.4)	<0.001
27	The job I do requires that I constantly adapt to new things	75	18.9 (14.2)	18.1 (13.5)	0.8
28	I work in a noisy and hectic environment	49	20.0 (15.3)	17.5 (12.6)	<0.001
29	Someone or some people at my workplace enjoy making me suffer.	22	22.6 (18.2)	17.6 (12.4)	<0.001
30	Inverse of: I'm in charge of my work schedule and my breaks	30	21.9 (12.8)	17.3 (12.8)	<0.001
31	I do not identify with my employer's corporate values.	34	21.2 (16.4)	17.5 (12.5)	<0.001
32	Inverse of: I get along well with my hierarchy.	19	24.0 (12.8)	17.5 (12.8)	<0.001
33	Inverse of: I feel morally supported in my job.	37	22.2 (12.0)	16.6 (12.0)	<0.001
34	I am often interrupted during my work	57	19.9 (15.1)	17.2 (12.3)	<0.001
35	My job often puts me in contact with clients/users	71	18.7 (14.1)	18.7 (13.8)	0.9
36	My job puts me into trying emotional situations	43	21.4 (16.2)	16.7 (11.7)	<0.001
37	Inverse of: I'm proud of what I do in my job	24	23.2 (12.7)	17.3 (12.7)	<0.001
38	Sometimes I feel afraid when I do my job	28	23.0 (18.0)	17.0 (11.7)	<0.001
39	Inverse of: I am proud of my company.	39	21.5 (12.4)	17.0 (12.4)	<0.001
40	I feel like I often have to rush my work due to external constraints	34	21.3 (16.8)	17.4 (12.1)	<0.001

#	WPSF Description	Prevalence (% affected)	GHQ-28 score mean (SD)		P value ^a
			Affected	Unaffected	
41	In my job I am faced with constant change	53	20.3 (15.2)	17.0 (12.4)	<0.001
42	<i>Inverse of:</i> I have a lot of leeway in my job	45	21.2 (12.5)	16.7 (12.5)	<0.001
43	I am fearful for my professional future	42	21.4 (16.5)	16.8 (11.5)	<0.001
44	<i>Inverse of:</i> I am satisfied with the compensation I receive for my job	52	20.8 (12.4)	16.4 (12.4)	<0.001

Note. WPSF = work-related psychosocial factor; SD = standard deviation.

^a Statistical significance calculated using two-sided Student test, and adjusted using Holm-Bonferroni correction.

Table 2. Descriptive analysis of individual covariates in the study population. For each modality of the covariates, proportions among 2803 employees are provided, as well as the mean and SD of the GHQ-28 score

Individual covariates	%	GHQ-28 score mean (SD)	P value ^a
All participants		18.32 (13.9)	
Gender			<0.001
Male	50	17.0 (13.2)	
Female	50	20.4 (14.6)	
Age group (years) ^b			<0.005
18 to 24	9	20.7 (12.6)	
25 to 34	24	18.8 (14.2)	
35 to 44	27	19.3 (14.8)	
45 to 54	27	18.1 (13.8)	
55 and more	12	16.8 (12.5)	
Work duration per week			0.01
Less than 50 hours	94	18.5 (13.8)	
50 hours and more	6	22.4 (16.3)	
Working on week-end			0.03
Yes	61	19.3 (14.6)	
No	39	17.8 (13.1)	
Working at night			0.8
Yes	26	19.2 (14.5)	
No	74	18.5 (13.9)	
Working in staggered hours			<0.001
Yes	59	19.5 (14.7)	
No	41	17.6 (12.9)	
Commuting duration			0.04
Less than 1 hour	73	18.3 (13.6)	
1 hour and more	27	19.9 (15.0)	
Previous experience of unemployment			0.1
Already known	51	19.3 (14.2)	

Never known	49	18.1 (13.8)	
Chronic medical conditions			<0.001
Yes	24	13.5 (16.4)	
No	76	17.2 (12.7)	

Note. *SD = standard deviation.*

^a Statistical significance calculated using two-sided Student test or ANOVA, and adjusted using Holm-Bonferroni correction

^b Test is performed with a one-way ANOVA

WPSFs selection and ranking

The results of the feature selection (hierarchical clustering) applied to reduce the dimension are provided in **Figure 1**. The results from the bootstrap approach used to determine the stability of the partitions and therefore the number of clusters to consider are provided in **online supplemental appendix C**. Twenty-seven clusters were identified for the 44 WPSFs (**online supplemental appendix C**) and each color in **Figure 1** represents one cluster. The chosen WPSF for each cluster were: WPSF #16, 18, 9, 37, 21, 44, 5, 30, 4, 2, 19, 35, 34, 41, 27, 8, 24, 12, 36, 25, 28, 43, 17, 29, 1, 7, 14.

The importance of the 27 WPSFs according to Weifila and random forest approaches, as well as their prevalence and the resulting ranking indices are provided in **online supplemental appendix D**. The Weifila model explained 18.4% of the variation of the GHQ-28 score ($R^2 = 0.184$), whereas the random forest approach explained 31.5% of this variation ($R^2 = 0.315$).

The two ranking results were strongly consistent (correlation coefficient = 0.88; $P < 0.001$), as illustrated on the scatter plot given in **online supplemental appendix E. Tables 3A) and B)** list the 10 WPSFs with the highest RIs obtained with the Weifila and random forest approaches.

Figure 1: *Dendrogram of the hierarchical clustering of the 44 work-related psychosocial factors. Each color represents one cluster according to the bootstrap approach*

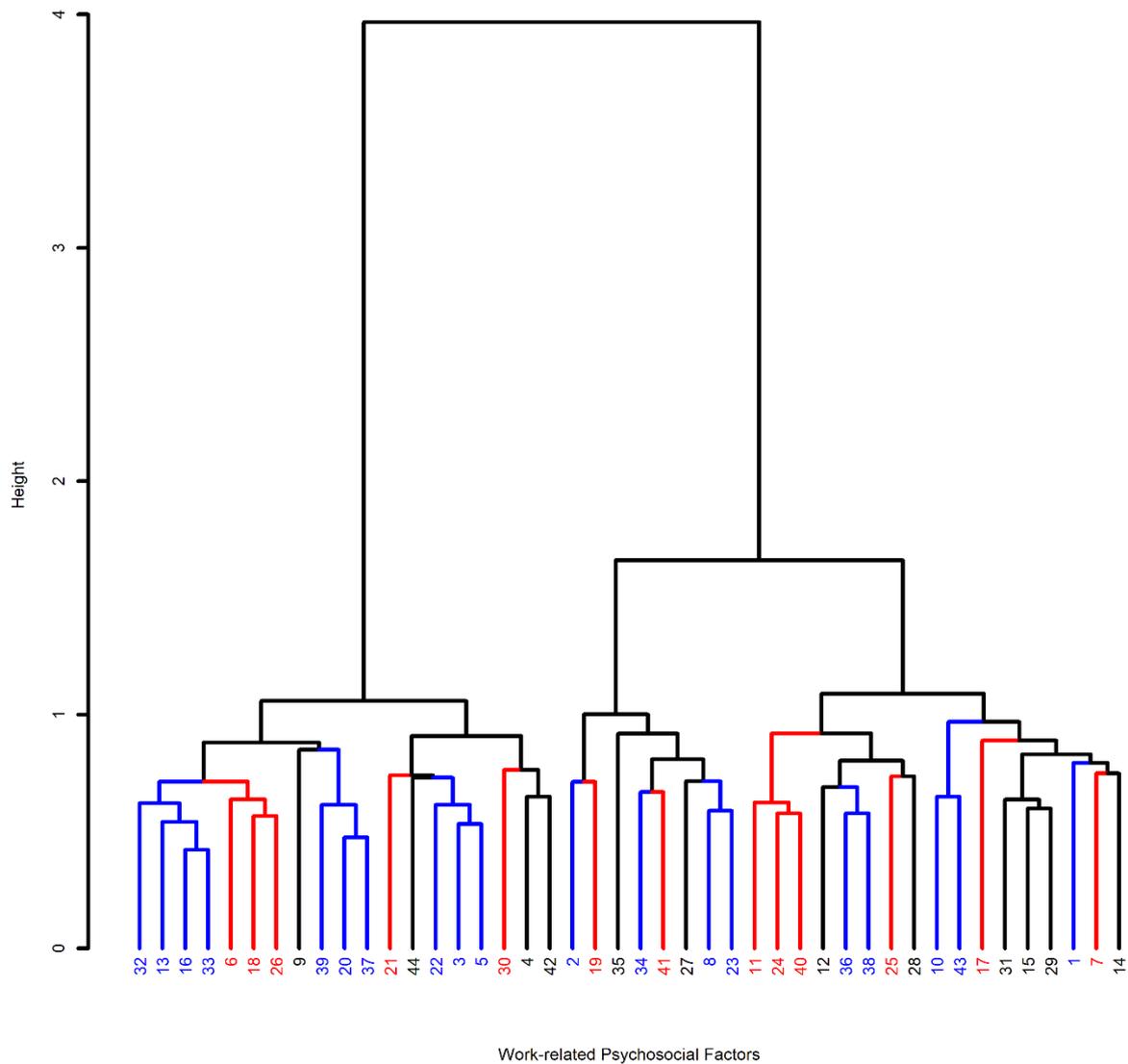


Table 3. List of the 10 priority WPSFs identified using A) the Weifila approach and B) the random forest approach to assess their importance on the GHQ-28 score

A)

# WPSF	Prevalence (%)	Importance (%)	RI	Ranking
5	43	8.6	372.1	1
18	27	13.5	362.5	2
9	15	17.5	262.1	3
36	43	5.6	237.3	4
44	52	4.1	215.8	5
43	42	4.5	191.1	6
21	28	5.7	162.3	7
16	37	4.1	150	8
37	24	6	143.5	9
4*	49	2.6	126.2	10

B)

# WPSF	Prevalence (%)	Importance (%)	RI	Ranking
5	43	12.1	522.3	1
18	27	16.3	436.9	2
9	15	26.5	396.7	3
36	43	6.8	288.8	4
43	42	5.6	235.4	5
44	52	3.2	169.6	6
29*	22	5.2	113.3	7
21	28	3.4	95.3	8
37	24	3.2	75.6	9
16	37	2	74.1	10

Note. WPSFs = work-related psychosocial factors; RI = ranking index. For each WPSF, the computed prevalence, importance and RI are provided. WPSFs are ranked according to their RI and those indicated with (*) are **not** common for both approaches. Description of the WPSF items is available in **Table 1**.

A total of nine WPSFs were found in common and thus identified as key for decision making: WPSF #5 (unsatisfactory communication and information at work), WPSF #9 (problems handling professional and private responsibilities), WPSF #18 (inability to depend on work collaborators), WPSF #36 (emotional situations at work), WPSF #44 (dissatisfaction with the compensation received for the job), WPSF #43 (being afraid with the professional future), WPSF #16 (lack of support and help from the hierarchy), WPSF #21 (lack of necessary resources and technical means to correct do the job), WPSF #37 (unproud of the job).

These nine WPSFs can also be visually identified from the RI-isocurves plotted on **Figure 2** (for the Weifila-based importance).

Figure 2: Importance-prevalence plot for the 27 work-related psychosocial factors, with the importance obtained with the Weifila approach. Isocurves are provided for the ranking index (RI) values

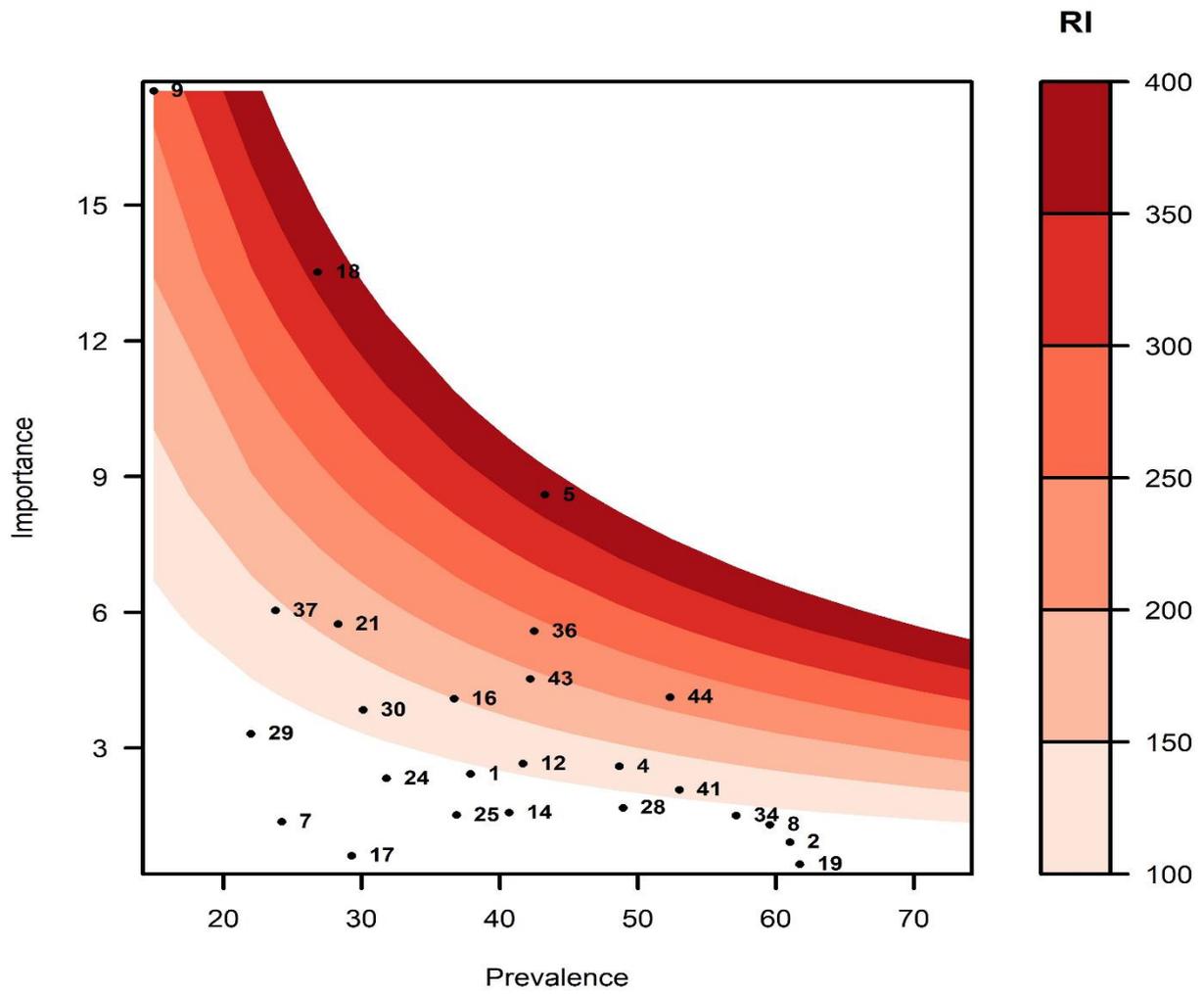


Table 4 summarizes the final ranking of WSPFs obtained using the ranking index. For each WSPF, the corresponding correlated WSPFs in the same cluster are listed and a global descriptive name is provided for the cluster.

Table 4. Final ranking of key WPSF clusters for mental health at work, based on the GHQ-28 score

Cluster name and ranking	WPSFs in the cluster	Description
1- Managerial communication at work	5	Inverse of: The communication and information exchange process within my company are satisfactory.
	3	Inverse of: Company performance appraisals and promotions are fairly done.
	22	Inverse of: I have a good idea of my career prospects within the company
2– Support from colleagues	18	Inverse of: I know that I can depend on the people I work with
	6	Inverse of: My work environment is pleasant
	26	Inverse of: My work relationships are a source of satisfaction
3- Personal/professional balance	9	Inverse of: I have no problem handling my professional and private responsibilities
4- Emotional strain at work	36	My job puts me into trying emotional situations
	38	Sometimes I feel afraid when I do my job
5- Rewards from work	44	Inverse of: I am satisfied with the compensation I receive for my job
5- Professional evolution perspectives	43	I am fearful for my professional future
	10	I am unable to plan what my job will be in 2 years
7- Means provided	21	Inverse of: I have the necessary resources and technical means to correctly do my job
8- Support from the hierarchy	16	Inverse of: My hierarchy supports and helps me when needed
	32	Inverse of: I get along well with my hierarchy
	13	Inverse of: In my job, I feel valued and recognized
	33	Inverse of: I feel morally supported in my job.
8- Pride in work accomplished	37	Inverse of: I'm proud of what I do in my job
	39	Inverse of: I am proud of my company.
	20	Inverse of: My job makes me feel useful and gives me self esteem

An alternative epidemiological approach: population attributable fraction

Table 5 provides the results of the adjusted logistic regression, as well as the prevalence and population attributable fraction (PAF) of each WPSF retained in the final model.

Table 5. Logistic regression of psychosocial factors (WPSFs) on the binarized outcome “GHQ-28 score ≥ 24 ”

# WPSF	OR	95% CI	Prevalence (%)	PAF (%)	Ranking
36	1.57	1.27; 1.95	43	20	1
43	1.52	1.23; 1.88	42	18	2
8	1.36	1.09; 1.69	60	18	3
44	1.38	1.11; 1.72	52	17	4
18	1.72	1.36; 2.17	27	16	5
5	1.41	1.12; 1.77	43	15	6
9	2.03	1.57; 2.61	15	13	7
1	1.31	1.05; 1.63	38	10	8
21	1.26	1.00; 1.58	24	7	9

Note: CI = confidence interval; OR = odds ratios; PAF = population attributable fraction; WPSFs = work-related psychosocial factors. Description of the WPSF items is available in Table 1.

Among the nine WPSFs retained, seven were found in common with the key WPSFs identified according to the RI method (WPSFs #36, 43, 44, 18, 5, 9 and 21), suggesting that PAFs could indeed prove a sustainable alternative to RIs.

DISCUSSION

Throughout our study, the objective was to offer a relevant indicator to prioritize work-related WPSFs, with a specific application in mental health. Due to the inadequacy of the importance of WPSFs as a sole basis for decision-making, we also accounted for employee prevalence in our prioritization approach.

Main findings

We identified nine WPSFs that need priority actions to prevent mental health disorders at workplace. Lack of communication (WPSF #5), lack of social and hierarchy support within the company (WPSF #18, 16), as well as imbalance between private and personal responsibilities

(WPSF #9), were found to be the most important key WPSFs that decision makers should concentrate on to improve the mental health of employees. Furthermore, being exposed to emotional situations at work (WPSF #36), dissatisfaction with the compensation received for the job (WPSF #44), being afraid with the professional future (WPSF #43), lack of necessary resources and technical means to correct do the job (WPSF #21) and unproud of the job (WPSF #37) were also found important to consider to prevent mental disorders at work. However, the choice of the appropriate WPSF for the prevention plan is made by the decision maker. Additionally, to the obtained rank using the ranking index, the decision maker may choose among WPSFs in the same cluster (**Fig 1** and **Table 4**) the WPSF optimizing other elements such as the prevention action cost, the social acceptability and the feasibility at workplace.

Assuming a causal relationship between exposure to WPSFs and mental health, population attributable fractions (PAFs) were computed and seven WPSFs were found in common with the key WPSFs identified according to the RI method (WPSFs #36, 43, 44, 18, 5, 9 and 21). Because of its simplicity and ease of interpretation (e.g. PAF = 20% for WPSF #36 means that 20% of potential cases of mental disorders among employees could be attributable to high exposure to emotional situations at work), the PAF could prove more useful to decision makers than the RI. In terms of interpretation, PAFs only make sense under the assumption of a causal relationship, which will be better investigated using individual longitudinal data. However, they were used here for a ranking purpose only.

Overall, our main findings are consistent with existing models and theories of the impact on mental health at work of management of human resources and organization. Among those, we can mention the Job-Demand Control model by Karasek (3). In 1979, Karasek showed that a high job demand associated with low job control (decision latitude) is associated with high

job strain as well as physical and mental health outcomes. This model was enriched in 1990 with social support that appeared to be stress-buffering (23). Second, the Effort-Reward Imbalance (ERI) model, proposed by Siegrist (4) in 1996 to assess adverse health effects of stressful experience at work, suggests that a mismatch between high efforts spent and low rewards received at work can have adverse effects on health and well-being. Lastly, the Motivator and Hygiene theory of Herzberg (24) argues that employee satisfaction has two dimensions: hygiene (salary, supervision, ...) and motivation (recognition, achievement...). Herzberg theorized that once the hygiene issues have been addressed, the motivators create satisfaction among employees.

GHQ-28 subscales

In accordance with the structure of the GHQ-28 scale, which is divided into four subscales of 7 items: somatic symptoms, anxiety/insomnia, social disfunction and severe depression, appropriate analyses were conducted for each subscale. It appears that the correlation between the four dimensions and the total GHQ-28 score was more than 0.76. Regarding the correlation between the subscales, the lowest correlation was between severe depression and somatic symptoms subscales ($r = 0.47$), and the highest correlation between anxiety/insomnia and somatic symptoms subscales ($r = 0.73$). For more details, see **online supplemental appendix F**.

Using the Weifila approach, appropriate analysis of WPSFs ranking for these 4 dimensions were conducted. The results of the top 10 WPSFs ranking are available in **online supplemental appendix G**. The top 3 WPSFs in the global ranking appeared in the ranking of all the 4 GHQ-28 subscales, namely WPSFs #5, #18 and #9. In addition, specific results were

found in two GHQ subscales: severe depression and social dysfunction. Regarding severe depression, 3 other WPSFs come out important: #WPSFs 1 (doing monotonous and repetitive tasks at work), #WPSFs 24 (difficulties to reach the objectives), and #WPSFs 29 (having someone or some people in the workplace who enjoy to make me suffer). Regarding the social dysfunction subscale, 2 WPSFs more are important: WPSFs #28 (working in a hectic and noisy environment) and WPSFs #30 (not being responsible for working hours and breaks).

Strengths

To our knowledge, this is the first study considering jointly the importance of WPSFs and their prevalence for decision making in work-related health, using multivariate approaches. Earlier studies on WPSFs and their impact on mental health in the workplace seldom included a ranking of WPSFs and never accounted for their proportion of exposure. In addition, this study benefited from the quality and extensiveness of the “Baromètre Travail et Santé Psychique” database. The use of the validated GHQ-28 questionnaire allowed a better comparison with the existing results in the literature and better psychometric quality. Furthermore, the representativeness of the sample allowed to draw scientific conclusions easily generalizable to all employees and the availability of several individual covariates allowed to product multivariate analyses with robust results. Finally, our results are all the stronger that the same key WPSFs were consistently identified using two distinct parametric and non-parametric approaches. As correlation does not imply causality, a causal analysis is needed to complete all the results already obtained to identify the drivers of mental health improvement.

Limitations

However, our study presents some limitations. First, the Weifila approach proposed in this paper to evaluate WPSF importance assumes a continuous outcome, thereby potentially limiting its applicability to other occupational health datasets. In the other hand, the random forest approach allows for both binary and continuous outcomes. Second, the cross-sectional design of the “Baromètre Travail et Santé Psychique” survey limits the interpretability of our results. In this type of design, causal attribution is difficult to demonstrate. Employees with high GHQ-28 scores (reflecting depression or anxiety symptoms) may indeed present cognitive bias and dysfunctional thoughts, leading them to perceive their work environment more negatively than those who are in good mental health. In this case, acting on the “key” WPSFs we identified would have no impact on the mental health of employees. In addition, both WPSFs and mental health were evaluated using self-reported measures, potentially increasing the proportion of misclassification. Reverse causality between mental health and WPSFs cannot be entirely rejected. Nevertheless, previous prospective studies also found an impact of several of our “key” WPSFs, including support from co-workers and hierarchy, emotional demands at work, work-life balance, work recognition and professional future, on mental health (25–31). Finally, the R^2 of the linear regression model used in the Weifila approach was not very high. Our model explained only 18.4% of the variance of GHQ-28 score. While low R^2 may be expected with binarized predictors, this could also imply that factors other than those documented in the “Baromètre Travail et Santé Psychique” survey could be responsible for a large part of the participants’ mental health level, thereby potentially limiting the potential impact of actions focused on the key WPSFs we identified. On the other hand, the R^2 obtained with the random forest approach was higher at 32%, as its non-parametric nature made it more robust to WPSF dichotomization. As the WPSF rankings obtained with the Weifila and

random forest approaches were very similar (Spearman correlation of 0.88), this suggests that our results may still be useful for decision making.

Implications for practice

Our study identified the top WPSFs that impact mental health in the workplace. In particular, our study suggests that interventions based on training workplace managers to better communicate with and support their employees could be highly effective, in accordance with a recent systematic review (32). However, to ensure that such strategies follow the SMART (Specific, Measurable, Achievable, Realistic, and Timely) approach, they need to be defined and monitored by multidisciplinary teams including organizational and management experts, occupational physicians and staff representatives (33,34).

Implications for further research

This study, methodological in nature, raises a number of opportunities for future research. First, we developed a ranking index allowing to hierarchize WPSFs most impacting mental health that we believe methodologically robust. In future research, this ranking index could be used on longitudinal empirical data to further confirm the areas we identified as strongly associated with mental health. Second, this paper mostly focuses on individual perception of the level of exposure to psychosocial characteristics at work. In further research, the ranking index could be enriched by using company-level data to account for more organizational or management features, e.g., company and team size.

CONCLUSION

In this study, we use two multivariate approaches to identify psychosocial factors needing priority actions in the workplace. The results underline communication exchanges within the company, social relations at work, imbalanced private and personal lives, hierarchy support, emotional burden, compensation received, professional future, resources provided and pride in the work as key factors. These findings may inform mental health prevention efforts and intervention programs. In this regard, it has the potential to help improve the quality of life (and productivity) of employees.

Competing Interests

Oumou Salama Daouda, Laura Temime and Mounia N. Hocine report no conflict of interest. Astrid Chevance received a PhD grant from the Fondation pour la Recherche Médicale FMD20170637634. Patrick Légeron is the founder of Stimulus, a consulting company in the field of occupational stress, psychosocial risks and well-being at work. He is also a senior advisor of Stimulus. Raphaël Gaillard has been a member of a scientific board for Janssen, Lundbeck, Roche, SOBI and Takeda. He has been a consultant or speaker for Astra Zeneca, Boehringer-Ingelheim, Pierre Fabre, Lilly, LVMH, Lundbeck, MAPREG, Otsuka, Pileje, Sanofi, Servier and has received professional fees and has received funding for research from Servier. He is a founding member of Regstem. Gilbert Saporta is currently a consultant for Ipsos.

Funding statement

The authors have not declared a specific grant for this research from any funding agency in the public, commercial or not-for-profit sectors.

Author statement

OSD analyzed the data, jointly interpreted it and wrote the first draft of the manuscript. LT, GS and MNH interpreted the data and contributed to the manuscript. AC, PL and RG conceived the project and interpreted the data. OSD, AC, LT, PL, RG, GS and MNH contributed to final approval of the completed manuscript.

Data availability statement

All data relevant to the study are uploaded in **online supplemental raw data.xlsx**.

REFERENCES

- 1 Health at a Glance: Europe 2018 | READ online. OECD iLibrary. https://read.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/health-at-a-glance-europe-2018_health_glance_eur-2018-en (accessed 2 Jan 2019).
- 2 Leng A, Xu C, Nicholas S, *et al*. Quality of life in caregivers of a family member with serious mental illness: Evidence from China. *Archives of Psychiatric Nursing* 2019;**33**:23–9. doi:10.1016/j.apnu.2018.08.010
- 3 Karasek RA. Job Demands, Job Decision Latitude, and Mental Strain: Implications for Job Redesign. *Administrative Science Quarterly* 1979;**24**:285–308. doi:10.2307/2392498
- 4 Siegrist J. Adverse health effects of high-effort/low-reward conditions. *J Occup Health Psychol* 1996;**1**:27–41.
- 5 Greenberg J. A taxonomy of organizational justice theories. *The Academy of Management Review* 1987;**12**:9–22. doi:10.2307/257990
- 6 Wang J. Work stress as a risk factor for major depressive episode(s). *Psychol Med* 2005;**35**:865–71.
- 7 Honda A, Date Y, Abe Y, *et al*. Work-related Stress, Caregiver Role, and Depressive Symptoms among Japanese Workers. *Safety and Health at Work* 2014;**5**:7–12. doi:10.1016/j.shaw.2013.11.002
- 8 Niedhammer I, Chastang J-F, David S, *et al*. Psychosocial Work Environment and Mental Health: Job-strain and Effort-Reward Imbalance Models in a Context of Major Organizational Changes. *International Journal of Occupational and Environmental Health* 2006;**12**:111–9. doi:10.1179/oeh.2006.12.2.111
- 9 Rivière M, Leroyer A, Carreira LF, *et al*. Which work-related characteristics are most strongly associated with common mental disorders? A cross-sectional study. *BMJ Open* 2018;**8**:e020770. doi:10.1136/bmjopen-2017-020770
- 10 Clarke SG, Cooper CL. The risk management of occupational stress. *Health, Risk & Society* 2000;**2**:173–87. doi:10.1080/713670158

- 11 Hocine MN, Bouziad KA, Légeron P, *et al.* How to Identify and Prioritize Psychosocial Factors Impacting Stress Level. *PLOS ONE* 2016;**11**:e0157078. doi:10.1371/journal.pone.0157078
- 12 Chevance AM, Daouda OS, Salvador A, *et al.* Work-related psychosocial risk factors and psychiatric disorders: A cross-sectional study in the French working population. *PLOS ONE* 2020;**15**:e0233472. doi:10.1371/journal.pone.0233472
- 13 Kalton G, Flores-Cervantes I. Weighting methods. *Journal of Official Statistics* 2003;**19**:81–97.
- 14 Goldberg DP, Hillier VF. A scaled version of the General Health Questionnaire. *Psychological Medicine* 1979;**9**:139–45. doi:10.1017/S0033291700021644
- 15 Harvey SB, Modini M, Joyce S, *et al.* Can work make you mentally ill? A systematic meta-review of work-related risk factors for common mental health problems. *Occup Environ Med* 2017;**74**:301–10. doi:10.1136/oemed-2016-104015
- 16 Chavent M, Kuentz-Simonet V, Liquet B, *et al.* ClustOfVar: An R Package for the Clustering of Variables. *Journal of Statistical Software* 2012;**50**:1–16. doi:10.18637/jss.v050.i13
- 17 Wallard H. Using Explained Variance Allocation to analyse Importance of Predictors. *16th ASMDA, Conference Proceeding* 2015;:1043-1054. Available from: http://www.asmda.es/images/1_W-Z_ASMDA2015_Proceedings.pdf.
- 18 Breiman L. Random Forests. *Machine Learning* 2001;**45**:5–32. doi:10.1023/A:1010933404324
- 19 Mukaka M. A guide to appropriate use of Correlation coefficient in medical research. *Malawi Med J* 2012;**24**:69–71.
- 20 Levin ML. The occurrence of lung cancer in man. *Acta Unio Int Contra Cancrum* 1953;**9**:531–41.
- 21 Harrell Jr F. *rms: Regression Modeling Strategies*. 2021. <https://CRAN.R-project.org/package=rms> (accessed 25 Mar 2021).
- 22 Akaike H. A new look at the statistical model identification. *IEEE Transactions on Automatic Control* 1974;**19**:716–23. doi:10.1109/TAC.1974.1100705
- 23 Karasek R, Theorell T. *Healthy work: stress, productivity, and the reconstruction of working life*. New York: : Basic Books 1990.
- 24 Herzberg F, Mausner B, Snyderman B. *The motivation to work, 2nd ed.* Oxford, England: : John Wiley 1959.
- 25 Nieuwenhuijsen K, Bruinvels D, Frings-Dresen M. Psychosocial work environment and stress-related disorders, a systematic review. *Occup Med (Lond)* 2010;**60**:277–86. doi:10.1093/occmed/kqq081
- 26 Netterstrøm B, Conrad N, Bech P, *et al.* The relation between work-related psychosocial factors and the development of depression. *Epidemiol Rev* 2008;**30**:118–32. doi:10.1093/epirev/mxn004

- 27 Oshio T, Inoue A, Tsutsumi A. Examining the mediating effect of work-to-family conflict on the associations between job stressors and employee psychological distress: a prospective cohort study. *BMJ Open* 2017;**7**:e015608. doi:10.1136/bmjopen-2016-015608
- 28 Shields M. Stress and depression in the employed population. *Health Rep* 2006;**17**:11–29.
- 29 Haar JM, Russo M, Suñe A, *et al.* Outcomes of work–life balance on job satisfaction, life satisfaction and mental health: A study across seven cultures. *Journal of Vocational Behavior* 2014;**85**:361–73. doi:10.1016/j.jvb.2014.08.010
- 30 Kim TJ, von dem Knesebeck O. Is an insecure job better for health than having no job at all? A systematic review of studies investigating the health-related risks of both job insecurity and unemployment. *BMC Public Health* 2015;**15**:985. doi:10.1186/s12889-015-2313-1
- 31 Adriaenssens J, Gucht VD, Maes S. Causes and consequences of occupational stress in emergency nurses, a longitudinal study. *Journal of Nursing Management* 2015;**23**:346–58. doi:10.1111/jonm.12138
- 32 Gayed A, Milligan-Saville JS, Nicholas J, *et al.* Effectiveness of training workplace managers to understand and support the mental health needs of employees: a systematic review and meta-analysis. *Occup Environ Med* 2018;**75**:462–70. doi:10.1136/oemed-2017-104789
- 33 LaMontagne AD, Martin A, Page KM, *et al.* Workplace mental health: developing an integrated intervention approach. *BMC Psychiatry* 2014;**14**:131. doi:10.1186/1471-244X-14-131
- 34 Memish K, Martin A, Bartlett L, *et al.* Workplace mental health: An international review of guidelines. *Prev Med* 2017;**101**:213–22. doi:10.1016/j.ypmed.2017.03.017

9.3.3. Compléments

Supplemental material for: “A new ranking index to identify the work-related psychosocial factors most impacting mental health: a cross sectional study”

Table of Contents:

Appendix A: Description of the Weifila method

Appendix B: Description of the random forests method

Appendix C: Cluster partition stability using bootstrap approach

Appendix D: Prevalence, importance, RI and final ranking obtained for all selected 27 WPSFs using either the Weifila or the random forest method to assess their importance

Appendix E: Scatter plot showing the correlation between the two final rankings obtained for all selected 27 WPSFs using the Weifila approach and the random forest approach

Appendix F: Correlation coefficient between GHQ-28 score and its 4 subscales dimensions

Appendix G: List of the 10 priority WPSFs identified using the ranking index for the four GHQ subscale as well as for the total GHQ score

References

Appendix A: Description of the Weifila method

Developed by Wallard [1], the Weifila (Weighted First Last) method is based on variance decomposition used in a linear regression context. This method consists in assigning to each predictor X_i a part of variance $w(i)$ which is a weighted average between first allocation “ $first(i)$ ” and last allocation “ $last(i)$ ”.

The “first” allocation is computed as the squared correlation of the predictor with the response: $first(i) = [r(Y; X_i)]^2$. It is the value which is considered for the selection of the first predictor in a forward algorithm.

The “last” allocation is a measure of the relative importance for a predictor i , computed as the increase in R^2 when predictor i is included last in the model compared to the R^2 with only the other $p - 1$ predictors. This measure is sometimes presented as the amount by which the R^2 is reduced when this predictor is deleted from the regression equation. To calculate the $w(i)$ terms, first the sum of $first(i)$ and $last(i)$ for all predictors are calculated: $F = \sum_i first(i)$, $L = \sum_i last(i)$ and two situations are considered in the usual situation where $F \neq L$:

$$\text{if } L < R^2 < F \text{ then } w(i) = last(i) \left(\frac{F-R^2}{F-L} \right) + first(i) \left(\frac{R^2-L}{F-L} \right) \quad \text{Equation 1}$$

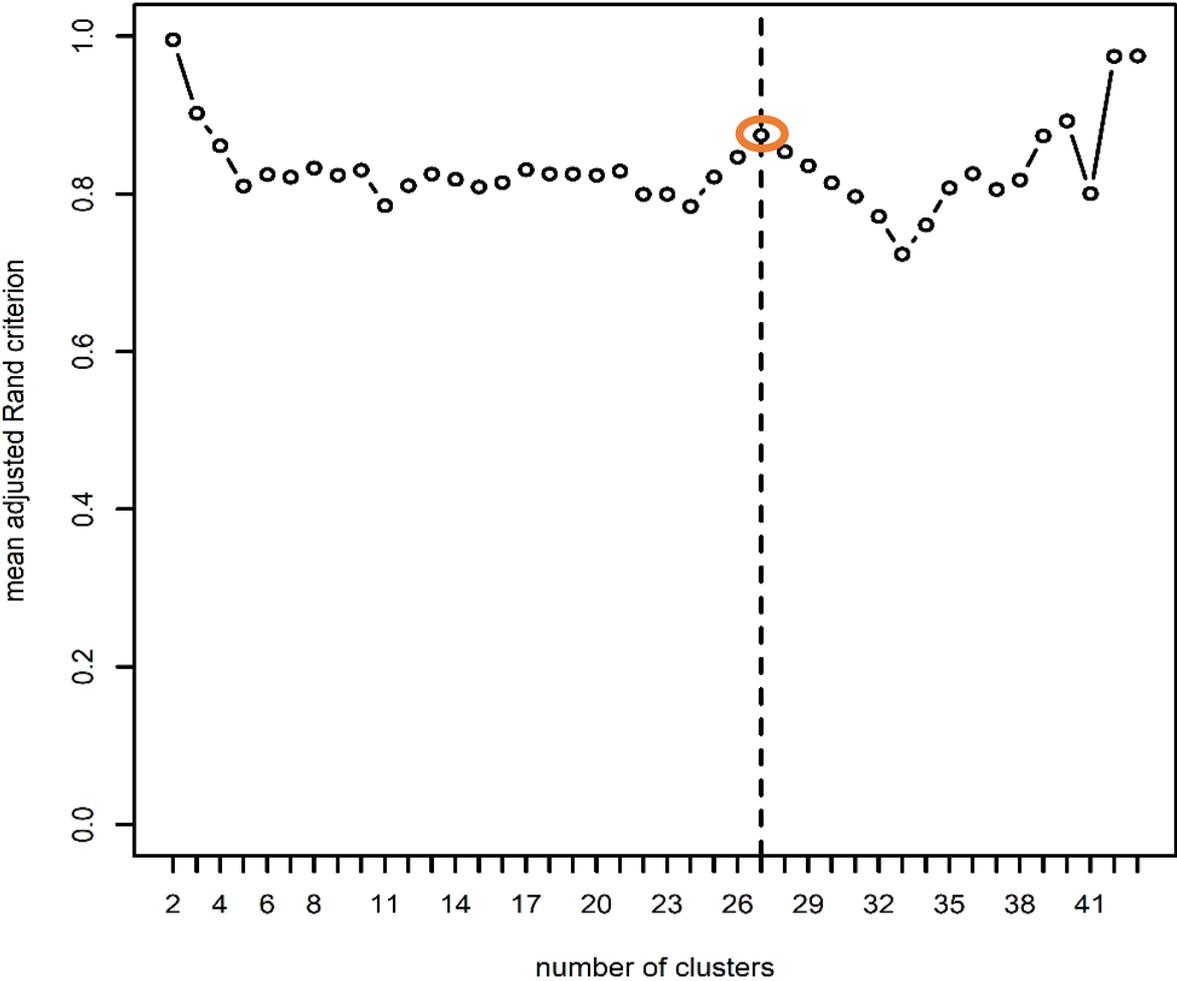
$$\text{if } F < R^2 < L \text{ then } w(i) = last(i) \left(\frac{R^2-F}{L-F} \right) + first(i) \left(\frac{L-R^2}{L-F} \right) \quad \text{Equation 2}$$

We directly used $first$ and $last$ options implemented in the R package **relaimpo** [2,3] to compute $w(i)$.

Appendix B: Description of the random forests method

Introduced by Breiman in 2001 [4], Random Forests are a successful machine learning approach generalizing the methodology of Classification And Regression Trees (CART) [5]. This method has been successfully applied in various applications such as genomic [6] and early detection of Alzheimer [7]. Basically, random forest trees are grown nondeterministically using several bootstrap samples from the original dataset. In this context, each tree has a set of observations from the original dataset which were not used to develop it. These are termed Out-Of-Bag (OOB) observations, and can be used to estimate the variable importance. The most frequent approach to estimate variable importance is termed permutation importance. According to this measure, a variable X_i is considered as important if it has a positive effect on the prediction performance, estimated by the OOB prediction error. To measure the importance of the variable X_i , any association between the variable and the outcome is broken by randomly permuting the values of all individuals of X_i in OOB observation. Another OOB prediction error is computed with the permuted values of X_i . The importance of variable X_i is the difference in prediction error before and after permuting X_i , averaged over all trees of the forest. The larger the permutation importance of a variable, the more relevant the variable is for the overall prediction accuracy. The R package **party** (function **cforest**) [8,9] is one of the most relevant methods implemented for computing importance of predictors in random forest. Indeed, this function gives unbiased results even if predictor variables are of different types (for example: different scale of measurement, different number of categories).

Appendix C: Cluster partition stability using bootstrap approach



Look at the peaks in the plot above. The maximum for stability is 1.0, so the higher the peak, the better. In this case, the plot seems to suggest twenty-seven stable partitions are present in the data.

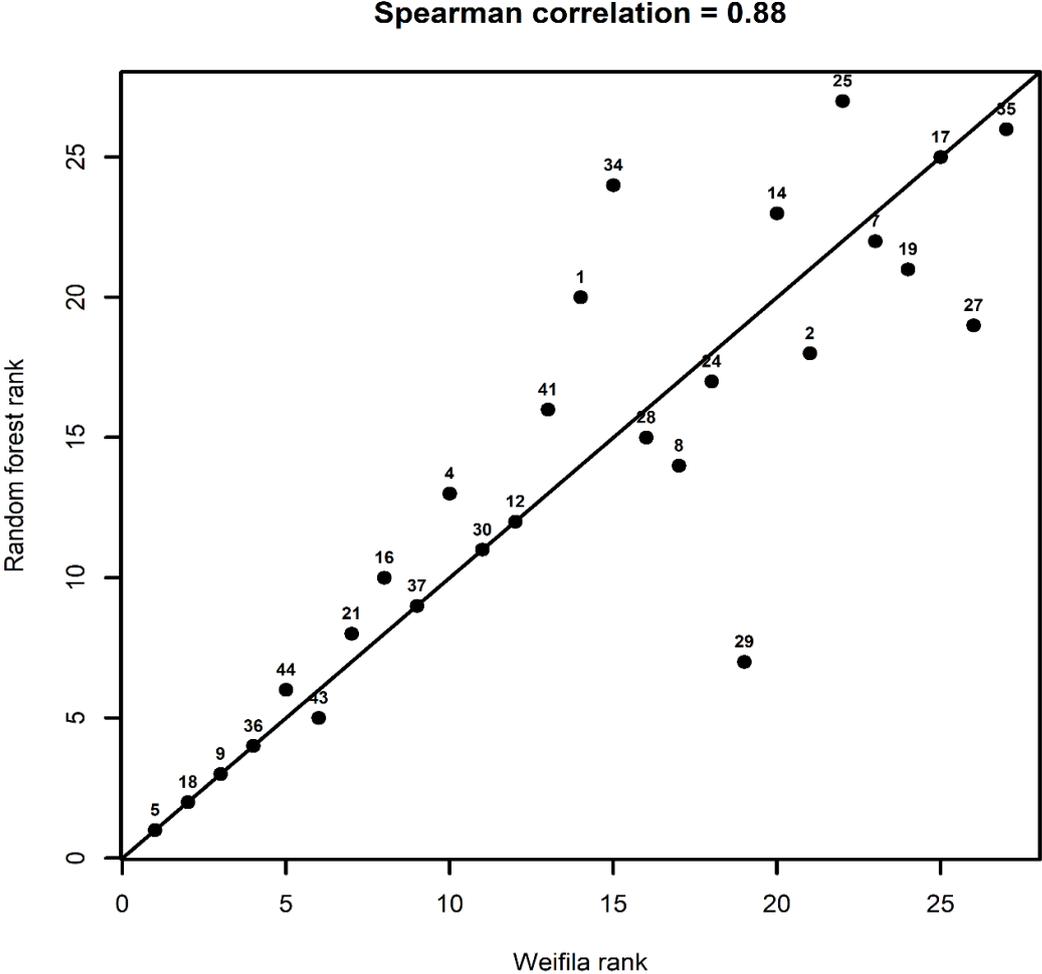
Appendix D: Prevalence, importance, RI and final ranking obtained for all selected 27 WPSFs using either the Weifila or the random forest method to assess their importance

For the Weifila approach, since $L = 0.09 < R^2 = 0.19 < F = 0.56$, **Equation 1** (Appendix A) was used to quantify importance of predictors $w(i)$

WPSF	Prevalence (%)	Weifila			Random Forest		
		Importance (%)	RI	Ranking	Importance (%)	RI	Ranking
1	38	2.4	91.8	14	1	37.1	20
2	61	0.9	56.1	21	0.7	44.8	18
4	49	2.6	126.2	10	1.3	64	13
5	43	8.6	372.1	1	12.1	522.3	1
7	24	1.4	33.2	23	1.3	32.6	22
8	60	1.3	77.7	17	0.9	51.6	14
9	15	17.5	262.1	3	26.5	396.7	3
12	42	2.7	110.6	12	1.7	72	12
14	41	1.6	63.8	20	0.7	30.3	23
16	37	4.1	150	8	2	74.1	10
17	29	0.6	18.2	25	0.5	15.8	25
18	27	13.5	362.5	2	16.3	436.9	2
19	62	0.4	26.6	24	0.6	35.8	21
21	28	5.7	162.3	7	3.4	95.3	8
24	32	2.3	73.9	18	1.4	45	17
25	37	1.5	55.9	22	0	0.1	27
27	75	0.1	8.8	26	0.6	43.6	19
28	49	1.7	82	16	1	49.4	15
29	22	3.3	72.9	19	5.2	113.3	7
30	30	3.8	115.7	11	2.4	73.1	11
34	57	1.5	86	15	0.5	29.4	24
35	71	0	1.1	27	0.1	9.3	26
36	43	5.6	237.3	4	6.8	288.8	4
37	24	6	143.5	9	3.2	75.6	9
41	53	2.1	110	13	0.9	46.4	16
43	42	4.5	191.1	6	5.6	235.4	5
44	52	4.1	215.8	5	3.2	169.6	6

Abbreviations: WPSFs, work-related psychosocial factors, RI, ranking index.

Appendix E: Scatter plot depicting the correlation between the two final rankings obtained for all 27 work-related psychosocial factors, using the Weifila approach and the random forest approach. Digits indicated the WPSF number.



Appendix F: Inter-correlations between the GHQ-28 subscales and the total scale

	GHQ-28 score	GHQ somatic symptoms	GHQ anxiety/insomnia	GHQ social disfunction	GHQ severe depression
GHQ-28 score	1				
GHQ somatic symptoms	0.85	1			
GHQ anxiety/insomnia	0.89	0.73	1		
GHQ social disfunction	0.78	0.58	0.55	1	
GHQ severe depression	0.76	0.47	0.58	0.50	1

Appendix G: List of the 10 priority WPSFs identified using the ranking index, for the four GHQ-28 subscales as well as for the total score

WPSF rank	Somatic symptoms	Anxiety and insomnia	Social disfunction	Severe depression	Total GHQ-28
1	44	5	5	9	5
2	5	36	18	43	18
3	18	18	9	18	9
4	21	43	28	37	36
5	8	9	44	36	44
6	36	34	30	29	43
7	12	21	4	1	21
8	16	16	17	5	16
9	43	41	14	24	37
10	9	8	16	12	4

References

- 1 Wallard H. Using Explained Variance Allocation to analyse Importance of Predictors. 16th ASMDA, Conference Proceeding 2015;;1043-1054. Available from: http://www.asmda.es/images/1_W-Z_ASMDA2015_Proceedings.pdf.
- 2 Grömping U. Relative Importance for Linear Regression in R : The Package relaimpo. *Journal of Statistical Software* 2006;17. doi:10.18637/jss.v017.i01
- 3 Grömping U. Variable importance in regression models. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics* 2015;7:137–52. doi:10.1002/wics.1346
- 4 Breiman L. Random Forests. *Machine Learning* 2001;45:5–32. doi:10.1023/A:1010933404324
- 5 Classification and Regression Trees. CRC Press. <https://www.crcpress.com/Classification-and-Regression-Trees/Breiman-Friedman-Stone-Olshen/p/book/9780412048418> (accessed 2 Jan 2019).
- 6 Goldstein BA, Hubbard AE, Cutler A, et al. An application of Random Forests to a genome-wide association dataset: methodological considerations & new findings. *BMC Genet* 2010;11:49. doi:10.1186/1471-2156-11-49
- 7 Lebedev AV, Westman E, Van Westen GJP, et al. Random Forest ensembles for detection and prediction of Alzheimer’s disease with a good between-cohort robustness. *Neuroimage Clin* 2014;6:115–25. doi:10.1016/j.nicl.2014.08.023
- 8 Hothorn T, Hornik K, Strobl C, et al. party: A Laboratory for Recursive Partytioning. 2018. <https://CRAN.R-project.org/package=party> (accessed 31 Jan 2019).
- 9 Hothorn T, Hornik K, Zeileis A. Unbiased Recursive Partitioning: A Conditional Inference Framework. *Journal of Computational and Graphical Statistics* 2006;15:651–74. doi:10.1198/106186006X133933

9.3.4. Résultats supplémentaires

Dans un objectif de comparaison des différents classements obtenus, la hiérarchisation des facteurs de RPS est également effectuée selon la formule de base de l'indice Cooper [215]. Pour rappel, Cooper considère une version univariée pour calculer l'importance des facteurs de RPS. Cette dernière correspond au coefficient de détermination R^2 de la régression linéaire entre chaque facteur de RPS et le score du GHQ-28.

Rang	Facteurs de risques psychosociaux			Indice de Cooper
	Weifila	Forêt aléatoires	R^2 univarié	
1	5	5	5	387.6
2	18	18	18	300.3
3	9	9	44	256.7
4	36	36	36	237.2
5	44	43	43	229.3
6	43	44	21	197.5
7	21	29	16	181
8	16	21	9	171.6
9	37	37	4	152.3
10	4	16	37	150.6

Tableau 4 : Liste des 10 facteurs de RPS prioritaires identifiés en utilisant différentes approches (Weifila, forêt aléatoire et R^2 univarié) pour évaluer leur importance sur le score du GHQ-28.

Les résultats du Tableau 4 montrent une différence entre les classements selon la méthode de calcul de l'importance utilisée. Le classement des facteurs de RPS obtenu avec l'indice de Cooper est différent de celui obtenu avec la méthode Weifila et la méthode des forêts aléatoires. Mis à part quatre facteurs (5, 18, 36 et 43), l'ordre de priorité du reste du classement obtenu avec l'indice de Cooper est complètement différent des deux autres. Pour exemple, le facteur 9 (difficulté à concilier vie privée et vie professionnelle), qui était en troisième position avec les méthodes multivariées, chute à la huitième place si on considère la hiérarchisation selon l'indice de Cooper. Cependant, il est rassurant de trouver quasiment les mêmes facteurs de RPS dans le top 10, quel que soit la méthode considérée.

10. Identification des facteurs de risques psychosociaux à l'hôpital

Comme évoqué depuis l'introduction, la dimension hospitalière est abordée dans l'étude des déterminants des RPS. Et pour cela, les données de la cohorte STRIPPS sont mobilisées.

10.1. Les données STRIPPS

10.1.1. Présentation des données

La cohorte STRIPPS (Stress au travail et risques infectieux chez les patients et les personnels soignants) est une cohorte multicentrique, qui a débutée en février 2018 jusqu'en juillet 2019 (<https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT03532321>). Les données de cette étude sont recueillies en 4 temps, et ont eu lieu approximativement tous les 4 mois. L'un des principaux objectifs de cette étude est de comprendre la relation entre les déterminants individuels et organisationnels au travail, et le stress et la fatigue du personnel de soins. Dans cette enquête, il est également question d'analyser comment les caractéristiques individuelles et organisationnelles du service interagissent pour expliquer les comportements des soignants au travail (turnover, absentéisme et hygiène de mains). Deux enquêtrices, affectées dans deux hôpitaux chacune, étaient chargées du recueil des données.

Au total, 32 services sont tirés au sort dans 4 grands hôpitaux de l'AP-HP (nommés A, B, C et D), et regroupés en 3 spécialités : Médecine, Unité de soins intensifs (USI)/Réanimation, et Chirurgie/Obstétrique. Ont été inclus dans cette étude, les personnels médicaux et paramédicaux avec un temps de travail $\geq 50\%$ ETP (Equivalent Temps Plein).

Plusieurs caractéristiques individuelles sont mesurées à l'inclusion (sexe, âge, profession, statut professionnel, ...) et aux différents temps de suivi (score de Karasek et de Siegrist, heures supplémentaires, événement survenu dans la vie personnelle et professionnelle, planning de travail, nombre de pauses...). Le stress et la fatigue perçus (respectivement mesurés suivant l'échelle PSS-10 [35] et l'échelle de Pichot [239]) sont évalués aux 4 temps d'étude. Les deux échelles ont l'avantage d'être court et présentent de bonnes qualités psychométriques dans le milieu professionnel en France [240], [241]. L'intention du personnel soignant de quitter leur

travail (intention de turnover) est également évalués dans les 4 temps d'étude. Différentes variables au niveau du service sont également collectées à l'inclusion.

10.1.2. Description générale des données

A l'inclusion à t0, la cohorte est constituée de 730 personnels de soins, suivi de 680 à t1, de 612 à t2 et de 591 personnels de soins à t3. Au total, 187 retraits sont constatés à au moins un des trois périodes de suivi. L'échantillon à t0 est composé de 610 femmes, soit 83.6% de l'échantillon, avec une légère surreprésentation des soignants dans l'hôpital C (30.7% contre 23.7%, 23.8% et 21.8%). Plus de la moitié (52.1%) des soignants inclus dans l'étude ont moins de 35 ans, avec une franche surreprésentation des aides-soignants et des infirmiers (93.7%). Une analyse descriptive détaillée de toutes les variables individuelles mesurée à l'inclusion et aux différents temps d'études (t0, t1, t2 et t3), ainsi que sur les variables niveau service est disponible dans l'article présenté dans la section 10.2. Concernant les scores provenant des échelles validées, aucune différence significative aux différents temps n'est retenue pour le support de la part des collègues ou du score surinvestissement au travail. Cependant, concernant le soutien de la part de la hiérarchie, une diminution significative est constatée.

Ci-dessous, les deux histogrammes pour les deux outcomes d'intérêt (stress perçu et niveau de fatigue) pour l'ensemble de l'échantillon.

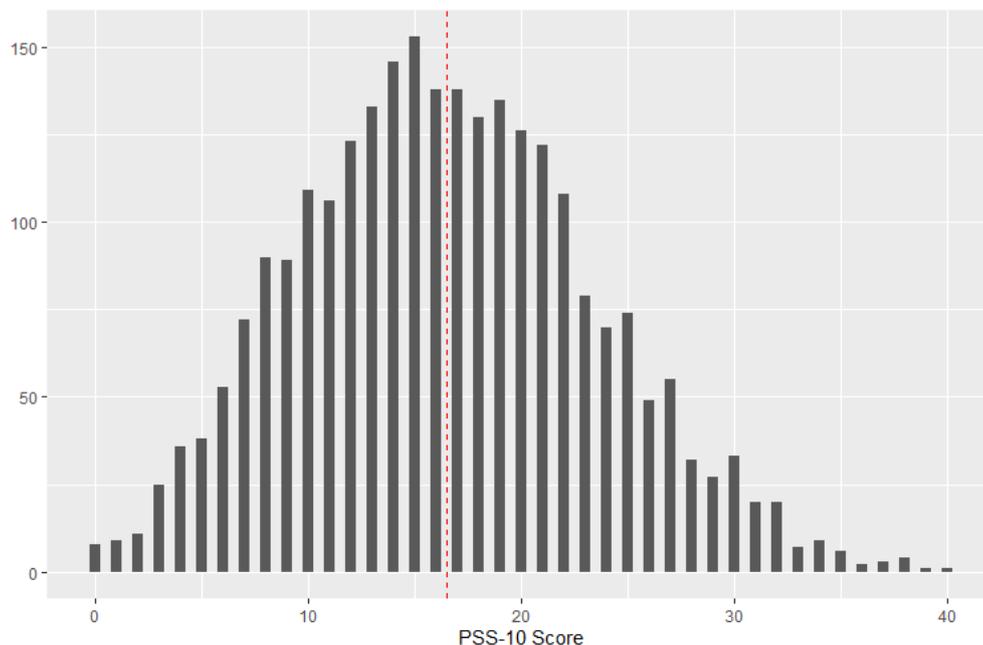


Figure 10 : Distribution du score PSS-10 dans l'ensemble de l'échantillon

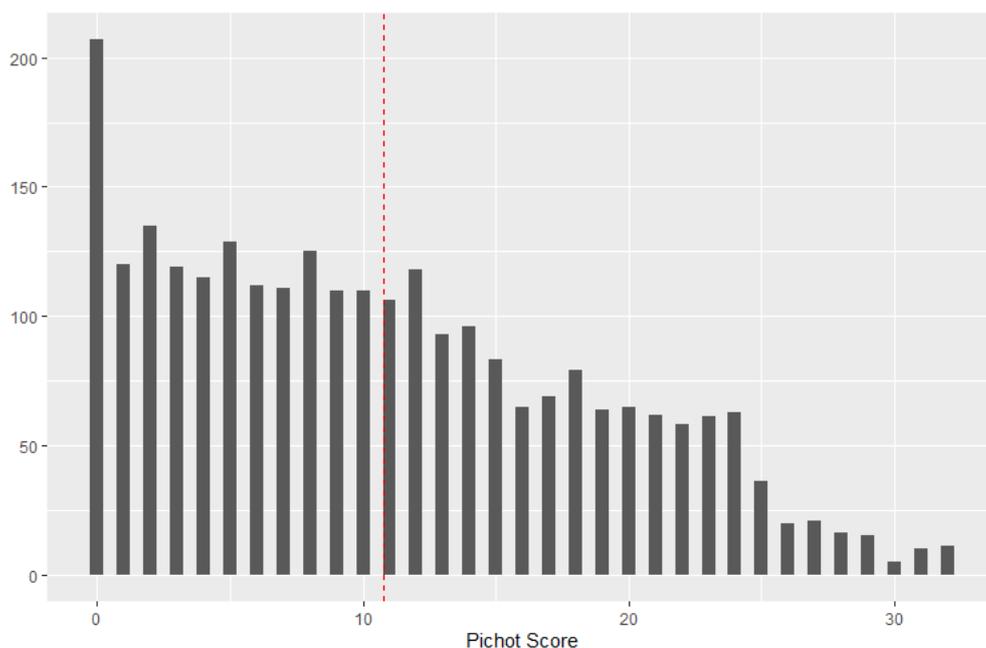


Figure 11 : Distribution du score de Pichot dans l'ensemble de l'échantillon

Ci-dessous, une descriptive détaillée des deux outcomes d'intérêt, en fonction du temps d'étude.

	t0 (N=730)	t1 (N=680)	t2 (N=612)	t3 (N=591)	Total (N=2613)	p_value
Stress perçu						0.151
Moyenne (SD)	17.0 (6.9)	16.5 (6.9)	16.2 (7.0)	16.2 (7.0)	16.5 (7.0)	
Rang	0.0 - 38.0	0.0 - 38.0	1.0 - 40.0	0.0 - 39.0	0.0 - 40.0	
Missing	7	3	5	8	23	
Fatigue						0.026
Moyenne (SD)	10.1 (7.8)	11.2 (8.0)	10.7 (7.8)	11.2 (7.9)	10.8 (7.9)	
Rang	0.0 - 32.0	0.0 - 32.0	0.0 - 32.0	0.0 - 32.0	0.0 - 32.0	
Missing	1	1	2	0	4	

Tableau 5 : Les moyennes des scores PSS-10 et Pichot de l'ensemble des personnels soignants inclus dans l'étude, en fonction du temps d'étude

Concernant la fatigue, une augmentation significative est constatée entre les différents temps d'étude, ce qui n'est pas le cas du niveau de stress perçu.

Au niveau groupe, 32 services sont représentés dans cette enquête avec 14 services de Chirurgie/Obstétrique, 11 services de Médecine et 7 services de US/Réanimation. Le nombre

moyen de lit par service est évalué à 35.5 (SD = 18.5). Le ratio patient/médecin est estimé à 2.9 (SD = 4), et le ratio patient/personnel paramédical est quant à lui estimé à 0.8 (SD = 0.3).

10.1.3. Gestion des valeurs manquantes

Toutes les bases de données recueillies par questionnaire, et en particulier les cohortes prospectives, sont sujettes à des risques de valeurs manquantes. Et avant de se lancer dans des analyses complexes sur les données, il faut identifier (et traiter) les données manquantes dans les observations. En règle générale, si le taux des observations ayant au moins une donnée manquante est inférieur à 5% de l'échantillon total, il est conseillé de simplement se débarrasser de ces observations-là [242]. Cependant, dans le cas contraire, si ce taux excède 5%, il est nécessaire de procéder à l'imputation de ces valeurs manquantes.

Dans leurs ouvrage *Statistical Analysis with Missing Data*, Little et Rubin définissent trois patterns d'absence des données [243]. On distingue les données MCAR (Missing Completely At Random) i.e. si pour un facteur donné, la probabilité qu'une valeur soit manquante est indépendante des valeurs prises par les autres variables explicatives de l'observation, qu'elles soient manquantes ou non. Il s'agit du scénario souhaitable en cas de données manquantes. Ensuite, il y a les données MAR (Missing At Random), autrement dit, si pour un facteur donné, la probabilité d'une valeur de ce facteur soit manquante est corrélée à l'existence de variables explicatives dont les valeurs sont renseignées. Enfin, on distingue les données NMAR (Not Missing At Random), i.e. si la probabilité qu'une valeur d'un facteur soit manquante ou pas, ne dépend pas que d'elle-même et n'est corrélée avec aucune des valeurs des autres facteurs dans l'observation [243].

Dans la base STRIPPS, on a choisi d'imputer uniquement les données manquantes provenant des échelles validés (PSS-10, Pichot, Karasek et Siegrist). La Figure ci-dessous nous permet d'identifier la structure des données manquantes dans les échelles concernées.

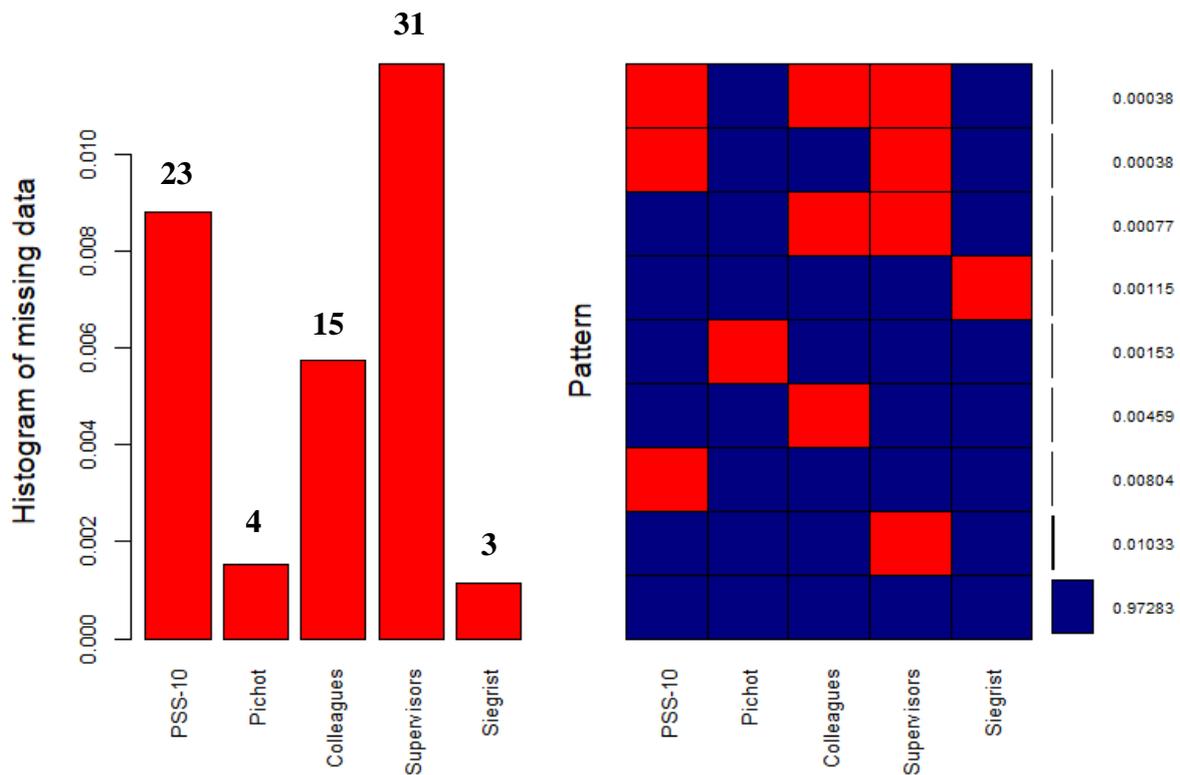


Figure 12 : Fréquence et structure des valeurs manquantes en fonction des différents des échelles – PSS-10, Pichot, Karasek (collègues et hiérarchie) et Siegrist (surinvestissement)

Note : Les valeurs sur les barplots représentent le nombre des valeurs manquantes par variable dans l'échantillon.

La Figure 12 montre que plus de 97% des observations ne contient aucune valeur manquante pour le stress perçu, le score de Karasek, le niveau fatigue et sur le surinvestissement au travail de l'échelle de Siegrist. Autrement dit, uniquement 3% de l'échantillon va être imputée. Parmi ces différentes échelles, c'est le score de Karasek sur le soutien de la hiérarchie qui contient le plus de valeurs manquantes dans l'échantillon totale (31), suivie du score PSS-10 (23), ensuite du score de Karasek sur le soutien des collègues (15), du score Pichot (4), et enfin du score de Siegrist sur le surinvestissement au travail (3).

L'imputation de ces valeurs manquantes est effectuée en amont, c'est-à-dire dans les items ayant servi dans le calcul des scores. Cette technique est recommandée pour assurer une précision sur les valeurs qui seront imputées [244]. Pour imputer les données manquantes, de nombreuses méthodes statistiques coexistent. On peut citer par exemple les techniques d'imputation par la moyenne (ou la médiane), l'imputation par tirage conditionnel ou encore par analyse factorielle. Cependant, les données manquantes ici sont imputées en utilisation techniques d'imputation multiple longitudinale et multiniveau, plus performantes, en utilisant

le package *mice* [245] du logiciel R [246]. Ce package permet d'effectuer des imputations multiples sur des données continues et/ou catégorielles face à des données multi-niveaux. En effet, la structure longitudinale multi-niveau des données doit être prise en compte dans l'imputation. Pour tous les questionnaires qui seront imputés, les données manquantes ont été considérées comme MCAR.

10.2. Article 3 : Les déterminants du stress et de la fatigue des personnels soignants

L'article suivant a permis d'identifier les déterminants au niveau individuel et organisationnel du stress et de la fatigue chez les personnels de santé, avec le support des données de l'enquête STRIPPS. Pour l'analyse de ces données spécifiques, des méthodes d'analyse multiniveaux à 3 niveaux sont mobilisées.

10.2.1. Méthode : Pourquoi des modèles 3-niveaux ?

Les données de cette enquête sont complexes, d'une part par leur aspect longitudinal et d'autre part, parce qu'elles sont structurées par service. Deux niveaux de corrélation coexistent donc dans ces données. En effet, les réponses données par le même individu sont corrélées au cours du temps. Et en même temps, il est évident que les réponses données par les individus appartenant au même service sont également corrélées. Il était donc indispensable de prendre en compte cette particularité des données afin de fournir des estimations les moins biaisées possibles.

La première idée a été de modéliser le stress et la fatigue en utilisant des GEEs [159]–[161]. Cependant, cette méthode va vite poser problème dans les analyses. En effet, dans les GEEs, il n'est pour le moment pas possible de prendre en compte les deux niveaux de corrélation présents dans les données. Dans les GEEs, soit le modèle considère une corrélation temps (effet longitudinal), et modéliser ainsi le fait que les réponses provenant d'un même individu sont corrélées au cours du temps, et donc pas d'effet niveau service. Ou au contraire, ces modèles considèrent la corrélation existante entre les individus appartenant au même service, et donc pas d'effet longitudinal.

La deuxième idée a donc été de passer sur des modèles multiniveaux, à 3 niveaux, pour quantifier l'impact des déterminants individuels et organisationnels sur le stress et la fatigue des personnels soignants. Ces modèles présentent l'avantage de considérer simultanément les

deux niveaux de corrélations existants dans les données. Ces dernières années, quelques études ont eu recours à ces types de modèles [247], [248], en considérant l'idée que les données longitudinales et structurées par bloc pouvaient être analysées en supposant trois niveaux d'imbrication (les mesures répétées [niveau 1], collectées entre individus [niveau 2] et au sein de différents services [niveau 3]). En 2009, Tasca et al. ont fourni un arbre de décision pour le choix des modèles multiniveaux à considérer [249], en présence des modèles multiniveaux et/ou longitudinales (Figure 13). Le cas en bas à droite (encadré rouge), correspond parfaitement avec la structure de nos données.

10.2.2. Objectif et résumé de l'article

L'objectif de cet article est d'identifier les déterminants individuelles et organisationnels du stress et de la fatigue du personnel soignant à l'hôpital, en utilisant des modèles 3-niveaux. Les analyses dans l'article concernent uniquement les infirmiers, les aides-soignants et les sage-femmes. En effet, ce groupe de personnel soignant est soumis à des caractéristiques organisationnelles spécifiques, non généralisables à l'ensemble des professions de la santé.

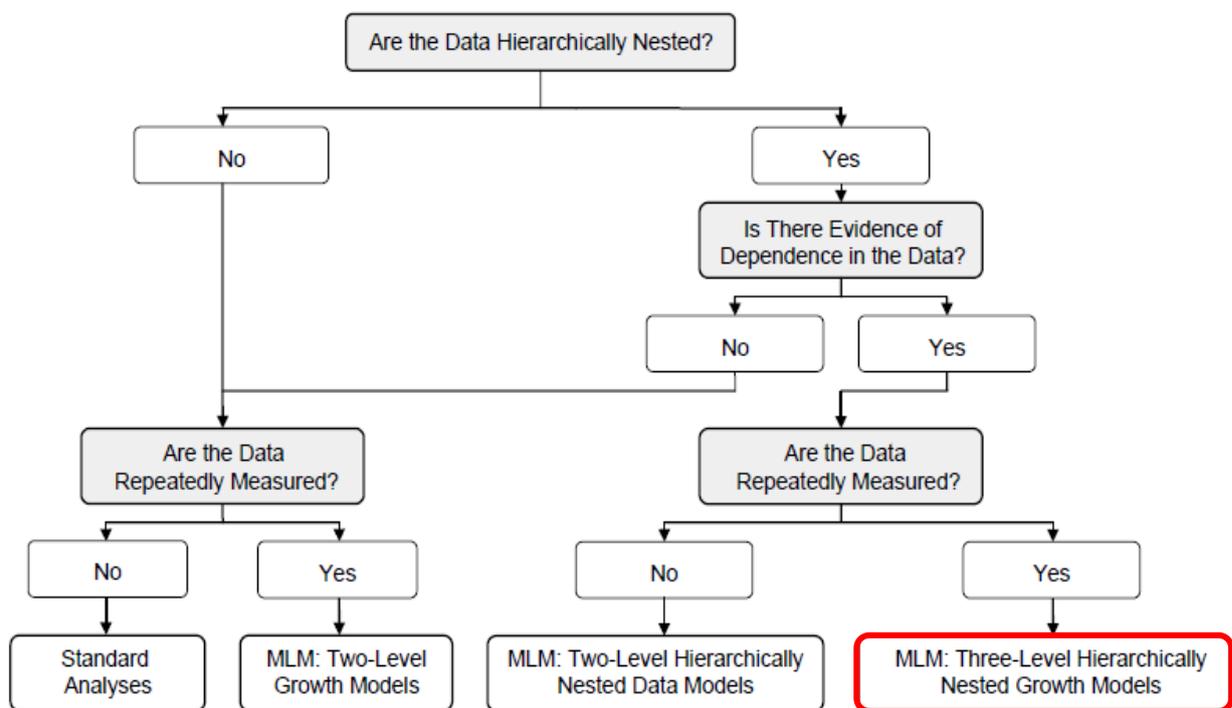


Figure 13 : Arbre de décision pour les analyses de données hiérarchiques avec modèles multiniveaux (MLM) – de Tasca et al. [186]

Avant de passer aux analyses multivariées, une étude descriptive détaillée de la base est effectuée sur toutes les variables individuelles mesurée à l'inclusion et aux différents temps d'études (t0, t1, t2 et t3), ainsi que sur les variables niveau service est effectuée. Ensuite, des modèles 3-niveaux sont ensuite effectués sur chaque outcome (stress et fatigue), et une sélection de variable est effectuée en utilisant le critère AIC [237].

Il s'avère que l'environnement du service influe considérablement sur le stress et la fatigue des personnels de soins, en plus des facteurs individuels et des variations temporelles. Les soignants bénéficiant de la hiérarchie un soutien et une culture sur la sécurité faible, d'un niveau de surinvestissement élevé, effectuant du présentéisme en étant malade et travaillant dans des grands services, connaissent des niveaux de stress et de fatigue plus élevés. Les événements négatifs de la vie (qu'ils soient personnels ou professionnels), le faible soutien de la part collègues et la fréquence élevée d'annulation des pauses sont des prédicteurs spécifiques du stress. Les longs trajets travail-domicile, le recours fréquent à du personnel intérimaire et le travail dans un service de médecine sont quant à eux associés à un niveau de fatigue élevé.

10.2.3. A multilevel approach to individual and organizational predictors of stress and fatigue among healthcare workers of a university hospital

Title: A multilevel approach to individual and organizational predictors of stress and fatigue among healthcare workers of a university hospital: A longitudinal study

by Oumou Salama Daouda^{1*}, René Sosata Bun^{2*}, Karim Ait Bouziad¹, Katiuska Miliani³, Anastasia Essa-Eworo³, Florence Espinasse⁴, Delphine Seytre⁵, Anne Casetta⁶, Simone Nérome⁷, Adelaide Nascimento⁸, Pascal Astagneau^{2,3}, Laura Temime¹ and Mounia N Hocine¹

** Oumou Salama Daouda and René Sosata Bun made equal contributions to this manuscript*

¹ MESuRS Laboratory, Conservatoire national des arts et métiers, Paris, France

² IPLESP, INSERM, Sorbonne université, Paris, France

³ CPIAS Ile de France, Paris, France

⁴ Hôpital Ambroise Paré, AP-HP, Boulogne, France

⁵ Hôpital Avicenne, AP-HP, Bobigny, France

⁶ Hôpital Cochin, AP-HP, Paris, France

⁷ Hôpital Beaujon, AP-HP, Clichy

⁸ CRTD Laboratory, Conservatoire national des arts et métiers, Paris, France

Correspondence concerning this article should be addressed to Ms. Oumou S. Daouda, MESuRS laboratory, Cnam, 292 rue Saint Martin, 75003 Paris, France.

E-mail : oumou-salama.daouda@lecnam.net

Word count: 3420

ABSTRACT

Objective: Healthcare workers are at high risk of experiencing stress and fatigue due to the demands of their work within hospitals. Improving their physical and mental health and in turn, the quality and safety of care, requires considering factors at both individual and organizational levels. Using a multi-center prospective cohort, this study aims to identify the individual and organizational predictors of stress and fatigue of healthcare workers in several wards from university hospitals.

Methods: Our cohort consist of 695 healthcare workers from 32 hospital wards drawn at random within four volunteer hospital centers in Paris-area. Three-level longitudinal analyses, accounting for repeated measures (level 1) across participants (level 2) nested within wards (level 3) and adjusted for relevant fixed and time varying confounders were performed.

Results: At baseline, the sample was composed by 384 registered nurses, 300 auxiliary nurses and 11 midwives. According to the 3-level longitudinal models, some predictors were found in common for both stress and fatigue (low support from the hierarchy, low safety culture, overcommitment at work, presenteeism while sick...). However, specific predictors for high level of stress (negative life events, low support from the colleagues and high frequency of break cancellation) and fatigue (commuting duration, frequent use of interim staff in the ward...) were also found.

Conclusion: Our results may help identify at-risk healthcare workers and wards, where interventions to reduce stress and fatigue should be focused. These interventions could include manager training to favor better staff support and overall safety culture of healthcare workers.

Keywords: nursing, statistical modeling, 3-level modeling, cohort, occupational health, work environment, PSS-10, France, prevention

1. What is already known about this subject?

- Healthcare workers have high levels of perceived stress and fatigue, particularly in medical fields highly exposed to infectious risks.
- High occupational stress and fatigue can negatively affect healthcare workers behaviors in terms of absenteeism, and ultimately intention to leave as well as quality of care.
- Individual and organizational differences contribute to different perceptions and consequences of occupational stress and fatigue in healthcare workers.

2. What are the new findings?

- The ward-level environment significantly influences the stress and fatigue of healthcare workers, in addition to individual factors and time variations.
- Hierarchy providing low support and with low safety culture, work overinvestment, presenteeism while sick, and working in smaller wards were identified as predictors of both high stress and fatigue of healthcare workers.
- Negative life events (whether personal or professional), low support from the colleagues and high frequency of break cancellation are specific predictors of high level of stress. While commuting duration, frequent use of interim staff and working in a medical ward were associated with high level of fatigue.

3. How might this impact on policy or clinical practice in the foreseeable future?

- In this study, we can identify some areas for improvement to better prevent stress and fatigue for healthcare workers. High stress and fatigue can be reduced through mutual and specific organizational intervention strategies.

INTRODUCTION

There is a growing research interest about stress in healthcare workers, as the prevalence of nurses affected by negative mental states is high [1,2]. This was underlined by a recent meta-analysis, included 45 539 nurses worldwide in 49 countries across multiple specialties, that estimated 11.2% prevalence of burnout among global nurses [3]. Moreover, the current COVID-19 pandemic has exacerbated stress, depression, and anxiety in front-line healthcare workers, as underlined by another meta-analysis [4].

In consequence, healthcare workers are likely to develop chronic health problems and stress-related illnesses which can result in frequent staff sickness and absenteeism [5,6]. Stress and fatigue in the workplace negatively impact productivity and absenteeism [6], and may result in non-optimal quality of care for patients in healthcare settings [7,8]. For instance in 2020, the average absenteeism rate in French public hospitals was estimated 9.5% among a representative sample of 300 hospitals [9].

Among healthcare workers, stress and fatigue both have multifactorial etiology and are different in nature. In fact, they cannot be explained just by the classic unicausal model of occupational illnesses but rather by the model of "work-related illnesses" [10]. Both organizational and personal factors are involved in healthcare workers' occupational stress [11–13]. The latter are also exposed to classic and emergent psychosocial work factors and mental health [14].

While the occupational predictors of both stress and fatigue in nurses have been explored cross-sectionally before, for instance by Jones et al. in the French context [15], very few longitudinal studies are available on this subject [16,17]. In addition, there is still a lack of literature regarding the trajectory of stress and fatigue among healthcare workers that accounts for the specificities of the wards and hospitals they work in, in terms of structure and organization.

Here, using 1-year longitudinal data collected in 32 French hospital wards, we aim to determine the real-time associations between perceived stress and fatigue of healthcare workers, and individual and organizational-level factors.

MATERIAL AND METHODS

Study design and participants

Study Design and data collection

We designed a multicenter study on the individual and organizational predictors of stress and fatigue and infectious risk among healthcare workers at the Hospitals of Paris, the STRIPPS study [18]. The study was conducted between February 2018 and July 2019 and data were collected on midwives, registered and auxiliary nurses. Healthcare workers were recruited from 4 voluntary French University general care hospitals. Eight wards per participating hospital were drawn at random wards employing at least 30 healthcare workers.

Data were collected longitudinally every 4 months during one year by two different interviewers for all included participants as follows: t_0 , corresponding to the first collection during the healthcare worker inclusion visit; t_1 , t_2 , t_3 , corresponding to follow-up visits at 4 months ($t_0 + 4$ months), 8 months ($t_0 + 8$ months) and 12 months ($t_0 + 12$ months). For the first data collection (t_0), dates and times of visits by an interviewer were drawn randomly for each participating ward. For later data collections, individual appointments were made with each included healthcare worker. Data were collected by the interviewers through administered questionnaires at both levels (ward level and individual level).

Individual-level variables

At the individual level, the following characteristics were collected:

- Part 1 included general and occupational characteristics such as age, sex, professional status, contractual situation, length of employment at the institution (years), and daily working hours.
- Part 2 consisted of the French version of the hospital survey on patient safety culture [19]
- Part 3 consisted of the French version of the Job Content Questionnaire (JCQ) [20] to measure support from hierarchy and colleagues
- Part 4 included general questions about work organization such as time schedule, nightshift, extra hours, mealtimes, and rest periods.
- Part 5 consisted of the Effort-Reward Imbalance at work questionnaire (ERI) to measure work overcommitment [21]

Ward-level variables

At the ward level, the following characteristics were collected: specialty, number of beds, proportion of double rooms, frequency of tasks performed outside the ward, healthcare worker to patient ratio, and use of external healthcare service providers (i.e., interim staff).

Outcome Measurements

Two primary outcomes were considered:

- 1) perceived stress, assessed with the Perceived Stress Scale 10-item scale (PSS-10). The PSS-10 score ranges from 0 to 40 (from very low to very high perceived stress). The PSS-10 questionnaire was developed by Cohen and al. [22] and validated in French [23,24].
- 2) fatigue, assessed with the Pichot fatigue scale. The Pichot score ranges from 0 to 32 (from very low to very high fatigue) [25].

Data analysis

Missing data imputation

For missing data, multiple imputation was performed on validated questionnaire items only (JCQ, PSS-10, Pichot, and ERI questionnaires). Data were imputed using multiple imputation, using the R *mice* package [26]. The *mice* package allows to perform imputation of continuous and categorical variables in a context of multilevel and longitudinal data. Indeed, the multilevel structure of the longitudinal data need to be considered in the imputation model. All questionnaire items with missing data were imputed using joint modeling and chained equations [27] considering participants as clusters. For all questionnaire items included in the imputation model, missing data were assumed to be missing at random.

Statistical analysis and modeling

We conducted analyses to identify factors associated with the stress and fatigue levels of participating healthcare workers. First, in order to validate the use of a 3-level longitudinal model, we built two unconditional models (i.e., null models, with no independent variables) with two levels (i.e., time and individual levels) and three levels (i.e., time, individual and ward levels), for each outcome. In fact, before conducting multivariate multilevel models, performing null models is strongly encouraged [28]. We then compared the two unconditional models using the Akaike's Information Criterion (AIC) [29] and ANOVA tests. Lower AIC for 3-level unconditional models validated the using of 3-level models to predict stress and fatigue in our data. Finally, before performing multivariate analyses, we conducted bivariate analyses for all individual-level variables in order to determine which variables were pertinent to be included in the multivariate analysis for stress and fatigue. All variables with a p-value less or equal to 0.20 would be considered in the model. Then, we developed a 3-level multivariate model on

each outcome, using AIC for variable selection. All data analyses were conducted using the R software [30].

Ethical approval and informed consent

The study protocol was elaborated in collaboration with the AP-HP Department of medical policy and the Department of care and of paramedical activities, and was approved after presentation to the Directorate General and the Committee on hygiene, safety and working conditions. It obtained both an agreement from the French Committee for the Protection of Persons (CPP) on 11/14/2017 and clearance from the French Data Protection Authority (CNIL) on 12/14/2017 (IDRCB N° 2017-A02939-44).

Potential participants were informed of the study through an information letter. Verbal consent was obtained by the interviewer at the beginning of each interview. Participants were guaranteed confidentiality and anonymity of responses.

RESULTS

Descriptive results

Response rate

Overall, the response rate for all included healthcare workers who answered the questionnaires at the four visits was 73.5% (510 out of 694), corresponding to 2040 responses in total for all visits. In fact, one auxiliary nurse failed to answer any of the four questions of the Karasek hierarchy questionnaire and was thus excluded from all analyses. In total, 694 healthcare workers were included at t0, 644 at t1, 578 at t2 and 556 at t3, with an overall of 2472 observations.

Healthcare workers characteristics (**Table 1**)

The final study sample consisted of 694 healthcare workers as follows: registered nurses (n = 384) (55.3%), auxiliary nurses (n = 299) (43.1%) and midwives (n = 11) (1.6%). Overall, the Female/Male gender ratio was 5.5, with 588 (84.7%) female respondents. The majority of healthcare workers were permanent staff members (n = 616) (88.9%) compared to temporary (n = 58) (8.4%) and contractual (n = 19) (2.7%) staff members. The average number of years of experience was 9 years (9.6), and more than a half of the respondents had supervising responsibilities (n = 365) (52.6%).

Table 1. Characteristics of individuals at the time of inclusion t0

	Total (N=694)
Age (years)	
<=25	125 (18.0%)
26-35	236 (34.0%)
36-45	143 (20.6%)
46-55	126 (18.2%)
>55	64 (9.2%)
Gender	
Female	588 (84.7%)
Male	106 (15.3%)
Profession	
Registered Nurses	384 (55.3%)
Auxiliary nurse (AS)	299 (43.1%)
Midwives	11 (1.6%)
Years of work in the hospital	
Mean (SD)	9.0 (9.6)
Professional status	
Temporary / Contractual CDD	58 (8.4%)
Contract / Contractual CDI	19 (2.7%)
Permanent / Titulaire	616 (88.9%)
Missing	1
Supervising responsibility	
No	329 (47.4%)
Yes	365 (52.6%)
Weekly working hours	
Mean (SD)	36.8 (4.2)
Knowledge of the schedule	
Never	13 (1.9%)
Sometimes	74 (10.7%)
Always	607 (87.5%)
Participation to the schedule	
Never	321 (46.3%)
Sometimes	266 (38.3%)
Always	107 (15.4%)

48 hours weekly rest	
No	295 (42.6%)
Yes	398 (57.4%)
Missing	1
Number of breaks per day	
Mean (SD)	1.8 (1.0)
Total duration of breaks per day (min)	
Mean (SD)	15.3 (9.3)
Transportation	
Personal car	357 (51.4%)
Public transportation	286 (41.2%)
Other (walking, bike, motorbike)	51 (7.3%)
Commuting time to work	
<1h	290 (41.8%)
1h-2h	305 (43.9%)
>2h	99 (14.3%)
HSOPSC item-1^a	
Agree	213 (30.7%)
Neutral	106 (15.3%)
Do not agree	375 (54.0%)
HSOPSC item-8^b	
Agree	220 (31.7%)
Neutral	96 (13.9%)
Do not agree	377 (54.4%)
Missing	1
HSOPSC item-9^c	
Agree	465 (67.2%)
Neutral	92 (13.3%)
Do not agree	135 (19.5%)
Missing	2
HSOPSC item-10^d	
Agree	405 (58.4%)
Neutral	116 (16.7%)
Do not agree	172 (24.8%)
Missing	1

^aHSOPSC item-1: from the Hospital Survey on Patient Safety Culture. "Hospital management provides a work climate that promotes patient safety".

^bHSOPSC item-8: from the Hospital Survey on Patient Safety Culture. "The actions of hospital management show that patient safety is a top priority".

^cHSOPSC item-9: from the Hospital Survey on Patient Safety Culture. "Hospital management seems interested in patient safety only after an adverse event happens".

^dHSOPSC item-10: from the Hospital Survey on Patient Safety Culture. "Hospital units work well together to provide the best care for patients".

Ward characteristics (Table 2)

In total, 32 wards were included from various medical fields as follows: 14 (43.8%) in surgery and obstetrics, 11 (34.4%) in medicine and 7 (21.9%) in intensive care units and reanimation. The average number of beds per ward was 35.5 (SD =18.5), and the proportion of double rooms was approximately 20%.

In participating wards, the average patient/physician ratio was 2.9 (4.0), whereas the patient/paramedics ratio was 0.8 (0.3). In the vast majority of participating wards, work was organized in 3 8-hour shifts, while 16% of wards worked in 2 12-hour shifts.

Table 2. Characteristics of included wards

	Total (N=32)
Specialty	
Surgery/Obstetrics	14 (43.8%)
Medical	11 (34.4%)
ICU/Reanimation	7 (21.9%)
Number of beds	
Mean (SD)	35.5 (18.5)
Proportion of double bedrooms	
Mean (SD)	0.2 (0.2)
Going outside the ward	
Never	1 (3.2%)
Sometimes	11 (35.5%)
Fairly Often	14 (45.2%)
Always	5 (16.1%)
Missing	1
Ratio patient/physician	
Mean (SD)	2.9 (4.0)
Use of external healthcare services	
Never	8 (25.0%)
Sometimes	17 (53.1%)
Fairly Often	7 (21.9%)
Ratio patient/paramedics	
Mean (SD)	0.8 (0.3)
Time schedule	
2*12h	5 (15.6%)
3*8h	27 (84.4%)

Mean-level change across one-year of survey

The trajectories for each participant across the total sample from baseline to the last time point are presented in supplementary material table 1 for the main variables. Significant differences among the four times of visits were observed for schedule assignment frequency, number of nightshifts on duty over the last months, irregularity of mealtimes, number of canceled breaks, number of visits to the Occupational safety and health (OSH) department, presenteeism at work while sick, and support from the hierarchy.

Outcome characteristics

The distribution of PSS-10 and Pichot scores in the whole sample are presented in Figure 1 respectively in a) and b). The overall mean score is equal to 16.5 (7.0) out of 40 points for stress, and 11.0 (7.9) out of 32 points for fatigue. For fatigue only, we observed an increasing trend ($p = 0.028$) of the means across the time of visits (supplementary table 2). For both stress and fatigue, significant differences were observed between the four hospitals ($p < 0.001$) (supplementary table 3). Figure 2a) describes the trend of stress and fatigue level across time of visits and hospital. and significant differences were observed between the four hospitals ($p < 0.001$) (supplementary table 3). Additional Figures on the distribution of PSS-10 and Pichot scores by hospital, are available at supplementary figures 1 and 2 respectively.

Figure 1: Distribution of PSS-10 and Pichot scores, respectively in a) and b) among the whole sample. The vertical dotted lines represent the mean of the PSS-10 and Pichot scores.

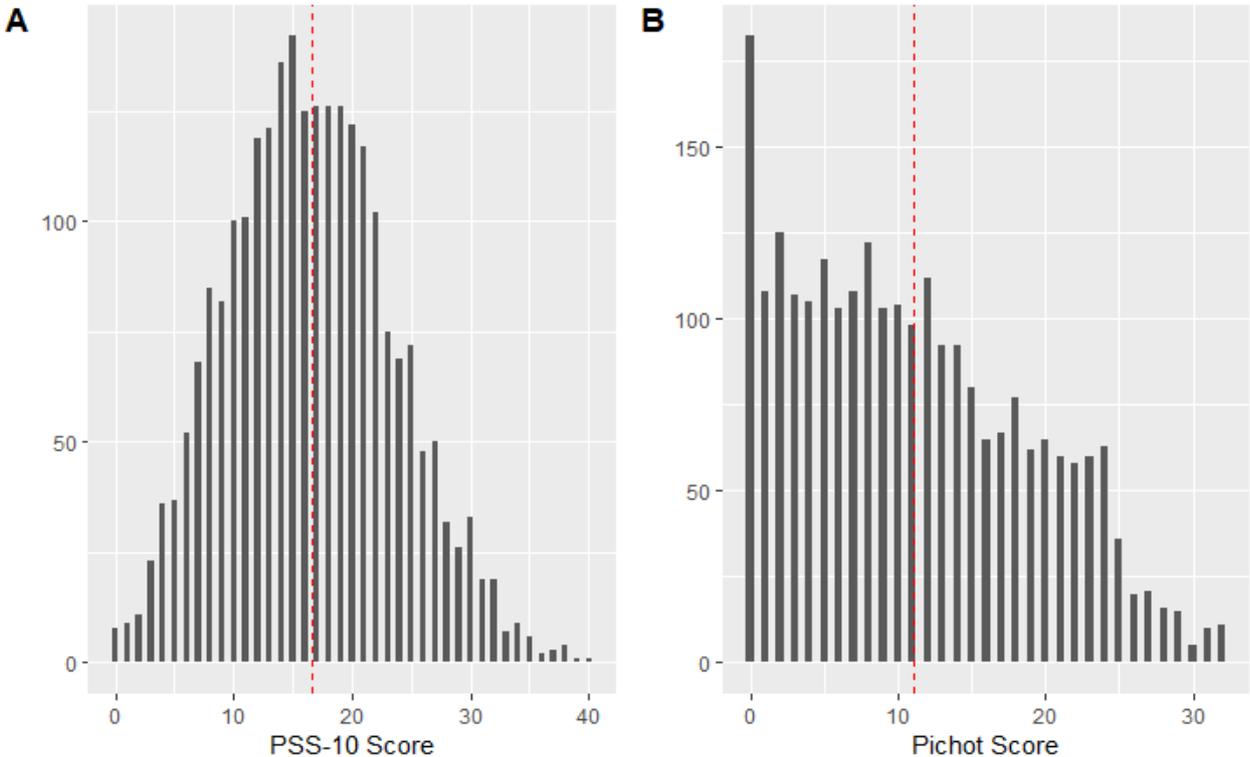
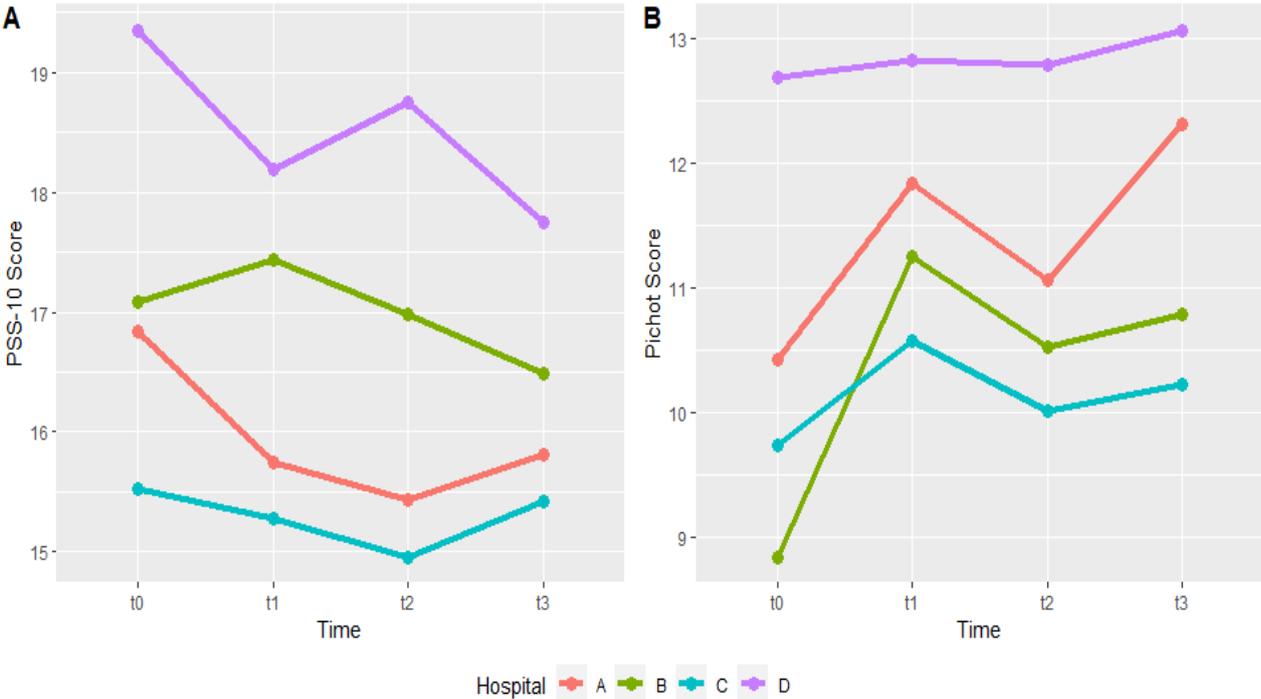


Figure 2: PSS-10 and Pichot scores means, respectively in a) and b), by hospital and time of visits



Descriptive of missing values for validated scales

A summary of missing values according to the four validated scales, by time of visits is available in supplementary table 4. Indeed, in the whole sample ($n = 2472$), high number of missing values were observed on support from the hierarchy and perceived stress, respectively 29 and 22 values. The lowest number of missing values were observed on fatigue and work overcommitment, all two 3 missing values. We count 12 missing values in the whole sample for the support from colleague's variable. Before proceeding with the 3-levels analyses, missing values were imputed.

Associations of individual and organizational-level predictors with stress and fatigue

Unconditional models with two and three-level longitudinal modeling

Detailed results of unconditional models for both stress and fatigue, as well as their respective AICs, are shown in supplementary table 5. For both outcomes, the AICs from 3-level unconditional models are lower than those from 2-level unconditional models (15737 vs 15763 for the stress models, and 15896 vs 15922 for the fatigue models). In addition, for each outcome, we obtained significant p-values when testing 2 and 3-level models using the ANOVA test (supplementary table 5). In conclusion, the results obtained validate the using of the 3-level models to analyze both outcomes.

According to supplementary table 5, the level of stress and fatigue variance has been partitioned at all three levels. It can be easily shown that, the PSS-10 score and the Pichot score variations occurred due to temporal fluctuations (level 1, 42% for stress and 37.4% for fatigue), inter-individual heterogeneity (level 2, 52% for stress and 55.5% for fatigue) and ward-level specificities (level 3, 6% for stress and 7.2% for fatigue).

Before performing multivariate analysis, bivariate analyses of variables at healthcare workers level were conducted at inclusion (t_0) for both stress and fatigue, and results are

available in supplementary tables 6 and 7. All variables having p-values less or equal to 0.20 were considered and included in models before performing variable selection.

Risk factors associated with high levels of perceived stress

The best 3-level multivariate models identified after model selection using AIC are described in Table 3 along with model fit measures.

High perceived stress was best explained by:

- Individual level variables: negative life events, breaks frequently canceled, lack of support from hierarchy and colleagues, low perceived safety culture in the hierarchy, work overcommitment, presenteeism at work while sick;
- Ward-level variables: medical specialty (with less stress in intensive care units), and number of beds (with less stress in larger wards).

Risk factors associated with high levels of fatigue:

High fatigue level was best explained by:

- Time-level variable: time of visit, with an increasing trend
- Individual level variables: gender (with less fatigue in males), long commuting time to work, lack of hierarchical support, low perceived safety culture in the hierarchy, work overcommitment, presenteeism while sick at work.
- Ward-level variables: medical specialty (with more fatigue in medical wards), high rates of interim use and number of beds in the ward (with less fatigue in larger wards).

Table 3: Final 3-level models for outcomes (perceived stress and fatigue) using a stepwise approach with AIC criterion

	Stress (PSS-10) (n = 2422)			Fatigue (Pichot) (n = 2431)		
	Estimates	CI	p-value	Estimates	CI	p-value
Fixed effects*						
Time	-0.00	-0.16 – 0.16	0.957	0.48	0.31 – 0.66	<0.001
Interviewer (ref=1)						
2 (for hospitals B and D)	1.62	0.85 – 2.40	<0.001	-0.36	-1.47 – 0.76	0.531
Healthcare worker-level variables						
Gender (ref=Female)						
Male	-0.83	-1.73 – 0.06	0.068	-1.52	-2.63 – -0.40	0.008
Age (ref=<25)						
26-35				1.26	0.09 – 2.44	0.035
36-45				0.50	-0.79 – 1.78	0.450
46-55				-1.01	-2.37 – 0.35	0.147
>55				-2.83	-4.49 – -1.17	0.001
Commuting time to work (ref=>1h)						
>2h				1.82	0.80 – 2.83	<0.001
1h-2h				0.30	-0.37 – 0.96	0.382
Personal life event (ref=No)						
Yes, negative	2.27	1.81 – 2.74	<0.001			
Yes, positive	0.46	-0.19 – 1.12	0.164			
Professional life event (ref=No)						
Yes, negative	1.62	1.11 – 2.12	<0.001			
Yes, positive	0.40	-0.34 – 1.14	0.289			
Break canceled (ref=Never)						
Almost never	1.04	0.27 – 1.82	0.008			
Quite often	1.54	0.77 – 2.32	<0.001			
Very often	1.78	0.92 – 2.65	<0.001			
Professional status (ref=Temporary CDD)						
Contract (Contractuel CDI)				2.23	-0.53 – 4.99	0.114

Permanent (Titulaire)				0.45	-1.04 – 1.93	0.554
Knowing work schedule in advance (ref=Never)						
Sometimes	-2.30	-4.81 – 0.22	0.074			
Always	-1.87	-4.23 – 0.49	0.121			
Support from colleagues – Karasek score	-0.12	-0.24 – -0.01	0.035			
Support from hierarchy – Karasek score	-0.23	-0.33 – -0.13	<0.001	-0.34	-0.45 – -0.24	<0.001
HSOPSC item-1^a (ref=Agree)						
Neutral	0.00	-1.01 – 1.02	0.995	0.70	-0.52 – 1.91	0.260
Not Agree	0.81	-0.10 – 1.71	0.082	1.76	0.81 – 2.70	<0.001
HSOPSC item-8^b (ref=Agree)						
Neutral	0.46	-0.58 – 1.51	0.385			
Not Agree	0.96	0.07 – 1.84	0.034			
Work overcommitment – Siegrist score	0.71	0.63 – 0.78	<0.001	0.65	0.56 – 0.73	<0.001
Presence at work while sick (ref=Never)						
Almost never	0.04	-0.48 – 0.57	0.871	0.63	0.04 – 1.22	0.037
Quite often	1.04	0.45 – 1.63	0.001	2.48	1.82 – 3.15	<0.001
Very often	1.61	0.55 – 2.66	0.003	4.03	2.84 – 5.22	<0.001
<i>Ward-level variables</i>						
Medical specialty (ref=surgery/obstetrics)						
Medicine	-0.36	-1.30 – 0.59	0.459	1.59	0.24 – 2.94	0.021
ICU/Reanimation	-1.08	-2.01 – -0.15	0.023	-0.24	-1.60 – 1.13	0.733
Number of beds per ward	-0.03	-0.05 – -0.01	0.009	-0.04	-0.07 – -0.00	0.024
Going outside the ward (ref = Never)						
Sometimes	1.28	-0.87 – 3.43	0.243	0.98	-2.09 – 4.04	0.533
Often	1.53	-0.70 – 3.76	0.178	0.86	-2.30 – 4.03	0.592
Always	1.87	-0.44 – 4.18	0.112	2.59	-0.70 – 5.89	0.123
Use of interim nurses (ref = Never)						
Sometimes	0.05	-0.81 – 0.91	0.915	-0.36	-1.59 – 0.88	0.571
Often	0.96	-0.14 – 2.06	0.088	1.96	0.35 – 3.56	0.017
Random Effects $\sigma^2(\sigma)^*$						
Level 1 – Time		17.80 (4.23)			22.04 (4.69)	

Level 2 – Healthcare worker	12.30 (3.51)	19.69 (4.44)
Level 3 – Ward	0.00 (0.00)	0.50 (0.70)
^d Marginal R ² / Conditional R ²	0.507 / NA	0.299 / 0.634
AIC	14743.16	15433.57

- ^a HSOPSC item-1: item-1 from the Hospital Survey on Patient Safety Culture. “Hospital management provides a work climate that promotes patient safety”.
- ^b HSOPSC item-8: item-8 from the Hospital Survey on Patient Safety Culture. “The actions of hospital management show that patient safety is a top priority”.
- ^c ICC intra-class correlation coefficient, AIC Akaike Information Criterion
- ^d The marginal R² considers only the variance of the fixed effects, while the conditional R² takes both the fixed and random effects into account
- * In multilevel models, fixed effects are usually equivalent to the regression coefficients, while random effects usually account for the underlying structure of the data and characterized by estimates of variability ($\sigma^2(\sigma)$). Fixed effects can be interpreted as slopes in the traditional sense

DISCUSSION

Main findings

In this longitudinal study, we underlined the role of several individual and organizational factors in the stress and fatigue of healthcare workers. One purpose of longitudinal three-level modeling is to assess environmental wards (Level 3) influences on healthcare workers average change (Level 2) over time (Level 1). In particular, a hierarchy providing low support and with low safety culture, work overcommitment, and presenteeism while sick, and working in smaller wards were identified as predictors of both high stress and fatigue. In addition, high frequency of break cancellation, negative life event (whether personal or professional) and low support from the colleagues are specific predictors of high stress. However, long commuting duration, frequent use of interim staff and working in a medical ward were associated with high level of fatigue.

In our data, the proportion of healthcare workers with extreme fatigue and extreme perceived stress are very high, respectively 37% and 30.5%. These proportions were measured considering the cut-off of 22 for extreme fatigue [31] and 27 for extreme perceived stress [32]. We using the PSS-10 for measured extreme perceived stress and although it is not a diagnostic instrument and there is no predetermined cut-off for PSS score [24], some studies used PSS scores of 0–13, 14–26, and 27–40 points to assess low, moderate, and high perceived stress, respectively [32]. Extreme fatigue is experienced mostly among healthcare workers aged between 26 and 45 years old (32.6%), females (93%), and working in surgery/obstetrics wards. Even though the multivariate model shows high fatigue in medical ward, healthcare workers in surgery/obstetrics wards experienced individually an extreme fatigue due to the amount of work. Regarding extreme stress, the most at-risk groups were also healthcare workers between 26 and 45 years old (this group alone account for 58.5%), female (89.6%) and working in surgery/obstetrics wards. The multi-level model of stress confirms this result by showing lower

stress for healthcare workers working in intensive care unit/reanimation wards than in surgery/obstetrics wards. For both extreme fatigue and extreme stress, there is no a significant trend over time.

Comparison with the literature

Many of our findings are consistent with those reported in previous studies investigating the determinants of stress or fatigue in healthcare workers.

In particular, the influence of the lack of hierarchical support on both stress and fatigue was underlined in an earlier French study [15]. This same study also showed higher fatigue in small to medium hospital wards, and in work environments where staff frequently had to go outside the ward, as well as lower energy levels and more frequent sleep difficulties when use of interim staff was frequent, consistently with our results [15]. Safety climate perceptions were found to be significantly related to healthcare worker stress and in several recent studies [33,34]. Our finding that work overcommitment, as measured by the ERI questionnaire, and presenteeism while sick, another indicator of overcommitment, were significant predictors of high stress and fatigue in healthcare workers is supported by a recent French study in which overcommitment was found to favor emotional exhaustion and increase the risk of burnout in French healthcare workers [35].

Other factors previously reported in the literature as associated with stress, but not in our results, were low social support [13,36], rearing children, work on rotation, chronic medical illnesses [12] and being unsatisfied at work [1]. Regarding fatigue, another associated factor previously reported in the literature but not in our results was work over longer shifts (12h versus 8h) [15,37]. This could be explained by a potential lack of power due to the sample size as in our sample, there were very few wards with 12-hours shift compared to those with an 8-hours shift.

Strengths

First, one strength of this study is its longitudinal nature. A few studies explored stress and fatigue longitudinally [17,38], however the majority of currently available studies are cross-sectional. Furthermore, the high response rate of wards and healthcare workers, as well as the large sample size and the inclusion of wards of different size and activity, represent a strength of this study. In addition, the large panel of socio-demographics, health and occupational characteristics of healthcare workers collected over time allow to perform robust and well-adjusted multivariate analysis.

Second, stress and fatigue were explored together. To our knowledge, no previous study had proposed a single model to identify factors associated with high levels of combined stress and fatigue while accounting for time in hospital setting. In fact, a previous study conducted in French ICU attempted to predict stress and fatigue using demographic and occupational was based on cross-sectional survey [15].

Finally, the power of the model used, which takes into account the complexity of the data, namely the longitudinal design and the multi wards collection of the data. In recent years, these types of models have been frequently used [39,40] considering the idea that longitudinal data could be analyzed at three levels of nesting (e.g., repeated measures [Level 1], collected across individuals [Level 2], and within different wards [Level 3]).

Limitations

However, our study has some limitations. First, only 4 hospitals in Paris-area were included, which is not representative for other areas of France. In fact, only services in public Paris-area hospitals were included in the study, so results may not be generalizable to wards in private hospitals or outside the Paris region, Future studies including healthcare workers and more hospitals from other cities in France are needed to verify the results generated in this study.

Second, due to the in-person interview, a risk of bias could be present due to the due to discomfort from having to reply face-to-face to some sensitive questions; however, ensuring

anonymity of the participants was used to minimize such bias. Another possible source of bias in data collection is the presence of two different interviewers assigned to two hospitals each. However, we were able to consider this bias as we included this interviewer-related variable into the multi-level model. In the fatigue model, there was a significant interviewer effect, with higher stress in hospital B and D. However, interviewer effect was not significant in the stress model.

Third, we were not able to investigate stress and fatigue outcomes for the physicians given low response rates, as questions regarding work organization were less adequate than for nurses. Therefore, physicians were excluded from our sample of healthcare workers.

Insights for designing potential interventions

From these models, we can identify some areas for improvement to better prevent stress and fatigue of healthcare worker: (1) perception of the hierarchy (lack of support from the hierarchy, low perceived safety culture of the hierarchy), (2) work overcommitment and (3) presenteeism at work while sick). Cancellation of breaks and support from colleagues were also found as significant as specific predictors for stress level. For fatigue specifically, long commuting duration and use of external staff are also identified as predictors. Mutual and specific preventive programs for reducing stress and fatigue of healthcare workers could be implemented in order to reduce this burden, targeting on the most at-risk groups. Other variables (medical specialty, number of beds) are inherent to one given ward; hence they have less utility for interventions to reduce perceived stress and fatigue.

CONCLUSION

This research question is important given the influence on quality of patient care of high stress work environments [7]. Our results may (1) help identify at-risk healthcare workers and wards, where interventions to reduce stress and fatigue could be focused. (2) These interventions could

include manager training to favor better staff support and overall safety culture among healthcare workers.

Contributors

Oumou Salama Daouda: Methodology, Software, Formal analysis, Writing - Original Draft, Writing - Review & Editing, Visualization, Validation

René Sosata Bun: Methodology, Formal analysis, Writing - Original Draft, Writing - Review & Editing, Visualization, Validation

Karim Ait Bouziad: Methodology, Formal analysis, Writing - Review & Editing, Visualization, Validation

Katiuska Miliani: Conceptualization, Writing - Review & Editing, Visualization, Validation
Anastasia Essa-Eworo: Investigation

Florence Espinasse: Conceptualization, Supervision, Project administration

Delphine Seytre: Conceptualization, Supervision, Project administration

Anne Casseta: Conceptualization, Supervision, Project administration

Simone Nérome: Conceptualization, Supervision, Project administration

Adelaide Nascimento: Conceptualization, Visualization, Funding acquisition, Validation

Pascal Astagneau: Conceptualization, Methodology, Formal analysis, Writing - Review & Editing, Visualization, Supervision, Funding acquisition, Validation

Laura Temime: Conceptualization, Methodology, Formal analysis, Writing - Review & Editing, Visualization, Supervision, Funding acquisition, Validation

Mounia N Hocine: Conceptualization, Methodology, Formal analysis, Writing - Review & Editing, Visualization, Supervision, Funding acquisition, Validation

Acknowledgments

The sponsor was Assistance Publique – Hôpitaux de Paris (Délégation à la Recherche Clinique et à l'Innovation). The authors would like to thank Zahoua Tina Habbal, the AP-HP and all participating wards and healthcare workers for their time and their contribution to this study.

Conflicts of interest: The authors have no conflicts of interest to declare that are relevant to the content of this article.

Funding sources: The study was publicly funded through the Research on the Evaluation of the Healthcare System Performance Program, Ministry of Health, France (grant No. PREPS-16-261)

REFERENCES

- 1 Maharaj S, Lees T, Lal S. Prevalence and Risk Factors of Depression, Anxiety, and Stress in a Cohort of Australian Nurses. *Int J Environ Res Public Health* 2018;**16**. doi:10.3390/ijerph16010061
- 2 Durand A-C, Bompard C, Sportiello J, *et al.* Stress and burnout among professionals working in the emergency department in a French university hospital: Prevalence and associated factors. *Work Read Mass* 2019;**63**:57–67. doi:10.3233/WOR-192908
- 3 Woo T, Ho R, Tang A, *et al.* Global prevalence of burnout symptoms among nurses: A systematic review and meta-analysis. *J Psychiatr Res* 2020;**123**:9–20. doi:10.1016/j.jpsychires.2019.12.015
- 4 Salari N, Khazaie H, Hosseini-Far A, *et al.* The prevalence of stress, anxiety and depression within front-line healthcare workers caring for COVID-19 patients: a systematic review and meta-regression. *Hum Resour Health* 2020;**18**:100. doi:10.1186/s12960-020-00544-1
- 5 Brborović H, Daka Q, Dakaj K, *et al.* Antecedents and associations of sickness presenteeism and sickness absenteeism in nurses: A systematic review. *Int J Nurs Pract* 2017;**23**. doi:10.1111/ijn.12598
- 6 Mollazadeh M, Saraei M, Mehrdad R, *et al.* Sickness absenteeism of Healthcare Workers in a Teaching Hospital. *Hosp Pract Res* 2018;**3**:6–10. doi:10.15171/hpr.2018.02
- 7 Weigl M, Schneider A. Associations of work characteristics, employee strain and self-perceived quality of care in Emergency Departments: A cross-sectional study. *Int Emerg Nurs* 2017;**30**:20–4. doi:10.1016/j.ienj.2016.07.002
- 8 Ruotsalainen S, Jantunen S, Sinervo T. Which factors are related to Finnish home care workers' job satisfaction, stress, psychological distress and perceived quality of care? - a mixed method study. *BMC Health Serv Res* 2020;**20**:896. doi:10.1186/s12913-020-05733-1
- 9 Enquête FHF : les ressources humaines face à la seconde vague Covid-19 - Fédération Hospitalière de France (FHF). <https://www.fhf.fr/Presse-Communication/Actualites/Enquete-FHF-les-ressources-humaines-face-a-la-seconde-vague-Covid-19> (accessed 17 Sep 2021).
- 10 Vijendren A, Yung M, Sanchez J. Occupational health issues amongst UK doctors: a literature review. *Occup Med Oxf Engl* 2015;**65**:519–28. doi:10.1093/occmed/kqv088
- 11 Kakemam E, Raeissi P, Raoofi S, *et al.* Occupational stress and associated risk factors among nurses: a cross-sectional study. *Contemp Nurse* 2019;**55**:237–49. doi:10.1080/10376178.2019.1647791
- 12 Baye Y, Demeke T, Birhan N, *et al.* Nurses' work-related stress and associated factors in governmental hospitals in Harar, Eastern Ethiopia: A cross-sectional study. *PloS One* 2020;**15**:e0236782. doi:10.1371/journal.pone.0236782
- 13 Ribeiro RP, Marziale MHP, Martins JT, *et al.* Occupational stress among health workers of a university hospital. *Rev Gaucha Enferm* 2018;**39**:e65127. doi:10.1590/1983-1447.2018.65127

- 14 Niedhammer I, Lesuffleur T, Algava E, *et al.* Classic and emergent psychosocial work factors and mental health. *Occup Med Oxf Engl* 2015;**65**:126–34. doi:10.1093/occmed/kqu173
- 15 Jones G, Hocine M, Salomon J, *et al.* Demographic and occupational predictors of stress and fatigue in French intensive-care registered nurses and nurses' aides: a cross-sectional study. *Int J Nurs Stud* 2015;**52**:250–9. doi:10.1016/j.ijnurstu.2014.07.015
- 16 Adriaenssens J, De Gucht V, Maes S. Causes and consequences of occupational stress in emergency nurses, a longitudinal study. *J Nurs Manag* 2015;**23**:346–58. doi:10.1111/jonm.12138
- 17 Zhang Y, Steege LM, Pavek KU, *et al.* Identifying patterns of occupational stress trajectories among newly graduated nurses: A longitudinal study. *Int J Nurs Stud* 2019;**99**:103332. doi:10.1016/j.ijnurstu.2019.03.022
- 18 Stress at Work and Infectious Risk in Patients and Caregivers - Full Text View - ClinicalTrials.gov. <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT03532321> (accessed 2 Sep 2021).
- 19 Occelli P, Quenon J-L, Kret M, *et al.* Validation of the French version of the Hospital Survey on Patient Safety Culture questionnaire. *Int J Qual Health Care J Int Soc Qual Health Care* 2013;**25**:459–68. doi:10.1093/intqhc/mzt047
- 20 Karasek R, Brisson C, Kawakami N, *et al.* The Job Content Questionnaire (JCQ): an instrument for internationally comparative assessments of psychosocial job characteristics. *J Occup Health Psychol* 1998;**3**:322–55. doi:10.1037//1076-8998.3.4.322
- 21 Siegrist J, Starke D, Chandola T, *et al.* The measurement of effort-reward imbalance at work: European comparisons. *Soc Sci Med* 1982 2004;**58**:1483–99. doi:10.1016/S0277-9536(03)00351-4
- 22 Cohen S, Kamarck T, Mermelstein R. A global measure of perceived stress. *J Health Soc Behav* 1983;**24**:385–96.
- 23 Quintard B. Du stress objectif au stress perçu. *Introd À Psychol Santé* 1994;**220**.
- 24 Lesage F-X, Berjot S, Deschamps F. Psychometric properties of the French versions of the Perceived Stress Scale. *Int J Occup Med Environ Health* 2012;**25**:178–84. doi:10.2478/S13382-012-0024-8
- 25 Pichot P, Brun JP. [Brief self-evaluation questionnaire for depressive, asthenic and anxious dimensions]. *Ann Med Psychol (Paris)* 1984;**142**:862–5.
- 26 Buuren S van, Groothuis-Oudshoorn K, Vink G, *et al.* *mice: Multivariate Imputation by Chained Equations*. 2021. <https://CRAN.R-project.org/package=mice> (accessed 8 Sep 2021).
- 27 Enders CK, Mistler SA, Keller BT. Multilevel multiple imputation: A review and evaluation of joint modeling and chained equations imputation. *Psychol Methods* 2016;**21**:222–40. doi:10.1037/met0000063
- 28 Monsalves MJ, Bangdiwala AS, Thabane A, *et al.* LEVEL (Logical Explanations & Visualizations of Estimates in Linear mixed models): recommendations for reporting multilevel data and analyses. *BMC Med Res Methodol* 2020;**20**:3. doi:10.1186/s12874-019-0876-8

- 29 Akaike H. A new look at the statistical model identification. *IEEE Trans Autom Control* 1974;**19**:716–23. doi:10.1109/TAC.1974.1100705
- 30 R: The R Project for Statistical Computing. <https://www.r-project.org/> (accessed 12 Nov 2021).
- 31 Sommeil et médecine générale - Accueil. <http://www.sommeil-mg.net/spip/spip.php?article1> (accessed 12 Nov 2021).
- 32 Kostić J, Žikić O, Đorđević V, *et al.* Perceived stress among university students in south-east Serbia during the COVID-19 outbreak. *Ann Gen Psychiatry* 2021;**20**:25. doi:10.1186/s12991-021-00346-2
- 33 Al Ma'mari Q, Sharour LA, Al Omari O. Fatigue, burnout, work environment, workload and perceived patient safety culture among critical care nurses. *Br J Nurs Mark Allen Publ* 2020;**29**:28–34. doi:10.12968/bjon.2020.29.1.28
- 34 McGhan GE, Ludlow NC, Rathert C, *et al.* Variations in Workplace Safety Climate Perceptions and Outcomes Across Healthcare Provider Positions. *J Healthc Manag Am Coll Healthc Exec* 2020;**65**:202–15. doi:10.1097/JHM-D-19-00112
- 35 Sérole C, Auclair C, Prunet D, *et al.* The Forgotten Health-Care Occupations at Risk of Burnout-A Burnout, Job Demand-Control-Support, and Effort-Reward Imbalance Survey. *J Occup Environ Med* 2021;**63**:e416–25. doi:10.1097/JOM.0000000000002235
- 36 Singh C, Cross W, Munro I, *et al.* Occupational stress facing nurse academics-A mixed-methods systematic review. *J Clin Nurs* 2020;**29**:720–35. doi:10.1111/jocn.15150
- 37 Caruso CC. Negative impacts of shiftwork and long work hours. *Rehabil Nurs Off J Assoc Rehabil Nurses* 2014;**39**:16–25. doi:10.1002/rnj.107
- 38 Fernández-Castro J, Martínez-Zaragoza F, Rovira T, *et al.* How does emotional exhaustion influence work stress? Relationships between stressor appraisals, hedonic tone, and fatigue in nurses' daily tasks: A longitudinal cohort study. *Int J Nurs Stud* 2017;**75**:43–50. doi:10.1016/j.ijnurstu.2017.07.002
- 39 de Jong K, Moerbeek M, van der Leeden R. A priori power analysis in longitudinal three-level multilevel models: An example with therapist effects. *Psychother Res* 2010;**20**:273–84. doi:10.1080/10503300903376320
- 40 Peugh JL, Heck RH. Conducting Three-Level Longitudinal Analyses. *J Early Adolesc* 2017;**37**:7–58. doi:10.1177/0272431616642329

10.2.4. Compléments

Supplemental materials

A multilevel approach to individual and organizational predictors of stress and fatigue among healthcare workers of a university hospital: A longitudinal study

Table of contents

Supplementary material figure 1: Distribution of PSS-10 score. by hospital. The vertical dashed lines represent the means of the PSS-10 scores by hospital

Supplementary material figure 2: Distribution of Pichot score by hospital. The vertical dashed lines represent the means of the Pichot scores by hospital

Supp Table 1. Characteristics of individuals and missing values at the times of visits (t0, t1, t2 and t3)

Supplementary material table 2: Means and ranges of outcomes variables (PSS-10 and Pichot scores), by time of visits

Supplementary material table 3: Outcomes (PSS-10 and Pichot scores), and missing values by hospital

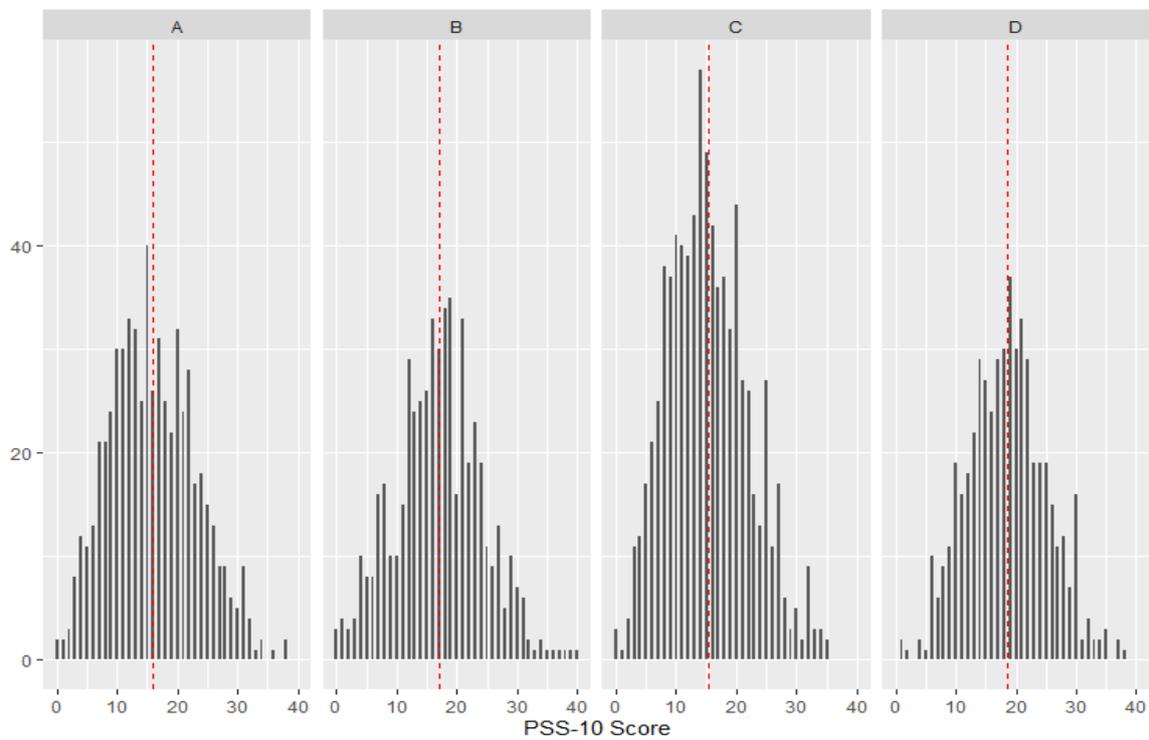
Supplementary material table 4: Summary of missing values according to validated scales, by time of visits

Supplementary material table 5: Unconditional 2 and 3-level models for outcomes of perceived stress and fatigue

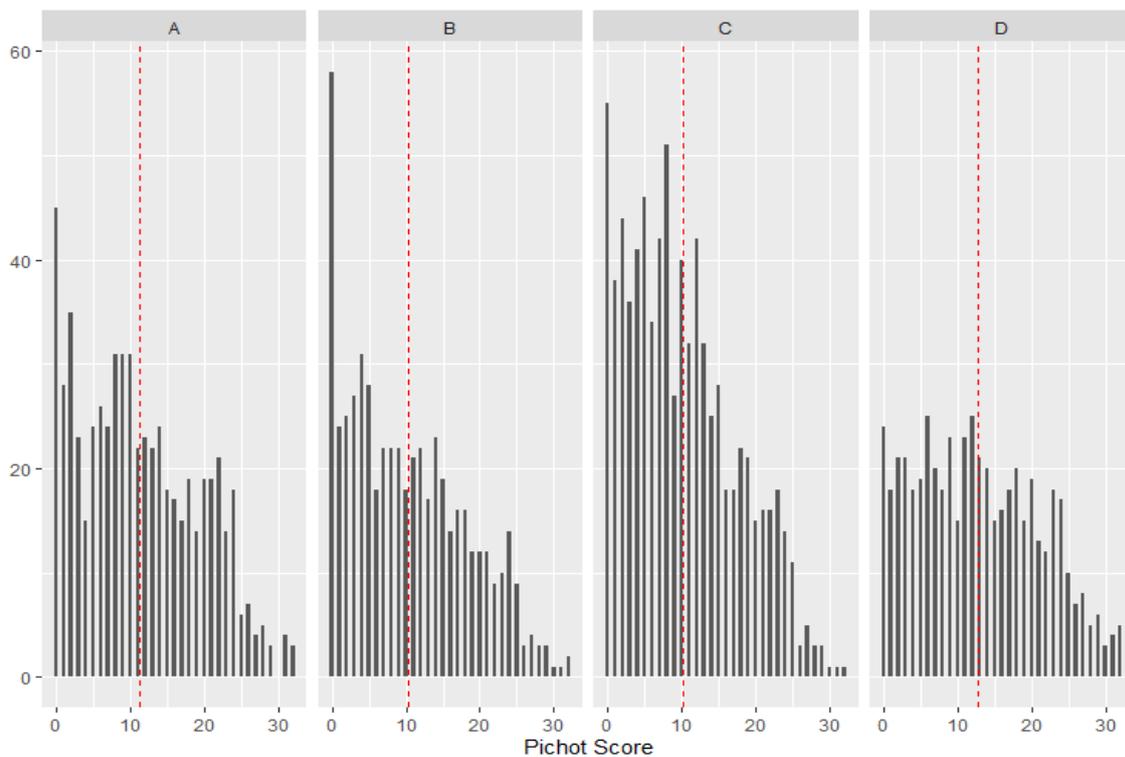
Supplementary material table 6: Bivariate analysis (linear regression) of variables at healthcare workers level on stress level (PSS-10 score) at inclusion. Variables were sorted according to their p-values. Variables in bold ($p_value > 0.20$) were not considered in the multivariate analysis

Supplementary material table 7: Bivariate analysis (linear regressions) of variables at healthcare workers level on fatigue level (Pichot score) at inclusion. Variables were sorted according to their p-values. Variables in bold ($p_value > 0.20$) were not considered in the multivariate analysis, expected the “commuting time to work” variable.

Supplementary material figure 1: Distribution of PSS-10 score. by hospital. The vertical dashed lines represent the means of the PSS-10 scores by hospital



Supplementary material figure 2: Distribution of Pichot score by hospital. The vertical dashed lines represent the means of the Pichot scores by hospital



Supp Table 1. Characteristics of individuals and missing values at the times of visits (t0, t1, t2 and t3)

Two-sided ANOVA tests were performed for continuous variables and Chi square tests were performed for qualitative variables

	t0 (N=694)	t1 (N=644)	t2 (N=578)	t3 (N=556)	Total (N=2472)	p value
Work schedule of last months						0.636
Daily	458 (66.0%)	436 (67.7%)	381 (65.9%)	357 (64.2%)	1632 (66.0%)	
Nightly	198 (28.5%)	185 (28.7%)	170 (29.4%)	168 (30.2%)	721 (29.2%)	
Day and Night	38 (5.5%)	23 (3.6%)	27 (4.7%)	31 (5.6%)	119 (4.8%)	
Schedule assignment frequency						< 0.001
Mostly	76 (11.0%)	47 (7.3%)	23 (4.0%)	36 (6.5%)	182 (7.4%)	
Always	618 (89.0%)	597 (92.7%)	555 (96.0%)	519 (93.5%)	2289 (92.6%)	
Missing	0	0	0	1	1	
Nightshift/duty on last months						< 0.001
No	564 (81.4%)	380 (59.1%)	324 (56.2%)	319 (57.7%)	1587 (64.4%)	
Yes	129 (18.6%)	263 (40.9%)	252 (43.8%)	234 (42.3%)	878 (35.6%)	
Missing	1	1	2	3	7	
Number of nightshift/duties						< 0.001
Mean (SD)	0.6 (1.7)	1.3 (2.2)	1.5 (2.3)	1.5 (2.4)	1.2 (2.2)	
Missing	4	5	2	3	14	
Work schedule variation						0.762
Never	404 (58.2%)	360 (55.9%)	334 (57.8%)	319 (57.4%)	1417 (57.3%)	
Fairly often	122 (17.6%)	123 (19.1%)	94 (16.3%)	100 (18.0%)	439 (17.8%)	
Almost Never	146 (21.0%)	132 (20.5%)	133 (23.0%)	114 (20.5%)	525 (21.2%)	
Very often	22 (3.2%)	29 (4.5%)	17 (2.9%)	23 (4.1%)	91 (3.7%)	
Overtime hours						0.098

Never	238 (34.3%)	209 (32.5%)	177 (30.6%)	179 (32.2%)	803 (32.5%)	
Fairly often	205 (29.5%)	209 (32.5%)	208 (36.0%)	189 (34.0%)	811 (32.8%)	
Almost Never	173 (24.9%)	180 (28.0%)	149 (25.8%)	139 (25.0%)	641 (25.9%)	
Very often	78 (11.2%)	46 (7.1%)	44 (7.6%)	49 (8.8%)	217 (8.8%)	
Irregularity of meal time						0.047
Never	41 (5.9%)	51 (7.9%)	34 (5.9%)	37 (6.7%)	163 (6.6%)	
Fairly often	191 (27.6%)	182 (28.3%)	188 (32.5%)	175 (31.5%)	736 (29.8%)	
Almost Never	62 (8.9%)	55 (8.5%)	63 (10.9%)	69 (12.4%)	249 (10.1%)	
Very often	399 (57.6%)	356 (55.3%)	293 (50.7%)	275 (49.5%)	1323 (53.5%)	
Missing	1	0	0	0	1	
Number of canceled breaks						< 0.001
Never	48 (6.9%)	75 (11.6%)	67 (11.6%)	65 (11.7%)	255 (10.3%)	
Fairly often	279 (40.2%)	266 (41.3%)	229 (39.6%)	221 (39.7%)	995 (40.3%)	
Almost Never	129 (18.6%)	128 (19.9%)	152 (26.3%)	162 (29.1%)	571 (23.1%)	
Very often	238 (34.3%)	175 (27.2%)	130 (22.5%)	108 (19.4%)	651 (26.3%)	
Number of visits to the Occupational safety and health (OSH) department						< 0.001
Mean (SD)	0.3 (0.5)	0.2 (0.5)	0.1 (0.4)	0.2 (0.5)	0.2 (0.5)	
Personal life events						0.148
No	408 (58.8%)	383 (59.6%)	350 (60.6%)	337 (60.6%)	1478 (59.8%)	
Yes, negative	217 (31.3%)	192 (29.9%)	166 (28.7%)	141 (25.4%)	716 (29.0%)	
Yes, positive	69 (9.9%)	68 (10.6%)	62 (10.7%)	78 (14.0%)	277 (11.2%)	
Missing	0	1	0	0	1	
Professional life events						0.557
No	488 (70.5%)	463 (71.9%)	390 (67.6%)	381 (68.6%)	1722 (69.8%)	
Yes, negative	151 (21.8%)	139 (21.6%)	137 (23.7%)	123 (22.2%)	550 (22.3%)	
Yes, positive	53 (7.7%)	42 (6.5%)	50 (8.7%)	51 (9.2%)	196 (7.9%)	
Missing	2	0	1	1	4	
Presence at work while sick						0.005

Never	159 (22.9%)	192 (29.9%)	122 (21.1%)	154 (27.7%)	627 (25.4%)	
Fairly often	218 (31.4%)	178 (27.7%)	174 (30.2%)	148 (26.7%)	718 (29.1%)	
Almost Never	275 (39.6%)	242 (37.7%)	251 (43.5%)	235 (42.3%)	1003 (40.6%)	
Very often	42 (6.1%)	30 (4.7%)	30 (5.2%)	18 (3.2%)	120 (4.9%)	
Missing	0	2	1	1	4	
Marital status						0.371
Couple	382 (55.0%)	360 (55.9%)	336 (58.3%)	328 (59.4%)	1406 (57.0%)	
Single	312 (45.0%)	284 (44.1%)	240 (41.7%)	224 (40.6%)	1060 (43.0%)	
Missing	0	0	2	4	6	
Commuting time to work						0.109
<1 h	290 (41.8%)	270 (41.9%)	253 (43.8%)	243 (43.7%)	1056 (42.7%)	
>2h	99 (14.3%)	91 (14.1%)	54 (9.3%)	60 (10.8%)	304 (12.3%)	
1-2 h	305 (43.9%)	283 (43.9%)	271 (46.9%)	253 (45.5%)	1112 (45.0%)	
Support from colleagues (Karasek score)						0.476
Mean (SD)	13.2 (2.0)	13.1 (2.0)	13.1 (2.0)	13.0 (2.0)	13.1 (2.0)	
Support from hierarchy (Karasek score)						< 0.001
Mean (SD)	11.7 (2.7)	11.5 (2.5)	11.4 (2.6)	11.1 (2.8)	11.4 (2.7)	
Overinvestment at work (Siegrist score)						0.558
Mean (SD)	15.5 (2.7)	15.4 (2.7)	15.3 (2.6)	15.3 (2.6)	15.4 (2.7)	

Supplementary material table 2: Means and ranges of outcomes variables (PSS-10 and Pichot scores), by time of visits

	t0 (N=694)	t1 (N=644)	t2 (N=578)	t3 (N=556)	Total (N=2472)	p_value
PSS-10 score						0.126
Mean (SD)	17.0 (7.0)	16.5 (7.0)	16.3 (7.0)	16.2 (7.1)	16.5 (7.0)	
Range	0.0 - 38.0	0.0 - 38.0	1.0 - 40.0	0.0 - 39.0	0.0 - 40.0	
Pichot score						0.028
Mean (SD)	10.4 (7.8)	11.5 (8.0)	10.9 (7.9)	11.4 (7.9)	11.0 (7.9)	
Range	0.0 - 32.0	0.0 - 32.0	0.0 - 32.0	0.0 - 32.0	0.0 - 32.0	

Supplementary material table 3: Outcomes (PSS-10 and Pichot scores), and missing values by hospital

	A (N=610)	B (N=538)	C (N=801)	D (N=523)	Total (N=2472)	p_value
PSS-10 score						< 0.001
Mean (SD)	16.0 (7.2)	17.0 (7.2)	15.3 (6.8)	18.6 (6.6)	16.5 (7.0)	
Missing	4	12	2	4	22	
Pichot score						< 0.001
Mean (SD)	11.4 (8.0)	10.3 (7.9)	10.1 (7.3)	12.8 (8.3)	11.0 (7.9)	
Missing	0	0	2	1	3	

Supplementary material table 4: Summary of missing values according to validated scales, by time of visits

	t0	t1	t2	t3	Total
PSS-10 score - Stress	7	3	5	7	22
Pichot score - Fatigue	1	0	2	0	3
Karasek score - Support from colleagues	6	4	1	1	12
Karasek score - Support from hierarchy	23	5	1	0	29
Siegrist score - Overinvestment at work	1	1	0	1	3

Supplementary material table 5: Unconditional 2 and 3-level models for outcomes of perceived stress and fatigue

	Stress – PSS-10 Score		Fatigue – Pichot Score	
	2-level	3-level	2-level	3-level
Intercept	16.7(0.23)	16.9 (0.38)	11.2 (0.25)	11.4 (0.5)
Random effects - $\sigma^2(\sigma)^*$				
Level 1 – Time	28.9 (5.3)	20.9 (4.6)	23.9 (4.8)	23.8 (4.9)
Level 2 – Healthcare worker	28.94 (5.3)	25.9 (5.1)	39.12 (6.3)	35.1 (6)
Level 3 – Ward		3.2 (1.8)		4.6 (2.1)
ICC ^a Ward				
ICC ^a Healthcare worker within ward				
AIC ^a	15762.86	15737.24	15922.34	15896.45
ANOVA test p-value		< 2e-16		2.25 x 10e-07

^a ICC intra-class correlation coefficient, AIC Akaike Information Criterion

Supplementary material table 6: Bivariate analysis (linear regression) of variables at healthcare workers level on stress level (PSS-10 score) at inclusion. Variables were sorted according to their p-values. Variables in bold (p_value > 0 .20) were not considered in the multivariate analysis

Variables	p_value
Overinvestment at work (Siegrist score)	7.01 e-46
Professional life events	1.86 e-16
HSOPSC item-1 ^a	3.36 e-16
HSOPSC item-8 ^b	3.20 e-11
Support from hierarchy (Karasek score)	2.10 e-10
Presence at work while sick	2.76 e-10
Personal life events	8.44 e-09
Breaks cancelled	1.44 e-05
HSOPSC item-10 ^d	1.88 e-05
48 hours weekly rest	2.19 e-05
Knowledge of the schedule	7.42 e-05
Gender	0.0005
Support from hierarchy (Karasek score)	0.0006
Number of breaks per day	0.0038
Work schedule variation	0.0070
HSOPSC item-9 ^c	0.0080
Age	0.0140
Transportation	0.0325
Total duration of breaks per day (min)	0.0588
Number of nightshift/duties	0.0680
Number of children (between 0 and 10 years old)	0.0754

Irregularity of meal time	0.1035
Years of work in the hospital	0.1062
Overtime hours	0.1077
Marital status	0.1555
Supervising responsibility	0.1650
Participation to the schedule	0.2116
Work schedule of last months	0.2815
Number of visits to the Occupational safety and health (OSH) department	0.4099
Commuting time to work	0.5311
Nightshift/duty on last months	0.6609
Weekly working hours	0.7558
Profession	0.7606
Schedule assignment frequency	0.8019
Professional status	0.8250

^aHSOPSC item-1: from the Hospital Survey on Patient Safety Culture. "Hospital management provides a work climate that promotes patient safety".

^bHSOPSC item-8: from the Hospital Survey on Patient Safety Culture. "The actions of hospital management show that patient safety is a top priority".

^cHSOPSC item-9: from the Hospital Survey on Patient Safety Culture. "Hospital management seems interested in patient safety only after an adverse event happens".

^dHSOPSC item-10: from the Hospital Survey on Patient Safety Culture. "Hospital units work well together to provide the best care for patients".

Supplementary material table 7: Bivariate analysis (linear regressions) of variables at healthcare workers level on fatigue level (Pichot score) at inclusion. Variables were sorted according to their p-values. Variables in bold (p_value > 0 .20) were not considered in the multivariate analysis, expected the “commuting time to work” variable.

Variables	p_value
Overinvestment at work (Siegrist score)	5.86 e-38
Presence at work while sick	2.07 e-14
HSOPSC item-1 ^a	3.09 e-12
HSOPSC item-8 ^b	2.71 e-10
HSOPSC item-10 ^d	1.41 e-07
Professional life events	1.12 e-06
Support from hierarchy (Karasek score)	2.09 e-06
Gender	1.49 e-05
Age	0.0002
48 hours weekly rest	0.0002
Breaks cancelled	0.0003
Personal life events	0.0008
HSOPSC item-9 ^c	0.0016
Participation to the schedule	0.0036
Irregularity of meal time	0.0120
Number of breaks per day	0.0128
Work schedule variation	0.0172
Years of work in the hospital	0.0239
Number of visits to the Occupational safety and health (OSH) department	0.0377
Overtime hours	0.0506
Knowledge of the schedule	0.0810
Professional status	0.0925
Support from colleagues (Karasek score)	0.1123
Number of children (between 0 and 10 years old)	0.1665
Nightshift/duty on last months	0.1679
Schedule assignment frequency	0.2138
Commuting time to work	0.2360
Marital status	0.5132
Transportation	0.5841
Supervising responsibility	0.6387
Work schedule of last months	0.6860
Profession	0.7095
Total duration of breaks per day (min)	0.8452
Weekly working hours	0.9533
Number of nightshift/duties	0.9789

^aHSOPSC item-1: from the Hospital Survey on Patient Safety Culture. "Hospital management provides a work climate that promotes patient safety".

^bHSOPSC item-8: from the Hospital Survey on Patient Safety Culture. "The actions of hospital management show that patient safety is a top priority".

^cHSOPSC item-9: from the Hospital Survey on Patient Safety Culture. "Hospital management seems interested in patient safety only after an adverse event happens".

^dHSOPSC item-10: from the Hospital Survey on Patient Safety Culture. "Hospital units work well together to provide the best care for patients".

Cinquième partie :
Prédiction des impacts comportementaux des
risques psychosociaux

11. Prédiction du turnover à l'hôpital

Il est unanimement reconnu que les RPS peuvent avoir divers impacts comportementaux dans le milieu professionnel. On peut citer par exemple le turnover, l'absentéisme ou encore le présentéisme au travail [102]–[106]. Pour l'illustration de la méthode qui est développée dans les sections ci-dessous, on se penche spécifiquement sur le cas du turnover à l'hôpital.

11.1. Différents niveaux de mesure du turnover à l'hôpital

Le turnover du personnel de santé est un phénomène de plus en plus courant dans les hôpitaux du monde entier. Chez les infirmières en particulier, les taux de turnover sont de l'ordre de 20% par an, et peuvent atteindre 40% par an dans certains pays [250]–[252]. Dans une étude française menée dans des unités de soins intensifs (USI), le taux de turnover annuel a été estimé à 24% chez les infirmières et à 13% chez les aides-soignants [253]. En plus des lourds problèmes financiers, ce phénomène constitue une préoccupation majeure par rapport aux soins prodigués aux patients (interruption de la continuité des soins, diminution de la qualité et de la sécurité des soins, augmentation des taux d'erreurs de médication, . . .). En effet, un taux élevé de turnover va nécessiter un recrutement d'un nouveau personnel (souvent des intérimaires, qui ne sont pas forcément très bien formés, qui manquent souvent d'expériences, et qui auront surtout besoin d'un temps d'adaptation, même si l'effort est fait pour maintenir les exigences à l'embauche [254]. De plus, lorsque les soignants sont affectés aux mêmes patients, ils peuvent créer des liens personnels, ce qui peut conduire à de meilleurs résultats en matière de santé [255].

Ainsi, pour quantifier l'ampleur du turnover du personnel dans les services, deux niveaux de mesure du turnover peuvent être effectués. D'abord, le turnover peut être mesuré au niveau individuel ou niveau *micro*. Dans ce cas, on parle souvent de l'intention de turnover du personnel. Une des questions possibles à poser pour définir l'intention de turnover serait par exemple « *Avez-vous l'intention de quitter votre travail dans les prochains mois* ». Les réponses sont souvent données sous forme catégorielle ou selon une échelle de Likert : « Pas du tout », « Plutôt non », « Plutôt oui », « Tout à fait ». Ensuite, le turnover du personnel peut également être quantifié à un niveau plus large, dite *macro*. On parle ici du taux de turnover de l'année ou

du mois précédent du service ou d'une entreprise par exemple. Cette mesure *macro* reflète un peu plus la réalité actuelle.

Les hôpitaux étant structurés par service, le plus souvent on a recours à des modèles hiérarchiques pour analyser le turnover à l'hôpital, mais cela dépend aussi et surtout de comment les données ont été recueillies. Dans les hôpitaux, il est souhaitable de collecter les données de façon hiérarchique, c'est-à-dire au niveau individu et au niveau service, afin de mettre en exergue les spécificités appartenant à chaque service de soins.

Différentes méthodes d'analyses statistiques existent pour analyser le turnover, selon que le turnover soit quantifié au niveau micro (intention de turnover) ou macro (taux de turnover). Au niveau macro, on peut utiliser les modèles multiniveaux classiques, comme ceux présentés dans la section 10.2. Cependant, si le turnover est mesuré au niveau macro, les modèles hiérarchiques standards ne permettent pas de prendre en compte cette spécificité. Dans ce cas spécifique, Croon et van Veldhoven [234], ont développés un modèle multiniveau à variables latentes, permettant de prédire un outcome mesuré au niveau macro à partir des données collectées au niveau *micro* et *macro*. Cependant, il a fallu faire une extension de ce modèle afin de prendre en compte les spécificités de nos données pour les analyser.

11.2. Etat de l'art des déterminants du turnover à l'hôpital

Dans la littérature, plusieurs recherches permettant de mettre en évidence les déterminants contribuant à la pénurie et aux problèmes de turnover chez le personnel soignant. Le niveau de stress et de fatigue du personnel, ainsi que l'épuisement émotionnel, le manque du personnel et la mauvaise sécurité des patients se sont avérées être des facteurs prédictifs de l'intention du turnover des infirmiers [113], [114], [256], [257]. D'autres facteurs tels que les charges de travail temporelles, physiques, émotionnelles et mentales, les salaires, l'équipe de nuit, les récompenses/la reconnaissance, la tension au travail, le contrôle du travail, la complexité du travail, les possibilités d'avancement et les idées de se sentir apprécié, respecté et reconnu ont également été trouvés significativement associés à l'intention de roulement [117], [256], [258]–[260]. En outre, plusieurs études menées dans différents pays soulignent l'importance de la satisfaction professionnelle et d'un environnement de travail favorable, les relations de travail inefficaces avec les autres infirmières et les médecins et le manque de soutien de la part des superviseurs augmentant l'intention de turnover [113], [114], [261], [262]. L'épuisement professionnel, le déséquilibre entre vie professionnelle et vie privée, la détresse morale, les

symptômes dépressifs, la violence et les brimades sur le lieu de travail semblent conduire à une intention de turnover du personnel infirmier plus élevée et ont un impact sur la qualité de vie du personnel infirmier [261]–[264]. Ainsi, une meilleure compréhension plus globale de la façon dont les déterminants au niveau individuel et organisationnel interagissent avec le turnover dans les hôpitaux reste nécessaire, en particulier dans le contexte français où les études sur le turnover du personnel hospitalier sont rares [265], [266].

11.3. Les données MOTILIS

Pour identifier les déterminants du turnover du personnel soignants, les données de l'étude MOTILIS sont mobilisées.

11.3.1. Présentation des données

Il s'agit d'une étude transversale menée dans les unités de soins intensifs (USI) de l'AP-HP, entre le 18 janvier 2013 et le 2 avril 2013. La population de l'étude était composée de personnel de santé ayant un contact avec les patients (infirmières, aides-soignantes, kinésithérapeutes, médecins et résidents) travaillant dans les USI. Tous les types d'unités de soins intensifs pour adultes ont été inclus dans l'étude (médicale, chirurgicale et polyvalente). Les données de l'étude ont été recueillies à l'aide de deux questionnaires : un questionnaire général concernant la structure organisationnelle du service (rempli avec le responsable des soins infirmiers) et un questionnaire individuel administré en face à face avec le personnel lors de visites sur place dans chaque USI. Les données au niveau USI comprenaient des informations sur l'organisation physique du service (nombre de lits, le ratio personnel/patient calculé conjointement pour tous les infirmiers et les aides-soignants, ...), l'organisation du travail du personnel et l'inclusion ou non de lits de soins intermédiaires dans l'unité de soins intensifs.

Des données relatives aux caractéristiques démographiques (âge, sexe, nombre d'enfants, ...) et des données individuelles relatives à l'emploi (profession, ancienneté, travail à temps complet ou temps partiel, ...) ont été collectées. Des données sur le soutien social de la part des collègues et de la hiérarchie, ainsi que le niveau de stress perçu et de fatigue ont également été recueillies. Le soutien social est mesuré en utilisant la dimension sociale du questionnaire de Karasek [14]. Le PSS-10 [35] est utilisé pour mesurer le niveau de stress perçu et le questionnaire NHP [267] pour évaluer la fatigue et le niveau d'énergie du personnel soignant. D'autres données individuelles relatives aux antécédents professionnels récents, à la charge de travail (nombre

moyen et durée des pauses, effectifs, ...), et aux antécédents de sommeil sur les 24 heures ont également été collectées.

Les analyses se sont concentrées uniquement sur les infirmiers et les aides-soignants. Le taux de turnover est calculé pour chaque USI pour l'année 2012 comme la proportion d'employés qui ont volontairement ou involontairement quitté leur emploi au sein de l'USI au cours de cette année. Et ce taux a été calculé conjointement pour tous les infirmiers et les aides-soignants de chaque USI.

11.3.2. Description générale des données

Au total, 31 USI ont été inclus dans la base, mais uniquement 30 ont pu fournir le taux de turnover du personnel. 681 personnels soignants sont inclus dans l'étude dont 526 infirmiers et aides-soignants. Et 26 variables ont pu être collectées dont 19 au niveau individuel et 7 au niveau USI. On constate une écrasante majorité de femmes (68.9%) et une moyenne d'âge de 33 ans (SD = 9.3 ans). Le nombre de personnel par USI varie entre 7 et 32 avec une moyenne de 17.5 par service. Une descriptive détaillée des données concernant les 526 infirmiers et aides-soignants sont disponibles dans l'article suivant.

11.4. Article 4 - Prédiction micro-macro du taux de turnover chez le personnel infirmier des services de réanimation de l'APHP

11.4.1. Objectif et résumé de l'article

L'objectif de cet article est double. D'abord, il est question de faire une extension de l'approche multi-niveau de Croon et van Veldhoven [234] permettant de la prédiction d'un outcome mesuré au niveau groupe, à partir de facteurs mesurés au niveau groupe et au niveau individu. En effet, la méthode initiale proposée n'est valable que si toutes les variables explicatives sont continues. Or, dans notre cas, il y a la présence de variables catégorielles au niveau groupe et au niveau individu. On a donc développé une extension de cette méthode, en prenant en compte des *dummy variables* dans le cas de variables catégorielles, au niveau service et niveau individu. L'idée derrière cette approche est de considérer des moyennes ajustées par service pour les variables mesurées au niveau individu, en fonction du nombre d'observations par service mais également en prenant en compte les autres variables explicatives présentes dans le modèle. Cette extension est validée avec une étude de simulation. Le deuxième objectif de cet article est donc, en utilisant cette méthode, d'identifier les déterminants individuels et organisationnels du

taux de turnover du personnels infirmiers et aides-soignants dans les services de réanimation français.

Avant de passer à la méthode, une réduction de dimension est effectuée afin de sélectionner les variables pertinentes et non redondantes. Uniquement quelques variables prises en compte au niveau individu et au niveau service. Ensuite, la régression est effectuée en utilisant une sélection de modèle avec une méthode stepwise.

Le soutien de la part de la hiérarchie et des collègues, mais également l'ancienneté dans le métier sont négativement associés au turnover. Inversement, le nombre d'enfants, l'impossibilité de prendre des pauses pour cause de surcharge au travail sont associés à un taux de turnover élevé. Au niveau service, le nombre de lits, la présence de lits intermédiaires (unité de soin continu) ainsi que le ratio personnel/patient sont également apparus comme des prédicteurs significatifs.

L'extension de cette méthode est appliquée ici aux données de l'enquête MOTILIS, mais peut bien évidemment être appliquée si on considère d'autres problèmes dans les services hospitaliers ou autres, tels que l'absentéisme, le respect de l'hygiène des mains ou les taux d'incidents d'exposition au sang.

11.4.2. Determinants of healthcare worker turnover in intensive care units

11.4.3. Compléments

Supplemental materials for “Determinants of healthcare worker turnover in intensive care units: a micro-macro multilevel analysis”

Table of contents

S1 Fig. Cluster partition stability at individual-level

S2 Fig. Cluster partition stability at intensive care unit-level

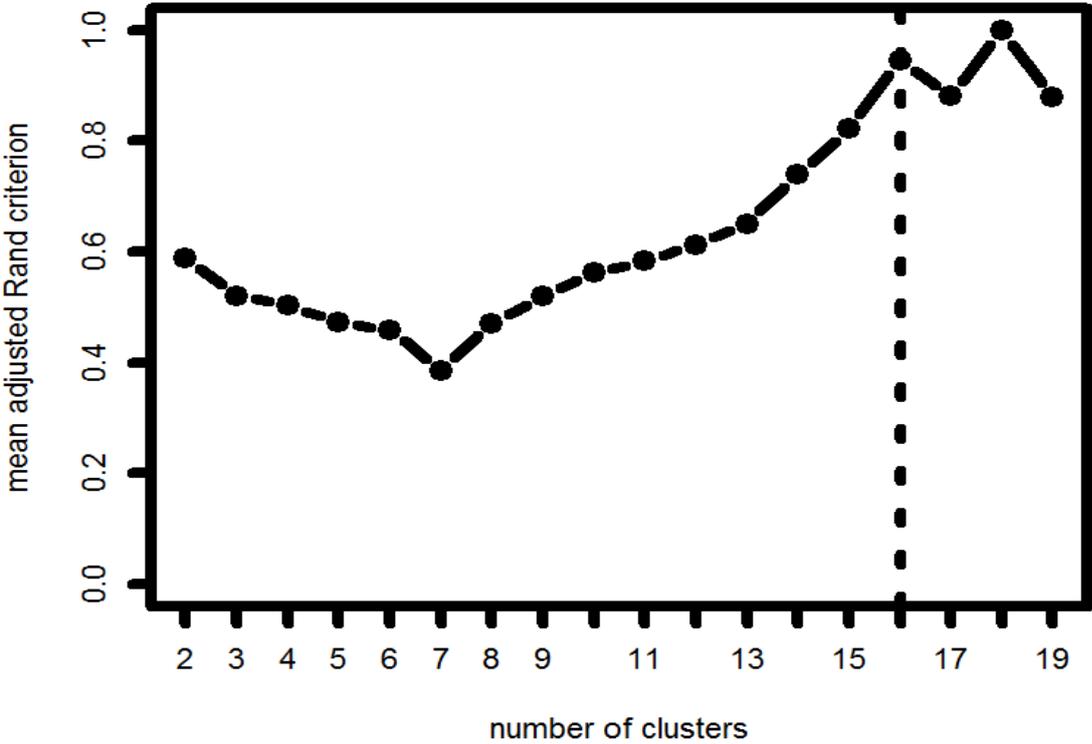
S1 Table. Description of individual-level factors (mean \pm SD for quantitative factors and n(%) for qualitative factors) for registered and auxiliary nurses

S2 Table. Description of intensive care unit-level factors (mean \pm SD for quantitative factors and n(%) for qualitative factors) for registered and auxiliary nurses

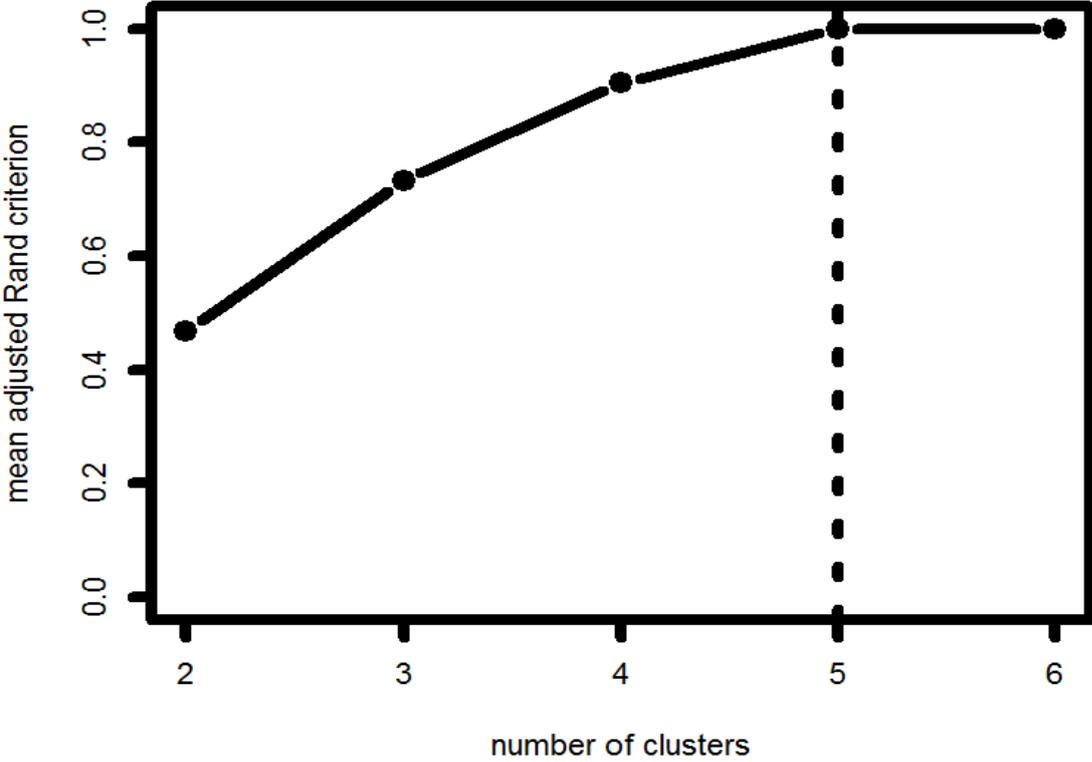
S3 Table. Additional results of the adjusted regression analyses of turnover on individual- and intensive care unit-level factors.

S1 Appendix. Study and results of the simulation scenarios

S1 Fig. Cluster partition stability at individual-level



S2 Fig. Cluster partition stability at intensive care unit-level



S1 Table. Description of individual-level factors (mean \pm SD for quantitative factors and n(%) for qualitative factors) for registered and auxiliary nurses

Individual-level factors		Registered nurses (N = 325)	Auxiliary nurses (N = 201)	<i>p</i>
Age		30.5 \pm 7.7	37.1 \pm 10.4	0.00
Experience in profession (years)		6.2 \pm 6.9	10.6 \pm 8.4	0.00
Experience in current position (years)		4 \pm 5.4	5.9 \pm 6.7	0.00
Working quota		98.9 \pm 4.5	99.4 \pm 3.3	0.11
Number of children		0.5 \pm 0.9	1.1 \pm 1.2	0.00
Stress level		23 \pm 4.5	21.9 \pm 5	0.43
Support from supervisors		6.7 \pm 2.5	6.9 \pm 2.3	0.46
Support from colleagues		9.7 \pm 1.9	9.3 \pm 2	0.01
Commuting duration (minutes)		63.8 \pm 39.2	81.6 \pm 52.9	0.00
Number of breaks		2 \pm 1.1	1.9 \pm 1	0.17
Gender	Male	81 (24.9)	57 (28.4)	0.44
	Female	244 (75.1)	144 (71.6)	
Marital status	Single	134 (41.2)	72 (35.8)	0.00
	Married or in a couple	187 (57.5)	111 (55.2)	
	Separated or divorced	4 (1.2)	18 (9)	
NHP-E (energy difficulties)	Yes	127 (39.1)	97 (48.3)	0.04

Individual-level factors		Registered nurses (N = 325)	Auxiliary nurses (N = 201)	<i>p</i>
NHP-S (sleep difficulties)	No	198 (60.3)	104 (51.7)	0.20
	Yes	196 (60.3)	133 (66.2)	
Current fatigue state	No	129 (39.7)	68 (33.8)	0.22
	Good	176 (54.1)	97 (48.3)	
	Bad	149 (45.9)	104 (51.7)	
Overtime hours	Never	145 (44.6)	109 (54.2)	0.003
	Occasionally	140 (43.1)	85 (42.3)	
	Often	37 (11.4)	7 (3.5)	
	Very often	3 (0.9)	0 (0)	
Schedules changes	Never	233 (71.7)	135 (67.2)	0.62
	Occasionally	79 (24.3)	57 (28.4)	
	Often	10 (3.1)	8 (4)	
	Very often	3 (0.9)	1 (0.5)	
Shift assignment in the previous month	Day	174 (53.5)	110 (54.7)	0.86
	Night	151 (46.5)	81 (45.3)	
Impossibility to skip a break	Yes	179 (55.1)	127 (63.2)	0.08
	No	146 (44.9)	74 (36.8)	

t.test were performed for quantitative variables and Chi² tests were performed for qualitative variables

S2 Table. Description of intensive care unit-level factors (mean \pm SD for quantitative factors and n(%) for qualitative factors) for registered and auxiliary nurses

ICU-level factors		Registered nurses (N =325)	Auxiliary nurses (N =201)	<i>p</i>
Turnover		0.24 \pm 0.11	0.13 \pm 0.1	0.00
	Staff-to-patient ratio – day	0.38 \pm 0.05	0.25 \pm 0.06	0.00
	Staff-to-patient ratio - night	0.36 \pm 0.05	0.21 \pm 0.04	0.00
	Staff-to-patient ratio – overall	0.37 \pm 0.05	0.23 \pm 0.05	0.00
Number of beds		15.9 \pm 6.5		
Type of ICU	Medical	11 (36.7)		
	Surgical	12 (40.0)		
	Polyvalent (medical and surgical)	7 (23.3)		
Presence of continuous care beds	Yes	14 (46.7)		
	No	16 (53.3)		
Shift work organization	Two 12-hour shifts	25 (83.3)		
	Three 8-hour shifts	5 (16.7)		

t.test were performed for quantitative variables and Chi² tests were performed for qualitative variables

S3 Table. Additional results of the adjusted regression analyses of turnover on individual- and intensive care unit-level factors.

Factors	β	SE	SE_{corr}	ICC (95% CI)
Individual-level factors (X)				
Number of children	0.09	0.03	0.03	0.03 (0, 0.07)
Karasek score				
a. Support from colleagues	-0.09	0.03	0.02	0.07 (0.02, 0.14)
b. Support from supervisors	-0.02	0.008	0.007	0.23 (0.12, 0.34)
Duration of experience in profession (years)	-0.02	0.006	0.006	0.09 (0.04, 0.17)
Impossibility to skip a break (ref = no)	0.21	0.09	0.10	0.12 (0.04, 0.20)
Constant schedule (ref = no)	0.11	0.07	0.06	0.10 (0.03, 0.19)
ICU-level factors (Z)				
Number of beds	-0.01	0.002	0.003	
Presence of intermediate care bed (ref = no)	0.12	0.03	0.03	
Staff-to-patient ratio overall	0.07	0.03	0.03	
Polyvalent ICU (ref = medical)	-0.07	0.04	0.04	
β denote the regression coefficients; SE the standard error; SE_{corr} the adjusted standard error after application of the Croon and van Veldhoven correction; and ICC (95% CI) the intraclass correlation for the individual-level explanatory variables and the 95% confidence interval.				

S1 Appendix. Study and results of the simulation scenarios

We carried out a simulation study to validate our extension of the method proposed by Croon and van Veldhoven [234] to the situation where both qualitative and quantitative predictors are used. The objective was to estimate the accuracy of the estimation of the coefficients in the adjusted regression analysis and to examine how this accuracy was affected by the number of ICUs, the ICU size, the intraclass correlation between individual-level explanatory variable and the correlation between the explanatory variables at the ICU and individual level. To that aim, we generated data using two ICU-level explanatory

variables (Z_1, Z_2) and two individual-level explanatory variables (ξ_1, ξ_2) . Simulation scenarios were based on the following regression equation:

$$y_g = \beta_0 + \beta_1 z_{1g} + \beta_2 z_{2g} + \beta_3 \xi_{1g} + \beta_4 \xi_{2g} + \varepsilon_g. \quad (3)$$

We assumed that:

- $\beta_0 = \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = 0.3$;
- Z_1 and ξ_1 were both quantitative covariates normally distributed with mean zero and variance $\sigma_{\xi_1}^2 = \sigma_{Z_1}^2 = 1$;
- the correlation between Z_1 and ξ_1 could be at two levels: $\rho_{Z_1 \xi_1} = 0$ and $\rho_{Z_1 \xi_1} = 0.3$;
- Z_2 was a binary covariate following a Bernoulli distribution with probability 0.2;
- ε_g (the residual term for ICU g) was normally distributed with mean zero and variance $\sigma_{\varepsilon}^2 = 0.2$;

The individual score of the quantitative variable x_{i1g} was obtained using $x_{i1g} = \xi_{1g} + v_{ig}$.

v_{ig} was assumed normally distributed with mean zero and variance varying between 4 and 9, as proposed by Croon and van Veldhoven [234]. Since the intraclass correlation coefficient

(ICC) for a quantitative variable is defined as $\rho_{X_1} = \frac{\sigma_{\xi_1}^2}{\sigma_{\xi_1}^2 + \sigma_v^2}$, this meant that ρ_{X_1} was equal to

either 0.1 or 0.2. On the other hand, the individual score for the binary variable x_{i2g} was

obtained using $x_{i2g} \sim \text{Bernoulli}(\xi_{2g})$ where $\text{logit}(\xi_{2g})$ was assumed to follow a normal

distribution. Thus, $\text{logit}(\xi_{2g}) = \ln\left(\frac{\xi_{2g}}{1-\xi_{2g}}\right) = u_g$, where $u_g \sim \mathcal{N}(0, \sigma_u^2)$. In this case, the ICC

is computed as $\rho_{X_2} = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_u^2 + \pi^2/3}$ [268], [269]. We varied σ_u^2 so that ρ_{X_2} was equal to ρ_{X_1} (that

is, either 0.1 or 0.2). In addition, we explored two levels for the total number of ICUs: either

$G = 30$ or $G = 60$. Three options were also assessed regarding the number of observations in each ICU. The first two options assumed a constant ICU size, at either $n_g = 20$ or $n_g = 40$. In the third option, ICU size was varied by randomly allocating either 20 or 40 observations to each ICU with equal probability. For each set of parameters, 1000 data samples were generated. For each sample, both an unadjusted and an adjusted regression analysis were carried out. The outcomes of interest in this simulation study were the relative bias in the estimation of the five regression coefficients and the coverage rate of the true value (0.3) of each coefficient β_i by the estimated confidence interval. All analyses were performed using R version 3.6.0 [270].

Results

The **table 1** provides the results of the simulation study including the estimation biases for all model parameters obtained using both standard (unadjusted) regression and the extended adjusted regression approach we propose.

No.	$\rho_{Z_1\xi_1}$	$\rho_{X_1} = \rho_{X_2}$	G	n_g	β_0		β_1		β_2		β_3		β_4	
					UR	AR	UR	AR	UR	AR	UR	AR	UR	AR
1	0.0	0.1	30	20	14.7	4.5	0.0	2.5	-0.4	7.3	29.5	11.7	-32.4	-11.4
2	0.0	0.1	30	40	10.4	2.1	-1.1	-1.0	-1.7	-1.2	-17.4	5.0	-31.8	-3.4
3	0.0	0.1	30	Mix	18.0	1.0	0.9	1.3	-5.9	-5.7	-22.5	9.0	-31.0	-3.5
4	0.0	0.1	60	20	20.3	-0.8	0.0	0.0	2.0	2.3	-29.9	6.5	-44.2	-2.2
5	0.0	0.1	60	40	10.4	-1.3	-0.1	-0.2	-0.6	-1.1	-17.3	2.8	-23.6	0.1
6	0.0	0.1	60	Mix	16.9	-1.2	0.0	-0.0	-1.8	-1.4	-24.3	2.5	-33.6	2.2
7	0.0	0.2	30	20	10.1	-4.6	-0.1	-0.1	1.5	1.1	-15.3	4.7	-22.7	7.2
8	0.0	0.2	30	40	6.9	-0.5	2.4	-0.9	1.4	1.6	-8.0	3.4	-12.2	2.6
9	0.0	0.2	30	Mix	8.7	-2.2	0.0	-0.1	-0.0	0.2	-12.5	3.7	-23.6	-4.5
10	0.0	0.2	60	20	12.8	0.7	1.5	1.5	-2.0	-1.7	-16.5	1.5	-24.2	-0.6
11	0.0	0.2	60	40	7.6	0.7	-0.7	-0.8	-0.6	-0.6	-8.3	1.4	-12.4	1.4
12	0.0	0.2	60	Mix	9.3	0.1	0.7	0.8	-0.4	-0.8	-11.1	2.7	-17.5	1.1
13	0.3	0.1	30	20	18.3	-3.1	10.0	-4.7	-0.8	-2.7	-32.1	10.1	-40.5	8.5
14	0.3	0.1	30	40	18.7	-0.8	8.7	-1.5	-0.1	0.5	-22.7	6.4	-34.9	3.2
15	0.3	0.1	30	Mix	14.6	-4.4	7.9	-2.8	3.1	2.7	-24.8	9.0	-30.2	5.3
16	0.3	0.1	60	20	19.0	-2.7	10.1	-1.5	3.1	4.4	-32.3	7.0	-41.2	1.3
17	0.3	0.1	60	40	11.6	-0.0	5.5	-1.0	0.7	0.4	-19.6	2.1	-25.4	-2.1
18	0.3	0.1	60	Mix	15.1	-2.0	6.1	-2.8	-1.4	-2.1	-26.0	3.8	-28.0	7.4
19	0.3	0.2	30	20	8.9	-4.5	2.9	-3.7	-1.2	-1.3	-16.8	5.2	-22.9	4.4
20	0.3	0.2	30	40	6.0	-2.0	4.0	0.7	1.7	2.0	-10.4	0.7	-14.7	1.0
21	0.3	0.2	30	Mix	10.5	-1.0	3.7	-1.3	-3.0	-2.7	-10.8	6.1	-18.2	4.6
22	0.3	0.2	60	20	10.2	-3.0	4.8	-1.1	-1.9	-1.6	-17.4	2.5	-19.4	6.8
23	0.3	0.2	60	40	5.7	-0.1	3.5	0.3	0.7	0.6	-10.0	0.4	-14.0	-0.6
24	0.3	0.2	60	Mix	7.2	-2.5	5.8	1.4	0.6	0.7	-13.4	1.7	14.2	5.1
Bias averaged over all conditions					12.2	-1.2	3.2	-0.6	-0.3	0.04	-16.2	4.6	-24.4	1.4

$\rho_{Z_1\xi_1}$, correlation of explanatory ICU-level variable Z_1 and individual-level explanatory variable ξ_1 ; ρ_{X_1} and ρ_{X_2} , intraclass correlation of X_1 and X_2 ; G, number of ICUs; n_g , ICU size.

Table 1. Mean percentages of bias for the five coefficients from the unadjusted (UR) and adjusted (AR) regression analyses, based on 1000 simulated datasets.

No.	$\rho_{Z_1\xi_1}$	$\rho_{X_1} = \rho_{X_2}$	G	n_g	β_0		β_1		β_2		β_3		β_4	
					UR	AR								
1	0.0	0.1	30	20	94.9	94.8	94.5	93.6	95.0	93.7	78.7	92.1	95.2	93.9
2	0.0	0.1	30	40	94.8	93.4	95.6	95.2	95.2	94.8	92.0	93.9	95.1	93.7
3	0.0	0.1	30	Mix	95.4	95.0	94.8	94.3	94.7	94.0	84.1	93.0	95.1	94.0
4	0.0	0.1	60	20	95.7	93.9	96.0	95.1	95.7	95.1	60.4	92.2	94.4	94.6
5	0.0	0.1	60	40	94.8	95.3	96.0	96.1	94.5	94.4	85.3	93.3	94.8	95.1
6	0.0	0.1	60	Mix	93.8	94.5	94.6	93.7	95.9	95.3	75.4	93.0	94.2	94.5
7	0.0	0.2	30	20	94.5	94.6	94.7	94.2	94.6	94.1	92.8	95.0	94.4	94.5
8	0.0	0.2	30	40	94.4	94.6	95.1	95.1	95.1	94.9	93.4	94.8	94.6	94.6
9	0.0	0.2	30	Mix	95.2	94.6	95.3	95.1	95.7	95.2	91.4	95.0	94.6	94.7
10	0.0	0.2	60	20	94.9	95.2	95.0	94.4	94.2	94.8	87.5	94.5	94.0	94.7
11	0.0	0.2	60	40	95.6	95.3	96.2	96.0	94.1	93.6	93.2	95.5	95.4	95.8
12	0.0	0.2	60	Mix	94.9	95.0	94.4	94.2	95.3	95.6	90.9	94.6	95.7	95.3
13	0.3	0.1	30	20	93.3	93.3	94.7	95.0	96.0	94.9	79.1	93.3	94.1	93.7
14	0.3	0.1	30	40	95.7	95.3	94.7	94.5	94.2	94.0	90.3	95.5	95.6	95.3
15	0.3	0.1	30	Mix	95.2	94.5	95.0	93.7	95.1	94.2	83.7	93.7	94.1	93.7
16	0.3	0.1	60	20	93.7	93.2	92.7	93.8	94.2	93.2	59.2	94.2	93.4	93.8
17	0.3	0.1	60	40	94.3	94.1	94.6	95.9	95.2	94.5	81.5	94.8	94.2	94.5
18	0.3	0.1	60	Mix	95.7	96.0	94.4	94.8	95.5	95.0	72.9	93.3	95.5	95.6
19	0.3	0.2	30	20	94.5	94.8	94.2	93.3	95.3	95.0	91.4	93.9	94.9	95.1
20	0.3	0.2	30	40	95.5	95.6	96.3	96.1	95.2	94.7	95.0	96.2	95.8	95.4
21	0.3	0.2	30	Mix	94.9	94.5	94.1	93.7	93.5	94.0	93.2	95.7	94.4	94.3
22	0.3	0.2	60	20	94.7	95.1	94.4	94.8	94.7	95.4	84.6	94.5	95.1	95.6
23	0.3	0.2	60	40	95.9	96.1	95.5	95.0	94.7	95.0	93.9	95.2	96.3	96.3
24	0.3	0.2	60	Mix	95.9	96.0	94.9	95.1	95.6	94.8	91.8	94.1	95.3	95.7

$\rho_{Z_1\xi_1}$, correlation of explanatory ICU-level variable Z_1 and individual-level explanatory variable ξ_1 ; ρ_{X_1} and ρ_{X_2} , intraclass correlation of X_1 and X_2 ; G , number of ICUs; n_g , ICU size.

Table 2. Coverage rate of the true value of each coefficient by the estimated confidence interval from the unadjusted (UR) and adjusted (AR) regression analyses, based on 1000 simulated dataset

The results from the adjusted regression showed lower estimation biases, irrespective of the explored simulation scenario. As expected, the benefit of using the adjusted regression rather than the unadjusted one was more important for coefficients β_3 and β_4 , that were associated with individual-level predictors. In addition, the number of observations per ICU n_g had a significant impact on all estimated biases, with lower biases for large n_g values. The bias in the estimation of β_1 was also lower for high values of the correlation $\rho_{Z_1\xi_1}$; and the biases in the estimation of β_3 and β_4 were smaller for high values of the intra-class correlation ρ_{X_1} . No other explored parameter had a significant impact on the estimated biases. Overall, estimation biases remained below 5% for β_0 and β_1 , below 7% for β_2 , and below 12% for β_3 and β_4 , suggesting that the adjusted regression approach was acceptable. In addition, **Table 2** provides the coverage rate of the true value (0.3) of each coefficient β_i by the estimated confidence interval. It appears that, in the adjusted regression, this percentage is always over 92% irrespective of the explored simulation scenario.

12. Le rôle médiateur du stress et de la fatigue dans la relation entre facteurs organisationnels et turnover à l'hôpital

Après avoir identifié les déterminants du turnover, l'objectif dans cette section est de comprendre les rôles médiateurs du stress et de la fatigue, sur la relation entre facteurs organisationnels (soutien de la hiérarchie, soutien des collègues et surinvestissement au travail) et l'intention du turnover. En effet, une meilleure compréhension des différentes trajectoires entre les facteurs organisationnels et l'intention de turnover pourrait aider à concevoir des programmes efficaces de prévention pour réduire ce phénomène à l'hôpital.

12.1. Données et méthodes

L'analyse de médiation est une méthode bien connue qui vise à comprendre les effets d'une exposition sur un outcome, et à tester si leur relation est expliquée par une ou plusieurs variables intermédiaires. En effet, la décomposition de l'effet total en effets directs et indirects permet une compréhension plus détaillée des relations entre l'exposition et l'outcome. Dans le cas où plusieurs médiateurs sont impliqués dans le modèle, différentes méthodes existent en fonction de la nature de la relation entre les médiateurs.

Dans cette section, nous utilisons les données recueillies à t0 dans l'enquête STRIPPS, présentées dans la section 10.1. Des données qui ont également servies à l'identification des principaux déterminants du stress et de la fatigue du personnel soignant, dans la quatrième partie de ce manuscrit. L'idée est de considérer 3 modèles de médiation multiple pour chaque facteur d'exposition (soutien de la part de la hiérarchie, soutien de la part des collègues et surinvestissement au travail), pour quantifier l'effet indirect de chacun d'entre eux sur l'intention de turnover en passant par le stress et la fatigue.

Pour quantifier les effets directs et indirects des modèles de médiations multiples, nous avons appliqué une méthode récemment développée par Jérôlon et al, en 2020 [198]. Cette méthode est capable de prendre en compte les médiateurs corrélés de manière non causale. En effet, les médiateurs peuvent être corrélés en raison par exemple d'une cause commune latente (non

Enfin, le modèle de médiation est effectué avec des outcomes contrefactuelles générés par simulation pour estimer les effets directs et indirects avec leurs intervalles de confiance, ainsi que les proportions médiées.

12.2. Résultats

Pour chaque facteur d'exposition, la méthode d'analyse de médiation multiple a été appliquée afin d'estimer les effets dus aux médiateurs (joint), ainsi que les effets indirects individuels dus à chacun des médiateurs en tenant en compte la corrélation mutuelle existant entre eux.

Le Tableau 5 ci-dessous détaille les effets directs, indirects (individuels et joints) de chaque facteur d'exposition via le stress et la fatigue.

	Exposition		
	Soutien de la hiérarchie	Soutien des collègues	Surinvestissement
	Odds Ratio [Intervalle de confiance 95%]		
EI - stress	0.98 [0.96, 1.00]	0.93 [0.82, 0.99]	1.02 [1.00, 1.06]
EI - fatigue	0.98 [0.95, 0.99]	0.94 [0.82, 1.06]	1.04 [1.01, 1.08]
EI - joint	0.96 [0.93, 0.98]	0.87 [0.73, 1.02]	1.07 [1.02, 1.13]
ED	0.95 [0.88, 1.00]	0.49 [0.23, 0.95]	1.00 [0.95, 1.06]
ET	0.92 [0.84, 0.97]	0.44 [0.20, 0.85]	1.07 [1.02, 1.15]
PM - joint	38%	9.4%	100%

EI : Effet Indirect, ED : Effet Direct, ET : Effet Total, PM : Proportion Médiée

Tableau 6 : Résultats des analyses de médiations multiples pour les 3 variables d'exposition

En considérant le soutien de la hiérarchie comme facteur d'exposition, on remarque que les effets indirects passant par le stress (OR = 0.98 [0.96, 1.00], $p = 0.006$), ou la fatigue (OR = 0.98 [0.95, 0.99], $p = 0.00$), ou par les deux (OR = 0.96 [0.93, 0.98], $p = 0.00$), sont tous significatifs et sont négativement associés à l'intention de turnover. L'effet direct du soutien de la hiérarchie sur l'intention de turnover est significatif.

Concernant le soutien des collègues, malgré que l'effet indirect via le stress soit significatif, (OR = 0.93 [0.82, 0.99], $p = 0.04$), ni l'effet indirect via la fatigue, si l'effet indirect joint ne sont significatifs.

Pour le surinvestissement au travail, on remarque que les effets indirects passant par le stress (OR = 1.02 [1.00, 1.06]), ou la fatigue (OR = 1.02 [1.00, 1.06], p = 0.00), ou par les deux (OR = 1.07 [1.02, 1.13], p = 0.00), sont tous significatifs et sont positivement associés à l'intention de turnover. L'effet direct du surinvestissement au travail sur l'intention de turnover est non significatif (1.00 [0.95, 1.06]). Donc, on peut affirmer que la relation entre le surinvestissement au travail et l'intention de turnover est totalement médiée par le stress et la fatigue. Cette affirmation va être corroborée par le résultat reporté dans la Figure suivante.

La Figure 17 suivante détaille les proportions médiées individuels et joints pour les deux médiateurs.

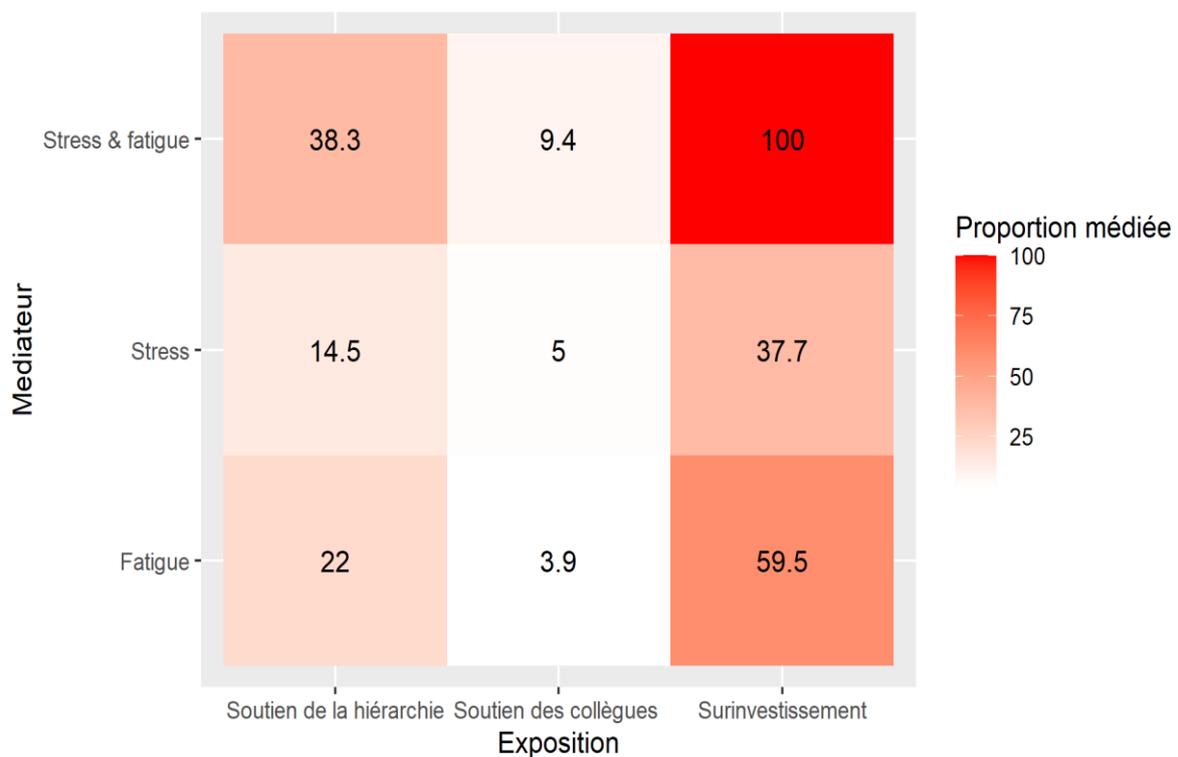


Figure 15 : Proportions médiées obtenues à partir des analyses de médiation multiple

D'après la Figure 15 ci-dessus, 38% de l'effet du soutien de la hiérarchie sur l'intention de turnover passe par le stress et la fatigue, dont 14.5% par le stress et 22% par la fatigue. De plus, la totalité (100%) de l'effet du surinvestissement au travail sur l'intention de turnover passe par les deux médiateurs, dont 37.7% via le stress.

12.3. Discussion

Plusieurs études dans la littérature ont montré l'impact négatif du manque de soutien social des collègues et de la hiérarchie sur le turnover des personnels soignants [114], [146], [271]. Le surinvestissement au travail quant à lui, augmente le risque d'intention de turnover du personnel. Cependant, le rôle indirect du stress et de la fatigue sur la relation entre ces facteurs et l'intention de turnover chez les personnels de santé n'a pas encore été abordé dans littérature.

Sous condition d'identifiabilité (validité) du modèle, les résultats obtenus montrent que l'effet du soutien de la hiérarchie sur l'intention de turnover est partiellement médié (38%) par le stress et la fatigue. Cependant, 100% de l'effet du surinvestissement au travail sur l'intention de turnover passe par le stress et la fatigue.

La méthode de Jérôlon et al. [198] appliquée repose sur une hypothèse forte qui est la corrélation non-causale entre les médiateurs. Cependant, dans le cas où cette hypothèse n'est pas validée, les effets indirects joints et les proportions médiées joints restent valables et interprétables. En effet, les quantités jointes considèrent les médiateurs comme une seule entité et ne tiennent pas de la relation existante entre eux. Dans ce cas, les effets indirects individuels et les proportions médiées individuelles sont à interpréter avec précautions.

La plupart des études présentes dans la littérature et faisant appel à des analyses de médiation sur l'intention de turnover chez les personnels hospitalier, considèrent le soutien social comme médiateur, et non comme facteur d'exposition [272], avec parfois le stress comme facteur d'exposition [273]. Une étude de 2021 a montré l'effet indirect de la violence au travail sur l'intention de turnover du personnel soignant, avec le soutien social et la santé mentale comme médiateurs [274]. En 2011, Lee et Kim démontrent que le stress au travail joue un rôle médiateur entre la fatigue et l'intention de turnover chez les infirmiers [275].

Une perspective éventuelle à ces analyses est de profiter de la richesse des données STRIPPS en effectuant des analyses de médiation longitudinales. Et d'ailleurs, une des limites de la méthode de Jérôlon et al. [198], c'est la non prise en compte de cet aspect longitudinal. Dans le cas d'une seule variable médiatrice, VanderWeele et al. ont récemment proposé une méthode permettant de réaliser des analyses de médiation longitudinales en utilisant des équations structurelles marginales combinées avec des probabilités inverses pour l'estimation des effets [212]. On pourrait également effectuer des analyses de médiation multiple multi-niveaux puisque les données STRIPPS le permettront.

En conclusion, pour maximiser la prévention du turnover chez les personnels de soins, les interventions pourraient cibler le surinvestissement au travail et le soutien de la hiérarchie afin de réduire directement le stress et la fatigue. Cette baisse aura donc un effet direct sur la diminution de l'intention de turnover du personnel soignant.

Sixième partie :
Discussion et perspectives

13. Synthèse des résultats de la thèse

L'objectif de ces travaux de thèse était de mieux comprendre les risques psychosociaux et leurs impacts comportementaux en milieu professionnel, via le développement d'approches statistiques innovantes, afin d'aider à leur prévention. Nous y avons répondu au travers des éléments suivants.

13.1. Quels sont les principaux facteurs professionnels associés aux risques psychosociaux chez les salariés, et comment les hiérarchiser pour la prévention ?

L'analyse des données de l'enquête Deniker, récoltées en 2018 auprès d'un large échantillon représentatif de la population active, a permis d'estimer la prévalence des troubles psychiques chez les actifs français à 22%, ce qui est cohérent avec les résultats obtenus dans l'enquête européenne récente de l'EU-OSHA, où 25% des salariés seraient touchés par le stress professionnel [87]. Elle a également conduit à une identification des principaux facteurs de RPS associés aux troubles mentaux des salariés : difficultés à concilier vie privée et vie professionnelle, manque de soutien de la part des collègues, sentiment d'avoir parfois peur dans l'exercice du travail, crainte de l'avenir professionnel, exposition à des situations émotionnellement éprouvantes au travail et insatisfaction vis-à-vis des compensations reçues.

Cependant, malgré la qualité et la cohérence des résultats obtenus avec ceux retrouvés dans la littérature, le modèle logistique utilisé en première approche ne permettait pas de hiérarchiser les facteurs de RPS. Or, une telle hiérarchisation est indispensable aux preneurs de décision et aux managers afin de choisir sur quels facteurs ils doivent agir en priorité pour une prévention efficace des RPS. Pour répondre à cette question, nous avons construit un outil statistique innovant (« *ranking index* »), qui tient compte simultanément de la force d'association multivariée et ajustée entre chaque facteur de RPS et la santé mentale et de la prévalence de ce facteur dans la population étudiée. Les résultats obtenus ont permis d'établir un classement des facteurs de RPS à considérer en priorité dans les choix des stratégies de prévention. Dans le top 7, on retrouve *i*) le manque de communication et d'échange d'information au travail, *ii*) les difficultés de concilier vie privée et vie professionnelle, *iii*) le manque de soutien de la part des

collègues, *iv*) l'exposition à des situations émotionnellement éprouvantes au travail, *v*) l'insatisfaction de la compensation reçue pour le travail effectué, *vi*) la peur de l'avenir professionnel, et *vii*) le manque de soutien de la part de la hiérarchie. Bien qu'il soit ici appliqué sur les données Deniker, ce *ranking index* pourrait être utilisé pour l'analyse d'autres types de données relatives à la santé au travail en général.

Pour valoriser ces travaux sur la hiérarchisation des facteurs de RPS, une application R-Shiny (disponible ici, <https://shiny.cnam.fr/SanteMentale/>) a été développée par Alanna Guenin, une stagiaire de DUT en statistique, que j'ai eu l'opportunité de co-encadrer. Dans cette application, la hiérarchisation est faite selon le secteur d'activité et selon la taille de l'entreprise. Les résultats des analyses stratifiées selon la branche professionnelle fournissent des résultats fins, pertinents et utiles pour faire une prévention « ciblée ».

13.2. Quels sont les déterminants individuels et organisationnels du stress et de la fatigue chez le personnel soignant ?

La deuxième partie de la thèse s'est focalisée plus spécifiquement sur l'état de santé physique et psychique des personnels soignants. Les principaux déterminants individuels et organisationnels du stress et de la fatigue de ces personnels ont pu être identifiés à partir des données de la cohorte STRIPPS. Les modèles hiérarchiques à 3 niveaux que nous avons utilisés nous ont permis de prendre en compte à la fois l'aspect longitudinal des données et leur structure par service hospitalier. Au total, 5 facteurs ont été identifiés comme déterminants communs du stress et de la fatigue : le manque de support de la part de la hiérarchie, une faible culture de sécurité, le surinvestissement au travail, travailler en étant malade et le travail dans des petites unités de soins. De plus, les événements négatifs de la vie (personnel et professionnel), le manque de soutien de la part des collègues de travail et une fréquence élevée d'annulation de pause ont été identifiés comme déterminants spécifiques d'un niveau de stress élevé des personnels soignants ; tandis que de long trajets domicile-travail, le recours fréquent à des soignants intérimaires et le travail dans des services de médecine étaient associés à un niveau élevé de fatigue.

13.3. Prédiction du turnover du personnel soignant : quel rôle jouent le stress et la fatigue ?

L'intention de quitter son poste et le turnover, sa traduction au niveau populationnel, peuvent être des conséquences comportementales des RPS [107]. Cependant, ces conséquences sont multifactorielles et les RPS n'en sont qu'un des déterminants.

A partir des données de l'étude transversale MOTILIS réalisée dans des services de réanimation franciliens, nous avons pu identifier les principaux déterminants individuels et organisationnels du turnover des personnels soignants. Pour cela, nous avons proposé et validé une extension innovante de l'approche multiniveaux à variables latentes dite « micro-macro » de Croon et Van Veldhoven [234], permettant de faire de la prédiction sur un outcome mesuré au niveau groupe à partir de covariables continues et catégorielles mesurées au niveau individu et au niveau groupe. Les principaux facteurs associés au turnover étaient : un mauvais soutien social de la part des collègues et de la hiérarchie, un nombre élevé d'enfants, des difficultés pour prendre une pause en raison de la charge de travail, le travail au sein de réanimations de grande taille, incluant des lits de soins intermédiaires (unité de soins continus) ou avec un ratio personnel/patient faible. Ces facteurs de risques identifiés rejoignent ceux déjà obtenus dans la littérature internationale.

Enfin, des analyses de médiation multiple nous ont permis de quantifier les effets directs et indirects de différents facteurs organisationnels (soutien de la part de la hiérarchie, soutien de la part des collègues et surinvestissement au travail) sur l'intention de turnover, en tenant compte du rôle médiateur joué par le stress et la fatigue. Pour cela, nous avons appliqué une méthode développée en 2020 par Jérôme et al [198], capable de prendre en compte les médiateurs corrélés de manière non causale (en raison par exemple d'une cause commune latente). Au total, ce travail suggère que 38% de l'effet du soutien de la hiérarchie sur l'intention de turnover passe par le stress et la fatigue, dont 15% par le stress. Quant à l'effet du surinvestissement au travail sur l'intention de turnover, il passe intégralement par les deux médiateurs (100%), dont 37.7% via le stress.

14. Limites et perspectives des travaux réalisés

Au-delà des éléments qui ont déjà été évoqués dans les discussions qui suivaient la présentation de chacun des travaux réalisés au cours de cette thèse, les principales limites de nos travaux concernent d'une part les données utilisées, et d'autre part les outils statistiques mobilisés. Ces limites ouvrent la voie à de nouvelles perspectives de recherche qui pourraient être conduites dans la suite de cette thèse.

14.1. Limites et perspectives au niveau des données

Deux des trois études utilisées pour cette thèse, les enquêtes Deniker et MOTILIS, étaient transversales. Ceci constitue l'une des principales limitations de nos travaux, car le pouvoir de preuve associé à ce type de données reste limité, du fait des risques élevés de facteurs de confusion et de causalité inverse.

En particulier, bien que l'enquête Deniker soit représentative de la population active française, la nature causale des associations entre les facteurs de RPS que nous avons identifiés et la santé mentale est difficile à démontrer. Les employés ayant un score GHQ-28 élevé (reflétant ainsi des symptômes de dépression ou d'anxiété) peuvent en effet présenter des biais cognitifs et des pensées dysfonctionnelles, les amenant à percevoir leur environnement de travail plus négativement que ceux qui sont en bonne santé mentale. Dans ce cas, agir sur les facteurs de risques que nous avons identifiés comme "clés" n'aurait aucun impact sur la santé mentale des employés. Cependant, d'après une étude récente, bien que les facteurs de RPS affectent immédiatement ou à court terme les symptômes dépressifs, aucune preuve de causalité inverse n'a été démontrée [276]. Dans cette enquête, on pourrait également noter le biais qui pourrait être induit par les cas de burnout c'est-à-dire « les cas les plus grave », qui seraient hors radars, et donc absents dans l'échantillon en raison de leur absence du travail. Cependant, des études prospectives antérieures ont également trouvé un impact de plusieurs de nos facteurs de risques « clés » sur la santé mentale, notamment le soutien des collègues et de la hiérarchie, les exigences émotionnelles au travail, l'équilibre entre vie professionnelle et vie privée, la reconnaissance du travail et la crainte sur l'avenir professionnel [277]–[280].

La même situation se retrouve pour l'analyse des déterminants du turnover à partir des données MOTILIS, qui présentent de plus le désavantage additionnel de croiser un taux global de turnover sur une année (2012) à des facteurs mesurés au premier trimestre de l'année suivante (2013). Cependant, là encore, les facteurs que nous avons retrouvés sont cohérents avec la littérature scientifique précédemment publiée.

Pour autant, qu'il s'agisse de la hiérarchisation des facteurs de RPS ou de l'analyse micro-macro des déterminants du turnover, l'apport des travaux réalisés sur ces deux enquêtes est avant tout d'ordre méthodologique, au travers des outils statistiques innovants que nous avons développés. Une première perspective de nos travaux pourrait ainsi être l'application de ces outils sur des données de meilleure qualité, basées sur des études longitudinales. Ceci permettrait notamment la réalisation d'analyses de causalité permettant de confirmer (ou pas) le rôle des facteurs de RPS que nous avons identifiés. En milieu hospitalier notamment, les études de cohorte s'intéressant aux RPS, à leurs déterminants et à leurs conséquences restent encore trop rares.

Par ailleurs, même dans l'étude STRIPPS qui présente l'avantage de fournir un suivi longitudinal sur 1 an avec de nombreux indicateurs mesurés tout au long de cette année, les données collectées ne sont représentatives ni de l'ensemble des soignants, ni de l'ensemble des services de soins en France. Ceci était d'ailleurs encore plus vrai de l'enquête MOTILIS, qui était focalisée sur les services de réanimation. L'extrapolation des résultats obtenus aux personnels soignants en général, que ce soit en France ou a fortiori à l'international, reste donc compliquée. Une deuxième perspective pourrait donc être le recueil de données longitudinales similaires à celles de STRIPPS, mais avec une meilleure représentation de l'ensemble des personnels hospitaliers – notamment, les médecins qui sont sous-représentés dans l'enquête STRIPPS – et des types d'hôpitaux – notamment, les établissements privés qui ne sont pas présents dans STRIPPS.

De surcroit, les spécificités de la culture française et/ou des contextes organisationnels français pourraient limiter la généralisation des résultats observés dans un contexte international. D'abord, la tarification à l'activité (T2A), mise en place depuis 2004, a conduit à une recherche constante de gains de productivité impliquant une dégradation des conditions de travail pour le personnel (augmentation de la pression pour faire plus en moins de temps, standardisation de l'activité...). La T2A est une méthode de financement des établissements de santé et repose sur la mesure et l'évaluation de l'activité effective des établissements pour déterminer les

ressources allouées. Elle représente aujourd'hui 70 % des ressources des hôpitaux publics, mais elle est aussi le mode de financement des établissements de santé privés. Ensuite, la semaine de 35h pour le personnel qui d'un côté pourrait être protectrice pour leur santé, mais d'un autre côté, parce que sa mise en place n'a pas été accompagnée de recrutements importants, a conduit à une intensification de la charge de travail pour le personnel en place. On peut également citer le statut de fonctionnaire, pour la majorité du personnel des hôpitaux publics français (et donc en particulier le personnel de l'AP-HP interrogé dans MOTILIS et STRIPPS), qui assure une relative sécurité et non précarité de l'emploi. Enfin, le système d'assurance maladie français qui permet aux personnels de prendre un arrêt en conservant leur emploi et leur rémunération quand cela est nécessaire et évite donc le présentisme. En dernière perspective, rappelons que les données de l'enquête STRIPPS ont été collectées entre février 2018 et juillet 2019, juste avant le commencement de la pandémie de la COVID-19 en décembre 2019. Comme déjà évoqué dans les chapitres de contexte de ce manuscrit, la pandémie a eu des impacts certains sur l'organisation des hôpitaux et sur les RPS des personnels. Dans ce cadre, une troisième perspective de nos travaux serait de conduire une nouvelle vague de collecte prospective de données dans les mêmes services hospitaliers que ceux ayant participé à STRIPPS, et idéalement avec les mêmes participants, afin de comparer les résultats obtenus dans la cohorte pré COVID-19 à cette cohorte post-COVID-19. En effet, cela permettrait de quantifier l'ampleur de l'augmentation des niveaux de stress, de fatigue et d'intention de turnover des soignants dans les hôpitaux français. Bien que plusieurs études scientifiques internationales aient mis en évidence un niveau élevé de stress, de fatigue ou d'intention de turnover des personnels soignants pendant cette période de COVID-19, peu d'entre elles fournissent des données de comparaison pré et post COVID-19.

14.2. Limites et perspectives méthodologiques

Concernant la méthode de hiérarchisation des facteurs de RPS, l'une des limites qu'on peut lister est l'absence d'une méthode *gold standard* (de référence) pour nous permettre de comparer nos résultats avec le classement obtenu. Cependant, l'utilisation de deux méthodes (une, linéaire, et une autre, non linéaire) pour quantifier l'impact des facteurs de RPS sur la santé mentale permet de comparer les deux classements obtenus selon leur *ranking index*. Au final, les deux classements obtenus sont fortement corrélés (corrélation de Spearman, $r = 0.88$). De plus, le classement des facteurs de RPS obtenu avec la fraction de risque attribuable (FRA)

montre également une consistance avec le classement obtenu avec le *ranking index* (la FRA est utilisée ici uniquement dans une optique de classement et non pas de causalité).

Une première perspective de développement méthodologique pourrait, dans ce cadre, être le développement d'un *gold standard* pour la hiérarchisation de facteurs de risque dans une population, à partir de l'une des approches que nous avons proposées. Par ailleurs, une deuxième perspective pourrait être de faire appel à d'autres méthodes de calcul de l'importance des variables afin de comparer les résultats de leurs hiérarchisations à celui obtenu dans ces travaux de thèse. Un bon exemple pourrait être la méthode Shapley ou SHAP [281]. Cette méthode permet d'expliquer les résultats d'un modèle de prédiction en évaluant le sens mais également l'importance de l'impact d'un facteur sur une autre. La méthode permet également de prendre en compte des relations plus complexes entre les variables. Une autre perspective intéressante serait d'associer des intervalles de confiance au calcul du *ranking index*. Pour cela, l'incertitude pourrait être quantifiée au niveau des importances des facteurs de RPS, en utilisant notamment des techniques de bootstrap. Il serait également intéressant de pouvoir intégrer dans la formule d'autres composantes importantes dans la mise en place des programmes de prévention dans une entreprise, comme la faisabilité, le coût, l'acceptabilité sociale ou encore l'étendue de l'impact. On pourrait quantifier ses composantes en intégrant des questions spécifiques dans les questionnaires d'étude. Les répondants pourraient évaluer selon une échelle de Likert ces différentes composantes et cela, pour chaque facteur de RPS étudié. Pour la composante « acceptabilité sociale » par exemple, le répondant pourrait évaluer chaque facteur entre 0 (tout à fait faisable) et 4 (pas du tout faisable). Il conviendra ensuite de calculer la moyenne de la composante et de l'intégrer dans la formule du *ranking index*.

Deuxièmement, l'extension de l'approche multiniveaux à variables latentes de Croon et Van Veldhoven [234], permettant de faire de la prédiction sur un outcome mesuré au niveau groupe à partir de covariables mesurées au niveau individu et au niveau groupe, présente également quelques limitations. Pour rappel, l'idée derrière cette approche est de considérer des moyennes ajustées par groupe pour les variables mesurées au niveau individu, en fonction du nombre d'observations par service mais également en prenant en compte les autres variables explicatives présentes dans le modèle. L'extension que nous avons développée consiste à considérer des *dummy variables* pour prendre en compte les variables catégorielles dans la méthode, qu'elles soient au niveau groupe ou au niveau individu. L'un des inconvénients de cette approche est la multiplication des variables explicatives si le nombre de variables

catégorielles est conséquent. De plus, étant donné que les variables au niveau individu vont être moyennées au niveau groupe avant la régression, il est fortement recommandé d'avoir un nombre relativement important de groupes et des échantillons par groupe de taille suffisante pour obtenir des estimations non biaisées et une puissance suffisante pour détecter les effets individuels ou de groupe. Cependant, il n'est pas toujours évident de mobiliser un nombre de groupe important dans les études. Dans ce cas des alternatives existent, notamment la réduction de la dimension, ou encore les méthodes de sélection des variables. Le développement d'une nouvelle extension, adaptée à la situation où le nombre de groupes est faible, à l'approche de Croon et van Veldhoven s'appuyant sur ces alternatives constitue une autre perspective pour des travaux à venir.

Troisièmement, la modélisation 3-niveaux du stress et de la fatigue que nous avons réalisée en milieu hospitalier fournit uniquement une identification, et non une hiérarchisation, des facteurs associés. Développer dans ce contexte longitudinal et multi-niveaux une approche de hiérarchisation des facteurs de risque de stress et de fatigue similaire à celle que nous avons proposée à partir de l'enquête Deniker pourrait également constituer une perspective de recherche intéressante.

Quatrièmement, l'analyse de médiation que nous avons réalisée se base uniquement sur les données transversales recueillies au premier temps d'enquête dans l'étude STRIPPS. Des approches d'analyses de médiation sur données longitudinales ont pourtant été développées récemment [212], [282]. Une autre perspective méthodologique serait donc d'appliquer ces approches aux données longitudinales complètes issues de STRIPPS. Ceci permettrait d'affiner encore notre compréhension du rôle médiateur joué par le stress ou la fatigue dans la relation entre facteurs organisationnels dans les services hospitaliers et l'intention de turnover, en tenant compte des évolutions dynamiques de toutes ces variables. Par ailleurs, les analyses de médiation que nous avons effectuées sur les données transversales à t0, de même que ces nouvelles analyses longitudinales, pourraient être répétées en choisissant d'autres outcomes comportementaux individuels sur lesquels des données ont été recueillies dans STRIPPS, tels que l'absence au travail par exemple.

Enfin, en termes de perspectives de recherches, des études ultérieures pourraient tenter d'identifier des variables modératrices (e.g., workaholisme, engagement, motivation) et d'enrichir le modèle explicatif en considérant d'autres facteurs de RPS mais également d'autres types de RPS ou d'indicateurs de santé physique.

15. Implications en prévention des travaux réalisés

Les RPS sont depuis longtemps un problème majeur de santé publique, pour les travailleurs. Lutter contre les RPS et ses conséquences est aujourd'hui une nécessité absolue. Face à ce phénomène grandissant, les pouvoirs publics mais aussi les partenaires sociaux et les acteurs publics et privés de la santé et prévoyance ne sont pas restés inactifs et de nombreuses initiatives ont déjà été prises afin de renforcer les actions de prévention. Toutefois, ces différentes initiatives tardent à produire leurs effets et demeurent insuffisantes [23], [24].

Pour lutter contre les RPS, trois niveaux de prévention co-existent : *(i)* la prévention primaire, *(ii)* la prévention secondaire et *(iii)* la prévention tertiaire. Pour mieux combattre les RPS, la littérature montre que les préventions secondaires et tertiaires n'ont pas d'effet à long terme et que la prévention primaire, c'est-à-dire ayant lieu directement à la source avant l'apparition des RPS, apparaît comme la seule « vraie » prévention [283]. Il est donc souhaitable de privilégier les actions de prévention primaire, qui attaquent le mal à la source et anticipent les RPS. La prévention primaire vise l'élimination ou, quand cela n'est pas possible, la réduction des causes organisationnelles des risques. L'objectif de ma thèse s'inscrit donc dans une perspective de planifier des stratégies de prévention primaire des RPS basée sur des preuves scientifiques via la méthode de hiérarchisation des facteurs de risques proposée.

La méthode développée ainsi que les résultats obtenus dans cette étude, pourraient aider les managers, les pouvoirs publics, les chefs d'entreprises et les preneurs de décisions à mettre en place des stratégies de prévention efficaces pour la lutte contre les RPS. L'idée de hiérarchiser les facteurs de RPS permet aux acteurs de se focaliser sur ceux ayant un fort impact sur les RPS. Cependant, le choix des facteurs sur lesquels agir en priorité doit également optimiser d'autres éléments tels que le coût de l'action de prévention, l'acceptabilité sociale, la faisabilité sur le lieu de travail et les facteurs culturels. Ainsi, la réussite des actions de prévention des RPS, est conditionnée par l'implication de tous les acteurs de prévention au travail (préventeurs, managers, représentant du personnel, dirigeant, médecin du travail, psychologue, etc.) et par la promotion du dialogue social de qualité autour de la santé et du bien-être au travail. En effet, le dialogue social, qui constitue un moyen de traitement collectif des questions communs, pourrait être un des leviers d'amélioration de la prise en charge des RPS. Comme le souligne le bureau

international du travail, « le dialogue social est l'outil le plus adapté pour promouvoir de meilleures conditions de vie et de travail » [284].

Concernant les personnels soignants en particulier, le manque de soutien de la part de la hiérarchie et des collègues constitue un facteur majeur sur la lutte contre les RPS, mais également de leurs impacts comportementaux. En effet, nos analyses ont révélé qu'un manque de soutien social avait un fort impact sur le stress, la fatigue mais également sur le turnover des soignants. Il est donc important de faire de la sensibilisation et améliorer la connaissance des RPS et de leurs conséquences négatives auprès des travailleurs, qui peuvent être méconnues par certains. La sensibilisation autour des RPS et de ses conséquences peut être initiée à travers des webinars, des séminaires et des formations, accessibles à tous, notamment les employeurs, les managers et les collaborateurs. Il est important de déconstruire les idées reçues et de donner à tous les clés de compréhension utiles à la détection des situations à risque au travail.

À partir des résultats obtenus dans cette thèse, nous pouvons identifier des domaines à améliorer pour mieux prévenir le stress et la fatigue du personnel soignant, notamment la perception vis-à-vis de la hiérarchie, le surinvestissement et le présentéisme au travail. Pour le stress spécifiquement, on pourrait accentuer les mesures de prévention sur la prise des pauses au travail et les relations entre collègues. Avoir moins souvent recours à des personnels soignants intérimaires pourrait aussi être une piste à explorer dans la prévention pour réduire le niveau de fatigue du personnel. Des programmes de prévention mutualisés et spécifiques visant à réduire le stress et la fatigue des personnels de soins pourraient être mis en œuvre afin de réduire ces fléaux, en ciblant les groupes les plus à risque, notamment les soignants entre 26 et 45 ans, et les femmes. Ces deux catégories représentent une large proportion de personnels ayant un stress et une fatigue extrêmes. Agir sur ces facteurs pour réduire le stress et la fatigue des personnels soignants pourrait également avoir le bénéfice secondaire de réduire significativement le turnover des personnels, comme nous l'avons vu dans nos analyses de médiation. En particulier, les résultats de nos analyses suggèrent qu'agir sur le surinvestissement au travail et sur le soutien de la part de la hiérarchie ferait non seulement baisser le niveau de stress et de fatigue des personnels soignants, mais aurait également un impact direct (total et partiel) sur la baisse de l'intention de turnover à l'hôpital.

Enfin, la littérature scientifique suggère que le stress et la fatigue sont également liés à une moindre adhérence aux recommandations de contrôle infectieux (hygiène de mains, port de masque...). Dans ce cadre, diminuer les niveaux de stress et de fatigue des personnels de soins

permettrait également de réduire le risque infectieux pour les patients et d'améliorer la qualité des soins.

Conclusion

Tout au long de ce travail de thèse, notre objectif a été d'aider à la prévention des RPS en améliorant la compréhension de leurs déterminants et de leurs impacts. Pour cela, nous avons mobilisé une large gamme d'approches statistiques (forêts aléatoires, modèles multi-niveaux, analyses de médiation...), qui nous ont notamment permis d'approfondir notre compréhension des troubles mentaux, du stress, de la fatigue et du turnover des professionnels, et du personnel soignant en particulier. Nous avons également développé des approches innovantes. Nous avons notamment proposé une nouvelle approche pour hiérarchiser les facteurs de RPS, qui nous a permis de mettre en lumière les facteurs clés méritant une priorité d'actions. Nous avons également proposé une extension d'une méthode existante permettant d'analyser l'impact des facteurs individuels (à l'échelle des personnels) et organisationnels (à l'échelle des services) sur un comportement évalué à l'échelle du service hospitalier – en l'occurrence, le turnover du personnel. Cette méthode a été appliquée dans le contexte spécifique des établissements de soins.

Que ce soit à l'hôpital pour les personnels de soins ou dans tout type d'activité professionnelle, la prévention des RPS est aujourd'hui une nécessité pour assurer une meilleure santé mentale et, par voie de conséquence, un bien-être physique et psychologique des travailleurs. Cette prévention a d'ailleurs été rendue obligatoire au travers d'un texte de loi voté à l'été 2021, visant notamment à renforcer la prévention de la santé physique et mentale des professionnels [25].

Les méthodes développées dans cette thèse, notamment la méthode de hiérarchisation et l'extension de l'approche multi-niveaux micro-macro, pourraient être utilisées pour d'autres outcomes ou dans d'autres domaines d'étude. De manière plus large, nous espérons que les travaux réalisés aideront à la construction d'outils pratiques utiles pour la prévention des RPS et de leurs impacts comportementaux dans le milieu professionnel.

Bibliographie

- [1] A. M. Chevance *et al.*, « Work-related psychosocial risk factors and psychiatric disorders: A cross-sectional study in the French working population », *PLOS ONE*, vol. 15, n° 5, p. e0233472, mai 2020, doi: 10.1371/journal.pone.0233472.
- [2] « COVID-19 | Eurofound: Living, working and COVID-19 (Update April 2021): Mental health and trust decline across EU as pandemic enters another year ». <https://www.eurofound.europa.eu/topic/covid-19> (consulté le 13 septembre 2021).
- [3] P. Nasse et P. Légeron, « Rapport sur la détermination, la mesure et le suivi des risques psychosociaux au travail », *Vie publique.fr*. <https://www.vie-publique.fr/rapport/29647-rapport-sur-la-determination-la-mesure-et-le-suivi-des-risques-psychoso> (consulté le 8 septembre 2021).
- [4] M. Gollac, « Mesurer les facteurs psychosociaux de risque au travail pour les maîtriser (Rapport du Collège d'expertise sur le suivi des risques psychosociaux au travail) », 2011, [En ligne]. Disponible sur: https://travail-emploi.gouv.fr/IMG/pdf/rapport_SRPST_definitif_rectifie_11_05_10.pdf
- [5] T. Cox et A. Griffiths, « The nature and measurement of work-related stress: theory and practice », J. R. Wilson et N. Corlett, Éd. Abingdon, UK: Routledge, 2005. Consulté le: 8 septembre 2021. [En ligne]. Disponible sur: <http://www.routledge.com/books/details/9780415267571/>
- [6] « The Workplace And Cardiovascular Disease (STATE OF THE ART REVIEWS: OCCUPATIONAL MEDICINE) by Peter Schnall 1560533250 9781560533252 », *Discover Books*. <https://www.discoverbooks.com/product-p/1560533250.htm> (consulté le 13 septembre 2021).
- [7] A. Mohsen et S. Hakim, « Workplace stress and its relation to cardiovascular disease risk factors among bus drivers in Egypt », *East Mediterr Health J*, vol. 25, n° 12, p. 878-886, déc. 2019, doi: 10.26719/emhj.19.056.
- [8] A. H. M. A. Babaei, M. Yazdi, S. K. Zeverdegani, et S. Barakat, « Prevalence of musculoskeletal disorders and its relationship with occupational stress among workers at a steel industry. », *Iran Occupational Health*, vol. 13, n° 3, p. 59-69, 2016.
- [9] S. R. Moghadam *et al.*, « Musculoskeletal Disorders and Its Relation with Job Stress in Midwives », *International Journal of Occupational Hygiene*, vol. 9, n° 1, p. 38-45, mai 2017.
- [10] S. Béjean et H. Sultan-Taïeb, « Modeling the economic burden of diseases imputable to stress at work », *Eur J Health Econ*, vol. 6, n° 1, p. 16-23, mars 2005, doi: 10.1007/s10198-004-0251-4.
- [11] « Stress au travail. Conséquences pour l'entreprise - Risques - INRS ». <https://www.inrs.fr/risques/stress/consequences-entreprise.html> (consulté le 22 septembre 2021).
- [12] « Cartographie des pathologies et des dépenses de l'Assurance Maladie | L'Assurance Maladie ». <https://assurance-maladie.ameli.fr/etudes-et-donnees/par-theme/pathologies/cartographie-assurance-maladie> (consulté le 14 septembre 2021).
- [13] « Economic Analysis of Workplace Mental Health Promotion and Mental Disorder Prevention Programmes and of their Potential Contribution to EU Health, Social and Economic Policy Objectives. | ENMHP ». <http://www.mentalhealthpromotion.net/?i=portal.en.enmhp-news.2900> (consulté le 22 septembre 2021).
- [14] R. A. Karasek, « Job Demands, Job Decision Latitude, and Mental Strain: Implications for Job Redesign », *Administrative Science Quarterly*, vol. 24, n° 2, p. 285-308, 1979, doi: 10.2307/2392498.
- [15] J. Siegrist, « Adverse health effects of high-effort/low-reward conditions », *J Occup Health Psychol*, vol. 1, n° 1, p. 27-41, janv. 1996.

- [16] J. Greenberg, « A Taxonomy of Organizational Justice Theories », *AMR*, vol. 12, n° 1, p. 9-22, janv. 1987, doi: 10.5465/amr.1987.4306437.
- [17] S. B. Harvey *et al.*, « Can work make you mentally ill? A systematic meta-review of work-related risk factors for common mental health problems », *Occup Environ Med*, vol. 74, n° 4, p. 301-310, mars 2017, doi: 10.1136/oemed-2016-104015.
- [18] G.-N. Fischer et V. Dodeler, « Chapitre 5. Environnement de travail et santé », *Topos +*, p. 69-83, 2009.
- [19] A. B. Bakker et E. Demerouti, « The Job Demands-Resources model: state of the art », *Journal of Managerial Psychology*, vol. 22, n° 3, p. 309-328, janv. 2007, doi: 10.1108/02683940710733115.
- [20] K. Breevaart et A. B. Bakker, « Daily job demands and employee work engagement: The role of daily transformational leadership behavior », *Journal of Occupational Health Psychology*, vol. 23, n° 3, p. 338-349, 2018, doi: 10.1037/ocp0000082.
- [21] Y. S. Scharp, K. Breevaart, et A. B. Bakker, « Using playful work design to deal with hindrance job demands: A quantitative diary study », *Journal of Occupational Health Psychology*, vol. 26, n° 3, p. 175-188, 2021, doi: 10.1037/ocp0000277.
- [22] « L'exposition à de nombreuses contraintes liées aux conditions de travail demeure, en 2019, nettement plus marquée dans le secteur hospitalier qu'ailleurs | Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques ». <https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/publications/etudes-et-resultats/lexposition-de-nombreuses-contraintes-liees-aux-conditions-de> (consulté le 12 novembre 2021).
- [23] E. Masson, « Améliorer la santé mentale et le bien-être des salariés : quelles sont les interventions qui marchent ? », *EM-Consulte*. <https://www.em-consulte.com/es/article/1334799/ameliorer-la-sante-mentale-et-le-bien-etre-des-sal> (consulté le 14 décembre 2021).
- [24] J. Verbeek, « Could we have better occupational health guidelines, please? », *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, vol. 44, n° 5, p. 441-442, 2018, doi: 10.5271/sjweh.3764.
- [25] *LOI n° 2021-1018 du 2 août 2021 pour renforcer la prévention en santé au travail (1)*. 2021.
- [26] J. Rollot, « Les risques psychosociaux: un vide conceptuel? », p. 11.
- [27] « Guide méthodologique d'aide à l'identification, l'évaluation et la prévention des RPS dans la fonction publique | Portail de la Fonction publique ». <https://www.fonction-publique.gouv.fr/guide-methodologique-daide-a-lidentification-levaluation-et-la-prevention-des-rps-dans-la-fonction> (consulté le 22 janvier 2022).
- [28] P. Légeron, « Le stress professionnel », *L'information psychiatrique*, vol. 84, n° 9, p. 809-820, 2008.
- [29] « Evaluer les facteurs de risques psychosociaux : l'outil RPS-DU - Brochure - INRS ». <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206403> (consulté le 27 janvier 2022).
- [30] « Factsheet 22 - Work-related stress | Safety and health at work EU-OSHA ». <https://osha.europa.eu/en/publications/factsheet-22-work-related-stress/view> (consulté le 11 octobre 2021).
- [31] « EU-OSHA, Expert forecast on emerging psychosocial risks related to occupational safety and health », 2007.
- [32] « Organisation du travail & stress ». <https://docplayer.fr/208823-Organisation-du-travail-stress.html> (consulté le 11 octobre 2021).
- [33] « Réseau Québécois de Recherche sur le Vieillessement ». <http://www.rqrv.com/fr/instrument.php?i=147> (consulté le 22 septembre 2021).
- [34] T. S. Kristensen, H. Hannerz, A. Høgh, et V. Borg, « The Copenhagen Psychosocial Questionnaire--a tool for the assessment and improvement of the psychosocial work

- environment », *Scand J Work Environ Health*, vol. 31, n° 6, p. 438-449, déc. 2005, doi: 10.5271/sjweh.948.
- [35] S. Cohen, T. Kamarck, et R. Mermelstein, « A Global Measure of Perceived Stress », *Journal of Health and Social Behavior*, vol. 24, n° 4, p. 385-396, 1983, doi: 10.2307/2136404.
- [36] B. Quintard, *Du stress objectif au stress perçu*. In M. Bruchon-Schweitzer et R. Dantzer (eds), Introduction à la psychologie de la santé. Paris: Presses Universitaires de France, 1994.
- [37] « Principaux repères sur la dépression ». <https://www.who.int/fr/news-room/factsheets/detail/depression> (consulté le 22 septembre 2021).
- [38] Z. Steel *et al.*, « The global prevalence of common mental disorders: a systematic review and meta-analysis 1980–2013 », *International Journal of Epidemiology*, vol. 43, n° 2, p. 476-493, avr. 2014, doi: 10.1093/ije/dyu038.
- [39] N. C. Jacobson et M. G. Newman, « Anxiety and depression as bidirectional risk factors for one another: A meta-analysis of longitudinal studies », *Psychol Bull*, vol. 143, n° 11, p. 1155-1200, nov. 2017, doi: 10.1037/bul0000111.
- [40] « The World Health Organisation- Five Well-Being Index (WHO-5) ». <https://www.corc.uk.net/outcome-experience-measures/the-world-health-organisation-five-well-being-index-who-5/> (consulté le 21 septembre 2021).
- [41] A. S. Zigmond et R. P. Snaith, « The Hospital Anxiety and Depression Scale », *Acta Psychiatrica Scandinavica*, vol. 67, n° 6, p. 361-370, 1983, doi: 10.1111/j.1600-0447.1983.tb09716.x.
- [42] M. Hamilton, « A rating scale for depression », *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, vol. 23, p. 56-62, févr. 1960, doi: 10.1136/jnnp.23.1.56.
- [43] M. Zimmerman, J. H. Martinez, D. Young, I. Chelminski, et K. Dalrymple, « Severity classification on the Hamilton Depression Rating Scale », *J Affect Disord*, vol. 150, n° 2, p. 384-388, sept. 2013, doi: 10.1016/j.jad.2013.04.028.
- [44] D. P. Goldberg et V. F. Hillier, « A scaled version of the General Health Questionnaire », *Psychological Medicine*, vol. 9, n° 1, p. 139-145, févr. 1979, doi: 10.1017/S0033291700021644.
- [45] S. Cawood, R. Visser, et D. Pons, « THE INFLUENCE OF PSYCHOSOCIAL FACTORS IN FORESTRY ACCIDENTS », 2018. <https://www.semanticscholar.org/paper/THE-INFLUENCE-OF-PSYCHOSOCIAL-FACTORS-IN-FORESTRY-Cawood-Visser/c666b8a14f9ffce45c61693a1b941e69eec2a510> (consulté le 10 octobre 2021).
- [46] H. Selye, *The stress of life*. New York: McGraw-Hill, 1956.
- [47] H. Laborit, *L'INHIBITION DE L'ACTION. Biologie comportementale et physiopathologie*. Consulté le: 11 octobre 2021. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.decite.fr/livres/l-inhibition-de-l-action-9782225806414.html>
- [48] R. Karasek et T. Theorell, *Healthy work: stress, productivity, and the reconstruction of working life*. New York: Basic Books, 1990.
- [49] M. Törnroos *et al.*, « Associations between five-factor model traits and perceived job strain: a population-based study », *J Occup Health Psychol*, vol. 18, n° 4, p. 492-500, oct. 2013, doi: 10.1037/a0033987.
- [50] J. V. Johnson et E. M. Hall, « Job strain, work place social support, and cardiovascular disease: a cross-sectional study of a random sample of the Swedish working population. », *Am J Public Health*, vol. 78, n° 10, p. 1336-1342, oct. 1988.
- [51] I. Niedhammer, « Psychometric properties of the French version of the Karasek Job Content Questionnaire: a study of the scales of decision latitude, psychological demands,

- social support, and physical demands in the GAZEL cohort », *International archives of occupational and environmental health*, 2002, doi: 10.1007/S004200100270.
- [52] T. S. Kristensen, « The demand-control-support model: Methodological challenges for future research », *Stress Medicine*, vol. 11, n° 1, p. 17-26, 1995, doi: 10.1002/smi.2460110104.
- [53] A. S. Ostry *et al.*, « Measuring psychosocial job strain with the job content questionnaire using experienced job evaluators », *Am J Ind Med*, vol. 39, n° 4, p. 397-401, avr. 2001, doi: 10.1002/ajim.1030.
- [54] R. Eisenberger, R. Huntington, S. Hutchison, et D. Sowa, « Perceived organizational support », *Journal of Applied Psychology*, vol. 71, n° 3, p. 500-507, 1986, doi: 10.1037/0021-9010.71.3.500.
- [55] R. Eisenberger et F. Stinglhamber, *Perceived organizational support: Fostering enthusiastic and productive employees*. Washington, DC, US: American Psychological Association, 2011, p. viii, 304. doi: 10.1037/12318-000.
- [56] N. Gillet, E. Fouquereau, T. Huyghebaert, et P. Colombat, « Effets du soutien organisationnel perçu et des caractéristiques de l'emploi sur l'anxiété au travail et l'épuisement professionnel: Le rôle médiateur de la satisfaction des besoins psychologiques », *Psychologie Française*, vol. 61, n° 2, p. 73-81, juin 2016, doi: 10.1016/j.psfr.2014.05.004.
- [57] R. Eisenberger, F. Stinglhamber, C. Vandenberghe, I. L. Sucharski, et L. Rhoades, « Perceived supervisor support: Contributions to perceived organizational support and employee retention », *Journal of Applied Psychology*, vol. 87, n° 3, p. 565-573, 2002, doi: 10.1037/0021-9010.87.3.565.
- [58] L. R. Shanock et R. Eisenberger, « When supervisors feel supported: relationships with subordinates' perceived supervisor support, perceived organizational support, and performance », *J Appl Psychol*, vol. 91, n° 3, p. 689-695, mai 2006, doi: 10.1037/0021-9010.91.3.689.
- [59] J. N. Luchman et M. G. González-Morales, « Demands, control, and support: A meta-analytic review of work characteristics interrelationships », *Journal of Occupational Health Psychology*, vol. 18, n° 1, p. 37-52, 2013, doi: 10.1037/a0030541.
- [60] « L'organisation du travail à l'épreuve des risques psychosociaux | DARES ». <https://dares.travail-emploi.gouv.fr/publications/l-organisation-du-travail-a-l-epreuve-des-risques-psychosociaux> (consulté le 14 septembre 2021).
- [61] « Comment ont évolué les expositions des salariés du secteur privé aux risques professionnels sur les vingt dernières années ? | DARES », 2017. <https://dares.travail-emploi.gouv.fr/publications/comment-ont-evolue-les-expositions-des-salaries> (consulté le 9 septembre 2021).
- [62] J. Siegrist, « Effort-reward imbalance at work and cardiovascular diseases », *Int J Occup Med Environ Health*, vol. 23, n° 3, p. 279-285, 2010, doi: 10.2478/v10001-010-0013-8.
- [63] A. B. Bakker, C. H. Killmer, J. Siegrist, et W. B. Schaufeli, « Effort-reward imbalance and burnout among nurses », *J Adv Nurs*, vol. 31, n° 4, p. 884-891, avr. 2000, doi: 10.1046/j.1365-2648.2000.01361.x.
- [64] J. Siegrist, N. Wege, F. Pühlhofer, et M. Wahrendorf, « A short generic measure of work stress in the era of globalization: effort-reward imbalance », *Int Arch Occup Environ Health*, vol. 82, n° 8, p. 1005-1013, août 2009, doi: 10.1007/s00420-008-0384-3.
- [65] D.-S. Tzeng, W.-C. Chung, C.-H. Lin, et C.-Y. Yang, « Effort-reward imbalance and quality of life of healthcare workers in military hospitals: a cross-sectional study », *BMC Health Serv Res*, vol. 12, n° 1, p. 309, sept. 2012, doi: 10.1186/1472-6963-12-309.

- [66] D. L. Phipps, C. Malley, et D. M. Ashcroft, « Job characteristics and safety climate: the role of effort-reward and demand-control-support models », *J Occup Health Psychol*, vol. 17, n° 3, p. 279-289, juill. 2012, doi: 10.1037/a0028675.
- [67] S. E. Hobfoll, « Conservation of resources: A new attempt at conceptualizing stress », *American Psychologist*, vol. 44, n° 3, p. 513-524, 1989, doi: 10.1037/0003-066X.44.3.513.
- [68] W. B. Schaufeli, A. B. Bakker, et W. Van Rhenen, « How changes in job demands and resources predict burnout, work engagement and sickness absenteeism », *Journal of Organizational Behavior*, vol. 30, n° 7, p. 893-917, 2009, doi: 10.1002/job.595.
- [69] Q. Hu, W. Schaufeli, et T. Taris, « The Job Demands-Resources Model: An Analysis of Additive and Joint Effects of Demands and Resources. », 2011, doi: 10.1016/J.JVB.2010.12.009.
- [70] T. Cox, *Organisational Interventions for Work Stress: A Risk Management Approach*. Great Britain, Health and Safety Executive, 2000.
- [71] T. Coutrot, « Insécurité du travail, changements organisationnels et participation des salariés : quel impact sur le risque dépressif ? | DARES ». <https://dares.travail-emploi.gouv.fr/publications/insecurite-du-travail-changements-organisationnels-et-participation-des> (consulté le 21 septembre 2021).
- [72] « Sixth European Working Conditions Survey – Overview report », *Eurofound*. <https://www.eurofound.europa.eu/fr/publications/report/2016/working-conditions/sixth-european-working-conditions-survey-overview-report> (consulté le 22 septembre 2021).
- [73] « Quelles sont les évolutions récentes des conditions de travail et des risques psychosociaux ? | DARES ». <https://dares.travail-emploi.gouv.fr/publications/quelles-sont-les-evolutions-recentes-des-conditions-de-travail-et-des-risques> (consulté le 9 septembre 2021).
- [74] Y. Clot, *Le travail à coeur*. La Découverte, 2015. doi: 10.3917/dec.cloty.2015.01.
- [75] C. Muntaner *et al.*, « County level socioeconomic position, work organization and depression disorder: A repeated measures cross-classified multilevel analysis of low-income nursing home workers », *Health & Place*, vol. 12, n° 4, p. 688-700, déc. 2006, doi: 10.1016/j.healthplace.2005.09.004.
- [76] E. Goffman, *La mise en scène de la vie quotidienne. 1, La présentation de soi*. Ed. de Minuit, 1973. Consulté le: 19 janvier 2022. [En ligne]. Disponible sur: <https://bibliotheques.paris.fr/Default/doc/SYRACUSE/38180/la-mise-en-scene-de-la-vie-quotidienne-1-la-presentation-de-soi>
- [77] M. Castra, *6 L'usage de l'analyse psychologique comme support à la gestion de la mort en unité de soins palliatifs*. Érès, 2008. Consulté le: 19 janvier 2022. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.cairn.info/au-dela-du-stress-au-travail--9782749208497-page-119.htm>
- [78] S. Jacquinet, « Souffrance sociale des usagers et malaise des travailleurs sociaux », *Pensee plurielle*, vol. 8, n° 2, p. 39-49, 2004.
- [79] M. Loriol, V. Boussard, et S. Caroly, « Resumen », *Actes de la recherche en sciences sociales*, vol. 165, n° 5, p. 106-113, 2006.
- [80] S. Weil, *La condition ouvrière*, Gallimard. 1951. Consulté le: 23 septembre 2021. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.livre-rare-book.com/book/21692573/AQW-596>
- [81] B. Stiglbauer et C. Kovacs, « The more, the better? Curvilinear effects of job autonomy on well-being from vitamin model and PE-fit theory perspectives », *J Occup Health Psychol*, vol. 23, n° 4, p. 520-536, oct. 2018, doi: 10.1037/ocp0000107.
- [82] A. Crouch et U. Nimran, « Perceived Facilitators and Inhibitors of Work Performance in an Office Environment », *Environment and Behavior*, vol. 21, n° 2, p. 206-226, mars 1989, doi: 10.1177/0013916589212004.

- [83] A. Leaman, « Dissatisfaction and office productivity », *Facilities*, vol. 13, n° 2, p. 13-19, janv. 1995, doi: 10.1108/02632779510078120.
- [84] C. Bosch et S. Sonnentag, « Should I take a break? A daily reconstruction study on predicting micro-breaks at work », *International Journal of Stress Management*, vol. 26, n° 4, p. 378-388, 2019, doi: 10.1037/str0000117.
- [85] S. L. Parker, S. Sonnentag, N. L. Jimmieson, et C. J. Newton, « Relaxation during the evening and next-morning energy: The role of hassles, uplifts, and heart rate variability during work », *J Occup Health Psychol*, vol. 25, n° 2, p. 83-98, avr. 2020, doi: 10.1037/ocp0000155.
- [86] « EU-OSHA, OSH in figures: Stress at work-facts and figures - Safety and health at work ». <https://osha.europa.eu/en/publications/osh-figures-stress-work-facts-and-figures-0/view> (consulté le 9 septembre 2021).
- [87] « EU-OSHA, Synthèse: Les risques psychosociaux en Europe: prévalence et stratégies en matière de prévention - Santé et sécurité au travail ». <https://osha.europa.eu/fr/publications/executive-summary-psychosocial-risks-europe-prevalence-and-strategies-prevention/view> (consulté le 8 septembre 2021).
- [88] « Health at a Glance: Europe 2018: State of Health in the EU Cycle ». https://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/health-at-a-glance-europe-2018_health_glance_eur-2018-en (consulté le 8 septembre 2021).
- [89] T. Vos *et al.*, « Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 328 diseases and injuries for 195 countries, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016 », *The Lancet*, vol. 390, n° 10100, p. 1211-1259, sept. 2017, doi: 10.1016/S0140-6736(17)32154-2.
- [90] SPF, « La souffrance psychique en lien avec le travail chez les salariés actifs en France entre 2007 et 2012, à partir du programme MCP ». <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-liees-au-travail/souffrance-psychique-et-epuisement-professionnel/la-souffrance-psychique-en-lien-avec-le-travail-chez-les-salaries-actifs-en-france-entre-2007-et-2012-a-partir-du-programme-mcp> (consulté le 14 septembre 2021).
- [91] K. M. Kniffin *et al.*, « COVID-19 and the workplace: Implications, issues, and insights for future research and action », *Am Psychol*, vol. 76, n° 1, p. 63-77, janv. 2021, doi: 10.1037/amp0000716.
- [92] N. Salari *et al.*, « Prevalence of stress, anxiety, depression among the general population during the COVID-19 pandemic: a systematic review and meta-analysis », *Globalization and Health*, vol. 16, n° 1, p. 57, juill. 2020, doi: 10.1186/s12992-020-00589-w.
- [93] D. F. Santomauro *et al.*, « Global prevalence and burden of depressive and anxiety disorders in 204 countries and territories in 2020 due to the COVID-19 pandemic », *The Lancet*, vol. 0, n° 0, oct. 2021, doi: 10.1016/S0140-6736(21)02143-7.
- [94] « CoviPrev : une enquête pour suivre l'évolution des comportements et de la santé mentale pendant l'épidémie de COVID-19 ». <https://www.santepubliquefrance.fr/etudes-et-enquetes/coviprev-une-enquete-pour-suivre-l-evolution-des-comportements-et-de-la-sante-mentale-pendant-l-epidemie-de-covid-19> (consulté le 11 octobre 2021).
- [95] « Covid-19 : L'impact de la crise sanitaire sur l'absentéisme », *Le comptoir de l'entreprise*, 16 septembre 2020. <https://lecomptoirdelanouvelleentreprise.com/covid-19-limpact-de-la-crise-sanitaire-sur-labsenteisme/> (consulté le 9 septembre 2021).
- [96] « La santé au travail à l'épreuve du Covid », *Le comptoir de l'entreprise*, 12 octobre 2020. <https://lecomptoirdelanouvelleentreprise.com/la-sante-au-travail-a-lepreuve-du-covid/> (consulté le 9 septembre 2021).

- [97] M. Kivimäki et I. Kawachi, « Work Stress as a Risk Factor for Cardiovascular Disease », *Curr Cardiol Rep*, vol. 17, n° 9, p. 74, août 2015, doi: 10.1007/s11886-015-0630-8.
- [98] P. M. Bongers, C. R. de Winter, M. A. Kompier, et V. H. Hildebrandt, « Psychosocial factors at work and musculoskeletal disease », *Scand J Work Environ Health*, vol. 19, n° 5, p. 297-312, oct. 1993, doi: 10.5271/sjweh.1470.
- [99] N. Kawakami *et al.*, « Effects of job strain on helper-inducer (CD4+CD29+) and suppressor-inducer (CD4+CD45RA+) T cells in Japanese blue-collar workers », *Psychother Psychosom*, vol. 66, n° 4, p. 192-198, 1997, doi: 10.1159/000289134.
- [100] « Hearts and Minds at Work in Europe | ENWHP ». <https://www.enwhp.org/?i=portal.en.hearts-and-minds-at-work-in-europe> (consulté le 13 septembre 2021).
- [101] E.-J. Kim, « Occupational Stress, Depression, Drinking of Heavy Industrial Male Workers », *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, vol. 16, n° 7, p. 4758-4767, 2015, doi: 10.5762/KAIS.2015.16.7.4758.
- [102] L. J. Labrague, D. Gloe, D. M. McEnroe, K. Konstantinos, et P. Colet, « Factors influencing turnover intention among registered nurses in Samar Philippines », *Applied Nursing Research*, vol. 39, p. 200-206, févr. 2018, doi: 10.1016/j.apnr.2017.11.027.
- [103] S. Liu et A. J. Onwuegbuzie, « Chinese teachers' work stress and their turnover intention », *International Journal of Educational Research*, vol. 53, p. 160-170, janv. 2012, doi: 10.1016/j.ijer.2012.03.006.
- [104] R. M. Leontaridi et M. E. Ward-Warmedinger, « Work-Related Stress, Quitting Intentions and Absenteeism », Social Science Research Network, Rochester, NY, SSRN Scholarly Paper ID 314207, mai 2002. doi: 10.2139/ssrn.314207.
- [105] B. Brunner, I. Igetic, A. C. Keller, et S. Wieser, « Who gains the most from improving working conditions? Health-related absenteeism and presenteeism due to stress at work », *Eur J Health Econ*, vol. 20, n° 8, p. 1165-1180, nov. 2019, doi: 10.1007/s10198-019-01084-9.
- [106] B. Schmidt, M. Schneider, P. Seeger, A. van Vianen, A. Loerbroks, et R. M. Herr, « A Comparison of Job Stress Models: Associations With Employee Well-Being, Absenteeism, Presenteeism, and Resulting Costs », *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, vol. 61, n° 7, p. 535-544, juill. 2019, doi: 10.1097/JOM.0000000000001582.
- [107] K. S. & C. L. C.-U. of M. Helge Hoel, « The cost of violence/stress at work and the benefits of a violence/stress-free working environment », Report, janv. 2001. Consulté le: 22 septembre 2021. [En ligne]. Disponible sur: http://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/resources-library/publications/WCMS_108532/lang--en/index.htm
- [108] « Les investissements dans le traitement de la dépression et de l'anxiété rapportent quatre fois leur valeur ». <https://www.who.int/fr/news/item/13-04-2016-investing-in-treatment-for-depression-and-anxiety-leads-to-fourfold-return> (consulté le 22 septembre 2021).
- [109] « Les affections psychiques liées au travail : éclairage sur la prise en charge actuelle par l'Assurance Maladie - Risques professionnels ». <https://assurance-maladie.ameli.fr/qui-sommes-nous/publications-reference/assurance-maladie-risques-professionnels/rapports-sante-travail> (consulté le 14 septembre 2021).
- [110] « Repérage et prise en charge cliniques du syndrome d'épuisement professionnel ou burnout », *Haute Autorité de Santé*. https://www.has-sante.fr/jcms/c_2769318/fr/reperage-et-prise-en-charge-cliniques-du-syndrome-d-epuisement-professionnel-ou-burnout (consulté le 11 octobre 2021).

- [111] « Des risques professionnels contrastés selon les métiers | DARES ». <https://dares.travail-emploi.gouv.fr/publications/des-risques-professionnels-contrastés-selon-les-metiers> (consulté le 11 octobre 2021).
- [112] « enquête Conditions de travail et Risques psycho-sociaux (CT-RPS 2016) | Dares-Drees-DGAFP-Insee », 2016. <https://dares.travail-emploi.gouv.fr/enquete-source/conditions-de-travail-les-risques-psycho-sociaux-ct-rps-2016> (consulté le 8 septembre 2021).
- [113] D. Hayward, V. Bungay, A. C. Wolff, et V. MacDonald, « A qualitative study of experienced nurses' voluntary turnover: learning from their perspectives », *J Clin Nurs*, vol. 25, n° 9-10, p. 1336-1345, mai 2016, doi: 10.1111/jocn.13210.
- [114] M. Halter *et al.*, « The determinants and consequences of adult nursing staff turnover: a systematic review of systematic reviews », *BMC Health Serv Res*, vol. 17, n° 1, p. 824, déc. 2017, doi: 10.1186/s12913-017-2707-0.
- [115] H. Arslan Yurumezoglu et G. Kocaman, « Predictors of nurses' intentions to leave the organisation and the profession in Turkey », *J Nurs Manag*, vol. 24, n° 2, p. 235-243, mars 2016, doi: 10.1111/jonm.12305.
- [116] A. Dilig-Ruiz, I. MacDonald, M. Demery Varin, A. Vandyk, I. D. Graham, et J. E. Squires, « Job satisfaction among critical care nurses: A systematic review », *Int J Nurs Stud*, vol. 88, p. 123-134, déc. 2018, doi: 10.1016/j.ijnurstu.2018.08.014.
- [117] S. J. Perry, J. P. Richter, et B. Beauvais, « The Effects of Nursing Satisfaction and Turnover Cognitions on Patient Attitudes and Outcomes: A Three-Level Multisource Study », *Health Serv Res*, vol. 53, n° 6, p. 4943-4969, déc. 2018, doi: 10.1111/1475-6773.12997.
- [118] M. Dumas, F. Douguet, et Y. Fahmi, « Le bon fonctionnement des services de soins : ce qui fait équipe ? », *RIMHE : Revue Interdisciplinaire Management, Homme Entreprise*, vol. 205, n° 1, p. 45-67, févr. 2016.
- [119] B. ESTRYN, E. BEHAR (Madeleine), et L. E. NEZET (Olivier), « Insuffisance du travail d'équipe et burnout, deux prédicteurs majeurs dans l'intention de quitter la profession infirmière. », *Insuffisance du travail d'équipe et burnout, deux prédicteurs majeurs dans l'intention de quitter la profession infirmière.*, 2006.
- [120] E. Botha, T. Gwin, et C. Purpora, « The effectiveness of mindfulness based programs in reducing stress experienced by nurses in adult hospital settings: a systematic review of quantitative evidence protocol », *JBIM Database System Rev Implement Rep*, vol. 13, n° 10, p. 21-29, oct. 2015, doi: 10.11124/jbisrir-2015-2380.
- [121] M. Bolivar, « Psychosocial Risk in the Nursing Personnel of a Health Care Provider ». <https://proceedings.systemdynamics.org/2017/proceed/index.html> (consulté le 21 septembre 2021).
- [122] A. Khajuria *et al.*, « Workplace factors associated with mental health of healthcare workers during the COVID-19 pandemic: an international cross-sectional study », *BMC Health Serv Res*, vol. 21, n° 1, p. 262, mars 2021, doi: 10.1186/s12913-021-06279-6.
- [123] « Les expositions aux risques professionnels : les risques psychosociaux | DARES ». <https://dares.travail-emploi.gouv.fr/publications/les-expositions-aux-risques-professionnels-les-risques-psychosociaux> (consulté le 15 septembre 2021).
- [124] D. Finfgeld-Connett, « Meta-synthesis of caring in nursing », *J Clin Nurs*, vol. 17, n° 2, p. 196-204, janv. 2008, doi: 10.1111/j.1365-2702.2006.01824.x.
- [125] C.-I. Teng, F.-J. Hsiao, et T.-A. Chou, « Nurse-perceived time pressure and patient-perceived care quality », *J Nurs Manag*, vol. 18, n° 3, p. 275-284, avr. 2010, doi: 10.1111/j.1365-2834.2010.01073.x.
- [126] N. Harris, « Management of work-related stress in nursing », *Nurs Stand*, vol. 16, n° 10, p. 47-52; quiz 54-55, nov. 2001, doi: 10.7748/ns2001.11.16.10.47.c3122.

- [127] D. G. Morgan, K. M. Semchuk, N. J. Stewart, et C. D'Arcy, « Job strain among staff of rural nursing homes. A comparison of nurses, aides, and activity workers », *J Nurs Adm*, vol. 32, n° 3, p. 152-161, mars 2002, doi: 10.1097/00005110-200203000-00008.
- [128] H. K. Spence Laschinger et M. P. Leiter, « The impact of nursing work environments on patient safety outcomes: the mediating role of burnout/engagement », *J Nurs Adm*, vol. 36, n° 5, p. 259-267, mai 2006, doi: 10.1097/00005110-200605000-00019.
- [129] B. Farquharson *et al.*, « Nursing stress and patient care: real-time investigation of the effect of nursing tasks and demands on psychological stress, physiological stress, and job performance: study protocol », *J Adv Nurs*, vol. 69, n° 10, p. 2327-2335, oct. 2013, doi: 10.1111/jan.12090.
- [130] R. Mehrdad, E. H. Atkins, S. A. Sharifian, et G. Pouryaghoub, « Psychosocial factors at work and blood-borne exposure among nurses », *Int J Occup Environ Med*, vol. 5, n° 1, p. 32-39, janv. 2014.
- [131] G. Giorgi *et al.*, « COVID-19-Related Mental Health Effects in the Workplace: A Narrative Review », *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 17, n° 21, Art. n° 21, janv. 2020, doi: 10.3390/ijerph17217857.
- [132] J. G. Adams et R. M. Walls, « Supporting the Health Care Workforce During the COVID-19 Global Epidemic », *JAMA*, vol. 323, n° 15, p. 1439-1440, avr. 2020, doi: 10.1001/jama.2020.3972.
- [133] « Mental health impact of the COVID-19 pandemic in Japan. - PsycNET ». <https://psycnet.apa.org/doiLanding?doi=10.1037%2Ftra0000803> (consulté le 13 septembre 2021).
- [134] A. Senczyszyn *et al.*, « Mental Health Impact of SARS-COV-2 Pandemic on Long-Term Care Facility Personnel in Poland », *Journal of the American Medical Directors Association*, vol. 21, n° 11, p. 1576-1577, nov. 2020, doi: 10.1016/j.jamda.2020.09.020.
- [135] P. Khanal, N. Devkota, M. Dahal, K. Paudel, et D. Joshi, « Mental health impacts among health workers during COVID-19 in a low resource setting: a cross-sectional survey from Nepal », *Global Health*, vol. 16, n° 1, p. 89, sept. 2020, doi: 10.1186/s12992-020-00621-z.
- [136] L. García-Fernández *et al.*, « Mental health impact of COVID-19 pandemic on Spanish healthcare workers », *Psychological Medicine*, p. 1-3, undefined/ed, doi: 10.1017/S0033291720002019.
- [137] F. Havaei, A. Ma, S. Staempfli, et M. MacPhee, « Nurses' Workplace Conditions Impacting Their Mental Health during COVID-19: A Cross-Sectional Survey Study », *Healthcare*, vol. 9, n° 1, Art. n° 1, janv. 2021, doi: 10.3390/healthcare9010084.
- [138] S. Pappa, V. Ntella, T. Giannakas, V. G. Giannakoulis, E. Papoutsis, et P. Katsaounou, « Prevalence of depression, anxiety, and insomnia among healthcare workers during the COVID-19 pandemic: A systematic review and meta-analysis », *Brain Behav Immun*, vol. 88, p. 901-907, août 2020, doi: 10.1016/j.bbi.2020.05.026.
- [139] M. Marvaldi, J. Mallet, C. Dubertret, M. R. Moro, et S. B. Guessoum, « Anxiety, depression, trauma-related, and sleep disorders among healthcare workers during the COVID-19 pandemic: A systematic review and meta-analysis », *Neurosci Biobehav Rev*, vol. 126, p. 252-264, juill. 2021, doi: 10.1016/j.neubiorev.2021.03.024.
- [140] A. Boakye, « Occupational Stress on Job Satisfaction: A Qualitative Study among Nurses at the University of Ghana Hospital », Social Science Research Network, Rochester, NY, SSRN Scholarly Paper ID 3658766, juill. 2020. doi: 10.2139/ssrn.3658766.
- [141] P. Van Bogaert *et al.*, « Predictors of burnout, work engagement and nurse reported job outcomes and quality of care: a mixed method study », *BMC Nurs*, vol. 16, p. 5, janv. 2017, doi: 10.1186/s12912-016-0200-4.

- [142] M. Adib-Hajbaghery, M. Khamechian, et N. M. Alavi, « Nurses' perception of occupational stress and its influencing factors: A qualitative study », *Iran J Nurs Midwifery Res*, vol. 17, n° 5, p. 352-359, juill. 2012.
- [143] N. Galehdar, A. Kamran, T. Toulabi, et H. Heydari, « Exploring nurses' experiences of psychological distress during care of patients with COVID-19: a qualitative study », *BMC Psychiatry*, vol. 20, n° 1, p. 489, oct. 2020, doi: 10.1186/s12888-020-02898-1.
- [144] K. Bhui, S. Dinos, M. Galant-Miecznikowska, B. de Jongh, et S. Stansfeld, « Perceptions of work stress causes and effective interventions in employees working in public, private and non-governmental organisations: a qualitative study », *BJPsych Bull*, vol. 40, n° 6, p. 318-325, déc. 2016, doi: 10.1192/pb.bp.115.050823.
- [145] P. Z. Chiou, « Exploring staff turnover, burnout, and resilience in cytology reference laboratories: A workforce qualitative study », *Cytopathology*, vol. 32, n° 6, p. 738-750, 2021, doi: 10.1111/cyt.13024.
- [146] O. S. Daouda, M. N. Hocine, et L. Temime, « Determinants of healthcare worker turnover in intensive care units: A micro-macro multilevel analysis », *PLOS ONE*, vol. 16, n° 5, p. e0251779, mai 2021, doi: 10.1371/journal.pone.0251779.
- [147] N. Khamisa, B. Oldenburg, K. Peltzer, et D. Ilic, « Work related stress, burnout, job satisfaction and general health of nurses », *Int J Environ Res Public Health*, vol. 12, n° 1, p. 652-666, janv. 2015, doi: 10.3390/ijerph120100652.
- [148] Y. Mo *et al.*, « Work stress among Chinese nurses to support Wuhan in fighting against COVID-19 epidemic », *Journal of Nursing Management*, vol. 28, n° 5, p. 1002-1009, 2020, doi: 10.1111/jonm.13014.
- [149] L. L. Magnusson Hanson *et al.*, « Psychosocial working conditions and depressive symptoms among Swedish employees », *Int Arch Occup Environ Health*, vol. 82, n° 8, p. 951, févr. 2009, doi: 10.1007/s00420-009-0406-9.
- [150] K. Ferguson, L. Frost, et D. Hall, « Predicting Teacher Anxiety, Depression, and Job Satisfaction », *Journal of Teaching and Learning*, vol. 8, n° 1, Art. n° 1, janv. 2012, doi: 10.22329/jtl.v8i1.2896.
- [151] D. W. H. Jr et S. Lemeshow, *Applied Logistic Regression*. John Wiley & Sons, 2004.
- [152] S. Menard, *Applied Logistic Regression Analysis*, \$ {number}nd édition. Thousand Oaks, Calif: SAGE Publications, Inc, 2001.
- [153] G. James, D. Witten, T. Hastie, et R. Tibshirani, *An Introduction to Statistical Learning: with Applications in R*. Springer New York, 2014.
- [154] A. Kouvonen, M. Kivimäki, M. Virtanen, J. Pentti, et J. Vahtera, « Work stress, smoking status, and smoking intensity: an observational study of 46 190 employees », *Journal of Epidemiology & Community Health*, vol. 59, n° 1, p. 63-69, janv. 2005, doi: 10.1136/jech.2004.019752.
- [155] I. Godin, F. Kittel, Y. Coppieters, et J. Siegrist, « A prospective study of cumulative job stress in relation to mental health », *BMC Public Health*, vol. 5, n° 1, p. 67, juin 2005, doi: 10.1186/1471-2458-5-67.
- [156] A. Weinberg et F. Creed, « Stress and psychiatric disorder in healthcare professionals and hospital staff », *The Lancet*, vol. 355, n° 9203, p. 533-537, févr. 2000, doi: 10.1016/S0140-6736(99)07366-3.
- [157] J. Diaz-Godiño, L. Fernández-Henriquez, F. Peña-Pastor, P. Alfaro-Flores, G. Manrique-Borjas, et F. Mayta-Tovalino, « Lifestyles, Depression, Anxiety, and Stress as Risk Factors in Nursing Apprentices: A Logistic Regression Analysis of 1193 Students in Lima, Peru », *Journal of Environmental and Public Health*, vol. 2019, p. e7395784, nov. 2019, doi: 10.1155/2019/7395784.
- [158] R. Vilaseca, F. Ferrer, et J. Guardia Olmos, « Gender differences in positive perceptions, anxiety, and depression among mothers and fathers of children with intellectual

- disabilities: a logistic regression analysis », *Qual Quant*, vol. 48, n° 4, p. 2241-2253, juill. 2014, doi: 10.1007/s11135-013-9889-2.
- [159] K.-Y. LIANG et S. L. ZEGGER, « Longitudinal data analysis using generalized linear models », *Biometrika*, vol. 73, n° 1, p. 13-22, avr. 1986, doi: 10.1093/biomet/73.1.13.
- [160] R. L. Prentice et L. P. Zhao, « Estimating Equations for Parameters in Means and Covariances of Multivariate Discrete and Continuous Responses », *Biometrics*, vol. 47, n° 3, p. 825-839, 1991, doi: 10.2307/2532642.
- [161] G. Dahmen et A. Ziegler, « Generalized Estimating Equations in Controlled Clinical Trials: Hypotheses Testing », *Biometrical Journal*, vol. 46, n° 2, p. 214-232, 2004, doi: 10.1002/bimj.200310018.
- [162] B. M. Bolker *et al.*, « Generalized linear mixed models: a practical guide for ecology and evolution », *Trends in Ecology & Evolution*, vol. 24, n° 3, p. 127-135, mars 2009, doi: 10.1016/j.tree.2008.10.008.
- [163] A. Zuur, E. N. Ieno, N. Walker, A. A. Saveliev, et G. M. Smith, *Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R*. Springer Science & Business Media, 2009.
- [164] V. J. C. P. to R. by T. L. (versions 3 13 and 4 4) and B. R. (version 4 13) F. src/dgedi f and src/dgefa f are for L. authored by C. M. N. that maintainers are not available to give advice on using a package they did not author, *gee: Generalized Estimation Equation Solver*. 2019. Consulté le: 7 octobre 2021. [En ligne]. Disponible sur: <https://CRAN.R-project.org/package=gee>
- [165] A. Touloumis, *multgee: GEE Solver for Correlated Nominal or Ordinal Multinomial Responses*. 2021. Consulté le: 7 octobre 2021. [En ligne]. Disponible sur: <https://CRAN.R-project.org/package=multgee>
- [166] S. Højsgaard, U. Halekoh, J. Yan, et C. Ekstrøm, *geepack: Generalized Estimating Equation Package*. 2020. Consulté le: 7 octobre 2021. [En ligne]. Disponible sur: <https://CRAN.R-project.org/package=geepack>
- [167] L. Bellinghausen et N. G. Vaillant, « Les déterminants du stress professionnel ressenti : une estimation par la méthode des équations d'estimation généralisées », *Economie prevision*, vol. n° 195-196, n° 4, p. 67-82, 2010.
- [168] J.-H. Nam *et al.*, « Factors increasing the risk for psychosocial stress among Korean adults living in rural areas: using generalized estimating equations and mixed models », *Annals of Occupational and Environmental Medicine*, vol. 29, n° 1, p. 53, oct. 2017, doi: 10.1186/s40557-017-0209-5.
- [169] H. F. Dorland *et al.*, « Fatigue and depressive symptoms improve but remain negatively related to work functioning over 18 months after return to work in cancer patients », *J Cancer Surviv*, vol. 12, n° 3, p. 371-378, 2018, doi: 10.1007/s11764-018-0676-x.
- [170] V. Esposito Vinzi et G. Russolillo, « Partial least squares algorithms and methods », *WIREs Computational Statistics*, vol. 5, n° 1, p. 1-19, 2013, doi: 10.1002/wics.1239.
- [171] V. E. Vinzi, W. W. Chin, J. Henseler, et H. Wang, Éd., *Handbook of Partial Least Squares: Concepts, Methods and Applications*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2010. doi: 10.1007/978-3-540-32827-8.
- [172] T. N. Beran et C. Violato, « Structural equation modeling in medical research: a primer », *BMC Research Notes*, vol. 3, n° 1, p. 267, oct. 2010, doi: 10.1186/1756-0500-3-267.
- [173] S. Wright, « The Relative Importance of Heredity and Environment in Determining the Piebald Pattern of Guinea-Pigs », *Proc Natl Acad Sci U S A*, vol. 6, n° 6, p. 320-332, juin 1920.
- [174] Y.-K. Tu, « Commentary: Is structural equation modelling a step forward for epidemiologists? », *International Journal of Epidemiology*, vol. 38, n° 2, p. 549-551, avr. 2009, doi: 10.1093/ije/dyn346.

- [175] Z. Ashrafi, H. Ebrahimi, A. Khosravi, A. Navidian, et A. Ghajar, « The Relationship Between Quality of Work Life and Burnout: A Linear Regression Structural-Equation Modeling », *Health Scope*, vol. 7, n° 1, Art. n° 1, févr. 2018, doi: 10.5812/jhealthscope.68266.
- [176] A. Ortega, S.-O. Brenner, et P. Leather, « Occupational Stress, Coping and Personality in the Police: An SEM Study », *International Journal of Police Science & Management*, vol. 9, n° 1, p. 36-50, mars 2007, doi: 10.1350/ijps.2007.9.1.36.
- [177] I. Goswami et N. R. Dsilva, « Impact of job satisfaction and job stress on employees' life in Mumbai's hospitality sector: An empirical study using SEM », *Journal of Strategy and Management*, vol. 12, n° 3, p. 330-346, janv. 2019, doi: 10.1108/JSMA-01-2019-0012.
- [178] T. Safaria, A. Othman, et M. Wahab, « Role Ambiguity , Role Conflict , the Role of Job Insecurity as Mediator toward Job Stress among Malay Academic Staff: A SEM Analysis », 2011. <https://www.semanticscholar.org/paper/Role-Ambiguity-%2C-Role-Conflict-%2C-the-Role-of-Job-as-Safaria-Othman/9b8a262a18ce693977707b5adc8a4cee4c990985> (consulté le 6 octobre 2021).
- [179] M. N. Hocine, K. A. Bouziad, P. Légeron, W. Dab, et G. Saporta, « How to Identify and Prioritize Psychosocial Factors Impacting Stress Level », *PLOS ONE*, vol. 11, n° 6, p. e0157078, juin 2016, doi: 10.1371/journal.pone.0157078.
- [180] H.-S. Jung et E. Baek, « A structural equation model analysis of the effects of emotional labor and job stress on depression among nurses with long working hours: Focusing on the mediating effects of resilience and social support », *Work*, vol. 66, n° 3, p. 561-568, doi: 10.3233/WOR-203198.
- [181] D. MacKinnon, *Introduction to Statistical Mediation Analysis*. Routledge, 2012.
- [182] R. M. Baron et D. A. Kenny, « The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: conceptual, strategic, and statistical considerations », *J Pers Soc Psychol*, vol. 51, n° 6, p. 1173-1182, déc. 1986, doi: 10.1037//0022-3514.51.6.1173.
- [183] D. P. MacKinnon, *Introduction to Statistical Mediation Analysis*. New York: Routledge, 2008. doi: 10.4324/9780203809556.
- [184] A. F. Hayes, « Beyond Baron and Kenny: Statistical Mediation Analysis in the New Millennium », *Communication Monographs*, vol. 76, n° 4, p. 408-420, déc. 2009, doi: 10.1080/03637750903310360.
- [185] M. E. Sobel, « Asymptotic Confidence Intervals for Indirect Effects in Structural Equation Models », *Sociological Methodology*, vol. 13, p. 290-312, 1982, doi: 10.2307/270723.
- [186] D. F. Alwin et R. M. Hauser, « The Decomposition of Effects in Path Analysis », *American Sociological Review*, vol. 40, n° 1, p. 37-47, 1975, doi: 10.2307/2094445.
- [187] H. H. Hyman, *Survey design and analysis: principles, cases and procedures*, 2. print. Free Press, 1957.
- [188] C. M. Judd et D. A. Kenny, « Process Analysis: Estimating Mediation in Treatment Evaluations », *Eval Rev*, vol. 5, n° 5, p. 602-619, oct. 1981, doi: 10.1177/0193841X8100500502.
- [189] K. J. Preacher et A. F. Hayes, « Asymptotic and resampling strategies for assessing and comparing indirect effects in multiple mediator models », *Behavior Research Methods*, vol. 40, n° 3, p. 879-891, août 2008, doi: 10.3758/BRM.40.3.879.
- [190] D. P. MacKinnon, C. M. Lockwood, et J. Williams, « Confidence Limits for the Indirect Effect: Distribution of the Product and Resampling Methods », *Multivariate Behav Res*, vol. 39, n° 1, p. 99, janv. 2004, doi: 10.1207/s15327906mbr3901_4.
- [191] « Interactive Mediation Tests ». <http://quantpsy.org/sobel/sobel.htm> (consulté le 27 janvier 2022).

- [192] D. P. MacKinnon, G. Warsi, et J. H. Dwyer, « A simulation study of mediated effect measures », *Multivariate Behavioral Research*, vol. 30, n° 1, p. 41-62, 1995, doi: 10.1207/s15327906mbr3001_3.
- [193] L. Valeri et T. J. Vanderweele, « Mediation analysis allowing for exposure-mediator interactions and causal interpretation: theoretical assumptions and implementation with SAS and SPSS macros », *Psychol Methods*, vol. 18, n° 2, p. 137-150, juin 2013, doi: 10.1037/a0031034.
- [194] J. Pearl, « Direct and Indirect Effects », *arXiv:1301.2300 [cs, stat]*, janv. 2013, Consulté le: 13 octobre 2021. [En ligne]. Disponible sur: <http://arxiv.org/abs/1301.2300>
- [195] J. Pearl, « Direct and Indirect Effects », 2001.
- [196] J. M. Robins et S. Greenland, « Identifiability and Exchangeability for Direct and Indirect Effects », *Epidemiology*, vol. 3, n° 2, p. 143-155, 1992.
- [197] J. J. M. Rijnhart, S. J. Lamp, M. J. Valente, D. P. MacKinnon, J. W. R. Twisk, et M. W. Heymans, « Mediation analysis methods used in observational research: a scoping review and recommendations », *BMC Medical Research Methodology*, vol. 21, n° 1, p. 226, oct. 2021, doi: 10.1186/s12874-021-01426-3.
- [198] A. Jérôlon, L. Baglietto, E. Birmelé, F. Alarcon, et V. Perduca, « Causal mediation analysis in presence of multiple mediators uncausally related », *Int J Biostat*, p. /j/ijb.ahead-of-print/ijb-2019-0088/ijb-2019-0088.xml, oct. 2020, doi: 10.1515/ijb-2019-0088.
- [199] T. J. VanderWeele et S. Vansteelandt, « Mediation Analysis with Multiple Mediators », *Epidemiol Methods*, vol. 2, n° 1, p. 95-115, janv. 2014, doi: 10.1515/em-2012-0010.
- [200] T. Lange, M. Rasmussen, et L. C. Thygesen, « Assessing Natural Direct and Indirect Effects Through Multiple Pathways », *American Journal of Epidemiology*, vol. 179, n° 4, p. 513-518, févr. 2014, doi: 10.1093/aje/kwt270.
- [201] T. J. VanderWeele et S. Vansteelandt, « Odds Ratios for Mediation Analysis for a Dichotomous Outcome », *American Journal of Epidemiology*, vol. 172, n° 12, p. 1339-1348, déc. 2010, doi: 10.1093/aje/kwq332.
- [202] A. van Schaaik, A. Noor Baloch, S. Thomée, M. Frings-Dresen, M. Hagberg, et K. Nieuwenhuijsen, « Mediating Factors for the Relationship between Stress and Work Ability over Time in Young Adults », *Int J Environ Res Public Health*, vol. 17, n° 7, p. 2530, avr. 2020, doi: 10.3390/ijerph17072530.
- [203] T. A. Judge et J. A. Colquitt, « Organizational Justice and Stress: The Mediating Role of Work-Family Conflict », *Journal of Applied Psychology*, vol. 89, n° 3, p. 395-404, 2004, doi: 10.1037/0021-9010.89.3.395.
- [204] M. R. Frone, « Work Stress and Alcohol Use », *Alcohol Res Health*, vol. 23, n° 4, p. 284-291, 1999.
- [205] M.-F. Chen, C.-P. Lin, et G.-Y. Lien, « Modelling job stress as a mediating role in predicting turnover intention », *The Service Industries Journal*, vol. 31, n° 8, p. 1327-1345, juin 2011, doi: 10.1080/02642060903437543.
- [206] D. Devonish, « Workplace bullying, employee performance and behaviors: The mediating role of psychological well-being », *Employee Relations*, vol. 35, n° 6, p. 630-647, janv. 2013, doi: 10.1108/ER-01-2013-0004.
- [207] S. S. Laing et S. M. W. Jones, « Anxiety and Depression Mediate the Relationship Between Perceived Workplace Health Support and Presenteeism: A Cross-sectional Analysis », *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, vol. 58, n° 11, p. 1144-1149, nov. 2016, doi: 10.1097/JOM.0000000000000880.
- [208] F. Méndez Rivero, E. Padrosa, M. Utzet, J. Benach, et M. Julià, « Precarious employment, psychosocial risk factors and poor mental health: A cross-sectional

- mediation analysis », *Safety Science*, vol. 143, p. 105439, nov. 2021, doi: 10.1016/j.ssci.2021.105439.
- [209] L. J. Lee, L. Wehrle, Y. Ding, et A. Ross, « Professional quality of life, sleep disturbance and health among nurses: A mediation analysis », *Nursing Open*, vol. n/a, n° n/a, doi: 10.1002/nop2.978.
- [210] M. L. Lara-Cabrera, M. Betancort, C. A. Muñoz-Rubilar, N. Rodríguez Novo, et C. De las Cuevas, « The Mediating Role of Resilience in the Relationship between Perceived Stress and Mental Health », *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 18, n° 18, Art. n° 18, janv. 2021, doi: 10.3390/ijerph18189762.
- [211] M. N. Mittinty et S. Vansteelandt, « Longitudinal Mediation Analysis Using Natural Effect Models », *American Journal of Epidemiology*, vol. 189, n° 11, p. 1427-1435, nov. 2020, doi: 10.1093/aje/kwaa092.
- [212] T. J. VanderWeele et E. J. Tchetgen Tchetgen, « Mediation analysis with time varying exposures and mediators », *J R Stat Soc Series B Stat Methodol*, vol. 79, n° 3, p. 917-938, juin 2017, doi: 10.1111/rssb.12194.
- [213] P. E. Jose, « The Merits of Using Longitudinal Mediation », *Educational Psychologist*, vol. 51, n° 3-4, p. 331-341, oct. 2016, doi: 10.1080/00461520.2016.1207175.
- [214] X. Shi, H. Qi, S. Wang, Z. Li, Z. Li, et F. Fan, « Sleep Reactivity and Depressive Symptoms Among Chinese Female Student Nurses: A Longitudinal Mediation Analysis », *Front Psychiatry*, vol. 12, p. 748064, sept. 2021, doi: 10.3389/fpsy.2021.748064.
- [215] S. G. Clarke et C. L. Cooper, « The risk management of occupational stress », *Health, Risk & Society*, vol. 2, n° 2, p. 173-187, juill. 2000, doi: 10.1080/713670158.
- [216] « IRSST : Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail > Publications et outils > Publications de l'IRSST > Publication IRSST », *IRSST : Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail*. <https://www.irsst.qc.ca/publications-et-outils/publication/i/100003/n/evaluation-de-la-sante-mentale-au-travail-une-analyse-des-pratiques-de-gestion-des-ressources-humaines-r-342> (consulté le 6 octobre 2021).
- [217] C. Biron, H. Ivers, J.-P. Brun, et C. L. Cooper, « Risk assessment of occupational stress: Extensions of the Clarke and Cooper approach », *Health, Risk & Society*, vol. 8, n° 4, p. 417-429, déc. 2006, doi: 10.1080/13698570601008222.
- [218] J. A. Martilla et J. C. James, « Importance-Performance Analysis », *Journal of Marketing*, vol. 41, n° 1, p. 77-79, 1977, doi: 10.2307/1250495.
- [219] I. Sever, « Importance-performance analysis: A valid management tool? », *Tourism Management*, vol. 48, p. 43-53, juin 2015, doi: 10.1016/j.tourman.2014.10.022.
- [220] L. Breiman, « Random Forests », *Machine Learning*, vol. 45, n° 1, p. 5-32, oct. 2001, doi: 10.1023/A:1010933404324.
- [221] B. A. Goldstein, A. E. Hubbard, A. Cutler, et L. F. Barcellos, « An application of Random Forests to a genome-wide association dataset: methodological considerations & new findings », *BMC Genet.*, vol. 11, p. 49, juin 2010, doi: 10.1186/1471-2156-11-49.
- [222] A. V. Lebedev *et al.*, « Random Forest ensembles for detection and prediction of Alzheimer's disease with a good between-cohort robustness », *Neuroimage Clin*, vol. 6, p. 115-125, 2014, doi: 10.1016/j.nicl.2014.08.023.
- [223] C. Kaland, N. Himmelmann, et A. Kluge, « STRESS PREDICTORS IN A PAPUAN MALAY RANDOM FOREST », 2019. <https://www.semanticscholar.org/paper/STRESS-PREDICTORS-IN-A-PAPUAN-MALAY-RANDOM-FOREST-Kaland-Himmelmann/bc476cc8d431f3e40cf36907010de0a238fed20f> (consulté le 13 octobre 2021).

- [224] C. Strobl, A.-L. Boulesteix, T. Kneib, T. Augustin, et A. Zeileis, « Conditional variable importance for random forests », *BMC Bioinformatics*, vol. 9, n° 1, p. 307, juill. 2008, doi: 10.1186/1471-2105-9-307.
- [225] T. Hothorn, K. Hornik, C. Strobl, et A. Zeileis, *party: A Laboratory for Recursive Partytioning*. 2018. Consulté le: 31 janvier 2019. [En ligne]. Disponible sur: <https://CRAN.R-project.org/package=party>
- [226] U. S. Reddy, A. V. Thota, et A. Dharun, « Machine Learning Techniques for Stress Prediction in Working Employees », in *2018 IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research (ICCIC)*, déc. 2018, p. 1-4. doi: 10.1109/ICCIC.2018.8782395.
- [227] A. Bozorgmehr, A. Thielmann, et B. Weltermann, « Chronic stress in practice assistants: An analytic approach comparing four machine learning classifiers with a standard logistic regression model », *PLOS ONE*, vol. 16, n° 5, p. e0250842, mai 2021, doi: 10.1371/journal.pone.0250842.
- [228] W. Sanchez, A. Martinez, Y. Hernandez, H. Estrada, et M. Gonzalez-Mendoza, « A predictive model for stress recognition in desk jobs », *J Ambient Intell Human Comput*, déc. 2018, doi: 10.1007/s12652-018-1149-9.
- [229] F. Havaei, X. Ji, M. MacPhee, et H. Straight, « Identifying The Most Important Workplace Factors in Predicting Mental Health Among British Columbia Nurses Using Machine Learning Technique ». 2021. doi: 10.21203/rs.3.rs-613222/v1.
- [230] M. Yousefi et I. R. Vanani, « A Model for the Mental Health Evaluation of Skilled Workers in Technology-Based Companies ». 2020. doi: 10.21203/rs.3.rs-30514/v1.
- [231] V. Lajawala, A. Achaliya, H. Jatta, et V. Pinjarkar, « Mental Health Prediction using Data Mining : A Systematic Review », Social Science Research Network, Rochester, NY, SSRN Scholarly Paper ID 3561661, avr. 2020. doi: 10.2139/ssrn.3561661.
- [232] M. L. Levin, « The occurrence of lung cancer in man », *Acta Unio Int Contra Cancrum*, vol. 9, n° 3, p. 531-541, 1953.
- [233] S. J. Linton, « Does work stress predict insomnia? A prospective study », *British Journal of Health Psychology*, vol. 9, n° 2, p. 127-136, 2004, doi: 10.1348/135910704773891005.
- [234] M. A. Croon et M. J. P. M. van Veldhoven, « Predicting group-level outcome variables from variables measured at the individual level: A latent variable multilevel model », *Psychological Methods*, vol. 12, n° 1, p. 45-57, 2007, doi: 10.1037/1082-989X.12.1.45.
- [235] D. P. Goldberg *et al.*, « The validity of two versions of the GHQ in the WHO study of mental illness in general health care », *Psychological Medicine*, vol. 27, n° 1, p. 191-197, janv. 1997, doi: 10.1017/S0033291796004242.
- [236] S. Holm, « A Simple Sequentially Rejective Multiple Test Procedure », *Scandinavian Journal of Statistics*, vol. 6, n° 2, p. 65-70, 1979.
- [237] H. Akaike, « A new look at the statistical model identification », *IEEE Transactions on Automatic Control*, vol. 19, n° 6, p. 716-723, déc. 1974, doi: 10.1109/TAC.1974.1100705.
- [238] H. Wallard, « Using Explained Variance Allocation to analyse Importance of Predictors », p. 82.
- [239] P. Pichot et J. P. Brun, « [Brief self-evaluation questionnaire for depressive, asthenic and anxious dimensions] », *Ann Med Psychol (Paris)*, vol. 142, n° 6, p. 862-865, juin 1984.
- [240] L. Bellinghausen, J. Collange, M. Botella, J. -l Emery, et E. Albert, « Validation factorielle de l'échelle française de stress perçu en milieu professionnel », *Santé Publique*, n° Vol. 21, N°4, p. 365-373, 2009.

- [241] F.-X. Lesage, S. Berjot, et F. Deschamps, « Psychometric properties of the French versions of the Perceived Stress Scale », *Int J Occup Med Environ Health*, vol. 25, n° 2, p. 178-184, juin 2012, doi: 10.2478/S13382-012-0024-8.
- [242] F. E. Harrell, « Missing Data », in *Regression Modeling Strategies: With Applications to Linear Models, Logistic and Ordinal Regression, and Survival Analysis*, Jr. Harrell Frank E., Éd. Cham: Springer International Publishing, 2015, p. 45-61. doi: 10.1007/978-3-319-19425-7_3.
- [243] R. J. A. Little et D. B. Rubin, *Statistical Analysis with Missing Data*. John Wiley & Sons, 2019.
- [244] A. C. Gottschall, S. G. West, et C. K. Enders, « A Comparison of Item-Level and Scale-Level Multiple Imputation for Questionnaire Batteries », *Multivariate Behavioral Research*, vol. 47, n° 1, p. 1-25, févr. 2012, doi: 10.1080/00273171.2012.640589.
- [245] S. van Buuren *et al.*, *mice: Multivariate Imputation by Chained Equations*. 2021. Consulté le: 21 octobre 2021. [En ligne]. Disponible sur: <https://CRAN.R-project.org/package=mice>
- [246] « R: The R Project for Statistical Computing ». <https://www.r-project.org/> (consulté le 21 octobre 2021).
- [247] J. L. Peugh et R. H. Heck, « Conducting Three-Level Longitudinal Analyses », *The Journal of Early Adolescence*, vol. 37, n° 1, p. 7-58, janv. 2017, doi: 10.1177/0272431616642329.
- [248] K. de Jong, M. Moerbeek, et R. van der Leeden, « A priori power analysis in longitudinal three-level multilevel models: An example with therapist effects », *Psychotherapy Research*, vol. 20, n° 3, p. 273-284, mai 2010, doi: 10.1080/10503300903376320.
- [249] G. A. Tasca, V. Illing, A. S. Joyce, et J. S. Ogradniczuk, « Three-level multilevel growth models for nested change data: a guide for group treatment researchers », *Psychother Res*, vol. 19, n° 4-5, p. 453-461, juill. 2009, doi: 10.1080/10503300902933188.
- [250] C. M. Duffield, M. A. Roche, C. Homer, J. Buchan, et S. Dimitrelis, « A comparative review of nurse turnover rates and costs across countries », *J Adv Nurs*, vol. 70, n° 12, p. 2703-2712, déc. 2014, doi: 10.1111/jan.12483.
- [251] Y. Kim et K. Han, « Longitudinal associations of nursing staff turnover with patient outcomes in long-term care hospitals in Korea », *Journal of Nursing Management*, vol. 26, n° 5, p. 518-524, 2018, doi: 10.1111/jonm.12576.
- [252] M. A. Roche, C. M. Duffield, C. Homer, J. Buchan, et S. Dimitrelis, « The rate and cost of nurse turnover in Australia », *Collegian*, vol. 22, n° 4, p. 353-358, déc. 2015, doi: 10.1016/j.colegn.2014.05.002.
- [253] G. Jones, M. Hocine, J. Salomon, W. Dab, et L. Temime, « Demographic and occupational predictors of stress and fatigue in French intensive-care registered nurses and nurses' aides: A cross-sectional study », *International Journal of Nursing Studies*, vol. 52, n° 1, p. 250-259, janv. 2015, doi: 10.1016/j.ijnurstu.2014.07.015.
- [254] E. Desponds, « LE TURNOVER : EXEMPLE DES INFIRMIERES DIPLÔMEES AU CHUV », p. 60.
- [255] K. S. Thomas, V. Mor, D. A. Tyler, et K. Hyer, « The relationships among licensed nurse turnover, retention, and rehospitalization of nursing home residents », *Gerontologist*, vol. 53, n° 2, p. 211-221, avr. 2013, doi: 10.1093/geront/gns082.
- [256] Y. Brunetto, J. Rodwell, K. Shacklock, R. Farr-Wharton, et D. Demir, « The impact of individual and organizational resources on nurse outcomes and intent to quit », *J Adv Nurs*, vol. 72, n° 12, p. 3093-3103, déc. 2016, doi: 10.1111/jan.13081.
- [257] L. Sasso *et al.*, « Push and pull factors of nurses' intention to leave », *J Nurs Manag*, vol. 27, n° 5, p. 946-954, juill. 2019, doi: 10.1111/jonm.12745.

- [258] O. Mazurenko, G. Gupte, et G. Shan, « Analyzing U.S. nurse turnover: Are nurses leaving their jobs or the profession itself? », *Journal of Hospital Administration*, vol. 4, n° 4, p. 48, mai 2015, doi: 10.5430/jha.v4n4p48.
- [259] M. Van Osch, K. Scarborough, S. Crowe, A. C. Wolff, et S. Reimer-Kirkham, « Understanding the factors which promote registered nurses' intent to stay in emergency and critical care areas », *J Clin Nurs*, vol. 27, n° 5-6, p. 1209-1215, mars 2018, doi: 10.1111/jocn.14167.
- [260] M. S. Y. Hung et S. K. K. Lam, « Antecedents and Contextual Factors Affecting Occupational Turnover among Registered Nurses in Public Hospitals in Hong Kong: A Qualitative Descriptive Study », *Int J Environ Res Public Health*, vol. 17, n° 11, mai 2020, doi: 10.3390/ijerph171113834.
- [261] W. Liu *et al.*, « Workplace violence, job satisfaction, burnout, perceived organisational support and their effects on turnover intention among Chinese nurses in tertiary hospitals: a cross-sectional study », *BMJ Open*, vol. 8, n° 6, p. e019525, juin 2018, doi: 10.1136/bmjopen-2017-019525.
- [262] D. Nei, L. A. Snyder, et B. J. Litwiller, « Promoting retention of nurses: A meta-analytic examination of causes of nurse turnover », *Health Care Manage Rev*, vol. 40, n° 3, p. 237-253, sept. 2015, doi: 10.1097/HMR.000000000000025.
- [263] B. Van der Heijden, C. Brown Mahoney, et Y. Xu, « Impact of Job Demands and Resources on Nurses' Burnout and Occupational Turnover Intention Towards an Age-Moderated Mediation Model for the Nursing Profession », *Int J Environ Res Public Health*, vol. 16, n° 11, juin 2019, doi: 10.3390/ijerph16112011.
- [264] R. Willard-Grace, M. Knox, B. Huang, H. Hammer, C. Kivlahan, et K. Grumbach, « Burnout and Health Care Workforce Turnover », *Ann Fam Med*, vol. 17, n° 1, p. 36-41, janv. 2019, doi: 10.1370/afm.2338.
- [265] C. Péliissier, B. Charbotel, J. B. Fassier, E. Fort, et L. Fontana, « Nurses' Occupational and Medical Risks Factors of Leaving the Profession in Nursing Homes », *Int J Environ Res Public Health*, vol. 15, n° 9, août 2018, doi: 10.3390/ijerph15091850.
- [266] R. El Khamali *et al.*, « Effects of a Multimodal Program Including Simulation on Job Strain Among Nurses Working in Intensive Care Units: A Randomized Clinical Trial », *JAMA*, vol. 320, n° 19, p. 1988-1997, nov. 2018, doi: 10.1001/jama.2018.14284.
- [267] S. M. Hunt, J. McEwen, et S. P. McKenna, « Measuring health status: a new tool for clinicians and epidemiologists », *J R Coll Gen Pract*, vol. 35, n° 273, p. 185-188, avr. 1985.
- [268] S. M. Eldridge, O. C. Ukoumunne, et J. B. Carlin, « The Intra-Cluster Correlation Coefficient in Cluster Randomized Trials: A Review of Definitions », *International Statistical Review*, vol. 77, n° 3, p. 378-394, 2009, doi: 10.1111/j.1751-5823.2009.00092.x.
- [269] S. Wu, C. M. Crespi, et W. K. Wong, « Comparison of methods for estimating the intraclass correlation coefficient for binary responses in cancer prevention cluster randomized trials », *Contemporary Clinical Trials*, vol. 33, n° 5, p. 869-880, sept. 2012, doi: 10.1016/j.cct.2012.05.004.
- [270] R Core Team, « R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing », 2019. <https://www.R-project.org/>
- [271] C. Dall'Ora, J. Ball, M. Reinius, et P. Griffiths, « Burnout in nursing: a theoretical review », *Hum Resour Health*, vol. 18, n° 1, p. 41, juin 2020, doi: 10.1186/s12960-020-00469-9.
- [272] X. Duan *et al.*, « The impact of workplace violence on job satisfaction, job burnout, and turnover intention: the mediating role of social support », *Health Qual Life Outcomes*, vol. 17, n° 1, p. 93, mai 2019, doi: 10.1186/s12955-019-1164-3.

- [273] K. Al-Mansour, « Stress and turnover intention among healthcare workers in Saudi Arabia during the time of COVID-19: Can social support play a role? », *PLOS ONE*, vol. 16, n° 10, p. e0258101, oct. 2021, doi: 10.1371/journal.pone.0258101.
- [274] Y. Yang *et al.*, « How workplace violence correlates turnover intention among Chinese health care workers in COVID-19 context: The mediating role of perceived social support and mental health », *J Nurs Manag*, avr. 2021, doi: 10.1111/jonm.13325.
- [275] K.-H. Lee et J.-Y. Kim, « Effect of Shiftwork Nurses' Fatigue on Job Stress and Turnover Intention - Mediating Role of Job Stress - », *Korean Journal of Occupational Health Nursing*, vol. 20, n° 1, p. 74-82, 2011, doi: 10.5807/kjohn.2011.20.1.074.
- [276] J. K. Åhlin, A. D. LaMontagne, et L. L. Magnusson Hanson, « Are there bidirectional relationships between psychosocial work characteristics and depressive symptoms? A fixed effects analysis of Swedish national panel survey data », *Occup Environ Med*, vol. 76, n° 7, p. 455-461, juill. 2019, doi: 10.1136/oemed-2018-105450.
- [277] T. Oshio, A. Inoue, et A. Tsutsumi, « Examining the mediating effect of work-to-family conflict on the associations between job stressors and employee psychological distress: a prospective cohort study », *BMJ Open*, vol. 7, n° 8, p. e015608, août 2017, doi: 10.1136/bmjopen-2016-015608.
- [278] J. M. Haar, M. Russo, A. Suñe, et A. Ollier-Malaterre, « Outcomes of work–life balance on job satisfaction, life satisfaction and mental health: A study across seven cultures », *Journal of Vocational Behavior*, vol. 85, n° 3, p. 361-373, déc. 2014, doi: 10.1016/j.jvb.2014.08.010.
- [279] T. J. Kim et O. von dem Knesebeck, « Is an insecure job better for health than having no job at all? A systematic review of studies investigating the health-related risks of both job insecurity and unemployment », *BMC Public Health*, vol. 15, p. 985, sept. 2015, doi: 10.1186/s12889-015-2313-1.
- [280] J. Adriaenssens, V. D. Gucht, et S. Maes, « Causes and consequences of occupational stress in emergency nurses, a longitudinal study », *Journal of Nursing Management*, vol. 23, n° 3, p. 346-358, 2015, doi: 10.1111/jonm.12138.
- [281] S. M. Lundberg et S.-I. Lee, « A Unified Approach to Interpreting Model Predictions », 2017.
- [282] S.-H. Lin, J. Young, R. Logan, E. J. Tchetgen Tchetgen, et T. J. VanderWeele, « Parametric Mediation g-Formula Approach to Mediation Analysis with Time-varying Exposures, Mediators, and Confounders », *Epidemiology*, vol. 28, n° 2, p. 266-274, mars 2017, doi: 10.1097/EDE.0000000000000609.
- [283] T. Chakor, « Les consultants dans la prévention des risques psychosociaux au travail : proposition d'une typologie de pratiques », *@GRH*, vol. 10, n° 1, p. 37-58, sept. 2014.
- [284] « Dialogue Social ». <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:kwIvdYQ1zf8J:https://www.ilo.org/public/french/dialogue/download/brochuref.pdf+&cd=3&hl=fr&ct=clnk&gl=fr&client=firefox-b-d> (consulté le 26 janvier 2022).

Annexes

Annexe 1 : Questionnaires de l'enquête MOTILIS

QUESTIONNAIRE RELATIF AU SERVICE

1. Hôpital et type de service de réanimation adulte

Hôpital Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Site (à remplir par le Cnam) Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Type d'activité de réanimation

Médicale

Chirurgicale

Polyvalente

2. Lits, chambres et salles

No. total de lits de réanimation

d'USC

No. de salles

Types et nombre de chambre

Individuel

Nombre

Double

Nombre

Box Nombre de boxs

Nombre de lits box 1

box 2

box 3

Salle de repos à disposition ?

Oui

Non

3a. Organisation des horaires

Infirmiers

Aides-soignants

Affectation jour ou nuit

2-12 3-8

2-12 3-8

Fixe Variable

Heure de prise de poste

Matin

Garde (si 3-8)

Nuit

3b. Organisation et déplacements

Avec quelle fréquence votre personnel est amené à sortir du service (examens, brancardages, ...)

Jamais

Occasionnellement

Souvent

Très souvent

4. Nombre de soignants affectés au service (en équivalent Temps Plein)

Total affecté au service

Médecins

Cadres

Infirmiers

Aides-soignants

Kinésithérapeute

Affectés le jour

Médecins Cadres Infirmiers Aides-soignants Kinésithérapeute

Affectés de garde (3-8)

Médecins Cadres Infirmiers Aides-soignants Kinésithérapeute

Affectés la nuit

Médecins Cadres Infirmiers Aides-soignants Kinésithérapeute

5. Pour pouvoir estimer le turnover des soignants, le nombre total de départs sur l'année

Infirmiers Aides-soignants

6a. Du fait d'absences non prévues, avec quelle fréquence avez-vous recours à des personnes extérieures au service (au sein de l'hôpital) ?

Infirmiers

Jamais Occasionnellement Souvent Très souvent

Aides-soignants

Jamais Occasionnellement Souvent Très souvent

6b. Du fait d'absences non prévues, avec quelle fréquence avez-vous recours à l'intérim ?

Infirmiers

Jamais Occasionnellement Souvent Très souvent

Aides-soignants

Jamais Occasionnellement Souvent Très souvent

QUESTIONNAIRE RELATIF AU PERSONNEL SOIGNANT

1. Hôpital et service

Hôpital Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Site (à remplir par le Cnam) Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

Type d'activité de réanimation

Médicale Chirurgicale Polyvalente

2. Date et heure de remplissage du questionnaire

Date/Heure Ordre de passage Code Questionnaire

3a. Profession

Médecin (senior) Médecin (interne) Infirmier Aide-soignant Kinésithérapeute

3b. Etes-vous affecté (e) à

Réanimation USC les 2

4. Sexe

Homme Femme

5. Age et ancienneté

Age (années révolues)

Ancienneté dans le métier

Ancienneté au poste

6. Quotité travaillée

En % TP

7a. Au cours des 30 derniers jours, quelle était votre horaire d'affectation principal ?

Jour Garde (si 3-8) Nuit

7b. Au cours des 30 derniers jours, étiez-vous affecté à cet horaire

Tout le temps Majoritairement

8. Historique de travail

Heure de prise de poste ce jour/nuit

Etiez-vous au travail lors des 3 derniers jours ?

J-3 J-2 J-1
Oui Non Oui Non Oui Non

9. Pauses prises habituellement au cours d'une période de travail

Nombre de pauses Durée moyenne (min)

10. Au cours des 3 derniers jours travaillés, avez-vous renoncé à une pause suite à une surcharge de travail ?

Oui Non

11. Statut marital

Célibataire Marié ou en couple Séparé-veuf-divorcé

12. Avez-vous des enfants ?

Oui Non

Si oui, nombre d'enfants : Moins de 2 ans
De 2 à 10 ans
Plus de 10 ans

13. Temps de transport quotidien

Temps total (min)

14. Nottingham Health Profile : Pour chacune des affirmations suivantes indiquez si elles décrivent votre état actuel (proche sur la vie en général)

Je me sens tout le temps fatigué (e)

Oui Non

Je prends des médicaments pour dormir

Oui Non

Tout me demande un effort

Oui Non

Je me réveille très tôt et j'ai du mal à dormir

Oui Non

Je reste éveillé (e) une grande partie de ma période de sommeil

Oui Non

Je me fatigue vite

Oui Non

Je mets beaucoup de temps à m'endormir

Oui Non

Je dors mal

Oui Non

15. Comment sentez-vous en ce moment ?

Épuisé (e) Fatigué (e) Plutôt en forme En excellente forme

16. Vous êtes-vous réveillé aujourd'hui avec une sensation de fatigue ?

Oui Non

17. Historique de sommeil au cours des derniers 24h

Heure de réveil ce jour (hors sieste)

Heure de coucher

Durée totale des siestes (h :mn)

18. Avec quelle fréquence vous arrive-t-il de ...

Travailler à des horaires différents de ceux initialement prévus

Jamais Occasionnellement Souvent Très souvent

Effectuer des heures supplémentaires

Jamais Occasionnellement Souvent Très souvent

19. PSS-10 : Au cours du dernier mois, combien de fois ...

Avez-vous été dérangé (e) par un évènement inattendu

Jamais Presque jamais Parfois Assez-souvent Souvent

Vous a-t-il semblé difficile de contrôler les choses importantes de votre vie ?

Jamais Presque jamais Parfois Assez-souvent Souvent

Vous êtes-vous senti(e) nerveux(se) ou stressé(e) ?

Jamais Presque jamais Parfois Assez-souvent Souvent

Vous êtes-vous senti(e) confiant(e) à prendre en main vos problèmes personnels ?

Jamais Presque jamais Parfois Assez-souvent Souvent

Avez-vous senti que les choses allaient comme vous le vouliez ?

Jamais Presque jamais Parfois Assez-souvent Souvent

Avez-vous pensé que vous ne pouviez pas assumer toutes les choses que vous deviez faire ?

Jamais Presque jamais Parfois Assez-souvent Souvent

Avez-vous été capable de maîtriser votre énervement ?

Jamais Presque jamais Parfois Assez-souvent Souvent

Avez-vous senti que vous dominiez la situation ?

Jamais Presque jamais Parfois Assez-souvent Souvent

Vous êtes-vous senti(e) irrité(e) parce que événements échappaient à votre contrôle ?

Jamais Presque jamais Parfois Assez-souvent Souvent

Avez-vous trouvé que les difficultés s'accumulaient à un tel point que vous ne pouviez les contrôler ?

Jamais Presque jamais Parfois Assez-souvent Souvent

20. Questionnaire de Karasek : votre opinion sur votre situation de travail

Mon supérieur se sent concerné par le bien-être de ses subordonnés

Pas du tout d'accord Pas d'accord D'accord Tout à fait d'accord

Mon supérieur prête attention à ce que je dis

Pas du tout d'accord Pas d'accord D'accord Tout à fait d'accord

Mon supérieur m'aide à mener ma tâche à bien

Pas du tout d'accord Pas d'accord D'accord Tout à fait d'accord

Mon supérieur réussit facilement à faire collaborer ses subordonnés

Pas du tout d'accord Pas d'accord D'accord Tout à fait d'accord

Les collègues avec qui je travaille sont des gens professionnellement compétents

Pas du tout d'accord Pas d'accord D'accord Tout à fait d'accord

Les collègues avec qui je travaille me manifestent de l'intérêt

Pas du tout d'accord Pas d'accord D'accord Tout à fait d'accord

Les collègues avec qui je travaille sont amicaux

Pas du tout d'accord Pas d'accord D'accord Tout à fait d'accord

Les collègues avec qui je travaille m'aident à mener les tâches à bien

Pas du tout d'accord Pas d'accord D'accord Tout à fait d'accord

Annexe 2 : Questionnaires de la cohorte STRIPPS

04/2019

localhost/Stripps/fiche_inclusion_participant.php

Fiche d'inclusion participant

Vérifier les critères d'éligibilité des soignants avant de remplir la fiche d'inclusion (>50% ETP dans le service participant, pas des intérimaires ou internes de médecine, de femmes enceintes ou de personnels susceptibles de quitter leur poste dans le prochains 15 mois, par ex., personnel partant à la retraite, changement de poste prévu...) et de recueillir leur consentement de non opposition si participation.

Identité du service

Hôpital

No. Service

Informations du participant

Initiale du Nom

Initiale du Prénom

Sexe

- Homme
 Femme

Profession

- 1 - Médecin hospitalo-universitaire
 2 - Médecin autre
 3 - Sage-femme
 4 - Infirmier
 5 - Infirmier spécialisé (IBODE, IADE, PUER)
 6 - Cadre infirmier
 7 - Cadre infirmier spécialisé
 8 - Aide-soignant

Depuis combien d'années exercez-vous votre profession actuelle ?

Receuil de non opposition en date du (jj/mm/aaaa):

Valider

Résumé

La prévention des Risques PsychoSociaux (RPS) est un enjeu majeur et grandissant de santé publique en raison du fardeau sanitaire et économique que représente ce phénomène. Lutter contre les RPS s'avère aujourd'hui être une nécessité absolue. L'objectif de ma thèse est de mieux comprendre les RPS, leurs déterminants et leurs impacts comportementaux, dans une perspective de prévention.

Dans un premier temps, nous avons proposé une méthodologie statistique innovante permettant de hiérarchiser les facteurs de RPS méritant une priorité d'actions pour la prévention. Cette méthode a été appliquée aux données d'une enquête représentative de la population active française. Dans un deuxième temps, nous avons développé une approche multi-niveau dite micro-macro, permettant de prédire les impacts comportementaux des RPS. Dans cette partie, nous nous sommes focalisés sur le contexte hospitalier en particulier. En effet, après avoir exploré les déterminants du stress et de la fatigue chez le personnel paramédical, nous avons appliqué cette méthode micro-macro pour prédire le turnover de ce personnel en utilisant des facteurs au niveau individuel et organisationnel. Nous avons également étudié le rôle médiateur joué par le stress et la fatigue dans ce phénomène.

Ces travaux de thèse peuvent servir de preuves scientifiques dans l'aide à la décision managériale. Les résultats de mes travaux peuvent aider les managers à mieux orienter leurs stratégies en prévention primaire des RPS.

Mots-clés : risques psychosociaux, santé au travail, prévention, hôpital, stress, turnover, modélisation statistique, analyses micro-macro, analyses de médiation.

Résumé en anglais

The prevention of PsychoSocial Risks (PSR) is a major and growing public health issue because of the health and economic burden that this phenomenon represents. Fighting against PSR is now an absolute necessity. The objective of my thesis was to better understand PSR, their determinants and their behavioral impacts, from a prevention perspective.

First, we proposed an innovative statistical methodology to prioritize the PSR factors that deserve a priority of actions for prevention. This method was applied to data from a survey representative of the French working population. Second, we developed a multi-level approach, called micro-macro, to predict the behavioral impacts of PSR. In this part, we focused on the hospital context in particular. Indeed, after having explored the determinants of stress and fatigue among paramedical staff, we applied this micro-macro method to predict the turnover of this staff by using factors at the individual and organizational levels. We also studied the mediating role played by stress and fatigue in this phenomenon.

Overall, work from this thesis can be used as scientific evidence to help managers make decisions. The findings of my work can help managers to better orient their strategies in primary prevention of PSR.

Keywords: psychosocial risks, occupational health, prevention, hospital, stress, turnover, statistical modelling, micro-macro analyses, mediation analyses