

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

PROPOSITION MÉTHODOLOGIQUE D'UTILISATION DE LA  
VARIABILITÉ DU RYTHME CARDIAQUE POUR IDENTIFIER DES  
FACTEURS PROFESSIONNELS DE STRESS : ÉTUDE CLINIQUE  
ET ÉTUDE ERGONOMIQUE DE TERRAIN DES OPÉRATEURS DE  
CENTRES D'APPELS D'URGENCE

THÈSE  
PRÉSENTÉE  
COMME EXIGENCE PARTIELLE  
DU DOCTORAT EN BIOLOGIE

PAR  
DENIS DUHALDE

OCTOBRE 2017

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL  
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de cette thèse se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.07-2011). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»



## REMERCIEMENTS

Cette thèse est le fruit d'un travail nourri par de nombreuses collaborations. Je tiens à remercier celles et ceux qui ont contribué à cette élaboration. Je tiens à remercier sincèrement :

- Celles et ceux qui m'ont formé et qui ont fait croître en moi la passion pour l'ergonomie : Alain Garrigou, François Daniellou, Jacques Escouteloup, Christian Martin, Jean-François Thibault, Pierre Falzon, Jacques Leplat, Annie Weil-Fassina, Gabriel Carbaleda ;
- Alain-Steve Comtois, mon directeur de thèse, qui a contribué à ma bonne maturation scientifique ;
- Georges Toulouse qui m'a permis de faire partie de l'étude/intervention au sein de centres d'appel d'urgence du Québec ;
- Julie Lévesque avec qui cela a été un plaisir de collaborer durant les nombreuses observations sur le terrain et l'analyse des données ;
- celles et ceux que je ne peux nommer mais qui m'ont été d'une réelle aide : les responsables des cinq centres, les étudiants s'étant portés volontaires pour l'étude clinique et enfin les opérateurs des centres d'appels municipaux étudiés ;
- Alain Garrigou pour son indéfectible appui et ses remarques éclairantes ;
- les membres de mon jury, soit Tommy Chevrette, Alain-Steve Comtois, Roland Savard et Steve Vezeau qui, grâce à leurs commentaires constructifs,

m'ont permis de m'améliorer et de me dépasser dans la rigueur jusqu'aux tout derniers moments de la rédaction de cette thèse ;

- celles et ceux qui m'ont soutenu de façon inébranlable, chaleureuse et bienveillante : mes amis, ma famille et, d'abord et avant tout Priscille, ma compagne de vie, ergonomiste, pour son œil critique, ses conseils, sa patience et surtout son soutien moral de tous les jours.

À mon épouse, Priscille, et à mes filles, Enara et Eulali, que j'aime.

## TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS.....	i
TABLE DES MATIÈRES.....	iii
LISTE DES FIGURES.....	ix
LISTE DES TABLEAUX.....	xiii
LISTE DES ENCADRÉS .....	xvii
LISTE DES ACRONYMES.....	xix
RÉSUMÉ.....	xxiii
INTRODUCTION .....	1
CHAPITRE I	
PROBLÉMATIQUE.....	5
1.1 Intérêt de l'étude du stress professionnel .....	5
1.1.1 Aspect sociétal : les coûts du stress au travail sur la société et les entreprises...6	
1.1.2 Aspect social .....	11
1.2 Interventions en santé psychosociale .....	25
1.2.1 Positionnement des chercheurs au Québec sur le stress au travail .....	26
1.2.2 Défis et avancées .....	28
1.3 Santé psychosociale et opérateurs des centres d'appels d'urgence (OCAU).....	31
CHAPITRE II	
QUESTION DE RECHERCHE .....	35
CHAPITRE III	
CADRE THÉORIQUE .....	39
3.1 Approches physiologiques du stress : des précurseurs aux connaissances actuelles42	
3.1.1 Rappel du fonctionnement nerveux .....	42
3.1.2 Modèles physiologiques du stress : les précurseurs.....	44
3.1.3 Connaissances actuelles sur les mécanismes physiologiques du stress .....	60

3.1.4	Biomarqueurs psychophysiologiques du stress : ces « observables » du système neuroendocrinien .....	66
3.2	Cœur : de la physiologie cardiaque à la mesure de la variabilité du rythme cardiaque pour l'évaluation du stress au travail.....	72
3.2.1	Physiologie cardiaque et influences nerveuses sympathiques et parasympathiques .....	72
3.2.2	Variabilité du rythme cardiaque (VRC) : de l'électrocardiogramme aux méthodes mathématiques de sa détermination .....	77
3.2.3	Variations de la variabilité du rythme cardiaque : des variations dites normales à celles engendrées par des maladies, des facteurs environnementaux ou des stressseurs .....	91
3.3	Approches psychologiques du stress.....	101
3.3.1	Approche psychanalytique de Menninger (1954).....	101
3.3.2	Approche interactionniste : la théorie « person-environment fit theory » (PE-Fit) de French (1973).....	103
3.3.3	Approche psychocognitive transactionnelle de Lazarus (1966).....	104
3.3.4	Modèle « state-trait process » (STP) de Spielberger.....	106
3.3.5	Modèle « demande-latitude » (DL) de Karasek et « demande-latitude-soutien » (DLS) de Johnson et Hall.....	106
3.3.6	Modèle « déséquilibre efforts/récompenses » de Siegrist .....	107
3.3.7	Modèle de justice organisationnelle de Kivimaki (2004) .....	108
3.3.8	Modèle « Flexihealth ».....	109
3.3.9	Modèle multidisciplinaire cognitif et conditionnel de Dolan et Arsenault ....	110
3.4	Approche ergonomique du stress professionnel : des modèles à l'étude des centres d'appel d'urgence .....	115
3.4.1	L'ergonome.....	115
3.4.2	L'intervention ergonomique dans une démarche d'amélioration de la santé psychosociale .....	128
3.4.3	Les CAU .....	141
CHAPITRE IV		
HYPOTHÈSES DE RECHERCHE.....		145
CHAPITRE V		
MÉTHODE .....		151
5.1	Méthode de l'étude clinique.....	152

5.1.1	Subterfuge .....	152
5.1.2	Participants.....	152
5.1.3	Instrumentation.....	153
5.1.4	Mesures .....	158
5.1.5	Procédure expérimentale.....	160
5.1.6	Méthode d'analyse des résultats.....	162
5.2	Méthode d'étude ergonomique de terrain.....	163
5.2.1	Participants.....	165
5.2.2	Instrumentation.....	168
5.2.3	Mesures .....	170
5.2.4	Procédure expérimentale.....	172
5.2.5	Méthode d'analyse des résultats.....	176
CHAPITRE VI		
RÉSULTATS ET DISCUSSION DE L'ÉTUDE CLINIQUE .....		185
6.1	Résultats .....	186
6.1.1	Effets du port de masque.....	186
6.1.2	Effets du FiCO <sub>2</sub> .....	188
6.1.3	Effets de la charge cognitive .....	190
6.2	Discussion sur les résultats de l'étude clinique.....	193
6.2.1	Apport principal.....	193
6.2.2	Port du masque .....	193
6.2.3	Fraction inspirée de CO <sub>2</sub> (FiCO <sub>2</sub> ).....	194
6.2.4	Charge cognitive.....	195
6.2.5	Condition de repos.....	196
6.2.6	Points clefs à retenir.....	198
CHAPITRE VII		
RÉSULTATS ET DISCUSSION DE L'ÉTUDE ERGONOMIQUE DE TERRAIN .....		201
7.1	Résultats .....	202
7.1.1	Pan 1 : résultats de l'analyse des données psychophysiologiques.....	203
7.1.2	Pan 2 : analyse ergonomique du travail des OCAU.....	210
7.1.3	Pan 3 : analyse intégratrice des indices psychophysiologiques avec l'analyse ergonomique.....	213

7.1.4	Points clefs à retenir.....	233
7.2	Discussion sur les résultats de l'étude ergonomique de terrain .....	235
7.2.1	Pan 1 : discussion sur les résultats psychophysiologiques .....	235
7.2.2	Pan 2 : discussion des données de l'analyse du travail .....	238
7.2.3	Pan 3 : discussion de l'intégration de recoupement des indices psychophysiologiques avec l'analyse ergonomique .....	240
<b>CHAPITRE VIII</b>		
<b>DE LA DISCUSSION GÉNÉRALE AUX PERSPECTIVES DE RECHERCHE .....</b>		
8.1	La charge mentale dans le travail des opérateurs des centres d'appels d'urgence : description de ses dimensions et contribution à la définition de la charge mentale en ergonomie.....	244
8.1.1	La charge de travail : la complexité du travail d'OCAU .....	244
8.1.2	La charge psychologique du travail d'OCAU .....	248
8.1.3	La charge psychique du travail d'OCAU.....	249
8.1.4	Les enseignements par rapport à la notion de charge mentale .....	250
8.2	Discussion des résultats de VRC au regard des modèles physiologiques .....	252
8.3	Limites de l'étude .....	253
8.3.1	L'étude de l'intervention ergonomique du travail ne permet pas d'identifier de stress d'anticipation .....	253
8.3.2	L'étude de la VRC est techniquement complexe et longue à réaliser.....	254
8.3.3	L'analyse de la VRC nécessite de multiples facteurs d'exclusion pour la sélection des volontaires .....	256
8.3.4	L'analyse de la VRC n'est utilisable que dans un nombre restreint de milieux de travail .....	256
8.4	Apports de l'étude.....	257
8.4.1	La VRC met en lumière l'importance de l'aspect émotionnel du stress au travail .....	257
8.4.2	La VRC permet d'identifier le stress réel au travail des OCAU .....	257
8.4.3	La VRC, un outil de dialogue avec les décideurs.....	258
8.5	Perspectives de recherche.....	258
8.5.1	Étudier le stress d'anticipation .....	259
8.5.2	Rendre la VRC utilisable par les ergonomes.....	260

8.5.3	Évaluer les conséquences sur le stress d'une intervention en milieu de travail	260
CONCLUSION .....		261
APPENDICES .....		263
APPENDICE A		
ÉTUDE CLINIQUE.....		265
A.1	Acceptation éthique du protocole de recherche (28 mars 2006).....	265
A.2	Questionnaire de préliminaire .....	268
A.3	Échelle de Borg utilisée dans l'évaluation des difficultés respiratoires et de l'exercice (Borg, 1998) .....	270
APPENDICE B		
ÉTUDE ERGONOMIQUE .....		271
B.1	Acceptation éthique du protocole de recherche (28 juin 2007).....	271
B.2	Affiche d'information du projet .....	274
B.3	Pamphlet de recrutement.....	276
B.4	Questionnaire de recrutement téléphonique.....	278
B.5	Questionnaire de santé .....	281
B.6	Liste de vérification pour l'application du protocole de collecte de données	291
B.7	Formulaire d'évaluation subjective.....	297
B.8	Résultats de l'analyse ergonomique : définition du cœur de métier des OCAU .....	299
B.9	Résultats de l'analyse ergonomique : générateurs de charge cognitive et psychologique du travail d'OCAU .....	309
B.10	Résultats de l'analyse ergonomique : stratégies des OCAU et leurs limites dans la gestion des sources de charge cognitive et psychologique. ....	326
BIBLIOGRAPHIE.....		347



## LISTE DES FIGURES

Figure	Page
Figure 1.2 : Évolution des contraintes psychosociales de travail chez la population de 15 à 75 ans en emploi au Québec, de 2000-2001 à 2005. Tiré de la figure 3 (p.24) du rapport de Vézina et Bourbonnais (Vézina et al., 2008a). .....	21
Figure 3.1 : Structure du système nerveux .....	44
Figure 3.2 : Syndrome général d'adaptation. Adapté de Selye (Selye 1976).....	48
Figure 3.4 : Représentation schématique des régions du système limbique.....	62
Figure 3.5 : Rôle des glandes surrénales et leur implication dans les axes corticotrope et catécholaminergique de la réponse au stress. En vert (+) : augmentation d'un des agents neuroendocriniens (dans les bulles en forme de nuage). En rouge (—) : rétroactions négatives possibles menant à une baisse voire à un arrêt de la production d'un agent. ....	65
Figure 3.10 : Passage de l'ECG aux intervalles RR (T <sub>1</sub> , T <sub>2</sub> , T <sub>3</sub> , T <sub>4</sub> , T <sub>5</sub> ,...). C'est à partir de ces derniers que seront élaborées les analyses temporelle et spectrale. Adapté de Tarvainen et Niskanen (Tarvainen and Niskanen, 2008).....	86
Figure 3.11 : Visualisation de la décomposition selon l'analyse temporelle (par TRF) de la puissance spectrale afin d'identifier BF et HF.....	89
Figure 3.12 : Diagramme de Poincaré permettant la détermination de SD1 et SD2 ..	90
Figure 3.13 : Modèle général du stress et de la réaction au stress (d'après Steptoe, 1991). .....	105
Figure 3.14 : Modèle de la contrainte au travail auquel sera ajouté plus tard le soutien social. Traduit et adapté de Karasek (1979).....	107
Figure 3.15 : Modèle Flexihealth, reproduit et adapté de Vandenberghe et al. (2004), p.10. ....	110
Figure 3.16 : Le modèle cognitif et conditionnel du stress au travail. Adapté de Dolan et Arsenault (1980) in Dolan, Gosselin & Garrière (2012, p. 395). .....	112

Figure 3.18 : schéma des déterminants de l'activité, basé sur le diagramme de Leplat et Cuny (1977). Adapté de Guérin (2006, p. 52).....	125
Figure 3.19 : Situation « non contrainte » Action possible sur les objectifs et les moyens. Adapté de Daniellou (1992). .....	126
Figure 3.20 : Performance obtenue au prix d'atteinte à l'état interne. Adapté de Daniellou (1992).....	127
Figure 3.21 : Performance non obtenue (débordement). Adapté de Daniellou (1992). .....	127
Figure 5.1 : Illustration des moments des prises de mesures de VRC, de performance et des évaluations subjectives durant la passation des étapes du test de Stroop informatisé. Données présentées pour une modalité de respiration (17 minutes), avec des pauses de 2 minutes avant et après chaque étape d'une minute du test de Stroop. c1, c2, c3, c4, c5 sont les étapes du test de Stroop informatisé utilisé comme générateur de charge cognitive (Tableau 5.1).....	162
Figure 5.2 : Positions de placement des électrodes du Holter sur le participant. Image tirée du guide du fabricant (Rozinn Electronics inc., 2007). .....	169
Figure 7.1 : Chronogramme du quart de travail à très fort volume d'appels (fête nationale du Québec) tiré de l'observation de P13 et illustrant l'évolution du temps en ligne (%), du temps passé à répondre à un appel 9-1-1 et de pNN50 (% , échelle verticale de droite). .....	219
Figure 7.2 : Chronogramme du quart de travail à très fort volume d'appels (fête nationale du Québec) tiré de l'observation de P13 et illustrant l'évolution du temps en ligne (%), de pNN50 (% , échelle verticale de droite), de la charge de travail, de la complexité du travail et de la fatigue ressentie. ....	220
Figure 7.3 : Chronogramme du quart de travail à très fort volume d'appels (fête nationale du Québec) tiré de l'observation de P13 et illustrant l'évolution du temps en ligne (%), de pNN50 (% , échelle verticale de droite), de l'émotion positive, de l'émotion négative, de l'effort de contrôle des émotions et de l'équilibre émotionnel.....	221
Figure 7.4 : Chronogramme du quart de travail avec survenue du premier événement majeur/traumatisant (cas de suicide) tiré de l'observation de P14 et illustrant l'évolution du temps en ligne (% , du temps passé à répondre à un appel 9-1-1 et de pNN50 (% , échelle verticale de gauche).....	224
Figure 7.5 : Chronogramme du quart de travail avec survenue du premier événement majeur/traumatisant (cas de suicide) tiré de l'observation de P14 et illustrant	

l'évolution du temps en ligne (%), de pNN50 (%), échelle verticale de gauche), de la charge de travail, de la complexité du travail et de la fatigue ressentie. 225

- Figure 7.6 : Chronogramme du quart de travail avec survenue du premier événement majeur/traumatisant (cas de suicide) tiré de l'observation de P14 et illustrant l'évolution du temps en ligne (%), de pNN50 (%), échelle verticale de gauche), de l'émotion positive, de l'émotion négative, de l'effort de contrôle des émotions et de l'équilibre émotionnel. .... 226
- Figure 7.7 : Chronogramme du quart de travail dit représentatif « de la réalité de tous les jours » tiré de l'observation de P15 et illustrant l'évolution du temps en ligne (%), du temps passé à répondre à un appel 9-1-1 et de pNN50 (%), échelle verticale de droite). .... 230
- Figure 7.8 : Chronogramme du quart de travail dit représentatif « de la réalité de tous les jours » tiré de l'observation de P15 et illustrant l'évolution du temps en ligne (%), de pNN50 (%), échelle verticale de droite), de la charge de travail, de la complexité du travail et de la fatigue ressentie. .... 231
- Figure 7.9 : Chronogramme du quart de travail dit représentatif « de la réalité de tous les jours » tiré de l'observation de P15 et illustrant l'évolution du temps en ligne (%), de pNN50 (%), échelle verticale de droite), de l'émotion positive, de l'émotion négative, de l'effort de contrôle des émotions et de l'équilibre émotionnel..... 232



## LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Page
Tableau 1.4 : Durée des manifestations associées à l'indice de détresse psychologique selon le sexe et l'âge, population de 15 ans et plus, Québec, 1998. D'après l'ESSQ-98 (Daveluy et al., 2001, p. 344).....	20
Tableau 1.5 : Proportion de personnes (%) ayant un niveau élevé de détresse psychologique selon des contraintes psychosociales de travail et le nombre de semaines en emploi, personnes de 15 à 75 ans en emploi, Québec, 2002. Tiré du tableau 2 (p.28) du rapport de Vézina, Bourbonnais, et al. (2008 b). .....	22
Tableau 1.6 : Proportion de personnes (%) évaluant comme élevé leur stress au travail au cours d'une période de 12 mois selon des contraintes psychosociales de travail, personnes de 15 à 75 ans en emploi, Québec, 2002. Tiré du tableau 6 (p.31) du rapport de Vézina, Bourbonnais, et al. (2008 b) .....	23
Tableau 1.7 : Positionnement des quelques chercheurs au sein d'équipes et groupes de recherche en santé mentale au travail. ....	27
Tableau 3.1 : Valeurs seuils (en Hertz, Hz) pour la détermination des bandes de l'analyse spectrale de la variabilité du rythme cardiaque pour 5 minutes et 24 heures. Adapté de Gaudemaris (1998).....	88
Tableau 3.2 : Résultats principaux de l'étude de Barutcu et al. (2005) : différences de VRC entre fumeurs et non-fumeurs (p<0,05). ....	95
Tableau 3.3 : Synthèse des études évaluant les associations entre les matières particulaires (MP) et la variabilité du rythme cardiaque. Adapté et traduit librement de Park et al. (2005).....	96
Tableau 5.1 : Étapes du test de Stroop informatisé utilisé comme générateur de charge cognitive.....	154
Tableau 5.2 : Conditions respiratoires de l'étude clinique. ....	155
Tableau 5.3 : Description de la variabilité des CAU volontaires sélectionnés pour l'étude/intervention. Adapté du rapport de la recherche menée par Toulouse et al. (Toulouse et al., 2011). ....	165

Tableau 5.4 : Description des participants de l'étude ergonomique de terrain.....	167
Tableau 5.5 : Description du protocole d'analyse quantitative des observations telles que collectées dans Observer XT8® : catégories, observables et analyses descriptives y sont énumérés. Source : repris et adapté du rapport de recherche (Toulouse et al., 2011, p. 20).....	182
Tableau 6.1 : Effets du port de masque (air de la pièce ; air médical à 0,03 % de CO <sub>2</sub> ) sur les difficultés subjectives, les indices de variabilité du rythme cardiaque et la respiration.....	187
Tableau 6.2 : Effets du FiCO <sub>2</sub> (0,03 %, 1 %, 5 %) sur les difficultés subjectives, la variabilité du rythme cardiaque et la respiration (lors du port du masque). ....	189
Tableau 6.3 : Effets de la charge cognitive générée par le test de Stroop informatisé (étapes c1 à c5) sur les difficultés subjectives, la variabilité cardiaque et la respiration (lors du port du masque).....	190
Tableau 6.4 : Effets de la charge cognitive générée par le test de Stroop informatisé (étapes c1 à c5) et la condition de repos sur les difficultés subjectives, la variabilité cardiaque et la respiration (lors de respirations sans masque) .....	192
Tableau 7.1 : Coefficients de corrélation de Spearman ( $\rho$ , $\rho\hat{h}$ ) entre les indices de VRC pour les corrélations significatives ( $\alpha = 0,05$ ).....	204
Tableau 7.2 : Moyenne et écart-type des résultats individuels de VRC selon le référentiel (24 heures, pendant le quart, hors quart) chez les expérimentés (n=10). .....	205
Tableau 7.3 : Variabilité du rythme cardiaque en position de repos (assis et couché) selon le moment : pré et post quart de travail. Rangement par colonnes suivant l'ordre chronologique de réalisation par les participants (n = 9). .....	206
Tableau 7.4 : Coefficients de corrélation de Spearman ( $\rho$ , $\rho\hat{h}$ ) entre les indices de l'ensemble « des évaluations subjectives et des données de prise de mesure pour les corrélations significatives ( $\alpha = 0,05$ ).....	208
Tableau 7.5 : Coefficients de corrélation de Spearman ( $\rho$ , $\rho\hat{h}$ ) entre les indices de l'ensemble « évaluations subjectives et données de prise de mesure » et ceux de VRC pour les corrélations significatives ( $\alpha = 0,05$ ).....	209
Tableau 7.6 : Synthèse des points clés des sources de charge mentale selon le type de charge (cognitive, psychologique) et le type de source (organisation, prise d'appel, répartition).....	211

Tableau 7.7 : Synthèse des points clefs des stratégies et limites de gestion des sources de charge mentale selon le type de charge (cognitive, psychologique) et le type de source (organisation, prise d'appel, répartition).....	212
--	-----



## LISTE DES ENCADRÉS

Encadré	Page
Encadré 3.1 : activité, action et opération dans le modèle de l'activité de Leontiev (1975).....	118



## LISTE DES ACRONYMES

En français		Équivalent anglais	
<b>Général</b>			
CAU	Centre d'appels d'urgence	ECC	Emergency call centres
ESSQ	Enquête sociale et de santé du Québec		
HR	Humidité relative	RH	Relative humidity
IMC	Indice de masse corporelle	BMI	Body mass index
MCV	Maladie cardiovasculaire	CHD	Coronary heart disease
MP	Matières particulaires	PM	Particulate matter
OCAU	Opérateur de centre d'appels d'urgence	ECO	Emergency communications operators
SGA	Syndrome général d'adaptation	SGA	General Adaptation syndrome
TEV	Terminal à écran de visualisation	VDT	Visual display terminal
TRF	Transformation rapide de Fourier	FFT	Fast Fourier Transform
TSPsy	Trouble de santé psychologique	MHD	Mental health disorder
TMS	Trouble musculosquelettique	MSD	Musculoskeletal disorder
VRC	Variabilité du rythme cardiaque	HRV	Heart rate variability
<b>Respiration</b>			
FeCO <sub>2</sub>	Fraction expirée en dioxyde de carbone		Fraction of expired carbon dioxide
FeO <sub>2</sub>	Fraction expirée en dioxygène		Fraction of expired oxygen

FeN <sub>2</sub>	Fraction expirée de diazote	Fraction of expired nitrogen
FiCO <sub>2</sub>	Fraction inspirée en dioxyde de carbone	Fraction of inspired carbon dioxide
FiO <sub>2</sub>	Fraction inspirée en dioxygène	Fraction of inspired oxygen
FiN <sub>2</sub>	Fraction inspirée de diazote	Fraction of inspired nitrogen
<hr/>		
Système nerveux		
SN	Système nerveux	NS Nervous system
SNC	Système nerveux central	CNS Central nervous system
SNP	Système nerveux périphérique	PNS Peripheral nervous system
SNSo	Système nerveux somatique	SoNS Somatic nervous system
SNA	Système nerveux autonome. Appelé aussi système nerveux végétatif.	ANS Autonomous nervous system
SNS	Système nerveux sympathique. Appelé aussi système nerveux orthosympathique.	SNS Sympathetic nervous system
SNPS	Système nerveux parasympathique. Appelé aussi système vagal.	PSNS Parasympathetic nervous system
<hr/>		
Variabilité cardiaque		
Analyse temporelle		
FC	Fréquence cardiaque	HR Heart rate
NN	Intervalle entre deux battements normaux cardiaques	
SDNN	Écart-type des temps interbattements pour les battements normaux (NN); calculé sur 5 minutes; exprimé en millisecondes (ms).	
SDANN	Écart-type des moyennes des temps interbattements normaux calculées sur des tranches de 5 minutes successives; exprimé en millisecondes (ms).	
SDNNi	Moyenne SDNN calculée sur des tranches de 5 minutes successives; exprimé en millisecondes (ms).	

RMSSD	Racine carrée de la moyenne des différences au carré entre les intervalles RR successifs ; exprimée en millisecondes (ms).	
pNN50	Pourcentage d'intervalles NN dont la différence est supérieure à 50 ms ; exprimé en pourcents (%).	
Analyse spectrale		
PT	Puissance totale, sommation des décompositions en très basses fréquences, basses fréquences et hautes fréquences ; exprimée en ms <sup>2</sup> .	Total power
TBF	Très basses fréquences, partie de la variation du rythme cardiaque dont la fréquence est située entre 0,003 et 0,04 Hz ; exprimées en ms <sup>2</sup> .	Very low frequency component
BF	Basses fréquences, partie de la variation du rythme cardiaque dont la fréquence est située entre 0,04 et 0,15 Hz ; exprimées en ms <sup>2</sup> , en pourcentage de la puissance totale (%) ou en unité normalisée (u.n.), c'est-à-dire le ratio en pourcentage du poids des basses fréquences par rapport à la somme des basses et hautes fréquences.	Low frequency component
HF	Hautes fréquences, partie de la variation du rythme cardiaque dont la fréquence est située entre 0,15 et 0,40 Hz ; exprimées en ms <sup>2</sup> , en pourcentage de la puissance totale (%) ou en unité normalisée (u.n.), c'est-à-dire le ratio en pourcentage du poids des hautes fréquences par rapport à la somme des basses et hautes fréquences.	High frequency component
BF/HF	Ratio des basses fréquences sur les hautes fréquences ; sans unités	LF/HF
Analyse non linéaire (Poincaré)		
SD1	Dispersion (écart-type) des points de part et d'autre de la ligne d'identité reliant les temps interbattement RR aux temps interbattements RR <sub>n+1</sub> (suivants) ; exprimée en ms	
SD2	Dispersion (écart-type) des points le long de la ligne d'identité reliant les temps interbattement	

RR aux temps intervalles  $RR_{n+1}$   
(suivants) ; exprimée en ms  
SD2/SD1 Ratio de SD2 sur SD1 ; sans unités.

## RÉSUMÉ

En 2008-2009, 35 suicides sur les lieux de travail chez France Télécom avaient mis en avant l'usage de méthodes managériales particulières dans l'étiologie des facteurs de stress à la source de ces suicides (Baudelot and Gollac, 2015). L'étude du stress revêt un double intérêt : sociétal d'abord puisqu'une part importante de la population active en est touchée et que les coûts associés sont importants ; social également puisque le stress a des enjeux dans les entreprises au niveau de la rétention du personnel, augmente l'absentéisme et le présentéisme. Les conséquences se font aussi sentir au niveau de la santé psychologique des travailleurs en Europe comme au Canada. Dans les centres d'appels d'urgence (CAU) du Québec, en 2004, une tension psychologique est présente chez 70 % des préposés, soit trois fois plus que chez les cols blancs de la région de Québec et que les travailleurs étudiés dans l'ESSQ (Toulouse et al., 2006). La présente thèse cherche à savoir comment la VRC peut être utilisée pour évaluer le stress professionnel et permettre le changement dans une intervention ergonomique. Cette étude est exploratoire à double titre : elle s'inscrit comme la première étude ergonomique visant à améliorer la santé psychologique des opérateurs des centres d'appels d'urgence (OCAU) ; c'est également la première à viser l'évaluation du stress au moyen de la variabilité du rythme cardiaque. Pour ce faire, est établie une méthode en deux temps : une étude clinique visant à étudier les variations de VRC face à une charge mentale cognitive et une étude ergonomique de terrain visant à mettre à l'épreuve les résultats cliniques et à étudier la dimension psychologique du stress. Les résultats montrent que la VRC ne varie pas avec la charge cognitive que cela soit lors de l'étude clinique ou lors de l'étude ergonomique de terrain. Au contraire, tout l'intérêt

de cette thèse est de montrer que la composante psychologique du travail est importante, diminuant la VRC (pNN50) avec l'augmentation de l'émotion négative. Couplée à l'analyse ergonomique et aux évaluations subjectives tout au long du travail, la VRC enrichit les autocronfrontations dans sa capacité à identifier des éléments que les OCAU ne sont pas en mesure de noter correctement lors du travail. Elle offre aussi des perspectives intéressantes de recherche, notamment concernant la caractérisation du stress d'anticipation.

Mots clefs : évaluation du stress ; variabilité du rythme cardiaque ; ergonomie ; étude exploratoire ; émotions ; centres d'appel d'urgence.

Le travail du peintre est le dessous de la peinture comme la réalité est le dessous du visible. Le travail et la réalité sont ainsi dissimulés par la visibilité qu'ils créent.

Bernard Noël, in *Comprendre le travail pour le transformer* (Guérin et al., 2006)



## INTRODUCTION

Problématique d'actualité, le stress au travail — et de façon plus générale la santé psychologique — est un dossier important, populaire mais mécompris. Qu'est-ce que le stress professionnel ? Selon l'Organisation mondiale de la Santé (Stavroula et al., 2004, p. 3), il peut être défini comme « 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 ». Il peut également être vu comme « un déséquilibre [...] perçu entre ce qui est exigé de la personne et les ressources dont elle dispose pour répondre à ces exigences » (Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail, 2014).

Qu'il soit donc abordé comme une réaction ou un phénomène, le stress au travail est mis en cause dans des cas de suicide au travail. En 2008-2009, 35 suicides sur les lieux de travail chez France Télécom avaient mis en avant l'usage de méthodes managériales particulières dans l'étiologie du stress à la source de ces suicides (Baudelot and Gollac, 2015). Sans aller jusqu'à cette conséquence extrême, le stress professionnel est une notion à laquelle les intervenants de la santé au travail font face sans disposer d'outils objectifs. Car, comme le souligne Steiler (2011) : « les évaluations ne sont jamais parfaites. Chaque méthode d'évaluation joue un rôle dans le score obtenu. Ceux qui répondent aux questions peuvent mal les lire. Ils peuvent déformer leurs réponses pour apparaître sous un meilleur jour que s'ils répondaient honnêtement. Ils peuvent

également ne pas se souvenir exactement de ce qu'ils voulaient dire » (Cloninger, 1999, pp. 64-65).

Le travail présenté ici est une étude exploratoire en physiologie du travail réalisée par un ergonome qui a pour objet de proposer des outils basés sur la variabilité du rythme cardiaque afin d'identifier et d'évaluer les facteurs de stress au travail par la démarche d'analyse de l'activité. Il y a donc un objectif pluridisciplinaire dans le sens où cette méthode propose une démarche objective qui pourrait être complémentaire aux autres disciplines dont l'ergonomie ou la psychologie du travail.

Dans un premier chapitre, nous contextualisons notre problématique en mettant en exergue les coûts ainsi que les enjeux tant sociétal<sup>1</sup> que social<sup>2</sup>, en décrivant les interventions réalisées au Québec et en pointant la position toute spécifique vécue par les opérateurs des centres d'appels d'urgence (OCAU).

Le deuxième chapitre est l'occasion de poser la question générale de recherche, moteur de notre réflexion et de notre étude ainsi que de préciser les questions plus fines qui en découlent.

Le troisième chapitre vise à mettre en évidence des connaissances scientifiques éclairantes sur le stress et son évaluation en milieu de travail. Ainsi, tour à tour, sont

---

<sup>1</sup> Sociétal : « Relatif aux divers aspects de la vie sociale des individus, à la société qu'ils forment. » (Larousse, 2015)

<sup>2</sup> Social : « Qui concerne les rapports entre un individu et les autres membres de la collectivité : rapports sociaux. » (Larousse, 2015)

étudiés les apports dans ce domaine de disciplines distinctes et complémentaires : la physiologie, la psychologie et l'ergonomie. Premièrement, les approches physiologiques sont minutieusement décrites afin de saisir l'évolution de la compréhension du stress des précurseurs à nos jours tout comme sont présentés les mécanismes physiologiques du stress. Deuxièmement, une explication plus particulière est réalisée au niveau cardiologique, des liens avec le système nerveux et plus particulièrement sur la variabilité du rythme cardiaque (VRC). Troisièmement, sont énoncées des approches diverses sur le stress en psychologie car elles permettent d'identifier les processus intermédiaires entre stressseurs et individus. Quatrièmement, est dépeinte l'approche ergonomique du stress professionnel au travers notamment de la notion de charge mentale, de la dynamique de régulation et des outils d'évaluation actuellement utilisés.

Le quatrième chapitre est l'occasion de définir les hypothèses mises à l'épreuve dans la présente thèse.

Le cinquième chapitre détaille la méthode utilisée pour répondre à ces hypothèses. Celle-ci est scindée en deux parties distinctes et complémentaires : les essais cliniques visant à contrôler plus finement les variations de VRC en situation de stress simulé et l'étude ergonomique de terrain cherchant à étudier l'intérêt pratique de la VRC tant dans l'identification des facteurs de stress que dans la conduite d'une démarche d'amélioration des conditions de travail.

Le sixième chapitre fait état des résultats quantitatifs issus de notre recherche clinique et s'achève par la discussion de ces résultats.

Le septième chapitre consiste à présenter les résultats quantitatifs et qualitatifs générés par notre recherche/intervention en ergonomie au sein des centres d'appel d'urgence (CAU). Tout comme au chapitre précédent, s'ensuit une discussion desdits résultats.

Le huitième chapitre est l'occasion de mener une réflexion générale sur cette recherche que cela soit des enseignements, de ses limites ou encore des perspectives nombreuses qu'elle offre.

Le neuvième et ultime chapitre conclut sur les hypothèses formulées et nous permet de répondre à la question générale de cette recherche.

## CHAPITRE I

### PROBLÉMATIQUE

Au sein de ce chapitre, l'intérêt de l'étude du stress professionnel est argumenté tant au plan sociétal<sup>1</sup> que social<sup>2</sup> au travers des coûts financiers pour la société et les entreprises mais aussi du prix à payer pour les travailleurs eux-mêmes. Dans un deuxième temps, sont décrites synthétiquement les diverses approches dans l'étude du stress par des équipes de recherche provinciales ainsi que des défis qu'il reste à relever tant au niveau de la mobilisation des décideurs que des améliorations légales. Enfin, une focalisation particulière est réalisée sur la santé psychosociale des opérateurs des centres d'appel d'urgence (OCAU), population souffrant physiquement, mais aussi et surtout psychologiquement ; c'est ce portrait qui est à l'initiative de la présente recherche.

#### 1.1 Intérêt de l'étude du stress professionnel

Le stress au travail a un double impact. Au niveau sociétal d'abord, car l'impact du stress perçu par les travailleurs sur leur propre santé psychologique a des répercussions au niveau des coûts visibles ou cachés que doivent déboursier les entreprises. Mais aussi, le stress a des répercussions sur les capacités de travail des travailleurs, mais également dans les rapports qu'ils entretiennent entre eux et avec leur hiérarchie, c'est la dimension sociale du stress. Par conséquent, nous traiterons ici de ces deux aspects

— sociétal et social — afin de dégager toute l'importance que revêtent l'étude du stress au travail et l'intervention d'amélioration de conditions de travail dans ce contexte qui nous animent dans cette thèse.

### 1.1.1 Aspect sociétal : les coûts du stress au travail sur la société et les entreprises

L'impact du stress au travail est notable sur le plan des finances des états et des secteurs d'activité (macro-économie) mais également au sein des entreprises par les services des ressources humaines (micro-économie). Toutefois, les moyens pour évaluer ces répercussions semblent fragiles ou incomplets. Afin d'appréhender la complexité de son évaluation, les approches et éléments de compréhension sont mis en dialogue selon chacune de ces deux strates économiques.

#### 1.1.1.1 Les coûts macro-économiques du stress au travail

Une synthèse menée dans le domaine en 2001 a mis en évidence la prépondérance de la mésestimation du coût du stress au travail (Hoel et al., 2001 ; Larousse, 2015). En effet, cette étude a montré que les pratiques de relevé de telles données étaient très variables et souvent de faible qualité, des entreprises ayant tendance à individualiser ce problème, faute de connaissances et d'outils afférents adéquats (Cox et al., 2000). Contrairement à un accident physique ou à une agression où la relation est de type cause-conséquence, le stress au travail naît d'une dynamique plurifactorielle non linéaire, ce qui est plus difficile à catégoriser (Hoel et al., 2001). Pour un organisme international ou gouvernemental, il est également ardu de comparer des secteurs professionnels du fait de la disparité des salaires et compensations des individus

concernés (Chappell and Di Martino, 2006). Néanmoins Hoel et al (2001) estiment que les coûts pour la société du stress et de la violence au travail peuvent constituer de 1 à 3,5 % du produit intérieur brut<sup>3</sup>.

Même lorsque prise dans son ensemble dans un pays, la mesure du coût du stress est fortement dépendante du mode de calcul. Ainsi, aux États-Unis d'Amérique, l'Institut américain du stress évalue à 300 milliards de dollars par année la perte pour les entreprises en considérant les pertes de productivité, l'absentéisme, les accidents, le roulement de personnel, les indemnités, les frais médicaux, légaux et les coûts directs au niveau des assurances (American Institute of Stress, 2004) alors qu'une autre évalue les pertes reliées au stress à 150 milliards de dollars par année<sup>4</sup> (Cooper et al., 1996) et une autre encore à 42 milliards de dollars par année<sup>5</sup> (Kalia, 2002). Le problème ne réside pas tant dans la qualité des études, mais dans le cadre de compréhension du stress et de ses conséquences économiques. Ces divergences d'évaluation se retrouvent de façon similaire au Canada et en Europe (Brun and Lamarche, 2006).

Ces indices paraissent donc relativement fragiles, car fortement dépendants des notions sous-jacentes de stress et devraient également être exprimés en pourcentage du produit intérieur brut des pays ou des profits des entreprises lors des enquêtes sectorielles. Cependant, ils montrent de façon patente l'importance de l'aboutissant du stress au niveau des entreprises et de la nécessité pour les entreprises de les gérer.

---

<sup>3</sup> Le produit intérieur brut (PIB) est une mesure agrégée de l'activité économique prenant en compte les revenus générés par la production et les dépenses reliées à cette production (Statistique Canada, 2015).

<sup>4</sup> Méthode de calcul incluant les coûts engendrés par l'absentéisme, la réduction de la productivité, les demandes d'indemnisation, l'assurance-santé et les dépenses médicales directes.

<sup>5</sup> Cette dernière estimation incluant également le stress post-traumatique.

### 1.1.1.2 Les coûts micro-économiques du stress au travail : absentéisme et présentéisme

Les coûts micro-économiques sont ceux directement calculables par des services de ressources humaines au sein des entreprises. Le but n'étant pas l'exhaustivité, mais la représentation de la variété des outils disponibles actuellement, focalisation est faite sur les deux éléments majeurs que sont l'absentéisme et le présentéisme.

Le stress étant reconnu comme un déterminant important de l'absentéisme (Chini, 2003 ; Hendrix et al., 1991 ; Jamal, 2007), ce dernier paraît constituer une option possible de la mesure de l'impact du stress dans les entreprises, comptabilisant le nombre de jours d'absences du travail en raison de stress. Or, les intrications entre stress au travail et absentéisme sont plus complexes. Reprenant le modèle de Karasek (Karasek and Theorell, 1990), lorsque des études se penchent sur ses relations avec le stress au travail, l'absentéisme n'est pas corrélé à une forte demande psychologique et est négativement corrélé avec la latitude décisionnelle (Bourbonnais and Mondor, 2001; de Jonge et al., 2000; Moreau et al., 2004; Niedhammer et al., 1998; Nielsen et al., 2004; North et al., 1996; Smulders and Nijhuis, 1999; Vahtera et al., 1996) ; quant à ses liens avec le soutien social les résultats des études sont contradictoires : tantôt négativement corrélé (de Jonge et al., 2000 ; Moreau et al., 2004 ; Niedhammer et al., 1998 ; North et al., 1996), tantôt positivement (Rael et al., 1995), ou encore non corrélé du tout (Bourbonnais and Mondor, 2001; Undén, 1996).

Néanmoins, au Royaume-Uni, la confédération de l'industrie a identifié qu'environ 30 % des absences pour maladies sont reliées au stress (Hoel et al., 2001) ; en Europe, cela atteindrait 50 à 60 % (Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail, 2003). D'autres ont montré que les personnes victimes de stress au travail

s'absenteraient en moyenne 29,2 jours par an (Jones et al., 2003). En revanche, les catégories socioprofessionnelles ne seraient enclines de façon uniforme à s'absenter en raison de stress au travail, tel est le cas des cadres qui, malgré une situation de stress, ne s'absenteraient pas (Mhiri, 2013).

Ainsi, la mesure de l'absentéisme semble d'un réel intérêt dans l'étude du stress quoique l'imputabilité au stress des jours d'arrêt semble difficilement réalisable et dépend du sens donné à l'absentéisme. En effet, Weiss le décrit comme étant « dans un sens large, l'ensemble des absences d'un travailleur pendant une période déterminée, indépendamment de leur cause et de leur durée » ou revêtant une acception plus restrictive ne représentant que des absences du travail « difficilement rapportables à des motivations apparemment fondées [...] [et comportant] une partie des absences pour maladie non professionnelle et les absences non justifiées » (Weiss, 1979). Or, les deux méthodes les plus courantes pour calculer les coûts de l'absentéisme sont la *Lost Wages Method* et la *Friction Cost Method* et semblent limitées (Brun and Lamarche, 2006). La première exclut un grand nombre d'indicateurs indirects (frais de justice, expertises médicales, remplacement du travailleur, perte de production etc.) et résume la perte liée à l'absence du salarié (Berger et al., 2001). La seconde détaille les effets à court terme en estimant les pertes de productivités liées à l'absence et au temps qu'il faut au remplaçant pour être performant (inclut les frais d'embauche et de formation du nouveau personnel) et les effets à moyen terme pour lesquels les auteurs considèrent qu'il faut un recul de cinq ans pour les calculer (Koopmanschap et al., 1995), ce qui en réduit l'utilisabilité en étude/intervention à moins d'adopter une démarche longitudinale. D'ailleurs, Brun et Lamarche (Brun and Lamarche, 2006) soulignent que cette méthode de calcul a été peu employée.

Symptomatologiquement opposé à l'absentéisme, le présentéisme est le fait de rester au travail malgré un état de santé dégradé (Aronsson et al., 2000 ; Johns, 2010), tout en

n'étant pas en mesure de donner son plein rendement (Hemp, 2004). Or, plus la demande faite aux travailleurs augmente plus le présentéisme augmente, ce qui est atténué lorsque ces travailleurs bénéficient d'un soutien hiérarchique alors qu'ils ont peu de latitude décisionnelle (Jourdain and Vézina, 2014). Le présentéisme est aussi si ce n'est plus important que l'absentéisme pour l'étude du stress au travail dans la mesure où seulement 2 à 3 % des individus s'absentent du travail pour des troubles d'ordre psychologique alors que 40 % de ceux qui restent au travail présentent des signes de détresse psychologique élevée qui interfèrent avec la réalisation du travail (Brun et al., 2003). Si les travailleurs sont en dépression, une autre étude a montré qu'en tel cas 82,1 % de l'ensemble des heures de production perdues sont relatifs au présentéisme (Stewart et al., 2003). Deux méthodes identifiées par Brun et Lamarche (Brun and Lamarche, 2006) pour évaluer les coûts de l'absentéisme sont le *World Health Organization's Health and Work Performance Questionnaire* — HPQ — (Kessler et al., 2004 ; 2003) et la *Stanford Presenteeism Scale* — SPS — (Koopman et al., 2002). Le HPQ délivre une bonne concordance entre les données provenant de l'auto-évaluation et des données compilées par l'organisation sur l'absentéisme et la performance et montre qu'il y a des effets significatifs à la fois sur la mesure combinée de l'absentéisme et du présentéisme et sur les incidents critiques en cas de dépression (Wang et al., 2003). Quant au SPS, elle s'avère être une échelle précise et valide du présentéisme en utilisant l'échelle SP6 — version abrégée de l'échelle originelle SP-32 — (Pelletier and Koopman, 2003).

Absentéisme et présentéisme possèdent tous deux des répercussions indirectes en termes de coût de roulement de personnel, de programme d'aide aux employés, d'assurance médicaments et de frais médicaux (Brun and Lamarche, 2006), mais, d'ores et déjà, ces indicateurs montrent de façon patente les conséquences du stress au

travail sur les coûts des entreprises, tout particulièrement le SP-6. Il convient à présent de s'interroger sur l'ampleur de la dimension humaine des effets du stress.

### 1.1.2 Aspect social

Le contexte mondial de libre concurrence apporte aux pays de nouveaux défis pour s'adapter, le Canada n'échappe pas à ce phénomène d'ultracompetitivité dans lequel il est nécessaire de savoir innover, à tout le moins s'adapter (Kiggundu and Uruthirapathy, 2010). Les entreprises changent leur mode de gestion et révisent la place qu'y occupe le personnel (Chrétien et al., 2005). Or, c'est dans ces contextes organisationnels qu'opèrent les travailleurs. Il semble donc important de décrire les facteurs de stress dus à l'organisation avant de mesurer l'immensité des conséquences sur les travailleurs et leur santé.

#### 1.1.2.1 Facteurs organisationnels : significatifs dans l'apparition du stress

Pour les entreprises, le stress a bien sûr des effets négatifs sur la productivité, l'absentéisme, et le taux de roulement<sup>6</sup>, mais au niveau des travailleurs il en possède bien d'autres, notamment sur la santé. L'importance du niveau hiérarchique, du genre, des valeurs et des habiletés a été mise en relief comme déterminant du stress au travail

---

<sup>6</sup> Appelé «turnover» en anglais, le taux de roulement est aussi appelé *taux de rotation du personnel*. C'est le « rapport, exprimé en pourcentage, entre le nombre des travailleurs qui, au cours d'une période donnée, ont quitté une organisation, et le nombre moyen de travailleurs que l'organisation a employés au cours de la même période » (Gouvernement du Québec, 2015). Il peut être vu comme un indice de bonne santé économique permettant un plus rapide accès à l'emploi pour tous (Hogan and Ragan, 1995) mais aussi comme un facteur de stress potentiel (Bridger et al., 2013).

(Caplan et al., 1975 ; French et al., 1982). Cependant, Vagg et al. (2002) ont mis en relief des effets croisés entre genre et niveau organisationnel, tant dans les scores de fréquences que de gravité ( $p < 0,05$ ) :

- Les effets les plus fréquents sont les formalités administratives excessives, le respect des délais, les interruptions fréquentes, un salaire inadapté, le fait d'effectuer le travail pour d'autres et la compétition pour de l'avancement sont des éléments qui ressortent ;
- Alors que les effets les plus graves sont les mêmes que les plus fréquents auxquels s'ajoutent l'accomplissement de tâches absentes de la description de poste et les difficultés d'entente avec le superviseur.

Pour dix-neuf des trente items évalués, le niveau organisationnel avait des effets significatifs (Vagg et al., 2002). Aussi, les employés avec les niveaux organisationnels les plus hauts ont rapporté avoir éprouvé du stress plus souvent pendant des prises de décision critiques<sup>7</sup> ou des gestions de situations de crise<sup>8</sup> que ceux avec des niveaux hiérarchiques plus bas qui, eux, considèrent comme plus stressante l'inadéquation entre la rémunération<sup>9</sup> et le manque de circonstances opportunes à un avancement

---

<sup>7</sup> Fréquences de 28,31 % et 28,80 % respectivement des cadres féminins et masculins contre 21,36 % et 19,13 % des employés de bureau et professionnels féminins et masculins ( $p < 0,05$ )

<sup>8</sup> Fréquences de 22,23 % et 22,05 % respectivement des cadres féminins et masculins contre 16,00 % et 16,68 % des employés de bureau et professionnels féminins et masculins ( $p < 0,05$ )

<sup>9</sup> Importance rencontrée chez 6,61 % et 5,93 % respectivement des cadres féminins et masculins contre 6,75 % et 6,87 % des employés de bureau et professionnels féminins et masculins ( $p < 0,05$ )

professionnel<sup>10</sup>. Pour les hommes, le stress au travail est plus étroitement lié aux préoccupations au sujet de leur rôle dans la structure du pouvoir d'une organisation<sup>11</sup>, alors que les employés féminins déclarent subir un vif stress lors d'un conflit entre les exigences du travail et les relations familiales<sup>12</sup>. Cela souligne la multivocité des relations entre déterminants du travail et stress. Il en découle donc la nécessaire prise en compte non seulement de la fréquence d'apparition — ou durée d'exposition — de stressseurs, mais aussi de leur valeur relative aux yeux des travailleurs concernés.

#### 1.1.2.2 Portrait du stress au travail : du travail décent aux facteurs de stress

Il est essentiel à présent de comprendre les répercussions des milieux de travail et de leurs organisations propres sur la santé des travailleurs. Pour cela, il convient d'abord de déterminer les différences et similitudes internationales sur les conditions de travail au travers de la mesure du travail décent, et plus particulièrement sur les facteurs de stress au travail ailleurs — au travers de l'exemple de pays européens — comme au Québec.

---

<sup>10</sup> Importance rencontrée chez 6,13 % et 5,90 % respectivement des cadres féminins et masculins contre 6,31 % et 6,51 % des employés de bureau et professionnels féminins et masculins ( $p < 0,05$ )

<sup>11</sup> Fréquences de 5,09 % et 3,77 % respectivement des hommes cadres et employés de bureau/ professionnels contre 4,59 % et 3,25 % des femmes cadres et employés de bureau/ professionnels ( $p < 0,05$ )

<sup>12</sup> Fréquences de 2,37 % et 2,22 % respectivement des hommes cadres et employés de bureau/ professionnels contre 3,17 % et 3,46 % des femmes cadres et employés de bureau/ professionnels ( $p < 0,05$ ) ; Importance rencontrée chez 3,38 % et 3,71 % respectivement des hommes cadres et employés de bureau/ professionnels contre 3,84 % et 4,17 % des femmes cadres et employés de bureau/ professionnels ( $p < 0,05$ ) ;

#### 1.1.2.2.1 Travail décent : position relative du Canada par rapport aux autres pays et en particulier à l'Europe

Bien que ne répondant pas *stricto sensu* à une description du stress au travail vécu par les travailleurs, le travail décent est une compilation d'indicateurs élaborée par le Bureau international du Travail (BIT) qui tend à représenter la nature multiforme du travail décent de façon la plus large possible (Bureau international du travail, 2008) et donc les conditions de travail dans lesquelles les travailleurs exercent et ressentent du stress pour certains. C'est une donnée contextualisante centrée sur les travailleurs<sup>13</sup>. Il est primordial de rappeler au préalable que plus cet indice est élevé, moins le travail est dit décent. Nous appuyant sur une étude basée sur sept d'entre eux (Bescond et al., 2003), parmi les pays occidentaux, alors le Canada se trouve en onzième place avec une moyenne tronquée<sup>14</sup> de 12,2 (Tableau 1.1) et est supérieure à celle de la République de Corée (12,0) et proche de celle de Macao (12,3); son score est également bien supérieur à celui de nombre de pays européens au rang desquels la Suède, le Danemark, l'Islande, la Suisse ou encore la France (avec respectivement des scores de 5,1 ; 6,2 ;

---

<sup>13</sup> Le travail décent est une notion définie par l'Organisation internationale du travail comme « [résumant] les aspirations de tout travailleur: possibilité d'exercer un travail productif et convenablement rémunéré, assorti de conditions de sécurité sur le lieu de travail et d'une protection sociale pour sa famille. Le travail décent donne aux individus la possibilité de s'épanouir et de s'insérer dans la société, ainsi que la liberté d'exprimer leurs préoccupations, de se syndiquer et de prendre part aux décisions qui auront des conséquences sur leur existence. Il suppose une égalité de chances et de traitement pour les femmes et les hommes. ». Ce concept dispose d'indicateurs de mesures portant sur les conditions d'emploi (possibilités d'emploi, emploi rémunérateur, conditions de travail), la sécurité sociale, les droits fondamentaux (travail forcé et travail des enfants, discrimination au travail, liberté syndicale) et le dialogue social (négociation collective, démocratie dans l'entreprise, participation à l'échelon national) (Ghai, 2003)

<sup>14</sup> Une moyenne tronquée est aussi appelée *moyenne réduite*. Elle permet d'éliminer des données dites aberrantes. Il existe plusieurs type de filtre (5 %, 25 %, etc.), ici les extrêmes sont enlevés aux fins de calcul de la moyenne. Par exemple, pour effectuer la moyenne tronquée du Danemark dont les scores sont : 0,6 ; 4,8 ; 5,5 ; 8,2 ; 12,0, les deux valeurs extrêmes (0,6 et 12,0) sont éliminées et la valeur moyenne est calculée à partir des données restantes.

7,3 ; 8,0 et 8,9). Quoique cette représentation soit incomplète du fait de données manquantes, ces dernières sont presque du même type chez les pays comparés (faible rémunération horaire et personnes âgées sans pension).

Tableau I.1 : Comparaison internationale de sept indicateurs du travail décent. Illustration méthodologique. Extrait pour les pays occidentaux ayant une moyenne tronquée inférieure à 14,5. (Bescond et al., 2003, p. 225).

Pays	1	2	3	4	5	6	7	Moyenne tronquée
	Enfants non scolarisés	Faible rémunération horaire	Durée excessive du travail	Chômage	Chômage des jeunes	Écart entre le taux d'activité des hommes et celui des femmes	Personnes âgées sans pension	
Suède	0,0	...	7,8	4,1	8,3	3,5	...	5,1
Danemark	5,5	...	12,0	4,8	...	8,2	0,6	6,2
Islande	6,5	...	30,8	2,8	6,0	9,5	...	7,3
Suisse	12,7	5,6	...	2,5	5,7	18,6	...	8,0
France	4,2	...	8,9	8,9	20,2	13,4	0,0	8,9
Finlande	3,9	...	11,3	13,1	25,1	8,6	...	11,0
Royaume-Uni	7,2	9,3	21,8	5,2	12,2	15,8	...	11,1
Belgique	7,8	...	10,9	8,6	21,1	18,1	3,7	11,4
Allemagne	11,6	...	11,1	9,2	...	14,1	...	11,4
États-Unis	8,2	...	18,2	6,0	12,4	15,1	...	11,9
Canada	7,4	...	12,9	9,4	15,2	14,4	...	12,2
Portugal	11,4	...	16,5	4,1	9,9	16,9	...	12,6
Lithuanie	...	...	12,4	14,1	26,5	13,6	...	13,9
Australie	8,7	...	20,5	6,0	12,4	16,2	48,4	14,5

La comparaison présentée ici ne l'est que dans un but d'illustration. Le nombre limité d'indicateurs utilisés pour calculer la moyenne tronquée et le nombre important de valeurs manquantes ne permettent pas de tirer des conclusions sur le classement des pays. Une série de données plus complète et un plus grand nombre d'indicateurs pourraient donner un classement différent. Source : Calculé à partir des enquêtes auprès de la main-d'œuvre.

Le travail décent est donc intéressant pour permettre de comparer les vécus de bien-être des travailleurs à travers certains indices. Mais, plus précisément, qu'en est-il du sentiment de stress au travail ?

#### 1.1.2.2.2 Stress au travail : les Européens aussi affectés

Bien que le score du travail décent du Canada montre une condition plus défavorable aux travailleurs canadiens qu'à ceux exerçant dans certains pays d'Europe, la situation

n'est peut-être pas si différente entre ces pays. Dans les paragraphes suivants, seront mis en évidence, les niveaux de stress vécus en Europe.

Comme le montre le tableau ci-dessous (Tableau I.2) plus d'un salarié européen sur cinq estime que sa santé est affectée par des problèmes de stress au travail (Parent-Thirion et al., 2007), juste derrière la fatigue (22,6 %) et les problèmes musculosquelettiques (47,5 %).

Tableau I.2 : Travailleurs (%) signalant chacun des symptômes, UE27. Source : tableau 7.1 de la 4<sup>e</sup> enquête européenne sur les conditions de travail (Parent-Thirion et al., 2007, p. 68).

Symptôme	Pourcentage (%)
Maux de dos	24,7
Douleurs musculaires	22,8
Fatigue	22,6
Stress	22,3
Maux de tête	15,5
Irritabilité	10,5
Blessures	9,7
Problèmes d'insomnie	8,7
Anxiété	7,8
Problèmes de vue	7,8
Problèmes d'audition	7,2
Problèmes de peau	6,6
Douleurs d'estomac	5,8
Difficultés respiratoires	4,8
Allergies	4,0
Maladies cardiaques	2,4
Autre	1,6

Leur perception du stress est de plus en plus prégnante. En Suisse, entre 2000 et 2010, les pourcentages de personnes occupées actives ne ressentant jamais de stress ou seulement parfois ont diminué (passant respectivement de 17,4 à 13,2 % et de 56 à 52,4 %) ce qui fait que plus d'un tiers de ces personnes en ressentent souvent ou très souvent en 2010 (Vanis et al., 2011).

Bon nombre de salariés européens sont ainsi touchés par le stress à leur travail. Or, l'étude du risque de maladie professionnelle par type de technologie utilisée (Figure I.1) révèle une plus grande probabilité de souffrir de stress pour les travailleurs dont le métier les conduit à œuvrer avec des machines par rapport aux autres œuvrant avec des technologies de l'information (TI) ou sans aucune technologie. Le travail avec des machines peut être davantage relié au travail des ouvriers tandis que celui centré sur les technologies de l'information peut être associé au travail clérical ou de cadre. Il est raisonnable de penser que cette comparaison mesure plus l'effet du niveau hiérarchique que de l'effet technologique. Dans le doute, il est primordial de comprendre avec justesse les facteurs professionnels œuvrant dans l'apparition du stress.

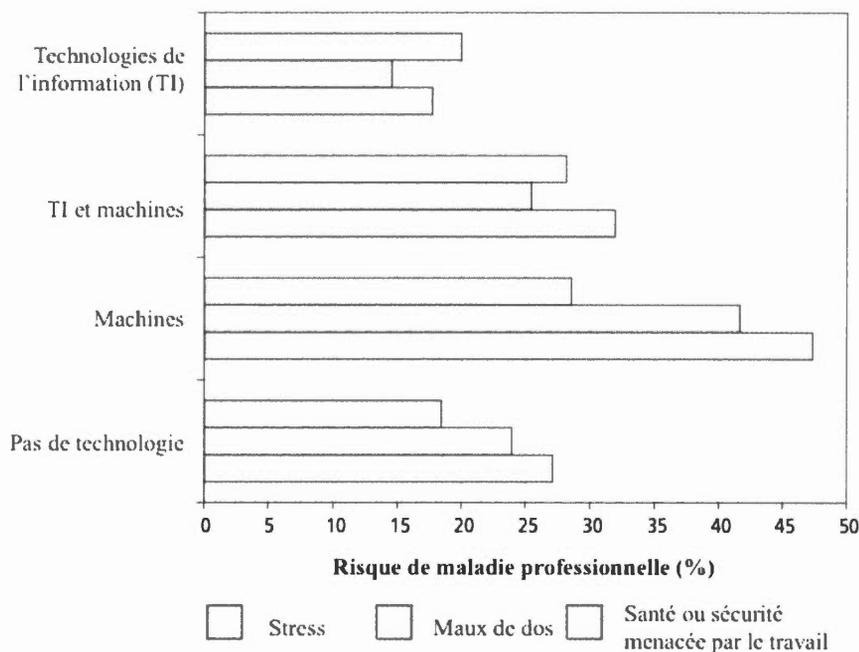


Figure I.1 : Risque (%) de maladie professionnelle par type de technologie utilisée, UE27. Source : graphique 5.12 de la 4<sup>e</sup> enquête européenne sur les conditions de travail (Parent-Thirion et al., 2007, p. 48). TI : technologies de l'information.

#### 1.1.2.2.3 Stress au travail : description plus fine des facteurs de stress au travers du cas des travailleurs québécois

À travers les deux études que sont l'Enquête sociale et santé du Québec de 1998 et l'Enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes de 2008, il sera possible d'apprécier l'ampleur du stress vécu par la population active.

Selon l'**Enquête sociale et Santé du Québec de 1998** (Daveluy et al., 2001), une majorité de Québécois de 15 ans et plus considère leur santé mentale comme excellente (35 %), très bonne (36 %) ou bonne (21 %). En revanche, 8 % de la population juge sa santé mentale comme moyenne ou mauvaise. Et, cela touche un peu plus les femmes que les hommes (9,0 % contre 7,2 %).

Lorsque l'enquête se penche sur la détresse psychologique alors, en utilisant l'Indice de détresse psychologique de Santé Québec (IDPESQ14), 20 % des Québécois de 15 ans et plus se classent dans la catégorie élevée de cet indice. Toute proportion gardée, les femmes sont significativement plus nombreuses à faire partie de cette catégorie (23 % contre 17 %).

Tableau I.3 : Perception de l'état de santé selon certaines caractéristiques socioéconomiques, population de 15 et plus, Québec, 1998. Extrait de l'enquête sociale et de santé 1998 (Daveluy et al., 2001, p. 262).

	Excellent	Très bon	Bon	Moyen ou mauvais
	%			
<b>Scolarité relative</b>				
Plus faible	15,0	29,0	38,4	17,6
Faible	17,2	34,8	37,4	10,7
Moyenne	16,4	39,2	34,8	9,6
Élevée	17,8	37,9	34,1	10,2
Plus élevée	23,9	40,0	28,9	7,2
<b>Niveau de revenu</b>				
Très pauvre	17,0	27,1	33,0	22,9
Pauvre	15,4	29,3	36,1	19,2
Moyen inférieur	16,4	34,7	37,1	11,9
Moyen supérieur	18,8	39,3	34,6	7,2
Supérieur	23,6	42,2	27,6	6,6
<b>Statut d'activité</b>				
En emploi	20,8	40,1	33,8	5,3
Aux études	21,4	39,9	31,2	7,5
À la maison	13,4	32,5	39,0	15,1
À la retraite	12,0	26,4	38,3	23,4
Sans emploi	11,6	24,2	30,7	33,5
<b>Catégorie professionnelle<sup>1</sup></b>				
Professionnel, cadre supérieur	26,5	42,9	26,4	4,2*
Cadre intermédiaire, semi-professionnel, technicien	22,9	43,1	29,7	4,4
Employé de bureau, de commerce et de service	18,6	41,2	34,3	5,9
Contremaître, ouvrier qualifié	18,8	37,6	38,2	5,5
Ouvrier non qualifié, manoeuvre	20,3	39,0	34,7	6,0*

1. Population qui occupe un emploi.

\* Coefficient de variation entre 15 % et 25 %; interpréter avec prudence.

Source : Institut de la statistique du Québec, *Enquête sociale et de santé 1998*.

Deux points semblent plus particulièrement intéressants à retenir (Daveluy et al., 2001) :

- La scolarité relative et le niveau de revenu sont inversement associés à la catégorie élevée de l'indice de détresse psychologique (Tableau I.3) : 24 % pour les moins instruits contre 15 % pour les plus instruits.

- Parmi la population de référence de l'étude, 40 % de ceux qui se classent à un niveau élevé de l'IDPESQ14 contre 11 % de ceux qui se classent à un niveau plus faible déclarent :
  - avoir eu une manifestation ou un symptôme de détresse psychologique qui dure depuis six mois et plus
  - avoir aussi rapporté des conséquences sur leur capacité de travailler ou de poursuivre des études (Tableau I.4).

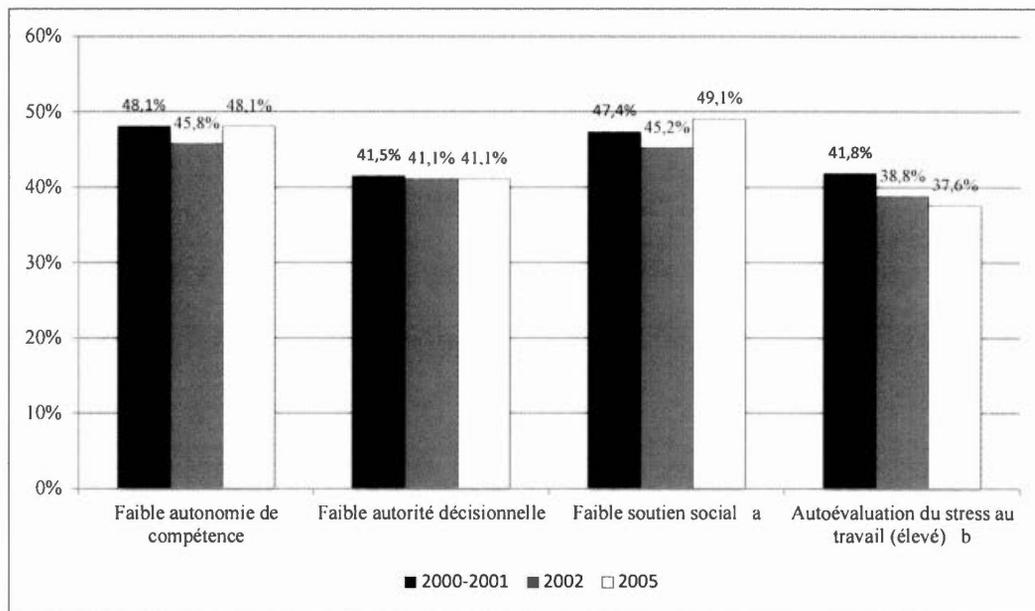
Tableau I.4 : Durée des manifestations associées à l'indice de détresse psychologique selon le sexe et l'âge, population de 15 ans et plus, Québec, 1998. D'après l'ESSQ-98 (Daveluy et al., 2001, p. 344).

	Moins d'un mois		Six mois à un an		Plus d'un an	
	Bas à moyen	Élevé	Bas à moyen	Élevé	Bas à moyen	Élevé
Hommes	36,5	21,5	24,9	25,6	38,6	52,9
Femmes	41,1	27,8	26,1	31,7	32,9	40,5
Sexes réunis						
15-24 ans	57,0	42,2	21,4	27,4	21,7	30,4
25-44 ans	39,5	22,9	26,2	32,6	34,3	44,6
45-64 ans	31,3	16,3	25,5	26,3	43,2	57,4
65 ans et plus	23,3	11,9**	29,4	25,5*	47,3	62,6
<b>Total</b>	<b>38,7</b>	<b>25,1</b>	<b>25,5</b>	<b>29,1</b>	<b>35,8</b>	<b>45,8</b>

\* Coefficient de variation entre 15 % et 25 % ; interpréter avec prudence

\*\* Coefficient de variation > 25 % ; estimation imprécise fournie à titre indicatif seulement.

D'autre part, une **étude menée par l'Institut de la Statistique du Québec** (Vézina et al., 2008a) a mis en exergue certaines évolutions en termes de santé au travail et de stress. En effet, une augmentation significative du faible soutien social (de 45,2 % en 2002 à 49,1 % en 2005) alors que la faible autonomie de compétence et la faible autorité décisionnelle sont demeurées relativement stables (Figure I.2). *A contrario*, l'auto-évaluation du stress au travail s'est améliorée de façon significative (de 2000-2001 à 2005) : la proportion de personnes qualifiant la plupart de leurs journées de travail comme assez ou extrêmement stressantes est passée de 41,8 % à 37,6 % (différence significative au seuil de 5 %).



- Différence significative au seuil de 5 % entre 2002 et 2005.
- Différence significative au seuil de 5 % entre 200-2001 et 2005.

Source : Statistique Canada, *Enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes. Santé mentale et bien-être, cycle 1,2*, fichier de partage — Québec.

Compilation : Institut de la statistique du Québec.

Figure 1.2 : Évolution des contraintes psychosociales de travail chez la population de 15 à 75 ans en emploi au Québec, de 2000-2001 à 2005. Tiré de la figure 3 (p.24) du rapport de Vézina et Bourbonnais (Vézina et al., 2008a).

La faiblesse de l'autonomie de compétence, de l'autorité décisionnelle, de la demande psychologique, du soutien social et la présence de l'insécurité d'emploi sont des facteurs significatifs d'un niveau élevé de détresse psychologique pour la population active, les femmes et les hommes — sauf concernant la faiblesse de demande psychologique et l'insécurité d'emploi — (Tableau I.5). Le niveau de détresse psychologique est plus élevé pour l'ensemble des travailleurs (hommes et femmes) ayant 6 mois et moins d'expérience (37,3 %) que pour ceux ayant plus d'ancienneté (23,4 % et 23,5 % respectivement pour les périodes de 27 à 51 semaines et de 52 semaines). Cette relation est cependant moins significative chez les hommes pris à part, pour lesquels il existe un fort taux de variation (de 15 % à 25 %).

Tableau 1.5 : Proportion de personnes (%) ayant un niveau élevé de détresse psychologique selon des contraintes psychosociales de travail et le nombre de semaines en emploi, personnes de 15 à 75 ans en emploi, Québec, 2002. Tiré du tableau 2 (p.28) du rapport de Vézina, Bourbonnais, et al. (2008 b).

	Hommes	Femmes	Total
<b>Contraintes psychosociales de travail</b>			
<b>Autonomie de compétence<sup>b,c</sup></b>			
Faible	25,1	33,8	29,2
Forte	20,1	23,5	21,6
<b>Autorité décisionnelle<sup>a,b,c</sup></b>			
Faible	27,6	33,9	30,8
Forte	19,2	23,5	21,0
<b>Demande psychologique<sup>b,c</sup></b>			
Faible	23,5	32,5	27,9
Forte	21,7	25,5	23,3
<b>Soutien social<sup>a,b,c</sup></b>			
Faible	28,9	35,6	32,0
Forte	17,3	22,3	19,6
<b>Insécurité d'emploi<sup>b,c</sup></b>			
Présence	27,3	34,5	30,3
Absence	18,8	25,1	21,8
<b>Nombre de semaines en emploi<sup>b,c</sup></b>			
1 à 26 semaines	28,0*	44,1	37,3
27 à 51 semaines	23,1*	23,8*	23,4
52 semaines	21,7	25,7	23,5

a. Le test d'association entre cette variable et la détresse psychologique est significatif au seuil de 5 % chez les hommes.

b. Le test d'association entre cette variable et la détresse psychologique est significatif au seuil de 5 % chez les femmes.

c. Le test d'association entre cette variable et la détresse psychologique est significatif au seuil de 5 % dans la population totale.

\* Coefficient de variation entre 15 % et 25 % : interpréter avec prudence.

Source : Statistique Canada, *Enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes. Santé mentale et bien-être, cycle 1.2*, fichier de partage — Québec.

Compilation : Institut de la statistique du Québec

Le tableau ci-dessous (Tableau 1.6) montre que lorsque les personnes autoévaluent leur stress dans l'année écoulée, la forte autonomie de compétence, la forte demande psychologique associée à un faible soutien social sont les facteurs qui mènent à l'auto-évaluation d'un stress élevé.

Tableau 1.6 : Proportion de personnes (%) évaluant comme élevé leur stress au travail au cours d'une période de 12 mois selon des contraintes psychosociales de travail, personnes de 15 à 75 ans en emploi, Québec, 2002. Tiré du tableau 6 (p.31) du rapport de Vézina, Bourbonnais, et al. (2008 b)

	Hommes	Femmes	Total
<b>Autonomie de compétence</b> <sup>a, b, c</sup>			
Faible	25,3	31,3	28,1
Forte	41,9	55,0	47,7
<b>Demande psychologique</b> <sup>a, b, c</sup>			
Forte	50,9	60,0	55,3
Faible	25,2	32,1	28,2
<b>Soutien social</b> <sup>a, b, c</sup>			
Faible	41,1	53,9	47,1
Forte	29,7	35,2	32,2
<b>Efforts physiques</b> <sup>a</sup>			
Intenses	28,9	48,9	37,1
Faibles	38,6	41,1	39,8
<b>Insécurité d'emploi</b> <sup>c</sup>			
Présence	42,0	49,1	45,5
Absence	33,2	42,6	37,4

Ainsi, tout comme en France (Direction des relations du travail et al., 2002 ; Guignon et al., 2008), de ces études canadiennes ressort l'importance de la prise en compte des trois dimensions identifiées par les travaux de Karasek (Karasek et al., 1998; Karasek and Theorell, 1990; Larocque et al., 2008) : l'autonomie décisionnelle, la demande psychologique et le soutien social. À présent, il convient de s'intéresser aux conséquences de ces facteurs sur les travailleurs.

### 1.1.2.3 Stress au travail : de graves conséquences sur les travailleurs

L'identification des conséquences sur les travailleurs est souvent l'apanage d'enquêtes sectorielles ou de terrain de par les particularités intrinsèques de chaque métier. Au-delà des opérateurs des centres d'appel d'urgence (OCAU) dont la santé psychosociale est finement décrite en fin de problématique (1.3, p.31), sont abordés trois aspects concernant beaucoup de travailleurs : le stress ne touche pas seulement les cadres moyens ou les ouvriers, mais aussi les professions dites supérieures ; les nouvelles

technologies apportent leur lot d'évolution au stress au travail ; quoique peu documenté, le stress peut mener à la dépression.

Tout comme le stress touche ouvriers (Wells, 2010) et cadres (Giauque et al., 2013 ; Mhiri, 2013), il peut également affecter les professions dites supérieures. En effet, au travers d'un questionnaire basé sur le Health & Safety Executive Management Standards Indicator Tool et sondant des paramètres comme l'anxiété, les symptômes dépressifs, la consommation d'alcool, les idées suicidaires, le bien-être mental et l'interaction travail – vie privée, 1796 des chirurgiens anglais (56 % de ceux interrogés), ont rapporté le nombre d'heures travaillées et la commission d'erreurs professionnelles comme étant des facteurs de stress ; les bonnes relations avec les pairs et les réussites cliniques sont les plus grandes sources de satisfaction au travail. Ils sont plus à même d'être soumis à davantage de demandes reliées au stress ou à de faibles niveaux de soutien hiérarchique que la population générale (Bartram et al., 2009). Le stress peut ainsi toucher toutes les catégories socioprofessionnelles.

*Avec l'avènement de l'informatique et des microtechnologies qui nous entourent aujourd'hui (ordinateurs, téléphones intelligents, tablettes, etc.) est né le Technostress. Ce néologisme a été créé par Larry Rosen qui étudiait les différences culturelles d'étudiants universitaires travaillant avec les nouvelles technologies d'informations et de communication (TIC) : les ordinateurs principalement (Rosen and Weil, 1995). Au travail, il est la résultante décrivant les effets psychologiques de la constante stimulation et distraction que peuvent représenter les courriels, les messages vocaux, les cellulaires et les télécopieurs (Muir, 2003). Il peut être vu comme un état d'activation psychophysologique qui se reflète par des niveaux supérieurs d'hormones sensibles au stress, mais aussi par des symptômes cognitifs comme une concentration faible, de l'irritabilité et des dérangements de la mémoire de travail (Baumans et al.,*

2012) et ainsi participer, à long terme, à l'usure de l'organisme (Arnetz and Wiholm, 1997). À ce titre, il doit également être pris comme une des dimensions à prendre en compte dans la genèse multifactorielle du stress (Fulcheri et al., 2013).

Le risque de passer du stress au travail vers une dépression ou vers des troubles anxieux chez les jeunes salariés est deux fois plus important chez les salariés ayant des conditions de travail psychologiquement difficiles<sup>15</sup> (Melchior et al., 2007). Il peut également mener à des idées suicidaires selon les personnalités (Cole et al., 2015).

Le stress peut ainsi frapper l'ensemble des travailleurs, partout et tout le temps grâce aux nouvelles technologies qui relient en permanence nombre d'entre eux et avoir des conséquences graves voire fatales.

## 1.2 Interventions en santé psychosociale

Face au lourd impact tant financier qu'humain, des équipes de recherche investiguent davantage sur les facteurs de stress, les mécanismes sociaux et les conséquences physiologiques et psychologiques humaines. Ils affinent également les leviers d'action pour améliorer les conditions de travail et influencer les décideurs actuels. Pourtant, malgré cet accroissement de l'éclairage scientifique sur la question, des décisions visant l'amélioration légale de la prise en charge de la santé psychologique restent à

---

<sup>15</sup> Le caractère de difficulté psychologique ayant été évaluées au moyen dd'un questionnaire dérivé des travaux de Karasek et Theorell (Karasek and Theorell, 1990) et de Johnson et al (Johnson et al., 1989) recueillant ainsi des données sur les demandes psychologiques du travail, la latitude décisionnelle au travail et le soutien social.

prendre. Cette succession d'étapes est traitée à présent, illustrant à quel point la prise en charge du stress est toujours un travail en cours.

### 1.2.1 Positionnement des chercheurs au Québec sur le stress au travail

Au Québec, il existe plusieurs centres de recherche et chercheurs travaillant sur les aspects de santé psychosociale au travail (Tableau I.7). L'un d'eux, Jean-Pierre Brun (Brun and Lamarche, 2006) s'est penché sur la mesure du coût du stress dans les entreprises en mettant en relief :

- Les coûts financiers suivants :
  - 66 milliards de dollars aux États-Unis ;
  - 20 milliards d'euros pour l'Union européenne.
  - 14,4 milliards de dollars au Canada (soit 1,7 % du PIB<sup>16</sup>) ;
  - 14,3 millions de dollars en 2004 au Québec pour les coûts des lésions indemnisées liées au stress, à l'épuisement professionnel ou à d'autres facteurs d'ordre psychologique (soit 0,006 % du PIB<sup>17</sup>) ;

---

<sup>16</sup> Le PIB est le produit intérieur brut. Au Canada, depuis 2001, il s'agit plus précisément du PIB fondé sur les prix de base afin d'aligner le système canadien avec les normes internationales. Le PIB fondé sur les prix de base inclut les impôts indirects nets (impôts indirects moins les subventions) rattachés au facteurs de production. Il exclut les impôts et subventions sur les produits (taxes de vente, taxes sur les carburants, taxes sur l'importation, etc.) qui sont eux comptés dans le PIB au prix du marché (Statistique Canada, n.d.). Toute référence au PIB dans le présent document fait référence au PIB fondé sur les prix de base.

<sup>17</sup> Calcul réalisé à partir des données de PIB de 2004 déterminés par l'institut de la statistique du Québec, soit : 2 221 722,5 millions de dollars canadiens (Institut de la statistique du Québec, 2005).

- Le coût humain suivant : en 2006, au Québec, 41 % des personnes se disaient assez ou extrêmement stressées.

Aussi, Vézina et al. (Neboit and Vézina, 2002; Vézina, 2002; Vézina et al., 2008a; 2010; 2008b) utilisent de grandes études pancanadiennes afin d'identifier les facteurs de stress au travail et visent beaucoup la diffusion interdisciplinaire des connaissances scientifiques francophones en la matière.

Tableau 1.7 : Positionnement des quelques chercheurs au sein d'équipes et groupes de recherche en santé mentale au travail.

Domaine	CESH <sup>1</sup> Centre d'étude sur le stress humain	CGSST <sup>2</sup> Chaire en gestion de la santé et de la sécurité du travail dans les organisations	ERTSM <sup>3</sup> Équipe de recherche sur le travail et la santé mentale	GIROST <sup>4</sup> Groupe interdisciplinaire de recherche sur l'organisation et la santé au travail	GRISMT <sup>5</sup> Groupe de recherche et d'intervention en santé mentale au travail	RIPOST <sup>6</sup> Équipe de recherches sur les impacts psychologiques, organisationnels et sociaux du travail
<b>Université de Montréal</b>						
Lupien, Sonia <sup>5</sup>	stress, cortisol; psychoneuroendocrinologie; cognition	✓				
Marchand, Alain <sup>1</sup>	Stress; mesures physiologiques		✓			
<b>Université Laval</b>						
Bourbonnais, Renée <sup>2</sup>	Relations entre contraintes et santé Organisation	✓		✓		
Brun, Jean-Pierre <sup>3</sup>						
Vézina, Michel <sup>4</sup>	Évaluation de projets, effets sur la santé des individus			✓	✓	☐✓
<sup>1</sup> CESH <a href="http://www.stresshumain.ca">http://www.stresshumain.ca</a>				<sup>21</sup> Marchand, Alain <a href="http://en.umontreal.ca/repertoire-departement_vue/marchand-alain">http://en.umontreal.ca/repertoire-departement_vue/marchand-alain</a>		
<sup>2</sup> CGSST : <a href="http://www2.ulaval.ca/fileadmin/ulaval_ca/Images/recherche/bd/regroupement_fiche_197.html">http://www2.ulaval.ca/fileadmin/ulaval_ca/Images/recherche/bd/regroupement_fiche_197.html</a>				<sup>22</sup> Bourbonnais, Renée : <a href="http://www.uresp.ulaval.ca/index.php?section=perso_chercheur&amp;id=42">http://www.uresp.ulaval.ca/index.php?section=perso_chercheur&amp;id=42</a>		
<sup>3</sup> ERTSM <a href="http://www.ertsm.umontreal.ca">http://www.ertsm.umontreal.ca</a>				<sup>23</sup> Brun, Jean-Pierre : <a href="http://www2.ulaval.ca/fileadmin/ulaval_ca/Images/recherche/bd/chercheur_fiche_379_365.html">http://www2.ulaval.ca/fileadmin/ulaval_ca/Images/recherche/bd/chercheur_fiche_379_365.html</a>		
<sup>4</sup> GIROST : <a href="http://www.rlt.ulaval.ca/?pid_945">http://www.rlt.ulaval.ca/?pid_945</a>				<sup>24</sup> Vézina, Michel : <a href="http://www.crhudequebec.ulaval.ca/recherche/chercheurs_4710">http://www.crhudequebec.ulaval.ca/recherche/chercheurs_4710</a>		
<sup>5</sup> GRISMT : <a href="http://www.integration-travail.fse.ulaval.ca/outils-methodes/grismt/">http://www.integration-travail.fse.ulaval.ca/outils-methodes/grismt/</a>				<sup>25</sup> Lupien, Sonia : <a href="http://www.iusmm.ca/sonialupien.html">http://www.iusmm.ca/sonialupien.html</a>		
<sup>6</sup> RIPOST : <a href="http://www.npost.qc.ca">http://www.npost.qc.ca</a>						

Au travers des six groupes de recherche sur la santé mentale qui se sont constitués au Québec et présentés ici, non seulement il est à présent possible d'affirmer que la santé psychologique est un enjeu important, mais également d'en saisir l'ampleur au Québec : 41 % de personnes. En 2004, cela représentait un coût relatif bien moindre au Québec qu'au Canada. Cela ne signifie pas pour autant qu'entreprises et agences

gouvernementales du Québec n'ont pas des défis à relever, comme tant d'autres à travers le monde.

### 1.2.2 Défis et avancées

Chefs d'entreprises et gouvernements avancent chacun à leur rythme selon des contraintes législatives et la gravité des situations locales. Ces mouvements s'amorcent difficilement. Pour tenter d'en comprendre l'état actuel, sont présentés des avancées réglementaires en France et au Canada ainsi que le défi de mobilisation des décideurs qui permettra, peut-être, d'améliorer réellement la situation.

#### 1.2.2.1 Des avancées réglementaires inégales au niveau français et canadien

Il aurait été intéressant d'établir un portrait exhaustif mondial de l'intégration du stress et plus largement de la santé psychosociale dans les systèmes légaux. Face à l'ampleur d'un tel exercice, est préférée ici la mise en avant de la difficulté que représente la reconnaissance de cet aspect de la santé à travers un exemple français. Ensuite, sera examiné le cas canadien à travers la province du Québec.

En France, l'article L.230-2 du Code du travail (obligation générale de sécurité), précisé par la loi de modernisation sociale n° 2002-73 du 17 janvier 2002, indique qu'il incombe à l'employeur d'assurer tant la santé physique que mentale des salariés (Conseil d'Etat de la République Française, 2011). Aussi, le 5 septembre 2007, la Sécurité sociale française a reconnu qu'un ouvrier mort d'une crise cardiaque en janvier de cette année avait été victime d'un stress chronique causé par son travail (Bellan, 2007).

D'autre part, en 2008, l'agence nationale pour l'amélioration des conditions de travail (ANACT, France) a noté que le stress et les risques psychosociaux représentent une préoccupation majeure de tous les acteurs de l'entreprise (Baujard et al., 2008). Par exemple les organisations syndicales visent d'aller au-delà de la simple transposition d'un accord européen de 2004 et désirent mettre en place « une vision partagée, objective et mesurable du phénomène ». Apparaissent alors deux défis particuliers à la santé psychosociale : face à la complexité du phénomène, le stress d'origine professionnelle est-il contraint à une reconnaissance au cas par cas ? Quels médias permettraient cette vision partagée, objective et mesurable ?

Au Canada, aucune loi n'encadre le stress professionnel, cela ne touche qu'un nombre limité de champs d'activité, car la santé et la sécurité au travail relèvent presque exclusivement de la compétence des provinces<sup>18</sup>. Au Québec, un groupe de travail paritaire<sup>19</sup> créé en 2009 par le conseil d'administration de la commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST<sup>20</sup>) a abouti sur le projet de loi 60 déposé en avril 2012 sur lequel il n'y a pas eu de consensus (Baril-Gingras, 2012) afin de modifier la loi sur la santé et la sécurité du travail (LSST). C'est pourquoi, s'appuyant sur un mémoire

---

<sup>18</sup> L'entreprise de compétence fédérale exerce dans des activités dans les domaines suivants : banques, communications, élévateurs à grains, meuneries et minoteries, Indiens et terres réservées aux Indiens, Ministères et organismes fédéraux, service postal, transport (fluvial, maritime, aérien, aéronautique, ferroviaire), transport par pipeline s'étendant au-delà des limites de la province, transport par route interprovincial ou international. Des entreprises vitales pour ces entreprises de compétence fédérales peuvent également être reconnues comme de compétence fédérale (Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail, n.d.).

<sup>19</sup> Paritaire : « Qui est formé d'un nombre égal de représentants de chaque partie en présence » (Larousse, 2015). Le groupe de travail paritaire obéit donc au paritarisme : « Doctrine visant à recourir aux organismes paritaires pour rechercher des accords entre employeurs et employés, par exemple. » (Larousse, 2015). En l'occurrence, s'agissant de ce groupe de travail paritaire, il est constitué de trois représentants nommés par les associations syndicales et de trois représentants nommés par les associations patronales (Fédération interprofessionnelle de la santé du Québec, 2015).

<sup>20</sup> Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2016, les missions de la CSST et de la Commission des normes du travail (CNT) ont été regroupées dans une nouvelle entité unique : la Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail (CNESST).

collectif, des chercheurs visent l'explicitation dans la LSST tout autant de la sécurité que de la santé et de l'intégrité psychologique à travers la constitution d'un règlement-cadre (Baril-Gingras et al., 2010).

Au Québec comme en France, l'enjeu réside bien dans l'accord des partenaires sociaux pour mettre en place une loi claire, aux indicateurs objectifs, mais aussi acceptables pour l'économie. Peut-être, le cap n'est-il pas encore passé face au faible coût relatif du stress au Québec par rapport au Canada indiqué plus tôt (1.2.1) ? Pour autant, des moyens réels semblent possibles pour améliorer les conditions psychosociales de travail.

#### 1.2.2.2 Mobilisation des décideurs en entreprise : un levier d'action pour l'amélioration des conditions psychosociales ?

Au Royaume-Uni, malgré une faible reconnaissance de la santé psychosociale par les responsables d'entreprises, la situation est à même de s'améliorer.

Seulement 10 % des employeurs reconnaissent que le stress a un impact négatif sur la production malgré des efforts de communication importants réalisés par le Health and Safety Executive<sup>21</sup> (BBC, 2002). Or, 40 % des organisations ont pris des mesures pour combattre le stress au travail (Institute of Occupational Medicine, 2001). Pour comprendre cette propension à gérer un risque peu reconnu, il est nécessaire de savoir que cela est dû à la crainte des interventions du HSE (Health and safety Executive,

---

<sup>21</sup> Le Health and Safety Executive est le pendant de la CNESST au Royaume-Uni.

2007) et de possibles poursuites en justice. Bien sûr, certaines entreprises y croient. Les interventions en gestion du stress doivent être conduites pour de bonnes raisons, il existe bien des facteurs confondants en relation au stress à tel point qu'il est très difficile de prouver la valeur des interventions proactives. Des recherches allant dans ce sens sont soutenues par des organismes gouvernementaux tels que l'International Stress Management Association (R. Anderson, 2003).

Cet exemple du Royaume-Uni met donc l'emphase sur l'importance de la volonté politique comme moteur d'une amélioration de la santé psychosociale, à tout le moins d'une réduction du stress d'origine professionnelle.

### 1.3 Santé psychosociale et opérateurs des centres d'appels d'urgence (OCAU)

L'étude de l'impact du stress n'est pas réalisée de façon plus épidémiologique comme cela peut être réalisé pour des cancers professionnels (Labrèche et al., 2013) ou des troubles musculosquelettiques (Aptel and St-Vincent, 2008). Comme illustré plus tôt (0), mesurer les retombées du stress relève encore d'analyses par métiers, sans doute de par la multiplicité des facteurs et de l'avancée toute relative de la compréhension des facteurs et interactions. Or, dans cette thèse, l'intérêt est justement porté sur un métier bien particulier, celui exercé par les opérateurs des centres d'appels d'urgence (OCAU). Au long des paragraphes suivants, il est démontré l'intérêt de l'étude des OCAU pour une recherche/intervention au Québec : leurs souffrances musculoqueslettiques et psychologiques sont prépondérantes.

Une étude (Bernard et al., 1994) portant sur 973 cols blancs du secteur de l'édition de journaux (édition, publication, petites annonces, comptabilité) a mis en relief un taux

de prévalence de 41 % des troubles musculosquelettiques des membres supérieurs (sur une période d'un an) : 26 % sont concernés par des douleurs au cou, 22 % par des douleurs aux mains ou aux poignets, 17 % aux épaules et 10 % aux coudes. La durée de travail sur écran y est positivement reliée à des douleurs plus fortes aux mains ou aux poignets, alors qu'une charge de travail élevée est associée à des douleurs plus grandes au niveau du cou, des épaules et des mains ou poignets.

Chez les opérateurs des centres d'appels d'urgence (OCAU), une problématique de santé et sécurité au travail s'est révélée alors même que leur travail et ses effets sur la santé ont été très peu étudiés. En effet, suite à une demande de l'APSAM, une première étude (Toulouse et al., 2006) a montré l'importance des symptômes de troubles musculosquelettiques (TMS) et de santé psychologique (TSPsy) avec une association entre détresse psychologique et douleurs musculosquelettiques, des contraintes liées à l'aménagement et une faible reconnaissance au travail. L'ampleur de ce phénomène pourrait être élevée dans la mesure où 45 centres d'appels d'urgence étaient en service en 2005 employant plus de 1000 préposés selon les estimations de l'Association des centres d'urgence 9-1-1 du Québec.

Dans ce contexte de travail, l'étude de prévalence réalisée en 2006 par les chercheurs de l'IRSSST s'est portée à trois niveaux :

- a. Description de l'ampleur des douleurs musculosquelettiques et des régions du corps touchées ;
- b. Description de l'ampleur des troubles psychologiques ;
- c. Association de ces deux éléments (TMS, facteurs physiques et TSPsy, facteurs psychosociaux)

Les résultats ont mis en évidence que les régions du corps les plus touchées sont le cou, les épaules, le haut et le bas du dos. Le taux de prévalence est au moins trois fois plus élevé pour ces régions du corps que chez les travailleurs du Québec (ESSQ-98). Ces sites de douleurs ont également été rapportés dans les études chez les téléphonistes (Ferguson and Cox, 1997; Smith, 1997; Starr et al., 1982), les téléopérateurs (Hales and Bernard, 1996; Hoekstra et al., 1995) et les employés travaillant devant les terminaux à écran de visualisation — ou TEV — (Bergqvist et al., 1995; Carter and Banister, 1994; Karlqvist et al., 2002; Sauter et al., 1991). Mais surtout l'étude de Toulouse et al. (2006) concernant les troubles psychologiques a mis en évidence une prévalence de détresse psychologique environ deux fois plus élevée chez les OCAU (50 %) que ceux des cols blancs de la région de Québec (24 %) et des travailleurs de l'ESSQ-98 (21 %). La prévalence d'épuisement professionnel est également élevée (49 %) ainsi que les troubles du sommeil. Cependant, le niveau de détresse post-traumatique est faible (3 %). Les chercheurs expliquent ce résultat comme étant normal dans la mesure où des opérateurs diagnostiqués positifs à ce test ne peuvent généralement pas assurer un emploi.

L'analyse des facteurs physiques a révélé que la majorité des OCAU mettent en avant des problèmes reliés à l'aménagement des postes de travail, entre autres une inadéquation de la grandeur des surfaces de travail (72,3 %), de l'emplacement des appareils annexes (71,6 %) et du clavier d'ordinateur (67,3 %). Plus de la moitié des préposés font également état de l'inadéquation de l'emplacement de la chaise et des équipements qui crée un inconfort important renforcé par une posture assise prolongée. Les conditions environnementales de travail sont jugées inconfortables et nuisibles à la qualité du travail en raison du bruit, de la température, de l'air ambiant, de l'éclairage et des courants d'air.

Les résultats de l'analyse des facteurs psychosociaux ont montré une tension psychologique au travail très élevée (70 %), ce qui est trois fois plus important que celle des cols blancs de la région de Québec et des travailleurs de l'ESSQ. Plus précisément, la demande psychologique, la faible latitude décisionnelle et le déséquilibre effort/reconnaissance sont majoritairement mentionnés par les préposés. Concernant l'activité elle-même, les préposés éprouvent des difficultés à l'égard des relations sociales et humaines au travail, la surcharge de travail, l'utilisation de la technologie, le support organisationnel, le traitement de certains appels d'urgence, l'absence de formation, les horaires de travail, l'aménagement physique du poste de travail et le statut d'emploi temporaire.

L'intérêt d'une thèse sur le stress au sein de cette population est donc triple : pour la recherche, la présence de facteurs psychosociaux est avérée ; faire une recherche/action vise à conduire un changement réel au sein des milieux étudiés et elle a du sens ici, car des attentes fortes émergent du milieu, tout comme une volonté de participer à l'amélioration des conditions de travail de la part de responsables de centres ; enfin, d'un point de vue de la sécurité publique, améliorer les conditions de travail des OCAU permet de solidifier ce maillon unique entre la détresse de citoyens et actions des forces publiques (polices, services d'incendie, services d'ambulances).

## CHAPITRE II

### QUESTION DE RECHERCHE

La problématique a identifié l'intérêt de l'étude du stress professionnel, les interventions en santé psychosociale et a présenté la particularité des OCAU. Le **coût sociétal** du stress est difficilement évaluable au plan macro-économique, car les indices actuels sont fortement dépendants des notions sous-jacentes de stress et les divergences de ce point de vue là sont notables entre les pays. Cependant, il ressort de cela que son coût devrait systématiquement être évalué en fonction du PIB produit intérieur brut sur les prix de base. En revanche, au plan micro-économique, le stress se manifeste par une augmentation tant de l'absentéisme que du présentéisme. Le **coût social** se fait sentir sur les travailleurs au travers des facteurs organisationnels eux-mêmes bouleversés par la mondialisation et l'ultracompetitivité : formalités administratives excessives, respect des délais, interruptions fréquentes, salaire inadapté, effectuer le travail pour d'autres et compétition pour de l'avancement sont autant de facteurs fréquemment identifiés et qui s'avèrent être aussi les plus graves pour les travailleurs comme le sont aussi l'accomplissement de tâches absentes de la description de poste et les difficultés d'entente avec le superviseur. Au onzième rang des pays occidentaux pour le travail décent, le Canada n'offre pas des conditions de travail exceptionnelles, se retrouvant derrière bon nombre de pays d'Europe de l'ouest et des États-Unis. En 2007, 22,3 % des Européens disaient avoir leur santé affectée par le stress au travail alors que 41 % des Québécois se disaient assez ou extrêmement stressés en 2006. Au Québec, l'étude plus fine des facteurs de stress met en relief l'importance de la prise en compte de

facteurs développés par Karasek (autonomie de compétence, autorité décisionnelle, soutien social) mais aussi du genre, du niveau d'éducation et de l'ancienneté professionnelle. Le stress peut mener jusqu'à créer dépression, des troubles anxieux, voire d'idées suicidaires selon les personnalités. Or, le stress peut frapper tout un chacun de plus en plus facilement, notamment par l'omniprésence des nouvelles technologies. C'est pourquoi un réel intérêt pour l'étudier sous ses divers aspects (physiologique, organisationnel, cognitif, etc.) est né au Québec. Grâce aux apports scientifiques engendrés par les diverses équipes de recherche et à leurs discussions avec les partenaires sociaux, l'inclusion du stress dans la sphère législative au Québec comme ailleurs est vue comme une réelle nécessité au travers d'indicateurs objectifs du phénomène. Cependant, il s'agit d'un processus en cours. Par ailleurs, la mise en place de fortes contraintes juridiques peut se montrer positive, c'est ce qui a été vu à travers l'exemple du Royaume-Uni qui réussit à contraindre les employeurs à gérer ce problème et à améliorer la santé psychosociale, à tout le moins réduire le stress d'origine professionnelle. Peut-être y a-t-il là une source d'inspiration. La focalisation particulière sur la santé psychosociale des OCAU montre que leur santé physique est particulièrement touchée avec des maux de dos trois fois plus importants que chez les travailleurs du Québec (ESSA-98). Psychologiquement, ils sont aussi singulièrement atteints avec, par exemple, une prévalence de détresse psychologique (50 %) deux fois plus élevée que chez les cols blancs et les travailleurs du Québec.

Or, comme il est montré au prochain chapitre, la variabilité du rythme cardiaque (VRC) semble prometteuse tant les progrès techniques au niveau de ses indices sont multiples et permettent, de nos jours, des mises en relation entre leurs variations et des variations chronobiologiques, des maladies, des conditions environnementales ou encore des stressseurs.

La question de recherche de cette thèse est ainsi la suivante :

**Comment utiliser la variabilité du rythme cardiaque (VRC) pour évaluer le stress professionnel et permettre une amélioration des conditions de travail des OCAU dans une intervention ergonomique ?**

Plus particulièrement, sont examinés les aspects suivants :

- Quels sont les apports et limites des approches actuelles d'évaluation du stress professionnel tant en physiologie qu'en psychologie ou encore en ergonomie ?
- Quelles dimensions du travail sont mesurées par la VRC en milieu contrôlé comme lors de l'intervention auprès des OCAU ?
- Comment la VRC peut-elle être utilisée pour compléter les outils d'évaluation du stress professionnel déjà utilisés ?

Dans le prochain chapitre, c'est-à-dire le cadre théorique (Chapitre III), la première question est examinée et des éléments de réponse sont apportés. Les deux autres questions constituent tout l'enjeu de cette thèse et trouvent leurs réponses dans les discussions de l'étude clinique (6.2), de l'étude ergonomique (7.2) et des réflexions générales et perspectives de recherche (Chapitre VIII).



## CHAPITRE III

### CADRE THÉORIQUE

La recherche sur le stress a commencé de façon embryonnaire avec le modèle de lutte ou de fuite de Cannon en 1915. Depuis, beaucoup de disciplines cherchent à comprendre aussi bien l'impact sur l'homme — interne et comportemental — que l'origine de cette manifestation : les facteurs de stress. En effet, la physiologie, la psychologie, la psychanalytique, la sociologie et l'ergonomie éclairent toutes différemment ce phénomène de stress, chacune avec ses spécificités de compréhension : les mécanismes régulateurs internes, les façons de le gérer, la construction de l'identité, les manières dont il peut toucher les dynamiques de groupe ou encore l'activité de travail elle-même.

Cette thèse ne traite pas du trouble de stress post-traumatique<sup>22</sup> qui survient suite à un événement soudain vécu comme traumatisant, car celui-ci est bien trop particulier et ne représente que le paroxysme des sentiments et émotions envisageables et ne couvre donc pas ceux plus banals — mais réels et sérieux — vécus par la plupart au travail.

---

<sup>22</sup> Le trouble de stress post-traumatique est aussi connu sous les termes de syndrome de stress post-traumatique (SSPT) et d'état de stress post-traumatique (ESPT).

L'enjeu de cette thèse est d'arriver à proposer un moyen objectif d'évaluation du stress aux intervenants en santé et en sécurité du travail, mais aussi et plus particulièrement aux ergonomes. Or, un des aspects importants de l'ergonomie est de mettre en exergue l'ensemble des variabilités auxquelles est confronté un opérateur pour assurer la mise en œuvre de son travail. Par exemple, un opérateur qui travaille à la chaîne doit, en théorie, contrôler la qualité de son travail et dans le même temps suivre la cadence, c'est le *travail prescrit*. Au-delà de ce simple constat, il doit peut-être aussi faire face à des pointes d'activité suite à des pannes, communiquer avec des collègues sur ce qu'il est en train de faire dans un environnement peut-être hostile et dans lequel il doit aussi assurer sa sécurité (les collègues sont loin, la machine est bruyante, le sol est glissant, le superviseur est exigeant, etc.). Il s'agit ici du *travail réel*. Un ou plusieurs de ces éléments peuvent être à l'origine d'un état de stress sans compter que ce même opérateur a également une vie hors travail qui peut elle aussi apporter une part de stress.

Dans ce contexte, il nous apparaît difficile de se fier à un test dont les résultats ne vont laisser entrevoir qu'une des dimensions que l'ergonome aura mises en avant. Par exemple, un test psychosocial va permettre à un opérateur de témoigner subjectivement de son rapport au travail en laissant de côté des aspects importants comme la surcharge physique. Les outils proposés par ces diverses disciplines jusqu'à présent sont bien utiles, nécessaires. En revanche, leur application en milieu de travail peut se trouver réduite à un résultat subjectif en cas d'utilisation de tests psychologiques avec réponses uniques des opérateurs, voire à un résultat simplement inaccessible, dans le cas de tests physiologiques incompatibles avec l'observation de situations de travail. En effet, les tests de salive, d'urine ou prises de sang sont difficiles à mettre en œuvre, car au-delà d'être intrusifs voire impossibles (port de protections individuelles par exemple), l'ergonome veut comprendre une situation de travail sans perturber les opérateurs qu'il observe.

Le stress professionnel revêt de nombreuses acceptions sous-tendues par des paradigmes<sup>23</sup> divergents ou complémentaires. Par voie de conséquence, le présent cadre théorique vise à décrire apports et limites des approches actuelles d'évaluation du stress professionnel tant en physiologie qu'en psychologie ou encore en ergonomie. L'étude du stress ayant d'abord été conduite sous l'aspect physiologique, c'est donc tout naturellement que sont d'abord décrites les approches physiologiques du stress au fil du temps ainsi que les connaissances actuelles en la matière (3.1). Puis, étant donné que l'outil proposé ici — la variabilité du rythme cardiaque (VRC) — est un indicateur physiologique, la seconde partie de ce cadre théorique lui est dévolue (3.2). Y sont faits des liens avec les connaissances physiologiques, mais également s'y retrouvent les techniques d'analyse de la VRC, de la prise de mesure au traitement mathématique. Car, en effet, derrière le terme de VRC se trouve une multitude d'indices divers aux usages multiples. Par la suite sont présentées les diverses approches psychologiques des années 1950 à nos jours qui, tout comme celles vues en physiologie, se sont complexifiées, enrichies (3.3). Enfin, la focalisation est faite sur les ergonomes, coutumiers de la charge mentale et surtout de la description de la dynamique de régulation opérée au sein du travail pour qui les aspects d'évaluation des aspects mentaux semblent intéressants, quoique limités (3.4).

---

<sup>23</sup> Paradigme : « Modèle théorique de pensée qui oriente la recherche et la réflexion scientifiques. » (Larousse, 2015)

### 3.1 Approches physiologiques du stress : des précurseurs aux connaissances actuelles

Les approches physiologiques reposent sur les connaissances dans le domaine de la biologie et des neurosciences : la biologie du stress implique de nombreux systèmes biologiques (Charney and Drevets, 2002). Après un rappel du fonctionnement nerveux (3.1.1), sont présentées les diverses approches générales du stress des précurseurs qu'ont été Cannon, Selye et Laborit mais aussi la théorie Polyvagale de Porges (3.1.2). Après une présentation des connaissances actuelles sur les mécanismes physiologiques du stress (3.1.3), les biomarqueurs du stress sont présentés un à un (3.1.4). Un de ces biomarqueurs est la variabilité du rythme cardiaque (VRC). Afin de mieux la comprendre, une section de ce chapitre est intégralement dévolue à la physiologie cardiaque et à ses aspects rythmiques (3.2). La VRC dépend des relations physiologiques entre le cœur et le reste du corps (3.2.1). La VRC s'obtient par des méthodes permettant de l'évaluer au niveau temporel, spectral et de façon non linéaire (3.2.2) et permet l'identification voire l'évaluation de facteurs normaux et anormaux (maladies, environnement, stresseurs) de variation (3.2.3).

#### 3.1.1 Rappel du fonctionnement nerveux

Le système nerveux humain a trois fonctions : sensorielle, intégrative (traitement de l'information) et motrice. Il est composé comme suit (Astrand et al., 2003) :

- Système nerveux central (SNC) : il est constitué de l'encéphale et de la moelle épinière. Il comprend l'hypothalamus, centre intégrateur du corps

- Système nerveux périphérique (SNP) : il est formé des ganglions et des nerfs à l'extérieur du SNC, il est divisible comme suit :
  - Système nerveux somatique (SNSo) : cette partie regroupe tant le système sensoriel (afférent et ascendant) que les fibres motrices primaires (efférent et descendant).
  - Système nerveux autonome (SNA) : appelé aussi système nerveux végétatif, il prend en charge des fonctions internes, non volontaires ; il est responsable des fonctions automatiques, non soumises au contrôle volontaire, dont les fonctions respiratoire, digestive et cardiovasculaire sont d'un intérêt particulier dans cette recherche.
    - Système nerveux sympathique (SNS) : appelé également système nerveux orthosympathique. C'est un système nerveux efférent qui exerce ses effets sur les cellules et organes cibles essentiellement par les transmetteurs appelés catécholamines mais aussi via une sécrétion d'acétylcholine.
    - Système nerveux parasympathique (SNPS) : appelé aussi système vagal. Ce système exerce ses effets via l'acétylcholine, il est responsable du ralentissement cardiaque (cardiomodérateur).
  - Système nerveux entérique (SNE) : il prend en charge le système digestif avec des neurones sensitifs et d'autres effecteurs (moteurs ou glandulaires).

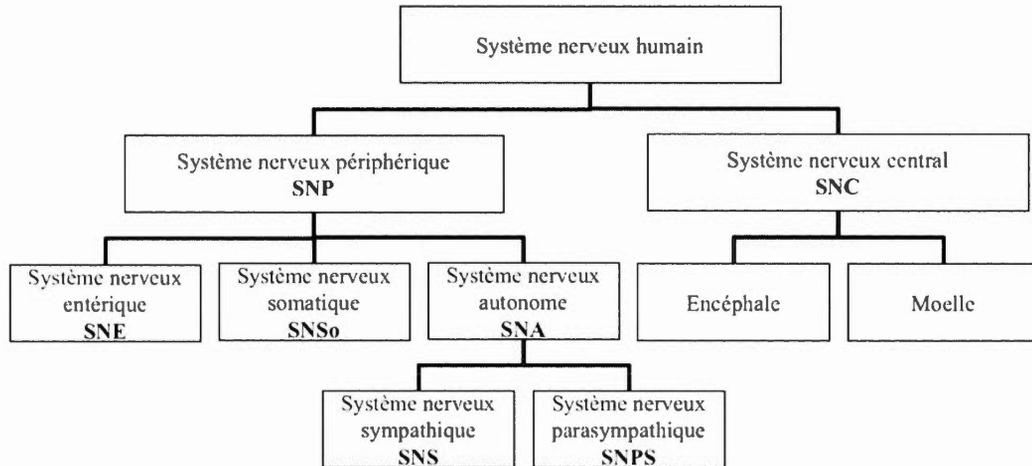


Figure III.1 : Structure du système nerveux

Ces aspects structurels et fonctionnels du système nerveux humain posés, il convient d'étudier les mécanismes physiologiques du stress, des précurseurs à aujourd'hui.

### 3.1.2 Modèles physiologiques du stress : les précurseurs

Trois chercheurs peuvent être considérés comme les précurseurs du stress : Walter Bradford Cannon (1871-1945), Hans Selye (1907-1982) et Henri Laborit (1914-1995). Identifiant les phénomènes de stress et enrichissant différents mécanismes de stress, ils ont permis la mise en place de modèles physiologiques aux perspectives complémentaires sur les modalités et temporalités d'action des divers organes. Ces modèles du stress ont même abouti sur des questionnements d'ordre comportemental, social, sociétal. Plus actuelle (1994), la théorie polyvagale de Stephen Porges met l'accent sur le rôle du nerf vague comme transmetteur d'informations des conditions sociales sur le comportement humain. Ses études sont réalisées au travers de l'analyse de la variabilité

du rythme cardiaque. Les travaux pertinents de ces quatre chercheurs sont donc présentés ici tour à tour.

### 3.1.2.1 Travaux de Walter Bradford Cannon : le modèle de lutte ou de fuite (« fight or flight ») et l'homéostasie

Cannon était un médecin et professeur de physiologie. En étudiant la digestion des animaux, et plus particulièrement les contractions intermittentes de l'estomac pendant la digestion (en utilisant la découverte des rayons X faite par Roentgen vers 1895), il a observé des changements physiques dans le fonctionnement des estomacs de ceux en proie à la crainte ou à la frayeur : les mouvements de l'estomac étaient modifiés voire disparaissaient (W. B. Cannon, 1911). Ceci l'a conduit à étudier les réactions physiologiques au stress dans le corps. C'est ainsi qu'en 1915 Cannon a développé l'expression *lutte ou fuite* (« fight or flight ») ; la réponse de lutte ou fuite est une réponse de stress aigu, automatique, en réaction à une situation stressante ou potentiellement dangereuse. Ainsi, selon Cannon, les modifications du corps sous l'effet de la douleur, de la faim, de la peur ou de la colère sont comparables à une réaction de fuite (W. B. Cannon, 1922). Poursuivant ses travaux, il a abouti sur l'énonciation de la théorie de l'homéostasie (W. B. Cannon, 1932) : « Les êtres vivants supérieurs constituent un système ouvert présentant de nombreuses relations avec l'environnement. Les modifications de l'environnement déclenchent des réactions dans le système ou l'affectent directement, aboutissant à des perturbations internes du système. De telles perturbations sont normalement maintenues dans des limites étroites parce que des ajustements automatiques, à l'intérieur du système, entrent en action et que de cette façon sont évitées des oscillations amples, les conditions internes étant maintenues à peu près constantes [...]. Les réactions physiologiques coordonnées qui maintiennent la plupart des équilibres dynamiques du corps sont si complexes et si

particulières aux organismes vivants qu'il a été suggéré qu'une désignation particulière soit employée pour ces réactions : celle d'homéostasie.» (Baillet, 2015). Cette homéostasie et les réactions de stress qu'il observait étaient selon lui bénéfiques puisqu'elles étaient régulatrices et permettaient à l'humain de faire face aux épreuves qu'il avait à affronter, notamment lors de ses observations faites sur les blessés durant la Première Guerre mondiale (B. Cannon, 1994; Quick and Spielberger, 1994).

### 3.1.2.2 Travaux de Hans Selye : du syndrome général d'adaptation (SGA) aux implications cardiaques et aux notions de complexité et de multifactorialité

Dans les années 1930, Selye (Selye, 1978) menait des expériences sur les rats et observait leurs réactions à des agents stresseurs physiques (par exemple, la chaleur, le froid, la course) ou à des agents chimiques (par exemple, les hormones stéroïdiennes) et s'est notoirement dévoué à la recherche pendant plus de cinquante années.

De fait, Hans Selye s'est révélé être un acteur majeur des premières recherches sur le stress avec plus de 1 700 publications et 40 volumes de livres compilés dont le dénominateur commun est la présence d'hormones, en particulier les stéroïdes<sup>24</sup> dont les contributions majeures ont touché quatre pans de recherche : le stress et les stéroïdes, les stéroïdes et les réactions inflammatoires, les autres sujets connexes et le

---

<sup>24</sup> Les stéroïdes ou hormones stéroïdiennes font référence à cinq catégories déterminées selon les récepteurs : les glucocorticoïdes, les minéralocorticoïdes, les androgènes, les oestrogènes et les progestatifs (Abduljabbar, 2012).

stress et le système cardiovasculaire. Nous les traiterons tour à tour, puis finirons par faire le point sur les notions clés à retenir.

#### 3.1.2.2.1 Stress et stéroïdes

De ces recherches, le moment « historique » est certainement le rapport court publié dans *Nature* en 1936 (Selye, 1998). C'est à cette occasion que le « syndrome général d'adaptation » (SGA) a été décrit pour la première fois (Selye, 1998). Ainsi, Selye décrit ce dernier comme un processus en trois phases (Figure III.2) :

- La réaction d'alarme ;
- La réaction d'adaptation durable, provoquant une réaction de résistance ou de défense ;
- La phase d'épuisement au cours de laquelle les mécanismes d'adaptation finissent par céder. Il s'agit là des conséquences du stress non aigu mais chronique.

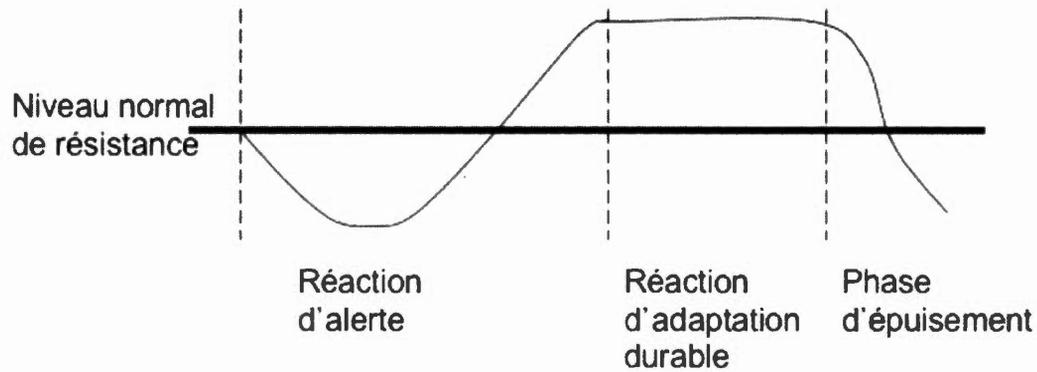


Figure III.2 : Syndrome général d'adaptation. Adapté de Selye (Selye 1976).

Très tôt dans ses recherches, il a reconnu l'importance du rôle des glandes surrénales pour l'adaptation ainsi que celle de l'axe hypophyso-corticosurrénalien dans la réaction au stress (Selye, 1946a ; 1944 ; 1937). Il a aussi établi un classement des stéroïdes et nommé les produits des glandes corticosurrénales *les corticoïdes*, en les subdivisant en glucocorticoïdes et minéralocorticoïdes (Selye, 1943a ; 1942a ; 1941).

Les altérations fonctionnelles et structurelles se produisant dans les surrénales durant la réaction d'alarme ont été également décrites dans ses premiers rapports, dont le grossissement des surrénales, une atrophie du thymus et de la rate ainsi que des ulcères gastriques (Selye, 1998 ; 1955 ; 1946a ; 1937).

Ces changements étaient spécifiques alors même que leur origine ne l'était pas. En effet, ces « stressseurs » étaient de nature variée (froid, chaleur, matières chimiques toxiques, infections graves) et causaient une réponse stéréotypée de stress remettant en cause l'ensemble des travaux antérieurs à son article de 1936 qui considéraient les réponses à de tels agents comme des manifestations spécifiques. Ainsi, quoique le

libellé de la définition du stress ait changé à travers les années, le sens a perduré comme étant des réponses non spécifiques du corps à toute demande qui lui est faite (Selye, 1976a ; 1974). C'est d'ailleurs la définition que tout un chacun peut retrouver aujourd'hui dans un dictionnaire (Larousse, 2015) :

«

1. Ensemble des perturbations biologiques et psychiques provoquées par une agression quelconque sur un organisme.
2. Cour. Tension nerveuse : *La précarité est une source de stress.*

»

Quarante ans après avoir mené sa première description du syndrome du stress, Selye a établi une distinction entre un stress vécu comme déplaisant, « la détresse », et un autre plaisant, « l'eustress » (Selye, 1976a ; 1976b ; 1974). Tout comme Levi (Levi, 1971), Selye a souligné que la plupart des réactions endocrines (ex. : hormone adrénocorticotrope — ACTH — et sécrétions de corticoïdes) étaient identiques dans les deux réactions (Selye, 1976b ; 1976a ; 1974).

Mettant en exergue le rôle des glandes surrénales et des corticoïdes durant *la réaction d'urgence* ou *le syndrome de la lutte ou de la fuite*, les travaux de Selye sont complémentaires à ceux de Cannon qui avait identifié l'importance du système nerveux sympathique (SNS) et de la sécrétion de catécholamines dans la glande médullosurrénale. La corticosurrénale et la médullosurrénale ont en effet des contributions indépendantes ou interreliées dans les changements métaboliques et fonctionnels lors d'un stress (Axelrod and Weinshilboum, 1972; Benson, 1975; Selye,

1976a). Dans les faits, la libération rapide des catécholamines avec leur demie-vie courte et l'effet distinct sur la première phase d'adaptation (ex. : système cardiovasculaire, métabolisme) est couplée à une sécrétion de corticoïdes ayant une hausse légèrement décalée dans le temps de sécrétion résultant dans des altérations métaboliques et structurelles prolongées au sein de divers organes (Selye, 1976a ; 1950).

#### 3.1.2.2.2 Stéroïdes et réactions inflammatoires

Les études de Selye sur l'action pro- et anti-inflammatoire des corticoïdes (glucocorticoïdes et minéralocorticoïdes) ont précédé les études sur l'homme de Hench et de ses collègues (C. E. Hall et al., 1946; Selye, 1949; 1942b; 1938; Selye and Dosne, 1940; Selye et al., 1940a; 1940b; Selye and Pentz, 1943). Ces dernières ont eu des implications au niveau de l'application de glucocorticoïdes dans le cas de maladies inflammatoires rhumatismales (Hench et al., 1949). Dans son travail avec les corticoïdes, Selye a également permis la découverte des modèles animaux de l'hypertension par deoxycortisostérone — une hormone stéroïdienne produite par la glande surrénale —, de la périartérite noueuse — une maladie auto-immune responsable d'une vascularite nécrosante — et de l'arthrite rhumatoïde — maladie dégénérative inflammatoire chronique — ; il a aussi identifié l'action aggravante du chlorure de sodium — communément appelé sel — (Coutu and Selye, 1950; Selye, 1946b; 1943b; Selye and C. E. Hall, 1943a; 1943b; Selye and Pentz, 1943; Selye and Stone, 1943). Selye a également introduit la première méthode facilement applicable

de quantification de l'exsudat<sup>25</sup> inflammatoire : la pochette de granulome (Selye, 1957 ; 1953). Enfin, ses travaux ont également contribué significativement à la détermination du rôle des mastocytes<sup>26</sup> dans le phénomène inflammatoire et des diverses formes d'œdème anaphylactoïde<sup>27</sup> (Selye, 1966a; 1954; Selye et al., 1963a; Selye and Heuser, 1954).

### 3.1.2.2.3 Autres sujets connexes

Ces sujets connexes sont eux aussi relatifs à l'adaptation hormonale. Au milieu de l'époque à laquelle il s'intéressait à l'hypertension par deoxycortisostérone et à la néphrosclérose<sup>28</sup>, il transformait le rein en organe de production hormonale à l'aide d'une « simple » manipulation chirurgicale (Selye, 1946c). Puis, en étudiant la modulation hormonale des inflammations localisées, il a découvert l'artériolopathie calcique<sup>29</sup>, un état d'hypersensibilité de calcifications d'organes (Selye et al., 1963b ;

---

<sup>25</sup> En médecine, un exsudat désigne un « liquide provenant d'une exsudation » (Larousse, 2015). Une exsudation est « un passage hors des vaisseaux d'un liquide venant du plasma sanguin » (Larousse, 2015).

<sup>26</sup> Les mastocytes sont des cellules résidentes des tissus en interface avec l'environnement (peau, bronches, tube digestif, muqueuses génitales) en lien avec leur rôle de sentinelle. Ils sont souvent proches des vaisseaux sanguins ou des terminaisons nerveuses. Il s'agit de cellules effectrices et régulatrices capables d'exercer un large éventail de fonctions. De larges portions d'ombre perdurent autour des leurs mécanismes internes (Blank and Vitte, 2015).

<sup>27</sup> Un œdème anaphylactoïde est un gonflement d'un organe ou d'un tissu suite qui peut survenir dès le premier contact avec un allergène (Bourrain, 2002).

<sup>28</sup> Une néphrosclérose est littéralement un durcissement des reins, résultat d'une cicatrisation ou du remplacement du parenchyme (ensemble de cellules constituant le tissu fonctionnel d'un organe) normal par des tissus denses de collagène (Freedman et al., 1995).

<sup>29</sup> L'artériolopathie calcique, « également appelée « calciphylaxie », est un phénomène de nécrose ischémique, cutanée et parfois systémique, dû à l'oblitération des artérioles d'abord par des dépôts calciques sous-intimaux, puis par la thrombose » (Duval et al., 2006).

1961b ; 1962 ; 1963c). Ainsi, Selye a beaucoup cherché dans le domaine des sensibilisateurs et modificateurs des processus fonctionnels des maladies. Cela l'a mené à mettre en évidence que les troubles observés lors des expériences ou chez les humains sont plurifactoriels ou multifactoriels (Selye, 1967 ; 1966b). Très souvent, il remarquait que les agents étiologiques<sup>30</sup> pouvaient avoir des actions antagonistes (Selye, 1967 ; Selye et al., 1961a).

#### 3.1.2.2.4 Stress et système cardiovasculaire

L'aspect pluricausal et multifactoriel des maladies est bien illustré dans le travail que Selye a mené sur les maladies cardiovasculaires. Cela a émergé de son travail sur les stéroïdes et l'inflammation, comme la provocation d'hypertension, d'hypertrophie cardiaque et de néphrosclérose par la deoxycortisostérone et d'autres facteurs (Selye and C. E. Hall, 1944; 1943b; Selye and Stone, 1943). Dans les années 1940, il a découvert que le chlorure de sodium aggravait les lésions cardiovasculaires (Selye and Stone, 1943; Selye et al., 1949). Aussi, il a mis en évidence que les sels de potassium évitaient la formation de lésions myocardiques parcellaires caractérisées telles qu'une cardiopathie électrolyte-stéroïde avec nécrose créée par la combinaison de l'ingestion importante de sodium et de minéralocorticoïdes synthétiques suivie d'une exposition à un stress lourd (ex. : une contrainte) ou encore d'un régime alimentaire riche en graisses (Selye, 1968; 1958; Selye and Bajusz, 1959; Selye and Mishra, 1958). Il a ainsi permis des avancées majeures dans la compréhension de la pathogenèse et de la sensibilité hormonale des lésions cardiovasculaires et a été le premier à souligner les

---

<sup>30</sup> L'étiologie, en médecine, est la « discipline qui étudie les causes des maladies » (Larousse, 2015).

effets opposés du sodium et du potassium dans les altérations (Selye, 1970) observées dans le cœur.

#### 3.1.2.2.5 Synthèse : notions clefs des travaux de Selye en lien avec le stress chez l'humain, ses mécanismes et ses implications au niveau cardiaque.

Selye a développé sa théorie de la réponse non spécifique dans ce qu'il a appelé le « syndrome général d'adaptation » (SGA) dès 1936 (Selye, 1998), composé de trois phases — réaction d'alerte, réaction d'adaptation durable et phase d'épuisement (Selye 1976) — identifiant le rôle central des glandes surrénales et de l'axe hypophyso-corticosurrénalien (Selye, 1946a ; 1944 ; 1937). Il a ensuite montré la mise en place de réponses non spécifiques du corps à des agents agressifs, fondant par là même la définition courante du stress qui perdure encore actuellement (Selye, 1976a ; 1974). Les aspects à long terme inhérents à la phase d'épuisement du SGA constituent un pan de recherche totalement novateur alors par rapport aux travaux de Cannon.

Concernant les facteurs de stress, les recherches de Selye ont permis la découverte de trois points essentiels :

- des réactions endocrines peuvent être identiques en situation plaisante (« eustress ») et déplaisante (« détresse ») (Selye, 1976b ; 1976a ; 1974) ;
- les troubles observés, y compris chez les humains, peuvent être plurifactoriels et multifactoriels<sup>31</sup> (Selye, 1967 ; 1966b) ;

---

<sup>31</sup> Cela peut apparaître une finesse du langage mais, concernant la création d'un stress, la plurifactorialité renvoie au fait qu'il puisse y avoir une variété de facteurs de stress alors que la multifactorialité renvoie, elle, au fait que ces facteurs puissent agir de concert, en même temps.

- Concernant toujours les facteurs, il a mis en exergue la complexité des possibles interactions qu'ils peuvent avoir, notamment antagonistes (Selye, 1967 ; Selye et al., 1961a).

Concernant les conséquences des facteurs de stress sur le cœur, ses expériences ont permis de mettre en exergue la plurifactorialité et la multifactorialité dans l'apparition des maladies cardiaques (Selye and C. E. Hall, 1944; 1943b; Selye and Stone, 1943), du rôle nocif d'un excès de sodium (excès de sel ou de gras dans l'alimentation) et du rôle réparateur du potassium (Selye, 1970).

### 3.1.2.3 Travaux de Henri Laborit : modèle de l'inhibition de l'action et chronicité des facteurs de stress

Henri Laborit est un contemporain et ami de Hans Selye (Godbout, 1990 ; Laborit, 1960). Son approche était toutefois différente de celle de Selye et débordait largement du cadre de la physiologie expérimentale, comme en témoigne sa participation active dans *le groupe des dix*<sup>32</sup> — groupe de réflexion transdisciplinaire — et le film qui lui a été consacré et pour lequel il a été largement reconnu (Resnais, 1980). Lui également a été fort productif, possédant 629 articles référencés sur Pubmed, 36 livres, quelques entretiens télévisés — notamment au Québec — (Lemoine, 1976) ; il est aussi

---

<sup>32</sup> Le groupe des dix était un groupement de personnalités françaises se réunissant mensuellement entre 1969 et 1976, au lendemain de la tourmente sociale vécue en France en 1968. Les sujets abordés étaient vastes, tels que la cybernétique, la théorie de l'information, les relations entre violence et politique, les problèmes drainés par la croissance économique, ou les rapports masculin-féminin (Chamak, 1997).

intervenu en 1989 auprès d'Hydro-Québec dans le cadre d'une conférence interne sur *les conditions favorables au maintien de la santé physique et mentale* (Laborit, 1989).

Médecin et chirurgien de la Marine française, il a mis au point dans les années 1950 des techniques chirurgicales telles que l'hibernation artificielle (Laborit, 1952a; 1952b; 1952c; 1952d; 1952e; Laborit and Huguenard, 1952; Laborit and Jaulmes, 1952; Laborit et al., 1952; Lacomme et al., 1952) et présente le premier neuroleptique au monde — la 4560 RP chlorpromazine, commercialisée sous le nom de Largactil — utilisé dans le traitement de la schizophrénie (Laborit, 1954). Ce n'est qu'ensuite, en 1958, qu'il a créé le laboratoire d'eutonologie<sup>33</sup> dont il a assuré la direction jusqu'à son décès en 1995, laboratoire qui travaillait avec son équipe à l'hôpital Boucicault (Reynier, 2013).

Travaillant sur le rat, Laborit a démontré la présence de voies de réponse d'inhibition entre le système limbique et l'hypothalamus, ce qu'il a appelé le *système inhibiteur de l'action* sur lequel il a travaillé dès les années 1970 (Brunaud et al., 1971 ; Laborit, 1988 ; 1982a ; 1982b ; 1976a ; 1976b ; 1975 ; Laborit et al., 1990). Ceci mena Laborit à structurer son modèle de *l'inhibition de l'action* reposant sur une conception biocomportementale du stress dans laquelle ce dernier n'a qu'une finalité : assurer la survie face au danger. Partant du principe qu'il existe un *faisceau de la récompense* – appelé « median forebrain bundle » (MFB) par les Anglo-saxons – qui met en jeu un système de mémorisation comme l'illustre au niveau des mécanismes physiologiques la figure ci-après (Figure III.3) :

---

<sup>33</sup> En physiologie, l'eutonologie vise l'étude du maintien du tonus normal (Encyclopaedia Universalis ; <http://www.universalis.fr/dictionnaire/eutonologie/> ; consulté le 14 février 2015).

- Si une action n'est pas récompensée ou qu'elle est punie, le comportement est alors celui de la fuite, puis, si cette dernière s'avère inefficace ou insuffisante pour protéger ou délivrer l'individu du danger, alors se met en place la lutte. Il s'agit dans ce dernier cas d'une agressivité défensive en réponse à une stimulation dite « nociceptive ». Ce système met en jeu un ensemble de voies appelé « système périvericulaire » qui a comme médiateur l'acétylcholine. Si la fuite ou la lutte permettent d'éviter la punition, qu'elles sont efficaces alors elles sont renforcées par mémorisation de la stratégie adoptée.
- Si, en revanche, ni la fuite ni la lutte ne permettent de se soustraire au danger, qu'elles sont inefficaces, que l'individu est puni, alors se met en place un comportement d'inhibition voire d'extinction du comportement appris. C'est ce système que Laborit nomme le « système inhibiteur de l'action » qui a également comme médiateur l'acétylcholine mais également la sérotonine (Laborit, 1979) mais qui est pathogène (Légeron, 2008). Ceci se déroulant durant la deuxième phase d'alarme décrite par Selye.

Chez l'homme, Laborit explique que cela s'apparente au cas d'un ouvrier maltraité par son contremaître (Lemoine, 1976). En effet, l'ouvrier ne peut ni lutter, sous peine d'avoir des ennuis avec la police ou la justice, ni fuir et risquer de perdre son travail. Alors, l'ouvrier subit et adopte ainsi un comportement d'inhibition de l'action.

Ainsi, Cannon, Selye et Laborit ont démontré être les trois principaux précurseurs de l'approche physiologique moderne du stress. Bien sûr, la compréhension des mécanismes sous-jacents est aujourd'hui facilitée notamment par les progrès techniques considérables. Stephen Porges, chercheur contemporain, en fait la démonstration en s'intéressant à l'étude de la variabilité du rythme cardiaque.

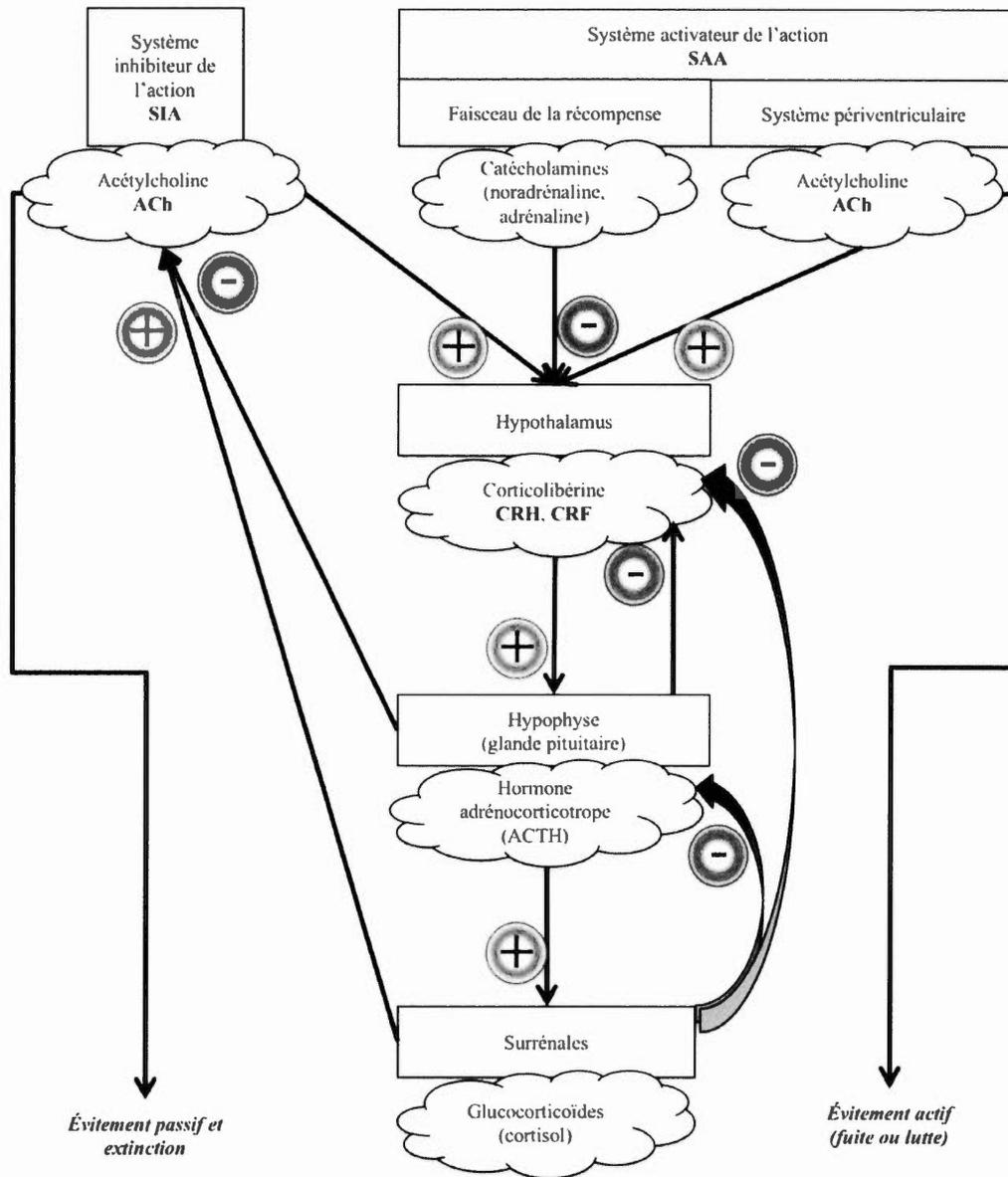


Figure III.3 : Rétroactions négatives dans le système hypothalamo-hypophyséo-surrénal (système régulé) et son contrôle par le système nerveux comportemental en réponse à l'environnement (servomécanisme). Adapté de la figure 2, p.27 (Laborit, 1976a).

#### 3.1.2.4 La théorie polyvagale de Stephen Porges (1994) : l'utilisation de la VRC dans un contexte d'interaction sociale

Stephen Porges est un chercheur dans le domaine de la psychologie biologique depuis les années 1970. Il est le premier à avoir quantifié et utilisé la variabilité du rythme cardiaque pour étudier les différences individuelles et comme réponse lors de recherches psychophysiologiques. Les conséquences de ses travaux étant transdisciplinaires<sup>34</sup>, il a proposé en 1994 la théorie polyvagale (Porges, 2003). Selon cette théorie, le nerf vague fournit des informations au cœur pour diriger des comportements aussi complexes que l'établissement de relations avec d'autres personnes ou l'abandon des relations. Cette théorie ne considère pas la fréquence cardiaque mais l'étude de la variabilité du rythme cardiaque (VRC). Selon cette théorie, il y aurait deux systèmes « vagues » qui seraient mis en place au cours de l'évolution. Le plus ancien est le complexe vagal dorsal, constitué de fibres parasympathiques non myélinisées, à conduction lente, impliquées dans la réponse d'immobilisation face au danger (*freezing*) ; ici, le rôle de ces fibres est de ralentir la fréquence cardiaque en inhibant le nœud sinusal. Par la suite l'acquisition chez l'homme des noyaux sympathiques a permis de mettre en place des réponses plus actives face à la menace telles que *l'attaque ou la fuite*. Enfin, la structure la plus récemment acquise correspondrait au complexe ventral du vague (noyau ambigu), constitué de fibres myélinisées à conduction rapide permettant une grande flexibilité de réaction avec le retrait rapide du frein vagal et sa réinstallation tout aussi rapide sur le nœud sinusal, permettant un engagement et un désengagement rapide de l'environnement

---

<sup>34</sup> Transdisciplinaire : « qui dépasse les cloisonnements entre les disciplines » (Larousse, 2015)

(communications non verbales, autorégulation émotionnelle) avec un moindre coût que celui de l'activation du système nerveux sympathique (Hot et al., 2013).

Ainsi, lors d'une étude sur des enfants engagés dans une interaction sociale avec l'expérimentateur (celui-ci faisait des roucoulements, leur parlait et leur souriait), et quand ils rencontraient l'expérimentateur ne leur présentant qu'un visage neutre — une expression figée (Bazhenova et al., 2001). Non seulement les VRC des enfants augmentaient pendant l'interaction sociale, mais en outre les augmentations de VRC étaient prédictives d'un engagement positif pendant cette interaction (attention accrue et participation active par les enfants).

Un certain nombre de découvertes récentes converge sur le rôle de la variabilité du rythme cardiaque également dans le fonctionnement social adaptatif. Par exemple, une étude a demandé à 52 adultes de rapporter à quelle fréquence ils ressentaient des émotions positives comme le bonheur, l'admiration et la gratitude, ainsi que la manière dont ils se sentaient socialement connectés dans leurs interactions sociales de tous les jours pendant une période de neuf semaines (Kok and Fredrickson, 2010). Les chercheurs ont aussi mesuré la VRC de chaque individu au début et à la fin de l'étude en mesurant le rythme cardiaque durant une session de respiration normale de deux minutes. La VRC au début de l'étude était prédictive de la vitesse avec laquelle les gens allaient développer des sentiments positifs et se sentir socialement connectés au cours de la période de neuf semaines. En outre, se sentir socialement connecté était prédictif d'augmentations de la VRC en fin d'étude, ce qui démontre une relation réciproque entre le rythme cardiaque et le fait d'avoir des expériences sociales satisfaisantes.

À travers les quatre chercheurs étudiés jusqu'ici (Cannon, Selye, Laborit et Porgès), des éléments de compréhension sont désormais plus évidents. Les stressors identifiés ont été premièrement des agents physiques et chimiques puis des émotions positives

comme négatives, abordées de façon de plus en plus globale par l'entremise de l'intégration de l'étude du comportement social. Le stress provoque des réactions physiologiques nombreuses — au rang desquelles des lésions, inflammations, variations cardiaques — qui modifient de façon complexe les systèmes hormonal et nerveux. Il est à présent opportun de détailler l'état des connaissances actuelles sur les mécanismes intervenant au sein de ces deux systèmes.

### 3.1.3 Connaissances actuelles sur les mécanismes physiologiques du stress

Les mécanismes d'adaptation au stress mettent en route deux systèmes neuroendocriniens couplés, mais relativement autonomes : les axes corticotrope (3.1.3.1) et catécholaminergique (3.1.3.2). En effet, le stress provoque une réaction immédiate (une dizaine de secondes) du SNS et une réaction différée (une dizaine de minutes) de l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien) et d'autres systèmes hormonaux au rôle moins déterminant (prolactine, hormone de croissance, hormones thyroïdiennes, glucagon, insuline (Reynaud, 1999).

#### 3.1.3.1 Axe corticotrope

La définition de répercussions du stress au sein de l'axe corticotrope, repose sur la description des rôles de trois éléments : le cerveau (3.1.3.1.1), les glandes surrénales (3.1.3.1.2) et le rétrocontrôle de l'axe corticotrope par le cortisol (3.1.3.1.3).

### 3.1.3.1.1 Rôle du cerveau

Le système limbique dans la « mécanique » du stress est en fait un concept (Kötter and Stephan, 1997) regroupant des structures cérébrales jouant un rôle important dans le comportement et notamment les émotions comme la peur, l'agressivité, le plaisir, et la formation de la mémoire (Dalglish, 2004). Comme présenté à la figure ci-dessous (Figure III.4), ses principales composantes ont des rôles spécifiques (Isaacson, 2013) :

- Le gyrus cingulaire : contrôle conscient du comportement (Boccardi et al., 2002) ;
- L'amygdale : rôle dans l'agressivité, la colère, la peur, l'anxiété et la mémoire émotionnelle et le stress chronique (Ressler, 2010) ;
- L'hippocampe : l'apprentissage et la mémoire à long terme (Helmuth, 1999) ;
- Le fornix : ensemble de neurones reliant l'hippocampe à l'hypothalamus (Mark et al., 1993) ;
- L'hypothalamus : contrôle de la soif, de la faim, il régule l'hypophyse ; son aire préoptique participe également à la thermorégulation (Boulant, 2000).

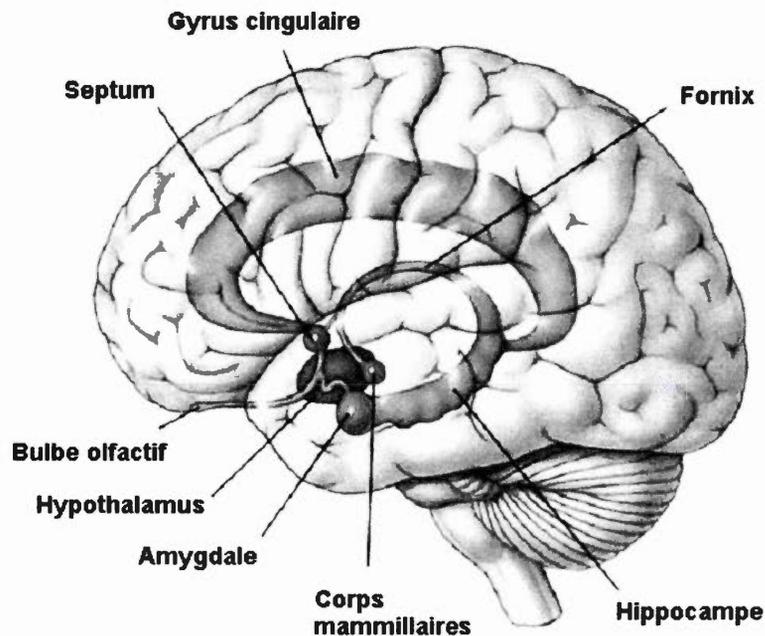


Figure III.4 : Représentation schématique des régions du système limbique<sup>35</sup>.

Ainsi, en situation de stress, l'hypothalamus périventriculaire va libérer de la corticolibérine (en anglais : Corticotropin releasing hormone, CRH aussi appelée Corticotropin releasing factor, CRF) qui va activer à son tour l'axe corticotrope, c'est-à-dire l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien. La corticolibérine va agir au niveau des cellules corticotropes de l'hypophyse (aussi appelée glande pituitaire) par l'intermédiaire de la circulation aux portes. En réponse, ces cellules vont libérer de la pro-opiomélanocortine (POMC) qui va être clivée en différents peptides, dont l'hormone adrénocorticotrope (en anglais : adrenocorticotrop hormone, ACTH).

<sup>35</sup> Source : <http://www.neuromedia.ca/le-systeme-limbique/>

### 3.1.3.1.2 Rôle des glandes surrénales

En arrivant au niveau de la zone fasciculée du cortex surrénalien (qui est une des deux parties des glandes surrénales) l'hormone adrénocorticotrope va activer les glandes surrénales qui vont à leur tour synthétiser des androgènes qui seront convertis en cortisol (qui représente 95 % des glucocorticoïdes chez l'homme) à partir du cholestérol ou, dans la zone réticulée, resteront des androgènes. Dans le sang, le cortisol se retrouve à 90 % sous forme de transcortine (en anglais : Cortisol Binding Globulin, CBG), mais seules les molécules non liées, c'est-à-dire le cortisol circulant, vont avoir une action sur l'organisme. En effet, le cortisol circulant va — entre autres actions en périphérie — activer par la lipolyse et surtout la glycogénolyse les sources d'énergies (respectivement les glucides et les graisses) nécessaires aux efforts musculaires à fournir.

### 3.1.3.1.3 Rétrocontrôle de l'axe corticotrope par le cortisol

Lorsque le taux de cortisol devient excessif, l'hippocampe, qui possède des récepteurs aux glucocorticoïdes (de type I et II), exerce un rétrocontrôle négatif sur l'axe corticotrope en inhibant la production de corticolibérine (CRH) et de l'hormone adrénocorticotrope (ACTH) et donc de la production de cortisol par les glandes surrénales.

### 3.1.3.2 Axe catécholaminergique

Lorsqu'il y a stress, le système nerveux sympathique (SNS) agit en excitant la glande médullosurrénale par le biais de l'acétylcholine<sup>36</sup> (Dunn, 1988 ; Goldstein, 2003). Alors va être relâchée de la noradrénaline (appelée également norépinéphrine) qui sera convertie partiellement en adrénaline (épinéphrine). Ces catécholamines vont ainsi se retrouver dans la circulation générale sous forme libre. Une synthèse des mécanismes des axes corticotrope et catécholaminergiques de réaction au stress est présentée dans la figure ci-dessous (Figure III.5).

---

<sup>36</sup> L'acétylcholine est un neurotransmetteur important du système nerveux central (SNC) et du système nerveux autonome (SNA).

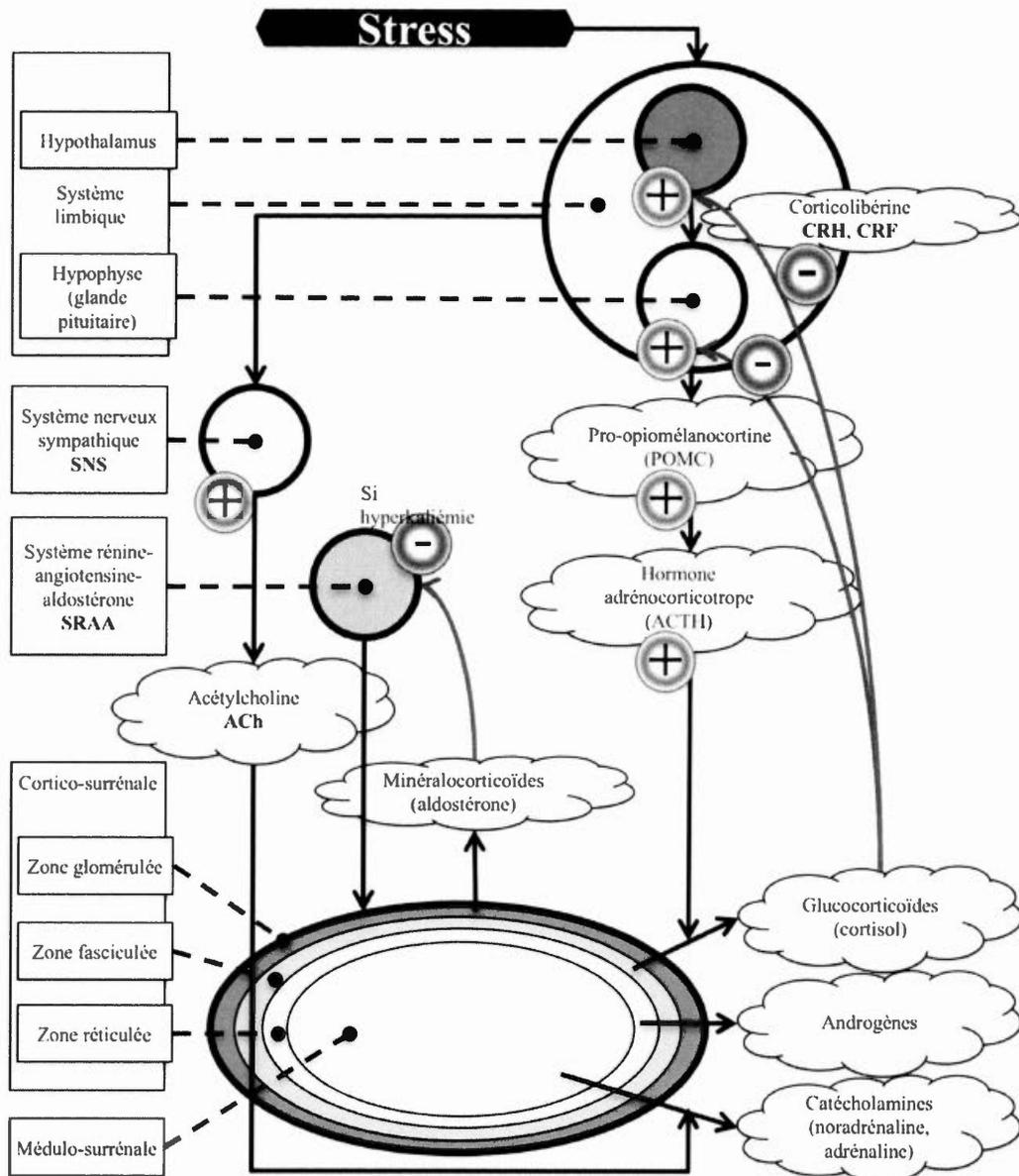


Figure III.5 : Rôle des glandes surrénales et leur implication dans les axes corticotrope et catécholaminergique de la réponse au stress. En vert (+) : augmentation d'un des agents neuroendocriniens (dans les bulles en forme de nuage). En rouge (—) : rétroactions négatives possibles menant à une baisse voire à un arrêt de la production d'un agent.

### 3.1.4 Biomarqueurs psychophysiologiques du stress : ces « observables » du système neuroendocrinien

La transmission et le traitement du stress sont réalisés selon les axes corticotrope et catécholaminergique. Chacun d'eux a ses propres biomarqueurs dont il convient de détailler les spécificités.

#### 3.1.4.1 Biomarqueurs de stress de l'axe corticotrope

Au sein des biomarqueurs de stress de l'axe corticotrope, réside certainement le plus connu d'entre eux : le cortisol. Néanmoins, il n'en est pas l'unique. D'autres représentent un intérêt certain. Tel est le cas de la déhydroépiandrostérone (DHEA), du sulfate de déhydroépiandrostérone (DHEA-S) ou encore les dosages de nombreuses cytokines (Delévaux et al., 2013).

##### 3.1.4.1.1 Le cortisol

Sécrété dans la zone fasciculée du cortex surrénal, le cortisol est véhiculé par le système sanguin dans lequel il se retrouve approximativement à 90 % sous forme liée à des protéines (soit 80 % avec la transcortine<sup>37</sup> et 10 % avec l'albumine) et à 10 % sous

---

<sup>37</sup> En anglais, la transcortine est appelée « corticosteroid binding globulin » (CBG).

forme libre, c'est-à-dire de cortisol circulant. C'est le cortisol libre plasmatique qui a une action sur l'organisme.

Le cortisol a un rythme nyctéméral. Au réveil, le cortisol est à son maximum avec une augmentation notable de sa concentration (de 50 à 60 %) atteignant une valeur pic entre 30 et 45 minutes après le réveil, ce phénomène est appelé la « cortisol awakening response » (CAR) (Chandola et al., 2009). Puis, s'établit une décroissance tout au long de la journée pour atteindre son nadir (point le plus bas) vers minuit (Kirschbaum and Hellhammer, 1989).

Les stimuli stressants activent l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien (HHS<sup>38</sup>). Le cortisol réagit avec les états émotionnels créés par le stress : une élévation du cortisol plasmatique mais également du cortisol libre est observée suite à des événements stressants personnels ou professionnels. Par exemple, l'anxiété augmente l'attention sélective envers ce qui a trait à une menace et cette vigilance automatique est considérée comme jouant un rôle vital dans la création et le maintien des troubles anxieux (Eysenck, 1997). Aussi, il existe une forte interaction entre la médiane des niveaux de cortisol salivaire de base<sup>39</sup> (bas/haut) et l'attention sélective préconsciente (visages en colère/neutres), montrant que ceux avec de hauts niveaux de cortisol — tels qu'ils peuvent être notés chez des personnes timides (L. A. Schmidt et al., 1997) — déportent leur attention hors des visages en colère lorsque masqués (condition subliminale) (van Honk et al., 1998) et leur niveau de testostérone et de cortisol (post-tâche) ont augmenté significativement (van Honk et al., 2000). Ces effets amplifiés d'approche/évitement ne se manifestent que chez les personnes au fort caractère

---

<sup>38</sup> En anglais, l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien est appelé « hypothalamic-pituitary-adrenal axis » dont on retrouve souvent l'abréviation « HPA » dans la littérature.

<sup>39</sup> Le niveau de cortisol salivaire de base est celui présent le matin, au réveil.

d'évitement (van Peer et al., 2007). Cependant, aucune corrélation entre anxiété, cortisol de base et performance n'a été révélée (van Honk et al., 1998).

Pour l'étudier, il est nécessaire de tenir compte de rythme nyctéméral ou plutôt d'entourer de mesures l'évènement stressant (Pollard, 1995). Il existe trois types de dosage : le dosage sanguin, le dosage urinaire et le dosage salivaire. En effet, le cortisol libre est catabolisé dans le foie et environ 70 % de ces métabolites biologiquement inactifs sont excrétés dans l'urine, environ 20 % (par la bile) dans les selles, et environ 8 % dans la peau, seul 1 % du cortisol n'est pas catabolisé et est éliminé par les urines (Hatz, 1998). Cependant, le dosage urinaire requiert une certaine prudence de mesure et d'interprétation puisqu'il pourrait ne pas refléter correctement le cortisol plasmatique du fait de facteurs de modulation inhérents aux mécanismes physiologiques (Hellhammer et al., 2009). Par exemple, chez les personnes souffrant de fatigue chronique, il est plus commun de retrouver des taux de cortisol faibles, car il est plus vite éliminé (Jerjes et al., 2006). En outre, la mesure du cortisol urinaire doit être effectuée sur une période de 24 heures et reflète alors l'état de la journée dans sa globalité et non des variations qui s'y sont produites et les analyses peuvent être faussées par la présence de métabolites urinaires parasites ; même en utilisant une méthode d'analyse plus sophistiquée que la normale (par un couplage chromatographie liquide-spectrométrie, par exemple), les échantillons prélevés ne sont pas dénués d'interférences médicamenteuses tels que les glucocorticoïdes de synthèse, la carbamazépine et le fénofibrate (Fulla et al., 2009). Bon reflet du cortisol libre plasmatique et non invasif, le dosage du cortisol salivaire est influencé par le moment de la journée et des précautions concernant les dispositifs de dosage doivent être prises pour homogénéiser les résultats des différentes trousse (Le Brun et al., 2006).

#### 3.1.4.1.2 La déhydroépiandrosterone (DHEA), le sulfate de déhydroépiandrosterone (DHEA-S)

Tout comme le cortisol, la DHEA et la DHEA-S sont produites dans le cortex surrénal mais au niveau de la zone réticulée (Nguyen and Conley, 2008). En plus d'être des stéroïdes sexuels, la DHEA et la DHEA-S sont des stéroïdes androgéniques anabolisants ayant un rôle de régénération et de protection. Leurs niveaux augmentent durant un stress psychologique aigu (Maninger et al., 2009 ; Theorell, 2009 ; 2008), ayant un rôle présumé de protection en contrant les effets du cortisol lors d'un stress (Hechter et al., 1997 ; Morgan et al., 2004). Une étude récente (Lennartsson et al., 2012) a montré, avec l'utilisation du Trier Social Stress Test, des niveaux élevés de DHEA et de DHEA-S lors d'un stress aigu, tout comme des hausses d'ACTH, de cortisol, de fréquence cardiaque et de pression sanguine systolique. Elle a montré que, bien que n'ayant pas de réponse différente entre les hommes et les femmes, l'ampleur des changements connaissait une forte variabilité interindividuelle : de 5 à 196 % pour la DHEA et de 2 à 47 % pour la DHEA-S. Cela va de pair avec les changements d'ACTH et l'âge des participants (entre 30 et 50 ans). Cela est dû au fait que les productions de DHEA et de DHEA-S sont maximales chez les jeunes adultes et décroissent par la suite (Kushnir et al., 2010 ; Labrie et al., 2013), ce qui est relié aux changements fonctionnels et morphologiques de la zone réticulée du cortex surrénal (C R Parker et al., 2013 ; Hornsby, 1997). Aussi, le ratio de cortisol par la DHEA-S est inférieur à 1 lors de stress aigu (Theorell, 2009).

Dans des cas de stress chronique, la zone réticulée est impactée négativement, ce qui réduit les productions de DHEA et de DHEA-S (Hornsby, 1997 ; Mason et al., 1968 ; Theorell, 2009). Aussi, le ratio de cortisol par la DHEA est inférieur à 1 lors de stress chronique (Jeckel et al., 2010) et de dépression (Young et al., 2002).

#### 3.1.4.1.3 Les cytokines

Les cytokines sont des protéines sécrétées par les cellules en réponse à divers stimuli. Depuis que l'impact du stress sur la réaction inflammatoire est connu, les dosages de nombreuses cytokines ont également été proposés comme paramètres : IFN- $\gamma$ , TNF- $\alpha$ , IL-1 $\beta$ , NF- $\kappa$ B, etc. (Delévaux et al., 2013). Cependant, le dosage de l'IL-6 est le plus utilisé parce que c'est une des cytokines dont les taux sont les plus élevés chez les personnes asymptomatiques et que les kits de dépistages sont les plus fiables (Hänsel et al., 2010). Les taux sanguins d'IL-6 sont élevés au cours des stress aigu et chronique (Brydon et al., 2004 ; Carroll et al., 2011), cela ne peut être pratiqué chez des personnes atteintes de maladies auto-immunes, sous corticothérapie ou encore sous biothérapie (Delévaux et al., 2013).

#### 3.1.4.2 Biomarqueurs de l'axe catécholaminergique

Les mesures des niveaux d'adrénaline et de noradrénaline périphériques sont celles privilégiées pour cet axe. Cependant, tant leurs durées de vie et d'action sont courtes. C'est pourquoi des chercheurs ont tendance à utiliser des méthodes comme des prélèvements d'urine dans des cas de stress aigu (Chandola et al., 2009).

D'autres chercheurs ont également étudié des facteurs reflétant le système autonome en évaluant l'activité sympathique et parasympathique, dont la fréquence cardiaque (FC) ou la variabilité du rythme cardiaque (VRC) (Chandola et al., 2009). Concernant la FC, une étude longitudinale montre que les personnes suivies durant 23 années qui ont une variation plus importante de FC à un stress mental préexercice meurent

davantage d'arrêts cardiaques (Jouven et al., 2009). Quant à la VRC, son aspect de biomarqueur de stress est traité dans la section qui lui est dédiée (3.2.3.4).

### 3.2 Cœur : de la physiologie cardiaque à la mesure de la variabilité du rythme cardiaque pour l'évaluation du stress au travail

Cette section vise à mettre en avant les liens entre SNS, SNPS et les indices de la variabilité du rythme cardiaque (VRC). Présentation faite du cœur et de ses liens avec les influences nerveuses (3.2.1), s'ensuit une description du passage de l'électrophysiologie cardiaque aux méthodes de calcul de la variabilité du rythme cardiaque (3.2.2). Finalement, les facteurs de variation de la VRC sont recensés, qu'ils soient normaux (ex. rythmes nyctéméraux circadiens), engendrés par des maladies, des facteurs environnementaux ou des stressseurs (3.2.3).

#### 3.2.1 Physiologie cardiaque et influences nerveuses sympathiques et parasympathiques

##### 3.2.1.1 Cœur : aspects structurels et fonctionnels

Après un rappel de la structure du myocarde, son fonctionnement est déroulé au travers d'un battement cardiaque et les connexions avec les systèmes nerveux sympathique et parasympathique sont localisées.

Le cœur est constitué de 4 cavités : l'oreillette gauche, l'oreillette droite, le ventricule droit et le ventricule gauche. Afin de générer la circulation sanguine, le cœur bat normalement en suivant une séquence précise (Guyton, 2005) :

- Le sang désoxygéné provenant de la veine cave supérieure et de la veine cave inférieure est « aspiré » par l'oreillette droite du cœur puis expulsé vers le ventricule droit ;
- Une fois dans le ventricule droit, ce sang désoxygéné est expulsé vers l'artère pulmonaire en direction des poumons où il va éliminer le gaz carbonique et se charger en dioxygène ;
- Ensuite, le sang réoxygéné emprunte les veines pulmonaires et est envoyé dans l'oreillette gauche ;
- Puis, l'oreillette gauche expulse ce sang dans le ventricule gauche ;
- À son tour, le ventricule gauche expulse ce sang dans la circulation sanguine par l'aorte.

Le rythme cardiaque est ainsi organisé par la contraction des oreillettes (systole auriculaire), suivie de celle des ventricules (systole ventriculaire), le tout s'achevant par le relâchement des quatre cavités (la diastole). À l'origine du rythme cardiaque se trouve un système de conduction cardiaque composé de cinq parties (Figure III.6) :

- le nœud sinoauriculaire (nœud SA)
- les voies intermodales
- le nœud auriculo-ventriculaire (nœud AV)
- le faisceau de His
- et le système de Purkinje.

Mais, c'est le nœud sinoauriculaire qui est véritablement le stimulateur de l'activité cardiaque et donc du rythme cardiaque (James, 2003). Les impulsions générées par le nœud SA traversent les voies intermodales jusqu'au nœud AV, puis de ce nœud au

faisceau de His et, en passant par les branches du faisceau de His, ces impulsions vont atteindre le système de Purkinje et arriver aux muscles ventriculaires (James, 2002).

Aussi, le cœur est dit *myogénique*, c'est-à-dire qu'il s'excite lui-même. Cela est dû à une certaine perméabilité entre les fluides en dehors du nœud sinoauriculaire qui ont une concentration élevée en ions sodium et qui tendent à pénétrer dans les fibres du nœud sinoauriculaire par quelques canaux à sodium restés ouverts (Guyton, 2005).

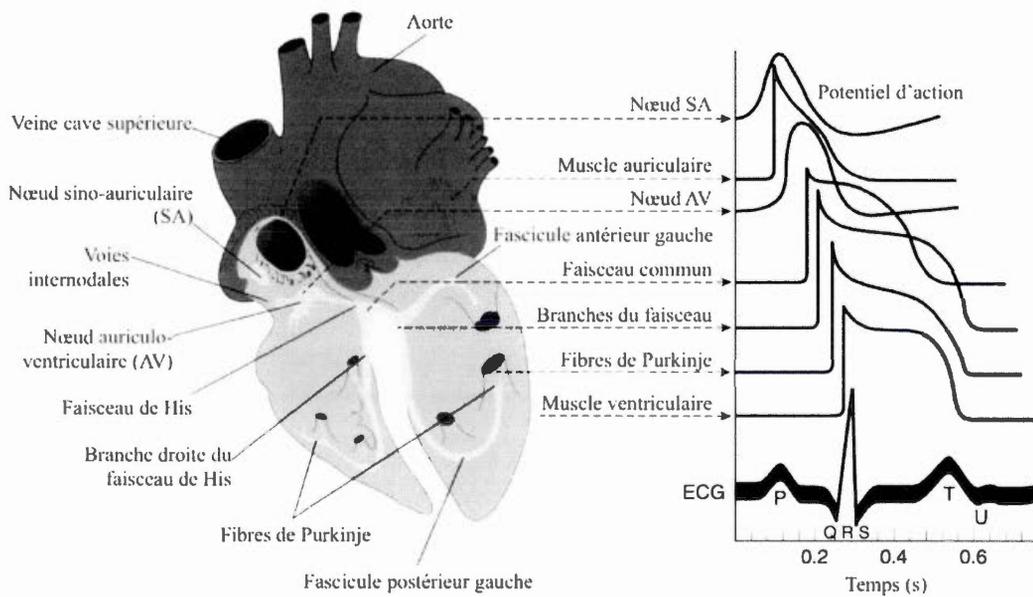


Figure III.6 : Système de conduction cardiaque. À gauche : représentation anatomique du cœur humain avec un accent particulier sur les zones du système de conduction. À droite : potentiels d'action transmembranaires typiques pour le nœud sinoauriculaire (SA) et auriculo-ventriculaire (AV), d'autres parties du système de conduction, et les muscles auriculaires et ventriculaires sont indiqués en concordance avec l'activité électrique extracellulaire enregistrée, c'est-à-dire l'électrocardiogramme (ECG). Les potentiels d'action et l'ECG sont tracés sur le même axe de temps, mais avec des

coordonnées à l'origine différentes sur l'échelle verticale. Traduit librement de l'anglais (Kim E Barrett, 2015, p. 490).

Le rythme de contraction cardiaque — la fréquence cardiaque (FC) — est sous une double influence assurant la régulation du rythme cardiaque : les afférences cardioaccélétratrices et cardiomodératrices (Monod, 1967).

### 3.2.1.2 Afférences cardioaccélétratrices et cardiomodératrices : les rôles des systèmes nerveux sympathique et parasympathique

L'intérêt de l'étude de la VRC pour le stress ou la charge mentale repose sur la volonté de dissocier les activités sympathiques, au rôle cardioaccélétrateur, et parasympathiques, au rôle cardiomodérateur, (Bucks, 2000) en se basant sur des modèles psychophysiologiques. Le cœur est ainsi connecté aux nerfs sympathiques et parasympathiques. Les premiers sont distribués sur tout le cœur avec une plus grande concentration au niveau du muscle ventriculaire alors que les seconds sont surtout connectés au niveau du nœud sinoauriculaire (SA) et du nœud sinoventriculaire (AV) (Guyton, 2005). Il convient à présent d'étudier les mécanismes propres à chacun de ces systèmes.

#### 3.2.1.2.1 Mécanisme cardioaccélétrateur induit par le système nerveux sympathique (SNS)

L'axe catécholaminergique a un effet sur le système cardiovasculaire (Galinowski and Lôo, 2003) par le biais du système nerveux sympathique (SNS). La stimulation du SNS par libération de noradrénaline augmente le taux de décharge du nœud sinoauriculaire, elle augmente la conduction et l'excitabilité de toutes les parties du cœur et accroît

fortement la force de contraction du myocarde. Cela permet d'augmenter jusqu'à trois fois la fréquence de battement et jusqu'à deux fois la force de contraction.

Les mécanismes impliqués ont pour source la stimulation du SNS qui aboutit à une libération de noradrénaline aux terminaisons nerveuses (3.1.3.2). Cela crée, au sein de trois zones du cœur, une augmentation de la perméabilité aux ions sodium et calcium (Djabella, 2008 ; Grant, 2009) qui s'établit ainsi :

- au niveau du nœud sinoauriculaire par création d'un potentiel de repos plus élevé menant à une accélération de l'auto-excitation cardiaque, et donc à une augmentation de la fréquence cardiaque (Toda, 1969) ;
- au niveau du nœud auriculo-ventriculaire, par facilitation de la création d'un potentiel d'action d'une portion à une autre des faisceaux de fibres conductrices, diminuant le temps de conduction des oreillettes aux ventricules ;
- au niveau des fibres musculaires.

#### 3.2.1.2.2 Mécanisme cardiomodérateur induit par le système nerveux parasympathique (SNPS)

La stimulation du SNPS libère de l'acétylcholine qui, au niveau des terminaisons nerveuses du nerf vague, augmente de beaucoup la perméabilité membranaire des fibres aux ions potassium, créant ainsi une fuite rapide de potassium hors des fibres conductives (Maughan, 1976). Ainsi se crée une hyperpolarisation, c'est-à-dire une négativité supérieure dans les fibres qui rend les tissus excitables bien moins excitables (Djabella, 2008).

Dans le nœud sinoauriculaire, l'atteinte du potentiel d'action par arrivée de sodium et fuite de calcium prend bien plus de temps. Cela peut aller jusqu'à l'arrêt complet de l'auto-excitation du nœud sinoauriculaire.

Dans le nœud auriculo-ventriculaire, l'hyperpolarisation rend difficile la création d'un signal électrique par les petites fibres auriculaires arrivant dans le nœud.

En conséquence, le cœur modifie son rythme et sa contractilité — et donc le volume d'éjection — et il influe par conséquent le débit sanguin pour approvisionner les différents organes. Par la suite, l'activité cardiaque est captée par les nerfs sensitifs, mais aussi, indirectement, grâce aux barorécepteurs des sinus carotidiens et de la crosse aortique (Kim E Barrett, 2015).

Le cœur possède donc un rythme et une force de contraction qui sont en lien direct et indirect avec le cerveau grâce au système neuroendocrinien. Nous le verrons plus tard à propos de la rythmicité cardiaque, il existe des influences normales, dues à l'âge et au rythme circadien notamment, mais également des influences causées par la maladie ou l'environnement de la personne.

### 3.2.2 Variabilité du rythme cardiaque (VRC) : de l'électrocardiogramme aux méthodes mathématiques de sa détermination

Afin d'étudier les influences du SNS et du SNPS qui, par le biais des polarisations et dépolarisations, sont à l'origine des contractions du myocarde, des moyens mathématiques existent. Ils permettent, dans une certaine mesure, de distinguer les variations dites « normales » des autres. Ces moyens mathématiques sont regroupés sous le terme d'étude de la variabilité du rythme cardiaque (VRC) qui relève du

domaine de l'électrophysiologie cardiaque, c'est-à-dire l'étude de ses activités électriques. Une trace notable et notoire de cette VRC est l'électrocardiogramme utilisé en médecine pour diagnostiquer des affections du myocarde et des arythmies. C'est pourquoi il est important de présenter les principes fondateurs de l'électrocardiogramme et de ses variantes actuelles (3.2.2.1) — notamment en mesure ambulatoire — afin de mieux appréhender les intervalles RR (3.2.2.2) utilisées dans les analyses temporelles (3.2.2.3), spectrales (3.2.2.4) et non linéaires (3.2.2.5).

### 3.2.2.1 L'Électrocardiogramme : principes de mesures expliqués au travers de son évolution

Il a été montré dès la fin du 19<sup>e</sup> siècle que l'activité électrique du cœur pouvait être suivie à partir d'électrodes cutanées cardiaques (Marey, 1876 ; Waller, 1893). En 1895, Einthoven mit en évidence et nomma cinq ondes sur le tracé électrocardiographique : P, Q, R, S, T (Hurst, 1998). Puis, quoiqu'il n'ait pas décrit le raisonnement l'y ayant mené, Einthoven a été le premier à décrire un positionnement d'électrodes afin d'analyser l'activité électrique cardiaque (Hohl and Rush, 1968) et a ainsi réalisé le premier enregistrement cardiographique (Einthoven, 1997) : deux électrodes collées sur la peau permettent d'enregistrer la différence de potentiel entre deux points diamétralement opposés par rapport au cœur, ceci étant directement corrélé au déplacement de l'impulsion électrique dans les fibres cardiaques (Figure III.7). Pour ce faire, Einthoven a mis en place des dérivations standards périphériques bipolaires DI,

D2, D3 formant un triangle équilatéral sur le thorax<sup>40</sup> dont le centre théorique est le cœur : la *triangle d'Einthoven*. Il a ainsi ouvert la voie aux électrocardiogrammes de surface.

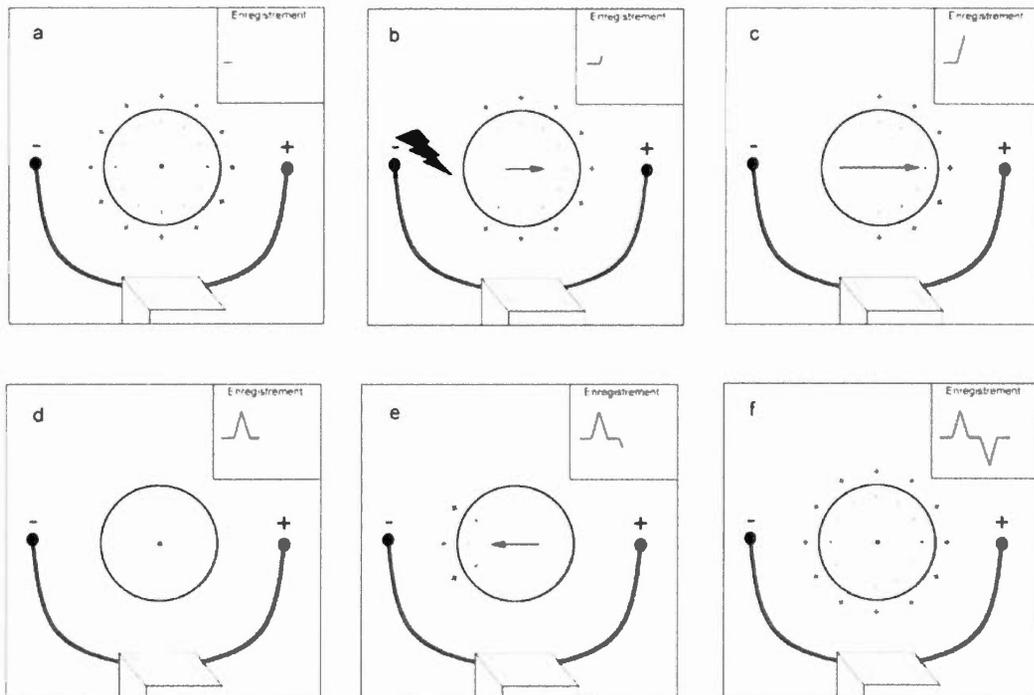


Figure III.7 : Considérons une cellule unique ; au repos, celle-ci est chargée uniformément ; le vecteur de dépolarisation est nul (point rouge), le tracé est donc plat (a). Une stimulation extérieure du côté gauche induit une perte de charge de ce côté ; l'impulsion électrique se propage alors de gauche à droite. Le vecteur de dépolarisation associé (flèche rouge) est orienté de l'électrode négative vers l'électrode positive : l'enregistrement présente donc une déflexion positive (b) qui est maximale lorsque la dépolarisation a atteint le milieu de la cellule. La fin de la dépolarisation se traduit par une pente descendante (c), car le vecteur est toujours orienté dans le même sens, mais son amplitude diminue. Une

<sup>40</sup> D1 enregistre les différences de potentiel électrique entre le poignet droit et le poignet gauche ; D2 celles entre le poignet droit et la jambe gauche ; D3 celles entre le poignet gauche et la jambe gauche.

fois la cellule dépolarisée, le tracé est plat (d). La repolarisation de la cellule se traduit par un vecteur électrique orienté dans le sens opposé au précédent ; le tracé présente donc, dans un premier temps, une déflexion négative (e) pour ensuite redevenir plat (f) (Hurst, 1990).

Explorant également le cœur dans un plan frontal, Goldberger a introduit les dérivations unipolaires aVR, aVL et aVL<sup>41</sup> en 1942 (Goldberger, 1942a; 1942b). Ces dernières ont été ensuite améliorées par Wilson (Madias, 2008), d'où leur dénomination actuelle de *dérivations de Wilson*. Bailey a proposé d'assembler les dérivations bipolaires et unipolaires (ces dernières formant les médianes des premières) afin de faciliter ainsi la construction géométrique des vecteurs du cœur : c'est le *double triaxe de Bailey* (Figure III.8).

---

<sup>41</sup> Les dérivations AVL, AVR et aVL requièrent respectivement une électrode placée sur le bras droit, le bras gauche et la jambe gauche.

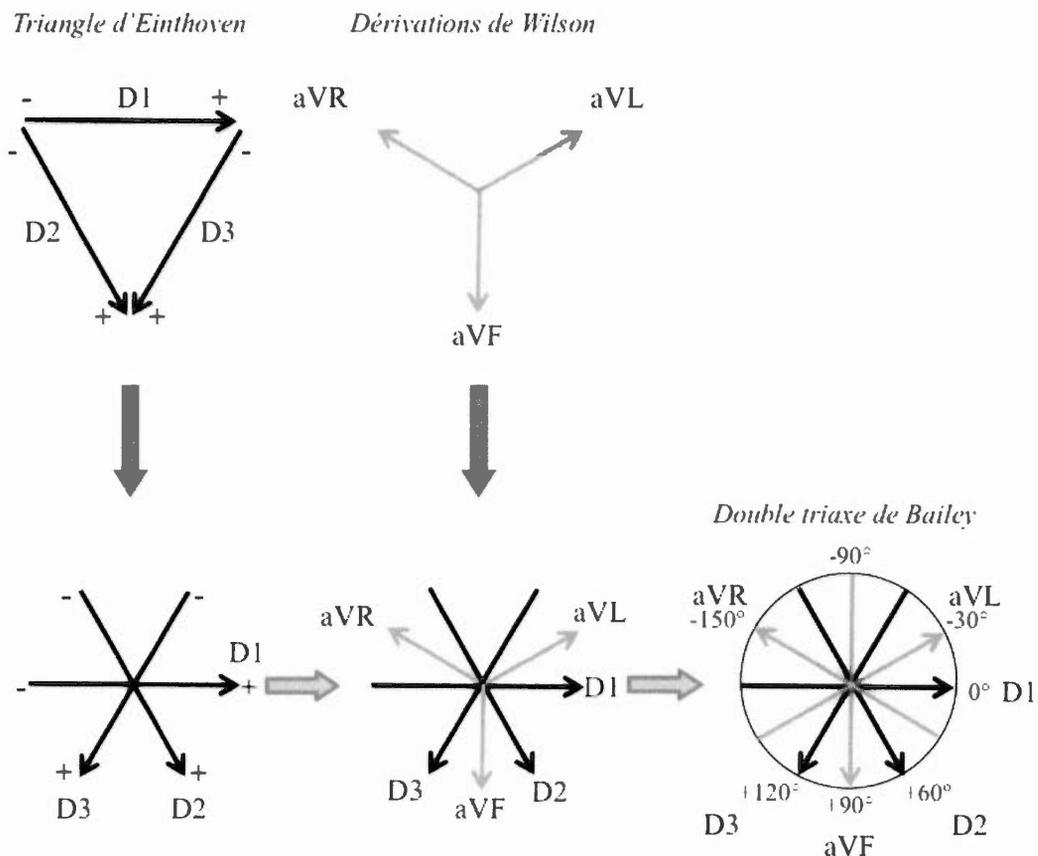


Figure III.8 : Double triaxe de Bailey à partir des dérivations standards (D1, D2, D3 du triangle d'Einthoven) et unipolaires (aVR, aVL, AVF de Wilson). Figure librement adaptée (Chapelon-Abric, 2004a).

De plus, il peut être utile d'ajouter des dérivations péricardiales, certaines usuelles (V1, V2, V3, V4, V5, V6<sup>42</sup>), d'autres moins habituelles (V7, V8, V9, V10, V3R, V4R, V5R, V6R, V7R, V8R, V9R et VE<sup>43</sup>) afin d'obtenir une image tridimensionnelle de l'activité électrique du cœur (Figure III.9).

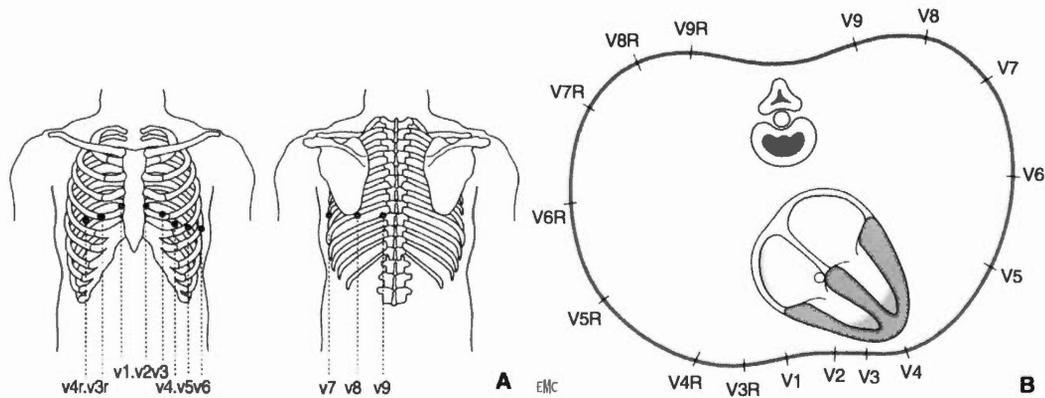


Figure III.9 : Emplacement des électrodes sur le gril costal (A) et en vue de coupe horizontale du thorax avec schématisation des différentes dérivations péricardiales (B). Adapté librement (Chapelon-Abrie, 2004a).

En effet, la combinaison du double triaxe de Bailey (I, II, III, aVR, aVL, aVF) aux dérivations usuelles (V1 à V6) permet d'obtenir un électrocardiogramme (ECG) à douze dérivations qui est actuellement le type d'ECG le plus courant en médecine. Ce

<sup>42</sup> Positions des dérivations péricardiales usuelles. V1 : 4<sup>e</sup> espace intercostal droit au ras du sternum. V2 : 4<sup>e</sup> espace intercostal gauche au ras du sternum. V3 : à mi-distance entre V1 et V2. V4 : au croisement entre la ligne passant par le 5<sup>e</sup> espace intercostal et la ligne médioclaviculaire. V5 : intersection entre la ligne passant par le 5<sup>e</sup> espace intercostal et la ligne axillaire antérieure. V6 : au croisement entre la ligne passant par le 5<sup>e</sup> espace intercostal et la ligne axillaire moyenne (Chapelon-Abrie, 2004b).

<sup>43</sup> Positions des dérivations péricardiales moins habituelles. V7 : intersection entre la ligne passant par le 5<sup>e</sup> espace intercostal et la ligne axillaire postérieure. V8 : intersection entre la ligne passant par le 5<sup>e</sup> espace intercostal et la ligne passant par la pointe de l'omoplate. V9 : dans le dos, au niveau du 5<sup>e</sup> espace intercostal et le bord gauche du rachis. Les dérivations V3R, V4R, V5R, V6R, V7R, V8R, V9R sont les symétriques droites des précordiales gauches. VE est une électrode épigastrique, placée sous la xiphoïde sur le côté gauche.

type d'électrocardiogramme permet de meilleurs diagnostics et pronostics en permettant de localiser des zones défaillantes du myocarde notamment subséquent à un infarctus (Chapelon-Abric, 2004b).

Par exemple, chez les adultes, ils permettent un bon nombre d'identifications, telles que :

- des turbulences de la fréquence cardiaque ou d'insuffisance cardiaque (Moore et al., 2006) ;
- des coronaropathies précurseurs d'ischémie<sup>44</sup> et de dysfonction systolique ventriculaire gauche (Pirwitz et al., 1996) ;
- des ischémies<sup>44</sup> myocardiques aiguës ou non (Bond et al., 2011; Green and Abildskov, 1995), mieux diagnostiquées s'il est possible de réaliser des mesures dès prise en charge par les services ambulanciers (Boothroyd et al., 2013) ;
- des inversions de l'onde T (TWI, *T-wave inversion*) prédictives de mort cardiaque subite (Laukkanen et al., 2014)
- d'infarctus du myocarde :
  - avec surélévation du segment ST — STEMI, *ST-segment elevation myocardial infarction*) — (Kikuchi and Nonogi, 2014)
  - sans sus-décalage du segment ST — NSTEMI, Non-ST-elevation myocardial infarction — (Prajapat et al., 2009)
  - avec un sous-décalage du segment ST — iSTEMI, inferior ST-segment elevation myocardial infarction — (Styliadis et al., 2008)

---

<sup>44</sup> L'ischémie est « une diminution ou interruption de l'irrigation sanguine d'un organe ou d'un tissu » (Larousse, 2015).

- d'overdose d'antidépresseurs (Probst and Cetta, 1992)

Chez les enfants, ce type d'ECG permet même l'identification d'ingestions de drogues (Muñiz, 2011).

Des avancées dans l'art du diagnostic par électrophysiologie proposent :

- des placements d'électrodes alternatifs afin d'obtenir de meilleurs diagnostics, par exemple un placement d'électrodes optimisé (nommé OACG) dans le cas de fibrillation auriculaire (Ihara, 2006)
- des traitements de signal alternatifs — SAECG, Signal-averaged electrocardiography (Cain et al., 1996) — pour compléter les ECG à douze dérivations (Bennhagen et al., 2004).

Ces progrès technologiques augmentent ainsi le champ des possibles en électrophysiologie. Cependant, qu'ils soient à douze dérivations ou davantage, les ECG se révèlent être principalement utiles lors d'usages médicaux : ils sont difficilement opérationnels lors de mesures ambulatoires à distance ou en milieu de travail. C'est pourquoi, dès 1961, Norman J Holter a mis en place le système éponyme qui depuis a été amélioré (Holter, 1961). De nos jours, bénéficiant des avancées technologiques importantes en matière de miniaturisation et de numérisation des informations, sont développées des méthodes de reconstruction de l'électrocardiogramme à trois dérivations (Maheshwari et al., 2014) ou encore par simple utilisation d'une ceinture thoracique s'il est seulement nécessaire d'obtenir les intervalles R-R (Gamelin et al., 2006 ; Vanderlei et al., 2008).

L'utilisation d'un type de dérivation par rapport à un autre dépend donc du type de diagnostic (pathologies, stress), du niveau de détail (urgence, médecine interne, etc.) et d'utilisation (fixe, ambulatoire) requis. En physiologie du travail ou en ergonomie, pour l'étude du stress, les études sont réalisées essentiellement à partir des intervalles RR identifiés par des ceintures thoraciques et enregistrés en mobilité.

### 3.2.2.2 La détermination des intervalles RR

Dès les années 1960, la VRC intéressait les premiers ergonomes (Monod, 1967). Depuis, grâce au progrès scientifique, l'étude de la rythmicité du cœur se fait plus fine et, dans une certaine mesure, plus commode. En effet, le fonctionnement cardiaque peut être relevé et analysé par électrocardiogramme — ECG — (Kannathal et al., 2007) qui est l'expression des changements électriques qui témoignent dans les faits de la dépolarisation et de la repolarisation auriculaire et ventriculaire.

L'analyse de la VRC est celle des intervalles RR<sup>45</sup> ou plus précisément sur les NN<sup>46</sup>. Bien que cette analyse puisse avoir quelques subtilités (Bianchi et al., 2000), les implications afférentes ne vont guère au-delà de l'étude médicale, électrophysiologique.

---

<sup>45</sup> Le R correspondant au pic positif du complexe QRS de l'ECG.

<sup>46</sup> Les N-N sont les intervalles interbattements R-R qui sont dits normaux, c'est-à-dire ceux résultant de dépolarisations du nœud sinusal (Malik et al., 1996)

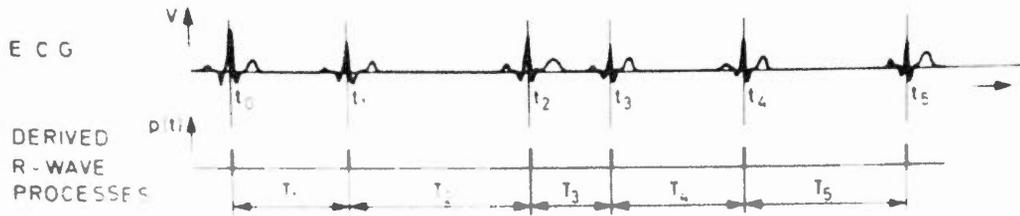


Figure III.10 : Passage de l'ECG aux intervalles RR ( $T_1, T_2, T_3, T_4, T_5, \dots$ ). C'est à partir de ces derniers que seront élaborées les analyses temporelle et spectrale. Adapté de Tarvainen et Niskanen (Tarvainen and Niskanen, 2008).

Articles, références et autres recherches antérieures à 1996 se révèlent actuellement peu exploitables, car les bornes de mesures et les modes de calcul ne sont pas congruents les uns aux autres. En effet, l'analyse de la VRC est grandement basée sur un texte de 1996 délimitant son étude et son application : *Heart Rate Variability - Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use* (Malik et al., 1996). Elle peut être réalisée au travers de trois analyses mathématiques détaillées ci-après : l'analyse temporelle, l'analyse spectrale et l'analyse non linéaire.

### 3.2.2.3 Analyse temporelle

Ce type d'analyse inclut :

- la traditionnelle fréquence cardiaque (FC, en battements par minute) ;
- l'écart-type des temps interbattements pour les battements normaux N-N (SDNN, en ms) ;
- l'écart-type des moyennes des temps interbattements normaux calculés sur des tranches de 5 minutes successives (SDANN, en ms), il s'agit d'une variation

lente puisque calculée au-delà de 5 minutes et convient ainsi davantage pour l'étude de longs échantillons temporels (journée de travail, 24 heures) ;

- la moyenne des SDNN successifs de 5 minutes calculés sur l'ensemble de la durée considérée (SDANN, en ms) ;
- Racine carrée de la moyenne des différences au carré entre les intervalles R-R successifs (RMSSD, en ms) examine la variabilité moyenne ;
- le pourcentage d'intervalles N-N dont la différence est supérieure à 50 ms (pNN50, en %).

#### 3.2.2.4 Analyse spectrale

L'analyse spectrale identifie le niveau d'activité du système nerveux autonome et permet d'évaluer l'équilibre entre les deux branches du parasympathique et du sympathique. Elle est réalisée par transformation rapide de Fourier (TRF) sur des échantillons de 5 minutes chacun pour analyser les composantes suivantes (Malik et al., 1996) :

- les très basses fréquences (TBF : 0,003-0,04 Hz) sont moins bien définies, car moins d'études portent dessus, mais certaines les relient à des aspects de thermorégulation et au système de rénine-angiotensine (Malik et al., 1996) ;
- les basses fréquences (BF : 0,04-0,15 Hz) sont liées avec certaines réserves à l'activité sympathique ;
- les hautes fréquences (HF : 0,15-0,4 Hz) sont bien définies par rapport à l'activité du parasympathique ;
- la puissance totale (PT : 0,000-0,4 Hz) est un bon indicateur de l'activité globale du système nerveux autonome ;

- TBF, BF et HF peuvent être évaluées de façon absolue (puissance ; en  $ms^2$ ), en pourcentage de la PT (%), mais aussi, pour BF et HF, de façon normalisée (u.n.), cette normalisation consiste au calcul de poids relatif respectif de BF et HF par rapport à la sommation de leurs puissances<sup>47</sup> ;
- le ratio des basses fréquences sur les hautes fréquences (BF/HF) est un bon indicateur de l'équilibre entre parasympathique et sympathique.

Il existe également des distinctions possibles selon les auteurs et des fenêtres temporelles d'études différentes (Tableau III.1).

Tableau III.1 : Valeurs seuils (en Hertz, Hz) pour la détermination des bandes de l'analyse spectrale de la variabilité du rythme cardiaque pour 5 minutes et 24 heures. Adapté de Gaudemaris (1998).

Bande	Seuils préconisés (Hz)	
	5 minutes	24 heures
PT ( $ms^2$ )	$\leq 0,4$	$\leq 0,4$
TBF ( $ms^2$ )	$\leq 0,04$	0,003 – 0,04
BF ( $ms^2$ )	0,04 – 0,15	0,04 – 0,15
HF ( $ms^2$ )	0,15 – 0,40	0,15 – 0,40

---

<sup>47</sup>  $BF_{u.n.} = \frac{BF}{(BF+HF)}$ ,  $HF_{u.n.} = \frac{HF}{(BF+HF)}$

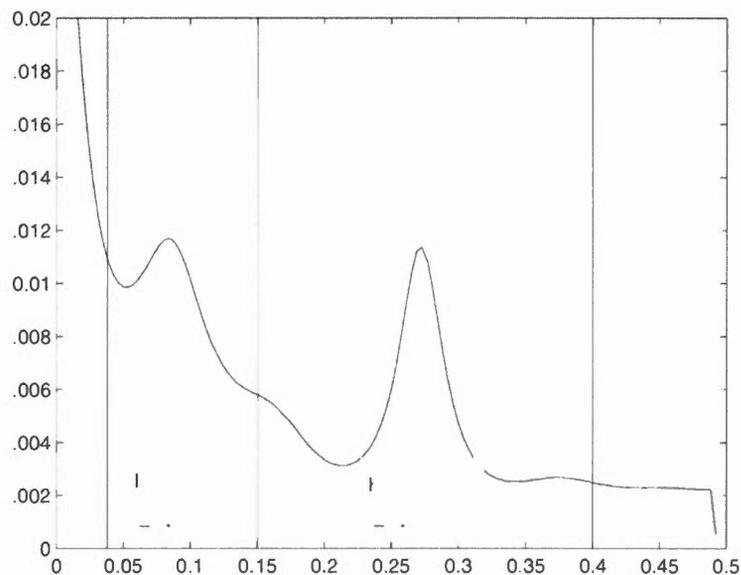


Figure III.11 : Visualisation de la décomposition selon l'analyse temporelle (par TRF) de la puissance spectrale afin d'identifier BF et HF.

### 3.2.2.5 Analyse non linéaire

L'analyse non linéaire (Poincaré) consiste à étudier à la fois les dispersions (écarts-types) des points de part et d'autre (SD1) et le long (SD2) de la ligne d'identité reliant les temps interbattement  $N-N_n$  aux temps interbattements  $N-N_{n+1}$  (voir la figure ci-dessous). SD1 représente donc la variabilité à court terme, quasi instantanée tandis que SD2 matérialise davantage celle à long terme.

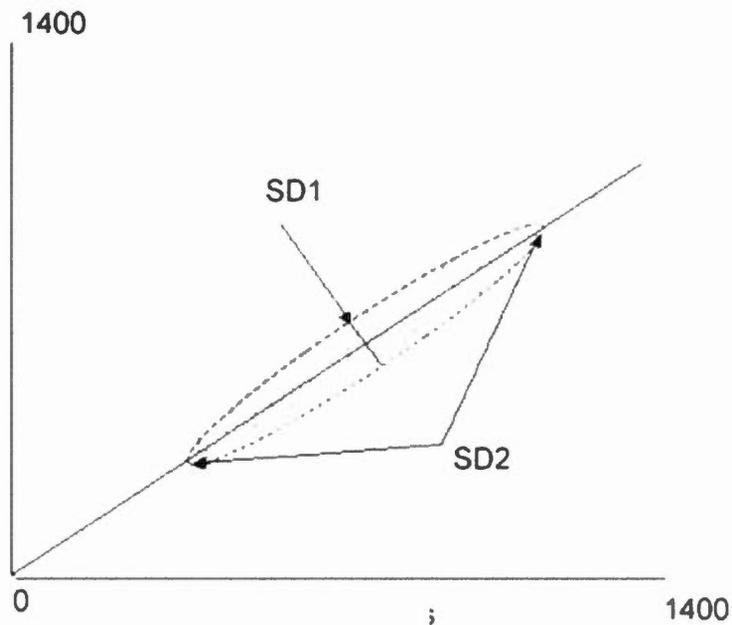


Figure III.12 : Diagramme de Poincaré permettant la détermination de SD1 et SD2

Les indices de variabilité du rythme cardiaque sont ainsi nombreux et de natures diverses (temporels, spectraux, non linéaires). Or, dans un contexte d'utilisation en milieu de travail, il est important de comprendre les potentiels facteurs causaux et leurs intrications : un même indice peut réagir dans plusieurs cas. Le contrôle des facteurs est donc un aspect primordial afin de procéder à des déductions qui ont du sens pour les professionnels et les personnes évaluées.

### 3.2.3 Variations de la variabilité du rythme cardiaque : des variations dites normales à celles engendrées par des maladies, des facteurs environnementaux ou des stressseurs

Étudier le stress en milieu de travail au moyen de la VRC requiert certaines précautions. Par exemple, des personnes atteintes de douleurs ou maladies forment des groupes bien particuliers de populations pouvant affecter des indices de VRC. C'est pourquoi il est nécessaire de connaître les variations normales de VRC (3.2.3.1) et les conséquences de facteurs pathologiques (3.2.3.2) et environnementaux (3.2.3.3) et de les contrôler lors de l'étude du stress d'origine professionnelle (3.2.3.4).

#### 3.2.3.1 Variabilité du rythme cardiaque : variations dites normales

Hommes et femmes, jeunes et moins jeunes, travailleurs de jour, d'après-midi, de soir ou de nuit, personnalités agressives et passives, telles sont les différences auxquelles il est possible d'être confronté en milieu de travail. Elles sont tout à fait normales, comme l'est le fait de respirer. Or, selon ces cas de figure, les indices de VRC peuvent se trouver modifiés.

S'agissant **du genre et de l'âge**, il a été montré que la puissance des HF est plus grande chez les femmes que chez les hommes et que, bien que la FC moyenne ne diffère pas avec l'âge, la puissance des HF et le ratio BF/HF, eux, diminuent en vieillissant (Ryan et al., 1994).

Tout comme pour la FC, les indices de VRC possèdent leur propre **rythme circadien nycthémeral**<sup>48</sup>, mais ce dernier n'a été évalué que sur des enfants avec une description de certains indicateurs (Massin et al., 2000) — SDNN, SDNNi, RMSSD, pNN50, TBF, BF, HF, BF/HF, RR moyen — ou pour des problèmes de santé (Stein and Kleiger, 1998) et peu chez des adultes sains (Huikuri et al., 1990 ; 1994) ou des variations selon l'âge (Agelink et al., 2001).

La **respiration** normale se situe à une fréquence de 9 à 24 fois par minute (Bernston et al., 1993), soit entre 0,15 et 0,4 Hz. La respiration est intégrée aux BF (de Geus et al., 1995) qui, plus globalement, rendent compte de l'activité parasympathique quoique certains ont montré une influence — plus légère — de l'activité parasympathique sur les HF (Malik and Camm, 1995). Le rythme respiratoire, lorsque contrôlé (15 respirations par minute) pourrait inhiber l'activité du rythme parasympathique et, lorsqu'il est faible (6 respirations par minute), BF/HF augmente parce que certains sous-composants de HF sont synchronisés avec la fréquence respiratoire et se déplacent probablement dans la bande BF (Sasaki and Maruyama, 2014). Les BF rendent compte de l'activité sympathique qui intègre les ondes de Mayer (régulation baroréflexe du système vasculaire) créant un second pic dans les BF aux alentours de 0,1 Hz (DeBoer and Karemaker, 1987), ou entre 0,03 et 0,07 Hz et entre 0,05 et 0,07 Hz selon le tonus nerveux prédominant – sympathique ou parasympathique respectivement – pour des respirations plus lentes (Krasnikov et al., 2013). Le ratio SD2/SD1 semble lié au rythme respiratoire et à d'autres indices de VRC (Guzik et al., 2007 ; 2005). Ce dernier est considéré comme un outil utile pour appréhender le contrôle sympathicovagal de la fréquence cardiaque (Hynynen et al., 2011 ; Martinmäki et al., 2006) et se montre

---

<sup>48</sup> C'est-à-dire qu'il recommence chaque jour, chaque vingt-quatre heures.

positivement corrélé avec l'agressivité, la colère, la dépression et la fatigue (Woo et al., 2010).

Le **type de personnalité** (type A<sup>49</sup> versus type B<sup>50</sup>) joue également un rôle sur la VRC. En effet, les personnes de type A ont un ratio BF/HF significativement plus important alors même qu'il n'y avait aucune différence de FC et de pression artérielle entre les deux types de personnalité (Kamada et al., 1992) et les personnalités de type A avec un trouble panique<sup>51</sup> auraient une VRC plus réduite (B. H. Friedman and Thayer, 1998).

### 3.2.3.2 Variabilité du rythme cardiaque : influence des maladies

D'abord utilisée pour le suivi médical de problèmes post infarctus du myocarde (Bekheit et al., 1990), la VRC est aujourd'hui utilisée pour l'**identification de pathologies médicales** diverses (Acharya et al., 2006 ; 2007) comme l'infarctus du myocarde, le diabète et la défaillance rénale :

---

<sup>49</sup> Les personnalités de type A sont caractérisées par une hostilité latente, qui peut être déclenchée par des incidents même mineurs, lorsqu'il y a une urgence temporelle, avec un esprit de compétition axé sur l'atteinte de buts (M. Friedman and Rosenman, 1959).

<sup>50</sup> Les personnalités de type B, par contraste de celles de type A, sont généralement définies comme moins enclines au stress y compris lorsqu'elles ne réussissent pas. Elles sont plus créatives, réflexives (M. Friedman and Rosenman, 1959).

<sup>51</sup> Un trouble panique est un état anxieux durable constitué par la présence d'accès aigus d'angoisse (ou attaques de panique) récurrents et inattendus suivi de préoccupations persistantes concernant la crainte de récurrences ou les conséquences des accès aigus. Les attaques de panique sont des manifestations paroxystiques à début brutal, d'une durée de quelques minutes à quelques heures, la fin étant volontiers aussi brutale que le début (Traore, 2008).

- Lorsqu'une personne a eu un infarctus du myocarde :
  - L'activité sympathique diminue le seuil de fibrillation<sup>52</sup> et prédispose à une fibrillation ventriculaire,
  - L'activité parasympathique diminue (HF),
  - La variabilité du rythme cardiaque diminue chez les personnes ayant eu récemment un infarctus du myocarde et l'exercice post-infarctus ne permet pas de récupérer davantage de VRC ;
- Lorsqu'une personne est diabétique :
  - La variabilité entre les intervalles diminue durant une respiration profonde,
  - La VRC est plus basse, ce qui est dû à une activité du système parasympathique diminuée avant même que les premiers signes cliniques soient constatés ;
- Lorsqu'une personne est atteinte de défaillance rénale :
  - La puissance spectrale totale de la VRC est fortement réduite dans tous les niveaux du spectre (BF et HF),
  - La puissance moyenne des BF est supérieure et celle des HF (évaluations sur des analyses de 5 minutes).

La VRC peut être utile pour identifier l'**anxiété** et les émotions négatives de peur dans le cas de la phobie sociale (Ahs et al., 2009) au moyen des HF.

---

<sup>52</sup> En médecine, une fibrillation est une « anomalie de l'activité musculaire caractérisée par de multiples petites contractions isolées, désordonnées et inefficaces » (Larousse, 2015).

Enfin, bien que cela ne puisse être défini en soi comme une maladie, la **consommation de cigarettes** influe sur la VRC (Baructu et al., 2005). Par exemple, les fumeurs n'ont pas d'augmentation de RR, de SDNN et RMSSD lors de respiration contrôlée (Tableau III.2).

Tableau III.2 : Résultats principaux de l'étude de Baructu et al. (2005) : différences de VRC entre fumeurs et non-fumeurs ( $p < 0,05$ ).

	Fumeurs	Non-fumeurs
SDNN	64 ± 10	78 ± 22
RMSSD	35 ± 12	54 ± 30
LF/HF	1,3 ± 0,6	0,9 ± 0,5

### 3.2.3.3 Variabilité du rythme cardiaque : influence de la qualité de l'environnement

L'environnement fait référence tant à la pollution atmosphérique — les matières particulaires — qu'à la qualité de l'air inspiré — la composition en gaz —. Ces deux pans sont étudiés ici.

La VRC est influencée par la **pollution atmosphérique** tant au plan temporel que spectral (Park et al., 2005), comme illustré dans le tableau ci-dessous (Tableau III.3). Cette relation paraît sérieuse quoique des améliorations quant à la position des mesures atmosphériques restent à effectuer dans certaines études (Holguin et al., 2003).

Tableau III.3 : Synthèse des études évaluant les associations entre les matières particulaires (MP<sup>53</sup>) et la variabilité du rythme cardiaque. Adapté et traduit librement de Park et al. (2005).

Référence	Type	Échantillon (nb/moyenne ou tranche d'âge/aire d'étude)	Concentration ambiante de MP ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Covariables ajustées	Résultats principaux*
Liao et al. (2004)	Longitudinal	26 volontaires (3 semaines) Moyenne 81 ans Baltimore	MP <sub>2.5</sub> sur 24 h, 16.1 ± 6,9	Âge, sexe, état de santé cardiovasculaire	SDNN, -8,8 (-14,9 à 0,0) HF, -24,1 (-42,5 à 0,0) BF, -22,4 (-39,7 à 0,0)
Pope et al. (1999)	Longitudinal	7 (29 jours-personne) Moyenne, 70 ans Utah Valley	MP <sub>10</sub> , aucune concentration rapportée	Pression barométrique à 17 h, heure des Rocheuses, FC	SDNN, -1,4 (-2,1 à -0,6) SDANN, -1,4 (-2,4 à -0,5) RMSSD, 1,9 (-0,2 à 3,9)
Gold et al. (2000)	Longitudinal	21 (163 observations) Éventail, 53-87 ans Boston	MP <sub>2.5</sub> sur 4 h, 15,3 (Éventail, 2,9-48,6)	Utilisations de calcium ou de bêtabloquant, Uses of calcium or bêta-blockers, inhibiteur de l'enzyme de conversion de l'angiotensine	Avec une respiration lente : SDNN, -2,9 (-7,8 à 2,1) RMSSD, -10,6 (-18,3 à -2,9)
Creason et al. (2001)	Longitudinal	56 non-fumeurs (4 semaines) Moyenne, 82 ans Baltimore	MP <sub>2.5</sub> sur 24 h, 20,5 (Éventail, 7,8-45,3)	Âge, sexe, état de santé cardiovasculaire, tendance, température maximale, température moyenne du point de rosée	HF, -14,9 (-25,9 à -4,5) BF, -12,9 (-20,6 à -2,3)
Holguin et al. (2003)	Longitudinal	34 (384 observations) Moyenne, 79 ans Mexio City	MP <sub>2.5</sub> sur 24 h, 30,4 ± 9,9	Âge, FC, hypertension	HF, -19,3 (-29,2 à -7,7) LF, -8,4 (-19,3 à 0,2) BF/HF, 24,2 (-7,5 à 66,7)
Pope et al. (2004)	Longitudinal	88 (250 observations) Éventail, 54-89 ans Utah	MP <sub>2.5</sub> sur 24 h, 23,7 ± 20,2	Lissages interactifs de la température, humidité relative, FC	SDNN, -2,7 (-3,9 à -1,4) SDANN, -1,7 (-3,3 à -0,2) RMSSD, -6,1 (-9,2 à -3,0)
Liao et al. (2004)	Transversal	4 899 Moyenne, 62 ans Étude ARIC <sup>54</sup>	MP <sub>10</sub> sur 24 h, 24,3 ± 11,5	Âge, sexe, ethnicité, IMC, éducation, tabagisme, médication cardiovasculaire, maladie cardiovasculaire, diabète, hypertension, FC, saison, température, HR, couverture nuageuse	SDNN, -2,4 (-3,8 à -1,0) HF, -5,1 (-8,0 à -2,1) BF, -1,7 (-4,7 à 1,3)
Park et al. (2005)	Transversal	497 hommes Moyenne, 73 ans Étude normative sur l'âge à Boston	MP <sub>2.5</sub> sur 24 h, 11,4 ± 8,0	Âge, MAP, tabagisme, glycémie, utilisation d'inhibiteur de l'enzyme de conversion, température de la pièce, température apparente, saison	SDNN, -2,7 (-9,5 à 4,6) HF, -16,2 (-30,7 à 1,3) BF, -0,7 (-14,6 à 15,4) BF/HF, 18,5 (3,7 à 35,4)

\* Changement de pourcentage (95 % d'intervalle de confiance) pour une augmentation de 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les MP<sub>2.5</sub>.

Dans des conditions de variation de **qualité de l'air inspiré** divergeant de la normale (21 % de dioxygène — O<sub>2</sub> —, 0,03 % de dioxyde de carbone — CO<sub>2</sub> — et le reste en diazote — N<sub>2</sub> —) soit avec hypoxie<sup>55</sup> ou l'hypercapnie<sup>56</sup> causent des variations de VRC. Une hypercapnie de 5 % de CO<sub>2</sub>, quoiqu'uniquement étudiée chez la souris, mène à une augmentation de HF et à une diminution de BF (Campen et al., 2005).

#### 3.2.3.4 Variabilité du rythme cardiaque : influence des stresseurs

Jusqu'à présent des études font un pont entre VRC et stress occupationnel sans qu'un consensus n'émerge ni sur les indices pertinents ni sur les méthodes à employer notamment dans une étude de terrain (Bernardi et al., 2000; Bernston et al., 1997; Collins et al., 2005; Costoli et al., 2004; M. Hall et al., 2004; Horsten et al., 1999; Kecklund and Akerstedt, 2004; Sakuragi and Sugiyama, 2004; van Amelsvoort et al., 2000). Or l'enjeu de cette thèse est d'arriver à proposer un moyen objectif d'évaluation du stress au moyen de la VRC. Or, l'intérêt majeur de l'intégration de l'analyse de la VRC à l'analyse de l'activité en situation de stress est que des liens ont été identifiés entre stress et maladies cardiovasculaires, révélant un enjeu de santé publique et menant à une conviction : si les indices de VRC ont permis d'identifier des modifications en

---

<sup>53</sup> Selon Santé Canada, « la matière particulaire (MP) désigne une grande variété de particules suffisamment petites pour être transportées par l'air et être ainsi inhalées. Ces particules peuvent être solides ou liquides, ou encore un mélange des deux » (Santé Canada, 2012). Le nombre en indice correspond au diamètre maximal des particules considérées.

<sup>54</sup> Étude ARIC (Atherosclerosis Risk in Communities Study) : <http://www2.csc.unc.edu/aric/>

<sup>55</sup> L'hypoxie désigne une diminution de la quantité d'oxygène apportée aux organes par le sang. Elle peut être due à l'altitude, une anémie, une pathologie de l'hémoglobine ou encore à une intoxication au monoxyde de carbone (Ainslie et al., 2008). Elle peut avoir des effets sur la VRC (Da Zhang et al., 2014)

<sup>56</sup> L'hypercapnie désigne la présence excessive de dioxyde de carbone contenue dans le plasma sanguin. Elle est due à une inhalation trop riche en dioxyde de carbone ou à une diminution de la ventilation pulmonaire. Cela peut causer une fatigue, des sueurs, des troubles de la conscience ou un état de somnolence, voire une augmentation de la tension artérielle (Lambertsen, 1971).

conditions très dégradées (maladies cardiovasculaires), certains pourraient sans doute servir à le faire dans des conditions moins dégradées (stress aigu, stress chronique). Ces trois aspects sont illustrés à présent.

Une étude de synthèse se basant sur 17 études longitudinales sur ce lien a mis en relief de forts liens **entre stress au travail et maladies cardiovasculaires** chez les hommes, tandis que les preuves chez les femmes seraient plus rares, moins cohérentes (Belkic et al., 2004). Selon les auteurs, il pourrait s'agir pour ces dernières surtout d'une sous-estimation des effets existants inclus dans les études. Cela jouerait dans une moindre mesure chez les hommes. Aussi, le stress causerait des dommages structurels au cœur, c'est en tout cas ce qui a été montré chez la souris (Costoli et al., 2004).

Le **stress aigu** (discours) impacte également sur la VRC avec une baisse de HF durant les phases de sommeil paradoxal (mouvements oculaires rapides) et profond (absence de mouvements oculaires rapides) et une augmentation du ratio BF/HF lors du sommeil profond (M. Hall et al., 2004). Une allocution, comme générateur de stress aigu au travail, crée une augmentation de la FC et une diminution de la pression artérielle sous stress lors de discours, mais va avec une diminution du rythme respiratoire (Bernardi et al., 2000).

En étudiant le cas de parachutistes dans l'armée, Hynynen et al. (2011) ont mis en évidence que le surentraînement — que l'on pourrait associer à la **fatigue physique** — et le **stress psychologique chronique** ne modifient aucunement la sécrétion d'hormones de stress (cortisol, adrénaline, noradrénaline), la FC ou la VRC durant le sommeil, mais tous deux entraînent une diminution de VRC au réveil. Les athlètes surentraînés présentent des capacités cognitives et une VRC amoindries (par rapport à un groupe témoin d'athlètes) et lors de stress aigu, la VRC tend à diminuer. Ils n'ont

cependant constaté aucune trace attribuable au stress d'anticipation dans la VRC. Concernant toujours la fatigue, une étude a montré que des privations de sommeil (30 heures) n'établissent aucun lien avec la VRC, les baisses de HF constatées n'étant dû chez 4 des 7 participants, selon les auteurs, qu'au rythme nyctéméral (Portier and Guézennec, 2007). En revanche, une autre étude, s'intéressant à la fatigue mentale durant la conduite, a montré des changements significatifs ( $p < 0,05$ ) avec des baisses de puissance de BF et de HF entre le début et la fin des 90 minutes de conduite (Zhao et al., 2012).

Enfin, cette recherche a comme support l'étude des opérateurs de centres d'appel d'urgence (OCAU) qui sont en travail posté<sup>57</sup>. Il est intéressant de noter que le **travail de nuit** provoque des baisses de VRC durant le sommeil par rapport au travail de jour (van Amelsvoort et al., 2000).

Dans cette section de la partie théorique, l'étude du stress d'origine professionnelle par la VRC lors de l'analyse de l'activité semble prometteuse, mais complexe. Prometteuse, car la technologie électrophysiologique est mûre, que les indices sont nombreux et que des liens entre stress et conditions stressantes sont établis, plus encore, de par les liens avérés entre stress, VRC et maladies cardiovasculaires, l'usage de la VRC en intervention pourrait être un argument motivant pour les partenaires (employeurs et salariés). Complexe de par les nombreux paramètres qu'il est nécessaire de contrôler en milieu de travail (variations inter et intra individuelles, environnement,

---

<sup>57</sup> L'expression *travail posté* fait référence à un travail soumis à une organisation du travail où les équipes de travail se relient selon (par exemple, on parle de « 2 x 8 » pour deux quarts de travail de 8 heures ou de « 3 x 8 » pour trois quarts de huit heures permettant ainsi aux entreprises de produire ou d'offrir un service en continu), le corollaire est que les travailleurs sont souvent appelés à effectuer des rotations, perturbant ainsi leur chronobiologie (Van Reeth, 2001) et leur vie sociale (Vallery and Hervet, 2005). Ce type de travail est documenté en ergonomie, essentiellement grâce aux travaux de Béatrice Barthe et Yvon Quéinnec (Barthe et al., 2004; Quéinnec et al., 2008).

pathologies). Il est ainsi important de connaître un milieu avant de pouvoir y intervenir avec la VRC. D'autres approches, complémentaires, permettent avec davantage d'antériorité de documenter les conditions de travail stressantes. Tel est le cas de la psychologie et de l'ergonomie qui sont abordées par la suite.

### 3.3 Approches psychologiques du stress

Comme le note Xavier Vaxevanoglou : « l'apport majeur de l'approche psychologique par rapport à l'approche biologique du stress, est l'identification de processus intermédiaires intervenant entre la présence d'un agent stressant dans l'environnement de l'individu, et les effets du stress sur les conduites de l'individu et sa santé » (Vaxevanoglou, 2002). Cet apport est traité dans l'ouvrage collectif *stress au travail et santé psychique* (Neboit and Vézina, 2002). Dans cette section, au travers d'une trame chronologique des années 1950 à nos jours, sont décrites neuf approches différentes illustrant les complexifications progressives.

#### 3.3.1 Approche psychanalytique de Menninger (1954)

D'après les observations cliniques de Karl Menninger, il existe un continuum entre santé et maladie, cette dernière étant entre l'état d'équilibre par rapport au réel et la dislocation psychologique de la personne. Ainsi, le moi<sup>58</sup> agit comme un régulateur de l'équilibre homéostatique face aux pressions exercées par le surmoi<sup>59</sup> et la réalité extérieure, cherchant à négocier un niveau de tension tolérable et compatible avec sa

---

<sup>58</sup> En psychanalyse, le moi est, « dans la deuxième topique freudienne, l'instance distinguée du ça et du surmoi, qui permet une défense de l'individu contre la réalité et contre les pulsions » (Larousse, 2015). Le terme « ego » en est le synonyme.

<sup>59</sup> En psychanalyse, le surmoi est « l'instance de la personnalité psychique dont le rôle est de juger le moi. Introduit par Freud dans la deuxième topique, le surmoi se constitue initialement par identification aux parents et détermine, au travers des conflits avec le moi, les sentiments inconscients de culpabilité » (Larousse, 2015).

croissance, son développement et l'expression de sa créativité (Menninger, 1954a; 1954b).

L'équilibre homéostatique assuré par le moi est continuellement compromis par le stress à répétition ou soutenu qui, à des intensités variables, atteignent l'organisme tout entier. Face à ces menaces envers son équilibre, le moi va mettre en place cinq types de mécanismes de défense, des adaptations mineures à l'anéantissement du moi tout entier. Ces mécanismes se mettent en place de façon graduelle (Menninger, 1954a) :

- Les mécanismes régulateurs de premier ordre peuvent être utilisés par l'ego<sup>58</sup> lors de situations qui mettent à rude épreuve les dispositifs normaux, ordinaires. Ces dispositifs régulateurs sont essentiellement des utilisations à l'excès des fonctions normales qui apparaissent alors comme gênantes, désagréables. Ils peuvent être décrits comme des preuves de « nervosité ».
- Les mécanismes régulateurs de second ordre se caractérisent par un retrait partiel, une renonciation ou une distorsion partielle de la réalité, une tentative de compensation par substitution.
- Les mécanismes régulateurs de troisième ordre se caractérisent par des crises épisodiques explosives d'énergie agressive, plus ou moins désorganisée. On y retrouve cinq mécanismes : de la violence agressive (homicide, suicide, automutilation, agression sexuelle), des convulsions, des attaques de panique, démoralisation, des épisodes de déconnexion transitoire de la réalité.

- Les mécanismes régulateurs de quatrième ordre s'apparentent à ce que la plupart des psychiatres appellent *psychose*<sup>60</sup>. Cela s'illustre avec des états délirants, de la schizophrénie<sup>61</sup>, de la torpeur<sup>62</sup>.
- L'ultime mécanisme régulateur, de cinquième ordre, est irréversible. Alors, que la fonction de l'ego est l'intégration, à ce stade se met en place une pure dislocation, qui aboutit la plupart du temps à la mort par suicide. L'homme est, selon Menninger, à la fois « Bersek »<sup>63</sup> et « Amok »<sup>64</sup>, c'est-à-dire furieux, hors de contrôle, déterminé et meurtrier.

Explicative du processus mental mis en place, cette approche peut être utile pour un psychothérapeute a posteriori d'un stress, lors d'une dépression.

### 3.3.2 Approche interactionniste : la théorie « person-environment fit theory » (PE-Fit) de French (1973)

Développée par French et ses collègues (French, 1973), elle statue qu'une astreinte est créée lorsque l'individu n'a pas les capacités, les compétences ou les ressources nécessaires pour satisfaire les demandes de son travail (French et al., 1982; French and Caplan, 1972). Plus grande est l'inadéquation entre la personne et son environnement,

---

<sup>60</sup> Une psychose est une « affection mentale bouleversant profondément la personnalité du sujet et ses rapports à la réalité ». « Les [psychoses] sont souvent caractérisées par un délire et des hallucinations, ainsi que par une personnalité pathologique [...], les principales psychoses sont le trouble bipolaire, la paranoïa et la schizophrénie » (Larousse, 2015).

<sup>61</sup> La schizophrénie est une « psychose délirante chronique caractérisée par un autisme, une dissociation, un délire paranoïde, et générant une perturbation du rapport au monde extérieur » (Larousse, 2015).

<sup>62</sup> La torpeur est « l'état de quelqu'un chez qui l'activité psychique et physique est réduite » (Larousse, 2015).

<sup>63</sup> Un Bersek est un guerrier fauve qui, rentrant dans une fureur sacrée, devient surpuissant. Personnage présent dans les mythologies nordiques et germaniques (Boyer, 1987).

<sup>64</sup> Amok est le nom d'une folie meurtrière observée chez certains Malais (Flaskerud, 2012).

plus importantes seront l'astreinte et la probabilité d'occurrence de conséquences négatives sur les travailleurs (baisse de productivité, problèmes de santé).

### 3.3.3 Approche psychocognitive transactionnelle de Lazarus (1966)

La théorie de l'analyse transactionnelle de Lazarus (Lazarus, 1991; 1966a; Lazarus and Folkman, 1984) se penche sur le stress professionnel selon une perspective cognitive comportementale et distingue stress et tension qui sont pour lui respectivement la force qui s'exerce sur l'organisme et la résultante de l'application de cette force. La tension n'est pas exclusivement dépendante des conditions extérieures et peut être fortement influencée par le vécu intrapsychique. Il définit le stress sous le vocable d'« équation-personne-environnement », prenant « personne » pour sa totalité.

Appuyant son modèle sur une interprétation génétique, il dégage deux principes fondamentaux (Lazarus, 1966b) :

- Plus on monte dans l'arbre de la phylogénèse<sup>65</sup>, plus le comportement repose sur un apprentissage plutôt que sur des automatismes instinctuels.
- Cela étant posé, alors les différences entre les individus d'une même espèce ont tendance à s'accroître.

---

<sup>65</sup> En biologie, la phylogénèse est l'« histoire de la formation et de l'évolution d'une espèce, d'un phylum, etc. » (Larousse, 2015).

Par voie de conséquence, quoique pouvant servir de référence, de modèle, pour la compréhension scientifique de phénomènes physiologiques, les modèles animaux ne peuvent en aucun cas être transposables à l'homme.

Premier à avoir exploré le « coping » (mécanisme servant à faire face à une situation stressante), il fait des émules (Newton and Keenan, 1985). Sur ce modèle, Steptoe (Steptoe, 1991) énonce que : « les conditions donnant naissance à des réponses au stress sont de nature interactionnelle et comprennent des situations où il existe un équilibre entre les stimuli psychosociaux d'une part et les ressources psychologiques de réaction au stress d'autre part. La réaction de stress est elle-même hétérogène, comprenant non seulement les ajustements physiologiques et comportementaux étudiés chez l'animal, mais également des modifications des processus affectifs et cognitifs ».

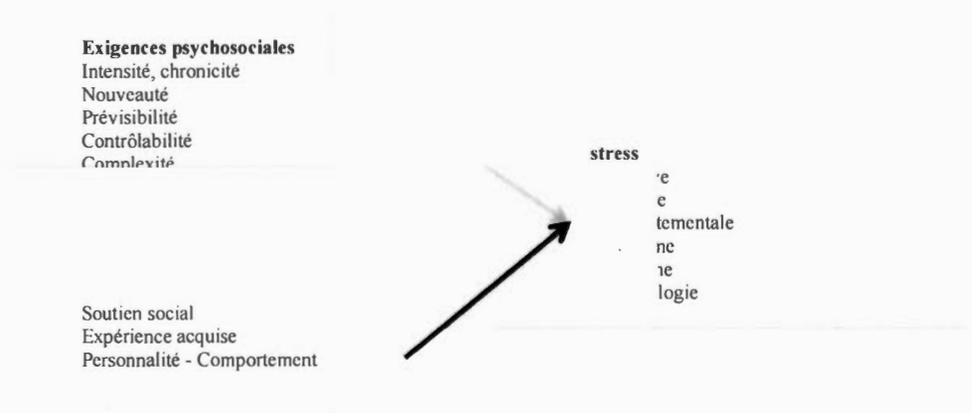


Figure 1 : Interaction entre les exigences psychosociales et les ressources psychologiques dans le processus de la réaction au stress (d'après Steptoe, 1991).

Pearlin et Schooler (1979 ; 1978) soutiennent l'hypothèse que les stratégies et leur efficacité sont liées au type de stress. À l'opposé, l'étude en population générale de Mattlin et al. (1990) montre que le « coping » des stress chroniques n'est pas corrélé avec l'anxiété et la dépression contrairement au « coping » des événements récents, et supporte la théorie de la spécificité de l'effet du « coping ». Ainsi, le fait que le choix

d'une stratégie permette de diminuer les effets du stress dans la survenue d'un trouble psychologique n'est pas certain.

#### 3.3.4 Modèle « state-trait process » (STP) de Spielberger

Ce modèle (Spielberger, 1983 ; 1972) suit les deux précédents modèles (PE-Fit et analyse transactionnelle) mais met davantage l'emphase sur les traits de personnalité et leur influence sur les réactions émotionnelles face à un stress professionnel (Vagg et al., 2002). Le modèle STP, en sus de l'évaluation cognitive, étudie plus particulièrement l'importance de la perception immédiate de stressseurs comme dangereux ou menaçants et qui provoquent de l'anxiété (réaction de fuite, ou « *flight* ») ou de colère (« *fight* ») durant l'adaptation.

#### 3.3.5 Modèle « demande-latitude » (DL) de Karasek et « demande-latitude-soutien » (DLS) de Johnson et Hall

Dans ce modèle, les demandes psychologiques font référence à la quantité de travail à accomplir, aux exigences mentales et aux contraintes de temps liées à ce travail. Quant à l'autonomie décisionnelle, elle fait écho à la possibilité pour le travailleur d'exercer un certain contrôle sur le travail à réaliser mais surtout à la possibilité d'être créatif et d'utiliser et de développer ses habiletés, donc de maîtriser le processus de travail. Puis, le concept de soutien social a été ajouté au modèle initial afin de rendre compte de l'ensemble des interactions sociales utilitaires (socioémotionnelles et instrumentales) disponibles tant de la part des collègues que de la hiérarchie.

Les recherches de 1979 à 1997 portant sur les modèles DL (Karasek, 1979) puis DLS (Johnson and E. M. Hall, 1988) ont systématiquement porté sur les conséquences en matière de santé physique (Van der Doef and Maes, 1999) et plus particulièrement en termes de maladies cardiovasculaires (Kristensen, 1995 ; Schnall et al., 1994). Cette modélisation a permis la validation d'un questionnaire répandu : le Job Content Questionnaire — JCQ — (Karasek et al., 1998) qui depuis a été traduit et validé en français (Brisson and Larocque, 2001; Langevin et al., 2011).

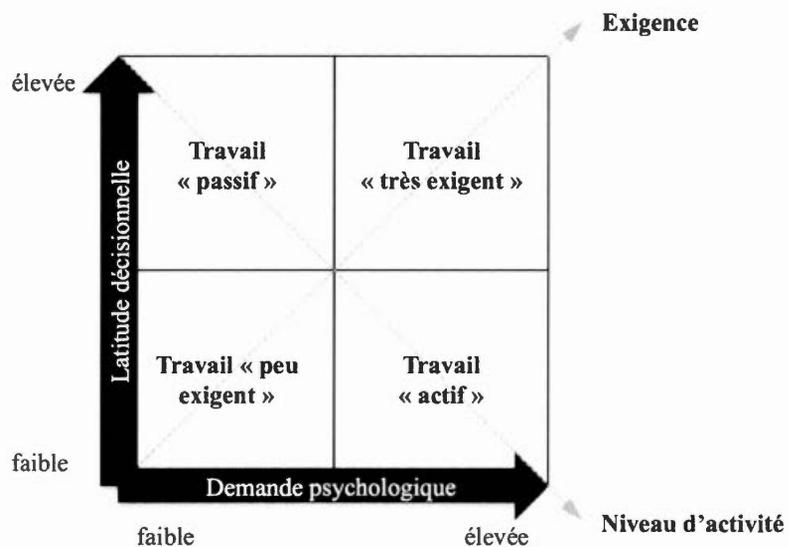


Figure III.14 : Modèle de la contrainte au travail auquel sera ajouté plus tard le soutien social. Traduit et adapté de Karasek (1979).

### 3.3.6 Modèle « déséquilibre efforts/récompenses » de Siegrist

Siegrist étudie lui aussi le modèle de Karasek — en adjonction au sien — et en tire tout l'intérêt avec deux importantes limitations, deux défis à relever :

- les études doivent avoir lieu dans des entreprises de grande taille et ne considèrent pas les travailleurs les plus à même d'être économiquement affectés, avec un travail précaire (temporaires, télétravail, services) ;
- des défis ne peuvent être résolus qu'à des niveaux politiques régionaux, nationaux et internationaux en termes de santé et de travail (Siegrist, 2002).

### 3.3.7 Modèle de justice organisationnelle de Kivimaki (2004)

D'origine psychosociologique, la justice organisationnelle examine la justice relationnelle et procédurale qui captent des éléments de base de la structure sociale dans laquelle ils opèrent. Cela a été à l'origine d'une étude (Kivimaki et al., 2004) qui a permis de montrer que le fait d'être soumis à une faible justice organisationnelle ou à une baisse de cette justice au fur et à mesure des années avait des conséquences négatives sur l'évolution de la santé, pour les hommes. Pour les femmes, cette évolution peut être observée également mais est davantage en lien avec d'autres facteurs (groupe d'âge, niveau d'étude, état de santé autoévalué).

Cependant, des problèmes méthodologiques (nombre et non-uniformité des échelles de mesure des facteurs psychosociaux ; redondance du modèle avec celui de Karasek ; manque de lien avec les individus impliqués) ont été mis en relief et demandent de plus amples « affinages » quoique cela apporte une nouvelle dimension plus sociale, plus encline à répondre à de nouvelles pratiques organisationnelles au travail et en dehors (Bourbonnais, 2007).

### 3.3.8 Modèle « Flexihealth »

Ce modèle éponyme du projet dont il est issu (de 1999 à 2003) visait à étudier ce qui se passe pour les travailleurs lorsque leur entreprise est confrontée à un changement organisationnel majeur, et ce sur trois points au niveau psychosocial (Figure III.15) : identification d'indicateurs de changement pour le travailleur, leur signification selon les travailleurs et les conséquences — positives ou négatives — sur le bien-être au travail (Vandenberghe et al., 2004). Il se positionne donc à un niveau organisationnel et reprend six types de stressors professionnels identifiés précédemment (Cartwright and Cooper, 1997) :

- les caractéristiques du travail (ex. : surcharge ou sous-charge de travail, type d'horaire, qualité de l'environnement physique de travail, etc.) ;
- les rôles professionnels (ex. : niveau de responsabilité, ambiguïtés ou conflits entre les rôles attribués, etc.) ;
- les relations avec les collègues, le supérieur ou les subordonnés ;
- les facteurs liés à l'évolution de la carrière (ex. : insécurité d'emploi, possibilités d'évolution au sein de l'entreprise ou en dehors de celle-ci, etc.) ;
- les facteurs organisationnels (ex. : climat au sein de l'entreprise, culture d'entreprise, style de gestion, etc.) ;
- les interactions entre les vies familiale et professionnelle.

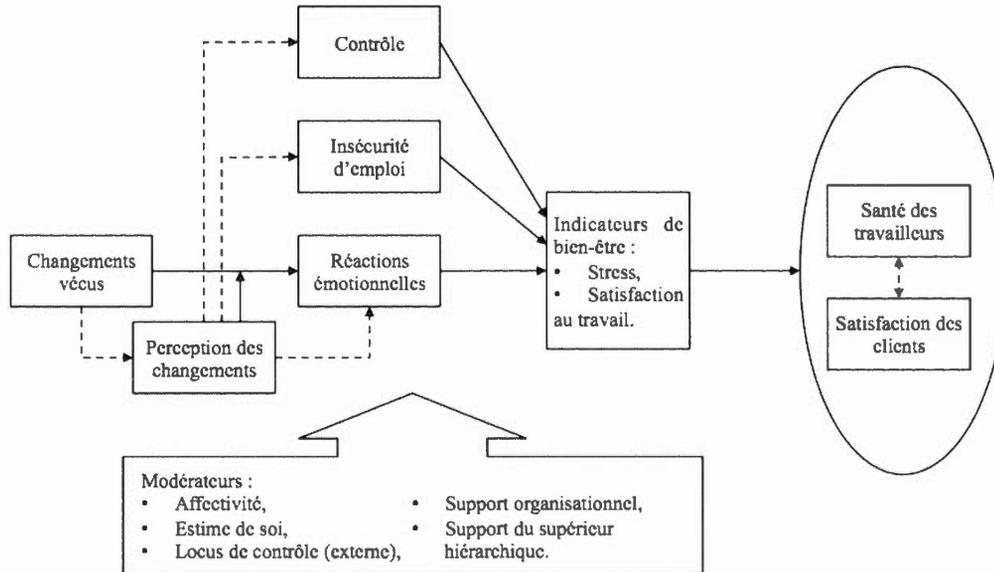


Figure III.15 : Modèle Flexihealth, reproduit et adapté de Vandenberghe et al. (2004), p.10.

### 3.3.9 Modèle multidisciplinaire cognitif et conditionnel de Dolan et Arsenaault

Les modèles précédemment évoqués sont descriptifs et aident à la compréhension des mécanismes du stress sur les plans physiologique et mental, cependant ils reposent sur des paradigmes opposés à celui-ci qui met l'accent sur l'aspect dynamique, de l'interaction de l'homme avec ses stressors. Dolan et Arsenaault (Dolan and Arsenaault, 1980) ont proposé un modèle permettant de poser un diagnostic, et de ce fait, d'orienter les interventions visant à diminuer la fréquence des conséquences du stress à longue échéance. Ce faisant, ils ont basé leur modèle sur 4 paramètres : l'identification des sources de stress dans un environnement de travail, la compréhension de la variabilité des affections des travailleurs, celle des conséquences physiques et psychologiques du stress sur les travailleurs et enfin les conséquences organisationnelles du stress

mesurables à partir du rendement des travailleurs (productivité, absentéisme, fréquence des accidents, etc.).

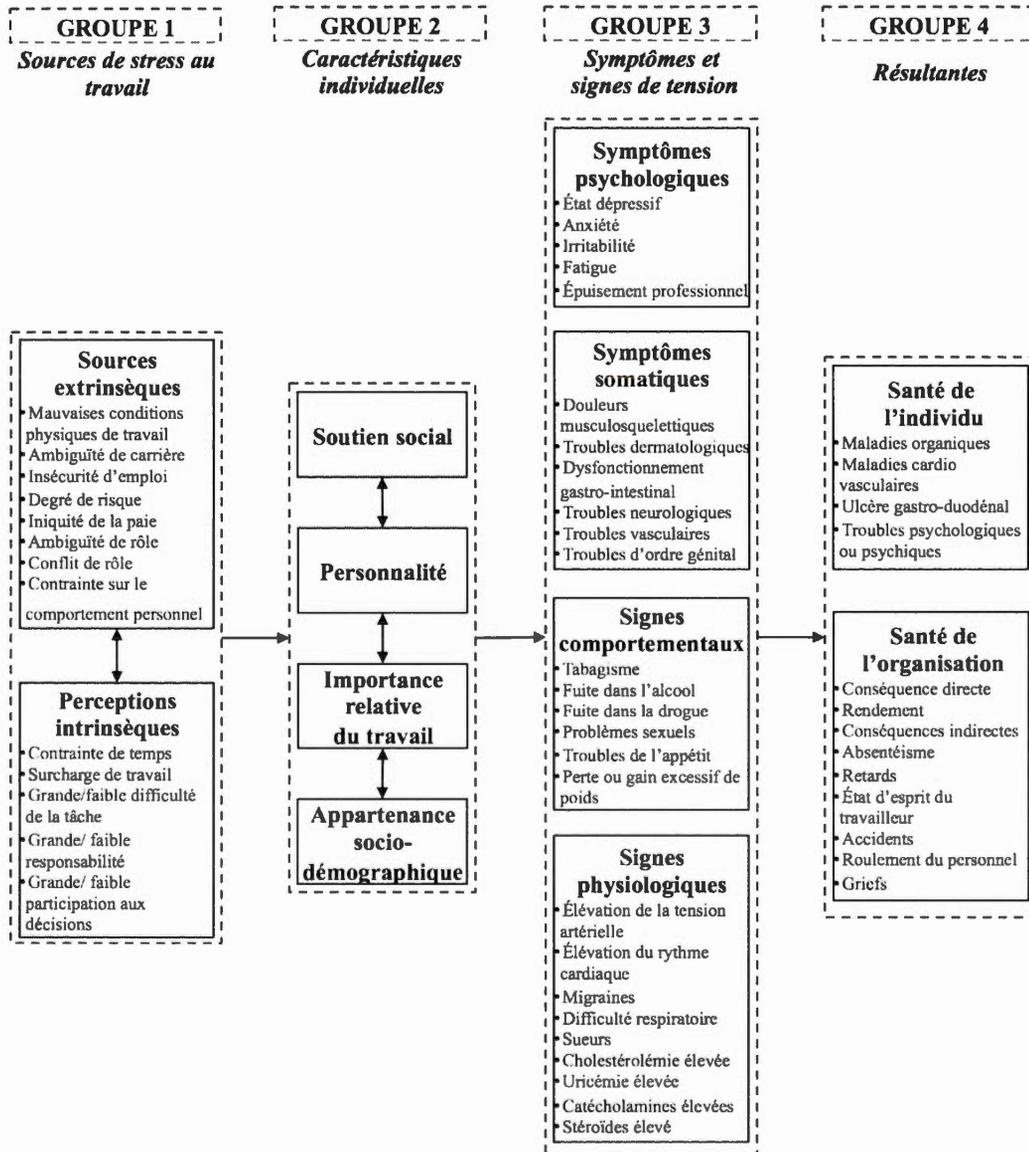


Figure III.16 : Le modèle cognitif et conditionnel du stress au travail. Adapté de Dolan et Arsenault (1980) in Dolan, Gosselin & Garrière (2012, p. 395).

Comme le soulignent Dolan et coll. (Dolan et al., 2002), « les stimuli ne deviennent des agents stressants qu'à partir du moment où apparaît une discordance entre le degré de stimulation désiré par le travailleur et le degré de stimulation qu'il perçoit subjectivement. ». Cette relation entre l'environnement de travail (les stimuli) et l'opérateur est dynamique dans le temps, en modifiant tantôt l'un tantôt l'autre.

Le modèle cognitif comporte quatre groupes de variables (Figure III.16). Les variables du groupe 1 représentent les conditions particulières du travail et sont présentées comme des exigences en provenance de l'environnement. Ces exigences sont accrues ou réduites en fonction des caractéristiques individuelles de chacun, à savoir les variables du groupe 2. L'interaction entre les variables du groupe 1 et celles du groupe 2 a diverses conséquences sur les plans psychologique, somatique, comportemental ou physiologique : ce sont les symptômes et les signes de tension qui définissent les variables du groupe 3. Les symptômes et les signes de tension représentent les conséquences à brève échéance du stress sur les individus ; quant aux conséquences à longue échéance sur les individus et les organisations, elles correspondent aux variables du groupe 4.

De l'ensemble des neuf modèles présentés ici, il semble intéressant de s'interroger sur celui ou ceux qui sont utilisés lors de mesures de variabilité du rythme cardiaque (VRC). Aussi, comme présentées ci-dessous (Tableau III.4), les approches les plus souvent utilisées sont celles qui sont relativement plus simples, pertinentes en pathologie (« person-environment fit theory », approche transactionnelle, « State-trait process »). Les autres approches, ancrées dans l'étude du stress au travail, sont relativement moins utilisées (Demande-latitude et demande-latitude-soutien, déséquilibre efforts/récompenses, justice organisationnelle). Aucun article scientifique ne fait référence aux approches les plus complexes (Flexihealth, Multidisciplinaire cognitif et conditionnel). Le tableau met également en lumière le très faible

pourcentage d'articles traitant de VRC qui font appel d'une quelconque manière aux approches psychologiques du stress : seul 0,46 % d'entre eux font référence à l'auteur du modèle « déséquilibre effort/récompense », par exemple. Lors de l'étude de la VRC pour l'analyse du stress d'origine professionnelle, l'intérêt de prendre ce phénomène de façon qualitative, profonde, est patent.

Tableau III.4 : Utilisation globale et récente (de 2007 à 2017) des approches psychologiques dans des articles scientifiques lors de l'étude de la variabilité du rythme cardiaque (VRC), d'après ScienceDirect.

<b>Approche</b>	<b>Nom du premier auteur</b>	<b>Utilisation totale</b>	<b>Utilisation récente</b>
Psychanalytique	Menninger, K	8	8
« person-environment fit theory »	French, J	300	279
Transactionnelle	Lazarus, R	116	111
« State-trait process »	Spielberger, C	161	158
Demande-latitude et demande-latitude-soutien	Karasek, R	20	18
Déséquilibre efforts/récompenses	Siegrist, J	51	49
Justice organisationnelle	Kivimaki, M	49	49
Flexihealth	Vandenberghe, C	0	0
Multidisciplinaire cognitif et conditionnel	Dolan, Simon	0	0
<b>Nombre total de publications sur la VRC</b>		<b>12 547</b>	<b>10 624</b>

Recherche avancée effectuée par recherche, du terme « HRV » dans l'ensemble de chaque article et du nom du premier auteur de chaque approche, tel que présenté dans le présent tableau, dans les références. Opérateur booléen utilisé : ET. Recherche effectuée le 27 janvier 2017.

### 3.4 Approche ergonomique du stress professionnel : des modèles à l'étude des centres d'appel d'urgence

La question de recherche de la présente thèse est : « Comment utiliser la variabilité du rythme cardiaque (VRC) pour évaluer le stress professionnel et permettre une amélioration des conditions de travail des OCAU dans une intervention ergonomique ? ». En d'autres termes, il s'agit de faire un outil d'intervention du stress destiné aux ergonomes œuvrant dans les centres d'appel d'urgence (CAU).

C'est pourquoi, au sein de sections dédiées, sont approfondis ici les trois mots clefs : ergonome, intervention et CAU. Il s'agit donc, dans un premier temps, d'établir les ponts entre ergonomie et disciplines fondamentales — la physiologie et la psychologie, notamment —, mais également de mettre en lumière ses spécificités propres : l'analyse de l'activité (3.4.1). Puis, un examen est réalisé de l'intervention ergonomique dans une démarche d'amélioration de la santé psychosociale telle que réalisée à ce jour (3.4.2). Enfin, les centres d'appel sont très étudiés ; l'importance de la dimension psychosociale y est reconnue. Celle-ci est présentée ici afin de mieux comprendre les CAU qui, eux, ont pour mission de gérer les urgences (3.4.3).

#### 3.4.1 L'ergonome

Qu'est-ce qu'un ergonome ? Afin de le découvrir, il est nécessaire avant tout de connaître la discipline qu'il pratique. En effet, l'ergonomie est une discipline dont l'épanouissement est relativement récent — moins d'une centaine d'années — et qui naît du besoin d'acteurs de provenances hétéroclites de mieux comprendre et aider aussi bien le travail que les travailleurs (3.4.1.1). Se réunissant autour de ce dessein commun, naît l'ergonomie en tant que discipline d'application au travail puis, peu à

peu, de discipline de compréhension et d'amélioration du travail (3.4.1.2). Émerge alors le besoin de comprendre pourquoi les travailleurs ne réalisent pas, *stricto sensu*, ce qui leur est demandé ; ils sont des « outils » actifs, pensants du processus de production. Grâce à l'analyse de l'activité, l'ergonome va trouver le sens du travail réalisé, des processus de régulation mis en place qui enrichissent le travail (3.4.1.3). Tout un chacun peut aisément comprendre, par exemple, les enjeux que représente un renouvellement de personnel advenant de nombreux départs à la retraite comme cela sera le cas dans les prochaines années avec les baby-boomers : tout un savoir, un savoir-faire est potentiellement en jeu.

#### 3.4.1.1 L'ergonomie : fille des sciences fondamentales

Malgré quelques traces avant notre ère concernant des hommes s'intéressant aux postures ou à certains métiers (ex. : forgerons), ce n'est qu'à partir du XII<sup>e</sup> siècle que des précurseurs véritables apparaissent, ingénieurs et médecins (Laville, 1993). Dès les années 1900, un programme d'étude en psychotechnique du psychiatre Édouard Toulouse comporte les aspects concernant la santé et la sécurité (réduction de la fatigue, prévention des accidents, formation professionnelle, etc.). Sous cette impulsion, sont réalisées des tentatives convergentes pour comprendre les effets du travail sur l'homme par un réseau de chercheurs qui investiront le 41 rue Gay-Lussac (Paris) ; dès 1928, y est créé l'Institut national d'orientation professionnelle (INOP) qui a comme missions la formation des conseillers d'orientation professionnelle — incluant orientation professionnelle des scolaires et recherche en physiologie — et la documentation (psychologie). « La formation des conseillers d'orientation, théorique et pratique [comporte] des cours de physiologie, de pathologie mentale, de psychologie, de pédagogie, d'économie politique, d'organisation de l'orientation professionnelle et des

techniques d'orientation. Ce qui [reflète] la volonté de pluridisciplinarité de ses responsables (Bacquet, Bacher 1978) » (Cuny and Weill-Fassina, 2012). Plus tard, dans la France d'après-guerre, l'angle d'approche de l'ergonomie passe d'abord par l'« human engineering » à visée applicative des connaissances fondamentales en conditions de laboratoire (Neboit, 2006). Ces travaux sont conduits dans deux laboratoires : le laboratoire de psychotechnique de Pacaud et Lahy et le Centre d'études et de recherche psychotechniques (CERP) d'Ombredane et Faverge. Avec la parution du livre « L'analyse du travail » (Ombredane, 1955) sont posées les bases de l'ergonomie francophone. Puis, dès 1962, prenant la direction de l'École pratique des hautes études (EPHE), Leplat — auparavant membre du CERP — commence à formaliser les bases de l'analyse du travail en psychologie ergonomique<sup>66</sup>, ce qu'il continue à faire pendant quarante ans. Jusqu'en 1975, la réflexion suit largement le travail de Faverge, les auteurs insistant sur la nécessité de distinguer ce qui doit être fait (les tâches) et ce que les travailleurs font réellement (l'activité). L'accent est mis sur l'écart entre le travail prescrit et le travail réel et sur les raisons de la variabilité conduisant à ce que les travailleurs ne se contentent pas de suivre les séquences d'opérations prescrites (Daniellou, 2005). Entre 1972 et 1975, apparaît la notion d'activité. En effet, Leontiev, psychologue soviétique, définit la théorie de l'activité (Encadré III.1) qui est véhiculée lorsque son livre est traduit en français en 1975 (Leontiev, 1975).

---

<sup>66</sup> « Dans la mesure où elles se veulent ergonomiques en même temps que psychologiques, les recherches [en psychologie ergonomique] font référence aux situations de travail et situent la composante de l'activité à laquelle elles s'intéressent par rapport à cette situation » (Clot and Leplat, 2005).

## Encadré III.1 : activité, action et opération dans le modèle de l'activité de Leontiev (1975)

« Les composantes essentielles des activités humaines sont les actions qui les réalisent. Nous appelons action un processus soumis à la représentation du résultat qui doit être atteint, c'est-à-dire à un processus soumis à un but conscient. De même que le concept de motif est corollaire du concept d'activité, le concept de but est corollaire du concept d'action » (p. 113).

« Quand se déroule sous nos yeux un processus concret — extérieur ou intérieur — il apparaît sous l'angle de son rapport au motif, en tant qu'activité de l'homme et, appréhendé comme obéissant à un but, sous forme d'action ou de somme, de chaîne d'actions » (p. 115).

« L'activité est un processus caractérisé par des transformations constantes. L'activité peut perdre le motif qui l'a fait naître et se transformer alors en une action réalisant peut-être un tout autre rapport au monde, une autre activité ; à l'inverse, l'action peut acquérir une force motivante autonome et devenir une activité particulière, enfin l'action peut se transformer en moyen d'atteindre un but, en opération capable de réaliser diverses actions » (p. 121).

En 1977, Leplat et Cuny (1977) élaborent un diagramme général des conditions de travail et des conséquences, mettant en exergue la fonction intégratrice de l'activité de travail. Ce dernier est à présent connu sous l'appellation de *schéma des déterminants de l'activité* (Figure III.18). Depuis, chercheurs en ergonomie et ergonomes praticiens — particulièrement grâce aux efforts de Jacques Christol<sup>67</sup> — dialoguent, ce qui rend possible la mise à l'épreuve de modèles théoriques. Dans les années 1980, sous l'influence d'Alain Wisner — médecin de formation —, praticiens et chercheurs se rapprochent : la compréhension de l'activité devient l'approche centrale. La position particulière à l'ergonomie francophone est, selon Weill-Fassina, que l'opérateur<sup>68</sup> n'est pas seulement un « facteur humain », mais plutôt un « acteur humain » (Weill-Fassina

<sup>67</sup> Jacques Christol est le premier ergonome consultant en France, il met en place le RESACT (association de recherche scientifique pour l'amélioration des conditions de travail) et joue un rôle important dans la création de l'ANACT (agence nationale pour l'amélioration des conditions de travail). Il participe à la réflexion sur l'ergonomie avec Wisner, il est le président de la SELF (société d'ergonomie de langue française) de 1984 à 1987, il est le fondateur de la maison d'Éditions Octarès, spécialisée dans le partage de connaissances et expériences formalisées sur le travail et son environnement social.

<sup>68</sup> Le terme d'opérateur, en ergonomie francophone a été longtemps utilisé en lieu et place du terme « travailleur » car l'ergonomie l'a considéré comme un « opérateur » relativement à des opérations spécifiques, susceptibles d'analyses de l'ordre du technologique plutôt que du social (caissière de grand magasin, pilote d'avion, chirurgien). Ce vocable implique une limite assez étroite aux analyses ergonomiques et ne peut convenir à des professions comme contremaître, ingénieur, assistante sociale ou en cas d'étude d'interactions avec des objets par des utilisateurs (Amalberti et al., 1997).

et al., 1993) : les travailleurs intègrent leur état interne et les variations de la tâche afin de mettre en place des stratégies opératoires.

Par la suite, l'ergonomie continue de se développer, de se construire (Daniellou, 2005) : le cours d'action de Theureau (2015), la psychodynamique de Dejours (2005 ; 1993 ; 2011), la dimension collective du travail de Savoyant (1974), les différences entre règles formelles et règles de groupes (De Terssac, 1992), les dimensions culturelles du travail (Geslin, 1999 ; Nouroudine, 2001), l'activité observée comme une tranche de vie dont il faut comprendre le sens réel (Schwartz, 1997), le processus de conception industriel et architectural (Falzon, 1990 ; Visser, 1990) ne sont que quelques exemples de cette multitude de champs d'études et de pratiques.

Il existe ainsi d'innombrables liens entre l'ergonomie et des disciplines comme la physiologie, la biomécanique, la psychologie, la sociologie, l'ingénierie, l'anthropologie... Sa singularité réside dans son application de ces connaissances aux besoins du cas étudié, mais pas uniquement. Le paradigme ergonomique diffère de nombre de sciences fondamentales car il s'est écarté du mécanisme et du positivisme. Par exemple, une problématique de bruit apparaît en milieu de travail ; il pourrait être considéré comme censé de pourvoir des protections auditives aux travailleurs concernés, cependant cela serait sans prendre en compte les sens que les bruits/sons revêtent à leurs yeux. Incorporer la complexité de la situation de travail est nécessaire. L'ergonomie est structuraliste ; pour réaliser son action, l'ergonome, fait dialoguer des structures diverses : techniques, économiques, sociales... Cette approche rompt avec les méthodes expérimentales des débuts de l'ergonomie, soutenues par l'*Ergonomics Society* (Sznelwar and Le Doaré, 2006), d'où une nécessaire étude de ce qu'est l'ergonomie francophone.

### 3.4.1.2 L'ergonomie : de l'application à la compréhension et à l'action

Comprenant à présent les racines de la construction de l'ergonomie, il convient de déterminer comment se définissent tant l'ergonomie que l'ergonome. C'est à travers la Société d'ergonomie de langue française, gardienne de la mémoire de cette discipline et de ce métier, que les évolutions sont à présent énumérées (SELF, 2016) :

«

- L'adaptation de l'homme à son métier. Bonnardel — 1947
- L'adaptation de la machine à l'homme. Faverge, Leplat et Guiguet — 1958
- L'ergonomie est l'étude scientifique de la relation entre l'homme et ses moyens, méthodes et milieux de travail. Son objectif est d'élaborer, avec le concours des diverses disciplines scientifiques qui la composent, un corps de connaissances qui dans une perspective d'application, doit aboutir à une meilleure adaptation à l'homme des moyens technologiques de production, et des milieux de travail et de vie. SELF — 1969
- L'ergonomie peut être définie comme l'adaptation du travail à l'homme, plus précisément, comme la mise en œuvre de connaissances scientifiques relatives à l'homme et nécessaires pour concevoir des outils, des machines et des dispositifs qui puissent être utilisés avec le maximum de confort, de sécurité et d'efficacité. SELF — 1970
- La mise en œuvre des connaissances scientifiques relatives à l'homme et nécessaires pour concevoir des outils, des machines et des dispositifs qui puissent être utilisés par le plus grand nombre avec le maximum de confort, de sécurité et d'efficacité. SELF - 1988

- (1) L'ergonomie est une technologie dont l'objet est l'aménagement des systèmes hommes-machines ou, plus largement, des conditions de travail, en fonction de critères dont les plus importants regardent le bien-être au travail (confort, satisfaction, santé, sécurité, etc.).
- (2) Science du travail, ou l'ensemble des sciences du travail. Jacques LEPLAT (Encyclopédia Universalis) — 1989
- L'ergonomie (ou Human Factors) est la discipline scientifique qui vise la compréhension fondamentale des interactions entre les humains et les autres composantes d'un système, et la profession qui applique principes théoriques, données et méthodes en vue d'optimiser le bien-être des personnes et la performance globale des systèmes. Les praticiens de l'ergonomie, les ergonomes contribuent à la planification, la conception et l'évaluation des tâches, des emplois, des produits, des organisations, des environnements et des systèmes en vue de les rendre compatibles avec les besoins, les capacités et les limites des personnes. IEA (International Ergonomics Association) — 2000. »

Véritable reflet de cette évolution, le fil des définitions de l'ergonomie est riche d'enseignements. Notamment, la définition internationale de l'ergonomie rejoint à présent celle émanant de la francophonie des débuts et son paradigme structuraliste. L'ergonomie n'est plus une technique d'adaptation des savoirs à l'homme, ni une technologie, mais la discipline de compréhension de l'activité à visée transformatrice qui arbore une vision systémique.

#### 3.4.1.3 L'ergonomie et l'analyse de l'activité

Dans la pratique, par opposition au courant anglo-saxon des facteurs humains centré sur l'aspect normatif et évaluatif, l'analyse de l'activité est centrale en ergonomie. Loin

de se prétendre un cours d'ergonomie, cette partie vise à caractériser le cadre d'étude de l'analyse de l'activité au travers de la définition de 3 concepts clefs : l'étude de cas, la distinction entre tâche et activité et le processus de régulation.

#### 3.4.1.3.1 L'étude de cas

L'articulation entre les différents éléments constitutifs d'une étude de cas est présentée dans la figure ci-dessous (Figure III.17), le but ici étant de comprendre la démarche d'intervention/analyse en ergonomie. C'est pourquoi les principales notions sont présentées ici. « L'étude de cas consiste [...] à rapporter un événement à son contexte et à le considérer sous cet aspect pour voir comment il s'y manifeste et s'y développe. En d'autres mots, il s'agit, par son moyen, de saisir comment un contexte donne acte à l'événement que l'on veut aborder » (Hamel, 1997, p. 10). Cette étude peut être courte ou plus longue selon le sujet d'étude, auquel cas, « le temps lui-même devient instrument d'enquête » (Clot, 2006, p. 136). Sa finalité vise la pratique ou la connaissance scientifique ou un compromis des deux. Le recueil des données se fait sous divers formats parmi lesquels la documentation, les archives, observations directes, observations participantes, artefacts techniques et culturels (Yin, 2009), autoconfrontations (Theureau, 1992; Theureau and Jeffroy, 1994) et autoconfrontations croisées (Clot, 2001). L'interprétation consiste en un raisonnement logique par analogie « en fonction de l'expérience et des connaissances de l'ergonome » (Guérin et al., 2006, p. 195).

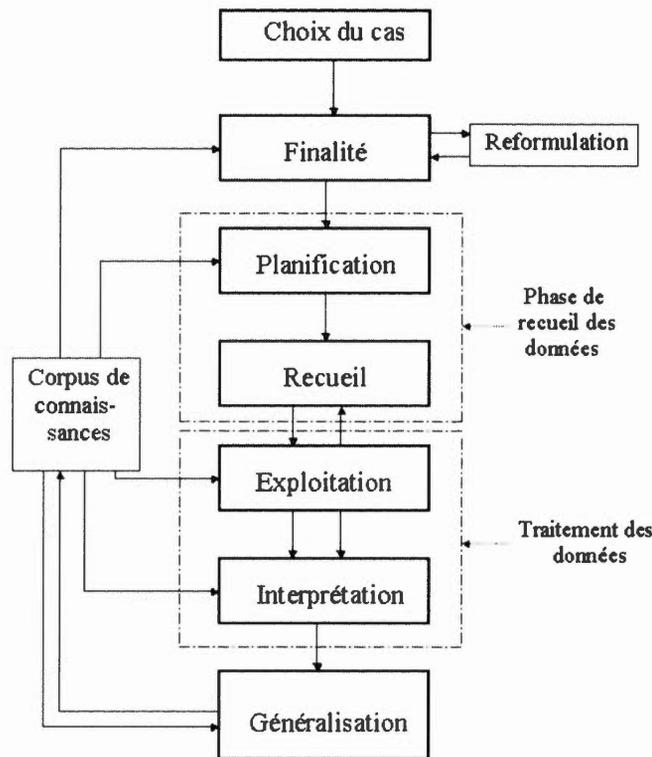


Figure III.17 : grandes étapes d'une étude de cas. Seules les principales rétroactions ont été indiquées (Leplat, 2002).

L'analyse ergonomique du travail doit conduire à une transformation de la situation de travail, meilleure pour l'opérateur et pour l'entreprise. Cela est réalisé par le diagnostic, « activité de compréhension d'une situation, pertinente à une décision d'action » (Amalberti and Hoc, 1998). Il peut également y avoir des diagnostics successifs. Mais, dans le cadre de l'étude de cas, il existe également une volonté de généralisation des connaissances acquises, c'est l'activité métafonctionnelle, définie comme « [une activité] de construction de connaissances ou d'outils [...] destinés à une utilisation ultérieure, et visant à faciliter l'exécution de la tâche ou à améliorer la performance » (Falzon, 1994).

### 3.4.1.3.2 La distinction entre tâche et activité

Définie par l'entreprise, la tâche est déterminée par des buts à atteindre, dans des conditions déterminées. Cette tâche est présente dans la description de poste lors d'une embauche ou au sein du contrat de travail. Les *tâches prescrites* (Amalberti et al., 1997) en découlent, plus précises, et incorporent tant les objectifs (qualité, quantité) que les moyens (méthodes de travail, consignes, délais...), les moyens à disposition (outils, machines, matières premières, documentation...), l'environnement (bruit, chaleur...) les conditions sociales (rémunérations, avantages sociaux, contrôles et sanctions...).

Les *tâches réelles* sont celles comprises et visées par le travailleur et peuvent donc différer des tâches prescrites. Par exemple, un soudeur désirant faire du beau travail décide de changer le type de soudage ou, une organisation ayant un surcroît de commandes, demande une augmentation ponctuelle de la production ou du temps de travail.

Malgré cela, le travail réalisé diffère des tâches réelles. Il s'agit alors de ce qui est appelé en ergonomie l'*activité* (Leplat and Hoc, 1983). Pour la saisir pleinement, il est non seulement nécessaire d'observer la réalisation du travail, mais également d'en comprendre le sens pour le travailleur et d'identifier les déterminants des choix, conscients ou non, qu'il réalise. Les travailleurs peuvent être menés à réaliser une même tâche sans pour autant le faire de la même façon. Par exemple, un jeune travailleur, novice, peut ainsi adopter une méthode de travail différente d'un expérimenté. L'activité dépend aussi des conditions personnelles de chacun, caractéristiques personnelles, expériences, formations, états instantanés.

Ainsi, l'activité de travail est un processus d'intégration (Figure III.18) qui a des répercussions notables sur ce qui la détermine au niveau individuel (santé, expérience...), mais également de l'entreprise (qualité, plaintes de clients...).

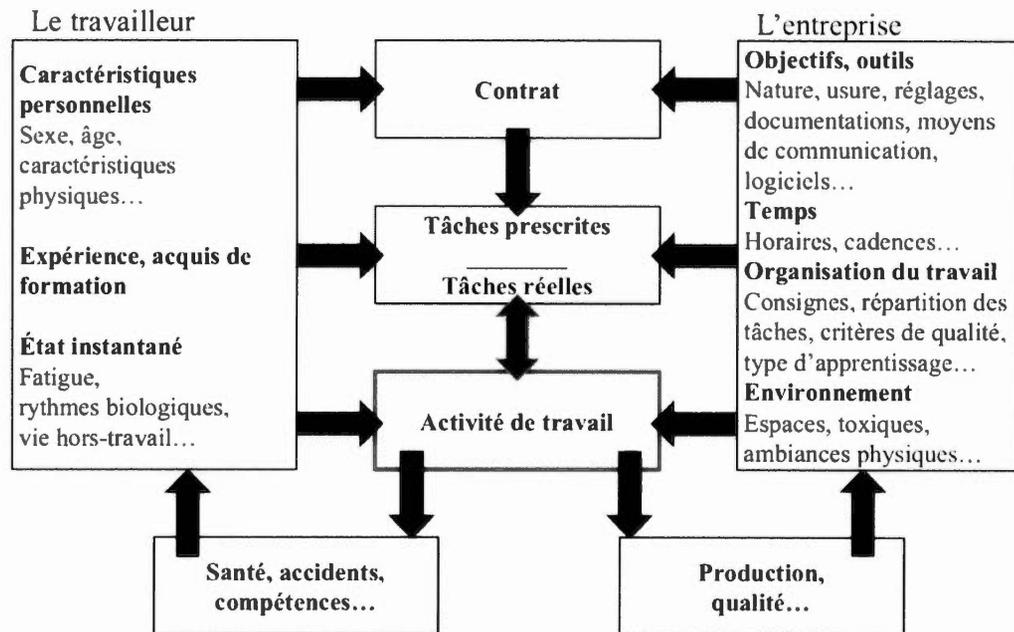


Figure III.18 : schéma des déterminants de l'activité, basé sur le diagramme de Leplat et Cuny (1977). Adapté de Guérin (2006, p. 52).

### 3.4.1.3.3 Le processus de régulation

Face à l'aspect dynamique des déterminants du travail et des tâches réelles, l'activité varie, le travailleur met en place une dynamique de régulation (Guérin et al., 2006). En situation « non contrainte » (Figure III.19), l'opérateur peut agir sur ses moyens (par exemple, lever une charge à deux au lieu de le faire seul quand celle-ci est lourde ; si l'opérateur se sent fatigué, il décide de produire moins de produits que prévu).

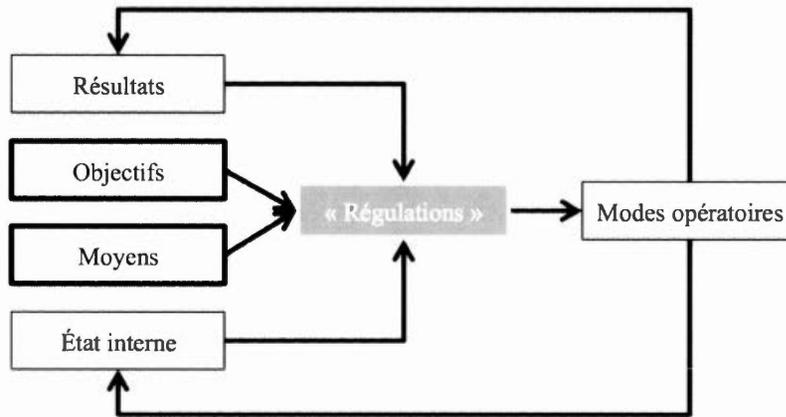


Figure III.19 : Situation « non contrainte » Action possible sur les objectifs et les moyens. Adapté de Daniellou (1992).

Cependant, cette catégorie de situation dite « non contrainte » se fait rare dans tous les secteurs : le management par flux tendu (zéro stock) induit des exigences en termes de quantités qui créent des contraintes temporelles, c'est-à-dire qu'il n'est pas toujours possible pour l'opérateur de remettre à plus tard la production ; dans le milieu des centres d'appels d'urgence, il s'agit de traiter sur le fait, au plus vite et parfaitement une situation, ainsi les pauses sont à même d'être éliminées, cela étant renforcé par la politique managériale mettant en valeur les notions d'équipe, de solidarité qui, quoiqu'apparemment bénéfiques, peuvent s'avérer culpabilisantes (ne pas laisser ses camarades, ses partenaires, ses coéquipiers). Ainsi, l'apparition de situations dégradées diminue le champ des possibles. L'état interne de la personne (tant psychologique que physique) ne peut plus être pris en considération, seul le maintien des résultats, des objectifs et des moyens compte (Figure III.20).

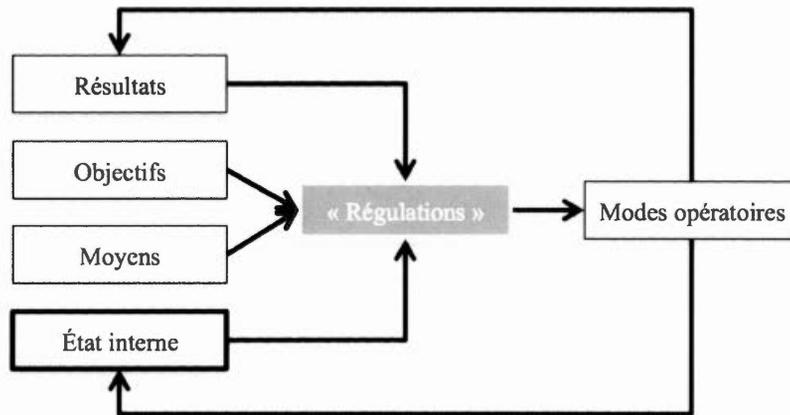


Figure III.20 : Performance obtenue au prix d'atteinte à l'état interne. Adapté de Daniellou (1992).

Les régulations conduisent donc à une dégradation de l'état interne, et ce jusqu'à ce que, en situation de débordement, les résultats ne soient même plus atteignables, d'où des conséquences visibles sur l'entreprise, l'organisation (Figure III.21).

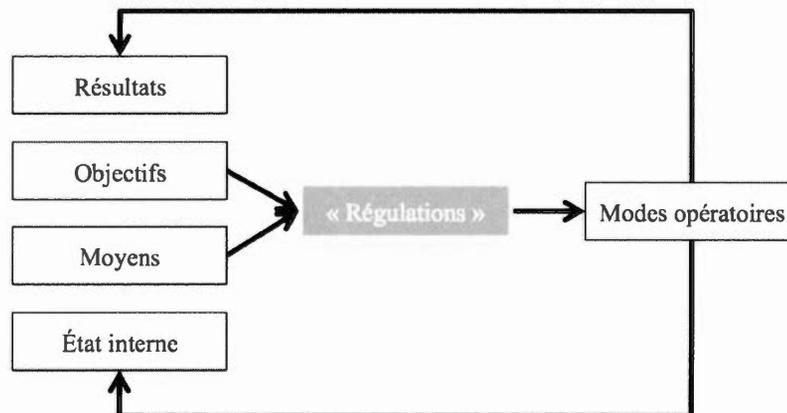


Figure III.21 : Performance non obtenue (débordement). Adapté de Daniellou (1992).

Alors, seules les situations de débordement sont accessibles à l'organisation par les indicateurs classiques, de type quantitatif (arrêt de travail, absentéisme, rebus,

insatisfaction des clients). Ces indicateurs révèlent l'existence d'un problème (minimum) sans qu'ils puissent le définir comme tel.

L'ergonomie et son enseignement sont essentiellement centrés sur la compréhension de l'activité de travail, du sens donné au travail, à l'étude de la dynamique entre les travailleurs et aux interactions hiérarchiques et surtout à la connaissance de la maîtrise du processus d'intervention (Bourgeois et al., 2006; Guérin et al., 2006; Lamonde and Beaufort, 2000; Rabardel et al., 2002).

#### 3.4.2 L'intervention ergonomique dans une démarche d'amélioration de la santé psychosociale

L'intervention ergonomique a une visée double — comprendre et transformer — que chercheurs et praticiens cherchent continuellement à déterminer sur le plan conceptuel et opérationnel (Guérin et al., 2006; St-Vincent et al., 2011). L'intervention ergonomique basée sur le modèle de l'étude de cas est plus dynamique que cette dernière, mettant en valeur les itérations constructives entre la compréhension et la transformation tout au long du processus d'intervention. Intervenir, c'est donc déjà transformer la situation que l'ergonome observe et davantage encore. L'ergonome peut avoir divers buts : comprendre, transformer, comprendre *pour* transformer, plus rarement transformer *pour* comprendre ou encore transformer *et* comprendre (St-Vincent et al., 2011).

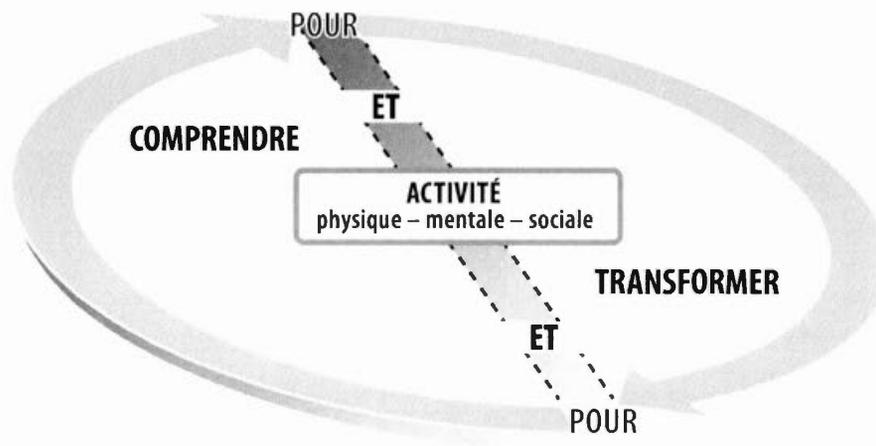


Figure III.22 : Les deux grandes phases de la démarche d'intervention en ergonomie. Reproduit de St-Vincent et coll. (2011).

La pratique de l'ergonomie a délaissé l'étude des aspects physiques du travail, suffisamment maîtrisés, pour s'intéresser davantage aux processus mentaux (3.4.2.1). Or, pour identifier des risques psychosociaux, il existe déjà des outils de dépistage, des grilles (3.4.2.2). Dans le cadre des interventions ergonomiques en santé psychosociale, le praticien tente de comprendre (3.4.2.3) et d'évaluer (3.4.2.4) la charge mentale, intégrant les aspects cognitifs, psychologiques et psychiques. Afin de générer une amélioration des conditions psychosociales, les interventions sont souvent réalisées de façon participative (3.4.2.5).

#### 3.4.2.1 L'intervention ergonomique : de l'étude du physique au mental

Agir en santé psychosociale est une préoccupation récente en ergonomie. Pendant les années 50-60 (Scherrer, 1981), plusieurs laboratoires de physiologie du travail s'intéressent à la mesure de la dépense énergétique afin de créer des balises et proposer des limites aux exigences du travail. À cette époque, les contraintes physiques,

concernant la dépense énergétique, peuvent être très importantes (travail dans les mines, en forêt, etc.). Par exemple, on ne retrouve pas dans les milieux de travail, les aides à la manutention qui se sont développées par la suite et qui ont diminué la charge globale de travail. Ainsi, la mesure de la dépense énergétique, par la fréquence cardiaque et par la mesure de la consommation d'oxygène, est utilisée pour classer un ensemble d'activités physiques et proposer des bornes à ne pas dépasser. Cette classification se retrouve dans tous les premiers livres classiques en ergonomie (Lavelle, 1993; Osborne, 1987; Scherrer, 1981; Wilson and Corlett, 2005). Cette catégorisation des activités est d'abord destinée à développer des grilles d'évaluation des postes de travail (Guélaud et al., 1975) et différents règlements tels que le règlement québécois sur la qualité du milieu de travail (Gouvernement du Québec, 1979) l'utilisent toujours afin de limiter, par exemple, l'exposition à la chaleur sur un poste de travail selon son appartenance à l'une ou l'autre des catégories d'activités physiques (lourde, moyenne, légère). Ces travaux réalisés par les laboratoires de physiologie sont réalisés en grande partie en milieu contrôlé : les équipements sont alors trop encombrants pour encourager leur usage. Par la suite, l'analyse ergonomique du travail se développe de plus en plus, mais il y a eu peu de transfert des outils de mesure de la physiologie du travail vers les ergonomes. Plusieurs raisons peuvent expliquer cette situation. D'une part, comme mentionné, les outils utilisés sont, à cette époque, peu compatibles avec l'accomplissement normal du travail à cause de l'encombrement. D'autre part, le travail lui-même évolue et si les contraintes physiques sont toujours importantes dans les milieux de travail, le niveau élevé de la dépense énergétique n'est pas nécessairement en cause. Quoique le travail manuel, répétitif et réalisé à la chaîne soit en hausse (Volkoff, 2001) et que les situations de travail extrêmes perdurent (par exemple, transport de charges élevées) même dans des pays industrialisés, il n'apparaît pas nécessaire de mesurer précisément la dépense énergétique pour intervenir et améliorer les conditions de travail : ces domaines-là sont fortement documentés. Il

existe des normes claires, internationales, pour l'évaluation des charges physiques de travail (Aptel and Dronsart, 1995)

### 3.4.2.2 Dépister les risques psychosociaux

L'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) a développé un outil pour l'évaluation sommaire de la probabilité d'un risque psychosocial élevé dans certains milieux de travail permettant de juger de la pertinence d'une investigation plus poussée de la situation (Vézina et al., 2008b). Cet outil a comme praticiens cibles les intervenants en santé au travail, c'est-à-dire des personnes ne possédant pas forcément de capacités propres en santé psychologique, des conseillers en santé et en sécurité du travail par exemple. C'est une grille investiguant les *données de base*<sup>69</sup> et les *composantes clefs de l'organisation du travail*<sup>70</sup> avec 12 paramètres à noter de 0 à 3 (par correspondance à des affirmations descriptives). Il est stipulé qu'un score entre 12 et 24 devrait mener à un questionnement plus fin sur les cibles, les facteurs de risque ou les activités de prévention alors qu'un score supérieur à 24 devrait automatiquement être suivi d'une analyse approfondie par un expert en santé mentale. Comme le concèdent les auteurs (p.6), il s'agit d'un outil de dépistage primaire, non validé, non exhaustif et qui n'exonère en aucun cas les utilisateurs d'expertises pour la résolution de problèmes détectés en santé psychologique le cas échéant. Néanmoins, le fait que cet outil soit destiné à des professionnels des entreprises non formés à l'analyse de

---

<sup>69</sup> La partie *données de base* comprend les sous-parties suivantes : A. Contexte d'emploi ; B. Absentéisme maladie ; C. Politique en santé au travail ; D. Politique contre le harcèlement psychologique ; E. Activité ou programme de retour au travail ; F. Activités ou programme conciliation travail et vie personnelle.

<sup>70</sup> La partie *composantes clés de l'organisation du travail* comprend les sous-parties suivantes : A. Charge de travail ; B. Reconnaissance au travail ; C. Soutien social des supérieurs ; D. Soutien social des collègues ; E. Latitude décisionnelle ; F. Information et communication

l'activité de travail (ex. : personnel des ressources humaines, conseiller santé/sécurité) en fait un outil puissant puisqu'il est accessible et compréhensible par le plus grand nombre. Ainsi, son intérêt ne réside pas dans sa validité scientifique, mais plutôt comme outil pédagogique de prise de conscience des dimensions sociale et psychologique du travail par ces intervenants.

#### 3.4.2.3 La charge mentale : l'étude des aspects cognitifs, psychologiques et psychiques

La charge mentale de travail dispose de sa propre norme : ISO 10075<sup>71</sup>. Celle-ci « précise le caractère plurifactoriel du stress, sans pondération possible de chacun des facteurs » (Monod and Kapitaniak, 2003). Theureau (2002) aboutit à la conclusion que c'est une notion « essentielle quoique floue et donc d'usage mal aisé » car les praticiens que sont les ergonomes ne possèdent pas « une idée suffisante des mécanismes en jeu dans la production des phénomènes pointés par le vocable charge mentale ». Se pose donc la question de son utilisabilité dans un contexte d'amélioration des conditions de travail. Ce constat est partagé par Jacques Leplat, chercheur, psychologue et ergonomiste (*ibidem*). Par delà les distinctions issues entre tâches et activité (3.4.1.3.2) qui donnent lieu pour certains à une différenciation entre charge prescrite, charge réelle et charge vécue (Fournier et al., 2010), la charge mentale fait l'objet des définitions les plus variées (3.4.2.3.1) ; les charges émotionnelle (3.4.2.3.2) et psychique (3.4.2.4.3)

---

<sup>71</sup> La norme ISO 10075 est en fait un ensemble de 3 normes afférentes à la charge de travail mental : une première portant sur les définitions (ISO, 1991), une seconde sur les principes de conception (ISO, 1996) et une troisième sur les méthodes de mesurage et d'évaluation (ISO, 2004). Il est à noter que, comme toutes les normes ISO, celles-ci sont examinées tous les cinq ans.

peuvent être également considérées comme intégrant à la charge mentale, à tout le moins elles en sont très proches. Tels sont les points abordés à présent.

#### 3.4.2.3.1 Une grande variété de définitions de la charge mentale

Les définitions qui en sont faites au fil du temps sont présentées ici par ordre chronologique de citation :

- « Le degré de mobilisation du sujet, la fraction de sa capacité de travail qu'il investit dans sa tâche » (Leplat and Pailhous, 1969) ;
- La charge de travail exprime « les effets sur l'organisme du poids que l'homme porte sur ses épaules, au propre et au figuré, à l'occasion du travail qui lui permet de vivre et de tenir sa place dans la société, en y assumant toutes ses responsabilités, compte tenu de ce qu'il est et du milieu qui l'entoure » (Monod and Lille, 1976) ;
- « Nous avons plutôt tendance à considérer la charge mentale comme la résultante des effets qu'ont sur les activités mentales ou sur les organes qui sont le siège de l'activité psychique de l'individu, les facteurs de travail quels qu'ils soient. En ce sens, la charge mentale est principalement liée aux états de stress » (Lucas, 1980)
- « La mesure quantitative ou qualitative du niveau d'activité nécessaire à l'accomplissement d'un travail donné » (Spérandio, 1980)

- « Un construit<sup>72</sup> multidimensionnel qui peut largement s'expliquer par 3 facteurs : la charge liée au temps, la charge liée à l'effort mental, et la charge de stress psychologique »<sup>73</sup> (Reid et al., 1981)
- « Le concept de charge mentale se définit fondamentalement en termes de relation entre l'offre (ressources disponibles) et la demande (exigences) »<sup>73</sup> (Wickens, 1984)
- « Un de ces concepts qui se comprend bien en général, mais qui est difficile à définir de façon particulière. C'est un construit<sup>72</sup> hypothétique représentant le coût pour un humain d'accomplir une tâche avec un certain niveau de performance »<sup>73</sup> (S. G. Hart and Staveland, 1988)
- « La charge mentale est un construit qui réfléchit l'interaction d'éléments tels que les demandes du système, les capacités et l'effort de traitement de l'opérateur, des critères de performance subjectifs, le comportement de traitement de l'information de l'opérateur et pour finir, la formation et l'expérience vécue de l'opérateur »<sup>73</sup> (Meshkati, 1988)
- « Planifier, définir les priorités, établir un échéancier, allouer un effort, concentrer son attention sur certaines tâches, en ignorer d'autres. À la suite de cet ajustement, le pilote éprouve certaines demandes mentales et physiques, que nous appelons charge de travail, mais la charge de travail ressentie à un moment donné est utilisée pour continuellement ajuster la performance, établir des priorités, et change l'échéancier des tâches. Ce modèle tient compte du fait que

---

<sup>72</sup> Un « construit » est un anglicisme, une transposition directe de l'anglais « construct » utilisé principalement dans des expressions telles que « construct validity » et « social construct ». Des termes tels que *construction*, *concept* ou encore *notion* seraient dès lors plus idoines.

<sup>73</sup> Traduction libre.

lorsque les personnes sont en sous-charge ils se chargent de tâches et lorsqu'ils sont surchargés ils en laissent »<sup>73</sup> (Cardosi, 1993)

- « Nous proposons donc de considérer la charge cognitive liée à la réalisation d'une tâche donnée comme le niveau d'effort mental (la quantité de ressources) requis pour la réalisation d'une tâche, pour un individu donné » (Tricot and Chanquoy, 1996)

Ainsi, la définition de la charge mentale n'est pas univoque (Bouzit et al., 2002). Celle-ci peut être considérée comme une relation entre la tâche et les ressources de l'opérateur (Wickens, 1984), sa manière de les réguler (Meshkati, 1988) avec une gestion anticipatrice de la charge (sous-charge ou surcharge) » (Cardosi, 1993). La charge mentale peut aussi être considérée comme la conséquence d'un construit<sup>72</sup> à partir du temps, de l'effort mental et de la charge psychologique (Reid et al., 1981) à laquelle certains tentent d'intégrer également la prise en compte de l'environnement (Lucas, 1980). La charge mentale peut également être vue comme un effort mental (Tricot and Chanquoy, 1996) relatif aux capacités de travail de l'opérateur (Leplat and Pailhous, 1969). Pour d'autres encore, il s'agit de la mesure du niveau d'activité pour accomplir une tâche (Spérandio, 1980).

#### 3.4.2.3.2 La charge mentale intègre la charge émotionnelle

Il est estimé qu'un tiers des travailleurs a à gérer les émotions des autres et, pour les femmes, cela toucherait jusqu'à la moitié d'entre elles (Hochschild, 1983). C'est pourquoi tensions et difficultés vécues avec les clients font partie pour certains de la charge de travail (Bouzit and Zémé Ramirez, 2001; Hamon-Cholet, 2001). D'autres définissent la charge émotionnelle comme partie intégrante d'une charge globale de travail, mais différant de la charge mentale : elle serait facteur de la charge mentale.

Interne à la charge mentale de travail ou précurseur, la charge émotionnelle y est intimement liée et incontournable puisque des intimidations, injures et autres peuvent être facteur d'épuisement professionnel (Bakker et al., 2005).

La charge émotionnelle n'est pas seulement le fruit de heurts, mais peut, au contraire, être engendrée par l'empathie (Sabo, 2006) qui peut avoir un coût pour l'opérateur, comme c'est le cas de psychothérapeutes (Figley, 2002).

#### 3.4.2.3.3 La charge mentale intègre la charge psychique

Alors que la charge émotionnelle est le fruit d'interactions entre personnes, la charge psychique réside plutôt dans la relation que l'homme a avec son travail, son vécu subjectif de celui-ci (Dejours, 1980) ; cela est associé au plaisir, à la satisfaction, à la frustration, ou encore à l'agressivité. Ainsi, si le compromis entre exigences de la tâche et caractéristiques de l'individu crée ce genre de ressenti, il constitue de la charge psychique : C'est l'« écho au niveau du travailleur de la contrainte que constitue l'organisation du travail » (Dejours, 1980, p. 50). C'est pourquoi la charge psychique fait également partie de la charge mentale à nos yeux.

#### 3.4.2.4 Évaluation de la charge mentale

L'évaluation de la charge mentale peut être réalisée de trois manières différentes : par analyse de la performance (3.4.2.4.1), de façon subjective (3.4.2.4.2) ou encore à travers la physiologie (3.4.2.4.3).

#### 3.4.2.4.1 Analyse de la charge mentale par la performance

Mesurer la charge mentale par la performance revient à évaluer comment une tâche secondaire est traitée selon la variation de la tâche primaire<sup>74</sup>. Cependant, dans des contextes plus complexes, il peut arriver que des tâches secondaires impactent négativement le traitement de la tâche primaire. Des médecins, se penchant sur la question de leur charge de travail au sein de services d'urgence, ont procédé à une analyse structurée de leurs quarts de travail en se focalisant sur les tâches interférentes et tâches jugées annexes du rôle de médecin (Bertrand et al., 2000). De cette étude, en résultent les deux résultats clefs suivants : 29 % des interruptions sont injustifiées ; les secrétaires et autres délégués de laboratoire sont respectivement des causes d'interruptions fréquentes et longues. Mais, cette étude de la charge de travail n'aide en rien pour dresser des modèles d'amélioration des conditions de travail qui pourraient les aider à construire les raisons des interruptions, c'est-à-dire les besoins de communications interprofessionnelles. Au-delà de la stricte charge de travail, il conviendrait d'adopter une approche plus compréhensive.

#### 3.4.2.4.2 L'analyse subjective de la charge mentale

Souvent utilisée dans le domaine des interfaces homme-machine et plus particulièrement des interfaces internet (Longo et al., 2012), l'analyse subjective est souvent réalisée avec la « Subjective Workload Assessment Technique » (SWAT),

---

<sup>74</sup> « La tâche primaire se distingue de la tâche secondaire par la consigne donnée aux sujet. L'exécution simultanée et parfaite de deux tâches n'est possible que lorsque la charge qu'elles représentent ensemble est inférieure à la capacité totale du sujet. Si cette charge est supérieure, les deux tâches entrent en conflit et ne peuvent toutes les deux être effectuées avec une efficacité maxima. Le sujet reçoit donc la consigne d'exécuter *toujours* une des deux tâches *en priorité* : la tâche primaire, même si cette exécution optima se fait au détriment de l'autre tâche, dite secondaire. » (Leplat and Spérandio, 1967).

« Modified Subjective Workload Assessment Technique » (ModSWAT), la « User Experience » et le « Task Load Index » (TLX). À l'usage, il n'existe aucune différence significative entre la SWAT et la ModSWAT que cela soit en laboratoire (Biers and Masline, 1987) ou en milieu de travail (Biers, 1995). La ModSWAT et l'UX sont plus sensibles aux exigences de la tâche de reconnaissance continue (comme la difficulté) que le TLX (Adams and Biers, 2000). Le contexte de pondération de ces échelles n'a pas d'influence sur le TLX et le ModSWAT (Adams and Biers, 2000), et les résultats avec ou sans pondération sont très similaires (Adams and Biers, 2000; Moroney et al., 1995).

Une autre façon de l'étudier est de se référer à des modèles de psychologie et d'intégrer le modèle d'analyse de l'activité (Fournier et al., 2010). Souvent, les modèles psychologiques employés sont ceux de Karasek (3.3.5) et de Siegrist (3.3.6).

Enfin, afin de se référer à la partie émotionnelle de la charge de travail, il peut être nécessaire de faire appel aux émotions. Or, il n'existe pas de consensus à ce jour, y compris concernant les émotions de base (Ekman, 1999 ; Ribert-Van De Weerdt, 2002). Ekman (1999) définit ces émotions de base comme uniques et distinctes les unes des autres ; elles se distinguent des autres émotions qui, elles, peuvent avoir des recoupements ou évoquer des différences d'intensité. Les plus courantes sont la joie, la confiance, la peur, la surprise, la tristesse, le dégoût, la colère et l'anticipation ; elles reposent sur un principe d'opposition par paires (Plutchik, 2001). Afin de classer ces émotions primaires et les autres, il peut être également opportun de les scinder selon leur valeur positive et négative (Cahour, 2003), sur une échelle linéaire (Grosjean and Ribert-Van De Weerdt, 2005) ou sur des échelles différentes. Ce dernier type d'évaluation semble plus à même d'être utile lors d'une évaluation subjective puisqu'une personne peut ressentir des sentiments différents à un même moment ou

durant une période donnée — ambivalence, cooccurrence, masquage — (Cahour, 2003).

#### 3.4.2.4.3 L'analyse de la charge de travail par la physiologie

La prolactine est une hormone sécrétée par l'hypophyse lors d'un stress (3.1.3). Elle augmente avec le stress psychosocial aigu simulé grâce au Trier Social Stress Test (TSST) — outils pour étudier le stress en laboratoire — (Lennartsson and Jonsdottir, 2011) : elle augmente en moyenne de 85 % (variabilité interindividuelle importante : les résultats varient d'augmentations de 3 à 387 %). Par exemple, Arnetz (1996) s'est servi de mesures répétées psychophysiologiques et de questionnaires auprès de 61 travailleurs du secteur des laboratoires de développement de systèmes de télécommunication pour évaluer l'impact de trois programmes de réduction du stress. Il a été montré une diminution de la prolactine circulante ainsi que de l'astreinte mentale, et ce quel que soit le type de personnalité (A *versus* B). Cependant cette méthode est invasive puisque requiert un prélèvement de plasma et présente des variations interindividuelles importantes (Lennartsson and Jonsdottir, 2011).

#### 3.4.2.5 L'intervention participative

Agir en amélioration des conditions psychosociales au travail requiert non seulement une méthode d'évaluation, mais également et surtout une méthode d'intervention pertinente. Les interventions participatives sont telles qu'elles incluent l'utilisateur final dans le processus de transformation plutôt que de le traiter comme un destinataire passif (Lewis et al., 1988). Elles sont à la fois processus de travail avec les acteurs des entreprises et stratégie de diffusion des connaissances ergonomiques (Noro, 1991). Au-delà de la diffusion, les interventions participatives visent à faire intégrer les

déterminants du travail aux travailleurs pour qu'ils contrôlent de façon consciente le processus et les résultats de leur activité (Wilson, 1995). Dans la pratique francophone, la participation est une dimension intrinsèque du processus d'intervention (Guérin et al., 2006 ; Noulin, 1996 ; Rabardel et al., 2002), notamment avec les groupes de travail (Coutarel et al., 2003; Daniellou, 1987; Daniellou and Garrigou, 1992). Elle peut intégrer les dirigeants et les gestionnaires (Martin, 2004 ; Teiger, 1993).

À l'instar de l'effet expérimentateur (Balez and Sanquirgo, 2015), l'intervention participative génère substantiellement des retombées positives. Elle contribue à améliorer la satisfaction au travail (Evanoff et al., 1999 ; Robertson et al., 2008). Elle aide les participants à développer une meilleure image d'eux-mêmes (St-Vincent et al., 1997). Elle concourt à un accroissement de la motivation et du climat de travail (St-Vincent et al., 2010). Elle augmente le sentiment de contrôle en cas de formation en ergonomie (Robertson et al., 2008).

Cependant, il existe des conditions facilitatrices, mais aussi des obstacles dans la conduite d'intervention participative (van Eerd et al., 2010). Par exemple, mener une intervention participative qui connaisse le succès requiert l'implication et le soutien plein et entier des travailleurs, des gestionnaires et des membres de la direction, chacun à son niveau (van Eerd et al., 2010 ; Wilson et al., 2005). La mise en place d'un mode participatif (Toulouse, 1997), c'est donc un paramètre nécessaire avant même le début de l'intervention, dès la formulation de la demande. Aussi, l'ergonomie participative ne semble pour l'heure pas pouvoir s'intégrer dans des processus itératif comme l'amélioration continue, notamment en santé et sécurité du travail (Westgaard and Winkel, 2011). Enfin, *a contrario* des interventions portant sur les facteurs physiques qui disposent d'outils et grilles de travail, les interventions ergonomiques en matière de

facteurs psychosociaux ne disposent d'aucun outil (Laing et al., 2007 ; St-Vincent et al., 2000).

### 3.4.3 Les CAU

Mis à part une étude traitant de postures (Black et al., 2015) et une autre d'accroissement du rendement (Lima et al., 2014), le secteur des centres d'appel d'urgence (CAU) est très peu documenté ; seule l'étude de prévalence des troubles musculosquelettiques (TMS) et de santé psychologique (Toulouse et al., 2006) s'en est souciée. Afin de préparer au mieux l'étude de ce milieu, il convient de s'intéresser à un milieu proche : les centres d'appel (CA). Ils sont présentés sous deux angles d'étude dans la littérature scientifique : les conditions de travail et la santé des travailleurs (3.4.3.1) et la gestion des émotions (3.4.3.2).

#### 3.4.3.1 Les centres d'appels : conditions de travail et santé

Les centres d'appel ont des missions diverses : service à la clientèle, vente, assistance technique, accueil téléphonique. Les centres d'appel sont des lieux de travail statique devant écran où la relation avec les clients est réalisée par téléphone. Cette sédentarité engendre des gains de poids dans les premiers mois de travail (Boyce et al., 2008). Les conditions matérielles sont importantes à prendre en compte et à améliorer (Smith and Baeyh, 2003; Straker et al., 2013).

Les enjeux en matière de santé sont importants. En effet, l'adéquation entre les équipements et le travail engendre un risque important de développer des TMS (Poochada and Chaiklieng, 2015), mais peut également être à l'origine d'une fatigue

visuelle et d'un inconfort au niveau des oreilles (Chi and Lin, 2008). Une autre étude (Erol et al., 2014) montre que les problèmes principaux sont les TMS, les maux de tête, la difficulté de concentration, la sensation d'être dans un état d'agitation, la difficulté d'écouter et de comprendre et les acouphènes. Dans des centres d'appel en Corée, les employés du centre d'appel qui ont connu un grand stress émotionnel semblent avoir des niveaux élevés de dépression et la fatigue est un facteur puissant dans la prise en compte de leur dépression (Kim and Cha, 2015). L'épuisement émotionnel impacte la dépersonnalisation du travail qui réduit le sentiment d'accomplissement au travail (Rod and Ashill, 2013). Les réactions ne sont pas uniformes parmi les centres d'appel : l'épuisement professionnel (« Burnout ») est davantage présent dans les centres d'appel externes que dans ceux qui sont internes (Rod and Ashill, 2013).

L'enjeu est aussi au niveau de la supervision — tantôt évaluatrice, tantôt formatrice — qui engendre un sentiment de contrôle et du stress de la part des opérateurs (Lin et al., 2009 ; Norman et al., 2004).

Les deux aspects semblent liés. Une étude a montré que les opérateurs percevant les plus hauts niveaux de stress sont plus à même d'avoir des inconforts et un état de santé dégradé (Lin et al., 2009).

#### 3.4.3.2 Les centres d'appel et la gestion des émotions

La partie émotionnelle du travail en centre d'appel est donc de grande importance (Kjellberg et al., 2010; P Ruppel et al., 2013; Rod and Ashill, 2013), y compris dans ceux qui requièrent du personnel qualifié comme les infirmières (Farquharson et al.,

2012). Une fois cet impact sur la santé identifié, il semble intéressant d'en comprendre les sources.

Le comportement des appelants doit être considéré comme un facteur de stress au travail (Dormann and Zapf, 2004; Grandey et al., 2004; Zapf, 2002). Et, lorsque stressés, les opérateurs font preuve de plus d'incivilité et d'hostilité avec les collègues (Setar et al., 2015). À l'inverse, les opérateurs travaillant par vidéoconférence montrent davantage de dissonance émotionnelle<sup>75</sup> car ils doivent surjouer des émotions positives (Glomb and Tews, 2004 ; Wegge et al., 2010a). De fait, les opérateurs sourient davantage et signifient plus souvent leur accord avec les clients ; ce type d'interaction n'est bénéfique qu'avec les interactions de clients sympathiques (Wegge et al., 2010b). En résumé, alors qu'existent des interactions cadrées avec les appelants qui peuvent être source de stress, une tension avec les collègues se crée.

---

<sup>75</sup> « parce que l'organisation ne peut imposer le ressenti des émotions, elle les néglige ou elle normalise les expressions issues des émotions ressenties par les employés afin de s'assurer les comportements attendus. Ainsi, elle confronte le rationnel et l'émotionnel générant chez l'employé de la dissonance émotionnelle » (Van Hoorebeke, 2005).

Cette section de la partie théorique, afférente à l'approche ergonomique du stress professionnel, met en exergue le rôle singulier de l'ergonomie qui se doit d'utiliser les connaissances fondamentales, qu'elles soient humaines ou physico-chimiques et expérimentales, pour les besoins du cas étudié dans toute sa complexité structuraliste. À visée transformative, l'ergonomie utilise l'étude de cas pour comprendre les circonstances d'un événement. Basée sur la théorie de l'activité, l'analyse ergonomique distingue les tâches de l'activité et documente les régulations mises en place par les travailleurs dans un fil temporel. Dans le cadre d'intervention en santé psychosociale, l'étude de la charge mentale vise à prendre en compte les dimensions cognitives, psychologiques et psychiques des travailleurs. Pour mesurer cette charge mentale, il est possible de procéder à des évaluations de performance, à des analyses subjectives et aussi physiologiques. Pour agir, l'ergonomie francophone privilégie l'approche participative, ce qui est ardu en santé psychosociale de par l'absence d'outil adéquat. Mener une recherche/intervention afin d'améliorer la santé psychosociale dans un centre d'appel d'urgence (CAU) est novateur car aucune étude n'a été faite si ce n'est celle à l'initiative de la présente thèse (Toulouse et al., 2006). Pour autant, l'examen des connaissances issues des centres d'appel indique de forts enjeux en termes d'inconforts physiques, du rôle de la supervision et de la place centrale que revêt la gestion des émotions. Ces éléments se retrouvent peut-être dans une forme similaire dans les CAU.

## CHAPITRE IV

### HYPOTHÈSES DE RECHERCHE

Tel que rappelé lors de la formulation de la question de recherche (**Erreur ! Nous n'avons pas trouvé la source du renvoi.**), la présente étude montre tant l'importance des coûts sociétaux (indicateurs en fonction du PIB, absentéisme, présentéisme) que sociaux (facteurs organisationnels, eux-mêmes bouleversés par la mondialisation et l'ultracompetitivité). Or, les conséquences du stress sont potentiellement graves (épuisement professionnel, dépression). Malgré des efforts de conscientisation des partenaires sociaux par les équipes de recherche du Québec, le cadre législatif n'inclut toujours pas la prise en compte de la santé psychologique au travail. Pourtant, les opérateurs des centres d'appel d'urgence (OCAU) sont tout particulièrement touchés : leur taux de prévalence de détresse psychologique est deux fois plus élevé que chez les cols blancs de la province de Québec (respectivement 50 % versus 24 %), l'épuisement professionnel y est aussi élevé (49 %) et la tension psychologique y est très élevée (70 %).

Tout au long du cadre théorique (Chapitre III), les approches en physiologie, en psychologie et en ergonomie apparaissent utiles et prometteuses. Les diverses recherches physiologiques, de Hans Selye à Stephen Porges permettent aujourd'hui d'établir un lien entre contraintes externes (les stresseurs) et des astreintes mesurables, notamment grâce aux biomarqueurs de l'axe corticotrope (cortisol, DHEA, DHEAS) et de l'axe catécholaminergique (adrénaline et noradrénaline). Avérés, ils se révèlent

difficilement utilisables en milieu de travail (mesures souvent invasives, temporalités d'étude). De par leur influence sur l'innervation myocardique et donc sur la rythmicité, les variations des systèmes nerveux sympathique et parasympathique font de la variabilité du rythme cardiaque (VRC) un indicateur prometteur car objectif mais encore complexe de par les nombreux paramètres qu'il est nécessaire de contrôler en milieu de travail (variations inter et intra individuelles, environnement, pathologies). En faire un outil d'évaluation du stress requiert alors sans doute de croiser avec d'autres approches au rang desquelles la psychologie et l'ergonomie. Or, tout au plus, un des modèles psychologiques étudiés est utilisé dans l'argumentation de 0,46 %, des études sur la VRC (hormis les études médicales). Pourtant, ces derniers mettent des cadres intéressants de compréhension du stress. Tel est le cas des modèles déséquilibre efforts/récompenses de Siegrist et demande-latitude-soutien de Karasek. D'autres modèles psychologiques permettent plus d'approfondissement. Le modèle « flexihealth » de Vandenberghe examine le positionnement du travailleur dans son cadre organisationnel et le modèle multidisciplinaire cognitif et conditionnel de Dolan et Arsenault a la particularité de mettre l'emphase sur l'aspect dynamique et sur l'interaction de l'homme avec ses stressseurs. L'approche intégratrice de l'ergonomie, quant à elle, permet de donner un sens au travail. Il est important de s'interroger sur les raisons des actions entreprises et sur les modalités de réalisation. L'étude de cas apporte cet éclairage nécessaire ; « du fait que les compromis que les opérateurs construisent ne peuvent se comprendre à partir du seul point de vue biologique, ou à partir du seul point de vue cognitif, les interprétations fournies par l'ergonome dans la pratique ne peuvent reposer sur un découpage *a priori* de l'activité humaine. En matière de travail posté, par exemple, un point de vue purement chronobiologique sur la comparaison des différents types de roulement possible amènerait à privilégier le critère de qualité de sommeil (durée de la phase d'endormissement, durée de sommeil, durées des phases de sommeil, fréquence et durée des éveils nocturnes). Or, les compromis que

constituent les opérateurs intègrent par exemple aussi des facteurs de vie sociale. L'ergonome peut mettre en circulation (Quéinnec et al., 2008) une interprétation des différents facteurs qui interviennent dans ces compromis, afin de permettre des interactions explicites sur les critères de choix » (Daniellou, 1992). Ce postulat, auquel nous adhérons, consiste à penser que seul un croisement de plusieurs outils de natures différentes peut permettre de poser un diagnostic servant l'amélioration des conditions de travail. S'agissant de l'intervention en santé psychologique, l'étude de la charge mentale est cruciale. Les études dans les centres d'appel informent justement sur la centralité de l'émotion dans le rapport aux appelants et aux collègues. Qualifier cette émotion et situer le sens qu'elle arbore dans l'activité des opérateurs des centres d'appel d'urgence (OCAU) peut être réalisé en étudiant la performance, en se référant à l'observation de l'activité couplée aux ressentis et aux témoignages des OCAU ou encore grâce à des indicateurs physiologiques. L'étude de la VRC est prometteuse. Objective, elle informe sur les astreintes cardiaques générées par les facteurs de stress. Avant de pouvoir en faire un outil de terrain, il faut au préalable étudier les atouts et les limites de la VRC en s'intéressant à chacun des indices qui la composent. Il faut également concevoir les arrimages et complémentarités possibles avec les autres types d'indices (performance, observation, verbalisations) pour l'action, l'amélioration des conditions psychosociales de travail. Or, cette étude est exploratoire à double titre : le milieu de travail est quasi-inconnu (les CAU) et l'usage de la VRC dans ce contexte, en ergonomie, est une première. Dans ce contexte particulier, cette thèse défend le fait que l'utilisation de la VRC permet d'identifier des facteurs professionnels de stress. Dans ce dessein, et forts des connaissances présentées et organisées jusqu'ici, il est à présent possible de formuler nos hypothèses de recherche :

- Hypothèse 1            La respiration et ses variations, composantes normales du travail, ne peuvent être perçues par une personne ;
- Hypothèse 2            La respiration ne cause des effets sur la variabilité du rythme cardiaque (VRC) que si elle a d'importantes variations ;
- Hypothèse 3            La VRC diminue avec l'augmentation de la charge cognitive ;
- Hypothèse 4            La VRC diminue avec l'augmentation de la charge émotionnelle ;
- Hypothèse 5            La VRC diminue avec l'augmentation de la fatigue ;
- Hypothèse 6            L'étude de l'évolution de la VRC sur le quart de travail reflète plus fidèlement le stress au travail que si elle est réalisée sur un intervalle de vingt-quatre heures ;

Hypothèse 7            La VRC, lorsque couplée à l'analyse ergonomique de l'activité, permet l'identification de facteurs de changements.

Les trois premières hypothèses sont mises à l'épreuve lors d'une situation contrôlée (étude clinique) tandis que les hypothèses 3 à 7 le sont en situation réelle (étude de terrain). Ce processus est détaillé ci-après dans la méthode.



## CHAPITRE V

### MÉTHODE

La méthode est élaborée de sorte à déterminer un cadre de récolte de données capable d'apporter des réponses aux sous-questions de recherche exprimées plus tôt (**Erreur ! Nous n'avons pas trouvé la source du renvoi.**) :

- Quelles dimensions du travail sont mesurées par la VRC en milieu contrôlé comme lors de l'intervention auprès des OCAU ?
- Comment la VRC peut-elle être utilisée pour compléter les outils d'évaluation du stress professionnel déjà utilisés ?

C'est pourquoi la méthode est organisée en deux parties distinctes : l'étude clinique (5.1) et l'étude ergonomique de terrain (5.2). Toutes deux sont validées par le comité d'éthique de l'Université du Québec à Montréal (UQAM) ; les approbations éthiques sont disponibles en appendice (p.265 et 271).

Cette structuration est identique dans les chapitres dédiés aux résultats et discussions (Chapitre VI & Chapitre VII). Par la suite, davantage de recul est pris afin de dégager réflexions générales et perspectives de recherche (Chapitre VIII).

## 5.1 Méthode de l'étude clinique

### 5.1.1 Subterfuge

Le but réel de l'étude n'est pas communiqué aux participants afin d'obvier à tout biais expérimental. Le recrutement est effectué parmi des étudiants universitaires de premier cycle. Le but annoncé est d'analyser la capacité des participants à résoudre des problèmes plus ou moins complexes selon la concentration de l'air en dioxyde de carbone afin d'évaluer l'impact de la pollution atmosphérique sur la difficulté de traitement des données.

Le subterfuge est toutefois révélé en fin de participation et mène au seing d'une autorisation finale de participation.

### 5.1.2 Participants

Vingt participants volontaires (10 hommes et 10 femmes) sont recrutés selon les critères suivants : âge inférieur à 30 ans, niveau universitaire de premier cycle, familiarité avec les ordinateurs, absence de maladie cardio-respiratoire, absence de dyschromatopsie<sup>76</sup>. Aucune compensation financière n'est départie.

---

<sup>76</sup> La dyschromatopsie est un « trouble de la perception des couleurs, comme le daltonisme » (Larousse, 2015)

Les participants sont âgés de 19 à 28 ans ( $\mu = 24,1$  ;  $\sigma = 3,3$ ), leurs indices de masse corporelle sont de 16,9 à 27,17 ( $\mu = 22,56$  ;  $\sigma = 2,58$ ). Un questionnaire court contrôle leurs qualités de sommeil et leurs habitudes tabagiques et toxicomaniaques autres (par produits cannabiques, divers dérivés opiacés, drogues synthétiques ou autres).

La durée habituelle de sommeil des participants est de 7 h 34 ( $\sigma = 48$  min) ; 90 % d'entre eux déclarant jouir d'une bonne qualité de sommeil. 75 % d'entre eux sont des fumeurs (5 cigarettes par semaine ;  $\sigma = 14,4$ ) ; 55 % fument ou consomment parfois des drogues (principalement marijuana, amphétamine et ecstasy).

Il est demandé aux participants d'avoir une bonne nuit de sommeil la veille de la journée de passation de l'étude clinique. Cette nuit-là, ils ont dormi 7 h 30 ( $\sigma = 1$  h 09) ; 90 % d'entre eux ayant déclaré avoir une bonne nuit de sommeil. Aucun d'entre eux n'a absorbé de drogue lors des 24 heures précédant l'expérience.

Les consentements oral et écrit des participants sont acquis en début et en fin d'essai (pour le subterfuge).

### 5.1.3 Instrumentation

Afin de créer les conditions nécessaires à l'expérience, sont utilisés six systèmes différents : les deux premiers afin de reproduire les conditions désirées (test de Stroop informatisé et ballon atmosphérique), les quatre derniers visant les mesures (cardiofréquencemètre, analyseur métabolique, test de Stroop informatisé, échelle de Borg).

### 5.1.3.1 Reproduction des conditions désirées

Quoique les premiers résultats laissent à penser que l'effet Stroop serait lié à la vitesse de traitement ou d'automatisme (Stroop, 1935), des enquêtes plus récentes montrent que cela est inexact : cela serait plutôt dû au traitement parallèle des mots et couleurs (MacLeod, 1991) au cours duquel des interférences peuvent survenir, comme des tâches de pointage (Durgin, 2000). Ce test est très répandu comme stress psychologique ou cognitif (Renaud and Blondin, 1997).

Les cinq étapes déterminées voient leurs modalités détaillées ci-dessous (Tableau V.1). Le tout est paramétré dans le logiciel Stroop Research Version 1.1 (par Life Science Associates).

Tableau V.1 : Étapes du test de Stroop informatisé utilisé comme générateur de charge cognitive.

Étape du test de Stroop	Couleur des mots	Cohérence du mot avec sa couleur	Caractéristique particulière	Consigne
c1	noire	-	-	Indiquer le nom du mot
c2	couleur	oui	-	Indiquer le nom du mot
c3	couleur	non	-	Indiquer le nom du mot
c4	couleur	non	-	Indiquer la couleur du mot
c5	couleur	non	Certains mots sont encadrés	Indiquer le nom du mot et, lorsque les mots sont encadrés, indiquer leur couleur

Afin de simuler la variabilité des rythmes respiratoires, sont mises en place quatre conditions respiratoires représentées dans le tableau ci-dessous (Tableau V.2). Lorsque les participants portent un demi-masque facial (a0 ; 003 ; a1 ; a5), l'air respiré provient d'air médical calibré stocké dans un ballon atmosphérique afin que cet air soit mis à la même pression que la pression atmosphérique ambiante de la pièce.

Tableau V.2 : Conditions respiratoires de l'étude clinique.

Condition	Modalité respiratoire	Concentration des divers gaz atmosphériques (%)		
		CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
ap	Air de la pièce	0,03	21	78,97
a0,003	Air médical par demi-masque	0,03	21	78,97
a1	Air médical par demi-masque	1	21	78
a5	Air médical par demi-masque	5	21	74

### 5.1.3.2 Instrumentation de mesure

Les intervalles RR des participants sont acquis via une ceinture thoracique et un moniteur de fréquence cardiaque (S810i, Polar®, Finland). Les enregistrements RR sont traités avec un logiciel spécialisé (Polar Precision Performance 4.01 and Kubios HRV Analysis Software 2.0 ; interface anglophone).

Une chaîne de mesure de consommation d'oxygène informatisée est mise en place. Elle comprend deux modules principaux : un gazomètre et un débitmètre. Le premier analyse la composition en oxygène (Oxygen Analyzer S-3A/I de AEI Technologies, Pittsburgh, États-Unis d'Amérique), en dioxyde de carbone (Carbon dioxide Analyzer CD-3A de AEI Technologies, Pittsburgh, États-Unis d'Amérique) et en diazote (par déduction) tant dans l'air inspiré que dans celui qui est expiré. Ce dispositif est couplé à un débitmètre à turbine (Ventilometer Mark 2, PK Morgan, Kent, R.-U.) installé sur un demi-masque, permettant ainsi l'acquisition du rythme respiratoire<sup>77</sup>, du volume courant<sup>78</sup> et le calcul de la ventilation minute<sup>79</sup>, et ce de façon précise (J. D. Hart et al., 1994) par un dispositif d'enregistrement et d'analyse (Flow Control R-1 de

---

<sup>77</sup> Le rythme respiratoire est le nombre de respirations effectué en une minute. Il est exprimé en respirations par minute : resp/ min. Pour un homme moyen au repos, le rythme respiratoire est de 12 resp/ min (Kim E Barrett, 2015, p. 593).

<sup>78</sup> Le volume courant est le volume d'air inspiré et expiré à chaque mouvement respiratoire pour une respiration dite «normale», c'est-à-dire non forcée. Il est exprimé en litres par respiration : L/ resp. Pour un homme moyen au repos, il est de 500 ml/ respiration (Kim E Barrett, 2015, p. 593 figure 35-7).

<sup>79</sup> La ventilation minute est le volume de gaz inspiré ou expiré par une personne en une minute. Elle est exprimée en L/ min. Sa détermination est effectuée par le produit du rythme respiratoire<sup>77</sup> par le volume courant<sup>78</sup>. Pour un homme moyen au repos, il est de 6L/ min (Kim E Barrett, 2015, p. 593).

AEI Technologies, Pittsburgh, États-Unis d'Amérique). En outre, par calorimétrie indirecte, ce genre de mesure peut renseigner sur la dépense énergétique<sup>80</sup>, cet aspect n'est pas traité puisque, bien que certaines études de laboratoire établissent un effet du stress psychologique sur la dépense énergétique (Sawai et al., 2007 ; Seematter et al., 2002 ; 2000), aucune ne le fait en milieu de travail, à notre connaissance. L'ensemble des données recueillies est traité par un logiciel de numérisation et d'analyse de Roxon medi-tech (St-Léonard, Québec) installé sur un système d'exploitation Windows 98 de Microsoft.

La performance est évaluée au moyen du test de Stroop informatisé (Stroop Research Version 1.1 par Life Science Associates).

La version française de l'échelle RPE de Borg (Borg, 1998), soit l'évaluation visuelle de perception de l'effort (graduée de 6 [aucun effort du tout] à 20 [effort maximal]) est utilisée comme moyen d'évaluation des difficultés respiratoire et de l'exercice.

---

<sup>80</sup> La dépense énergétique peut être calculée à partir de la connaissance de la ventilation minute et de la composition partielle en dioxygène de l'air (soit 21 % dans des conditions normales de température et de pression). Or, il est admis qu'un litre de dioxygène consommé équivaut à une dépense énergétique de 21,1 kJ, soit 4,1868 kcal (Scott, 2005). Cette méthode de calcul est peut être utile telle quelle en milieu de travail (Eliasson et al., 1992). Toutefois, elle trouve ses limites pour des personnes non « normales » comme des personnes vieillissantes ou en surpoids (E. J. Anderson et al., 2014; Siervo et al., 2014). Aussi, en milieu de travail, une substitution par équations multiparamétriques peut être pertinent (Faisy and Taylor, 2009).

#### 5.1.4 Mesures

##### 5.1.4.1 Mesures de VRC

En accord avec les définitions établies par la « Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology » (Malik et al., 1996), les indices relevés sont :

- Temporels :
  - FC (bpm) ;
  - SDNN (ms) ;
  - RMSSD (ms) ;
  - pNN50 (%) ;
- Non linéaires :
  - SD 1 (ms) ;
  - SD 2 (ms) ;
  - SD2/SD1 ;
- Spectraux :
  - PT ( $ms^2$ ) ;
  - TBF ( $ms^2$ ) ;
  - BF ( $ms^2$ ) ;
  - HF ( $ms^2$ ) ;
  - TBF (%) ;
  - BF (%) ;
  - HF (%) ;
  - BF (u.n.) ;

- HF (u.n.) ;
- BF/HF.

#### 5.1.4.2 Mesures de respiration

La respiration intègre à la fois des variables dépendantes et contrôlées :

- Des variables dépendantes :
  - Fréquence respiratoire (respirations/minute) ;
  - Ventilation minute (L/min) ;
  - Volume courant (L) ;
- Des variables contrôlées :
  - La fraction inspirée de dioxygène,  $FiO_2$  (%) ;
  - La fraction inspirée de dioxyde de carbone,  $FiCO_2$  (%) ;
  - La fraction inspirée de diazote,  $FiN_2$  (%) ;
  - La fraction expirée de dioxygène,  $FeO_2$  (%) ;
  - La fraction expirée de dioxyde de carbone,  $FeCO_2$  (%) ;
  - La fraction expirée de diazote,  $FeN_2$  (%) .

#### 5.1.4.3 Mesures de performance

Celles-ci consistent à relever les indicateurs suivants :

- Le nombre d'items évalués,
- Le nombre de réponses exactes,

- Le nombre de réponses fausses.

Cependant, en cours d'expérience, un contrôle routinier identifie la présence évidente d'erreurs. L'analyse de ces réponses est alors annulée.

#### 5.1.4.4 Mesures subjectives

Les mesures de la difficulté respiratoire et de celle de l'exercice sont relevées et évaluées de 6 — aucun effort du tout — à 20 — effort maximal — (Borg, 1998).

#### 5.1.5 Procédure expérimentale

À 8h00, l'équipement de mesure d'air est calibré.

Il est demandé au participant de se présenter au laboratoire à 9h00. L'ensemble du déroulement lui est expliqué puis son consentement oral et écrit est recueilli (avec le formulaire comportant le subterfuge). La ceinture thoracique et le cardiofréquencemètre sont placés respectivement sur son torse et à son poignet.

Le participant est ensuite assis sur une chaise, les bras le long du corps et les mains sur les cuisses pour rester 15 minutes au repos dans une ambiance calme et silencieuse.

L'ordre de passage des quatre modalités respiratoires est déterminé au moyen d'un carré latin afin d'obtenir une distribution uniformément variée. L'ensemble des étapes

du test de Stroop effectué pour chacune de ces modalités respiratoires est, quant à lui, effectué dans un ordre prédéterminé et invariable, de par la difficulté importante de la modalité c5.

Préalablement à la passation des étapes du test de Stroop informatisé sont effectuées les opérations suivantes :

- Advenant que la modalité respiratoire inclue le port du demi-masque facial :
  - Dix minutes précédentes : remplissage d'un ballon atmosphérique avec de l'air à la concentration nécessaire de CO<sub>2</sub>.
  - Cinq minutes précédentes : le demi-masque facial est installé et ajusté
- Deux minutes avant : la chronologie de la passation des étapes du test est rappelée au volontaire.

La passation des étapes du test de Stroop dure 17 minutes, ce qui est détaillé à la figure ci-dessous (Figure V.1). Les difficultés respiratoires et de l'exercice sont évaluées immédiatement après chaque étape du test de Stroop.

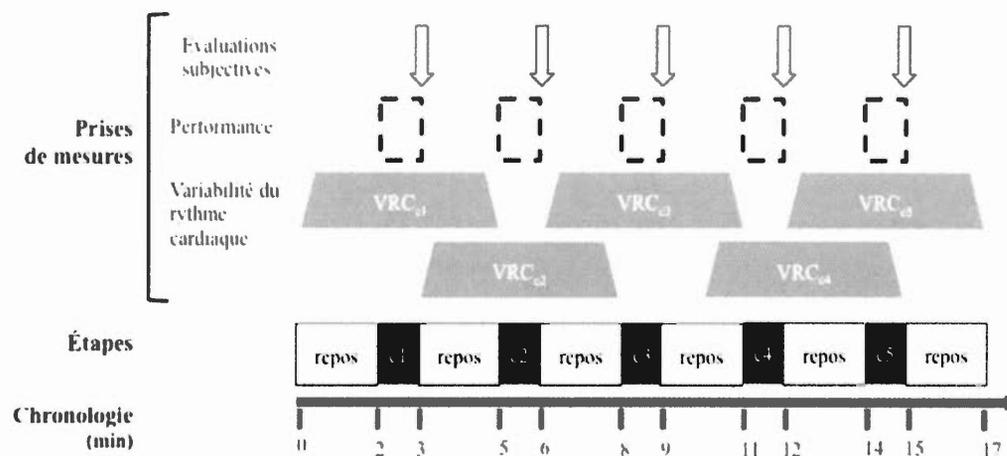


Figure V.1 : Illustration des moments des prises de mesures de VRC, de performance et des évaluations subjectives durant la passation des étapes du test de Stroop informatisé. Données présentées pour une modalité de respiration (17 minutes), avec des pauses de 2 minutes avant et après chaque étape d'une minute du test de Stroop. c1, c2, c3, c4, c5 sont les étapes du test de Stroop informatisé utilisé comme générateur de charge cognitive (Tableau V.1).

Subséquentement à la passation des étapes du test de Stroop et si la modalité respiratoire comprend le port du demi-masque facial alors ce dernier est ôté.

Un temps de repos de quinze minutes est respecté entre chaque modalité respiratoire.

En fin de participation, le subterfuge est révélé au participant et son accord final écrit recueilli.

#### 5.1.6 Méthode d'analyse des résultats

Toutes les analyses de VRC sont effectuées sur des bases de 5 minutes comportant la minute de l'étape du test de Stroop d'intérêt ainsi que les deux minutes la précédant et celles la suivant.

Toutes les analyses statistiques sont réalisées avec JMP® (de SAS). Les effets du masque, du dioxyde de carbone et des étapes du test de Stroop informatisé sont évalués au moyen du Wilcoxon rank test ( $\alpha = 0,05$ ).

## 5.2 Méthode d'étude ergonomique de terrain

L'étude ergonomique de terrain fait suite à une étude de prévalence (Toulouse et al., 2006) lors de laquelle un comité de suivi<sup>81</sup> a accepté de mettre en place cette démarche de la recherche/intervention. Ce dernier est composé des membres suivants :

- les membres de l'équipe de recherche issus de trois milieux différents :
  - de l'institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST) :
    - un professionnel scientifique, spécialisé en intervention ergonomique et en prévention des troubles musculosquelettiques, était le responsable de ladite équipe,
    - un professionnel scientifique, responsable opérationnel du recrutement et du pan ergonomique/biomécanique de la recherche sous la direction du responsable d'équipe,
    - un chercheur spécialisé dans l'étude des aspects biomécaniques (mouvements, électromyographie, troubles musculosquelettiques),
    - deux professionnels scientifiques<sup>82</sup> en soutien opérationnel pour l'intégration des données (maîtrise du matériel, du logiciel Observer XT et de l'exportation des données d'électromyographie),
    - un conseiller en valorisation ;

---

<sup>81</sup> Un comité de suivi est défini comme suit : « Composé d'acteurs clés du milieu, le comité de suivi est un groupe qui apporte son expertise et son soutien à l'ergonome dans la réalisation de l'intervention, dans l'application des résultats et dans le suivi des recommandations. » in St-Vincent (2011)

<sup>82</sup> Ces personnes ne prenaient pas activement part au comité de suivi

- de l'université Laval :
  - un professeur et un professionnel de recherche menant les investigations en psychodynamique du travail ;
- nous-mêmes de l'Université du Québec à Montréal (UQAM) :
  - un chercheur, notre directeur de recherche, spécialiste de physiologie du travail, de l'exercice, des maladies respiratoires et lésions musculaires afin de nous encadrer,
  - un assistant de recherche, moi-même, coresponsable de l'analyse ergonomique et des évaluations subjectives et responsable des mesures et analyses afférentes à la VRC ;
- un conseiller de l'Association paritaire pour la santé et la sécurité du travail du secteur municipal (APSAM) ;
- dix représentants des cinq CAU, avec un représentant patronal et un représentant syndical par CAU.

Cette composition, l'intégration du représentant de l'APSAM et des membres des cinq CAU partenaires, vise l'obtention d'une certaine représentativité des 45 CAU des services municipaux du Québec et, à terme, d'un meilleur transfert des connaissances dans ce milieu.

Cette partie reprend la méthode telle que décrite au sein du rapport de recherche que nous avons coécrit (Toulouse et al., 2011), elle exclut les aspects non directement pertinents à notre recherche (comme ceux traités par Delisle et al., 2010) pour se focaliser exclusivement sur les aspects de charge et complexité mentales, de fatigue, les émotions et de leurs recoupements avec la variabilité du rythme cardiaque.

### 5.2.1 Participants

Les participants sont des opérateurs de centres d'appels d'urgence (OCAU) provenant de cinq centres d'appels d'urgence municipaux (CAU) volontaires et sélectionnés pour la variabilité des organisations et populations cibles qu'ils représentent (Tableau V.3) parmi les trente et un CAU que compte la province du Québec (Gouvernement du Québec, 2014).

Tableau V.3 : Description de la variabilité des CAU volontaires sélectionnés pour l'étude/intervention. Adapté du rapport de la recherche menée par Toulouse et al. (Toulouse et al., 2011).

	CAU #1	CAU #2	CAU #3	CAU #4	CAU #5
<b>Population cible</b>					
Population desservie (nb)	255 000	320 000	600 000	63 000	170 000
<b>Flux annuel d'appels (appels/an)</b>					
Total	440 023	300 000	400 000		
Spécifique au 911	94 100	120 000	280 000	45 000	66 606
<b>Organisation</b>					
Durée « normale » de quart (h)	9	12	8	8 ; 12*	8,75
OCAU employés (nb)	38	41	69	14	32
<b>Postes de travail (nb)</b>					
OCAU par quart	8	8	17	3	5
Superviseur			2		
Chef d'équipe	1				
Prise d'appel	2	3	6		
<b>Répartition</b>					
Police	2	3	4		
CRPQ	1				
Incendie	2	2	2		
Travaux publics			1		
Prise d'appel et répartition				3	5
Prise de plaintes en différé			2		

\* Donnée pour la fin de semaine.

En sus de cette variabilité, l'étude vise une représentativité des variétés de rôles (tâche principale) et des longueurs de quarts travaillés tout en essayant d'observer des journées et moments particuliers (fête nationale, jours de prises d'indemnités gouvernementales, soirées).

Les OCAU sont informés de l'étude par affiches et par les représentants patronal et syndical de chaque CAU à qui ils peuvent manifester leur souhait de prendre part au

projet en tant que volontaires ou en s'adressant directement au responsable du recrutement de l'équipe de recherche.

Aucune compensation financière n'est offerte, le temps de participation est toutefois indemnisé au taux habituel par l'employeur concerné.

Le recrutement est effectué par entretien téléphonique afin d'obtenir les quinze OCAU volontaires désirés. Grâce à un questionnaire, l'absence des critères d'exclusion suivants est vérifiée : maladie cardio-respiratoire, maladie musculosquelettique (exemple : maux de dos, maux de cou).

Au final, l'étude de ces quinze participants aboutit à deux types d'échantillons distincts de celui étudié au départ (Tableau V.4). En effet, sur quinze études de cas, seules douze permettent une analyse de VRC (trois pertes accidentelles de données) dont neuf autorisent une analyse complète de VRC (trois problèmes de synchronisation avec l'activité de travail).

Tableau V.4 : Description des participants de l'étude ergonomique de terrain.

	15 OCAU initialement observés et monitorés		12 OCAU utilisés pour les analyses de VRC seulement		9 OCAU complètement analysés	
	Valeur	Écart-type	Valeur	Écart-type	Valeur	Écart-type
<b>Nombre de volontaires par CAU</b>						
CAU #1	3		3		3	
CAU #2	2		2		2	
CAU #3	4		2		1	
CAU #4	4		3		1	
CAU #5	2		2		2	
<b>Genre</b>						
Hommes	6		5		5	
Women	9		7		4	
<b>Stature (cm)</b>	170	0,08	170	0,08	172	0,08
<b>Masse (kg)</b>	75,0	17,4	76,7	18,6	82	18,7
<b>IMC (kg.m<sup>-2</sup>)</b>	25,8	5,0	26,5	5,4	27,6	5,8
<b>Éducation</b>						
Études secondaires supérieures	6		4		3	
Collège	7		6		5	
Premier cycle universitaire	2		2		1	
<b>Quarts</b>						
Matin	2		2		1	
Après-midi/soirée	8		6		4	
Nuit (8 h)	2		1		1	
Nuit (12 h)	1		1		1	
Journée (8 h)	1		1		1	
Journée (12 h)	1		1		1	
<b>Heures travaillées (telles qu'observées)</b>						
μ	8,5		8,6		8,8	
7 h	1		1		1	
8 h	12		9		6	
12 h	2		2		2	
<b>Tâche principale</b>						
Prise d'appel	5		3		3	
Répartition	2		2		1	
Diverses	6		5		3	
Chef d'équipe	2		2		2	
<b>Saison</b>						
Hiver	3		2		0	
Printemps	8		6		5	
Été	4		4		4	
<b>Expérience professionnelle (années)</b>						
Globale	11,9	6,7	11,8	7,6	11,5	7,9
Expérimentés						
Débutants	0,3	0	0,3	0	0,3	0
<b>Événements spéciaux observés</b>						
Fête nationale	1		1		1	
Premier suicide	1		1		1	

### 5.2.2 Instrumentation

L'électrocardiogramme (ECG) est enregistré à l'aide des sept électrodes thoraciques disposées pour obtenir les dérivations précordiales V1<sup>83</sup> et V5<sup>84</sup> ainsi que la dérivation bipolaire DIII<sup>85</sup> (voir figure ci-dessous, p.169). Ces électrodes sont reliées à un enregistreur portable, ou Holter (Rozin® RZ153+ à 3 canaux). L'ECG est enregistré durant 24 heures des tests préobservation, jusqu'à l'entrevue d'autoconfrontation du lendemain.

---

<sup>83</sup> V1 : 4ème espace intercostal, bord droit du sternum (ligne parasternale).

<sup>84</sup> V5 : à mi-distance entre V4 et V6, sur la ligne axillaire antérieure. V4 étant au niveau du 5<sup>e</sup> espace intercostal sur la ligne médio-claviculaire et V6 étant au même niveau, sur la ligne axillaire moyenne.

<sup>85</sup> DIII : bras gauche (-), jambe gauche (+).

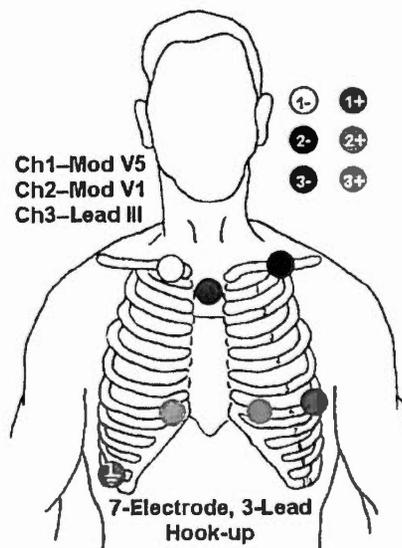


Figure V.2 : Positions de placement des électrodes du Holter sur le participant. Image tirée du guide du fabricant (Rozinn Electronics inc., 2007).

De seize à vingt-quatre fiches sont prévues par participant afin de procéder aux auto-évaluations subjectives régulières (9 facteurs) sur un seul et même système visuel d'évaluation : l'échelle de Borg CR-10 (Borg, 1998).

Afin de relever l'activité, deux observateurs sont positionnés aux côtés de l'OCAU volontaire, une camera Sony® à disque dur de 120 GB assortie d'un objectif grand-angle est montée sur un trépied permettant une prise de vue en  $\frac{3}{4}$  arrière avec plongée permettant l'observation du volontaire de son poste de travail, mais également des collègues présents dans les postes contigus afin d'observer les interactions possibles.

Les appels sont écoutés en direct par un observateur et les enregistrements des conversations téléphoniques sont récupérés a posteriori pour une nouvelle écoute et l'analyse.

### 5.2.3 Mesures

#### 5.2.3.1 Mesures de VRC

En accord avec les définitions établies par la « Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology » (Malik et al., 1996), les indices relevés ou calculés sont :

- Temporels :
  - FC (bpm) ;
  - SDNN (ms) ;
  - SDANN (ms) ;
  - pNN50 (%) ;
- Spectraux :
  - PT (ms<sup>2</sup>) ;
  - TBF (ms<sup>2</sup>) ;
  - BF (ms<sup>2</sup>) ;
  - HF (ms<sup>2</sup>) ;
  - TBF (%) ;
  - BF (%) ;
  - HF (%) ;
  - BF (u.n.) ;
  - HF (u.n.) ;
  - BF/HF.

Il est à noter qu'en comparaison des indices relevés lors de l'étude clinique, les indices non linéaires (SD1, SD2, SD2/SD1) ne sont pas étudiés ici pour des raisons techniques de traitement subséquent de l'information par le logiciel adapté.

En revanche a été ajoutée la mesure de SDANN, indice d'étude de VRC à plus long terme.

#### 5.2.3.2 Mesures subjectives

Les neuf facteurs évalués sont :

- la charge de travail (utilisé et défini auprès des opérateurs comme ayant le sens plus commun de nombres de chose à faire dans un temps donné) ;
- la complexité du travail (utilisé et défini auprès des opérateurs comme représentant plus particulièrement la difficulté de traitement, ce qui peut être en lien avec des imbroglios, de l'intrication, voire de l'aporie) ;
- l'émotion positive ;
- l'émotion négative ;
- l'effort pour contrôler ses émotions fait référence à l'effort qu'un travailleur peut réaliser pour cacher ses émotions à son interlocuteur (Hochschild, 2003) ;
- les douleurs articulaires au bas du dos ;
- les douleurs articulaires au cou et aux épaules ;
- les douleurs articulaires aux coudes, aux poignets et aux doigts ;
- la fatigue ressentie.

Les facteurs concernant les douleurs ne sont pas traités dans la présente thèse et leur analyse peut être retrouvée dans le rapport de recherche que nous avons coécrit (Toulouse et al., 2011).

Nous calculons également trois indices composites :

- la somme émotionnelle : elle est la somme algébrique du score de l'émotion positive et de celui de l'émotion négative ;
- l'équilibre émotionnel : elle résulte de la soustraction du score de l'émotion négative à celui de l'émotion positive ;
- la densité mentale : elle est le produit de la charge de travail et de la complexité.

#### 5.2.4 Procédure expérimentale

##### 5.2.4.1 De la sélection à la détermination des jours de participation

Lors de la sélection des participants, chaque OCAU intéressé est interrogé par téléphone pour vérifier l'absence de facteurs d'exclusion.

Une fois la liste des volontaires établie, les responsables de CAU sont joints et le responsable des recrutements co-établit avec eux la planification des observations selon des disponibilités des volontaires et l'activité prédite des quarts qui leur sont attribués.

Quelques jours avant son implication, le responsable du recrutement joint le participant et remplit le questionnaire sur l'état de santé par téléphone. Le rendez-vous est alors

confirmé pour l'observation. Il est demandé au participant de se présenter 45 minutes avant l'heure de prise de quart normale afin de procéder à la séance d'information préobservation et à l'équipement.

#### 5.2.4.2 Jour de participation 1 : « journée » d'observation instrumentée

Un seul participant est observé par quart de travail. La procédure est scindée en trois moments : préobservation, observation, post-observation.

Le jour de l'observation, **une heure avant le quart de travail**, les deux observateurs s'installent dans une salle privée au sein du CAU : l'un pour mettre en place l'équipement d'observation en salle des opérations ; l'autre prépare les équipements de mesure. Quarante-cinq minutes avant la prise de quart, le participant est conduit à la salle privée et son consentement écrit est recueilli. Ensuite, un observateur interroge le participant afin de finaliser le remplissage du questionnaire de santé. Puis, le déroulement de l'implication est rappelé et approfondi pour les trente-six heures à venir. Alors, le participant est équipé du Holter et des électrodes idoines (les hommes sont rasés au besoin aux emplacements des électrodes) et de l'électromyogramme (EMG). Enfin, le Holter est démarré tout en notant précisément le moment du début d'enregistrement. Les mesures de références préobservation sont effectuées :

- le participant est assis sur une chaise, le dos appuyé sur le dossier, les épaules relâchées, les avant-bras reposant sur les accoudoirs et les mains reposant sur ses cuisses et maintient cette posture pendant dix minutes ;
- puis, il s'allonge sur un matelas gonflable pendant dix autres minutes ;
- pendant les cinq minutes suivantes, le participant effectue des mouvements spécifiques pour la calibration de l'EMG (Toulouse et al., 2011, p. 18).

Suite à la prise de ces mesures, il est demandé d'agir le plus naturellement possible jusqu'à la fin du quart de travail (soit de 7 à 12 h d'observation continue). Le participant a quelques minutes personnelles (toilettes, discussions privées...) puis se dirige vers son poste de travail.

Dès l'arrivée du participant près de son poste (le moment est également noté à des fins de synchronisation), **l'observation en tant que telle débute**. L'enregistrement vidéo est démarré.

Toutes les trente minutes, une fiche d'auto-évaluation est remise au participant qui la remplit, dès que raisonnablement possible. Il lui est demandé de ne pas donner priorité à cette évaluation afin de maintenir une fluidité dans son travail. L'évaluation suivante est remise trente minutes après la remise par le participant de la précédente fiche ou 30 minutes après la fin de pause s'il en a une. La dernière fiche est remise à la fin du quart.

Tout au long du quart, le participant est observé, ses appels sont écoutés en direct, il est interrogé au besoin sur les activités qu'il réalise sans perturber la résolution des cas traités.

À la fin du quart, dès que le participant quitte son poste, la **phase de post-observation** commence. Alors, l'enregistrement vidéo est arrêté et un observateur démonte cet équipement. Pendant ce temps, le deuxième observateur mène le participant à la salle privée pour effectuer les mesures physiologiques post-observation où le processus est inversé par rapport aux mesures préobservation :

- pendant les cinq premières minutes, le participant effectue des mouvements spécifiques pour la calibration de l'EMG (Toulouse et al., 2011, p. 18) ;
- puis, le participant est assis sur une chaise, le dos appuyé sur le dossier, les épaules relâchées, les avant-bras reposant sur les accoudoirs et les mains reposant sur ses cuisses et maintient cette posture pendant dix minutes ;
- enfin, il s'allonge sur un matelas gonflable pendant dix autres minutes.

Le participant est alors déséquipé de l'équipement de mesure d'EMG.

Les consignes afférentes aux précautions de port du Holter (garder le système hors d'eau, les électrodes branchées ; lors du sommeil, garder le Holter au niveau du tronc pour éviter tout débranchement accidentel) sont communiquées aux participants, tout comme est réitérée la consigne de passer une nuit tranquille et d'éviter toute activité physique (sexuelle ou sportive). La confirmation des modalités du rendez-vous est faite (heure, lieu, durée). Le participant quitte les locaux du CAU.

Les fichiers vidéo sont extraits et assemblés. Les chroniques de quart et autres notes sont croisées par les observateurs. Les fiches d'auto-évaluation sont compilées pour analyser l'évolution temporelle et les croiser avec les chroniques de quart.

#### 5.2.4.3 Jour de participation 2 : retour d'expérience de la participation lors de la journée d'observation et autoconfrontation

Le lendemain de l'observation, lors d'une entrevue durant de 2 à 3 heures, il est demandé au participant d'effectuer une radiographie<sup>86</sup> du confort de port des équipements de mesure physiologique ainsi que du processus d'observation. Puis, le participant qualifie la représentativité de ladite observation. Ensuite sont récupérés le Holter et les électrodes (enregistrement arrêté automatiquement au bout de vingt-quatre heures). L'autoconfrontation est alors effectuée en se basant sur le croisement des données d'évaluations subjectives recueillies la veille. Il est aussi demandé de procéder au récit de cas marquants illustrant la charge, la complexité ou les émotions au travail.

#### 5.2.5 Méthode d'analyse des résultats

La méthode d'analyse s'articule autour de trois pans : le premier s'intéresse à l'analyse des données issues des outils d'analyse psychophysique (VRC, évaluations subjectives, recoupement entre ces deux) ; le deuxième consiste en l'analyse ergonomique macroscopique qualitative du travail permettant l'identification des sources de charge mentale (cognitive et psychologique), des stratégies opératoires mises en place pour y faire face et de leurs limites ; enfin le troisième pan examine le

---

<sup>86</sup> Radiographie est utilisé en lieu et place de «debriefing», il est utilisé comme « description objective et en profondeur d'un phénomène, d'une personnalité » (Larousse, 2015).

recoupement des indices psychophysiologiques avec l'analyse ergonomique principalement au travers de trois études de cas.

L'ensemble des analyses statistiques est effectué grâce au logiciel JMP® 11 Mac (Développeur : SAS Institute).

#### 5.2.5.1 Premier pan : l'analyse des données psychophysiologiques

Trois catégories d'analyse sont conduites : l'analyse des données de VRC, celle des données subjectives et enfin celle examinant les recoupements entre ces deux types de données.

##### 5.2.5.1.1 Méthode d'analyse des données de VRC

**Afin d'utiliser les données cardiaques, nous effectuons un prétraitement des données afin d'obtenir les indices de VRC à étudier.** Pour cela, les enregistrements ECG récupérés par le logiciel Rozin Windows Plus sont exportés en intervalles RR. Ceux-ci sont traités avec un logiciel spécialisé : Kubios HRV Analysis Software 2.0 (Biosignal Analysis and Medical Imaging Group, Université de Kuopio, Finlande). Les artefacts sont retirés grâce à l'application d'un filtre léger, permettant l'obtention des intervalles NN. Des intervalles de cinq minutes d'analyse sont extraits sur vingt-quatre heures : 1) d'une part, un intervalle est relevé chaque période de cinq minutes (soit 288 au total) pour observer l'évolution circadienne ; 2) d'autre part, un intervalle est pris chaque minute (soit 1435 au total). Les indices de VRC sur le plan temporel et spectral sont alors disponibles.

Pour déterminer la **corrélation des indices de VRC entre eux**, les coefficients de corrélation de Spearman ( $\rho$ )<sup>87</sup> sont calculés. Ne sont retenus que les coefficients significatifs ( $\alpha = 0,05$ ). Sont distinguées les corrélations significatives à  $p < 0,0001$  au moyen d'un astérisque (\*), les coefficients supérieurs à 0,5 (en gras) et ceux supérieurs à 0,75 (encadrées en alternance de points et de tirets).

Pour réaliser la **comparaison de la VRC sur différentes macro-périodes** (24 heures, durant le quart de travail et hors du quart de travail), les moyennes ( $\mu$ ) et écarts-types ( $\sigma$ ) sont calculés chez les expérimentés ( $n = 9$ ). Un test statistique t de Student pour échantillons appariés<sup>88</sup> est ensuite effectué sur les moyennes des données individuelles.

Pour réaliser la **comparaison de la VRC dans les moments précédant et ensuivant les quarts de travail, avec deux positions** (assis, couché), les moyennes ( $\mu$ ) et écarts-types ( $\sigma$ ) sont calculés chez les expérimentés ( $n = 10$ ). Un test statistique t de Student pour échantillons appariés est ensuite effectué sur les moyennes des données individuelles.

---

<sup>87</sup> Le Rhô de Spearman est un indice statistique compris entre -1 et +1 qui exprime l'intensité et le sens (positif ou négatif) de la relation monotone (d'ordre) entre deux variables ordinales. Zéro étant le signe d'une indépendance totale entre les variables mesurées. (Bouret et al., 1997)

<sup>88</sup> Le test de Student est un test paramétrique reposant sur une comparaison de moyennes pour des échantillons ayant une distribution gaussienne. Le test apparié est utilisé lorsque le même échantillon est mesuré deux fois (du style « avant »/ « après ») – alors que le test « normal » t est utilisé pour des échantillons indépendants. (*ibidem*)

#### 5.2.5.1.2 Méthode d'analyse des évaluations subjectives

Les évaluations subjectives sont codées par le nombre correspondant (de 1 à 10). Les extremums (minimum et maximum) ainsi que la moyenne sont déterminés en utilisant les données de l'ensemble du quart de travail.

Pour déterminer la **corrélation des évaluations subjectives et de données de prise de mesure** (numéro de Borg, durée analysée) **entre elles** à partir des scores individuels (mesurés sur 30 minutes en principe), les coefficients de corrélation de Spearman ( $\rho$ )<sup>87</sup> sont calculés. Ne sont retenus que les coefficients significatifs ( $\alpha = 0,05$ ). Sont distinguées les corrélations significatives à  $p < 0,0001$  au moyen d'un astérisque (\*), les coefficients supérieurs à 0,5 (en gras) et ceux supérieurs à 0,75 (encadrées en alternance de points et de tirets).

#### 5.2.5.1.3 Méthode d'analyse par recoupement d'indices de VRC et d'évaluations subjectives

Pour déterminer la **corrélation entre des indices de VRC (moyennes) et des évaluations subjectives et de données de prise de mesure** (numéro de Borg, durée analysée) à partir des scores individuels (mesurés sur 30 minutes en principe), les coefficients de corrélation de Spearman ( $\rho$ )<sup>87</sup> sont calculés. Ne sont retenus que les coefficients significatifs ( $\alpha = 0,05$ ). Sont distinguées les corrélations significatives à  $p < 0,0001$  au moyen d'un astérisque (\*), les coefficients supérieurs à 0,5 (en gras) et ceux supérieurs à 0,75 (encadrées en alternance de points et de tirets).

### 5.2.5.2 Deuxième pan : méthode d'analyse ergonomique du travail

Cette méthode a deux principales visées : la compréhension, de façon générale, du métier d'OCAU, mais également et plus particulièrement l'identification des sources de charge mentale (cognitive et psychologique) et la compréhension des dimensions individuelle et collective de gestion de ces contraintes — des stratégies opératoires — et de leurs limites.

Pour y parvenir, nous nous appuyons sur les observations des quarts de travail, sur les variations et pics notés dans les évaluations subjectives (charge, complexité, émotions, fatigue) et sur les échos qu'ils trouvent dans les entretiens d'autoconfrontation qui ont lieu le lendemain. Témoignages et observations sont scindés selon un classement comme source de charge cognitive ou psychologique (émotionnelle ou psychique). Puis, ils sont organisés autour de trois types de sources (l'organisation, la prise d'appel, la répartition<sup>89</sup>) au sein desquels ils alimentent et décrivent des points clefs.

Pour rappel, la méthode d'autoconfrontation consiste en des « interviews [qui] consistent à présenter à l'acteur, immédiatement après l'action, un enregistrement vidéo de son comportement et à lui demander de commenter « les cognitions pendant l'acte ». D'après la théorie de l'action dirigée vers un but, ces autoconfrontations

---

<sup>89</sup> Le découpage autour des trois types de sources peut sembler une structuration intellectuelle difficilement observable au vu du rôle mixte que peuvent avoir des OCAU des plus petits CAU. Cependant, nous ne la voulons pas clivante, conscients que certains points clefs listés peuvent également survenir dans un autre type de source. Cette organisation est donc construite afin de rendre compte de la prévalence d'incidence des charges mentales identifiées (points clefs) au sein des trois types de sources que sont l'organisation, la prise d'appel et la répartition.

fournissent, après analyse du contenu, des éléments sur la cognition consciente durant l'action » (Theureau, 1992; Theureau and Jeffroy, 1994).

Cette structuration est utilisée pour l'identification des sources de charge mentale et reprise pour celle des stratégies de gestion de ces sources et de leurs limites potentielles.

#### 5.2.5.3 Troisième pan : méthode d'analyse intégratrice par recouplement des indices psychophysiologiques avec l'analyse ergonomique

Cette méthode vise à mettre à l'épreuve l'intérêt des mesures de VRC dans l'identification de facteurs de stress en croisement à l'analyse ergonomique du travail, de deux manières différentes.

Tout d'abord, en se basant sur les résultats de l'analyse ergonomique du travail faite précédemment et sur les observables étudiés au sein de la recherche/intervention à laquelle nous participons, sont identifiés des **appels à forte mobilisation** (situations requérant un engagement et une complexité accrue ; Tableau V.5) pour lesquels nous vérifions s'ils génèrent une différence significative au niveau d'un des indices de VRC. Pour ce faire est réalisée la comparaison de la VRC mesurée sur les cinq minutes à partir du début d'un moment à forte mobilisation et de celle mesurée sur les cinq minutes précédant ledit moment. Un test statistique t de Student pour échantillons appariés<sup>88</sup> est ensuite effectué sur ces données.

Tableau V.5 : Description du protocole d'analyse quantitative des observations telles que collectées dans Observer XT8® : catégories, observables et analyses descriptives y sont énumérés. Source : repris et adapté du rapport de recherche (Toulouse et al., 2011, p. 20).

<b>Catégorie</b>	<b>Observables</b>	<b>Analyses descriptives</b>
<b>Lignes d'entrée</b>	911, police de ville, travaux publics, appel interne, autre ligne	Fréquence et durée des appels selon les lignes d'entrée
<b>Nature de l'appel</b>	Renseignement interne, appel émanant d'un service public, compagnie d'alarme vol, problème de voisinage sans violence, menace ou violence contre personne, dommage à un bien, suicide, accident sans blessé, accident avec blessé, accident gênant la circulation, appel ambulance, appel ambulance et intervention policière, sécurité routière, incendie, appel pour service de la ville, plainte d'un citoyen, renseignement sécurité publique, VERPIER (inclassable), implication d'un enfant en danger (variable ponctuelle pouvant compléter la nature de l'appel)	Identification des périodes de forte mobilisation (tout appel impliquant un enfant en danger, acte de menace ou de violence, suicide, accident avec blessé ou entraînant une dispute ou gênant la circulation, problème de sécurité routière, incendie).
<b>Type d'opération</b>	En ligne, travail sur le cas hors ligne, pause, utilise console radio, action sur la console téléphonique, consultation document, impression de document, communication policier dans le centre, communication avec les collègues, communication avec les observateurs, prise de note papier, surveillance-attente, activité inconnue	Fréquence et durée de travail en ligne, travail hors ligne sur le cas, autres activités
<b>Difficulté des appels</b>	Demande pas claire, appelant affolé, appelant ne répond pas aux questions du préposé, difficulté d'interrompre l'appelant, expression de désaccord du préposé (comprend actes d'incivilité), citoyen difficilement audible, difficulté de localisation, difficulté d'obtenir un véhicule.	Classement des difficultés : problème cognitif (demande pas claire, citoyen difficilement audible, difficulté de localisation, difficulté d'obtenir un véhicule), problème relationnel (appelant affolé, appelant ne répond pas aux questions du préposé, difficulté d'interrompre l'appelant, expression de désaccord du préposé).
<b>Réglage du poste</b>	Assis, debout, travail au poste et hors poste, travail en position assise ou debout	Durée, périodicité du travail assis ou debout

Ensuite, et principalement, ce troisième pan vise le **recoupement des indices psychophysiologiques** (VRC et évaluations subjectives) **et de l'analyse ergonomique** par une approche intégratrice. Cela est réalisé au travers de trois cas choisis variés :

- Cas n° 1 : observation de P13 lors d'une journée à très fort volume d'appels (nuit de la fête nationale du Québec) ;
- Cas n° 2 : observation de P14, OCAU peu expérimenté, qui fait face à son premier événement majeur/traumatisant, un suicide ;

- Cas n° 3 : Observation de P15 lors d'un quart de travail de soir qualifié de représentatif « de la réalité de tous les jours ».

Cette méthode d'analyse se veut visuelle et explicative. C'est pourquoi, au travers de graphiques annotés, sont présentés des chronogrammes des variables d'intérêts provenant des résultats du premier pan de notre analyse (pNN50, l'équilibre émotionnel, les émotions positives, les émotions négatives) auxquels sont adjoints le nombre d'appels, la charge et la complexité de travail évaluées. Les résultats présentés sont :

- des résultats de pNN50 calculés sur des échantillons subséquents de 5 minutes,
- des moyennes de ces échantillons calculés afin de refléter les évaluations subjectives (les émotions positives, négatives, la charge de travail et la complexité) et l'indice composite qu'est l'équilibre émotionnel sont les scores obtenus qualifiant des durées d'environ trente minutes.
- Les analyses visent la compréhension du travail et la mise en exergue de liens éventuels avec les points clefs identifiés dans le deuxième pan de notre analyse.



CHAPITRE VI

RÉSULTATS ET DISCUSSION

DE L'ÉTUDE CLINIQUE

Le présent chapitre vise à répondre à trois hypothèses formulées préalablement (Chapitre IV) :

- |             |  |
|-------------|--|
| Hypothèse 1 | La respiration et ses variations, composantes normales du travail, ne peuvent être perçues par une personne ;            |
| Hypothèse 2 | La respiration ne cause des effets sur la variabilité du rythme cardiaque (VRC) que si elle a d'importantes variations ; |
| Hypothèse 3 | La VRC change avec l'augmentation de la charge cognitive ;   |

La réponse est articulée en deux temps : la présentation des résultats (6.1) puis la discussion spécifique qui en découle (6.2).

## 6.1 Résultats

Après avoir contrôlé les effets du port de masque (6.1.1), sont examinés de la  $FiCO_2$  (6.1.2) et de la charge cognitive (6.1.3) sur la variabilité du rythme cardiaque (VRC) et la respiration.

### 6.1.1 Effets du port de masque

Lorsque les participants portent un masque, il y a une augmentation significative de la difficulté respiratoire (+1,2 d'« aucune difficulté du tout » à une évaluation juste au-dessus d'« extrêmement légère ») par rapport au moment où ils respirent normalement. Cela peut être également vu avec  $pNN50$  (+4,8) tandis que les ratios BF/HF (-200,2, soit -54,4 %) et SD2/SD1 (-0,8, soit -25 %) diminuent. Ces changements sont principalement et respectivement dus à une diminution de BF (-47,9 %) et SD2 (-19,2 %). En outre, l'écart-type (représentant la variabilité interindividuelle) de SD2/SD1 est bien plus petit que celui de BF/HF.

Tableau VI.1 : Effets du port de masque (air de la pièce ; air médical à 0,03 % de CO<sub>2</sub>) sur les difficultés subjectives, les indices de variabilité du rythme cardiaque et la respiration

	Air de la pièce		Air médical (0,03 % CO <sub>2</sub> )	
	μ	σ	μ	σ
Difficulté respiratoire	6,3	0,8	7,5 *	1,5
Difficulté de l'exercice		1,7	9,6	1,4
FC (bpm)	66,6	8,2	67,6	9,1
SDNN (ms)	110,8	62,3	94,8	42,5
RMSSD (ms)	75,1	65,1	82,3	54,8
pNN50 (%)	14,9	8,1	19,7 *	11,2
SD1 (ms)	53,1	46,0	58,3 *	38,8
SD2 (ms)	146,1	76,1	118,1 *	48,8
SD2/SD1	3,2	0,8	2,4 *	0,7
PT (ms <sup>2</sup> )	22 625,2	36 029,1	13 051,0	12 361,2
TBF (ms <sup>2</sup> )	14 201,3	20 586,7	6 889,9 *	6 631,1
BF (ms <sup>2</sup> )	5 355,8	9 228,2	2 790,1 *	2 561,3
HF (ms <sup>2</sup> )	2 952,6	6 692,2	3 399,0 *	4 191,4
TBF (%)	64,3	8,1	53,2 *	12,6
BF (%)	24,8	5,5	23,2	8,4
HF (%)	10,8	7,1	23,1 *	13,0
BF (u.n.)	71,0	14,0	52,4 *	18,4
HF (u.n.)	29,0	14,0	47,6 *	18,4
BF/HF	367,1	309,9	166,9 *	164,4
Fréquence respiratoire (respirations/min)	–	–	17,3	3,5
Ventilation minute (L/min)	–	–	15,3	20,9
Volume courant (L)	–	–	0,9	1,1

\* Moyenne significativement différente (alpha = 0,05)

### 6.1.2 Effets du $\text{FiCO}_2$

Lors du port du masque, les difficultés respiratoire et de l'exercice augmentent sans que cela soit statistiquement significatif entre les conditions à 0,03 % et 1 % de  $\text{FiCO}_2$ . Cette absence de différence peut être observée sur l'ensemble des indices de VRC. Cela étant dit, l'augmentation de  $\text{FiCO}_2$  va de pair avec des augmentations de FC, de certains indices spectraux de VRC (HF ; HF% ;  $\text{HF}_{u.n.}$ ) et d'indices de respiration tandis que d'autres indices spectraux de VRC ( $\text{BF}$  % ;  $\text{BF}_{u.n.}$  ;  $\text{BF}/\text{HF}$ ) et RMSSD diminuaient. Ces changements peuvent avoir été causés par l'augmentation de la ventilation minute (de 15,3 L/min pour une  $\text{FiCO}_2$  de 0,03 % à 29,2 L/min pour une  $\text{FiCO}_2$  de 5 %) et du volume courant (de 0,9 L pour une  $\text{FiCO}_2$  de 0,03 % à 1,5 L pour une  $\text{FiCO}_2$  de 5 %).

Tableau VI.2 : Effets du FiCO<sub>2</sub> (0,03 %, 1 %, 5 %) sur les difficultés subjectives, la variabilité du rythme cardiaque et la respiration (lors du port du masque).

	0,03 %		1 %		5 %	
	μ	σ <sub>i</sub>	μ	σ <sub>i</sub>	μ	
Difficulté respiratoire	7,5 <sup>a5</sup>	1,6 <sup>†</sup>	8,2 <sup>a5</sup>	1,8 <sup>†</sup>	9,8 <sup>a0,03 a1</sup>	2,0
Difficulté de l'exercice	9,6 <sup>a5</sup>	2,7 <sup>†</sup>	10,1	2,7 <sup>†</sup>	10,5 <sup>a0,03</sup>	2,6
FC (bpm)	67,6 <sup>a5</sup>	9,0 <sup>†</sup>	69,1	9,3 <sup>†</sup>	71,6 <sup>a0,03</sup>	11,2
SDNN (ms)	94,8	42,7 <sup>†</sup>	95,8	51,4 <sup>†</sup>	97,6	57,2
RMSSD (ms)	82,3 <sup>a5</sup>	54,1 <sup>†</sup>	83,9 <sup>a5</sup>	57,1 <sup>†</sup>	94,8 <sup>a0,03 a1</sup>	68,3
pNN50 (%)	19,7	11,2 <sup>†</sup>	20,1	11,4 <sup>†</sup>	21,4	11,2
SD1 (ms)	58,3 <sup>a5</sup>	38,4 <sup>†</sup>	59,3 <sup>a5</sup>	40,4 <sup>†</sup>	66,9 <sup>a0,03 a1</sup>	48,3
SD2 (ms)	118,1	50,5 <sup>†</sup>	119,8	62,8 <sup>†</sup>	128,4	101,6
SD2/SD1	2,3	0,8 <sup>†</sup>	2,4	0,9 <sup>†</sup>	2,2	1,2
PT (ms <sup>2</sup> )	13 051,0	12 575,1 <sup>†</sup>	13 084,8	15 771,7 <sup>†</sup>	14 753,4	22 584,5
TBF (ms <sup>2</sup> )	6 889,9	7 153,8 <sup>†</sup>	6 568,0	8 260,4 <sup>†</sup>	7 460,2	12 164,8
BF (ms <sup>2</sup> )	2 790,1 <sup>a5</sup>	2 607,7 <sup>†</sup>	3 087,2 <sup>a5</sup>	3 846,4 <sup>†</sup>	2 595,4 <sup>a0,03 a1</sup>	4 950,2
HF (ms <sup>2</sup> )	3 399,0 <sup>a5</sup>	4 169,8 <sup>†</sup>	3 685,5 <sup>a5</sup>	4 757,4 <sup>†</sup>	4 697,6 <sup>a0,03 a1</sup>	6 691,0
TBF (%)	53,2	14,9 <sup>†</sup>	51,6	11,4 <sup>†</sup>	52,5	12,9
BF (%)	23,2 <sup>a5</sup>	9,5 <sup>†</sup>	24,8 <sup>a5</sup>	9,1 <sup>†</sup>	18,6 <sup>a0,03 a1</sup>	6,5
HF (%)	23,1 <sup>a5</sup>	13,5 <sup>†</sup>	23,5 <sup>a5</sup>	12,9 <sup>†</sup>	28,8 <sup>a0,03 a1</sup>	13,6
BF (u.n.)	52,4 <sup>a5</sup>	18,8 <sup>†</sup>	53,0 <sup>a5</sup>	18,4 <sup>†</sup>	41,4 <sup>a0,03 a1</sup>	16,0
HF (u.n.)	47,6 <sup>a5</sup>	18,8 <sup>†</sup>	47,0 <sup>a5</sup>	18,4 <sup>†</sup>	58,6 <sup>a0,03 a1</sup>	16,0
BF/HF	166,9 <sup>a5</sup>	182,5 <sup>†</sup>	169,1 <sup>a5</sup>	162,6 <sup>†</sup>	90,1 <sup>a0,03 a1</sup>	81,8
Fréquence respiratoire (respirations/min)	17,2 <sup>a5</sup>	4,1 <sup>†</sup>	17,3 <sup>a5</sup>	4,1 <sup>†</sup>	20,4 <sup>a0,03 a1</sup>	11,5
Ventilation minute (L/min)	15,3 <sup>a1 a5</sup>	20,7 <sup>†</sup>	15,5 <sup>a0,03 a5</sup>	14,5 <sup>†</sup>	29,2 <sup>a0,03 a1</sup>	32,1
Volume courant (L)	0,9 <sup>a1 a5</sup>	1,1 <sup>†</sup>	1,0 <sup>a0,03 a5</sup>	1,0 <sup>†</sup>	1,5 <sup>a0,03 a1</sup>	1,7
FiO <sub>2</sub> (%)	20,9	0,0 <sup>†</sup>	20,9	0,0 <sup>†</sup>	20,9	0,1
FiCO <sub>2</sub> (%)	0,0 <sup>a1 a5</sup>	0,0 <sup>†</sup>	1,0 <sup>a0,03 a5</sup>	0,0 <sup>†</sup>	5,0 <sup>a0,03 a1</sup>	0,0
FiN <sub>2</sub> (%)	79,1 <sup>a1 a5</sup>	0,0 <sup>†</sup>	78,1 <sup>a0,03 a5</sup>	0,0 <sup>†</sup>	74,1 <sup>a0,03 a1</sup>	0,0
FeO <sub>2</sub> (%)	17,5 <sup>a0,03</sup>	0,7 <sup>†</sup>	17,6 <sup>a5</sup>	0,7 <sup>†</sup>	18,1 <sup>a0,03 a1</sup>	1,2
FeCO <sub>2</sub> (%)	2,7 <sup>a1 a5</sup>	0,7 <sup>†</sup>	3,1 <sup>a0,03 a5</sup>	0,3 <sup>†</sup>	5,2 <sup>a0,03 a1</sup>	0,7
FcN <sub>2</sub> (%)	79,8 <sup>a1 a5</sup>	0,9 <sup>†</sup>	79,3 <sup>a0,03 a5</sup>	0,6 <sup>†</sup>	76,6 <sup>a0,03 a1</sup>	1,3

<sup>a0,03</sup> Moyenne significativement différente (alpha = 0,05) avec la condition à 0,03 % de CO<sub>2</sub>.

<sup>a1</sup> Moyenne significativement différente (alpha = 0,05) avec la condition à 1 % de CO<sub>2</sub>.

<sup>a5</sup> Moyenne significativement différente (alpha = 0,05) avec la condition à 5 % de CO<sub>2</sub>.

### 6.1.3 Effets de la charge cognitive

#### 6.1.3.1 Avec port du masque

Tableau VI.3 : Effets de la charge cognitive générée par le test de Stroop informatisé (étapes c1 à c5) sur les difficultés subjectives, la variabilité cardiaque et la respiration (lors du port du masque)

	c1		c2		c3		c4		c5	
	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$
Difficulté respiratoire	8,1 <sup>c3,c4,c5</sup>	2,0 <sup>1</sup>	8,3 <sup>c4,c5</sup>	2,0 <sup>1</sup>	8,5 <sup>c1,c4</sup>	1,9 <sup>1</sup>	8,7 <sup>c1,c2,c3</sup>	2,0 <sup>1</sup>	8,9 <sup>c1,c2</sup>	2,3
Difficulté de l'exercice	8,2 <sup>c3,c4,c5</sup>	1,5 <sup>1</sup>	8,2 <sup>c3,c4,c5</sup>	1,5 <sup>1</sup>	9,7 <sup>c1,c2,c4,c5</sup>	1,8 <sup>1</sup>	11,1 <sup>c1,c2,c3,c5</sup>	2,2 <sup>1</sup>	13,1 <sup>c1,c2,c3,c4</sup>	2,5
FC (bpm)	68,6 <sup>c2,c3,c4,c5</sup>	10,3 <sup>1</sup>	69,2 <sup>c1,c3,c4</sup>	10,1 <sup>1</sup>	69,6 <sup>c1,c2,c4</sup>	10,1 <sup>1</sup>	70,0 <sup>c1,c2,c3</sup>	9,9 <sup>1</sup>	69,9 <sup>c1</sup>	9,8
SDNN (ms)	98,7	60,2 <sup>1</sup>	96,1	52,9 <sup>1</sup>	95,0	46,5 <sup>1</sup>	94,4	45,7 <sup>1</sup>	96,1	48,0
RMSSD (ms)	89,8	68,4 <sup>1</sup>	88,3	61,4 <sup>1</sup>	85,3	58,6 <sup>1</sup>	84,4	56,0 <sup>1</sup>	86,9	57,5
pNN50 (%)	20,1	10,6 <sup>1</sup>	20,2	11,5 <sup>1</sup>	20,4	11,6 <sup>1</sup>	20,4	11,2 <sup>1</sup>	20,9	11,6
SD1 (ms)	63,6	48,4 <sup>1</sup>	62,4	43,5 <sup>1</sup>	60,5	41,5 <sup>1</sup>	59,7	39,7 <sup>1</sup>	61,1	40,6
SD2 (ms)	131,2	99,6 <sup>1</sup>	118,9	62,9 <sup>1</sup>	125,1	88,2 <sup>1</sup>	118,0	53,4 <sup>1</sup>	117,0	59,6
SD2/SD1	2,3	0,8 <sup>1</sup>	2,2	0,8 <sup>1</sup>	2,4	1,3 <sup>1</sup>	2,3	0,8 <sup>1</sup>	2,3	1,0
PT (ms <sup>2</sup> )	14 270,6	23 311,6 <sup>1</sup>	14 241,2	19 622,0 <sup>1</sup>	12 764,3	12 901,9 <sup>1</sup>	12 958,5	13 182,5 <sup>1</sup>	13 897,5	16 414,7
TBF (ms <sup>2</sup> )	7 553,3	12 283,7 <sup>1</sup>	6 673,4	10 707,9 <sup>1</sup>	6 448,4	6 867,9 <sup>1</sup>	6 901,9	7 867,8 <sup>1</sup>	7 275,0	8 568,8
BF (ms <sup>2</sup> )	3 220,1	5 440,5 <sup>1</sup>	2 958,2	4 403,9 <sup>1</sup>	2 552,2	2 608,4 <sup>1</sup>	2 541,7	2 383,1 <sup>1</sup>	2 865,6	3 968,6
HF (ms <sup>2</sup> )	4 412,5	6 875,3 <sup>1</sup>	4 119,8	5 322,4 <sup>1</sup>	3 755,2	4 760,9 <sup>1</sup>	3 564,6	4 390,9 <sup>1</sup>	3 770,2	5 058,7
TBF (%)	50,7 <sup>c5</sup>	12,4 <sup>1</sup>	51,5	12,4 <sup>1</sup>	52,5	14,9 <sup>1</sup>	53,4	14,0 <sup>1</sup>	53,9 <sup>c1</sup>	11,9
BF (%)	23,0 <sup>c3</sup>	8,4 <sup>1</sup>	22,7 <sup>c3</sup>	9,1 <sup>1</sup>	21,6 <sup>c1,c2</sup>	8,3 <sup>1</sup>	21,8	9,3 <sup>1</sup>	22,0	9,1
HF (%)	26,2	12,8 <sup>1</sup>	26,0	13,1 <sup>1</sup>	25,0	14,4 <sup>1</sup>	24,5	14,3 <sup>1</sup>	24,1	13,4
BF (u.n.)	48,8	17,3 <sup>1</sup>	48,4	18,3 <sup>1</sup>	48,6	18,1 <sup>1</sup>	49,5	19,5 <sup>1</sup>	49,7	19,7
HF (u.n.)	51,2	17,3 <sup>1</sup>	51,6	18,3 <sup>1</sup>	51,4	18,1 <sup>1</sup>	50,5	19,5 <sup>1</sup>	50,3	19,7
BF/HF	128,9	113,4 <sup>1</sup>	131,0	124,3 <sup>1</sup>	140,4	141,9 <sup>1</sup>	151,2	172,9 <sup>1</sup>	160,1	198,6
Fréquence respiratoire (respirations/min)	17,1 <sup>c5</sup>	4,5 <sup>1</sup>	18,0 <sup>c5</sup>	3,6 <sup>1</sup>	19,5	14,3 <sup>1</sup>	18,0	3,8 <sup>1</sup>	18,7 <sup>c1,c2</sup>	4,2
Ventilation minute (L/min)	17,1 <sup>c3,c4,c5</sup>	17,5 <sup>1</sup>	17,3 <sup>c5</sup>	15,3 <sup>1</sup>	19,9 <sup>c1,c5</sup>	24,0 <sup>1</sup>	21,4 <sup>c1</sup>	29,6 <sup>1</sup>	22,6 <sup>c1,c2,c3</sup>	30,0
Volume courant (L)	1,0	0,9 <sup>1</sup>	1,0	0,9 <sup>1</sup>	1,1 <sup>c5</sup>	1,4 <sup>1</sup>	1,2	1,5 <sup>1</sup>	1,2 <sup>c3</sup>	1,7

<sup>c1</sup> Moyenne significativement différente (alpha 0,05) avec la condition c1

<sup>c2</sup> Moyenne significativement différente (alpha 0,05) avec la condition c2

<sup>c3</sup> Moyenne significativement différente (alpha 0,05) avec la condition c3

<sup>c4</sup> Moyenne significativement différente (alpha 0,05) avec la condition c4

<sup>c5</sup> Moyenne significativement différente (alpha 0,05) avec la condition c5

Lorsque la charge cognitive augmente, la difficulté de l'exercice comme la difficulté respiratoire augmentent, mais les conditions c1 et c2 ne semblent pas être assez différentes pour avoir été détectées par les participants, mais, alors que la difficulté

respiratoire demeure en dessous de « très légère », la difficulté de l'exercice monte jusqu'à « quelque peu difficile » pour la condition c5. La plupart des FC sont statistiquement différentes quoiqu'elles demeurent toutes entre 68,6 bpm et 70,0 bpm. Il n'y a quasiment pas de changement dans les indices de VRC (temporels, spectraux, non linéaires) alors que la ventilation minute augmente de 17,1 L/min à 22,6 L/min.

#### 6.1.3.2 Sans port de masque

Contrairement à lorsque les participants portent un masque, il n'y a pas de différence dans la difficulté respiratoire (demeurant autour de la valeur « aucun effort du tout »), mais seulement dans la difficulté de l'exercice (de « extrêmement léger » pour c1 et c2 à « quelque peu dur »). Parallèlement à l'augmentation de la charge cognitive (de c1 à c5), la FC augmente de c2 (66,1 bpm) à c4 (67,5 bpm) puis décroît lors de la condition c5 (66,1 bpm).

Il n'y a quasiment pas de différences pour les autres indices de VRC durant les étapes du test de Stroop. Les différences significatives constatées se situent entre la condition de repos (c0) et l'ensemble des autres conditions de charge cognitive (c1 à c5) : SDNN, SD2, PT, TBF, BF et BF<sub>u.n.</sub> et le ratio BF/HF sont plus bas pour c0 pour c0 alors que HF% et HF<sub>u.n.</sub> sont plus élevés pour c0.

Tableau VI.4 : Effets de la charge cognitive générée par le test de Stroop informatisé (étapes c1 à c5) et la condition de repos sur les difficultés subjectives, la variabilité cardiaque et la respiration (lors de respirations sans masque)

	c0		c1		c2		c3		c4		c5							
	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$						
Difficulté respiratoire	—	—	6,2	0,5	6,3	0,7	6,3	0,9	6,3	0,9	6,4	1,1						
Difficulté de l'exercice	—	—	7,7	c3c4 c5	1,6	7,7	c3c4 c5	1,5	9,0	c1c2 c4c5	1,8	10,8	c1c2 c3c5	2,6	12,7	c1c2 c3c4	3,0	
FC (bpm)	68,7	c2c5	9,2	66,2	9,2	66,1	c0c1 c4	8,3	67,4	c2c5	7,9	67,5	c2c5	8,3	66,1	c0c1 c4	8,1	
SDNN (ms)	88,8	c1c2c3 c5	35,9	113,5	c0	61,1	108,5	c0	53,7	104,0	c0	48,2	104,0	58,6	123,9	c0	128,4	
RMSSD (ms)	64,5	47,0	72,3	49,5	72,9	49,0	77,3	58,0	73,3	75,7	79,6	107,3						
pNN50 (%)	14,0	10,7	15,2	8,5	15,0	8,3	14,9	8,0	14,2	8,6	14,9	8,3						
SD1 (ms)	46,1	33,3	52,5	36,2	51,6	34,7	51,1	38,4	51,9	53,7	58,5	75,2						
SD2 (ms)	110,8	c1c2c3 c5	47,8	151,4	c0	80,5	143,2	c0	70,0	136,5	c0	58,5	135,5	66,5	164,0	c0	165,2	
SD2/SD1	2,0	1,2	3,3	c2	1,1	3,1	c1	1,0	3,1	0,9	3,2	1,0	3,2	0,7				
PT (ms <sup>2</sup> )	10 789,2	c1c2c3 c4c5	9 590,8	19 341,5	c0	18 445,2	17 700,0	c0	16 547,2	17 357,2	c0	18 036,6	17 928,4	c0	21 956,0	40 798,9	c0	12 324,5
TBF (ms <sup>2</sup> )	6 255,0	c1c2c3 c5	4 818,5	13 302,7	c0c2	13 653,0	11 716,9	c0c1	11 871,1	10 838,4	c0	11 166,5	9 573,0	10 596,7	25 575,5	c0	73 067,9	
BF (ms <sup>2</sup> )	2 443,7	c1c2c3 c4c5	2 181,7	3 795,1	c0c2	2 786,9	3 789,6	c0c1	2 745,8	4 112,9	4 031,6	4 674,3	c0	6 634,6	10 407,4	c0	31 835,9	
HF (ms <sup>2</sup> )	2 090,5	3 266,9	2 243,7	3 442,9	2 193,5	3 101,2	2 405,9	4 035,1	3 103,9	8 117,8	4 816,0	15 478,2						
TBF (%)	60,8	c1c2	10,1	67,2	c0c2	10,2	64,1	c0c1	9,0	62,6	11,8	62,6	15,3	65,2	8,5			
BF (%)	24,1	5,8	22,7	7,9	24,3	7,3	25,6	8,1	26,3	9,3	25,3	8,0						
HF (%)	15,1	c1c2c3 c4c5	9,2	10,1	c0c2	7,3	11,6	c0c1	7,8	11,8	c0c1	8,4	11,0	c0	9,1	9,5	c0	5,4
BF (u.n.)	63,4	c1c2c3 c4c5	14,7	70,8	c0	15,9	69,2	c0	16,4	69,5	c0	15,2	72,5	c0	12,7	72,8	c0	13,7
HF (u.n.)	36,6	c1c2c3 c4c5	14,7	29,2	c0c2	15,9	30,8	c0c1	16,4	30,5	c0	15,2	27,5	c0	12,7	27,2	c0	13,7
BF/HF	275,8	c1c2c3 c4c5	365,8	387,3	c0c2	345,4	352,0	c0c1	321,5	338,6	c0	296,9	346,1	c0	225,2	411,6	c0	423,4

<sup>c0</sup> Moyenne significativement différente (alpha 0,05) avec la condition c0

<sup>c1</sup> Moyenne significativement différente (alpha 0,05) avec la condition c1

<sup>c2</sup> Moyenne significativement différente (alpha 0,05) avec la condition c2

<sup>c3</sup> Moyenne significativement différente (alpha 0,05) avec la condition c3

<sup>c4</sup> Moyenne significativement différente (alpha 0,05) avec la condition c4

<sup>c5</sup> Moyenne significativement différente (alpha 0,05) avec la condition c5

À présent que l'ensemble des résultats obtenus dans l'étude clinique sont décrits, il convient d'en étudier la portée par un examen critique de leurs apports et limites au vu de la littérature disponible actuellement : la discussion.

## 6.2 Discussion sur les résultats de l'étude clinique

Après avoir établi l'apport principal de l'étude clinique (6.2.1), sont discutés les résultats afférents aux effets du port de masque (6.2.2), à la  $FiCO_2$  (6.2.3), à la charge cognitive (6.2.4), au cas de la condition de repos (6.2.5). Enfin, les points clefs à retenir sont décrits, répondant à trois hypothèses (6.2.6).

### 6.2.1 Apport principal

L'apport principal de cette étude est de montrer qu'aucun des indices de VRC, à l'exception de la fréquence cardiaque, n'est affecté par les différences de charges cognitives (telles que simulées avec le test de Stroop informatisé), que les participants portent un masque ou non.

### 6.2.2 Port du masque

Les changements observés au niveau de la difficulté respiratoire lors du port de masque sont semblables à ceux présents dans deux autres études (Laird, 1995 ; Woolley et al., 2012). Ils pourraient être causés par l'effet du masque sur le microclimat au niveau de la peau ou par l'augmentation de la ventilation minute (Laird, 1995). Notre étude ne montre aucune augmentation dans la perception de la difficulté de l'exercice ni dans la fréquence cardiaque comme constatée par Laird (1995). À notre connaissance, aucune autre étude n'a examiné les changements causés par le port de masque sur la variabilité du rythme cardiaque, cependant respirer à travers un masque cause une décroissance de l'équilibre sympathicovagal (surtout due à la diminution des BF) alors que la difficulté respiratoire augmente. Cela est probablement dû à un changement de la

fréquence respiratoire et de la ventilation minute, tel que montré par Guzik et coll. (2007), qui ont trouvé qu'un rythme respiratoire plus élevé réduit les indices à long terme de VRC (SD2) ce qui est consistant avec nos résultats : diminution de SD2 et du ratio SD2/SD1.

De plus, dans notre étude, le fait de respirer dans un masque occasionne une augmentation de HF et une baisse de BF et donc une baisse du ratio BF/HF. Ces changements sont similaires à ceux trouvés par Bernardi (Bernardi et al., 2000).

En comparant les ratios SD2/SD1 et BF/HF, le premier présente moins de variation interindividuelle et apparaît donc comme plus intéressant pour des études de groupes sur le terrain.

Enfin, le port de masque engendre une augmentation de la pNN50.

### 6.2.3 Fraction inspirée de CO<sub>2</sub> (FiCO<sub>2</sub>)

Comme espéré et voulu, augmenter la FiCO<sub>2</sub> génère un accroissement de la fréquence respiratoire, de la ventilation minute et du volume courant. De même, la FiCO<sub>2</sub> est positivement corrélée à la difficulté respiratoire et à la difficulté de l'exercice.

Ces variations de FiCO<sub>2</sub> ont également des répercussions sur la VRC, mais seulement entre 0,03 % et 5 % de CO<sub>2</sub>, c'est-à-dire pour des conditions respiratoires significativement différentes (respectivement 17,2 et 20,4 respirations par minute, en moyenne). Dans ces conditions, la FiCO<sub>2</sub> impacte tant le rythme respiratoire que la

VRC (B. Aysin and E. Aysin, 2006; Schipke et al., 1999; Tripathi, 2004) : la stimulation des chémorécepteurs à CO<sub>2</sub> agit indirectement sur les intervalles RR à travers son effet tant sur la pression diastolique que sur l'augmentation de la fréquence respiratoire (Henry et al., 1998 ; Howden et al., 2004).

S'agissant de l'analyse non linéaire (analyse de Poincaré), cette étude ne montre aucune diminution de SD2/SD1 (ni de SD2) telle qu'observée par Guzik (2005). Toutefois, tout comme cette dernière recherche, nous observons une augmentation de BF/HF avec la FiCO<sub>2</sub>. De plus, la FiCO<sub>2</sub> impacte positivement la FC, HF, HF% et HF<sub>u.n.</sub> tandis que RMSSD, BF%, BF<sub>u.n.</sub> et donc BF/HF décroissent, ce qui est contraire aux résultats de Bernardi (2000) pour des respirations contrôlées de 15 et 18 respirations/minute. Cela semble dû au fait que notre méthode ajoute une tâche mentale.

#### 6.2.4 Charge cognitive

La charge mentale impacte positivement la respiration (telle que mesurée pour les conditions avec respiration par le masque) et la difficulté de l'exercice (avec ou sans masque) — allant jusqu'à une évaluation « un peu difficile » pour c5 —, sauf entre les conditions c1 et c2 : ces deux étapes (nommer les couleurs écrites en noir ou le faire lorsqu'elles sont écrites dans une couleur cohérente) sont assez semblables pour ne générer aucune différence. Nos résultats ne montrent aucun changement, quel qu'il soit sur la VRC lorsque la difficulté générée par le test de Stroop informatisé augmente, contredisant ceux de Barbosa et al. (2010) qui trouvent une hausse de FC entre le repos et les étapes du Stroop que ce soit par ordinateur ou à l'oral. Il est probable que notre expérience ait généré un stress d'anticipation. Nos résultats vont à l'encontre de nos attentes puisque le test de Stroop active le cortex cingulaire antérieur (Malik et al., 1996) et, comme noté par Petkar (2011), cela induit des changements dans les réponses

des systèmes nerveux sympathique et parasympathique sur le système nerveux autonome (Critchley et al., 2003). Cela peut être expliqué par le fait que cette dernière étude n'utilise pas d'unités standardisées pour BF et HF. S'agissant de la fréquence cardiaque, la charge cognitive a un impact positif dessus, ce qui est conforme à l'étude de Renaud et Blondin (1997). D'autre part, aucun effet n'a été noté durant le test au niveau des indices de VRC, or Satish et al. (2015) ont noté des différences de réactions entre genres. Il semble donc pertinent de contrôler le genre advenant des analyses de VRC lors d'un test de Stroop.

Au niveau des indices de la respiration, l'augmentation de la difficulté du test de Stroop a un effet positif sur la fréquence respiratoire et la ventilation minute (avec port de masque), ce qui est cohérent avec la revue de littérature menée par Grassmann et al. (Grassmann et al., 2016) qui précisent de plus que l'augmentation de charge cognitive semble provoquer un accroissement de la consommation d'oxygène et de la libération de CO<sub>2</sub>.

#### 6.2.5 Condition de repos

S'agissant de l'impact des étapes du test de Stroop sans masque, les résultats se montrent similaires entre ces étapes. Plus intéressant encore, lors de la comparaison à la condition de repos, les indices récoltés lors des épreuves c1 à c5 se montrent plus bas pour FC, HF%, HF<sub>u.n.</sub> et plus élevés pour SDNN, PT et TBF (pic pour c5), BF, BF<sub>u.n.</sub>, BF/HF et SD2. La différence obtenue avec pNN50 avec le test Mensa utilisé par Taelman et coll. (2009) ne transparaît pas dans notre étude ; concernant la fréquence cardiaque, nos résultats sont opposés aux leurs (ils ont étudié les intervalles RR moyens, la fonction réciproque de la fréquence cardiaque). Enfin, l'augmentation de

BF/HF observée lors de la génération d'une charge cognitive générée est comparable à la leur.

Nos résultats sont similaires à ceux de Tripathi et coll. (2003) portant sur l'impact d'une charge cognitive. Ces derniers n'ont constaté aucune différence entre les étapes d'une tâche cognitive générée par ordinateur alors qu'elle a identifié une différence significative entre les conditions « rest » (repos) et « task » (tâche). Cela pourrait trouver une explication dans une autre étude récente (Hynynen et al., 2011) où un parachutiste voit sa fréquence cardiaque augmenter avant un saut. Cela nous interroge sur l'existence d'un stress d'anticipation dont l'impact serait supérieur à la charge cognitive causée par le test de Stroop lui-même.

## 6.2.6 Points clefs à retenir

Hypothèse 1 La respiration et ses variations, composantes normales du travail, ne peuvent être perçues par une personne.

Réponse : **Confirmée**. Les effets se ressentent au niveau de la difficulté respiratoire seulement lors du port du masque et non lors de la réalisation des tests avec une respiration normale (à l'air libre).

Hypothèse 2 La respiration cause des effets sur la variabilité du rythme cardiaque (VRC) que si elle a d'importantes variations.

Réponse : **Confirmée**. Les différences de mode respiratoire ne se font sentir sur la VRC que lors de changements significatifs de respiration (respectivement 17,2 et 20,4 respirations par minute).

Hypothèse 3 La VRC diminue avec l'augmentation de la charge cognitive.

Réponse : **Infirmée**. Aucun changement de VRC n'est cooccurrent avec les changements de charge cognitive créés alors même que ceux-ci sont ressentis par les participants. Des différences

significatives sont identifiées pour certains indices de VRC (FC, SDNN, PT, TBF, BF, BF<sub>u.n.</sub>, HF%, HF<sub>u.n.</sub>, BF/HF et SD2) entre la condition de repos et la quasi-totalité des étapes du test de Stroop. Celles-ci pourraient être liées à un stress d'anticipation.



## CHAPITRE VII

### RÉSULTATS ET DISCUSSION

#### DE L'ÉTUDE ERGONOMIQUE DE TERRAIN

Le présent chapitre vise à répondre à cinq des hypothèses formulées préalablement (Chapitre IV) :

Hypothèse 3            La VRC diminue avec l'augmentation de la charge cognitive.

Hypothèse 4            La VRC diminue avec l'augmentation de la charge émotionnelle ;

Hypothèse 5            La VRC diminue avec l'augmentation de la fatigue ;

Hypothèse 6 L'étude de l'évolution de la VRC sur le quart de travail reflète plus fidèlement le stress au travail que si elle est réalisée sur un intervalle de vingt-quatre heures ;

Hypothèse 7 La VRC, lorsque couplée à l'analyse ergonomique de l'activité, permet l'identification de facteurs de changements.

La réponse est articulée en deux temps : la présentation des résultats (6.1) puis la discussion spécifique qui en découle (6.2).

## 7.1 Résultats

Les présents résultats s'appuient sur l'observation de 15 OCAU sur une période totale de 128 heures de travail avec près de 1900 appels écoutés.

La description des résultats est articulée autour de trois pans décrits en méthode à savoir :

L'analyse des données psychophysiologiques :

- L'analyse des données de VRC,
- L'analyse des évaluations subjectives,

- Le croisement des données de VRC et des évaluations subjectives ;

L'analyse ergonomique du travail :

- Elle décrit le métier d'OCAU,
- Elle examine les sources de charge mentale (cognitive et psychologique),
- Elle présente les stratégies opératoires mises en place pour faire face à ces sources de charge mentale et leurs limites ;

L'analyse intégratrice de recoupement des indices psychophysiologiques avec l'analyse ergonomique.

#### 7.1.1 Pan 1 : résultats de l'analyse des données psychophysiologiques

##### 7.1.1.1 Recouvrements entre les indices de VRC

Le tableau ci-dessous (Tableau VII.1) montre l'importance des relations internes aux indices de VRC : 79 corrélations significatives sur 91 possibles, dont 36 ayant un  $\rho \geq 0,5$  et 16 un  $\rho \geq 0,75$ .

Concernant les recouvrements entre indices temporels, les corrélations les plus importantes sont entre pNN50 et respectivement SDNN ( $\rho = 0,8425$ ) et RMSSD ( $\rho = 0,8498$ ).

Pour les croisements entre indices fréquentiels, sans surprise,  $BF_{u.n.}$  et  $HF_{u.n.}$  sont très fortement corrélés au ratio BF/HF (avec respectivement  $\rho = 0,9250$  et  $\rho = -0,9250$ ) tout

comme ils sont parfaitement et négativement corrélés entre eux ( $\rho = -1,000$ ). En revanche, quoique HF% soit corrélé avec BF<sub>u.n.</sub> et HF<sub>u.n.</sub>, ce n'est pas du tout le cas pour BF%. Enfin les TBF% sont négativement corrélées avec BF% et HF%.

Tableau VII.1 : Coefficients de corrélation de Spearman ( $\rho$ ,  $\rho\hat{\delta}$ ) entre les indices de VRC pour les corrélations significatives ( $\alpha = 0,05$ ).

	FC (bpm)	SDNN (ms)	RMSSD	pNN50 (%)	PT (ms <sup>2</sup> )	TBF (ms <sup>2</sup> )	BF (ms <sup>2</sup> )	HF (ms <sup>2</sup> )	TBF (%)	BF (%)	HF (%)	BF (u.n.)	HF (u.n.)	LF/HF
FC (bpm)		-0,5780*	-0,4078*	-0,6189*	0,0000*		-0,5629*	-0,4329*	0,4585*	-0,4559*	-0,3577			0,2646
SDNN (ms)			0,7770*	0,8425*	0,0000*	0,4608*	0,8900*	0,7793*	-0,3508	0,2859	0,3884*	-0,3187	0,3187	-0,3086
RMSSD				0,8498*	0,0000*	0,1923	0,7187*	0,9375*	-0,5504*	0,3723*	0,7366*	-0,6717*	0,6717*	-0,5970*
pNN50 (%)					0,0000*	0,2437	0,8039*	0,7969*	-0,5098*	0,4314*	0,5456*	-0,4237*	0,4237*	-0,4039*
PT (ms <sup>2</sup> )						0,0000*	0,0000*	0,000*	0,000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*
TBF (ms <sup>2</sup> )							0,4439*	0,1981	0,5387*	-0,5191*	-0,3803*			
BF (ms <sup>2</sup> )								0,7260*	-0,4058*	0,3890*	0,3256			
HF (ms <sup>2</sup> )									-0,5504*	0,3625*	0,7591*	-0,7099*	0,7099*	-0,6475*
TBF (%)										-0,9216*	-0,8036*	0,3762*	-0,3762*	0,2748
BF (%)											0,5630*			
HF (%)												-0,8162*	0,8162*	-0,6949*
BF (u.n.)													-1,000*	0,9250*
HF (u.n.)														0,9250*
LF/HF														

\* Corrélation plus forte ( $p < 0,0001$ )

Clefs de lecture des corrélations :

- En gras :  $\geq 0,5$
- Encadrées (pointillées) :  $\geq 0,75$

Le croisement des indices temporels et spectraux met en relief que les corrélations les plus fortes sont entre SDNN, RMSSD et pNN50 d'une part et BF et HF d'autre part. En l'occurrence, RMSSD est très fortement et positivement corrélé avec HF ( $\rho = 0,9375$ ).

### 7.1.1.2 Comparaison de la variabilité du rythme cardiaque sur 24 heures, durant le quart et hors travail

Comme le montre le tableau ci-dessous (Tableau VII.2), il existe des différences significatives au niveau de certains indices de VRC dépendamment du fait qu'ils soient pris pendant ou hors du quart. En effet, pendant le quart de travail, SDANN, TBF, TBF% et HF<sub>u.n.</sub> sont inférieurs aux valeurs hors travail, contrairement à FC, BF% et BF<sub>u.n.</sub>.

Enfin, seul le SDANN mesuré pendant le quart de travail est significativement différent des deux autres types de mesures (24 heures et hors quart). D'ailleurs, le SDANN du quart de travail est près de 3 fois inférieur hors quart de travail avec une variabilité interindividuelle (l'écart-type,  $\sigma$ ) qui est de 6,5 à 8,3 fois inférieure à celle des deux autres conditions.

Tableau VII.2 : Moyenne et écart-type des résultats individuels de VRC selon le référentiel (24 heures, pendant le quart, hors quart) chez les expérimentés (n=10).

	24 heures		Pendant le quart		Hors quart	
	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$
FC (bpm)	77,7	5,3 <sup>†</sup>	81,4 <sup>†11Q</sup>	4,6 <sup>†</sup>	75,5	6,1
SDNN (ms)	68,2	30,2 <sup>†</sup>	61,7	27,4 <sup>†</sup>	72,1	32,1
SDANN (ms)	110,3	26,9 <sup>†</sup>	42,6 <sup>†11Q ‡ 24</sup>	4,1 <sup>†</sup>	123,4	34,2
RMSSD (ms)	57,2	38,7 <sup>†</sup>	50,5	35,4 <sup>†</sup>	61,0	41,9
pNN50 (%)	9,9	8,6 <sup>†</sup>	5,9	6,0 <sup>†</sup>	12,4	10,3
PT (ms <sup>2</sup> )	3 7323,1	51 201,3 <sup>†</sup>	15 952,3	18 957,4 <sup>†</sup>	49 088,3	69 202,2
TBF (ms <sup>2</sup> )	23 604,6	24 588,2 <sup>†</sup>	9 416,4 <sup>†11Q</sup>	8 475,9 <sup>†</sup>	31 741,6	32 679,2
BF (ms <sup>2</sup> )	11 268,7	23 240,5 <sup>†</sup>	4 666,9	8 719,2 <sup>†</sup>	14 588,1	32 708,5
HF (ms <sup>2</sup> )	2 449,8	3 710,3 <sup>†</sup>	1 869,0	2 968,3 <sup>†</sup>	2 758,7	4 457,9
TBF (%)	75,5	9,7 <sup>†</sup>	68,5 <sup>†11Q</sup>	12,6 <sup>†</sup>	79,9	11,0
BF (%)	16,3	4,5 <sup>†</sup>	21,9 <sup>†11Q</sup>	7,7 <sup>†</sup>	12,8	5,6
HF (%)	8,2	5,5 <sup>†</sup>	9,6	6,7 <sup>†</sup>	7,3	5,8
BF (u.n.)	68,0	7,6 <sup>†</sup>	73,4 <sup>†11Q</sup>	11,2 <sup>†</sup>	64,6	6,6
HF (u.n.)	32,0	7,6 <sup>†</sup>	26,6 <sup>†11Q</sup>	11,2 <sup>†</sup>	35,4	6,6
BF/HF	4,1	2,3 <sup>†</sup>	5,1	3,4 <sup>†</sup>	3,4	1,9

<sup>†11Q</sup> Différence statistiquement significative (alpha =0,05) par rapport à la moyenne hors quart (test t de Student par paires).

<sup>‡24</sup> Différence statistiquement significative (alpha =0,05) par rapport à la moyenne sur 24 heures (test t de Student par paires).

### 7.1.1.3 Comparaison de la variabilité du rythme cardiaque pré et post quart de travail

Le tableau ci-dessous (Tableau VII.3) montre que la FC relevée avant le quart de travail (en position assise) est supérieure celle relevée après le quart de travail dans la même posture (80,9 vs 68,7 bpm, soit 12,2 bpm de différence).

Tableau VII.3 : Variabilité du rythme cardiaque en position de repos (assis et couché) selon le moment : pré et post quart de travail. Rangement par colonnes suivant l'ordre chronologique de réalisation par les participants (n = 9).

	Pré quart de travail				Post quart de travail			
	Assis		Couché		Couché		Assis	
	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$
FC (bpm)	80,9 <sup>2M</sup>	10,2	81,1	10,2	72,6	7,6	68,7	7,5
SDNN (ms)	57,3	28,5	68,1	29,4	100,7 <sup>2P</sup>	42,0	59,0	35,0
RMSSD	37,4	17,5	50,6	25,7	74,0	42,8	53,6	43,9
pNN50 (%)	7,1	9,4	9,6	10,9	16,9	21,3	15,2	17,6
PT (ms <sup>2</sup> )	9955,8	9 175,4	13 818,9	8 320,6	13 102,0	15 375,2	12 849,7	19 344,0
TBF (ms <sup>2</sup> )	8321,5	8 723,6	11 346,9	7 966,2	8 251,3	10 054,3	9 763,8	18 163,3
BF (ms <sup>2</sup> )	1242,5	1 112,4	1 276,5	1 220,4	2 854,6	3 675,3	1 358,0	1 475,1
IIF (ms <sup>2</sup> )	391,7	627,3	1 195,5	1 327,7	1 996,0	2 088,7	1 727,9	3 999,6
TBF (%)	77,8	11,0	78,9	18,8	63,5	20,1	69,5	26,6
BF (%)	17,3 <sup>2P</sup>	8,0	10,0 <sup>2M</sup>	6,4	20,2	12,2	17,9	11,4
HF (%)	4,9	4,2	11,1	13,8	16,3	10,4	12,6	20,8
BF (u.n.)	79,6 <sup>2P</sup>	10,3	60,8	23,8	58,8	17,4	69,2	20,2
HF (u.n.)	20,4 <sup>2P</sup>	10,3	39,2	23,8	41,2	17,4	30,8	20,2
BF/HF	5,4	3,8	2,7	2,3	1,8	1,2	3,5	2,6

<sup>2P</sup> Différence statistiquement significative (alpha = 0,05) par rapport à la posture du même moment (pré quart de travail ou post quart de travail)

<sup>2M</sup> Différence statistiquement significative (alpha = 0,05) par rapport au moment avec la même posture (assis ou couché)

La différence est aussi marquée au niveau des BF% qui sont à 10,0 % juste avant le travail, en position couchée, contre 20,2 % juste après, dans la même position. Cette dernière valeur est d'ailleurs assez proche quoiqu'inférieure à la moyenne observée des BF% pendant le quart de travail (21,9 %), comme montré au tableau précédent.

Quant à l'influence de la position de prise de mesure (assis *par rapport à* couché), il est étonnant de constater que la diminution de BF%, BF<sub>u.n.</sub> et l'augmentation HF<sub>u.n.</sub> lors

de la position couchée par rapport à la position assise tel que présente avant le quart de travail ne se produisent pas après le quart de travail.

#### 7.1.1.4 Analyse des évaluations subjectives

Dans le tableau ci-après (Tableau VII.4), les évaluations de la charge et de la complexité du travail se recourent fortement ( $\rho = 0,8291$ ). Celles-ci se retrouvent de façon équivalente (respectivement  $\rho = 0,9531$  et  $\rho = 0,9535$ ) dans la densité mentale qui est le produit des scores des deux précédentes évaluations.

Au niveau des émotions, l'émotion négative est ce qui est le plus corrélé avec l'effort pour contrôler ses émotions ( $\rho = 0,8354$ ) devant la somme émotionnelle ( $\rho = 0,7328$ ). D'ailleurs, celle-ci est corrélée positivement tant avec les émotions positives que négatives (respectivement,  $\rho = 0,8266$  et  $\rho = 0,7799$ ) alors que l'équilibre émotionnel l'est bien moins, surtout avec les émotions positives (respectivement  $\rho = 0,4163$  et  $\rho = -0,6081$ ).

Tableau VII.4 : Coefficients de corrélation de Spearman ( $\rho$ ,  $\rho\hat{\theta}$ ) entre les indices de l'ensemble « des évaluations subjectives et des données de prise de mesure pour les corrélations significatives ( $\alpha = 0,05$ ).

Numéro de Borg	Durée analysée	Charge de travail	Complexité du travail	Densité mentale	Émotion positive	Émotion négative	Somme émotionnelle	Équilibre émotionnel	Effort pour contrôler ses émotions	Fatigue
		-0,1991		-0,1947	-0,2188		-0,2303			0,5524*
			0,8291*	0,9531*	0,5470*	0,5111*	0,6391*		0,4732*	
				0,9535*	0,5162*	0,4781*	0,6179*		0,4939*	0,2021
					0,5506*	0,5153*	0,6550*		0,5052*	
						0,3689*	0,8266*	0,4163*	0,3872*	
							0,7799*	-0,6081*	0,8354*	
									0,7328*	
									-0,4767*	

\* Corrélation plus forte ( $p < 0,0001$ )

Clefs de lecture des corrélations

- En gras  $> 0,5$
- Encadrées (pointillés)  $> 0,75$

En croisant les évaluations cognitives et émotionnelles, des corrélations existent mais sont plus ténues ( $\rho < 0,75$ ). Malgré tout, la somme émotionnelle est l'évaluation la plus corrélée tant avec la charge que la complexité mentale mais surtout, elle l'est avec la densité mentale ( $\rho = 0,6550$ ).

Enfin, la fatigue est positivement corrélée au numéro de Borg, valeur ordinale augmentant avec la durée d'observation.

## 7.1.1.5 Recoupement des données de VRC et des évaluations subjectives

Le tableau ci-après (Tableau VII.5) met en exergue le nombre mais aussi la faiblesse des corrélations entre indices de VRC et évaluations subjectives. Les corrélations des recoupements entre VRC et les aspects cognitifs sont peu nombreuses et très faibles ( $|\rho| \leq 0,2901$ ). Quant à celles entre VRC et les aspects émotionnels, ils sont bien plus nombreux et légèrement plus élevés mais tous sauf un ont un  $\rho \leq 0,5$ . En effet, seul le pNN50 est positivement corrélé avec l'équilibre émotionnel ( $\rho = 0,5413$ ).

Tableau VII.5 : Coefficients de corrélation de Spearman ( $\rho$ ,  $\rho\delta$ ) entre les indices de l'ensemble « évaluations subjectives et données de prise de mesure » et ceux de VRC pour les corrélations significatives ( $\alpha = 0,05$ ).

Numéro de Borg	Durée analysée	Charge de travail	Complexité du travail	Densité mentale	Émotion positive	Émotion négative	Somme émotionnelle	Équilibre émotionnel	Effort pour contrôler ses émotions	Fatigue
FC (bpm)		-0,2695	-0,2507	-0,2691	-0,4115*	0,2067		-0,4738*	0,2044	
SDNN (ms)					0,2583	-0,3253		0,4964*	-0,3206	
RMSSD	-0,2403					-0,4126*	-0,2115	0,3870*	-0,3661*	0,3307
pNN50 (%)	-0,2127*					-0,4978*	-0,2186	<b>0,5413*</b>	-0,4747*	0,2702
PT (ms <sup>2</sup> )	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*
TBF (ms <sup>2</sup> )	-0,1907	0,1933			0,4437*		0,2662	0,3156		
BF (ms <sup>2</sup> )					0,2339	-0,3363		0,4729*	-0,3511	
HF (ms <sup>2</sup> )	-0,1938					-0,3118		0,3266	-0,2780	0,3615*
TBF (%)					0,1940	0,3620*	0,2907		0,4038*	-0,2781
BF (%)						-0,3011	-0,2494		-0,3668*	
HF (%)						-0,3244	-0,2111		-0,2986	0,4132*
BF (u.n.)										-0,4377*
HF (u.n.)										0,4377*
BF/HF	0,2020		-0,2901	-0,1920						-0,4783

\* Corrélation plus forte ( $p < 0,0001$ )

Clefs de lecture des corrélations

- En gras  $> 0,5$
- Encadrées (pointillés)  $> 0,75$

### 7.1.2 Pan 2 : analyse ergonomique du travail des OCAU

Les OCAU sont des analystes et relais d'alertes pour les services de premiers secours (police, pompiers, ambulanciers, centrales d'alarmes) mais cette acception doit être enrichie, et ce sur trois pans :

- leurs attributions dépassent celles des premiers répondants,
- ce sont des partenaires des forces de l'ordre,
- ce sont des relais stratégiques.

Au travers de leur activité, qu'elle soit à la prise d'appel, à la répartition, mixte (tout à la fois en prise d'appel et à la répartition), ou encore comme chef d'équipe, les OCAU sont soumis à des sources de charge mentale (cognitive et psychologique) face auxquelles ils mettent en place des stratégies.

La description du cœur de métier des OCAU, des sources de charges mentales et des stratégies de gestion de ces sources de charge est documentée sur la base des observations et des entretiens d'autoconfrontation effectués. Ayant toute sa place au sein des résultats, son ampleur — 43 pages — nous amène à la rendre disponible au sein des appendices B.8, B.9, B.10. Les résultats sont synthétisés au travers de deux tableaux : le premier présente les points clés des sources de charge mentale tant cognitive que psychologique (Tableau VII.6), le second décrit les stratégies de gestion de ces sources de charge mentale et leurs limites (Tableau VII.7). Dans ces deux tableaux, les informations sont organisées selon le type de source : organisation, prise d'appel, répartition.

Tableau VII.6 : Synthèse des points clefs des sources de charge mentale selon le type de charge (cognitive, psychologique) et le type de source (organisation, prise d'appel, répartition).

Type de charge mentale	Type de source	Points clefs des sources de charge mentale
Cognitive	Organisation	1) Dans certains CAU, il n'y a pas de temps officiel dédié à la relève entre les quarts de travail ;
		2) Les CAU les plus petits, intégrés aux postes de police, ajoutent aux OCAU un rôle d'assistance administrative des policiers ;
		3) L'apparente incompréhension du travail des OCAU par les policiers peut générer un surcroît d'échanges ;
		4) La présence de novices demande une « écoute flottante » accrue des expérimentés.
	Prise d'appel	5) Il existe des journées « tire-jus » où le nombre d'appels est plus important ;
		6) Certains appelants prennent les CAU pour des centres d'écoute ;
		7) La qualité sonore des appels peut être dégradée ;
		8) Traiter un appel d'un allophone met en doute la fiabilité des données énoncées et donc des actions à prendre ;
		9) Un débit d'appels très important est difficile à gérer ;
		10) La nuit, la sous-activité accroît rapidement l'état de fatigue et, de fait, la vigilance
Répartition	11) La complexité inhérente à la nature de certains appels peut rapidement déborder les OCAU ;	
	12) La faible disponibilité des auto-patrouilles complexifie la gestion de cas.	
Psychologique	Organisation	13) Dans les CAU les plus petits, intégrés aux postes de police, la proximité avec les policiers peut être autant une source de complicité que de tensions.
	Prise d'appel	14) Récupérer l'information pertinente à l'action auprès d'un appelant confus peut être usant ;
		15) Les OCAU sont aux prises directes avec les émotions — souvent négatives — des appelants ;
		16) Les appels non fondés à répétition peuvent se montrer irritants ;
		17) Certains cas engendrent des sentiments d'empathie : ceux particulièrement dramatiques les troublent à jamais.
		18) Les OCAU apprécient énormément avoir un impact significatif sur le dénouement d'un cas ;
	Répartition	19) La répartition des cas aux policiers peut être source de tensions ;
		20) Les blessures occasionnées aux policiers durant les interventions ébranlent les OCAU, car ils s'en sentent proches ;
		21) Les services externes peuvent ne pas comprendre le bien-fondé de demandes formulées par les OCAU et cela frustre voire énerve ces derniers lors d'événements graves.

Tableau VII.7 : Synthèse des points clefs des stratégies et limites de gestion des sources de charge mentale selon le type de charge (cognitive, psychologique) et le type de source (organisation, prise d'appel, répartition).

Type de charge mentale	Type de source	Points clefs des stratégies et limites de gestion des sources de charge mentale	
Cognitive	Organisation	1) Face à l'absence de temps de relève officiel, la fiabilité du passage des informations repose sur le collectif et les points clefs sur le chef d'équipe ;	
		2) Dans les CAU les plus petits, les OCAU tentent de ne plus remplir de tâches administratives, sans succès ;	
		3) Pour améliorer la compréhension de leur activité, des responsables et chefs d'équipes invitent les policiers à les voir travailler ;	
		4) Pour accompagner au mieux les novices et minimiser l'écoute de leurs appels, certains responsables, chefs d'équipes et expérimentés s'organisent, mettent en place une identification des novices les plus en demande qu'ils aident activement.	
	Prise d'appel	5) Pour faire face à des journées « tire-jus », de forts débits d'appels ou à certains types d'appels, les OCAU tentent de s'extraire de leur situation en utilisant les anecdotes, la dérision, le rire, mais aussi par l'usage de pauses ;	
		6) Pour faire face à une journée « tire-jus », les OCAU priorisent les appels ;	
		7) Pour déterminer les actions à prendre avec un allophone, l'OCAU s'appuie sur son collectif	
		8) Pour comprendre un appel avec une qualité sonore dégradée, une seule possibilité : la réécoute.	
		9) Pour gérer efficacement les appels reçus, les OCAU font en sorte de maîtriser leur environnement physique de travail ;	
		10) Pour traiter de forts débits d'appels ou des cas majeurs, les OCAU tentent d'obtenir des renforts, mais dans les faits cela s'avère une stratégie limitée ;	
		11) La nuit, pour faire face à la sous-activité, des OCAU trouvent des moyens de s'occuper.	
		Répartition	12) Pour faire face aux appels complexes, les OCAU essaient de rester conscients tant des informations récoltées lors de la prise d'appel que des actions réalisées à la répartition : c'est la gestion collective des appels ;
			13) Pour faire face à la complexité des appels, les OCAU agissent de concert, gestuellement, verbalement et par média interposé ;
			14) Dans la gestion collective des appels, l'esprit d'entraide est tellement fort chez les OCAU qu'il leur est difficile de s'extraire d'une situation pour appeler d'autres OCAU en renfort.
Psychologique	Organisation	15) Dans le CAU le plus petit, intégré au poste de police, les sources de tension avec les policiers sont abordées avec délicatesse ;	
		16) Dans un petit CAU, intégré au poste de police, mais duquel les activités des OCAU sont détachées, les différends avec les policiers sont gérés par le duo formé par leur chef d'équipe et le sergent de route afin de « lisser » la situation.	
		17) La gestion de l'entente entre policiers et OCAU peut passer par l'ajustement des horaires.	
	Prise d'appel	18) Pour pallier les flux émotionnels rentrants, les OCAU usent de l'humour, certains cherchent des échappatoires plus permanentes.	
		19) Les OCAU mettent en place une armure à émotions qui peut se révéler être un danger ;	
	Répartition	20) Les OCAU, désarmés pour gérer les événements dramatiques, ne comptent que sur leur collectif ;	
		21) Il n'existe pas de protection psychologique face aux blessures arrivant aux policiers durant une intervention.	

### 7.1.3 Pan 3 : analyse intégratrice des indices psychophysiologiques avec l'analyse ergonomique

#### 7.1.3.1 VRC pour l'identification des moments de forte mobilisation

Aucun des indices de VRC étudiés (FC, SDNN, pNN50, PT, TBF, BF, HF, TBF%, BF%, HF%, BF<sub>u.n.</sub>, HF<sub>u.n.</sub>, BF/HF) ne change significativement ( $\alpha = 0,05$  ; test de Student par paires) lorsqu'un OCAU est confronté à un événement à forte mobilisation<sup>90</sup> par rapport aux mêmes indices relevés dans les cinq minutes précédentes, cela est également vrai avec  $\alpha = 0,10$  (Toulouse et al., 2011).

#### 7.1.3.2 Recoupement des indices psychophysiologiques (VRC et évaluations subjectives) et de l'analyse ergonomique : 3 études de cas

À présent, sont décrites qualitativement les activités de 3 OCAU ayant des journées particulièrement différentes. Le but est d'estimer l'apport de l'analyse des indices psychophysiologiques au regard de l'analyse ergonomique effectuée (observations par chroniques de quarts et entretiens d'autoconfrontation) en étude de cas :

- Cas n° 1 : une journée à très fort volume d'appels (nuit de la fête nationale du Québec)
- Cas n° 2 : quart de travail d'un nouvel OCAU avec survenue du premier événement majeur/traumatisant (cas de suicide)

---

<sup>90</sup> Appel à forte mobilisation : tout appel impliquant un enfant en danger, acte de menace ou de violence, suicide, accident avec blessé ou entraînant une dispute ou gênant la circulation, problème de sécurité routière, incendie. Description complète des types d'appel : Tableau V.5, p.157.

- Cas n° 3 : quart de travail de soir dit représentatif « de la réalité de tous les jours »

#### 7.1.3.2.1 Cas n° 1 : observation de P13 lors d'une journée à très fort volume d'appels (nuit de la fête nationale du Québec)

P13 est une quadragénaire de plus de quinze ans d'expérience en tant qu'OCAU. Selon elle, cette journée observée est caractéristique d'une journée « tire-jus »<sup>91</sup> et plus particulièrement elle est dite représentative d'une nuit de fête nationale du Québec et non d'une journée ordinaire : « tous les gens sont saouls [ou presque] ».

Dans ce premier cas étudié, l'examen de ses chronogrammes (Figure VII.1, Figure VII.2, Figure VII.3), en comparaison à ceux des deux autres cas, montre que le temps passé sur une ligne 9-1-1 y est bien supérieur (36,6 % du temps en moyenne contre respectivement 10 et 9,2 %). Aussi, il s'agit de la seule des trois situations où ce temps soit supérieur à celui passé à travailler hors ligne (entre 3 h 30 et 4 h du matin). À ce moment-là, l'OCAU est confronté à des cas spéciaux qui n'ont été observés chez aucun autre OCAU : une bagarre générale dans un restaurant-minute, un attroupement d'une trentaine de personnes qui se battent sur une place. Dans le même laps de temps, un homme saoul zigzague sur la route, un autre appelle pour la 3<sup>e</sup> fois pour signaler qu'il a perdu ses lunettes (l'OCAU lui transmet ses parents), un autre homme titube à moitié nu, d'autres personnes mettent des coups de pied dans des voitures, et une

---

<sup>91</sup> Cette expression, verbalisée par les OCAU rencontrés, fait référence à des journées à fort volume d'appel ou avec des événements que nous qualifions à forte mobilisation (tout appel impliquant un enfant en danger, acte de menace ou de violence, suicide, accident avec blessé ou entraînant une dispute ou gênant la circulation, problème de sécurité routière, incendie).

bataille de 7 à 8 personnes est signalée. Ce moment-là est d'ailleurs noté comme plus chargé par l'OCAU mais pas plus complexe que les autres moments de son quart : le niveau de complexité évalué demeurant aux alentours de 4.

Concernant les émotions, cet OCAU rencontre trois moments particuliers :

- Tout d'abord, au début de quart, la somme émotionnelle est relativement haute (7/10) poussée par un sentiment d'émotion positive élevé (5/10). ;
- Ensuite, entre 1 h 30 et 2 h du matin, le contrôle des émotions augmente tout comme les émotions négatives. À ce moment-là, un jeune homme est trouvé inconscient, une jeune fille appelle pour un coma, une autre travaillant pour l'office municipal d'habitation déclare que ses confrères ont des ennuis puis rappelle pour dire qu'un agent de sécurité s'est fait sauter dessus, un homme appelle pour une jeune fille qui convulse, un préposé aux ambulances appelle pour un conducteur ivre.
- À la fin du quart, le score augmente légèrement (+1 point) au niveau des émotions négatives (et de la somme émotionnelle).

Les valeurs de pNN50 diminuent avec l'augmentation des émotions négatives et du contrôle des émotions alors qu'elles augmentent parallèlement à l'équilibre émotionnel<sup>92</sup>. La valeur moyenne augmente après les deux pauses effectuées entre 2 h 05 et 2 h 21 puis entre 4 h 22 et 5 h 02. En revanche, ce n'est pas le cas pour la dernière ayant lieu entre 6 h et 6 h 13. Le premier pic, situé au tout début du travail

---

<sup>92</sup> Pour rappel, l'équilibre émotionnel est un indice composite issu de la soustraction du score d'émotion négative à celui de l'émotion positive.

correspond justement à son témoignage précédent concernant les émotions positives et son intérêt à participer à notre étude.

Durant l'entrevue d'autoconfrontation, P13 impute le haut score d'émotion positive en début de quart à notre présence et à l'intérêt qu'elle porte à partager son travail, en effet l'émotion positive diminue rapidement de 3/10 pour s'établir et demeurer à 1/10 pour le reste du quart. Concernant l'augmentation du contrôle des émotions observée entre 1h30 et 2h du matin, P13 attribue cela à une citoyenne qui appelle juste avant de réaliser l'évaluation subjective pour se plaindre du bruit. L'OCAU dit que cela l'agace prodigieusement de voir des personnes intolérantes appeler le soir de la Saint-Jean d'autant plus que les OCAU ne peuvent rien faire puisqu'il n'y a pas du tout assez d'effectifs pour y répondre et donc que ce type d'appel vient la surcharger pour rien. Enfin, l'augmentation des émotions négatives constatée en toute fin de quart, P13 ne peut nous dire à quoi elle attribue cela.

Durant l'entrevue, P13 identifie les journées à charge élevée comme étant celles où il y a beaucoup d'appels lors d'un orage ou d'une tempête (« ça n'arrête pas une seconde ») et que ces situations représentent plus de charge que la fête nationale du Québec car les arbres tombent, les personnes sont incapables de sortir de chez elles à travers toute la ville. Les émotions positives sont, pour elles, associée à des moments avec des animaux ou avec sa famille ; au travail, c'est associé à la complicité avec les collègues (« une belle gang, on se laisse des niaiseries »). À ce sujet, elle affirme apprécier son équipe de travail sauf une personne qui ne cesse de crier, de « se chicaner » avec les appelants, d'affirmer qu'elle a toujours raison même lorsqu'elle est dans l'erreur parce qu'elle est celle avec le plus d'ancienneté. Elle nous raconte que, lors du quart observé, son émotion positive maximale est un 7/10 lorsqu'elle parvient à aider un chien dont la tête est coincée dans une grille d'arbre ; cette évaluation n'est

d'ailleurs pas présente dans les résultats présentés dans son chronogramme, elle dit à ce propos qu'elle a oublié de noter cela lors du remplissage de la grille. Les émotions négatives sont, elles, associées aux personnes qui appellent pour connaître l'heure, qui désirent savoir quand passent les services de ramassage des poubelles, qui débudent l'appel en se présentant par leur titre (ex. : avocat), qui désirent porter plainte pour du bruit ; elle ajoute à ce propos : « j'm'en fous-tu moi ?! ... Le pire c'est que certains préposés répondent à ces questions ». Plus tard durant l'entrevue, elle raconte qu'elle associe les émotions négatives aux moments où des policiers ou des pompiers lui « mettent tout sur le dos », relativement à cela « un citoyen, cela ne me dérange pas » dit-elle. Aussi, elle ajoute « une femme qui m'appelle parce qu'elle vient de trouver son conjoint pendu et elle pleurait tellement que cela avait l'air sincère et profond... parfois tu en as qui sont hystériques et ça, ça ne me dérange pas ». Pour elle, contrôler ses émotions est associé à « pas envoyer promener tout le monde », elle dit avoir beaucoup de difficulté à contrôler ses émotions : « tu as le goût de lui dire “Hey, gros cave !”, mais tu dois rester polie ». Ses réactions sont inégales selon les journées de travail, afin de mieux se contrôler, elle dit prendre des médicaments en période prémenstruelle. Elle dit « ventiler » avec ses collègues après avoir raccroché. Elle dit qu'elle rapporte ses problèmes de travail à la maison et que de voir ses chiens lui fait du bien et qu'avec les années elle se détache de plus en plus des « humains » et se rapproche de plus en plus des animaux. Durant ses pauses, elle aime être seule, être irritée si quelqu'un lui demande de manger avec elle. Elle n'aime pas parler de sa vie personnelle avec les collègues et dit n'avoir qu'une seule amie parmi eux, amie avec laquelle elle a commencé sa carrière d'OCAU. Durant l'entrevue, elle associe la fatigue aux jours des chèques de « BS », aux pleines lunes l'été et aux grosses tempêtes. Durant ces occasions, elle se coordonne avec une collègue pour vérifier ce qu'elles font.

D'une façon générale, elle trouve dur le travail avec les policiers : « pour certains on est des poules pas de tête ». Il faut faire extrêmement attention à la façon de leur parler : « tu n'es qu'un civil ! ».

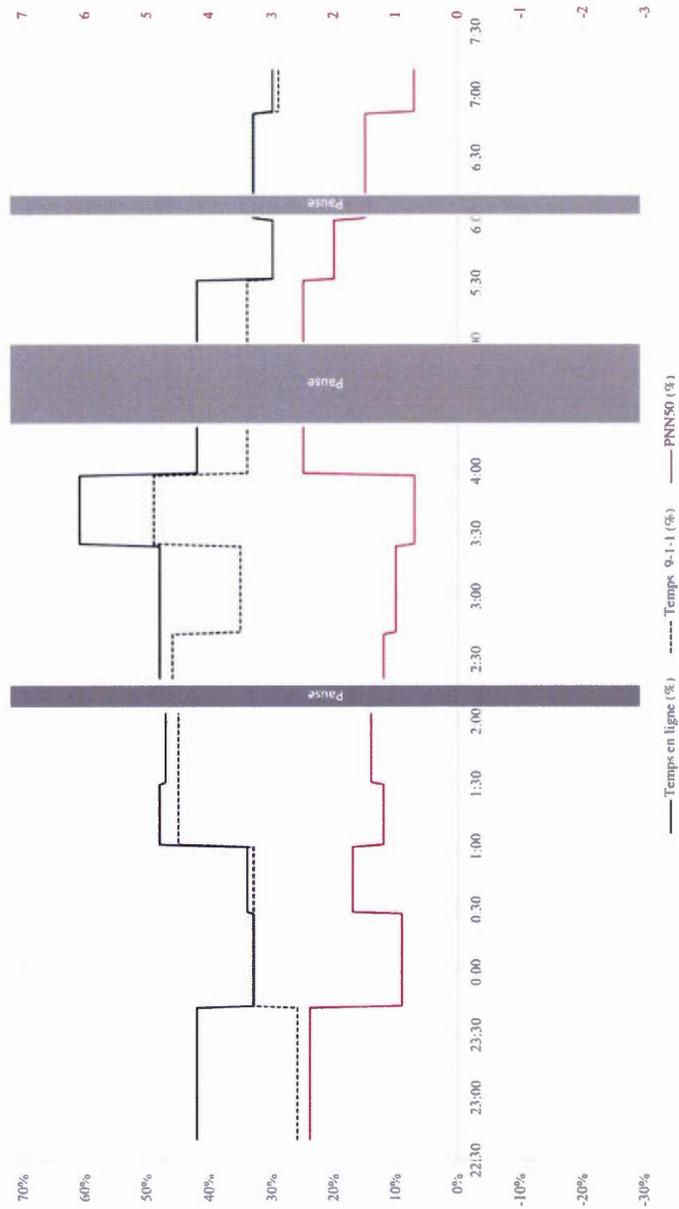


Figure VII.1 : Chronogramme du quart de travail à très fort volume d'appels (fête nationale du Québec) tiré de l'observation de P13 et illustrant l'évolution du temps en ligne (%), du temps passé à répondre à un appel 9-1-1 et de pNN50 (% , échelle verticale de droite).

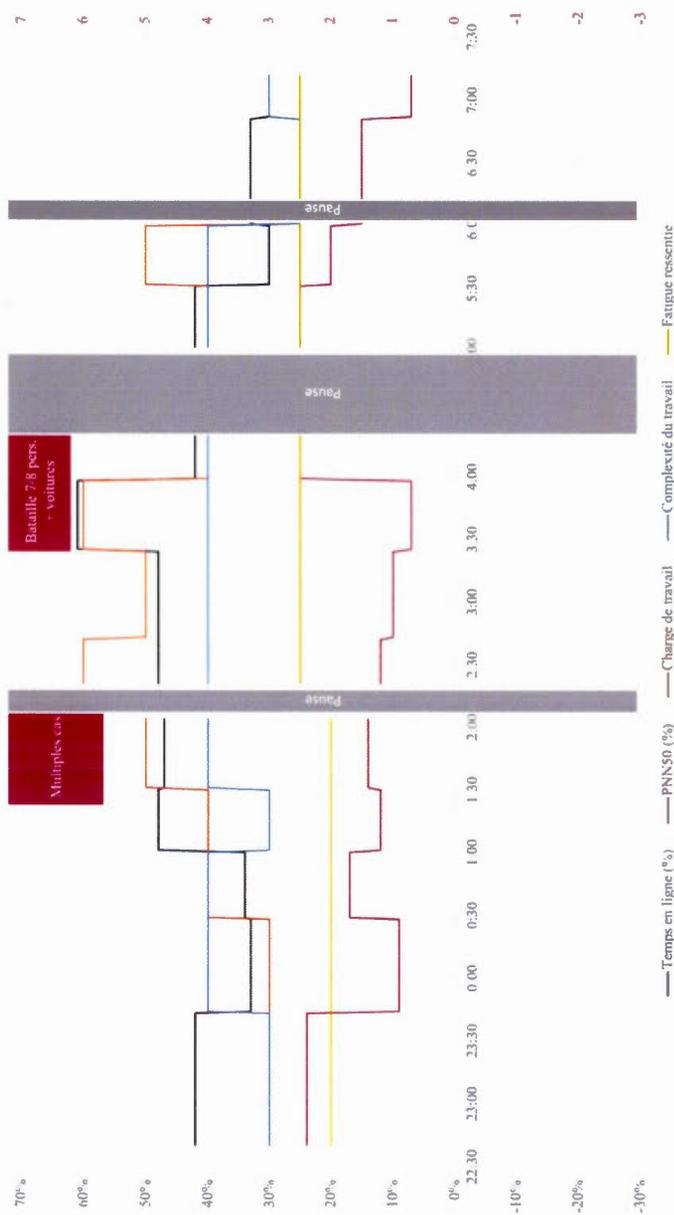


Figure VII.2 : Chronogramme du quart de travail à très fort volume d'appels (fête nationale du Québec) tiré de l'observation de P13 et illustrant l'évolution du temps en ligne (%), de pNN50 (%), de la charge de travail, de la complexité du travail et de la fatigue ressentie.

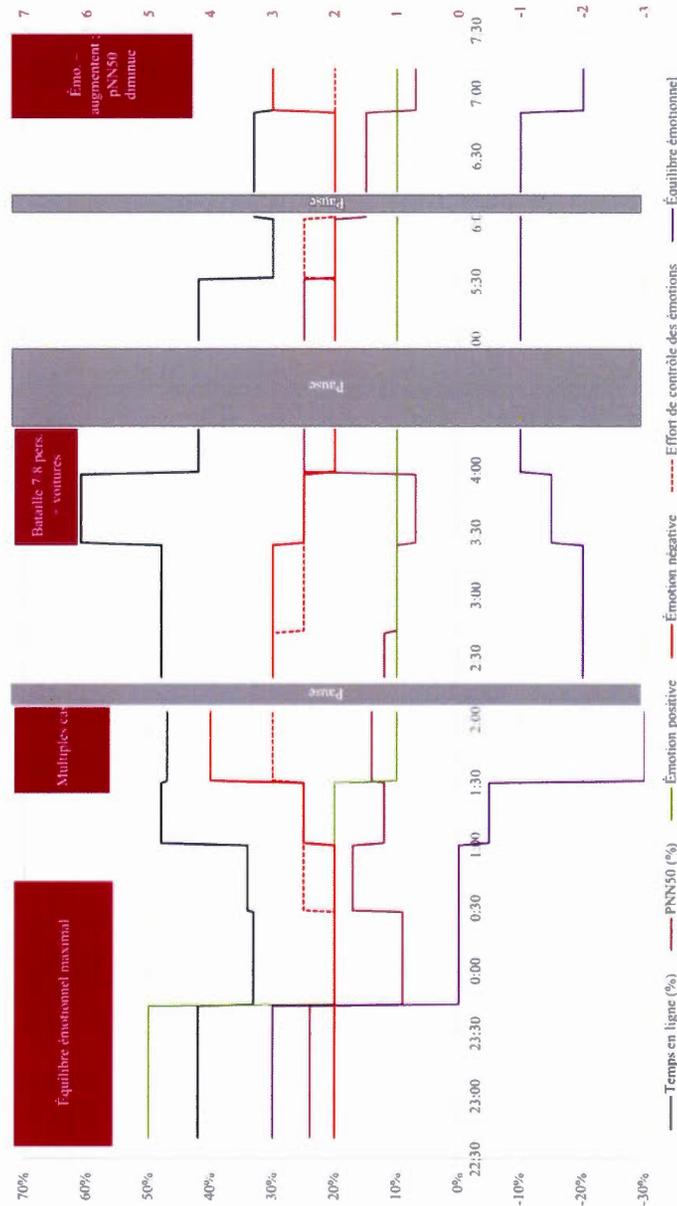


Figure VII.3 : Chronogramme du quart de travail à très fort volume d'appels (fête nationale du Québec) tiré de l'observation de P13 et illustrant l'évolution du temps en ligne (%), de pNN50 (%), de l'émotion positive, de l'émotion négative, de l'effort de contrôle des émotions et de l'équilibre émotionnel.

#### 7.1.3.2.2 Cas n° 2 : observation de P14, OCAU peu expérimenté, qui fait face à son premier événement majeur/traumatisant, un suicide

P14 est un OCAU d'une vingtaine d'années, avec moins de six mois d'expérience professionnelle. Durant le quart de travail, P14 gère deux événements particuliers : une course-poursuite automobile pour appréhender un suspect (entre 13 h 17 et 13 h 34 ; 5<sup>e</sup> évaluation) et son premier suicide (à partir de 14h30).

Durant l'observation (Figure VII.4, Figure VII.5, Figure VII.6), contrairement à P13 vu précédemment, P14 ne voit pas sa pNN50 supérieure après sa pause déjeuner, lors du retour au travail qui coïncide avec le moment de l'appel pour le suicide. Concernant les deux événements marquants du quart, tant la prise en charge de la course-poursuite que du suicide engendrent des augmentations de la charge et de la complexité du travail. Le suicide est le seul moment où l'émotion négative augmente (3/10) et trois évaluations plus tard (1h30 environ), elle redescend au niveau initial (0/10). Par ailleurs, durant le suicide, l'effort pour contrôler ses émotions est supérieur à l'émotion négative (5/10). Ensuite, près d'une demi-heure après l'appel, il se renseigne pour savoir quoi faire avec un pendu, qui contacter. Puis, après avoir reçu de l'aide d'autres OCAU, un expérimenté lui apprend que l'adolescent qui s'est suicidé l'aurait fait parce que sa copine l'avait trompé avec son meilleur ami. Durant l'observation, l'OCAU reste mutique face à cette situation.

En entrevue d'autoconfrontation, P14 revient de lui-même sur les émotions positives que lui a procurée la course poursuite. Puis, les observateurs l'interrogent sur le suicide. P14 évoque alors la charge de travail qui y est rattachée. Tout particulièrement, la frustration, la perte de contrôle lorsqu'il se rend compte que son système informatique

« gèle » et que le traitement est dur puisqu'il doit transmettre l'information à son collègue pour qu'il la rentre dans le système de gestion des cartes d'appel.

En entrevue, P13 trouve difficile de se remémorer un cas difficile : « on en a tellement ». Concernant les émotions positives qu'il a pu rencontrer dans sa carrière d'OCAU, il cite la course poursuite de la journée observée qui aboutit à l'interpellation de voleurs et dit : « c'est toujours l'un dans ce temps-là, tu sens que tu as fait un bon travail ».

Le suicide représente pour lui le moment de sa carrière où il a dû le plus contrôler ses émotions. P14 dit essayer de garder son sang-froid en de telles situations car sinon « c'est là que tu peux avoir de la difficulté à gérer l'appel ».

Du point de vue des émotions négatives, le pire qui lui est arrivé est d'avoir aidé au règlement d'une personne menacée d'expulsion de son logement, pour laquelle il a été rappelé une heure plus tard pour apprendre son décès. Une autre fois, une personne âgée l'a appelé en pleine nuit car il s'est fait voler son auto, événement pour lequel il dit : « C'est venu me chercher car il dit avoir travaillé toute sa vie pour payer cette auto-là ». Sinon, ce qu'il dit lui générer des émotions négatives est lorsque des appelants ne restent pas polis avec lui.

Concernant ce quart de travail, et plus particulièrement les variations de pNN50, les variations observées sont bien plus importantes que celles rencontrées avec les deux autres OCAU analysés dans ces cas mais aussi que la moyenne de pNN50 du quart de l'ensemble des OCAU expérimentés de notre étude ( $\mu = 5,9$  ;  $\sigma = 6$ ).

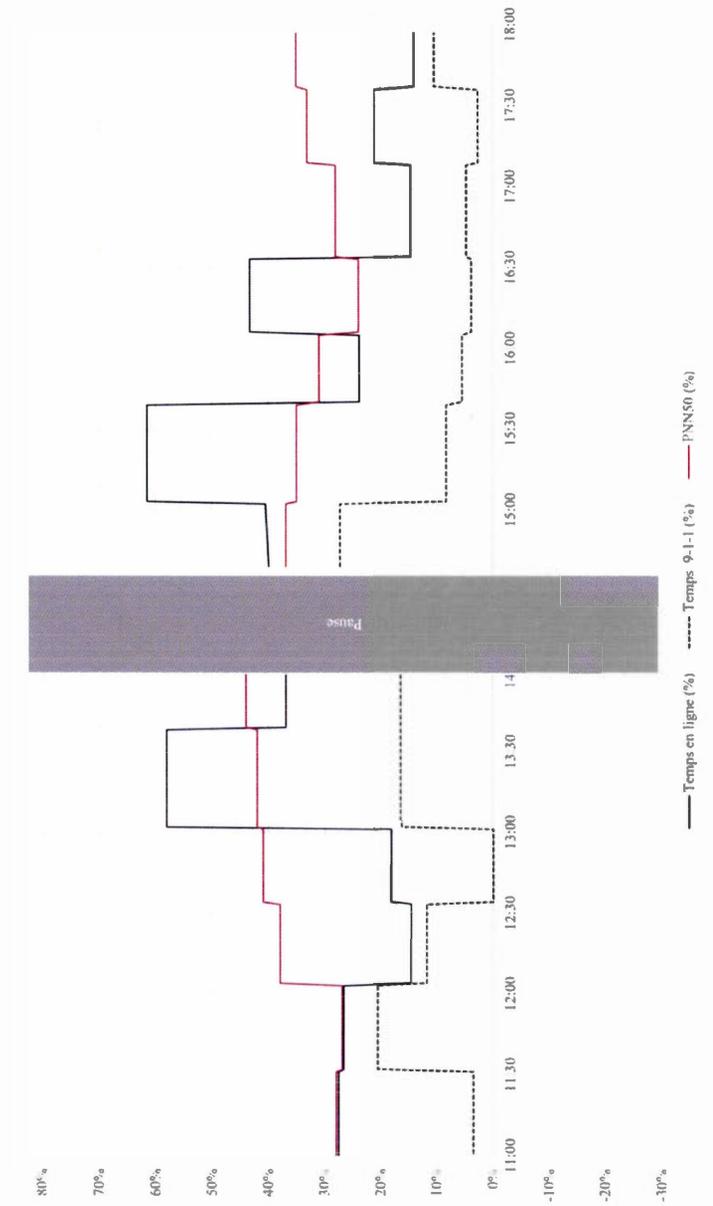


Figure VII.4 : Chronogramme du quart de travail avec survenue du premier événement majeur/traumatisant (cas de suicide) tiré de l'observation de P14 et illustrant l'évolution du temps en ligne (% du temps passé à répondre à un appel 9-1-1 et de pNN50 (%), échelle verticale de gauche).

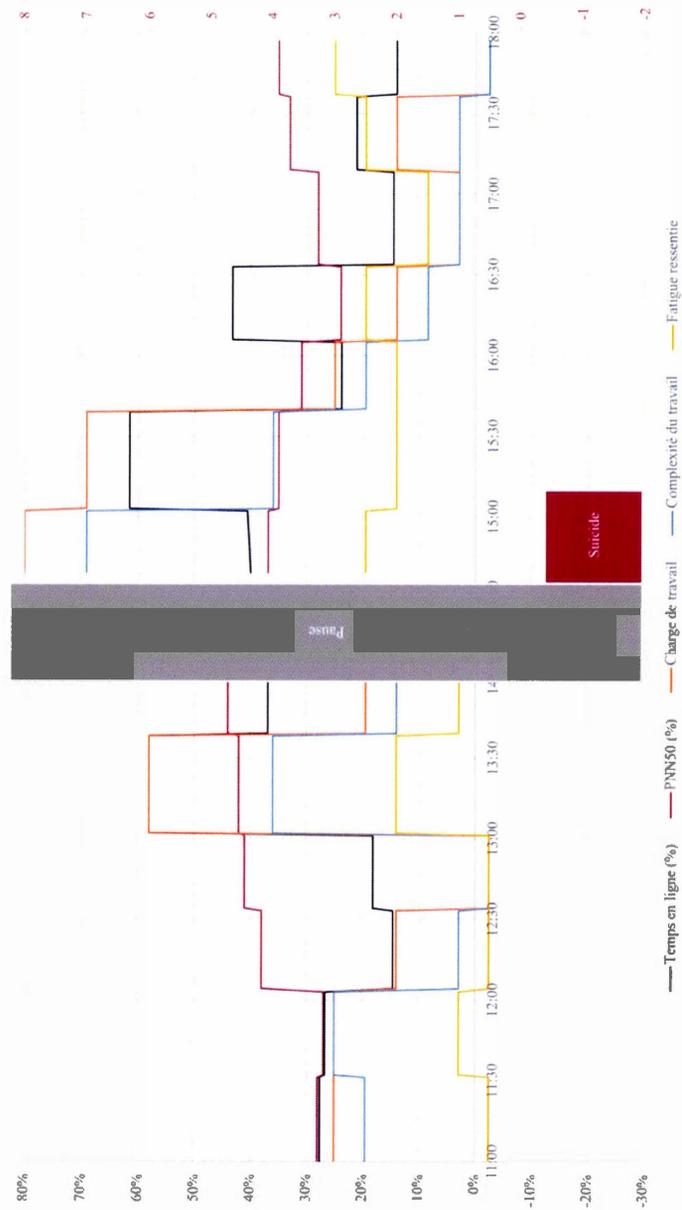


Figure VII.5 : Chronogramme du quart de travail avec survenue du premier événement majeur/traumatisant (cas de suicide) tiré de l'observation de P14 et illustrant l'évolution du temps en ligne (%), de pNN50 (% , échelle verticale de gauche), de la charge de travail, de la complexité du travail et de la fatigue ressentie.

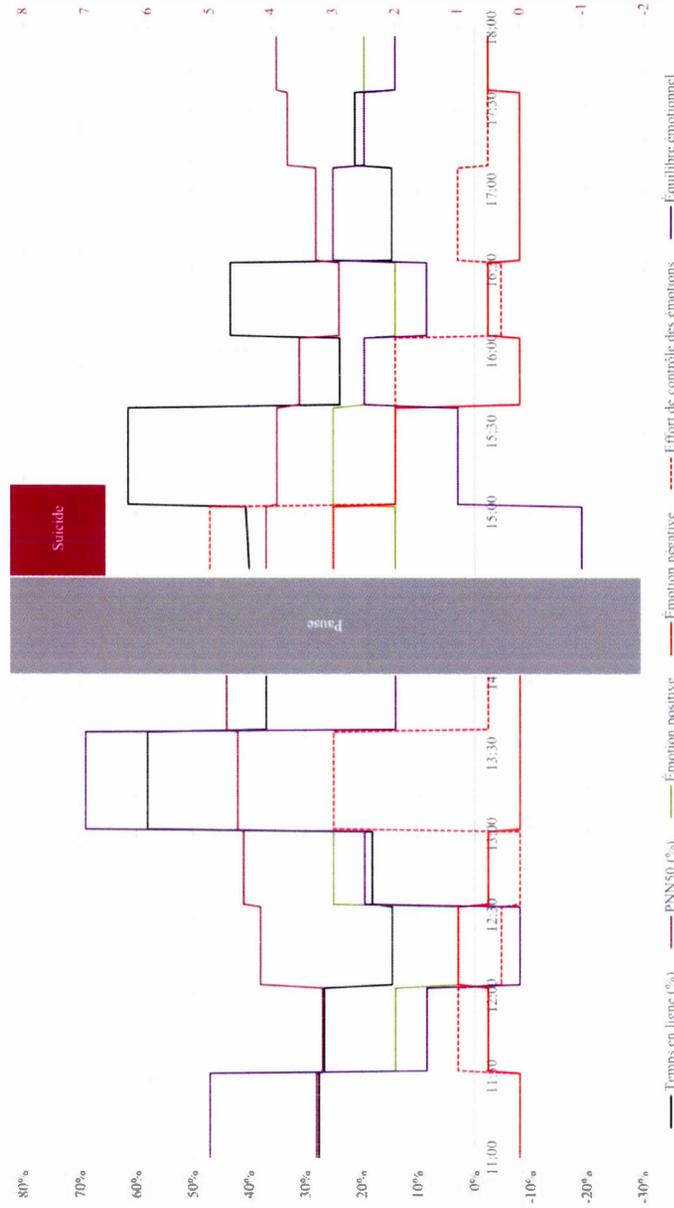


Figure VII.6 : Chronogramme du quart de travail avec survenue du premier événement majeur/traumatisant (cas de suicide) tiré de l'observation de P14 et illustrant l'évolution du temps en ligne (%), de pNN50 (%), de l'émotion positive, de l'émotion négative, de l'effort de contrôle des émotions et de l'équilibre émotionnel.

#### 7.1.3.2.3 Cas n° 3 : Observation de P15 lors d'un quart de travail de soir qualifié de représentatif « de la réalité de tous les jours »

L'OCAU observé, P15, est un homme très expérimenté (plus de 15 ans d'expérience). L'observation est sur un des quarts les plus longs observés : 11 heures (Figure VII.7, Figure VII.8, Figure VII.9).

Nous remarquons qu'entre 1 h 30 et 2 h du matin, le temps passé sur des appels est à son plus bas et qu'à partir de ce moment-là la fatigue ne cesse d'augmenter passant de 1 à 6.

Durant l'observation, juste après 2 h du matin, un homme appelle pour se plaindre qu'il ne peut pas faire l'amour avec sa femme. Cela semble l'agacer, il réécoute la bande sonore trente minutes plus tard. Cela le fait sourire, il met un peu plus fort pour que ses collègues entendent. Des sourires et des rires s'échangent entre OCAU.

Enfin, vers 5 h 28, il reçoit un appel pour un homme faisant une tentative de suicide. Il gère cet appel très rapidement en envoyant les forces de police nécessaires et ne note rien de particulier à ce sujet.

Au niveau des variations de pNN50, aucun recoupement visuel ne ressort de la figure ci-dessous, contrairement au cas n° 1.

En entretien, l'OCAU dit être éccœuré et ne plus trouver d'intérêt dans son travail et que les citoyens l'ennuient. Il déclare cependant, sans parvenir à l'illustrer, qu'il arrive que sa « carapace à émotions » ne le protège pas contre certains événements. En revanche, il dit que depuis son retour de longue maladie, il a modifié sa façon de travailler, avec

un peu de « je-m'en-foutisme ». Aussi, ce n'est pas la gravité qui semble l'affecter mais le volume d'appels.

Cette usure est, pour lui, le fruit de l'histoire dans son CAU : « des améliorations depuis 20 ans, il y en a eu mais c'est minime » ; « quand on faisait venir la CSST, [les inspecteurs] s'annoncent toujours, donc il n'y a jamais de sanction » ; en vue de la préparation de l'inspection de la qualité de l'air, « le boss est venu nous dire de faire le ménage, de ramasser les cendriers de mettre du [parfum d'ambiance], bref, on a maquillé ; si tu es trop contestataire ou syndiqué, ils vont te mener la vie dure ». Des besoins comme changer des claviers aux lettres effacées, « c'est l'enfer ! », il estime qu'il est traité comme du bétail. Il finit par dire : « avec mon vécu, c'est devenu une job où je n'ai plus d'intérêt ; maintenant je rentre travailler, je fais ce que j'ai à faire, je "chiale" plus, je dis plus un mot, je fais plus rien, je fais plus d'initiative, je travaille pour la paie ; ils m'ont demandé d'être superviseur... j'veux pas ».

Dans le rapport aux citoyens, il dit répondre à des questions de citoyens pour lesquelles il n'est pas compétent ou lesquelles il n'a pas à répondre car il n'est pas « agent ». Cela lui est difficile dans la mesure où, selon lui, les appelants ne semblent pas comprendre. Dans son rôle, il dit « on n'est pas psychologue mais parfois on joue le rôle, par exemple avec des gens paniqués ou dépressifs ». Dans sa relation d'aide, il dit « on est dans une zone grise, on n'a pas le titre d'agent mais avec l'expérience, j'ai appris à connaître le code criminel, le fonctionnement, le parcours d'un dossier etc., les particularités des mandats, le code de la route, les règlements municipaux. Il faut être au [courant] de cela quand même ». Les nouveaux, « ils mélangent le civil, le pénal, le criminel ». Aussi, il est difficile d'avoir les informations pertinentes à l'action : « tu essaies d'avoir de l'information et les gens sont paniqués, par exemple "mon mari m'a frappé, il est dans le sous-sol avec une arme, il veut se suicider, venez vous-en vite",

ils veulent juste qu'on arrive, ils ne veulent pas nous donner des informations, on doit calmer la personne pour aller chercher ces informations ». Il qualifie ce processus de « très exigeant ».

Tout comme P13, P15 évoque la relation tendue avec les policiers : « on doit les mater ; ils sont pas autonomes ; il leur manque beaucoup d'outils de travail ; ils se réfèrent beaucoup à nous autres ». Malgré cette aide qu'il dit donner aux policiers, il généralise sur leur manque de reconnaissance tout en admettant qu'il est tout de même agréable de travailler avec certains policiers.

Concernant les émotions qu'il ressent au travail, il dit qu'il n'a jamais vraiment d'émotion positive. Il donne comme exemple la fois où il a sauvé un « p'tit gars » d'un accident et qu'il « s'en foutait, c'est juste normal ; avant, oui, ça me motivait, maintenant, non, peut-être un p'tit « velour », c'est tout. Il associe les émotions négatives à un gros « rush » lors duquel « tu pognes un innocent qui dit “je paye tes taxes, tu vas arrêter de me niaiser, envoie-moi une police” » ou un autre qui appelle pour son banc de neige alors que l'OCAU gère un accident grave. Dans ces instants, il dit que son agressivité monte.

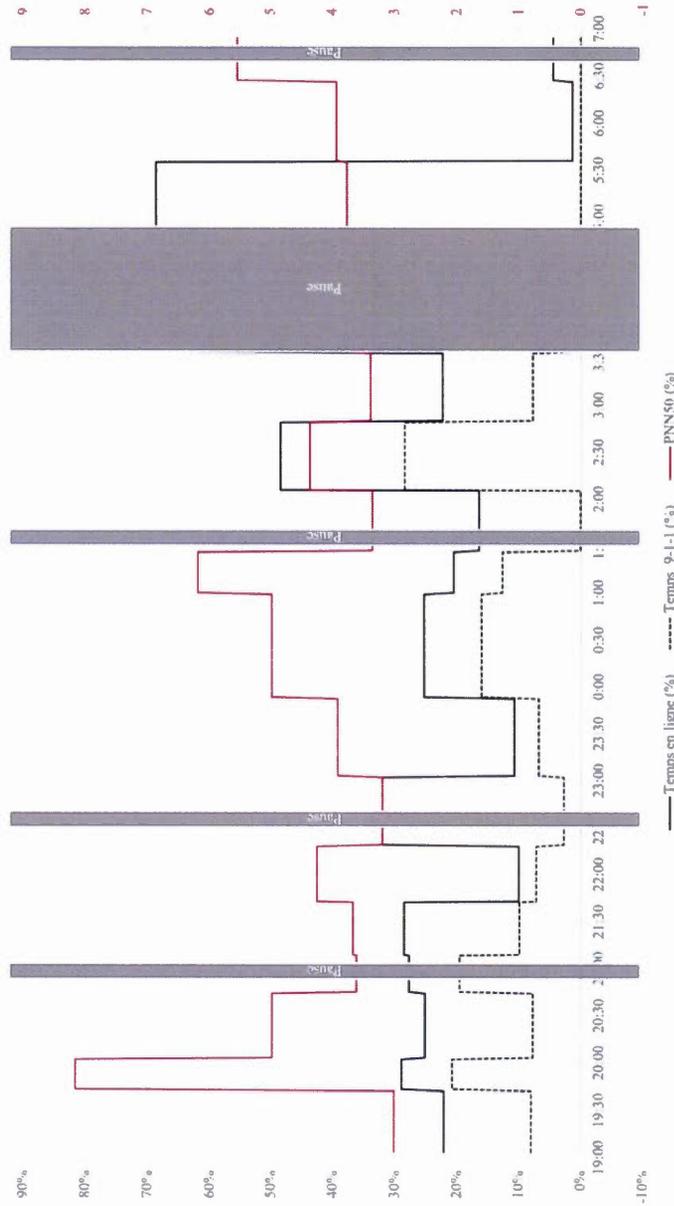


Figure VII.7 : Chronogramme du quart de travail dit représentatif « de la réalité de tous les jours » tiré de l'observation de P15 et illustrant l'évolution du temps en ligne (%), du temps passé à répondre à un appel 9-1-1 et de pNN50 (% , échelle verticale de droite).

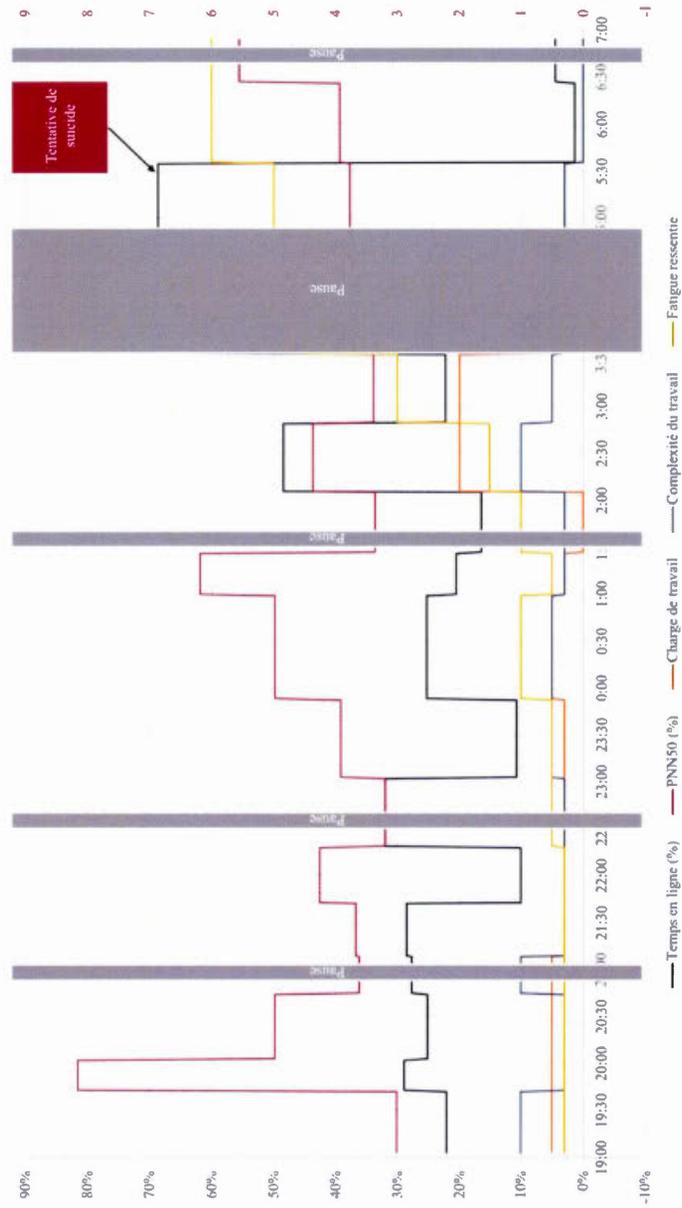


Figure VII.8 : Chronogramme du quart de travail dit représentatif « de la réalité de tous les jours » tiré de l'observation de P15 et illustrant l'évolution du temps en ligne (%), de pNN50 (%), de la charge de travail, de la complexité du travail et de la fatigue ressentie.

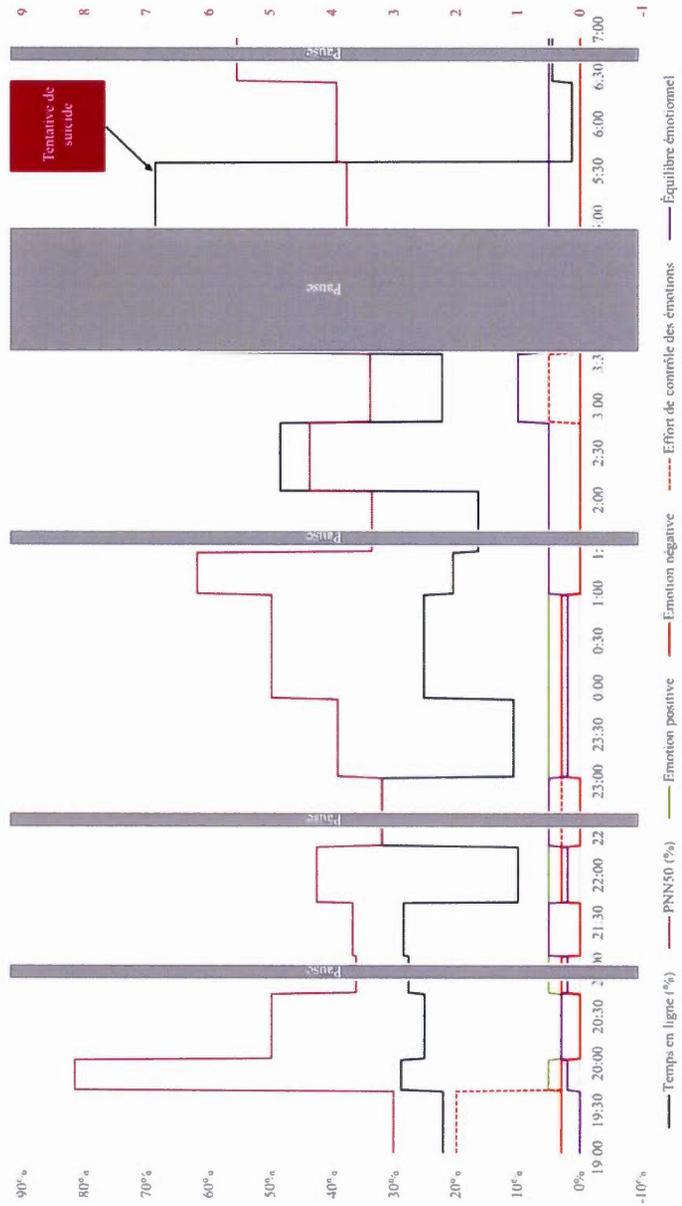


Figure VII.9 : Chronogramme du quart de travail dit représentatif « de la réalité de tous les jours » tiré de l'observation de P15 et illustrant l'évolution du temps en ligne (%), de pNN50 (%), de l'émotion positive, de l'émotion négative, de l'effort de contrôle des émotions et de l'équilibre émotionnel.

#### 7.1.4 Points clefs à retenir

Hypothèse 3 La VRC diminue avec l'augmentation de la charge cognitive.

**Infirmée.** Aucune corrélation significative n'existe entre les indices de VRC et la charge cognitive (Charge de travail, complexité, densité mentale), y compris pour les moments de forte mobilisation.

Hypothèse 4 La VRC diminue avec l'augmentation de la charge émotionnelle.

**Confirmée.** Les corrélations, quoique faibles pour la plupart, sont nombreuses. Seul pNN50 est plus significatif et dans une moindre mesure SDNN pourrait être intéressant.

Hypothèse 5 La VRC diminue avec l'augmentation de la fatigue.

**Confirmée.** Les corrélations, quoique faibles pour la plupart, sont nombreuses. Seuls  $BF_{u.n.}$  et  $HF_{u.n.}$  semblent d'intérêt dans ce phénomène. Les résultats montrent en revanche que la fatigue ressentie augmente tout au long du quart de travail.

**Hypothèse 6** L'étude de l'évolution de la VRC sur le quart de travail reflète plus fidèlement le stress au travail que si elle est réalisée sur un intervalle de vingt-quatre heures.

**Confirmée.** Principalement, l'étude de SDANN montre que les résultats sur 24 heures peuvent paraître normaux alors même qu'elle est trois fois plus basse lors du travail.

**Hypothèse 7** La VRC, lorsque couplée à l'analyse ergonomique de l'activité, permet l'identification de facteurs de changements.

**Confirmée.** La VRC et son étude chronologique, lorsque couplée à l'analyse de l'activité permet l'identification au cas par cas de points d'intérêts d'identification des sources de stress en enrichissant les échanges lors d'autoconfrontations.

À présent que l'ensemble des résultats obtenus dans l'étude ergonomique sont décrits, il convient d'en étudier la portée par un examen critique de leurs apports et limites au vu de la littérature disponible actuellement.

## 7.2 Discussion sur les résultats de l'étude ergonomique de terrain

La structuration en trois points utilisée plus tôt afin de présenter les résultats est reprise ici. La discussion vise à comprendre les résultats psychophysologiques (7.2.1), ceux provenant de l'analyse du travail (7.2.2), et enfin ceux issus du recouplement de ces deux types d'analyses (7.2.3) au vu de la littérature.

### 7.2.1 Pan 1 : discussion sur les résultats psychophysologiques

Les discussions des données psychophysologiques concernent les indices de VRC (7.2.1.1), les évaluations subjectives (7.2.1.2) et le croisement fait à partir de ceux-ci (7.2.1.3).

#### 7.2.1.1 Les données de VRC

Les liens entre stress et rythme ventilatoire sont bien connus et d'intérêt dans l'étude du stress aigu (Bernardi et al., 2000). Il aurait été intéressant de vérifier les corrélations entre les composantes spectrales et celles issues de l'analyse de Poincaré qui permettent d'avoir une représentation du changement de rythme respiratoire ou, il aurait fallu avoir un analyseur de rythme respiratoire sur les participants (de Geus et al., 1995 ; Guzik et al., 2007 ; 2005).

Les résultats peuvent apparaître bien différemment selon la fenêtre d'étude abordée : sur le quart de travail ou sur 24 heures comme cela est plus classiquement fait dans les études sur les maladies cardiaques (Perini and Veicsteinas, 2003; Stein et al., 1994).

Cependant, nos résultats font état d'un  $SDANN_{24h}$  de 110 ms chez les OCAU participants, tous sains et sans trouble cardiorespiratoire, ce qui est donc inférieur aux valeurs de Stein (1994), les sujets sains qui ont un  $SDANN_{24h}$  de 169 ms. Les OCAU de notre étude ont donc une  $SDANN$  un tiers de moins élevée que ces sujets sains. De plus, lorsqu'évaluée sur le quart de travail, la  $SDANN_{\text{quart}}$  des OCAU est de 42,6 ms, ce qui est un résultat fort proche de ce que cette même étude note auprès des patients ayant eu un infarctus ( $SDANN_{24h} = 31$  ms). La santé cardiovasculaire des OCAU est non seulement importante afin de compenser hors du quart de travail mais également comme outil d'évaluation macroscopique.

Aussi, lorsque l'étude de la variabilité du rythme cardiaque est utilisée pour contrôler l'effet de la posture et de la temporalité dans des périodes de repos juste avant et après le quart de travail, des différences émergent. Concernant l'étude de la temporalité de la prise de mesure, la  $BF\%$  est inférieure juste avant la prise de quart par rapport à l'après quart ; à l'inverse, la FC est supérieure avant le quart par rapport aux valeurs post quart de travail. Peut-être s'agirait-il d'un stress d'anticipation. Aucune étude n'a étudié ce phénomène jusqu'à présent que cela soit en termes de FC ou de VRC.

La question du type de posture utilisé pour les mesures de repos peut influencer les résultats de  $SDNN$ , mais cela n'est pas systématique puisque cela est présent lors des mesures post quart de travail et non dans les mesures pré quart de travail. Notre étude montre un effet de la posture sur  $BF\%$ ,  $BF_{u.n.}$  et  $HF_{u.n.}$ . La diminution de  $BF\%$  et de  $BF_{u.n.}$  de la posture assise à la posture couchée est similaire à celle de  $BF_{u.n.}$  observée dans l'étude de Chang et coll. (2016). Ces derniers retrouvent également des effets au niveau des indices temporels de VRC :  $SDNN$ ,  $RMSSD$  et  $pNN50$  diminuent entre la position allongée et la position assise et entre la position allongée et la position debout. Toutefois aucun changement significatif n'est présent entre la posture assise et la

posture debout. Trois enseignements sont à retirer de cela. Tout d'abord, sur un plan physiologique, nos résultats mettent en relief l'activation et l'inhibition du système nerveux autonome : la posture assise favorise l'activité sympathique (diminution de SDNN du passage de la posture allongée à la posture assise) alors que la posture assise diminue l'influence du parasympathique (baisse du  $HF_{u.n.}$ ) et augmente celle du sympathique (augmentation de  $LF_{u.n.}$ ). Ensuite, afin de prendre une valeur de repos de référence, il est nécessaire de ne pas utiliser la posture allongée. Elle ne permettrait pas de faire des comparaisons nécessaires avec l'activité de travail, par exemple. Enfin, dans la mesure où un travail est dit statique, il n'y a pas d'effet de la posture (debout versus assise) sur la VRC.

#### 7.2.1.2 Les évaluations subjectives

Il est intéressant de constater que d'un côté les notions de charge et de complexité se recouvrent tout comme d'un autre côté le sont les émotions : tout particulièrement les émotions négatives et l'effort pour contrôler ses émotions.

Aussi, notre étude montre que l'indice composite qu'est la somme émotionnelle est corrélé avec les émotions négatives ou positives. À notre connaissance, aucune étude n'a tenté cette approche d'évaluation tout au long d'un quart de travail avec des mesures répétées.

#### 7.2.1.3 Le croisement des données de VRC et des évaluations subjectives

Tout comme lors de l'étude clinique, aucune corrélation n'appuie une relation en entre VRC et charge de travail telle que constatée lors du traitement de tâche arithmétique

avec BF/HF (Kamada et al., 1992). En revanche, il semble qu'il y ait un lien entre émotions et VRC, lien que Wanqing et collaborateurs (2009) établissent également avec la même distinction entre émotions positives et négatives, les indices qu'ils examinent sont toutefois moins nombreux (SDNN, BF, HF, BF/HF, PT), et montreraient, en situation de laboratoire, que les émotions positives augmentent l'activation sympathique alors que les émotions négatives auraient un effet sur le système nerveux parasympathique. Dans notre étude, un indice d'intérêt est identifié : pNN50, corrélé positivement avec les émotions négatives, les efforts pour contrôler les émotions et l'équilibre émotionnel. Aucune autre étude n'a mis à jour ce type de relation jusqu'à présent.

#### 7.2.2 Pan 2 : discussion des données de l'analyse du travail

À l'instar de ce qui est vécu par les médecins urgentistes (Bertrand et al., 2000), le travail futur leur est imprévisible. Le cœur de ces métiers n'est pas tant la quantité de cas à traiter mais de la qualité de la gestion des humains (Bigaouette, 2001 ; Toulouse et al., 2006). Qui plus est, les OCAU sont de véritables « sentinelles » (Saint-Arnaud et al., 2010), des professionnels de la maïeutique<sup>93</sup> (Platon, 394AD). Mais, ce sont des agents de service un peu particuliers, car si la plupart des relations de service sont des services à la personne, la plupart des situations examinées dans les recherches le sont dans un cadre d'interaction directe, physique (Caroly and Weill-Fassina, 2007) et sont reconnues comme telles. Chez les opérateurs 911, le seul canal de communication est la voix : verbal et paraverbal (soupirs, intonations, silences...). Les OCAU sont des

---

<sup>93</sup> Vient du grec *maieutikè* : art de faire accoucher. Socrate, fils de Phénarète sage-femme, disait que, comme sa mère faisait accoucher les femmes, lui faisait accoucher les esprits des pensées qu'ils contenaient déjà, sans le savoir ou en être conscients.1616

analystes de première ligne dont les attributions sont tout à la fois celles de gestionnaires, de partenaires des forces de l'ordre et des relais stratégiques.

L'étude des sources de charge mentale et des stratégies de gestion associées permet de mettre en lumière les dimensions cognitives, émotionnelles, notamment la prépondérance de la complexité des appels (ex. : allophones, appels avec problème de localisation, compréhension des faits énoncés) sur le nombre d'appels et de questionner les indicateurs de l'entreprise. Cet aspect de notre étude a permis de détacher les axes prioritaires du changement.

En effet, concernant l'organisation, notre étude a mis en relief les besoins en termes de structuration du collectif des OCAU pour le passage des informations, l'entraide continue et l'intégration des novices, de clarification du rôle et des responsabilités des OCAU aux policiers pour faciliter les échanges. Nous avons également identifié les particularités des plus petits CAU qui tendent à « compenser » une certaine faiblesse du nombre d'appels par l'ajout de tâches connexes (services municipaux, administration) qui deviennent interférentes et diminuent les marges de manœuvre (Grosjean and Ribert-Van De Weerd, 2003) et ce sans formation adéquate.

Le contact avec le public est une source continue d'émotions que les OCAU ont à gérer pour ces appelants mais également pour eux-mêmes, car l'expérience professionnelle, si elle « lisse » les émotions entrantes, ne peut rien contre les événements suscitant l'empathie par effet miroir : « les carapaces sont pleines de trous » et les blessures psychologiques perdurent. Nous avons mis en évidence que les appels impliquant des enfants dont la vie est en jeu émeuvent les OCAU. Or, ils n'ont aucune protection construite si ce n'est le rire, l'humour (Saint-Arnaud et al., 2010). Récemment, des formations ont été mises en place pour apprendre à faire face au suicide. Les OCAU en ayant bénéficié ont témoigné de l'utilité de telles démarches qu'il faut généraliser et

élargir. Les incidents tragiques hantent les OCAU mais des efforts doivent être encore faits pour aider à faire face aux irritants récurrents que constituent certains types d'appelants et la colère : souvent caractérisés comme des appels non fondés dans leur système (plainte contre des agents municipaux, dispute avec un voisin concernant une limite de propriété ou à propos d'un banc de neige).

Les OCAU dirigent des actions tout en gérant la justesse des moyens de secours à la seule lumière de l'information qu'ils récoltent collectivement. Ils sont physiquement distants de l'action, se sentent mis à part par les policiers tout en s'en sentant proches et responsables. Or, le retour d'informations sur les cas traités est universellement vu comme essentiel à leur besoin d'accomplissement, de reconnaissance. C'est pourquoi, cette complexité de leur travail et de leur rapport aux autres tels que vécu à la répartition doit faire l'objet de points d'améliorations au sein de l'organisation pour faciliter voire systématiser les retours d'information, les « bons coups » comme les points d'amélioration et de favoriser leur reconnaissance par les responsables dans un esprit d'équité avec les policiers.

### 7.2.3 Pan 3 : discussion de l'intégration de recoupement des indices psychophysiologiques avec l'analyse ergonomique

Telle que réalisée, l'intégration d'un faisceau d'indices psychophysiologiques revêt de multiples intérêts.

Tout d'abord, cette intégration permet le dialogue avec les responsables de CAU pour l'explication du ressenti des OCAU par l'objectivation des variations émotionnelles

par celles de pNN50. L'étude de la VRC est un atout puisqu'incontrôlable, il ne peut pas être biaisé par les OCAU.

Aussi, ce croisement permet d'identifier des périodes clefs et les situations de travail, les cas traités qui y sont associés. Est également mise en avant l'inadéquation du marqueur de performance que peut être le temps passé en ligne 9-1-1 qui semble, s'il dépasse le temps passé hors ligne, apporter davantage de finesse comme indicateur de situations à très forte charge, voire à débordement. L'autoconfrontation permet de dégager, au sein des périodes évaluées de 30 minutes, quels sont les facteurs de charge. Par exemple, malgré l'abondance d'événements graves survenant en peu de temps, la plainte d'un citoyen pour tapage dans un contexte de fête nationale du Québec représente une charge émotionnelle pour l'OCAU puisqu'incongrue dans ce contexte.

De même, l'autoconfrontation subséquente à la lecture des variations des indices psychophysiologiques permet de valider l'importance de faire un travail qui fait du sens, qui peut avoir un impact positif et, lorsque les faits sont dramatiques, de comprendre les situations. Cela rejoint le besoin de reconnaissance tel qu'explicité par Christophe Dejours — jugement de beauté, d'utilité — (Dejours, 1993).

À l'opposé, cette approche intégratrice montre que sans intérêt dans son travail, sans implication, la pNN50 n'est plus utile pour identifier les facteurs de charge mentale. Et, lorsqu'il y a sous-charge de travail, le sentiment de fatigue générale (physiologique et psychologique) semble augmenter.



CHAPITRE VIII

DE LA DISCUSSION GÉNÉRALE

AUX PERSPECTIVES DE RECHERCHE

Jusqu'ici sont établies deux discussions distinctes, l'une concernant les résultats issus de l'étude clinique (6.2), l'autre s'intéressant à ceux provenant de l'étude ergonomique de terrain (7.2). Le but de ce chapitre est d'abord de discuter de l'ensemble de ces résultats en termes d'ergonomie (8.1) puis de physiologie (8.2) et ainsi de les confronter aux modèles qu'utilisent ces disciplines pour les comprendre et les étudier. Par la suite, est réalisée une critique de cette thèse (8.3) puis sont synthétisés les apports (8.4). Enfin, ce chapitre se clot sur les perspectives qu'offre l'étude de la VRC en milieu de travail, dans un contexte d'étude de la santé psychosociale (8.5).

## 8.1 La charge mentale dans le travail des opérateurs des centres d'appels d'urgence : description de ses dimensions et contribution à la définition de la charge mentale en ergonomie.

L'étude nous montre que la mission d'un CAU est d'envoyer les moyens appropriés parmi les corps de la police, des pompiers, des services municipaux ou des compagnies d'ambulance et ce, dans les délais à la mesure de l'urgence et des moyens disponibles.

Le travail réalisé sur les émotions et la charge au moyen des évaluations subjectives d'une part et l'étude de cas par l'analyse ergonomique du travail d'autre part permettent un positionnement particulier en référence à la définition de charge mentale faite en ergonomie.

### 8.1.1 La charge de travail : la complexité du travail d'OCAU

#### 8.1.1.1 Prise d'appels

L'OCAU à la réception d'appel intègre en tout temps — de mémoire et à travers les cartes d'appel — le nombre de cas à traiter au sein du CAU en rapport aux véhicules disponibles tout en essayant de prendre en compte la dynamique des traitements. Cette dynamique est matérialisée par des indicateurs de couleur sur les cartes d'appel et permet de savoir si les interventions sont en attente, prises en charge par une équipe de policiers, en cours de traitement, en finalisation, ou terminées. Aussi, certains cas majeurs comme les accidents automobiles, les violences urbaines, les courses poursuites, les tentatives de meurtre, les violences aux personnes sont des exemples de situations qui peuvent évoluer rapidement, auquel cas il est nécessaire d'envoyer des

renforts parmi les policiers disponibles ou de réattribuer les missions des policiers. Un événement majeur peut également s'ajouter à tout instant sans que cela puisse être prévisible. C'est pourquoi l'OCAU fait tout son possible pour avoir un certain nombre de patrouilles disponibles. Cela est d'autant plus complexe que les policiers ont à prendre leur pause repas. Dès la prise d'appel, comprendre la nature, la gravité et l'emplacement géographique du cas rapporté est crucial.

La charge cognitive est donc de retenir et synthétiser en permanence la situation pour répondre adéquatement à l'appelant avec les moyens disponibles. Pour un événement non grave, un appel pour une querelle de voisinage par exemple, l'OCAU peut prendre du temps pour désamorcer la situation auprès de l'appelant, pour le conseiller en lui indiquant les recours alternatifs. À l'inverse, en situation tendue, l'OCAU répond plus directement à l'appelant en lui indiquant que les services de police ne sont pas en mesure de venir rapidement au vu des événements actuels et peut conseiller à l'appelant de rappeler ultérieurement. La charge cognitive est d'autant plus importante dans les cas suivants selon le nombre d'appels (les journées « tire-jus »), le flux d'appels, la qualité sonore de la conversation téléphonique, la langue maternelle de l'appelant, son niveau de langage ou en cas de très faible niveau de sollicitation (souvent, au milieu de la nuit).

#### 8.1.1.2 Répartition d'appels

L'OCAU réalisant la répartition des appels garde lui aussi en mémoire et via son ordinateur l'ensemble des cas (cartes d'appel) qu'il gère. La répartition d'un appel est l'activité de prendre un cas, d'en comprendre l'urgence au travers du système informatique via les codes couleurs et en examinant la description d'appel rédigée par l'OCAU de la prise d'appel et d'informer les forces nécessaires des actions à mener.

Cette transmission d'informations, essentiellement réalisée avec les patrouilles de police, se fait de plusieurs manières : via les ondes radio, par téléphone ou encore en envoyant la requête à une patrouille qui la reçoit sur son système informatique embarqué selon le niveau d'équipement du CAU et du corps policier.

La charge cognitive réside dans la complexité du cas à traiter. Par exemple, un accident de la route requiert un envoi immédiat de plusieurs patrouilles — si possible — pour sécuriser les lieux et secourir les victimes et ainsi éviter un suraccident, mais il faut également être sûr de l'état des victimes et envoyer une ou plusieurs ambulances voire des pompiers si le véhicule menace de prendre feu. Comme à la prise d'appel, la vérification du lieu de l'événement est importante. Or, pour un même événement, plusieurs appelants peuvent contacter le CAU et il faut s'assurer de discriminer si les nouveaux appels font référence au même événement ou à un événement distinct. Par exemple, il est arrivé que dans un même laps de temps des personnes appellent pour signaler un feu de bâtiment dans un quartier et ce n'est que plus tard que les OCAU se rendent compte que ce sont deux événements distincts. Donc, au fur et à mesure de la répartition, une consultation régulière des cartes d'appel est nécessaire. Une importante partie de l'activité de l'OCAU répartiteur est de maintenir une « écoute flottante » de ses collègues.

La difficulté technique de communication est un facteur aggravant de la complexité de la répartition. En effet, des zones géographiques ne relaient pas les ondes radio ou les informations informatisées du CAU, il est alors nécessaire d'essayer d'appeler le policier sur son téléphone cellulaire, de l'informer en envoyant une autre patrouille de police. La qualité sonore de l'appel avec le policier est importante. Si elle est pauvre alors, l'OCAU se questionne sur la bonne réception des informations pertinentes à l'intervention des policiers.

### 8.1.1.3 « L'écoute flottante » et le travail collectif : essentiels, ils sont une source d'interférence potentielle

L'« écoute flottante » est pratiquée par tous les OCAU, sauf par les plus novices qui n'arrivent pas à l'exercer de par la charge mentale supplémentaire que cela représente pour eux. L'équipe de recherche de Louise St-Arnaud, qui a travaillé sur l'aspect psychodynamique de nos OCAU, a mis en lumière le fait qu'il faille deux années à un nouvel OCAU pour se dresser une carte mentale de la région desservie et pour maîtriser les aspects techniques du travail d'OCAU (Saint-Arnaud et al., 2010). Les OCAU sont tous interdépendants dans leur travail et l'articulation entre leurs diverses activités est nécessaire pour distribuer les forces disponibles pour traiter les cas. Cela correspond à l'activité collective et de coopération telle que décrite par Shmidt (1994) mais également, dans sa forme, elle est distribuée (Rogalski, 1994). De la Garza et Weill-Fassina (la Garza and Weill-Fassina, 2000, p. 228) parleraient ici d'entraide mutuelle « sous-tendue par une notion d'échange » dans la façon dont les OCAU ne s'autorisent pas à sortir du plateau si d'autres sont « dans le jus », par les multiples échanges de regards qui s'entrecroisent et au travers des va-et-vient dans les cartes d'appel de l'équipe.

Or, cette écoute vient en contradiction avec le besoin de comprendre tant les appelants que les policiers. Si le niveau sonore du plateau (CAU) se fait trop important alors les OCAU doivent s'isoler, en plaquant leur casque d'écoute, en se bouchant une oreille ou encore en demandant aux autres de baisser de ton.

### 8.1.2 La charge psychologique du travail d'OCAU

L'étude montre trois types de charges psychologiques : générée par les cas, par les appelants ou encore par les policiers. Les deux premiers relèvent de la prise d'appel, le dernier est exclusif à la répartition d'appels.

#### 8.1.2.1 Prise d'appel

Des événements dramatiques sont ceux mettant en jeu la vie des appelants ou des personnes impliquées dans le cas signalé. Presque tous les OCAU sont ainsi très sensibles à la mise en danger de la vie de jeunes enfants. Puis, tout dépendant des aspects personnels des OCAU, ils peuvent se sentir touchés par des cas impliquant des personnes âgées ou des jeunes familles. Un lien direct est souvent fait avec l'évolution de la vie de l'OCAU. De façon étonnante, il est largement partagé que les femmes appelant pour des maltraitances domestiques ne constituent en rien une charge psychologique. Comme vu dans les résultats, une distanciation émotionnelle est créée chez les OCAU expérimentés puisque ces personnes appellent puis annulent très souvent leur demande d'intervention, créant un sentiment d'impuissance des OCAU.

Les appelants aussi génèrent une charge psychologique chez les OCAU dans deux cas de figure. Premièrement, chez les jeunes OCAU, la panique et la détresse dans la voix de l'appelant font perdre les moyens pour traiter le cas et guider l'appelant dans la verbalisation des données pertinentes. Deuxièmement, les OCAU ressentent quasiment tous une aversion envers les appelants qui les contactent pour des faits mineurs ou incongrus (besoin de connaître l'heure, problème de voisinage, de banc de neige),

manquant de respect, criant ou les injuriant. C'est dans ce cas de figure qu'intervient l'effort pour contrôler ses émotions. Ce processus mental est mis en place pour garder le contrôle sur la conversation et maintenir un rapport au minimum courtois avec l'appelant. Le contrôle des émotions est d'autant plus difficile à garder que la situation du CAU est tendue en termes de répartition des forces de police.

#### 8.1.2.2 Répartition

Le principal facteur qui constitue une charge psychologique pour les OCAU à la répartition est la qualité de sa relation avec un policier. Dans un contexte quotidien, l'OCAU est affecté par un policier qui l'injurie ou qui refuse une demande (de relocalisation par exemple). Cette mésentente est attribuée, selon les OCAU, à leur statut de civil jugé comme inférieur à celui de policier. Un OCAU ne peut donc ordonner quoi que ce soit à un policier : il l'informe, il lui transmet une requête. En cas de conflit, l'OCAU ou son chef d'équipe fait appel à un officier (sergent de route ou lieutenant) qui prend les décisions et ordonne tant aux policiers qu'aux OCAU.

Dans un contexte extraordinaire — au sens étymologique —, les OCAU rencontrés sont toujours blessés par une atteinte à la vie (fusillade) ou un décès d'un policier dont ils ont organisé l'intervention.

#### 8.1.3 La charge psychique du travail d'OCAU

Tel que vu à travers le cas de P15, les OCAU peuvent se sentir frustrés par leur travail. Cette frustration née d'un sentiment de ne pas être écouté par la hiérarchie concernant l'amélioration des procédures et du système de carte d'appel mais aussi d'une usure

face aux faits auxquels ils sont sans cesse confrontés et pour lesquels ils ne constatent pas d'amélioration.

#### 8.1.4 Les enseignements par rapport à la notion de charge mentale

La charge mentale, telle qu'elle vient d'être décrite, interroge les définitions faites jusqu'ici en ergonomie. À travers les OCAU et leur activité de travail, la charge ne peut se résumer à un degré de mobilisation du sujet de Leplat et Pailhous (1969), elle intègre également la charge émotionnelle comme Bakker (2005) la définit, la charge émotionnelle des OCAU est intimement liée à la charge mentale du fait des heurts dans le discours avec les citoyens et les policiers. Mais aussi, les situations où sont en jeu les vies des jeunes ou de personnes aux histoires proches de celles des OCAU qui répondent mettent en lumière l'empathie.

Sabo (Sabo, 2006) parle d'empathie des infirmières qui, auprès de patients en proie à des douleurs, des souffrances et des traumatismes, développent ce que l'auteur qualifie de fatigue d'empathie car les infirmières, face à ces cas montrent non seulement de la compassion mais s'impliquent davantage auprès des patients.

S'agissant des thérapeutes, Truax (1961) définit l'empathie comme étant :

« L'empathie implique plus que la simple capacité du thérapeute de sentir le "monde privé" du client comme s'il était le sien. Cela implique aussi bien plus que la capacité du thérapeute de savoir ce que le client veut dire. Une empathie implique la sensibilité aux sentiments actuels et l'aptitude verbale à communiquer cette compréhension dans une langue adaptée aux sentiments du client. »

L'empathie est une question de perception et d'interaction qui n'est pas un état d'être mais un outil de communication qui valide le monde du client (La Monica, 1981) :

« L'empathie signifie un centre d'intérêt et un sentiment avec et dans le monde du client. Il implique la perception précise du monde du client par l'aide, la communication de cette compréhension au client et la perception du client de la compréhension de l'aide. »

L'empathie est utilisée par les OCAU qui s'adaptent, tels des caméléons de la communication, au niveau de discours des appelants et des policiers. Ils parlent d'une voix douce pour calmer une personne, se montrent directifs en cas d'affolement, répètent leur compréhension aux interlocuteurs, soignent leur discours auprès de certains policiers identifiés.

La dimension psychique de la charge mentale est, chez les OCAU, cette part émotionnelle du travail qu'ils disent ne pas pouvoir partager en famille. Ils veulent protéger leurs proches et donc la charge émotionnelle vécue dans une journée n'est pas partagée. Certains disent qu'avec le temps, ils ne voient plus la société de la même manière, que les citoyens ne réalisent pas le niveau de violence et d'injustice qui les entoure. C'est d'ailleurs un problème dans la mesure où il n'existe pas d'espace de partage réel. Certains CAU ont un plan d'aide aux employés (PAE) mais la gestion des émotions n'est pas intégrée. Concernant les PAE, ceux qui s'en sont servi ont témoigné d'une difficulté de communications avec les aidants. Alors, ils apprécient pouvoir parler entre OCAU : « entre nous autres, on se comprend ». Certains OCAU se réfèrent au chef d'équipe, souvent plus expérimenté ou à un collègue avec lequel ils ont des accointances.

Aussi, au travers de l'étude des OCAU, la définition de la charge mentale que nous proposons est la suivante :

*La charge mentale, chez les OCAU, est le processus (schème ?) à travers lequel les travailleurs intègrent de façon synchrone ou asynchrone la densité mentale — tant au niveau de l'activité collective des OCAU que de la complexité du cas à traiter —, la charge émotionnelle — appréhendée comme la somme des émotions négatives et positives auxquelles il est soumis au travers de ses appels — et la charge psychique — résultant de son expérience avec la « partie sombre du monde » avec les appelants et à son rôle méconnu du public et de sa hiérarchie.*

## 8.2 Discussion des résultats de VRC au regard des modèles physiologiques

La théorie polyvagale de Porges (2007) met en avant le rôle de la communication sociale et des interactions positives entre personnes. Ainsi, les personnes résilientes vivent davantage d'émotions positives après avoir vécu des événements négatifs quoiqu'elles ne soient pas différentes dans l'intensité des émotions négatives vécues (Fredrickson et al., 2003 ; Tugade et al., 2004). Le *coping* (contrôle des émotions) pourrait être inutile chez les OCAU observés qui sont pour la grande majorité très expérimentés et sont dans un état de vigilance continu durant tout le quart de travail. Ceux qui n'ont pas pu s'adapter à ce travail ont démissionné, ce qui arrive généralement dès la première année. Chez les OCAU, les interactions sociales négatives sont, elles, les seules perçues au niveau de la VRC au sein du travail (SDANN) et s'opère un retrait de l'activité parasympathique durant tout le travail ( $HF_{u.n. \text{ quart}} < HF_{u.n. 24h}$ ) et une augmentation, quoique non significative, hors travail. Or, les évaluations subjectives concernant les émotions des OCAU (Toulouse et al., 2011) montrent qu'ils ressentent

des émotions positives et négatives modérées ( $< 4/10$ ) et aucune influence d'un événement à forte mobilisation (cognitive ou psychologique) n'a engendré de changement au niveau de la VRC : le cortisol pourrait connaître de plus grandes variations que la VRC. Ce phénomène est présent chez les personnes souffrant de syndrome métabolique : souvent caractérisé par des troubles modérés d'origine glucidique, lipidique ou vasculaire associés à une surcharge pondérale qui agissent en synergie et prédisposent à l'athérosclérose (Brunner et al., 2002). Sachant que l'IMC moyen des OCAU indique un surpoids (moyenne de  $25,8 \text{ kg.m}^2$ , écart-type de 5), il pourrait s'agir d'une explication plausible de nos résultats.

### 8.3 Limites de l'étude

Malgré les apports de cette thèse, certaines limites apparaissent : il n'est pas possible de détecter un stress d'anticipation (8.3.1), l'analyse est techniquement complexe et longue à réaliser (8.3.2), les facteurs d'exclusion sont nombreux pour la sélection des participants (8.3.3) et l'analyse de VRC ne peut être conduite dans certains milieux où la pollution atmosphérique est présente (8.3.4).

#### 8.3.1 L'étude de l'intervention ergonomique du travail ne permet pas d'identifier de stress d'anticipation

Lors de l'étude clinique, il apparaît que la condition de repos génère des résultats indiquant un stress d'anticipation : la fréquence cardiaque est plus haute que lors des charges cognitives, le SDNN plus bas, tout comme la puissance spectrale. Une limite de l'étude ergonomique de terrain est que, bien que le SDNN lors de la condition de

repos en posture assise indique un SDNN plus bas que lors du quart de travail, aucune validation statistique n'est réalisée.

### 8.3.2 L'étude de la VRC est techniquement complexe et longue à réaliser

Lors de l'étude ergonomique de terrain, la VRC est enregistrée au moyen d'un Holter puisqu'il s'agit, au moment de la réalisation des observations, de la seule technologie présente à même d'enregistrer les segments RR sur vingt-quatre heures. Cela requiert la pose de six électrodes sur le torse de chaque participant et il est ainsi nécessaire de le dénuder partiellement pour réaliser le placement. Cela demande des précautions dans le rapport que l'observateur a face au participant : un homme doit être rasé sur une surface de 16 cm<sup>2</sup> à l'emplacement correspondant à chaque électrode et à certains endroits le long des fils afin que ces derniers ne bougent pas ; une femme se retrouve en soutien-gorge devant des observateurs qu'elle rencontre pour la première fois et l'expérimentateur doit faire passer les fils autour des bretelles de soutien-gorge et les électrodes positionnées sur le bas du thorax se retrouvent sous la poitrine, juste au niveau des baleines de soutien-gorge. Cela limite pour un expérimentateur masculin les possibilités d'interaction avec les volontaires féminines. La majorité des volontaires exprime des craintes sur la tenue du dispositif d'enregistrement et sa fragilité supposée afin de réaliser les mouvements habituels nécessaires au travail.

Lors des observations, le boîtier d'enregistrement est fixé à la ceinture du pantalon, sur le côté ou aux trois quarts arrière afin de permettre une flexion avant du tronc chez les volontaires. Cependant, les OCAU, en se levant de leur chaise, accrochent le Holter sur les accoudoirs et celui-ci se retrouve pendu dans les airs un bref instant, accroché par les fils au participant. Certains OCAU ont donc tendance à modifier leur accoudoir ou

leur façon de bouger et les observateurs doivent régulièrement surveiller que le système fonctionne bien et est bien accroché. Aussi, lorsque les OCAU vont aux toilettes, ils se sentent incommodés par le port de l'équipement : il faut décrocher le boîtier d'enregistrement avant de s'asseoir et le raccrocher par la suite. Ceci implique également que le boîtier peut être manipulé avec des mains souillées.

Le Holter restant vingt-quatre heures sur chaque participant, il est nécessaire pour ce dernier de ne pas se doucher : il doit donc se laver au moyen d'un gant de toilette tout en gardant d'une main le Holter. L'ensemble des participants témoignent de cette difficulté même s'ils disent, par ailleurs, que c'est acceptable pour une nuit. Dans le reste de la partie hors travail, il est demandé de ne pratiquer aucune activité sportive, ce qui modifie le comportement normal des volontaires.

Sur le plan de la récolte et de l'analyse des données des quinze OCAU observés, le travail prend un mois pour sortir les données et nécessite l'utilisation du logiciel Kubios, trop complexe à utiliser pour un ergonome. Puis, les données doivent être synchronisées dans Observer XT : la vidéo, les données de VRC, les appels, les évaluations subjectives. Cela prend un autre mois. Le codage de l'activité et de la caractérisation des appels prend six mois supplémentaires à deux personnes.

Ainsi, il nous aura fallu presque un an avant de faire un bilan complet auprès des partenaires dans les CAU participants. L'analyse de la VRC ne peut donc s'inscrire pour l'instant dans la pratique de l'ergonome praticien.

### 8.3.3 L'analyse de la VRC nécessite de multiples facteurs d'exclusion pour la sélection des volontaires

L'ensemble des volontaires acceptés dans l'étude ergonomique de terrain n'est constitué que de personnes sans aucune pathologie cardio-respiratoire, ce qui diminuerait l'activité parasympathique et donc les HF. Les volontaires ne doivent pas non plus être diabétiques car cela diminue également l'activité parasympathique et modifie le rythme respiratoire. Enfin, ils ne doivent pas être atteints de défaillance rénale, ce qui réduit le spectre total de la VRC. Il n'est donc pas possible de connaître dans notre étude comment le stress vécu les impacte au travail.

### 8.3.4 L'analyse de la VRC n'est utilisable que dans un nombre restreint de milieux de travail

Ensuite, la pollution génère des matières particulaires qui modifient les indices temporels et spectraux de la VRC. C'est pourquoi il n'est pas possible d'utiliser la VRC dans des milieux pollués tels que les industries lourdes de transformation ou encore d'étudier des situations de travail comme l'extinction de feux dans des bâtiments par des pompiers. Plus généralement, il faut prendre soin de contrôler la pollution atmosphérique à l'échelle d'une ville ou d'une région, empêchant toute analyse lors des pics de pollution ou dans des métropoles comme c'est fréquemment le cas en Chine.

## 8.4 Apports de l'étude

L'adjonction de l'analyse de la VRC durant l'étude ergonomique du travail a trois apports majeurs : la mise en lumière de l'aspect émotionnel du stress au travail (8.4.1) et de l'état réel de stress vécu au travail (8.4.2) ; il se révèle également un allié pour le dialogue avec les décideurs (8.4.3).

### 8.4.1 La VRC met en lumière l'importance de l'aspect émotionnel du stress au travail

Alors que la part cognitive du stress est anticipée avant l'étude clinique, cette dernière et l'étude ergonomique de terrain montrent qu'il n'y a aucun lien avec la charge dans ses dimensions de flux d'information et de complexité du cas à résoudre. Au contraire, la VRC — en l'espèce le pNN50 — est un indicateur de l'émotion vécue par le travailleur et plus précisément de l'émotion négative. Mieux encore, grâce à l'analyse de la VRC avant l'entrevue d'autoconfrontation, il est possible de mettre le doigt sur des périodes du travail psychologiquement difficiles alors même que l'OCAU ne le note pas dans ses évaluations subjectives répétées.

### 8.4.2 La VRC permet d'identifier le stress réel au travail des OCAU

Les analyses de la VRC montrent une activité parasympathique (HF) plus faible et une activation sympathique plus grande durant le travail par rapport aux valeurs hors travail. Le SDANN mesuré sur le quart de travail est trois fois inférieur à celui mesuré sur vingt-quatre heures, fenêtre temporelle généralement adoptée pour l'étude de la VRC (Perini and Veicsteinas, 2003; Stein et al., 1994). Les résultats au niveau du

SDANN sur 24 heures chez les OCAU montrent également des résultats proches de personnes ayant eu un infarctus du myocarde.

#### 8.4.3 La VRC, un outil de dialogue avec les décideurs

De par ses liens avec les maladies cardiovasculaires, les gestionnaires des CAU participants se sont montrés très réceptifs aux résultats de l'étude plus large dans laquelle notre étude se situe. En intervention ergonomique, il arrive fréquemment que des gestionnaires remettent en question le bien-fondé des évaluations subjectives, arguant que les personnes étudiées ont déclaré des ressentis non conformes à la réalité de leur situation ou que les situations observées ne représentent pas la réalité du travail (Duhalde, 2004). Dans l'étude des cinq CAU de l'étude, les partenaires se montrent conscients du niveau de stress subi par les OCAU. Aucune remise en cause n'est faite sur les résultats. Peut-être également que le fait d'agir au nom de l'Institut de Recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST) joue une part importante dans ce processus. Consécutivement à notre étude, les responsables de CAU décident de mettre en place des procédures de soutien des OCAU qui vivent des événements difficiles et de redéfinir le rôle de chef d'équipe en lui intégrant une fonction de référent lors d'un accroc avec des citoyens ou des policiers (Toulouse et al., 2011).

#### 8.5 Perspectives de recherche

Cette thèse permet de définir trois perspectives de recherche présentées ci-dessous.

### 8.5.1 Étudier le stress d'anticipation

Faisant écho à une des limites de cette étude (8.3.1), les résultats de la thèse n'ont pu identifier statistiquement un stress d'anticipation en milieu de travail quoiqu'une VRC plus basse est observée durant le repos. Or, juste avant de réaliser un oral devant des inconnus (trier social stress test ; TSST), le cortisol salivaire subit un important changement avant le stress (Juster et al., 2012). C'est pourquoi il serait bon de mener une recherche pour déterminer la réelle présence d'une réactivité de la VRC par anticipation. Pour cela, une cohorte d'étudiants pourrait être utilisée avant une présentation orale d'examen. Ils seraient munis de montres de ceintures Polar pour relever la VRC. Cette étude devrait se faire sur plusieurs jours car le point clef à gérer est d'avoir une valeur de repos de référence. Ce qui pourrait être fait dans ce sens est de leur faire essayer une montre Polar dès la première séance de cours et de leur demander de rester assis quinze minutes sans bouger. Étant donné que ce serait la première fois qu'ils mettraient cet équipement, la séance ne peut être prise comme valeur de repos. Puis, quinze jours plus tard, cette mesure pourrait être répétée deux fois à deux semaines d'intervalles, le tout étant que les étudiants sont davantage mentalement préoccupés dès la moitié du trimestre avec les rapports de cours, les mesures de calibration doivent absolument se terminer avant. Enfin, lors de l'évaluation orale en fin de trimestre, les étudiants pourraient être équipés deux heures avant l'évaluation et rester assis durant la dernière heure. L'analyse de la VRC pourrait être faite par tranches de cinq minutes durant cette heure-là et continuer jusqu'à une heure après la fin du test — en posture assise — afin d'observer d'éventuelle période de récupération au niveau de la VRC.

### 8.5.2 Rendre la VRC utilisable par les ergonomes

Cette thèse montre l'intérêt de l'étude de la VRC comme marqueur du stress d'origine psychologique. Cependant, les moyens techniques mis en œuvre sont trop longs et complexes pour être mis en place dans une intervention d'ergonome. Il serait intéressant de s'associer avec un ingénieur en informatique pour mettre en place un programme qui permettrait d'automatiser les calculs à partir de données issues des montres Polar, peu encombrantes et fiables (Gamelin et al., 2006 ; Vanderlei et al., 2008).

### 8.5.3 Évaluer les conséquences sur le stress d'une intervention en milieu de travail

Dans le cadre d'intervention en amélioration des conditions de travail agissant au niveau organisationnel ou s'intéressant à la santé psychologique des travailleurs, il serait opportun de réaliser des mesures répétées de VRC pour valider que les changements mis en place contribuent réellement à l'amélioration de la santé psychologique desdits travailleurs en évaluant le SDANN sur 24 heures et sur le quart de travail. Une première série de mesures devrait avoir lieu lors des observations systématiques, 1 mois et minimalement aussi 6 mois après les changements effectués afin de valider que les changements sont pérennes. Les changements organisationnels de l'entreprise considérée devraient être contrôlés afin qu'un biais ne soit pas généré.

## CONCLUSION

La question de recherche de cette thèse est de savoir comment la VRC peut être utilisée pour évaluer le stress professionnel et permettre le changement dans une intervention ergonomique. Cette étude montre que la variation de la respiration peut augmenter la VRC, mais seulement lorsque le rythme respiratoire est au-delà des 17 respirations par minute, ce qui est important à considérer pour être compatible avec une utilisation en milieu de travail. Aussi, la thèse montre que la VRC ne varie pas avec la charge cognitive que cela soit lors de l'étude clinique ou lors de l'étude ergonomique de terrain. Au contraire, tout l'intérêt de cette thèse est de montrer que la composante psychologique du travail est importante, diminuant la VRC (pNN50) avec l'augmentation de l'émotion négative. L'étude sur le quart de travail plutôt que sur vingt-quatre heures, comme généralement réalisée, souligne son fort impact sur la VRC avec un SDANN très bas, comparable aux personnes ayant eu un infarctus du myocarde. Couplée à l'analyse ergonomique et aux évaluations subjectives tout au long du travail, la VRC enrichit les autocronfrontations dans sa capacité à identifier des éléments que les OCAU ne sont pas en mesure de noter correctement lors du travail et permet un enrichissement des autocofrontations menées et une objectivation des évaluations subjectives, facilitant la démonstration d'un enjeu de santé psychologique dans le milieu des CAU.



## APPENDICES

APPENDICE	
A ÉTUDE CLINIQUE.....	265
A.1 Acceptation éthique du protocole de recherche (28 mars 2006).....	265
A.2 Questionnaire de préliminaire.....	268
A.3 Échelle de Borg utilisée dans l'évaluation des difficultés respiratoires et de l'exercice (Borg, 1998) .....	270
APPENDICE B	
ÉTUDE ERGONOMIQUE .....	271
B.1 Acceptation éthique du protocole de recherche (28 juin 2007) .....	271
B.2 Affiche d'information du projet.....	274
B.3 Pamphlet de recrutement .....	276
B.4 Questionnaire de recrutement téléphonique .....	278
B.5 Questionnaire de santé .....	281
B.6 Liste de vérification pour l'application du protocole de collecte de données.....	291
B.7 Formulaire d'évaluation subjective.....	297
B.8 Résultats de l'analyse ergonomique : définition du cœur de métier des OCAU....	299
B.8.1 Être OCAU : quelle(s) formation(s) ?.....	299
B.8.2 Statuts.....	300
B.8.3 Les tâches et rôles .....	301
B.8.4 Pluralité des centres et des organisations humaines.....	302
B.8.5 Des analystes et gestionnaires de l'urgence, de la détresse et des moyens de secours.....	305
B.9 Résultats de l'analyse ergonomique : générateurs de charge cognitive et psychologique du travail d'OCAU .....	309
B.9.1 Sources de charge cognitive .....	309
B.9.2 Sources de charge psychologique.....	317

B.10	Résultats de l'analyse ergonomique : stratégies des OCAU et leurs limites dans la gestion des sources de charge cognitive et psychologique.....	326
B.10.1	Stratégies de gestion des sources de charge cognitive et leurs limites .....	326
B.10.2	Stratégies de gestion des sources de charge psychologique et leurs limites ..	339

## APPENDICE A

### ÉTUDE CLINIQUE

A.1      Acceptation éthique du protocole de recherche (28 mars 2006)



Montréal, le 28 mars 2006

Monsieur Alain Steve Comtois  
Professeur  
Département de kinanthropologie

Objet : *Projet de recherche intitulé : «L'impact d'une contrainte d'ordre cognitif et de la pression artérielle de CO<sub>2</sub> (dioxyde de carbone) atmosphérique sur la variabilité du rythme cardiaque».*

Cher monsieur,

Suite au complément d'information reçu et aux recommandations émises par le Comité, il m'est agréable de vous confirmer l'acceptation de votre protocole de recherche au plan éthique. Vous trouverez ci-joint le certificat de conformité à l'éthique émis par le Comité et valide pour la durée du projet.

Pour terminer, je vous rappelle qu'il est de votre responsabilité d'informer le Comité des changements majeurs qui pourraient être apportés à votre projet concernant la participation des sujets. Notez également qu'il reste encore quelques fautes de frappe à corriger dans votre formulaire de consentement.

Le Comité vous remercie d'avoir porté votre demande d'approbation à son attention et vous souhaite le plus grand succès dans la poursuite de vos travaux.

  
Marc Bélanger, Ph.D.  
Professeur  
Vice-Président

UQAM

No. 051287

### Conformité à l'éthique en matière de recherche impliquant la participation de sujets humains

Le Comité d'éthique de la recherche avec des êtres humains de l'UQAM a examiné le protocole de recherche suivant :

Responsable(s) du projet : Alain Steve Comtois

Département ou École : Kinanthropologie

Titre du projet : «*L'impact d'une contrainte d'ordre cognitif et de la pression artérielle de CO<sub>2</sub> (dioxyde de carbone) atmosphérique sur la variabilité du rythme cardiaque*»

Étudiant(s) réalisant leurs projets de mémoire ou de thèse dans le cadre du présent projet ou programme :

*Denis Duhalde, Étudiant au doctorat en biologie (ergonomie)*

Ce protocole de recherche est jugé conforme aux pratiques habituelles et répond aux normes établies par le «*Cadre normatif pour l'éthique de la recherche avec des êtres humains de l'UQAM*».

Le projet est jugé recevable au plan de l'éthique de la recherche avec des êtres humains.

#### Membres du Comité

Marc Bélanger, Professeur, Département de kinanthropologie  
 Henriette Bilodeau, Professeure, Département Organisation et ressources humaines  
 René Binette, Directeur, Écomusée du fier monde, Représentant de la collectivité  
 Shahira Fawzi, Enseignante retraitée de la CSDM, Représentante de la collectivité  
 Joseph Josy Lévy, Professeur, Département de sexologie et Institut Santé et Société  
 Francine M. Mayer, Professeure, Département des sciences biologiques  
 Christian Saint-Germain, Professeur, Département de philosophie  
 Jocelyne Thériault, Professeure, Département de sexologie

28 mars 2006

Date

  
 Marc Bélanger  
 Vice-président du Comité

UQÀM

## A.2 Questionnaire de préliminaire

Identification sujet :

Nom :		Identification codée du sujet :				
Prénom :		Tableau de l'ordre de passation des sujets :				
Date de Naissance :		S/ Air	Air libre	Air médical	Air avec CO <sub>2</sub> (1%)	Air avec CO <sub>2</sub> (5%)
Nationalité :						
Poids (Kg) :		S1, S5, S9, S13	1 <sup>er</sup>	2 <sup>ème</sup>	3 <sup>ème</sup>	4 <sup>ème</sup>
Taille (m) :		S2, S6, S10, S14	4 <sup>ème</sup>	1 <sup>er</sup>	2 <sup>ème</sup>	3 <sup>ème</sup>
Adresse :		S3, S7, S11, S15	3 <sup>ème</sup>	4 <sup>ème</sup>	1 <sup>er</sup>	2 <sup>ème</sup>
Téléphone :		S4, S8, S12, S16	2 <sup>ème</sup>	3 <sup>ème</sup>	4 <sup>ème</sup>	1 <sup>er</sup>
Email :						
Parcours universitaire :	— — — — —					
Parcours professionnel :	— — — — —					
Si vous travaillez en ce moment, comment vous sentez-vous au travail ?						

Identification sujet :

### Questionnaire

En général, combien d'heures dormez-vous la nuit ?
A quelle heure vous êtes-vous couché(e) hier soir ?
A quelle heure vous êtes-vous endormi(e) hier soir ?
Avez-vous bien dormi ?
A quelle heure vous êtes-vous réveillé(e) ce matin ?
Qu'avez-vous mangé et bu ce matin ? - - - -
Fumez-vous régulièrement, de temps en temps, jamais ? (entourez la bonne réponse, et précisez la fréquence)  Si oui, combien de cigarettes ?
Consommez-vous régulièrement, de temps en temps, jamais des stupéfiants (marijuana, ecstasy, opium, ashish, crack, héroïne, cocaïne) ? (entourez la bonne réponse, et précisez la fréquence)  Si oui, en avez-vous pris dans les dernières 48heures ?  Si oui, en avez-vous pris dans les dernières 24 heures ?
Avez-vous des problèmes de vue ?  Si oui, précisez le(s)quel(s)
Avez-vous des problèmes de distinction des couleurs ?  Si oui, quelles couleurs confondez-vous entre elles ?

A.3 Échelle de Borg utilisée dans l'évaluation des difficultés respiratoires et de l'exercice (Borg, 1998)

<b>Echelle de Borg</b>	
<b>6</b>	<b>Effort nul</b>
<b>7</b>	
<b>8</b>	<b>Extrêmement facile</b>
<b>9</b>	
<b>9</b>	<b>Très facile</b>
<b>10</b>	
<b>11</b>	<b>Facile</b>
<b>12</b>	
<b>13</b>	<b>Assez dur</b>
<b>14</b>	
<b>15</b>	<b>Dur</b>
<b>16</b>	
<b>17</b>	<b>Très dur</b>
<b>18</b>	
<b>19</b>	<b>Extrêmement dur</b>
<b>20</b>	<b>Effort maximal</b>

© Gunnar Borg 1985

## APPENDICE B

### ÉTUDE ERGONOMIQUE

B.1 Acceptation éthique du protocole de recherche (28 juin 2007)

**UQAM** Comité institutionnel d'éthique  
de la recherche avec des êtres humains

Montréal, le 28 juin 2017

Monsieur Alain Steve Comtois  
Professeur  
Département de kinanthropologie

Objet : *Projet de recherche intitulé : «Projet d'intervention pour réduire les troubles musculo-squelettiques et de santé psychologique dans les centres d'urgence 9-1-1 », financé par l'IRSST.*

Cher monsieur,

Suite au complément d'information reçu et aux recommandations émises par le Comité, il m'est agréable de vous confirmer l'acceptation de votre protocole de recherche au plan éthique. Vous trouverez ci-joint le certificat de conformité à l'éthique émis par le Comité et valide pour la durée du projet.

Je vous rappelle qu'il est de votre responsabilité d'informer le Comité des modifications majeures qui seront apportées à votre projet, en cours de réalisation, et qui ont trait à la participation des sujets humains.

Le Comité vous remercie d'avoir porté votre demande d'approbation à son attention et vous souhaite le plus grand succès dans la poursuite de vos travaux.



Joseph Josy Levy, Ph.D.  
Professeur  
Président

No. 071530

Conformité à l'éthique en matière de recherche impliquant la participation de sujets humains

Le Comité d'éthique de la recherche avec des êtres humains de l'UQAM a examiné le protocole de recherche suivant :

Responsable(s) du projet : Alain-Steve Comtois

Département ou École : Kinanthropologie

Titre du projet : «*Projet d'intervention pour réduire les troubles musculo-squelettiques et de santé psychologique dans les centres d'urgence 9-1-1*»

**Étudiant (s) réalisant leurs projets de mémoire ou de thèse dans le cadre du présent projet ou programme :**

*Denis Duhalde étudiant au doctorat en biologie*

Ce protocole de recherche est jugé conforme aux pratiques habituelles et répond aux normes établies par le «*Cadre normatif pour l'éthique de la recherche avec des êtres humains de l'UQAM*».

Le projet est jugé recevable au plan de l'éthique de la recherche avec des êtres humains

Le présent certificat est valide pour la durée du projet.

#### Membres du Comité

Marc Bélanger, Directeur, Département de kinanthropologie

Henriette Bilodeau, Professeure, Département Organisation et ressources humaines

René Binette, Directeur, Ecomusée du tiers monde, Représentant de la collectivité

Shahira Fawzi, Enseignante retraitée de la CSDM, Représentante de la collectivité

Joseph Josy Lévy, Professeur, Département de sexologie et Institut Santé et Société

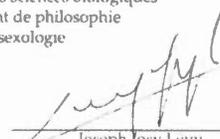
Francine M. Mayer, Professeure, Département des sciences biologiques

Christian Saint-Germain, Professeur, Département de philosophie

Jocelyne Thériault, Professeure, Département de sexologie

28 juin 2007

Date



Joseph Josy Lévy  
Président du Comité

274

B.2 Affiche d'information du projet

2008-2009  
dans vos centres  
la bouge

Responsable du projet

Georges Toufouse  
IRST  
105, de Maisonneuve Ouest  
Montréal, QC H3A 3C2  
Téléphone: (514) 288-1551 poste 229  
Télécopieur:  
Télécommunications: (514)  
Site Web: www.irst.qc.ca



Projet d'intervention



Ce projet a une histoire

Les troubles musculo-squelettiques et de santé psychologique sont présents chez les employés des centres d'urgence d'urgence 9-1-1 de Québec. La présence de ces maux a été mise en évidence par une étude menée par des scientifiques de l'Institut de recherche Éric Saubert en santé et sécurité du travail (IRST) et l'Université Laval suite à une demande de l'Association québécoise des ambulanciers (AQSA) et de l'Association québécoise des ambulanciers (AQSA) et de l'Association québécoise des ambulanciers (AQSA).

En effet, au moment de l'étude, 90% des préposés des centres d'urgence 9-1-1 déclaraient avoir ressenti des douleurs musculaires assez faibles à importantes à au moins une région de leur corps au cours de l'année précédente. De plus, la moitié du personnel de ces centres présentait un niveau de détresse psychologique élevé.

Pour répondre à cette situation, le présent projet de recherche a été mis en place en collaboration avec un comité de suivi composé de représentants de l'APSAM et ses représentants, l'Association québécoise des ambulanciers (AQSA) et les centres d'urgence 9-1-1.

Le projet de recherche est supervisé par l'IRST.

**JE DÉSIRES SAVOIR PLUS**  
C'est très simple, vous pouvez communiquer avec vos représentants locaux au comité de suivi. Sinon, contactez Mme Julie Lévesque :  
jullev@irst.qc.ca  
Ou par téléphone au (514) 288-1551 poste 229

De l'analyse à l'amélioration

PHASE 1

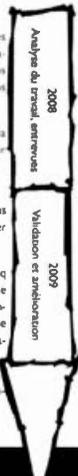
Nous allons d'abord nous rendre dans les cinq centres pour étudier le travail des préposés aux télécommunications et mesurer leur charge physique et mentale. Nous étudierons également le traitement des communications et réaliserons des entrevues de groupes.

Sur cinq centres, la quantité d'informations recueillie va être importante, c'est pourquoi leur analyse va s'étaler sur une année.

PHASE 2

Une fois, les données traitées, nous présenterons et nous discuterons des résultats au comité de suivi pour élaborer des plans d'action.

Puis, les résultats seront présentés dans chacun des cinq centres. C'est alors qu'avec les représentants du comité de suivi sera créé un groupe de travail dans chaque centre. Ce groupe de travail aura pour mission de réfléchir, de proposer des solutions, il aidera également à l'implantation des solutions retenues. Le groupe de travail comprendra des préposés, du personnel de direction et technique. Il devra travailler en consultation avec l'ensemble du personnel.



**1 association** APSAM  
Charles Plante

**5 centres**  
9-1-1

**7 chercheurs**

<p><b>UQAM</b> Alain-Steve Cormiois Denis Duhaide</p> <p><b>UQAM</b> Université de Québec à Montréal</p>	<p><b>IRST</b> Alain Deltelle Laurent Gratton</p> <p><b>irst</b></p>	<p><b>Université Laval</b> Louise St-Arnaud Marie-Eve Pellerin</p> <p><b>UNIVERSITÉ LAVAL</b></p>
--	--	---

**Voici le comité de suivi**



## DE LA RECHERCHE À L'AMÉLIORATION

Le projet vise à décrire le travail, identifier et réduire les risques de troubles musculo-squelettiques et de santé psychologique et comprendre le travail de préposé des centres d'urgence 911 pour améliorer les conditions de travail. Pour cela nous avons besoin de vous lors des deux phases de la recherche. Pour cette première phase, nous avons besoin de répondants volontaires acceptant d'être suivis durant un quart de travail.

### UNE PARTICIPATION ENCADRÉE

Nous aurons besoin de vous observer pendant un quart de travail. Pour cela, nous viendrons la veille, en fin de quart, vous rencontrer; nous présenter et vous faire remplir un premier questionnaire.

Au début de la journée d'observation, 30 minutes avant votre prise de quart habituelle, nous vous ferons signer le formulaire de consentement et vous équipons de capteurs (électromyographie et électrocardiogramme).

Pendant votre travail, vous devrez remplir de courts questionnaires à intervalles réguliers. L'activité de travail sera enregistrée : écoute et analyse des communications et enregistrement vidéo. Tout sera mis en oeuvre pour vous laisser travailler le plus naturellement possible.

À la fin du quart de travail, nous vous laisserons le Holter (fréquence cardiaque) jusqu'au lendemain matin et vous enlèverons les électrodes de l'électrocardiogramme.

Le lendemain matin, nous vous rencontrerons lors d'une entrevue de 3h environ. Cette entrevue vous permettra de nous expliquer ce qui s'est passé la veille sur la base des données recueillies. Cette entrevue est importante, car elle nous permettra de mieux comprendre les problèmes rencontrés, leurs origines et les façons dont vous pouvez ou non les éviter ou les contrôler.



### CONDITIONS DE PARTICIPATION

Tous les préposés aux télécommunications du centre d'urgence 9-1-1, à l'exception des personnes qui souffriraient d'affection cardiaque (exemple : port d'un pacemaker) ou respiratoire.

Les chercheurs, selon les dates possibles de prises de données et des besoins du service, se réservent le droit de choisir les préposés volontaires de façon à pouvoir suivre des hommes et des femmes plus ou moins anciens dans le service et opérant dans les quarts de jour, de soir et de nuit.

**La participation est libre et il est possible d'y mettre fin à n'importe quel moment.**



### CONFIDENTIALITÉ DES DONNÉES

Les données relevées sur chaque préposé seront conservées par les chercheurs à l'exception des communications qui resteront dans chacun des centres.

À sa demande, le préposé participant pourra avoir accès à ses propres données.

Les résultats de l'étude seront présentés de façon anonyme aux comités de suivi du projet. Il en sera de même pour toutes activités de communication, pour la rédaction du rapport ou d'articles scientifiques.

### J'ÉDÉSIRE PARTICIPER... EN SAVOIR PLUS

C'est très simple, vous pouvez communiquer avec un de vos représentants locaux au comité de suivi. Sinon, contactez Mme Julie Lévesque:

Julie@travaux.ca

Ou par téléphone au (514) 388-1551 poste 239

Au nom de l'AFSSAM et de toute équipe de recherche, nous vous disons un grand merci!

Note : Ce projet a été approuvé par les comités d'éthique de l'Université du Québec à Montréal et de l'Université de Laval.

## B.4 Questionnaire de recrutement téléphonique

### RECRUTEMENT DES SUJETS : QUESTIONNAIRE TÉLÉPHONIQUE

Nom de la personne :	
Numéro de la personne	
Date de l'entretien téléphonique :	
Date de l'expérimentation :	
Centre :	

Dans le cadre de cette étude, nous devons mesurer certains paramètres physiologiques afin d'obtenir des résultats qui permettront de mieux décrire vos contraintes rencontrées en milieu de travail. Il est important de vous mentionner que ce type de collecte de données peut être faussé par certains critères de santé. Pour cela, nous avons besoin de vous posez quelques questions sur votre santé et sur vos caractéristiques personnelles puisque ces renseignements pourraient nuire à la validité de nos résultats. Veuillez-vous assurer que ces renseignements demeurent confidentiels et dans aucun cas votre employeur sera informé de ces renseignements.

#### Critères d'inclusion

Volontaire/Participatif		Oui	Non
1.	Personne volontaire		

Population des 2 sexes		Homme	Femme
2.	Identité du sexe		

Population avec peu et beaucoup d'expérience		Années d'anciennetés	Nouveau	Ancien
3.	Niveau d'expérience			

Auto-évaluation de l'expérience de travail du préposé		Nouveau	Ancien
4.	Niveau d'expérience (auto-évaluation)		

## Critères d'exclusion

Numéro de la question	Question	Oui	Non
1.	Votre médecin vous a-t-il déjà dit que vous souffriez d'un problème cardiaque et que vous ne deviez participer qu'aux activités physiques prescrites et approuvées par un médecin?		
2.	Ressentez-vous une douleur à la poitrine lorsque vous faites de l'activité physique?		
3.	Au cours du dernier mois, avez-vous ressenti des douleurs à la poitrine lors des périodes autres que celles où vous participiez à une activité physique?		
4.	Portez-vous un pacemaker?		
5	Avez-vous déjà eu un accident vasculaire cérébral (AVC)?		
6.A	Des médicaments vous sont-ils actuellement prescrits pour contrôler votre tension artérielle, votre anxiété, un problème cardiaque ou respiratoire?		
6.B	Si oui, quels médicaments prenez-vous?		
7.	Éprouvez-vous des problèmes d'équilibre reliés à un étourdissement ou vous arrive-t-il de perdre connaissance?		
8.	Avez-vous des troubles neurologiques?		
9.	Avez vous une maladie(s) systémique(s) ou dégénérative(s) connue(s) (exemples : diabète, arthrite, rhumatisme, sida, cancer, sclérose en plaque)?		
10.	Avez vous une maladie(s) musculo-squelettique(s), une scoliose, une inflammation(s) ou une malformation(s) congénitale(s) apparente(s) connue(s)?		
11.	Avez-vous des problèmes osseux ou articulaires?		
12.	Avez vous déjà eu une opération(s) aux os et/ou aux muscles		

	(dos, cou et membres supérieurs)?		
13.	Souffrez-vous d'allergies cutanées?		
14.	Êtes-vous allergique à l'alcool et/ou au cuivre?		

Si vous avez répondu OUI à une de ces questions, vous n'avez pas l'ensemble des critères pour participer à cette étude puisque cela pourrait nuire à la fiabilité des résultats.

Si vous avez répondu NON à toutes ces questions, vous avez l'ensemble des critères pour participer à cette étude.

B.5 Questionnaire de santé

**QUESTIONNAIRE OPÉRATEUR – ÉTAT DE SANTÉ**

**Code opérateur :** | | |

**Date d'administration du questionnaire :** | | | | | | | | | | | |  
Année Mois Jour

**A. DONNÉES SOCIODÉMOGRAPHIQUES**

1. Vous êtes de **sexe** : 1.  Masculin 2.  Féminin
2. Quelle est votre **date de naissance** ?          
Année Mois Jour
3. Quel est votre **poids** :     Kg     L.
4. Quelle est votre **taille** :     cm   pied    pouces
5. Quelle est votre **main dominante** ? 1.  Gauche 2.  Droite
6. Quelle est la **distance entre vos deux épaules** ?    cm (mesure prise par les chercheurs)
7. Quel est votre **plus haut niveau de scolarité complété** ?
  1.  Primaire
  2.  Secondaire
  3.  Collégial
  4.  Universitaire : premier cycle (certificat ou baccalauréat)
  5.  Universitaire : deuxième et troisième cycle (certificat, maîtrise ou doctorat)
  6.  Autre *Spécifier* : \_\_\_\_\_
8. Présentement, avez vous un **statut d'employé permanent** ?
  1.  Oui
  2.  Non

Si **non**, quel est votre statut : \_\_\_\_\_
9. **Combien d'années d'expérience** avez-vous comme préposé aux appels d'urgence ?
 

<input type="text"/>	<input type="text"/>
Années	Mois

10. **Combien d'années d'expérience** avez-vous dans le centre d'appels d'urgence pour lequel vous travaillez présentement ?

|\_|\_| |\_|\_|  
Années Mois

11. **En moyenne**, combien d'heures travaillez-vous par semaine?

|\_|\_|  
Heures

12. Quelle est la **durée** de votre quart de travail ?

Quart de jour : |\_|\_|\_|\_ heures

Quart de soir : |\_|\_|\_|\_ heures

Quart de nuit : |\_|\_|\_|\_ heures

13. Durant les fins de semaine (samedi, dimanche), en moyenne **quelle est la durée de votre quart de travail** ?

Quart de jour : |\_|\_|\_|\_ heures

Quart de soir : |\_|\_|\_|\_ heures

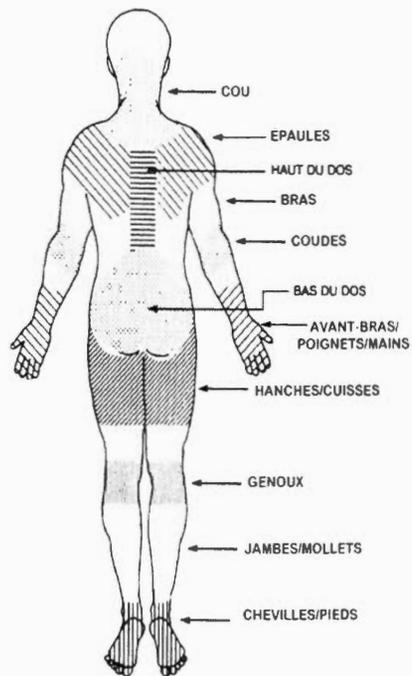
Quart de nuit : |\_|\_|\_|\_ heures

14. Quel est votre **cycle d'alternance jour, soir, nuit, repos** :

|\_|\_| |\_|\_| |\_|\_| |\_|\_| |\_|\_| |\_|\_| |\_|\_| |\_|\_| |\_|\_|  
\_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_

**B1- Troubles musculo-squelettiques**

Les questions suivantes concernent **UNIQUEMENT** les problèmes des muscles, des tendons, des os ou des articulations, qu'ils soient reliés au travail ou non. Pour vous aider à répondre à ces questions, consultez le schéma ci-dessous.

**SCHÉMA DES PARTIES DU CORPS**

**Au cours des 12 derniers mois, avez-vous ressenti des douleurs importantes à l'une ou l'autre des parties du corps suivantes au point où cela a dérangé vos activités ? Pour chacune des parties du corps illustrées sur le schéma de la page précédente, encerclez la réponse correspondant à votre situation actuelle.**

	JAMAIS	DE TEMPS EN TEMPS	ASSEZ SOUVENT	TOUT LE TEMPS
Cou	1	2	3	4
Épaules	1	2	3	4
Bras	1	2	3	4
Coudes	1	2	3	4
Avant-bras	1	2	3	4
Poignets	1	2	3	4
Mains	1	2	3	4
Haut du dos	1	2	3	4
Bas du dos	1	2	3	4
Hanches ou cuisses	1	2	3	4
Genoux	1	2	3	4
Jambes, mollets	1	2	3	4
Chevilles	1	2	3	4
Pieds	1	2	3	4

**Parmi ces douleurs, laquelle vous a le plus dérangé dans vos activités ?**

Rép. : \_\_\_\_\_

**Avez-vous consulté un spécialiste de la santé** pour cette douleur (médecin, physiothérapeute, ostéopathe, masseur, etc.)

1.  Oui      2.  Non

**Avez-vous dû vous absentez de votre travail en raison de cette douleur ?**

1.  Oui      2.  Non

**Si oui** : combien de temps, au total, avez-vous dû vous absenter du travail à cause de cette douleur ?

**mois      semaines      jours**

Croyez-vous que cette douleur soit **reliée à votre travail** ?

- Oui, reliée entièrement au travail ..... 1  
 Oui, reliée en partie au travail ..... 2  
 Non reliée au travail ..... 3  
 Je ne sais pas si elle est reliée à mon travail ..... 4

**Au cours des 7 derniers jours, avez-vous ressenti des douleurs importantes à l'une ou l'autre des parties du corps suivantes au point où cela a dérangé vos activités ? Pour chacune des parties du corps illustrées sur le schéma de la page précédente, encerclez la réponse correspondant à votre situation actuelle.**

	JAMAIS	DE TEMPS EN TEMPS	ASSEZ SOUVENT	TOUT LE TEMPS
Cou	1	2	3	4
Épaules	1	2	3	4
Bras	1	2	3	4
Coudes	1	2	3	4
Avant-bras	1	2	3	4
Poignets	1	2	3	4
Mains	1	2	3	4
Haut du dos	1	2	3	4
Bas du dos	1	2	3	4
Hanches ou cuisses	1	2	3	4
Genoux	1	2	3	4
Jambes, mollets	1	2	3	4
Chevilles	1	2	3	4
Pieds	1	2	3	4

**B2- Stress**

Au cours des 12 derniers mois, avez-vous **été confronté à des situations très stressantes** au cours de votre travail ?

1.  Oui      2.  Non

Avez-vous été obligé de vous **absenter en raison du stress subi dans votre travail** ?

1.  Oui      2.  Non

**Si oui** : combien de temps, au total, avez-vous dû vous absenter du travail à cause de cette douleur ?

**mois      semaines      jours**

Avez-vous consulté un **spécialiste en raison du stress subi dans votre travail** ?

1.  Oui      2.  Non

Au cours des 7 derniers jours, indiquez l'**intensité de stress la plus élevée ressentie** :

nulle

faible

modérée

élevée

extrêmement élevée

maximale, insoutenable

**B3 – Sommeil**

Prenez-vous des pilules pour vous aider à dormir :

1.  Oui      2.  Non

Vous réveillez-vous tôt le matin :

1.  Oui      2.  Non

Restez-vous éveillé une grande partie de la nuit :

1.  Oui      2.  Non

Prenez-vous beaucoup de temps pour vous endormir :

1.  Oui      2.  Non

Avez-vous un bon sommeil :

1.  Oui      2.  Non

**B4- Historique des heures précédentes**

Avez-vous eu une bonne nuit de sommeil?

1.  Oui      2.  Non

Avez-vous consommé du café avant de venir travailler?

1.  Oui      2.  Non

Avez-vous mangé un repas copieux avant de venir travailler?

1.  Oui      2.  Non

Avez-vous fumé avant de venir travailler?

1.  Oui      2.  Non

**Santé générale**

**En général, diriez-vous que votre santé est...**

- 1.  Excellente
- 2.  Très bonne
- 3.  Bonne
- 4.  Passable
- 5.  Mauvaise

## B.6 Liste de vérification pour l'application du protocole de collecte de données

### CHECK-LIST POUR LA COLLECTE DE DONNÉES (TERRAIN)

Le sujet doit être volontaire, participatif et doit répondre aux critères d'exclusion et d'inclusion.

#### La veille de la journée d'observation

- Présentation du travailleur
- Expliquer l'expérimentation
- Faire signer le formulaire de consentement
- Faire remplir le questionnaire
- Collecter les informations personnelles du travailleur : main dominante, largeur des épaules
- Prendre les mesures dimensionnelles et faire la collecte d'informations sur les conditions environnementales
- Visualiser l'emplacement du matériel
- Recharger suffisamment la batterie

#### Avant l'arrivée du sujet (jour même)

##### (EMG)

- Démarrer le myomoniteur avec la carte mémoire (datalogger)
- Vérifier que le protocole est bien sur la carte mémoire et que les valeurs sont correctes
- Mettre les collants sur les 2 électrodes, sortir le ground, sortir le matériel de préparation (alcool, gel abrasif, cotons tiges, collants de protection, ruban adhésif) et brancher les fils

##### (ECG)

- Sortir le holer, les électrodes, les collants et brancher les fils

##### Autres

- Installer la caméra (l'angle de la caméra doit être suffisant pour prendre l'ensemble du poste)
- Installer des connexions pour l'écoute et l'enregistrement des communications
- Sortir les fiches d'évaluation subjective (minimum : 18 fiches)

#### Arrivée du sujet

- Accueil du travailleur, le préposé se dirige vers la salle de repos
- Faire un retour sur les explications de l'expérimentation

##### (EMG)

- Présenter l'équipement
- Si nécessaire, raser les régions analysées
- Faire une marque( crayon permanent et règle) pour le ground à C7 et pour les 2 électrodes de manière à ce que le centre de l'électrode soit placé entre l'acromion et C7 + 2 cm latéral
- À l'aide d'un crayon et d'un papier acétate, reproduire les grains de beauté
- À l'aide d'un coton tige appliquer un gel abrasif dans le but de déloger les peaux mortes
- À l'aide d'un essuie-tout nettoyer les régions avec de l'alcool
- Fixer les 2 électrodes et le ground
  - Électrode 1 : Trapèze non-dominant
  - Électrode 2 : Trapèze dominant
  - Ground : C7
- Brancher tous les fils et vérifier qu'ils ne s'encombrent pas
- Vérifier les signaux

**(ECG)**

- ↳ Présenter l'équipement
- ↳ Si nécessaire, raser les régions analysées
- ↳ Faire une marque (crayon permanent) afin de visualiser l'emplacement des capteurs
- ↳ À l'aide d'un crayon et d'un papier acétate, reproduire les grains de beauté
- ↳ À l'aide d'un coton tige appliquer un gel abrasif dans le but de déloger les peaux mortes
- ↳ À l'aide d'un essuie-tout nettoyer les régions avec de l'alcool
- ↳ Fixer les capteurs
- ↳ Brancher tous les fils et vérifier qu'ils ne s'encombrent pas
- ↳ Vérifier les signaux

**À prendre en considération :**

- Les électrodes doivent être suffisamment fixées pour ne pas qu'elles se décollent durant l'ensemble du quart de travail.
- Les fils des capteurs et les boîtiers ne doivent pas gêner le travailleur dans ses tâches.

**Synchronisation**

- La vidéo, les communications au poste de travail concerné, les valeurs EMG et ECG doivent être bien synchronisées.

## Spécification sur la collecte de données (EMG)

1.	<b>Contraction de référence pour chaque muscle (600 secondes= 10 minutes)</b> Position assise, épaules relâchées et les mains sur les cuisses (si possible bras appuyés sur des accoudoirs)
	<b>PROTOCOLE BAS1 SAVE AS (01)bas11</b>
2.	<b>Contraction de référence pour chaque muscle (300 secondes =5 minutes )</b> Couché au sol
	<b>PROTOCOLE SOL1 SAVE AS (01)bas21</b>
3.	<b>Contractions volontaires sous-maximales (Trapèze non-dominant (1) et dominant (2)) (15 secondes)</b> Debout, les deux bras à 90° d'abduction maintenant un poids de 1kg
	<b>PROTOCOLE RVE1 SAVE AS (01)rve11</b>
	<b>Période de récupération : 1 minute</b>
4.	<b>Contractions volontaires sous-maximales (Trapèze non-dominant (1) et dominant (2)) (15 secondes)</b> Debout, les deux bras à 90° d'abduction maintenant un poids de 1kg
	<b>PROTOCOLE RVE2 SAVE AS (01)rve12</b>
	<b>Période de récupération : 2 minutes</b>
5.	<b>Collecte pendant le travail</b>
	<b>PROTOCOLE ESS911 SAVE AS (01)ess11</b> <b>Si erreur : (01)ess12</b>
6.	<b>Contractions volontaires sous-maximales (Trapèze non-dominant (1) et dominant (2)) (15 secondes)</b> Debout, les deux bras à 90° d'abduction maintenant un poids de 1kg
	<b>PROTOCOLE RVE3 SAVE AS (01)rve13</b>
	<b>Période de récupération : 1 minute</b>
7.	<b>Contractions volontaires sous-maximales (Trapèze non-dominant (1) et dominant (2)) (15 secondes)</b> Debout, les deux bras à 90° d'abduction maintenant un poids de 1kg
	<b>PROTOCOLE RVE4 SAVE AS (01)rve14</b>
	<b>Période de récupération : 2 minutes</b>
8.	<b>Contraction de référence pour chaque muscle (300 secondes =5 minutes )</b> Couché au sol
	<b>PROTOCOLE BAS2 SAVE AS (01)bas22</b>
9.	<b>Contraction de référence pour chaque muscle (600 secondes =10 minutes)</b> Position assise, épaules relâchées et les mains sur les cuisses (si possible bras appuyés sur des accoudoirs).
	<b>PROTOCOLE BAS2 SAVE AS (01)bas12</b>

**Début des tests de référence**

- ↳ Départ du holter
- ↳ Période des test pour l'EMG (voir tableau ci-haut)
- ↳ Fin de la préparation, le préposé se dirige vers son poste de travail

**Départ de la collecte de donnée (préposé au travail)**

- ↳ Début du travail normal du préposé
- ↳ Départ de l'enregistrement de l'activité de travail du préposé à l'aide d'une caméra vidéo
- ↳ Départ de l'enregistrement de l'activité musculaire des trapèzes à l'aide de l'électromyographie
- ↳ Départ de l'écoute et de l'enregistrement des communications

**Durant la collecte de données**

- ↳ Faire l'évaluation subjective de la charge musculo-squelettique et mentale du préposé (30 minutes)
- ↳ Enregistrer le préposé à l'aide d'une caméra vidéo (8 heures)
- ↳ Enregistrer l'activité musculaire des trapèzes à l'aide du myomoteur (datalogger) (8 heures)
- ↳ Enregistrer l'activité cardiaque à l'aide du holter (8 heures + la nuit)
- ↳ Écouter et enregistrer les communications (8 heures)
  - ↳ Les communications avec les clients doivent être séparées par poste pour qu'on puisse obtenir l'enregistrement des communications d'un poste de travail en question pour un quart de travail.

Numéro De l'appel	Heure de début	Heure de fin	Nature de l'urgence	Gravité de l'urgence	État émotionnel de l'appelant	Contraintes rencontrées par le préposé durant l'appel	Actions du préposé
1							
2							
3							

**À prendre en considération :**

- ↳ Les piles doivent permettre d'enregistrer les données pendant l'ensemble du quart de travail.
- ↳ Les intervenants doivent s'assurer que le signal d'EMG et d'ECG sont bons et que l'enregistrement vidéo fonctionne bien.
- ↳ Des notes papiers devront être prises « live » pour noter les premiers aperçus de l'activité de travail du préposé. Par la suite, l'écoute de l'enregistrement vidéo permettra d'ajouter, de compléter et de préciser les éléments qui ont été échappés lors de la prise de note « live ».
- ↳ Des verbalisations spontanées peuvent être faites avec le travailleur si la situation le permet.

**Après le quart de travail (Débriefing (45 mn))**

- ↳ Le préposé quitte son poste de travail pour se diriger vers la salle de repos
- ↳ Prendre les mesures du préposé au repos (assis 10min) et (couché 5min) (EMG et ECG)
- ↳ Récupérer l'équipement EMG
- ↳ Faire une entrevue semi-dirigée (15 min)
- ↳ Donner les instructions pour le holter
- ↳ Donner un rendez-vous pour le lendemain matin : entrevue d'autoconfrontation

**Le lendemain**

- Récupérer l'équipement ECG
- Faire une rencontre d'autoconfrontation (3heures)
  - Consiste à faire commenter par le travailleur les séquences filmées ou audio de son travail afin de décrire comment il s'organise et gère avec plus ou moins de succès sa charge de travail.

**Script pour l'enregistrement des noms**

(01= numéro du sujet) bas(test) 1 (fonction) 1 (essai)

Visite 1 (date)

- ↳ sujet 01
- ↳ sujet 02
- ↳ sujet 03

Visite 2 (date)

- ↳ sujet 01
- ↳ sujet 02
- ↳ sujet 03

**Sujet test**

- ↳ Le numéro du sujet commence à 60 pour les tests
  - Test avec Alain Delisle :60
  - Prochain test:61

## B.7 Formulaire d'évaluation subjective

Code opérateur :	_ _ _ _
Date :	_ _ _ _   _ _   _ _   _ _  h  _ _ _
	Année Mois Jour Heure
<b>Consigne :</b> Au cours de la période des 30 dernières minutes, indiquez l'intensité la plus élevée ressentie au niveau des dimensions suivantes (veuillez encircler la valeur correspondante) :	

**Complexité du travail**

0	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Maximum absolu impossible
0	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	7	8	9	10	11	 ●

**Charge de travail**

0	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Maximum absolu impossible
0	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	7	8	9	10	11	 ●

**Emotion positive**

0	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Maximum absolu impossible
0	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	7	8	9	10	11	 ●

**Emotion négative**

0	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Maximum absolu impossible
0	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	7	8	9	10	11	 ●

**Effort pour contrôler ses émotions**

0	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Maximum absolu impossible
0	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	7	8	9	10	11	 ●

<b>Douleurs articulaires : bas du dos</b>															
nulle	Extrêmement faible		Très faible	Faible			Modérée		Élevée		Très élevée		Extrêmement élevée (gêne insupportable)	Maximum absolu insupportable	
0	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	7	8	9	10	11

<b>Douleurs articulaires : cou, épaules</b>															
nulle	Extrêmement faible		Très faible	Faible			Modérée		Élevée		Très élevée		Extrêmement élevée (gêne insupportable)	Maximum absolu insupportable	
0	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	7	8	9	10	11

<b>Douleurs articulaires : coudes, poignets, doigts</b>															
nulle	Extrêmement faible		Très faible	Faible			Modérée		Élevée		Très élevée		Extrêmement élevée (gêne insupportable)	Maximum absolu insupportable	
0	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	7	8	9	10	11

<b>Fatigue ressentie</b>															
nulle	Extrêmement faible		Très faible	Faible			Modérée		Élevée		Très élevée		Extrêmement élevée (gêne insupportable)	Maximum absolu insupportable	
0	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	7	8	9	10	11

## B.8 Résultats de l'analyse ergonomique : définition du cœur de métier des OCAU

### B.8.1 Être OCAU : quelle(s) formation(s) ?

Actuellement, une seule formation académique existe au Québec : celle de répartition de services d'urgence au sein du Collège Montmorency qui offre deux programmes (un programme long, crédité et un autre court quoi ?). Mais la sélection à l'embauche n'exige pas le suivi d'une de ces formations.

En effet, la formation des OCAU est essentiellement conçue et réalisée en interne de chaque CAU par le responsable local. Chaque printemps, divers tests de sélection sont réalisés. Notamment les candidats doivent avoir un diplôme d'études secondaires, des capacités dactylographiques suffisantes et la possibilité d'effectuer un travail posté. De plus, ceux-ci effectuent des simulations de réponses à des cas réels afin de se rendre compte de leurs réactions spontanées tant au niveau technique et procédural que psychologique. Ces simulations servent tout autant les responsables pour l'évaluation des candidats, leur sélection.

Sont ensuite effectuées des formations de durées variables dans le temps (environ 1 à 2 mois) et comprenant une partie théorique (d'au moins quinze jours) sur les services d'urgence, la maîtrise technique des postes informatiques et des procédures de travail, suivie d'une partie pratique de réponses à des appels simulés par des OCAU expérimentés intégrés à la formation. Le mois suivant, cette formation de base est passée en situation réelle avec une double écoute : celle d'un apprenti et d'un expérimenté. Côte à côte, l'apprenti va d'abord écouter et observer les résolutions de

cas d'un expérimenté pour se voir progressivement confiée la réponse à des cas avec l'expérimenté écoutant et reprenant le contrôle au besoin.

Cette pratique se déroule au cours des mois de juin à août environ selon les évolutions individuelles des recrues, période durant laquelle un suivi est effectué de façon étroite par les expérimentés engagés dans le compagnonnage (la double écoute) et le responsable du CAU.

Bien des recrues n'achèvent pas leur temps de formation et les responsables affirment que les départs sont surtout constatés dans les premiers mois voire dans la première année d'emploi<sup>94</sup> (sans que nous n'ayons de statistiques à ce sujet). Il semblerait que la spécificité des horaires de travail soit un facteur prépondérant, outre celle du contenu du travail en lui-même.

#### B.8.2 Statuts

Les OCAU étudiés sont tous des cols blancs municipaux et travaillent à temps plein dans les CAU. Lorsqu'ils sont encore des recrues ou qu'ils le décident (jeunes étudiants, double emploi), alors ils sont à temps partiel.

---

<sup>94</sup> Nous ne possédons pas de statistiques à ce sujet.

Il s'agit d'un emploi prisé car les salaires sont attractifs. La rémunération (directe et indirecte) est comprise entre 40 000 et 50 000 \$/an (Institut de la statistique du Québec, 2002).

### B.8.3 Les tâches et rôles

Deux tâches principales sont communes à tous les CAU : la prise d'appel et la répartition. Elles peuvent se trouver à l'origine de détermination de rôles éponymes dans les CAU. Enfin, se trouve le rôle particulier de chef d'équipe. Nous les aborderons tour à tour.

La **prise d'appel** consiste en l'identification de la demande de l'appelant et de la nature des faits lors de l'appel téléphonique d'un citoyen.

La **répartition** concerne essentiellement celle des véhicules de police mais peut aussi, dans une moindre mesure, avoir trait à celle des ambulances ou des services de sécurité incendie. Pour les services ambulanciers, il s'agit principalement d'un transfert d'appel, car ils possèdent leur infrastructure et leurs modes de répartition propres. Une écoute plus longue peut être conservée en cas de doute ou pour une blessure faisant suite à un accident de la route ou à une altercation. Concernant les pompiers, eux aussi possèdent leur propre organisation, car la variabilité des types d'intervention requiert une connaissance certaine dans le domaine pour sélectionner les types de véhicules indiqués et leur nombre (exemples : camions citernes, plateformes élévatrices, désincarcération routière, sauvetage nautique, sauvetage en hauteur, sauvetage en espace clos, cellule « HazMat »,...).

Un **rôle mixte** est aussi joué lorsqu'un OCAU s'occupe tant de la prise d'appel que de la répartition.

Un **chef d'équipe** est toujours présent. Sa fonction est majeure car elle consiste tant à soutenir dans la praxis<sup>95</sup> et que dans l'administratif. Le chef d'équipe revêt plusieurs rôles. Il est le lien privilégié entre les OCAU et le responsable de CAU. À ce titre, il est assimilable à un gestionnaire en vérifiant les présences des OCAU, leurs vacances, en les appelant en cas de surcroît d'activité (gestion de crise, grosse tempête de neige,...). Il peut aussi écouter les appels des autres OCAU pour les corriger. Il est celui qui répond aux plaintes de citoyens envers ses services ou pour des questions plus axées sur la légalité des choses. Mais c'est aussi un OCAU expert qui, lors d'affluences plus soutenues, prend et gère les appels comme les autres OCAU ou encore en guide des actions des autres OCAU pour des cas problématiques.

#### B.8.4 Pluralité des centres et des organisations humaines

Comme décrit plus tôt (p.165) parmi les trente et un CAU du Québec (Gouvernement du Québec, 2014), les cinq CAU étudiés sont de tailles diverses. Ils répondent aux spécificités des secteurs à couvrir regroupant de 63 000 à 320 000 citoyens. Tous sont administrés par des responsables de CAU.

Aussi, pour répondre aux attentes locales, les centres observés comptent de 14 à 69 OCAU répartis respectivement sur 3 à 17 postes de travail avec des quarts de 8 à 9 h

---

<sup>95</sup> Praxis : « Didactique – Action ordonnée en vue d'un résultat. Théorie et praxis. » ("Antidote," n.d.)

pour la plupart et de douze heures pour deux d'entre eux. Dans ces conditions, il est aisé de comprendre que les attributions et les répartitions imparties soient divergentes :

- Deux CAU sont relativement petits et intégrés à un poste de police avec entre 3 et 5 postes de travail (CAU #4 et CAU#5). Un des OCAU étant chef d'équipe, les 2 et 4 autres respectivement ayant un rôle mixte de prise d'appel et de répartition. De nuit, les effectifs peuvent être moindres mais il y a toujours au moins deux OCAU en poste en même temps.
- Deux autres CAU sont de grande ampleur avec 8 postes. Cependant, alors que le CAU#1 est de type classique, avec une zone de couverture homogène, le CAU#2 couvre une très grande superficie aux villes et municipalités disparates, car, si ces dernières ont une obligation de sécurité, certaines préfèrent externaliser leur service de CAU pour, avec d'autres, mutualiser les équipements et ressources humaines (d'autres encore externalisent dans le secteur privé qui ne fait pas l'objet de la présente étude).
  - Dans le CAU #1, un chef d'équipe encadre une équipe de sept OCAU, dont 4 à la répartition des services de lutte contre l'incendie (2) et des services policiers (2), 1 autre OCAU est affecté à l'assistance des patrouilleurs dans l'interrogation du centre de renseignements policiers du Québec (CRPQ ; celui-ci sera davantage détaillé plus loin).
  - Dans le CAU #2, les OCAU sont répartis en duo par grand ensemble géographique desservi (un à la prise d'appel, l'autre à la répartition) et 2 OCAU aux services de lutte contre l'incendie.
- Quant au CAU #3, il est de très grande ampleur avec environ 600 000 citoyens desservis dans une grande ville et sa région. Dans son découpage des rôles, il est assez similaire au CAU#1 mais dispose en outre d'un répartiteur

spécifiquement détaché aux travaux publics et surtout en lieu et place du chef d'équipe, ce CAU a deux superviseurs policiers.

Lorsqu'un répartiteur est spécifique (incendie et travaux publics) alors leur mission première est la gestion de leur particularité. Cependant, puisque ces deux types de missions sont moins réguliers, alors ils sont utilisés comme supplétifs à la répartition des patrouilles policières.

Lorsqu'ils ne travaillent pas, des OCAU peuvent être « sur appel » pour revenir en cas de besoin.

Mis à part le CAU #4, une recrue ou plutôt un OCAU à temps partiel est amené à faire les remplacements<sup>96</sup> lors des pauses repas.

---

<sup>96</sup> L'OCAU effectuant ces remplacements est communément – et amicalement – appelé « le flottant », en raison du passage de poste à poste, contrairement aux OCAU réguliers qui ont leur poste attribué.

### B.8.5 Des analystes et gestionnaires de l'urgence, de la détresse et des moyens de secours

Les OCAU sont des relais d'alertes aux services de premiers secours (police, pompiers, ambulanciers, centrales d'alarmes) mais cette acception doit être enrichie, et ce sur trois pans :

- leurs attributions dépassent celles des premiers répondants,
- ce sont des partenaires des forces de l'ordre,
- ce sont des relais stratégiques.

Au certain, en sus de la transmission des cas aux corps « traditionnels » d'urgence, des **missions complémentaires** leur sont attribuées pour répondre aux spécificités locales. Lorsque le CAU est inclus dans un poste de police, il leur est ajouté la fonction de surveillance de quelques cellules ainsi que le complètement de formulaires administratifs en périodes creuses (observé lors du milieu de quart). Advenant l'existence d'un programme de surveillance des personnes à capacités réduites ou isolées (Comité provincial Pair, 2014), le chef d'équipe — en partenariat avec un policier — peut faire le suivi auprès de personnes n'ayant pas répondu aux appels automatiques. Les CAU relèvent des prérogatives municipales et, à ce titre, ils font aussi office de pilier des services municipaux — étant accessibles en tout temps — en recevant et transmettant aux agents municipaux de garde les appels concernant par exemple des bris ou dysfonctionnements de feux de signalisation routiers.

Cet aspect est souvent méconnu du grand public, mais les OCAU sont **des partenaires des patrouilleurs policiers**. Ce partenariat est polyvalent, voire antinomique,<sup>97</sup> car les OCAU sont tout à la fois des assistants civils – et se ressentent parfois ou encore estimés alors comme des « acolytes » par des patrouilleurs – et jouent un rôle de superviseurs étant, avec le sergent de route, les seuls à avoir une vue d’ensemble de la répartition des forces d’intervention de la police. L’assistance est régulière avec des réponses à des demandes d’interrogation du centre de renseignements policiers du Québec (CRPQ)<sup>98</sup>. En effet, les systèmes embarqués connaissent des défaillances (hors réseau, problème d’ordinateur...). Les policiers peuvent aussi être accaparés par une poursuite automobile ou encore ils tiennent à assurer plus particulièrement leur sécurité lors de contrôles routiers (et ne veulent pas quitter le véhicule et ses occupants des yeux). D’autres font des demandes par habitude, par exemple les plus âgés, donc moins enclins à se servir d’outils. Aussi, lorsqu’un méfait (vol, violence grave) vient d’être commis, le signalement du suspect est noté et diffusé ou répété par les OCAU selon les dires directs (témoins par téléphone aux OCAU) ou indirects (témoins des policiers dont ces derniers retransmettent les descriptions). Parallèlement, les OCAU jouent un rôle de superviseurs. Connaissant les secteurs desservis, les forces de police mobilisées, celles disponibles, les natures des interventions et aussi et surtout le flux d’appels actuels et pronostiquant par expérience les besoins ou sources de tensions probables à venir, les OCAU peuvent avoir à « libérer », c’est-à-dire démobiliser un patrouilleur occupé et lui demander (et non ordonner) de se réaffecter à un nouveau cas. Cette tâche,

---

<sup>97</sup> Antinomique : « Qui présente une antinomie, contradictoire. » (“Antidote,” n.d.).

<sup>98</sup> Le CRPQ est une base de données informatique reliée au Centre d’information de la police canadienne (CIPC) à Ottawa. Le CRPQ est opérationnel et disponible à tous les policiers du Québec depuis 1974 (Sûreté du Québec, 2014).

plus délicate est selon les CAU plus particulièrement dévolue au chef d'équipe et au duo qu'il forme avec le sergent de route (en tant qu'autorité policière).

Les OCAU sont **des relais stratégiques**. Ils ne correspondent en rien avec l'image d'Épinal de téléphonistes des débuts des télécommunications. Ils reçoivent, traitent et retranscrivent les informations des appels qui leur arrivent du public ; ils transmettent les informations pertinentes aux policiers, ils enquêtent. Et, pour comprendre cela, il faut bien prendre conscience de deux intrants interconnectés : les faits et les citoyens. Dès les premières secondes, ils identifient les appels immédiatement raccrochés qui requièrent un rappel immédiat (un souffle ? une voix lointaine ? un silence ?). Ils les distinguent donc de ceux qui sont juste des erreurs (un téléphone au fond d'un sac par exemple). Les faits ne sont pas déclarés par les citoyens de façon naturelle et utilisable : peu d'entre eux sont formés aux premiers secours ou à réagir en situation d'urgence. L'acquisition de données fondamentales comme la nature de l'incident, l'adresse de survenue des événements, la gravité des faits, le nombre et les identités des personnes impliquées exige donc une certaine maîtrise rhétorique<sup>99</sup>. Mais, l'émotion est souvent présente et découpe les messages par des pleurs, des cris, des ânonnements, des logorrhées, des vitupérations, de l'exaspération, de la peur. Mieux, le ton de la voix est un indicateur de véracité pour certains OCAU. Alors, il appartient aux OCAU de guider les appelants dans l'énonciation des faits tantôt en conservant une distance « professionnelle », tantôt en les accompagnant dans leurs émotions, tantôt en les confrontant selon la personnalité des appelants et le style professionnel de chaque OCAU. Et, alors même que ces enquêtes sont conduites, les forces d'intervention idoines sont averties et informées au fur et à mesure de l'acquisition et de l'évolution des éléments de compréhension. Les cas les plus graves vont être l'objet d'un guidage

---

<sup>99</sup> Rhétorique : Art du discours; ensemble des procédés et des techniques permettant de s'exprimer avec éloquence, de convaincre, de persuader. » (“Antidote,” n.d.).

« main dans la main » avec les appelants, et ce jusqu'à la venue des policiers. L'éventail des scénarios est quasi infini et requiert de fortes capacités à saisir rapidement les enjeux et la gravité tout en assurant une présence auprès des appelants.

Nous l'avons vu, les cinq CAU étudiés s'adaptent aux populations (de 63 000 à 600 000), aux zones de couvertures desservies (locales et homogènes ou avec sous-traitance) et aux implantations mises en place localement (dans les postes de police ou autonomes). C'est pourquoi leur organisation interne en dépend (avec chef d'équipe ou des policiers superviseurs ; binômes) et la répartition des tâches entre OCAU en est affectée (prise d'appel, répartition, mixte). Tous ont en commun d'agir en partenaires des policiers, d'assurer des missions complémentaires, et surtout d'être de véritables relais stratégiques dans la gestion des événements, assurant une présence pour les appelants et citoyens qu'ils servent et protègent.

Nous décrirons dans les sous-sections suivantes les générateurs de charge mentale puis les stratégies que les OCAU utilisent et leurs limites.

## B.9 Résultats de l'analyse ergonomique : générateurs de charge cognitive et psychologique du travail d'OCAU

Cette sous-section est articulée autour des deux sources de charge mentale étudiées : cognitive et psychologique. Nous les décrirons successivement qu'elles soient organisationnelles, liées à la prise d'appel ou à la répartition.

### B.9.1 Sources de charge cognitive

#### B.9.1.1 Sources relevant de l'organisation

- **Dans certains CAU, il n'y a pas de temps officiel dédié à la relève entre les quarts de travail.**
  - La relève est utile et utilisée pour informer l'OCAU du quart suivant des cas toujours en cours, des problématiques ou encore des appels à venir. Le début de quart est un moment crucial plus chargé et complexe. Il faut traiter bien des informations tout en étant tout de suite opérationnel. En effet, il faut ouvrir et s'authentifier auprès de plusieurs logiciels, vérifier les courriels pour lire les notes internes. Dans le gestionnaire de cartes d'appels, il faut faire le tri visuel de ce qui est le plus urgent, des cas traités de ceux qui ne le sont pas, mais également il faut survoler les effectifs (quels policiers commencent, lesquels terminent).
  - Les OCAU nous disent que la relève est l'occasion de tensions cognitives si l'OCAU manque de temps et voit ainsi se compresser la prise d'informations ou que celui se superpose à des prises d'appels. Cela est d'autant plus vrai que le passage d'informations s'opère au

poste et crée donc un doublement du nombre d'OCAU dans la salle, créant pour certains une relative difficulté de passage et une ambiance relativement bruyante.

- Les OCAU observés n'ont pu être à leur poste au mieux cinq minutes en avance de leur prise de quart voire quinze minutes en retard de par leur participation à notre étude. À plusieurs reprises, des OCAU ont été face à des problèmes d'identification dans les logiciels, notamment un OCAU revenant de vacances et pour qui les codes avaient changé (dans des CAU, ils peuvent changer tous les mois). Par conséquent, il n'a été pleinement opérationnel qu'environ trente minutes plus tard. Ainsi, les appels reçus ont dû être traités par notes manuscrites et avec le téléphone de secours puis les informations et les actions prises ont été remises au propre une fois entré dans le système, entraînant une double saisie et un manque d'informations pour la gestion des appels (par exemple, recouper des appels afférents à un même cas, comme cela est le cas fréquemment avec les incendies).
- **Les CAU les plus petits, intégrés aux postes de police, ajoutent aux OCAU un rôle d'assistance administrative des policiers.**
  - Il peut incomber aux OCAU de répondre aux citoyens se présentant physiquement pour des questions ou des rendez-vous avec des policiers. Ceci peut être considéré comme une bonne occasion de briser la monotonie d'une assise prolongée ou, lors d'affluence plus intense, comme un phénomène disruptif.
  - Il peut être également demandé de surveiller des cellules — servant pour le dégrisement —, de gérer ou surveiller les accès du poste de police (garage, entrées principales et annexes) et de nuit, de dactylographier des rapports du poste de police.

- **L'apparente incompréhension du travail des OCAU par les policiers peut générer un surcroît d'échanges.**
  - Mis à part dans le plus petit CAU, patrouilleurs et OCAU n'ont pas de contact régulier et même le plus souvent ne se sont jamais vus.
  - Les OCAU affirment que les nouveaux patrouilleurs et les « anciens » sont deux populations accaparantes :
    - Les OCAU témoignent du fait que les nouveaux policiers, sortis de l'école nationale de police du Québec ne sont pas formés à travailler avec eux. Aussi, certains rappellent plusieurs fois à intervalles rapprochés si les OCAU ne répondent pas de suite à leur demande de CRPQ ou font de telles demandes alors qu'il y a déjà « du monde sur les ondes », interférant les échanges plus importants avec leur demande.
    - Aussi, les OCAU identifient certains policiers plus anciens qui font davantage de demandes de recherche dans le CRPQ mais qui, contrairement aux plus jeunes, n'« encomrent pas les ondes ».
- **La présence de novices demande une «écoute flottante» accrue des expérimentés.** Alors, les expérimentés doivent tout à la fois traiter leurs appels, identifier les actions effectuées et contrôler le bon déroulement des questionnements aux appelants ou des suites données en répartition.

#### B.9.1.2 Sources relevant de la prise d'appel

- **Il existe des journées dites «tirez-jus» où le nombre d'appels est plus important.**

- Le premier jour de chaque mois est transmise l'aide sociale (appelée de façon péjorative « B.S. »<sup>100</sup>). Alors, le nombre d'appels pour violence domestique augmente. Les OCAU rapportent que des personnes la percevant sortent, la « boivent » ou la jouent. Les appelants témoignent que des frictions verbales et physiques avec le conjoint sur les dépenses expliquent l'appel.
- Les tempêtes de neige occasionnent de nombreux accidents de la route, des conditions de circulation difficiles et peuvent être accompagnées de bris matériels et aussi de difficultés pour les OCAU comme pour les autres citoyens de se rendre au travail. Les assignations sur le domaine routier sont bien plus importantes et les accidents peuvent être plus longs à gérer.
- Les jours de pleine lune ou proches de ces jours-là, les OCAU s'attendent à recevoir des appels pour aider des personnes psychologiquement instables.
- La fête nationale québécoise<sup>101</sup> est l'occasion d'un déploiement intense de force de police étant donné que dans les grandes villes, de

---

<sup>100</sup> B.S. : Désigne l'aide sociale québécoise, couramment appelée « bien-être social » délivrée, sous certaines conditions, par le gouvernement du Québec. Cette aide concerne, en 2013, 6,8 % des 18-64 ans de cette province canadienne (Direction de la statistique et de l'information de gestion Statistiques, 2013) et peut atteindre de 9,6 à 10,1 % des 0-64 ans dans certaines régions (Mauricie, Île de Montréal, Gaspésie – Îles de la Madeleine).

<sup>101</sup> La fête nationale du Québec se déroule au printemps, le 24 juin pour la Saint Jean-Baptiste. Les festivités ont généralement lieu le 23 au soir, le 24 en journée et le 24 au soir. Le jour, les activités sont programmées pour promouvoir des activités familiales. En revanche, lors des soirées, les activités sont davantage liées au divertissement pour adultes avec des concerts (en salle et en plein air) et la consommation d'alcool y est répandue à tel point qu'un organisme, Educalcool, a pour mission la modération dans la consommation de boissons alcoolisées. Par son biais, à Québec, « entre 2010 et 2013, les appels au 9-1-1 ont diminué de 142 à 89 et les arrestations ont baissé de plus de 50 %, passant de 66 à 32, dont la moitié concernaient des résidents de l'extérieur de la Capitale » (Prégent-Charlebois, 2014).

considérables spectacles sont offerts gratuitement en plein air. C'est alors l'occasion pour beaucoup de jeunes et moins jeunes de s'enivrer et de perdre le contrôle. Nous avons pu constater l'incessant flot d'appels ce jour-là avec beaucoup de personnes qui ne savent plus où elles sont ni où sont leurs amis, qui tombent ou se cognent, d'autres, regroupés en bandes ont fait peur et molesté une autre bande (qui a répliqué), d'autres rapportent des incivilités comme un homme crachant sur sa compagne tout en lui bottant littéralement le postérieur. D'autres encore, blessés, tentent de rejoindre un hôpital à pied et téléphonent au CAU pour avoir des instructions pour s'y rendre. Dans des cas plus graves, les blessés, souvent au milieu de la foule, doivent être retrouvés pour être transportés par ambulance.

- **Certains types spécifiques d'appelants prennent les CAU pour des centres d'écoute.**
  - Pour beaucoup, il y a de nombreuses personnes avec de forts problèmes psychiatriques considérés « en liberté ». Nos observations montrent que ces personnes deviennent des habitués qui peuvent faire sourire (le cas d'un citoyen appelant une fois pour se plaindre comme d'habitude d'une prostituée à qui il a donné sa carte bancaire de retrait et son code et qui n'est pas revenue et, une autre fois, pour signaler que ses voisins regardent son « kiki » quand il est nu devant la fenêtre de sa salle de bain...) ou encore préoccuper (le cas commun d'une jeune fille suicidaire qui est sortie de son institut et qui se retrouve au milieu d'une route à grande vitesse, l'air hagard).
  - Alors que les habitués prêtant à sourire demandent un peu d'écoute, le suivi de personnes suicidaires est long, car il faut identifier et contacter les divers acteurs engagés en plus d'envoyer des patrouilleurs.
- **La qualité sonore des appels peut être dégradée.**

- L'utilisation du téléphone portable et les personnes ayant un numéro confidentiel augmentent la complexité de localisation de l'appelant et de l'événement. Il est parfois nécessaire de demander un mandat aux policiers pour obtenir ces informations auprès des fournisseurs d'accès de réseaux de télécommunication mobile.
- **Traiter un appel d'un allophone met en doute la fiabilité des données énoncées et donc des actions à prendre.**
  - Parmi les OCAU observés, tous sont francophones, certains ne maîtrisent pas l'anglais mais disent qu'ils se débrouillent. Lorsque le CAU est dans une zone plus encline à couvrir des anglophones, les OCAU rencontrés conversent naturellement, et ce fréquemment.
  - Parmi les appels allophones reçus, les plus courants sont ceux émis par des hispanophones. Lors de nos observations, aucun OCAU n'était à l'aise ou ne maîtrisait cette langue.
  - Il est unanimement partagé que de répondre à des allophones tels que des Européens de l'est, des asiatiques ou des Nord-Africains parlant en anglais — mais ne le maîtrisant pas — est ce qu'il y a de plus dur. Ces cas-là demandent le plus de répétitions et de demandes de confirmation.
  - Comme dans d'autres cas, où la pertinence d'action est complexe, l'OCAU préférera envoyer une patrouille afin de vérifier les faits, ce qui augmente d'autant plus le nombre de cas à suivre au sein du CAU.
- **Un débit d'appels très important est difficile à gérer.**
  - Lorsqu'il est trop important, il engendre une diminution de la qualité des suivis de cas. Par exemple, pour le cas d'un fugueur, un OCAU a pris le temps de rappeler son centre d'accueil alors qu'il ne l'a pas fait lors de charges de travail accrues. L'afflux d'appel est parfois tellement

important qu'il est impossible de « respirer » pendant quarante-cinq minutes à une heure sur les ondes radio.

- **La nuit, la sous-activité accroît rapidement l'état de fatigue et de fait la vigilance.**
  - Lors d'une observation de nuit, le flux d'appel, quasi nul, rend l'attention plus difficile à garder : les bâillements se faisaient intenses et communicatifs à travers le CAU. Le ressenti est alors unanimement partagé avec les collègues : « c'est dur », devant demeurer alertes pour répondre à d'éventuels appels et pour connaître les disponibilités de véhicules en suivant les activités des patrouilleurs.

#### B.9.1.3 Sources relevant de la répartition

- **La complexité inhérente à la nature de certains appels peut rapidement déborder les OCAU.**
  - Un ou deux appels importants suffisent à déborder les OCAU. Par exemple, pour un incendie, les OCAU déterminent la nécessité de mobilisation effective de pompiers, de policiers et éventuellement des ambulances. Et, il est alors difficile de répondre aux nombreux appels et les tisons de l'incendie peuvent atterrir sur des toitures 5 à 6 rues plus loin. Il faut alors déterminer si les tisons proviennent du même endroit et si le feu ne s'est pas propagé plus loin.
- **La faible disponibilité des auto-patrouilles complexifie la gestion des cas.**
  - Certains OCAU affirment que sur une dizaine de véhicules de patrouille de leur équipe, deux ou trois policiers peuvent être assignés à comparaître devant la Cour et d'autres interviennent sur des cas longs, ce qui réduit la disponibilité des véhicules.

- Pour certains types d'appels, les OCAU doivent envoyer une « patrouille duo » — par sécurité des policiers — ce qui réduit davantage encore les possibilités d'assignation de véhicules.
- Normalement, les patrouilleurs se voient attribuer des missions à l'intérieur de secteurs, mais ceux-ci ne sont pas toujours respectés, ce qui complique le travail de répartition des véhicules des OCAU.

## B.9.2 Sources de charge psychologique

Tout comme dans la sous-sous-section précédente (6.3.2.1), nous décrivons successivement les sources de charge, qu'elles soient organisationnelles, liées à la prise d'appel ou à la répartition.

### B.9.2.1 Sources relevant de l'organisation

- **Dans les CAU les plus petits, intégrés aux postes de police, la proximité avec les policiers est autant une source de complicité que de tensions.**
  - En effet, dans le plus petit CAU étudié, les policiers (patrouilleurs et sergents) viennent voir les OCAU. Dans le cas de recherches ou de suivis de cas complexes, ils peuvent s'organiser pour déterminer ensemble les opérations à mettre en place et la répartition des véhicules. À d'autres moments, moins occupés, ils peuvent partager un café, manger ensemble ou simplement bavarder. Dans ce CAU, les OCAU ont tous témoigné apprécier cette entente ainsi que la compréhension mutuelle qui en découle dans l'attribution de cas. Nous n'y avons relevé aucun haussement de ton ou reproche dans les conversations radiophoniques et téléphoniques.
  - Cependant, cette proximité peut être génératrice d'interférences et de tensions : « certains viennent nous déranger lorsqu'on est très occupés ». En effet, dans le plus petit CAU, lors de cas plus complexes, urgents, ou avec une mauvaise qualité de communication, certains policiers continuaient de pénétrer dans le CAU, de tenter de parler aux OCAU. Alors, certains regardaient les policiers pour essayer de comprendre leur demande et tenter d'y répondre vite pour se concentrer

sur leur appel. D'autres détournaient légèrement le corps, se penchant davantage sur leur table et tenant leur tête dans la main, voire portant une main à leur oreille libre pour mieux écouter l'appel.

#### B.9.2.2 Sources relevant de la prise d'appel

- **Récupérer l'information pertinente à l'action auprès d'un appelant confus peut être usant.**
  - C'est le cas des appels où la demande n'est pas claire. Les OCAU doivent « sortir les mots de la bouche ». Des fois, c'est long, ardu ; ils doivent demander aux appelants de reformuler, voire de recommencer l'explication ; des OCAU disent : « les gens racontent leur journée pour ensuite arriver au problème, on a besoin d'un message clair, précis » et de rajouter « ce n'est pas de la complexité mais de l'incompréhension ». Ceci alors même que les OCAU savent que leur mission première est la gestion de l'urgence et que tout appel à la demande initiale floue prend du temps qui n'est pas attribué à des réponses urgentes ou alors que cela ralentit le temps d'envoi de moyens de secours appropriés.
- **Les OCAU sont aux prises directes avec les émotions — souvent négatives — des appelants.**
  - Les OCAU affirment ressentir des émotions positives lorsqu'ils se font remercier par les citoyens. Toutefois, cela semble ne survenir qu'assez peu fréquemment. Nous ne l'avons pas observé.
  - Les OCAU disent que se faire injurier par des citoyens crée vraiment des émotions négatives. Pour certains, des citoyens « veulent absolument entendre ce qu'ils veulent », ils téléphonent pour des

services qu'ils ne sont pas en mesure d'offrir et cette situation « [les] insulte ».

- Une femme a appelé car elle voulait que les pompiers viennent descendre sa perruche. L'OCAU lui a donné les coordonnées de la société pour la protection des animaux. Cependant, elle a continuait à dire qu'elle voulait que les pompiers viennent, alors l'OCAU lui a expliqué que les pompiers ne viennent que pour les incendies. Quelques instants plus tard, la dame a rappelé au CAU et son appel a été reçu par un autre OCAU. La dame a alors dit qu'elle avait de grosses flammes chez elle. Lorsque les pompiers sont arrivés sur place, ils se sont aperçu que c'était faux et en ont informé l'OCAU, furieux en réalisant la supercherie.
- Les OCAU n'apprécient pas lorsque les gens se fâchent, mais comprennent parfois leur exaspération. C'est pourquoi ils disent devoir contrôler tout particulièrement leurs émotions.
- Ils peuvent également être la cible de frustrations. Dans le cas d'un incendie majeur, les programmes télévisuels et radiophoniques d'information ont annoncé de nombreux décès. Conséquemment, les citoyens ne pouvant rejoindre leurs proches ont contacté le CAU par la voie du 9-1-1 pour tenter de déterminer si ces derniers étaient vivants ou décédés. Ne pouvant pas transmettre ce type d'information dépendant des prérogatives policières, les OCAU ont transféré ces appels aux policiers d'accueil et aux sergents. Or, ceux-ci ne répondaient pas et les appels basculaient de nouveau au CAU, ce qui engendrait une très grande frustration de la part des citoyens et des OCAU. Ces derniers reconnaissent d'ailleurs qu'« il est normal que le

citoyen se fâche quand ça fait trois fois que ça revient au 9-1-1, c'est frustrant pour nous et pour eux ».

- **Les appels non fondés<sup>102</sup> à répétition peuvent se montrer irritants.**
  - Ces appels sont fréquents. Les OCAU nous disent être spécialement agacés lorsque les appelants questionnent sur des points peu ou prou en rapport avec la mission d'un CAU ou qu'ils sont conséquents d'un usage à tort. Par exemple, certains demandent l'heure, d'autres le numéro de téléphone d'un dépanneur, d'autres encore déclenchent de fausses alarmes incendie.
- **Certains cas engendrent des sentiments d'empathie : ceux particulièrement dramatiques les troublent à jamais.**
  - Des OCAU disent se sentir mal à l'aise lorsqu'ils se méprennent sur un appelant handicapé en le prenant pour une personne en état d'ébriété. Les OCAU n'évaluent les appelants et leur état que par la voix. Or, certains des logopathies et bégaiements peuvent donner un rendu similaire en conversation téléphonique surtout si l'appelant en souffrant est stressé.
  - Les appels concernant le couple touchent. Un jour de Noël, un habitué a appelé pour signaler que sa femme l'avait laissé et qu'il voulait se suicider. L'OCAU a tenu l'homme en ligne jusqu'à l'arrivée des policiers qui, une fois sur place, ont confirmé le bien-fondé de l'appel. L'appel a duré 45 minutes durant lesquelles, quoiqu'ayant peur qu'il ne se suicide en direct ou qu'il tire sur un policier, l'OCAU a fait s'habiller

---

<sup>102</sup> Certains appellent pour savoir l'heure, commander une pizza, demander une remorqueuse, avoir une aide type « pages jaunes », etc.

l'homme et l'a convaincu de se rendre : l'homme a lancé son arme et est sorti une main en l'air, l'autre accrochée au téléphone pour continuer d'écouter l'OCAU. Puisqu'il avait quelque chose dans les mains, les policiers l'ont couché à terre et enlevé le téléphone des mains, c'est alors que l'individu s'est mis à pleurer. Honoré par la ville, l'OCAU déclare toutefois que c'est un appel qu'il ne souhaite jamais réécouter.

- Les appels concernant les gardes d'enfants sont particulièrement difficiles (un parent refusant de remettre son enfant à l'autre parent), car si les OCAU savent qu'il s'agit de situations de tension forte dont pâtissent les enfants, il ne leur est nullement possible d'agir (puisque'ils sont bornés au côté légal et que cela dépend du civil) à moins que les parents en viennent à des violences physiques.
- Les appels impliquant un enfant (particulièrement en bas âge) et dans une moindre mesure ceux concernant des personnes âgées dépendantes affectent les OCAU. Lorsqu'interrogée sur les événements marquants de leur carrière, la quasi-totalité des témoignages évoque ces cas. Nombreux sont ceux qui en pleurent même des années plus tard. Un d'entre eux de nous raconter le sort de trois enfants (âgés de 3 à 8 ans environ) laissés à moitié vêtus sur le bord d'un trottoir alors que leur mère se prostituait et ne s'en occupait pas ; un autre de nous raconter l'histoire d'un bébé qui s'étouffait dans les bras d'un parent ou d'une gardienne et des efforts qu'ils ont faits pour mobiliser l'ensemble des forces policières et des ambulances à proximité ; enfin, un autre de nous raconter l'histoire d'une maman prise dans un bus sorti de la route et qui coule dans une rivière à un endroit que l'OCAU n'arrive pas à déterminer (deux rues ayant le même nom dans deux municipalités voisines), dont un de ses fils est libre mais qui essaie de sortir le second,

sans succès et qui se noieront « en direct ». Ce ne sont que des exemples parmi d'autres tout aussi tragiques sur ce point. Ils reflètent l'empathie, l'identification aux victimes qui peut être faite par les OCAU et qui change au fur et à mesure qu'eux-mêmes évoluent dans leurs vies familiales respectives (croissance des enfants, déclin des parents âgés, difficulté de couple, etc.).

#### B.9.2.3 Sources relevant de la répartition

- **Les OCAU apprécient énormément avoir un impact significatif sur le dénouement d'un cas.**
  - Par exemple, tard un soir, un OCAU a été prévenu d'un vol avec violence dans un magasin par l'employé, semble-t-il, choqué. Ayant réussi à le rassurer, l'OCAU a obtenu une description du suspect de plus en plus précise. Un collègue, avertissant sur les ondes les policiers en patrouille, remonte des informations sur les personnes observées aux alentours du lieu du vol. Les personnes vues ne correspondent pas exactement au signalement. L'OCAU observé interroge donc le témoin pour tenter d'affiner, de valider les éléments d'identification (sexe, morphologie, origine ethnique apparente, signes distinctifs tels que des tatouages, type et couleur de chaque vêtement, etc.). Le suspect a finalement été retrouvé dans la demi-heure suivante. S'ensuit alors un « yes! » et un « on l'a eu ! » de contentement partagé par les OCAU. Cela a été amplifié lors du retour des policiers par un retour sur l'événement et le partage des « bons coups » des uns et des autres.
- **La répartition des cas aux policiers peut être source de tensions.**

- Selon les OCAU, certains policiers ne désirent pas être ou se sentir commandés par les OCAU. La chaîne de commandement des policiers n'intègre nullement les OCAU qui sont « des civils ». Ceci a été observé et fait l'unanimité des OCAU rencontrés sauf le plus grand. En effet, deux policiers superviseurs y sont en lieu et place du chef d'équipe.
- La répartition aux policiers d'un appel urgent en fin de leur quart est très difficile. Les OCAU peuvent alors lancer un appel à tous sur les ondes mais, si cela ne fonctionne pas, les OCAU demandent au sergent de route de les aider à déterminer le ou les policiers à impliquer voire d'attribuer lui-même le cas à ses policiers, car sinon des policiers contestent, ce qu'ils ne peuvent faire avec leur officier supérieur.
- **Les blessures occasionnées aux policiers durant les interventions ébranlent les OCAU, car ils s'en sentent proches.**
  - Il arrive que des policiers doivent se défendre. Comme nous l'avons observé, lorsqu'un policier subit un presque accident ou une blessure légère, cela n'occasionne pas de remise en cause des OCAU. En effet, un jeune policier venant de se faire mordre aux doigts par un suspect a été « protégé » par son alliance où apparaissaient des marques de dents et un certain écrasement. Les OCAU ayant vu cela en ont ri ou plaisanté mais ils disent par ailleurs que ce sont les risques du métier et que « petits accroc » comme cela surviennent régulièrement.
  - Cependant, lorsque le risque de décès — ou le décès — est présent, les OCAU sont ébranlés. Un OCAU observé, reconnu par tous comme « tough » (endurci en français) nous a dit avoir vécu la mort d'un collègue policier plus de dix ans auparavant et en être toujours marqué. Tout en témoignant de ce drame, il pleure au fur et à mesure de l'énonciation des faits. Une personne, assise dans sa cour, menaçait de

se suicider en se faisant sauter la tête au moyen d'une bombe artisanale positionnée autour de son cou et appelait le CAU pour se signaler. Envoyant toutes les unités sur place, l'OCAU restait en ligne avec le suicidaire tout en communiquant avec les policiers par radio. Quand un policier est arrivé sur place, le son de la radio s'est coupé net. L'homme s'est fait exploser, l'étêtant et tuant le policier sur le coup avec le souffle.

- Malgré les différends entre policiers et OCAU, tous les OCAU disent : « quand je les envoie, ce sont mes policiers » (soulignant nettement le « mes » dans l'intonation de leur voix). Ils s'en sentent responsables.
- **Les services externes peuvent ne pas comprendre le bien-fondé de demandes formulées par les OCAU et cela frustre voire énerve ces derniers lors d'événements graves.**
  - Lors d'un incendie majeur près d'un lac, les OCAU ont demandé à Urgence Santé<sup>103</sup> d'envoyer des ambulances pour les nombreux blessés. À un moment, l'opérateur d'Urgence Santé aurait répondu à l'OCAU qu'il avait déjà envoyé 8 ambulances et que c'était assez ; c'est alors que l'OCAU se serait fâché et aurait répondu : « si j'en ai besoin de 15, envoyez-m'en quinze ! ». La situation était à ce point importante que l'OCAU demandait des ambulances et des pompiers de villes extérieures à sa région normale d'action.

---

<sup>103</sup> Urgence Santé est la seule organisation publique de services préhospitaliers d'urgence au Québec. Elle dessert Montréal et Laval, les deux régions dont la densité de population est la plus importante (2,3 millions de personnes sur 744 km<sup>2</sup>). Dans toutes les autres régions, ces fonctions sont exercées par des entreprises privées et des coopératives (*urgences-sante.qc.ca*, n.d.). Ainsi, dans le contexte de cette recherche, il s'agit exclusivement d'entreprises privées.

Les sources de charge mentale requièrent des OCAU la mise en place de stratégies appropriées afin de maintenir une image publique et un service de qualité tout en assurant leur santé mentale. Nous verrons donc dans la sous-section suivante quelles sont ces stratégies mais également leurs limites.

## B.10 Résultats de l'analyse ergonomique : stratégies des OCAU et leurs limites dans la gestion des sources de charge cognitive et psychologique.

Suivant une structuration similaire à celle adoptée dans la sous-section précédente, celle-ci est articulée en deux sous sections principales. Nous décrivons tout d'abord les stratégies et limites relatives à la gestion des sources de charge cognitive puis celles afférentes aux sources de charge psychologique. Chacune d'entre elles est subdivisée en 3 pans relatifs aux types de sources en question : l'organisation, la prise d'appels, la répartition.

Cette sous-section se clôt sur une troisième sous section constituée d'un tableau de synthèse récapitulant tant les points clefs au niveau des sources de charge mentale que des stratégies et limites afférentes.

### B.10.1 Stratégies de gestion des sources de charge cognitive et leurs limites

#### B.10.1.1 Stratégies de gestion des sources relevant de l'organisation

- **Face à l'absence de temps officiel de relève, la fiabilité du passage d'informations repose sur le collectif et les points clefs sur le chef d'équipe.**
  - Alors, dans les CAU où le temps de relève n'est pas officialisé et malgré qu'il ne s'agisse pas d'une stratégie commune à tous, bien des OCAU observés arrivent tout de même en avance (quinze minutes environ). Quelques rares n'arrivent que quelques minutes avant la prise de quart officielle. Les deux novices observés disent faire de même.

- De plus, il semblerait que dans des CAU, la convention collective n'oblige pas les OCAU à rester lorsque le successeur n'arrive pas avec la fin de leur quart.
- Le passage d'informations locales ou de seconde importance est véhiculé entre OCAU alors que les informations clefs sont transmises de chef d'équipe à chef d'équipe. Un seul CAU disposait d'un tableau blanc que le chef d'équipe utilisait pour afficher quelques suivis à effectuer et les rendre disponibles pour tous.
- Il est arrivé que des OCAU ne soient pas informés de certains événements auquel cas ils demandaient à leurs collègues ou à leur chef d'équipe qui, à chaque fois, détenaient les informations.
- **Dans les CAU les plus petits, les OCAU tentent de ne plus remplir de tâches administratives, sans succès.**
  - Les OCAU ont demandé à leur hiérarchie de ne plus accomplir ces tâches. La surveillance des cellules est restée du ressort des OCAU, mais l'accueil par un nouvel employé était en projet et est resté tel quel à la fin de notre intervention ; a été rappelée la priorité absolue de la prise et du traitement sur l'accueil. Ces CAU sont moins dotés que les autres, tout comme les postes de police dans lesquels ils se trouvent.
  - Concernant la saisie dactylographique de documents du poste de police lors des quarts de nuit, les OCAU interrogés se sont vus répondre qu'ils devraient continuer, le responsable de ce CAU (un policier) arguant du calme des nuits et du fait qu'ils ne pouvaient se permettre de les payer à ne rien faire.
- **Pour améliorer la compréhension de leur activité, des responsables et chefs d'équipe invitent des policiers à les voir travailler.**
  - Dans le plus grand CAU, aucun policier ne vient si ce n'est les deux superviseurs.

- À l'opposé, dans le plus petit CAU, les policiers vont et viennent souvent et les rapports et débriefings se font façon linéaire. Les policiers peuvent aller s'informer auprès des OCAU et réciproquement.
- Dans les trois autres CAU, les responsables et chefs d'équipe encouragent les nouveaux policiers à passer un moment avec eux (d'une trentaine de minutes à quelques heures). Les policiers viennent ainsi en double écoute et certains sont même invités à répondre à quelques appels. Cela est toutefois limité au CAU #2 dont bien des policiers appartiennent à des territoires lointains.
- Les OCAU rencontrés disent que cela permet de mettre un visage sur les noms et de mieux se comprendre notamment à propos des délais de réponse pour des demandes de CRPQ (la résolution de cas est prioritaire), des flous dans les descriptions (les informations se précisant au fur et à mesure), des problèmes de communication (qualité sonore des appels) et des enjeux d'assignation de véhicules de patrouilles par rapport à ceux restant disponibles.
- Des OCAU témoignent des changements comportementaux positifs sur les ondes mais aussi qu'« il est plus difficile de [faire des reproches abrupts] lorsqu'on connaît la personne à qui l'on parle », ce qui favorise le dialogue et l'écoute pour la résolution de cas.
- Dans certains CAU, l'expérience est à double sens puisque des OCAU ont été invités à venir patrouiller avec les policiers.
- **Pour accompagner au mieux les novices et minimiser l'écoute de leurs appels, certains responsables, chefs d'équipes et expérimentés s'organisent, mettent en place une identification des novices les plus en demande qu'ils aident activement.**

- Les OCAU expérimentés observent l'évolution des novices et identifient ceux qui s'arrangent le mieux et portent davantage d'attention à ceux dont l'évolution est plus incertaine qui continuent de porter l'étiquette de novice.
- Les « règles » de ratio de novices varient selon les CAU :
  - Dans le plus petit, sur trois OCAU, un seul novice est présent par quart.
  - Dans les autres, le nombre est aussi limité par quart afin d'essayer de maintenir un plus grand nombre d'expérimentés que de nouveaux.
- Dans des CAU, nous avons même observé que des OCAU se mettent en duo (un prenant les appels, l'autre à la répartition ou ensembles sur un secteur) en se plaçant côte à côte ou face à face. Les expérimentés s'assurent de la bonne transmission des informations en n'écoutant que « leur » novice.
- Cette répartition est tout de même limitée, car les novices débutent en solo à l'été, période à laquelle les OCAU prennent le plus souvent leurs vacances. Selon les OCAU, il arrive donc fréquemment, surtout dans le plus gros CAU, que le nombre de novices soit trop élevé. D'ailleurs, tous les OCAU expérimentés rencontrés disent que travailler l'été est très fatigant pour cette raison.
- Au prix de la mise en place d'une écoute flottante attentive, les expérimentés interviennent activement et de façon efficace pour assurer l'acquisition et la mise en place de compétences clés :
  - La maîtrise des outils informatiques. Un OCAU novice observé ayant du mal à localiser un accident s'est fait dire de regarder sur la géomatique (logiciel de cartographie recensant tous les détails de la ville par calques) pour identifier un poteau et son

possesseur et de le localiser précisément grâce à des numéros inscrits. L'expérimenté regardant le visage du novice s'est déplacé pour montrer comment trouver cette information.

- Le questionnement adapté, en demandant par exemple si l'adresse obtenue est celle du plaignant ou des faits.
- La pertinence du processus de réponse en interrogeant le novice. Pour le suicide d'un adolescent, le novice avait appelé une ambulance, l'expérimenté a noté qu'il n'avait pas demandé de prendre l'équipement nécessaire dans tel cas, invitant le novice à rappeler les ambulanciers. Pour d'autres cas, et voyant ce novice hésitant, l'expérimenté a imprimé ses cartes d'appel qu'ils ont passé en revue et a donné des conseils et directives.
- L'aide des expérimentés sert aussi aux novices à dresser un portrait d'un cas important traité. Cet appel pour suicide était le premier de l'OCAU novice observé. Un OCAU expérimenté lui a dit plus tard dans le quart que l'adolescent pendu retrouvé dans son sous-sol par sa copine s'est suicidé parce qu'elle l'avait trompé avec son meilleur ami.
- Ainsi, plus l'aide apportée aux novices est importante plus les OCAU expérimentés se disent fatigués, « vidés ».

#### B.10.1.2 Stratégies de gestion des sources relevant de la prise d'appels

- **Pour faire face à des journées « tire-jus », de forts débits d'appels ou à certains types d'appels, les OCAU tentent de s'extraire de leur situation : en utilisant les anecdotes, la dérision, le rire, mais aussi par l'usage de pauses.**

- Les OCAU trouvent ce qui peut être drôle et, dans un moment de calme, certains réécoutent et partagent leurs appels. Ils racontent également des appels similaires cocasses tout en se moquant de certains appelants.
- D'autres partagent leurs bons coups. Pendant la fête nationale du Québec, l'OCAU suivi a partagé ses inquiétudes puis son soulagement quand il réussit à faire libérer au bout de plusieurs heures un jeune chien dont la tête était emprisonnée dans des structures métalliques.
- La prise de pauses est cruciale. Les conditions de récupération sont très différentes d'un CAU à l'autre. Après un fort afflux d'appels ou certains appels psychologiquement éprouvants, les OCAU veulent « se vider la tête ». Cet octroi de pause passe par le chef d'équipe.
  - Les fumeurs demandent une pause cigarette.
  - Tous apprécient de pouvoir se restaurer ou se reposer.
    - Pour se restaurer, certains disposent de salles séparées mais proches, d'équipement de cuisson (four à micro-ondes, plaques de cuisson, four), de friandises.
    - Afin de se reposer, certains apprécient de regarder la télévision ou de dormir dans de confortables fauteuils.
    - D'autres prennent un café, d'autres encore sollicitent de décaler leur pause repas afin de bénéficier d'un plus grand moment de récupération, et ce rapidement.
  - Cependant, dans les plus petits centres avec trois OCAU en poste, les OCAU sont plus enclins à rester à leur poste. Ils disent ressentir cela comme une difficulté, car ils ne peuvent pas vraiment lâcher prise et en ressentent une augmentation de fatigue.

- Or, dans certains CAU, ces besoins d'accessibilité et de confort semblent être mécompris par certaines autorités policières qui semblent peu prédisposées à répondre aux attentes des OCAU (sans doute par méconnaissance des exigences de ce métier, NDLR). Et, même si les OCAU demandent l'acquisition de tels équipements même à leurs frais (au moyen de fonds récoltés dans une cagnotte approvisionnée par des achats de friandises et boissons), certains se voient déboutés de leur demande, d'autres se sont vus récupérer des équipements à la suite de problèmes qui leur auraient été attribués (qualité de l'air).
- Les OCAU interrogés témoignent de leur souhait de pouvoir avoir un répit lorsqu'il y a un « bombardement d'appels » mais que cela est alors impossible. Ils disent que de rester alors en poste leur fait ressentir davantage de fatigue et que leurs douleurs musculosquelettiques « se réveillent ».
- **Pour faire face à une journée « tire-jus », les OCAU priorisent les appels.**
  - Lors de la fête nationale du Québec point culminant régulier des situations à charge de travail prévue importante, il n'est pas possible pour les OCAU d'assigner un véhicule pour chaque cas. Aussi, les appels pour tapage nocturne ne donnent que très rarement lieu à un déplacement policier mais pour les OCAU cela prend beaucoup de temps d'explicitation et d'appels à la compréhension envers les nombreux appelants.
- **Pour comprendre un appel avec une qualité sonore dégradée, une seule possibilité : la réécoute.**
  - La réécoute est chose fréquente et si les OCAU n'arrivent pas à comprendre, ils écoutent de nouveau en essayant de s'isoler (serrant leur

casque contre l'oreille ou en posant une main sur l'oreille libre. Si cela ne suffit pas, ils appellent des collègues.

- Ce processus-là implique donc la prise de temps supplémentaire et vient donc accroître la charge de travail en période à haut débit d'appels.
- **Pour déterminer les actions à prendre avec un allophone, l'OCAU s'appuie sur son collectif**
  - Face à des anglophones, les OCAU transfèrent les appels aux collègues plus à l'aise.,
  - Pour répondre à des hispanophones, les OCAU répondants se lèvent et interrogent ceux présents dans le CAU. Dans les situations étudiées, il y avait toujours un OCAU comprenant quelques mots suite à un voyage en Amérique latine.
  - Pour les allophones les plus difficiles à comprendre, dans les cas observés, les OCAU cherchent de l'aide avec un collègue pour écouter leur ligne. Cela s'est montré d'autant plus difficile avec des appels de mauvaise qualité sonore (par téléphone portable).
- **Pour gérer efficacement les appels reçus, les OCAU font en sorte de maîtriser leur environnement physique de travail.**
  - L'attribution des postes de travail peut s'avérer importante. Car, si ces derniers peuvent souvent sembler similaires, l'organisation d'éléments clefs moins visibles (téléphones, classeurs de contacts, notes manuscrites et internes, proximité et positionnement de l'imprimante, blocs de papier, etc.) peut différer de l'un à l'autre selon les habitudes personnelles. C'est pourquoi les OCAU retrouvent « leur » poste, surtout lorsqu'ils ont un rôle mixte ou de répartition. Des OCAU avec plus d'expérience peuvent alors utiliser leur ancienneté pour demander aux nouveaux employés de leur « restituer » leur place. Les novices sont

donc moins à même de bénéficier de cette stabilité dans l'environnement de travail.

- **Pour traiter de forts débits d'appels ou des cas majeurs, les OCAU tentent d'obtenir des renforts, mais dans les faits cela s'avère une stratégie limitée.**
  - Selon les CAU, il existe des systèmes de rappel des OCAU par téléavertisseurs. Cependant, la plupart du temps, le chef d'équipe va rappeler les OCAU un à un sur leur téléphone portable. Le chef d'équipe rencontré témoigne du fait que beaucoup d'entre eux ne répondent pas, volontairement.
  - Dans le cas d'un fort débit d'appels, cette stratégie peut se révéler inadaptée. En effet, s'il n'est pas relié à un cas majeur ou à un événement particulier tenu à ce moment-là, le flux d'appel peut rapidement diminuer et le ou les OCAU arrivés en renfort peuvent ne plus être nécessaires très rapidement. Ceci explique donc tant le malaise des chefs d'équipe à recourir à ce moyen que la réticence des OCAU à répondre à ces demandes.
  - Autre limite, afin de ne pas user les OCAU expérimentés, les chefs d'équipe appellent prioritairement les nouveaux ou les OCAU à temps partiel qui sont par définition moins expérimentés.
- **La nuit, pour faire face à la sous-activité, des OCAU trouvent des moyens de s'occuper.**
  - Dans des CAU, les OCAU s'apportent des ordinateurs portables ou des lecteurs de DVD portables et visionnent des films ou regardent les informations quand il n'y a plus d'appels. Cela peut être, dans les petits CAU un moyen de partager un moment avec un collègue.
  - Dans tous les CAU, des OCAU s'apportent des journaux, des magazines et autres revues de jeux.

- Ce moyen leur permet de rester alertes. Or, dans certains CAU, ces pratiques, surtout celles liées à l'écoute de films, sont proscrites.

#### B.10.1.3 Stratégies de gestion des sources relevant de la répartition

- **Pour faire face aux appels complexes, les OCAU essaient de rester conscients tant des informations récoltées lors de la prise d'appels que des actions réalisées à la répartition : c'est la gestion collective des appels.**
  - Des OCAU nous disent : « C'est plus fort que nous ! ». Il est frappant de constater que, lors des premières observations, les observateurs ergonomes étaient submergés par les conversations des autres OCAU ou que ces conversations leur apparaissaient trop lointaines alors que, pendant ce temps, et lors de diverses phases d'échanges, l'OCAU participant était capable d'interagir avec les cas rencontrés par ses collègues. Les OCAU sont donc capables d'une double écoute flottante et sélective, à la manière d'un scanner multibande.
  - Cette capacité passe par la mise en place de stratégies de modulation de l'élocution par l'augmentation du volume de la voix, le changement de ton (plus sec, directif), par des répétitions (« Madame... Madame... ») et parallèlement une capacité des collègues écoutants d'identifier pour chacun de ses collègues OCAU ses stratégies à certains types d'appels. Certains OCAU sont plus « lisibles » que d'autres ; en effet, certains OCAU rencontrés identifient l'un ou l'autre de leurs collègues comme étant impassible (associé à des OCAU très expérimentés, plus souvent associés au processus de formation ou reconnus pour leurs qualités de gestion d'appels et enclins à jouer le rôle de chef d'équipe si l'officiel est absent ou indisponible). Alors, si les OCAU se rendent compte que ces OCAU flegmatiques sont en train de changer de mode d'élocution,

ils savent alors qu'un événement particulier, important, est en train de se produire et prêtent une attention spéciale. Les OCAU disent avoir une écoute sélective avec un collègue expérimenté alors qu'ils ont une écoute complète avec un nouveau collègue dans de tels cas.

- Dans le cadre de cette gestion collective, lorsque les OCAU travaillent en plus petit nombre, alors l'adéquation personnelle avec le ou les partenaires est importante. Pour certains, les changements de partenaires (sur demande ou parce que l'un d'entre eux veut changer ses horaires) font du bien. Dans les petits CAU, le collectif s'organise pour sortir et partager des repas et des activités de loisirs ensemble et renforcer les liens qui les unissent.
- **Pour faire face à la complexité des appels, les OCAU agissent de concert, soit verbalement soit par média interposé.**
  - Les OCAU communiquent entre eux or, de par la distance, les conversations des autres ou encore par l'existence d'un obstacle (panneau de séparation, pilier d'arrivée des câbles), les dialogues sont rendus impossibles à moins de parler encore plus fort — ce qui dérange alors les collègues et qui peut être entendu par un autre appelant —.
  - C'est pourquoi les OCAU utilisent des médias intermédiaires tels que le téléphone, des papiers ou, mieux, leurs écrans.
    - Ils se téléphonent entre eux pour éviter de trop déranger (surtout dans les plus grands CAU) et pour pallier la présence d'un obstacle visuel.
    - Ils transmettent des informations par papiers imprimés à leurs collègues pour leur demander de « sous-traiter » leur cas ou alors, plus passivement, servent simplement à pallier l'éloignement de l'imprimante. Or, dans certaines

configurations physiques de postes de travail, les feuilles tombent et au lieu de les ramasser et de bouger de leur place, les OCAU lancent une nouvelle impression. Ceci est vu comme « très contraignant ».

- Le moyen le plus efficace est de partager directement ce que l'on voit avec les autres et qu'ils nous voient en retour. Pour cela la disposition côte à côte est la plus appréciée car la prise d'information y est plus rapide — et donc plus aisée — que lorsque les OCAU sont dos à dos.
- **Dans la gestion collective des appels, l'esprit d'entraide est tellement fort chez les OCAU qu'il est leur difficile de s'extraire d'une situation pour appeler d'autres OCAU en renfort.**
  - En effet, un chef d'équipe nous raconte s'être à peine déconnecté de son poste pour prendre une pause et de s'apercevoir qu'un feu très important s'est déclenché. Un collègue n'était pas encore branché alors il s'est rebranché aussitôt et a pris un appel : un policier déclarait que l'appel était fondé et qu'il fallait « [envoyer] tout le monde ». Ce soir-là, le système automatique de rappel des policiers ne fonctionnait pas, les policiers de l'accueil ont dû le faire eux-mêmes et pour cela ils ont « emprunté » un OCAU à l'équipe sans en avertir qui que ce soit, laissant les OCAU répondre aux nombreux appels sur cet événement (« tout le monde appelait pour ça ») en s'assurant que ces derniers ne concernaient pas un autre feu. C'est alors que s'est posé un dilemme : un OCAU dit ne pas avoir eu le temps d'appeler d'autres OCAU en soutien, car il était trop occupé ; or son responsable lui a dit a posteriori qu'il aurait dû sortir de son poste pour téléphoner. Cette réponse a été vécue comme frustrante par l'OCAU disant « en fait, il voulait que je les laisse dans la merde ». Frustration accrue lorsque l'OCAU a appris

que son responsable était sur les lieux du sinistre pour donner des bouteilles d'eau aux pompiers : « Qu'est-ce qu'il faisait là ? Nous sommes ses employés, c'est nous qu'il doit aider pas eux ».

- **Pour faire face à des appels complexes afférant à la gestion d'activités annexes, les OCAU se débrouillent en transmettant les informations aux intéressés ou en envoyant des patrouilles.**
  - « On fait les perroquets pour les travaux publics mais on doit être là au cas où il y aurait une urgence », tel est le sentiment de certains. Tous n'ont pas de formation et pour ceux qui en ont une, celle-ci peut ne durer qu'une heure.
  - Par exemple, des OCAU disent avoir des difficultés à différencier les services d'excavation de ceux de la distribution. Souvent, il faut envoyer des patrouilles sur place pour constater la situation.

## B.10.2 Stratégies de gestion des sources de charge psychologique et leurs limites

### B.10.2.1 Stratégies de gestion des sources relevant de l'organisation

- **Dans le plus petit CAU, intégré au poste de police, les sources de tension avec les policiers sont abordées avec délicatesse.**
  - En effet, les OCAU sont très proches des policiers et alors que certains OCAU se permettent d'exprimer leur gêne d'être interrompus lors de pics de charges de travail, d'autres subissent par peur de rompre cette entente. Ces relations entre les civils que sont les OCAU et les policiers sont d'autant plus délicates qu'il peut arriver à certains OCAU femmes d'avoir des relations personnelles intimes — durables ou non — avec des policiers.
- **Dans un petit CAU, intégré au poste de police mais dans lequel ces activités sont cloisonnées, les différends avec les policiers sont gérés par le duo formé par leur chef d'équipe et le sergent de route afin de « lisser » la situation.**
  - Dans ce CAU, la scission est matérialisée par une porte à contrôle d'accès nouvellement installée. Les policiers n'ont plus le droit de venir voir les OCAU qui, pour rentrer, doivent en faire la demande motivée à leur sergent. Or, ceci n'est aucunement une demande émanant des OCAU.
  - Nous avons assisté à un « échange musclé » entre un OCAU et un patrouilleur : la situation a dégénéré en quelques minutes et sa gestion a pris presque une heure. Arguant que tout allait fondre dès le lendemain, un patrouilleur a refusé de se déplacer pour un « banc de

neige »<sup>104</sup> gênant alors qu'il venait de finir sa pause repas. L'OCAU a alors demandé confirmation du refus de répondre au cas et s'est fait insulté et « remettre à sa place ». S'ensuivirent des démonstrations de force, voire de menaces de la part du policier devant les fenêtres du CAU, ce sur quoi le chef d'équipe a interpellé le lieutenant et le sergent de route qui sont allés raisonner ledit policier. Dès le lendemain, l'OCAU de cette altercation a dit ne pas prendre cela personnellement, sachant très bien à qui il avait affaire ; cela aurait été pris de toute autre façon avec un autre policier.

- En fait, un des problèmes avec les policiers réside dans le fait que dans ce CAU comme dans d'autres, tout appel doit donner lieu à une carte d'appel qui ne peut être détruite. Or, si une demande est légitime mais de peu d'intérêt (le fameux « banc de neige »), les OCAU dudit CAU se doivent de la transmettre aux policiers qui ont autorité pour refuser d'y donner suite. D'autre part, policiers et OCAU n'ont aucun lieu d'échange.

#### B.10.2.2 Stratégies de gestion des sources relevant de la prise d'appel

- **Pour pallier aux flux émotionnels entrants, les OCAU usent de l'humour ou de l'injure, certains cherchent des échappatoires plus permanentes.**

---

<sup>104</sup> Un « banc de neige » est un régionalisme québécois pour désigner une congère, c'est-à-dire un amas de neige entassée par le vent. ("Antidote," n.d.). Cependant, par extension, un « banc de neige » désigne généralement tout amas de neige, c'est dans ce sens qu'il est utilisé ici (NDLR).

- Lorsqu'une personne est identifiée comme « arrogante », alors des OCAU retransmettent l'appel à un collègue et l'appelant semblerait mieux se comporter. Les OCAU pensent que cela marche car l'appelant pense avoir affaire au supérieur hiérarchique.
- Lorsque la situation va au-delà des possibilités de contrôle des émotions, il peut arriver aux OCAU de raccrocher au nez d'appelants. Cependant, l'OCAU dit sentir que le sentiment de frustration qui en résulte peut durer quelques minutes et se répercuter sur les appels suivants. Il va lui falloir effectuer un effort particulier pour mettre fin à ce sentiment.
- Comme il n'est pas possible aux OCAU de répondre aux flux émotionnels frontalement, aussi ils disent que des gens « trop émotifs » ne peuvent pas faire ce travail.
  - Un jeune OCAU a répondu très sèchement à un citoyen. Alors, le chef d'équipe a pris l'appel et a proposé au citoyen de déposer une plainte officielle — ce que ce dernier a refusé de faire —. Cet OCAU « [...] a la mèche courte, je lui ai parlé. Je lui laisse une chance, mais la prochaine fois, je devrai en parler [au responsable] » nous confiait son chef d'équipe.
- Tout comme lorsqu'ils font face à des journées « tire-jus », les OCAU se libèrent par le rire, l'anecdote, la moquerie, l'humour mais aussi dans ce cas, ils vocifèrent, jurent une fois l'appel raccroché.
- Pour faire face aux émotions négatives générées par des propos insultants, des OCAU maugréent ou lancent des injures une fois l'appel achevé, d'autres se tiennent la tête ou ferment les yeux. Un père de famille ne trouvant plus son fils criait continuellement sur un OCAU qui nous a dit être fier d'avoir réussi à garder tout son calme.

- Afin de régler ce problème à la source, des OCAU interrogés avouent chercher des échappatoires afin d'être le moins souvent au téléphone avec un citoyen, préférant répondre aux demandes de CRPQ ou être à la répartition. Être chef d'équipe ou faire partie d'un syndicat peut aider à décompresser. Des OCAU nous ont dit avoir des collègues absents pour surmenage.

- **Les OCAU mettent en place une armure à émotions qui peut se révéler être un danger.**

Des OCAU disent que la nature de la situation ne les affecte plus vraiment sauf si cela « vient les chercher » personnellement.

- Par exemple, un OCAU ayant travaillé toute la nuit pour la fête nationale du Québec ne retient en fin de quart que le fait qu'elle a réussi à faire se déplacer les pompiers pour sauver un chiot dont la tête était coincée dans un dispositif métallique et qu'elle en est très contente. Cet OCAU dit ne plus s'intéresser aux humains.
- Aussi, pour les OCAU observés, les femmes battues qui appellent ne les émeuvent plus en général.
  - Comme nous y avons assisté, une femme appelle pour dire qu'elle a peur, car son ex-conjoint qui était en prison vient d'appeler et compte venir chez elle alors que ce dernier a une interdiction de s'en approcher. Il est demandé à la plaignante de rappeler lorsque l'ex-conjoint sera sur place afin que les policiers puissent constater l'infraction. La femme rappelle alors et une patrouille est envoyée. Quelques instants plus tard, elle rappelle et change complètement de discours, compatissant avec le fait que son ex-conjoint dont elle a tout de même déclaré avoir un peu peur n'avait pas d'endroit où dormir ni manger. Elle

demande d'annuler sa demande. La patrouille est alors rappelée pour l'annulation. Et l'OCAU de finir par dire, d'une voix lassée : « elle rappellera ».

- La banalisation est un danger. En effet, lorsqu'il donne une formation, un chef d'équipe dit insister sur l'importance de considérer tout appel et nous fournit des exemples :
  - Des personnes peuvent appeler pour dire que leur voisin fait du bruit et que s'il n'arrête pas ils vont aller le tuer : « dans 99 % des cas, ce n'est pas vrai, mais il y a toujours le 1 % qui peuvent le faire ».
  - Un homme aurait appelé pour signaler que sa fille était suivie par un pédophile : un OCAU aurait banalisé cet événement alors qu'il était réel.
- **Les OCAU, désarmés pour gérer les événements dramatiques, ne comptent que sur leur collectif**
  - Certains OCAU affirment ne pas apprécier qu'on les interroge sur leur état de santé psychologique en cas d'événement traumatisant. Aussi, ils ont la possibilité d'assister au briefing policier mais ils estiment que celui-ci ne leur convient pas.
  - Aussi, comme régulation froide face à un événement traumatisant, il existe la possibilité de faire appel au programme d'aide aux employés (PAE) mais ceci est vu comme un pis-aller<sup>105</sup> n'étant pas un programme directement mis en place et adapté dans chaque CAU.

---

<sup>105</sup> En effet, un PAE est « un ensemble de services visant à fournir aux employés le soutien dont ils ont besoin pour faire face à leurs difficultés personnelles ». L'objectif primaire du PAE, tel que vendu aux entreprises, est de « récupérer un employé devenu improductif » dont le principal résultat recherché est « la réduction des absences afin de faire progresser la productivité ». (Gobeille, 2009). Le PAE est toutefois pertinent pour les employer pour concilier travail et famille (Duxbury and Higgins, 2001).

- La sphère familiale ne peut être utilisée pour évacuer le vécu en le partageant. Les OCAU rencontrés disent « ils ne peuvent pas comprendre » ou encore « ils auraient peur » quand ils parlent des membres de leur famille. Alors, certes, le monde du travail et la sphère personnelle ne sont pas cloisonnés et même si les OCAU ayant des problèmes de couple disent se comporter différemment au CAU la réciproque ne peut être totale. Si une journée est psychologiquement difficile, cela va être difficile de faire comme si de rien n'était à la maison mais la verbalisation ne sera pas réellement possible sauf à « lisser » les faits, ne raconter que des bribes d'informations : « [ils sont] en contact continuels avec le pire de ce qui se passe dans la société » et en ont une vision très « noire ».
- En revanche, parler d'un appel traumatique avec un autre OCAU, un coéquipier aide beaucoup. Ils souhaiteraient bénéficier d'une salle pour se retirer en de telles circonstances et échanger, isolés du flot des appels.

#### B.10.2.3 Stratégies de gestion des sources relevant de la répartition

- **La gestion de l'entente entre policiers et OCAU peut passer par l'ajustement des horaires de travail.**
  - Dans des centres, le fait d'avoir changé leurs horaires de travail — et réduire leur nombre d'heures travaillées par quart — ne facilite pas une certaine gestion collective entre policiers et OCAU dans le plus petit CAU. Cependant, s'il y a mésentente avec un patrouilleur et que l'OCAU travaille toujours sur le même quart, cela catalyse certains achoppements en frictions. Alors, le décalage peut mécaniquement diminuer les temps possibles de friction.

- **Il n'existe pas de protection psychologique aux blessures arrivant aux policiers durant une intervention.**
  - Aucun des OCAU interrogés n'a dit mettre en place une telle protection.



## BIBLIOGRAPHIE

- Abduljabbar, H., 2012. Steroids - Basic Science. Intech, Chapters. doi: 10.5772/1323
- Acharya, R.U., Joseph, K.P., Kannathal, N., Lim, C.M., Suri, J.S., 2006. Heart rate variability: a review. *Medical and Biological Engineering and Computing* 44, 1031–1051.
- Acharya, R.U., Joseph, P., Kannathal, N., Min, L.C., Suri, J.S., 2007. Heart Rate Variability, in: Acharya, R.U., Suri, J.S., Spaan, J.A.E., Krishnan, S.M. (Eds.), *Advances in Cardiac Signal Processing*. Springer, pp. 121–165.
- Adams, C.M., Biers, D.W., 2000. ModSWAT and TLX: Effect of paired comparison weighting and weighting context, in: Presented at the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting Proceedings, pp. 610–613.
- Agelink, M.W., Malessa, R., Baumann, B., Majewski, T., Akila, F., Zeit, T., Ziegler, D., 2001. Standardized tests of heart rate variability: normal ranges obtained from 309 healthy humans, and effects of age, gender, and heart rate. *Clin. Auton. Res.* 11, 99–108.
- Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail, 2014. Le stress - définition et symptômes [WWW Document]. Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail. URL [https://osha.europa.eu/fr/topics/stress/definitions\\_and\\_causes](https://osha.europa.eu/fr/topics/stress/definitions_and_causes) (accessed 6.20.14).
- Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail, 2003. Prévention des risques psychosociaux et du stress au travail en pratique. Office des publications officielles des Communautés européennes, Luxembourg.
- Ahs, F., Sollers, J.J., Furmark, T., Fredrikson, M., Thayer, J.F., 2009. High-frequency heart rate variability and cortico-striatal activity in men and women with social phobia. *Neuroimage* 47, 815–820. doi:10.1016/j.neuroimage.2009.05.091
- Ainslie, P.N., Ogoh, S., Burgess, K., Celi, L., McGrattan, K., Peebles, K., Murrell, C., Subedi, P., Burgess, K.R., 2008. Differential effects of acute hypoxia and high altitude on cerebral blood flow velocity and dynamic cerebral autoregulation: alterations with hyperoxia 104, 490–498. doi:10.1152/jappphysiol.00778.2007
- Amalberti, R., Cellier, J.-M., Darses de Montmollin, F., Decrotis, F., Falzon, P., Filippi, G., Gaillars, I., Grize, J.-B., Haradji, Y., Jeffroy, F., Kasbi-Prost, C., Lacomte, M., Lamonde, F., Laval, V., Le Guilcher, B., Leplat, J., Marquié, J.-C., Masson, M., de Montmollin, M., Morin, P., Piérait-Le Bonniec, G., Quéinnec,

- Y., Rogard, V., Sperandio, J.-C., Theureau, J., 1997. *Vocabulaire de l'ergonomie*, 2nd ed. Octarès Éditions, Toulouse.
- Amalberti, R., Hoc, J.-M., 1998. Analyse des activités cognitives en situation dynamique: Pour quels buts? Comment? = Cognitive activity analysis in dynamic situation: Why and how? *Le travail humain* 61, 209–234.
- American Institute of Stress, 2004. Job Stress [WWW Document]. [www.stress.org](http://www.stress.org). URL (accessed 11.30.4).
- Anderson, E.J., Sylvia, L.G., Lynch, M., Sonnenberg, L., Lee, H., Nathan, D.M., 2014. Comparison of energy assessment methods in overweight individuals. *J Acad Nutr Diet* 114, 273–278. doi:10.1016/j.jand.2013.07.008
- Anderson, R., 2003. Stress at work: the current perspective. *The journal of the Royal Society for the Promotion of Health* 123, 81–87.
- Antidote, n.d. Antidote.
- Aptel, M., Dronsart, P., 1995. Charge maximale admissible de lever de charges. L'équation révisée du NIOSH. *DMT* 62, 113–118.
- Aptel, M., St-Vincent, M., 2008. Ampleur des TMS en Europe et au Québec, in: Presented at the De la recherche à l'action : 2e Congrès francophone sur les troubles musculo-squelettiques, p. 12.
- Arnetz, B.B., 1996. Techno-stress: a prospective psychophysiological study of the impact of a controlled stress-reduction program in advanced telecommunication systems design work. *Journal of Occupational and Environmental Medicine* 38, 53–65.
- Arnetz, B.B., Wiholm, C., 1997. Technological stress: psychophysiological symptoms in modern offices. *Journal of Psychosomatic Research* 43, 35–42. doi:10.1016/S0022-3999(97)00083-4
- Aronsson, G., Gustafsson, K., Dallner, M., 2000. Sick but yet at work. An empirical study of sickness presenteeism. *J Epidemiol Community Health* 54, 502–509. doi:10.2307/25569229
- Astrand, P.-O., Rodahl, K., Dahl, H.A., Stromme, S.B., 2003. *Textbook of work physiology*, 4 ed. Human Kinetics.
- Axelrod, J., Weinshilboum, R., 1972. Catecholamines. *N. Engl. J. Med.* 287, 237–242. doi:10.1056/NEJM197208032870508
- Aysin, B., Aysin, E., 2006. Effect of respiration in heart rate variability (HRV) analysis, in: Presented at the Engineering in Medicine and Biology Society, 2006. EMBS '06. 28th Annual International Conference of the IEEE, New-York (États-Unis d'Amérique), pp. 1776–1779. doi:10.1109/IEMBS.2006.260773
- Backs, R.W., 2000. Application of Psychophysiological Models to Mental Workload. *Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting Proceedings* 44, 464–467.

- Baillet, J., 2015. HOMÉOSTASIE [WWW Document]. Encyclopaedia Universalis en ligne. URL <http://www.universalis.fr/encyclopedie/homeostasie/> (accessed 3.1.15).
- Bakker, A.B., Demerouti, E., Euwema, M.C., 2005. Job Resources Buffer the Impact of Job Demands on Burnout. *10*, 170–180. doi:10.1037/1076-8998.10.2.170
- Balez, R., Sanquirgo, N., 2015. La dissonance cognitive : conséquence de la soumission induite ou effet de l'attente de l'expérimentateur ? *Bulletin de psychologie Numéro535*, 15–15. doi:10.3917/bupsy.535.0015
- Barbosa, D.F., Prada, F.J.A., Glanner, M.F., Nóbrega, O. de T., Córdova, C.O. de A., 2010. [Cardiovascular response to Stroop test: comparison between the computerized and verbal tests]. *Arq. Bras. Cardiol.* 94, 507–511.
- Baril-Gingras, G., 2012. La LSST, 33 ans plus tard : bilan et perspectives, in: Presented at the Colloque des représentantes et des représentants à la prévention, Fédération des travailleurs et travailleuses du Québec FTQ, Trois-Rivières, p. 62.
- Baril-Gingras, G., Montreuil, S., Fournier, P.-S., Laflamme, A.-M., Lamonde, F., Bourbonnais, R., Malenfant, R., Messing, K., Trudel, L., Dionne, C., Laroche, E., Bellemare, M., Brisson, C., 2010. Organiser la prévention de manière systématique dans tous les lieux de travail, la redynamiser et prendre en compte les changements du travail et de l'emploi.
- Barthe, B., Gadbois, C., Prunier-Poulmaire, S., Quéinnec, Y., 2004. Travailler en horaires atypiques, in: Falzon, P. (Ed.), *Ergonomie*. Presses Universitaires de France, pp. 129–144.
- Bartram, D.J., Yadegarfar, G., Baldwin, D.S., 2009. Psychosocial working conditions and work-related stressors among UK veterinary surgeons. *Occupational Medicine* 59, 334–341. doi:10.1093/occmed/kqp072
- Baructu, I., Esen, A.M., Kaya, D., Turkmen, M., Karakaya, O., Melek, M., Esen, O.B., Basaran, Y., 2005. Cigarette Smoking and Heart Rate Variability: Dynamic Influence of Parasympathetic and Sympathetic Maneuvers. *Annals of Noninvasive Electrocardiology* 10, 324–329. doi:10.1111/j.1542-474X.2005.00636.x
- Baudelot, C., Gollac, M., 2015. Que peuvent dire les suicides au travail ? *Sociologie* 6, 195–13. doi:10.3917/socio.062.0195
- Baujard, C., Douillet, P., Mary-Cheray, I., Gallet, A.-M., Ragazzi, C., Rousset, S., 2008. Agir sur le stress et les risques psychosociaux, *Travail et changement*. ANACT.
- Baumans, C., Adam, S., Seron, X., 2012. Modélisations récentes du rôle du temps et de l'interférence en mémoire de travail : implications cliniques. *Revue de neuropsychologie Volume 4*, 186–195. doi:10.3917/rne.043.0186
- Bazhenova, O.V., Plonskaia, O., Porges, S.W., 2001. Vagal reactivity and affective adjustment in infants during interaction challenges. *Child Dev* 72, 1314–1326. doi:10.1111/1467-8624.00350/pdf
- BBC, 2002. Employers dismiss stress fears [WWW Document]. BBC News Online. URL <http://news.bbc.co.uk/2/hi/business/1754814.stm> (accessed 8.10.11).

- Bekheit, S., Tagella, M., El-Sakr, A., Rasheed, Q., Craelius, W., El-Sherif, N., 1990. Use of heart rate spectral analysis to study the effects of calcium channel blockers on sympathetic activity after myocardial infarction. *American Heart Journal* 119, 79–85. doi:10.1016/S0002-8703(05)80085-7
- Belkic, K.L., Landsbergis, P.A., Schnall, P.L., Baker, D., 2004. Is job strain a major source of cardiovascular disease risk? *Scand J Work Environ Health* 30, 85–128.
- Bellan, M., 2007. Stress : les médecins du travail tirent la sonnette d'alarme. *Les Echos* 9.
- Bennhagen, R.G., Sörnmo, L., Pahlm, O., Pesonen, E., 2004. Signal-Averaged Electrocardiography in Normal Newborn infants. *Pediatr Cardiol* 25, 451–458. doi:10.1007/s00246-003-0539-7
- Benson, H., 1975. *The Relaxation Response*. William Morrow Company, New-York.
- Berger, M.L., Murray, J.F., Xu, J., Pauly, M., 2001. Alternative Valuations of Work Loss and Productivity. *Journal of Occupational and Environmental Medicine* 43, 18–24.
- Bergqvist, U., Wolgast, E., Nilsson, B., Voss, M., 1995. Musculoskeletal disorders among visual display terminal workers: individual, ergonomic, and work organizational factors 38, 763–776. doi:10.1080/00140139508925148
- Bernard, B., Sauter, S., Fine, L., Martin, P., Hales, T., 1994. Job task and psychosocial risk factors for work-related musculoskeletal disorders among newspaper employees. *Scand J Work Environ Health* 20, 417–426.
- Bernardi, L., Wdowczyk-Szulc, J., Valenti, C., Castoldi, S., Passino, C., Spadacini, G., Sleight, P., 2000. Effects of controlled breathing, mental activity and mental stress with or without verbalization on heart rate variability. *JACC* 35, 1462–1469.
- Bernston, G.G., Bigger, J.T., Jr., Eckberg, D.L., Grossman, P., Kaufman, P.G., Malik, M., Nagaraja, H.N., Porges, S.W., Saul, J.P., Stone, P.H., Van der Molen, M.W., 1997. Heart rate variability: Origins, methods, and interpretive caveats. *Psychophysiology* 34, 623–648.
- Bernston, G.G., Cacioppo, J.T., Quigley, K.S., 1993. Respiratory sinus arrhythmia: Autonomic origins, physiological mechanisms, and psychophysiological implications. *Psychophysiology* 30, 183–196. doi:10.1111/j.1469-8986.1993.tb01731.x
- Bertrand, F., Martinez, P., Thiercelin, D., Fournier, J.P., Van Elslande, L., Romankiewicz, A., Casini-Latil, I., Gurgheguian, C., Sebag, O., Tolosano, R., Rouvier, R., Pouzac, G., Tran, T.T., Martin-Laval, O., Sainty, J.M., 2000. Charge de travail des médecins des urgences : problème quantitatif ou qualitatif? De la sérénité du médecin des urgences. *Réanimation Urgences* 9, 492–497. doi:10.1016/S1164-6756(00)90054-9

- Bescond, D., Châtaignier, A., Mehran, F., 2003. Sept indicateurs pour mesurer le travail décent: une comparaison internationale. *Revue internationale du Travail* 142, 195–229.
- Bianchi, A., Mainardi, L., Cerutti, S., 2000. Time-frequency analysis of biomedical signals. *Transactions of the Institute of Measurement and Control* 22, 215–230. doi:10.1177/014233120002200302
- Biers, D.W., 1995. SWAT: Do We Need Conjoint Measurement? *Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting Proceedings* 39, 1233–1237.
- Biers, D.W., Masline, P.J., 1987. Alternative approaches to Analyzing SWAT Data. *Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting Proceedings* 31, 63–66.
- Bigaouette, M., 2001. La gestion professionnelle des émotions et l'approche prothétique : un nouveau travail prescrit pour soigner les déments. *PISTES* 3, 19.
- Black, N., Fortin, A.-P., Handrigan, G.A., 2015. Postural and perception variations when using manually adjustable and programmable sit–stand workstations in an emergency call center. *IIE Transactions on ....* doi:10.1080/21577323.2014.1003116
- Blank, U., Vitte, J., 2015. Les médiateurs du mastocyte. *Revue Française d'Allergologie* 55, 31–38. doi:10.1016/j.reval.2014.10.002
- Boccardi, E., Sala, S.D., Motto, C., Spinnler, H., 2002. Utilisation Behaviour Consequent to Bilateral SMA Softening. *Cortex* 38, 289–308. doi:10.1016/S0010-9452(08)70661-0
- Bond, R.R., Finlay, D.D., Nugent, C.D., Moore, G., Breen, C.J., Wagner, G.S., Guldenring, D., 2011. The utility of a 12-lead electrocardiogram electrode misplacement simulator in education. *Journal of Electrocardiology* 44, 748. doi:10.1016/j.jelectrocard.2011.09.025
- Boothroyd, L.J., Segal, E., Bogaty, P., Nasmith, J., Eisenberg, M.J., Boivin, J.-F., Vadebonœur, A., Champlain, F. de, 2013. Information on Myocardial Ischemia and Arrhythmias Added by Prehospital Electrocardiograms. *Prehosp Emerg Care* 17, 187–192. doi:10.3109/10903127.2012.755583
- Borg, G., 1998. Borg's perceived exertion and pain scales. *Human Kinetics*.
- Boulant, J.A., 2000. Role of the preoptic-anterior hypothalamus in thermoregulation and fever. *Clin. Infect. Dis.* 31 Suppl 5, S157–61. doi:10.1086/317521
- Bourbonnais, R., 2007. Are job stress models capturing important dimensions of the psychosocial work environment? *Occup Environ Med* 64, 640–641. doi:10.1136/oem.2007.032979
- Bourbonnais, R., Mondor, M., 2001. Job strain and sickness absence among nurses in the province of Québec. *American Journal of Industrial Medicine* 39, 194–202. doi:10.1002/1097-0274(200102)39:2<194::AID-AJIM1006>3.0.CO;2-K
- Bouret, R., Beaudet, F., Cauchy, F., 1997. *Methodes Quantitatives et Sciences Humaines*. Montréal : Chenelière/McGraw-Hill.

- Bourgeois, F., Brun, C., Faucheux, J.-M., Hubault, F., Lemarchand, C., Polin, A., Douillet, P., Albert, E., 2006. Troubles musculosquelettiques et travail. Quand la santé interroge l'organisation. ANACT Éditions.
- Bourrain, J.L., 2002. Allergie immédiate aux corticoïdes. *Revue Française d'Allergologie et d'Immunologie Clinique* 42, 57–60. doi:10.1016/S0335-7457(01)00113-7
- Bouzit, N., Négroni, P., Vion, M., 2002. Débordement(s) à l'accueil-clientèle et effets sur la santé, in: Jourdan, M., Theureau, J. (Eds.), *Charge Mentale Notion Floue Et Vrai Problème*.
- Bouzit, N., Zémé Ramirez, M., 2001. La relation de service dans tous ses états : émotions, cognition, communications... Comptes rendus du congrès SELF-ACE 2001 – Les transformations du travail, enjeux pour l'ergonomie 2, 234–239.
- Boyce, R.W., Boone, E.L., Cioci, B.W., Lee, A.H., 2008. Physical activity, weight gain and occupational health among call centre employees. *Occupational Medicine* 58, 238–244. doi:10.1093/occmed/kqm135
- Boyer, R., 1987. *Sagas Islandaises*. Gallimard (Bibliothèque de la Pléiade).
- Bridger, R.S., Day, A.J., Morton, K., 2013. Occupational stress and employee turnover. *Ergonomics* 56, 1629–1639. doi:10.1080/00140139.2013.836251
- Brisson, C., Larocque, B., 2001. Validité des indices de demande psychologique et de latitude décisionnelle utilisés dans l'Enquête nationale sur la santé de la population (ENSP) de 1994-95. *Revue canadienne de santé publique* 92, 1–7.
- Brun, J.-P., Biron, C., Martel, J., Ivers, H., 2003. Évaluation de la santé mentale au travail : une analyse des pratiques de gestion des ressources humaines, Études et recherche - Rapport IRSST.
- Brun, J.-P., Lamarche, C., 2006. Évaluation des coûts du stress au travail - Rapport de recherche, Chaire de gestion de la santé et de la sécurité du travail dans les organisations.
- Brunaud, M., Vallée, E., Laborit, H., 1971. The action of 2-amino-4-(isothioureyl methyl)-thiazol dihydrochloride (Agr 307) on the catecholamines of the central nervous system in the rat. Possible inhibition of dopamine beta-hydroxylase. *Agressologie* 12, 113–118.
- Brunner, E.J., Hemingway, H., Walker, B.R., Page, M., Clarke, P., Juneja, M., Shipley, M.J., Kumari, M., Andrew, R., Seckl, J.R., Papadopoulos, A., Checkley, S., Rumley, A., Lowe, G.D.O., Stansfeld, S.A., Marmot, M.G., 2002. Adrenocortical, autonomic, and inflammatory causes of the metabolic syndrome: nested case-control study. *Circulation* 106, 2659–2665. doi:10.1161/01.CIR.0000038364.26310.BD
- Brydon, L., Edwards, S., Mohamed-Ali, V., Steptoe, A., 2004. Socioeconomic status and stress-induced increases in interleukin-6. *Brain, Behavior, and Immunity* 18, 281–290. doi:10.1016/j.bbi.2003.09.011

- Bureau international du travail, 2008. *La mesure du travail décent*. Bureau international du travail, Genève.
- C R Parker, J., Mixon, R.L., Brissie, R.M., Grizzle, W.E., 2013. Aging Alters Zonation in the Adrenal Cortex of Men. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. doi:10.1210/jcem.82.11.4507;pageGroup:string:Publication
- Cahour, B., 2003. Accès aux affects en situation d'interaction professionnelle. *Actes du Colloque EPIQUE 2003* 111–122.
- Cain, M.E., Anderson, J.L., Arnsdorf, M.F., Mason, J.W., Scheinman, M.M., Waldo, A.L., 1996. Signal-Averaged Electrocardiography. *JACC* 27, 238–249.
- Campen, M.J., Tagaito, Y., Jenkins, T.P., Balbir, A., O'Donnell, C.P., 2005. Heart rate variability responses to hypoxic and hypercapnic exposures in different mouse strains. *Journal of Applied Physiology* 99, 807–813. doi:10.1152/jap-physiol.00039.2005
- Cannon, B., 1994. Walter Bradford Cannon: Reflections on the Man and His Contributions. *International Journal of Stress Management* 1, 145–158.
- Cannon, W.B., 1932. *The wisdom of the body*. W. W. Norton, New York.
- Cannon, W.B., 1922. *Bodily changes in pain, hunger fear and rage*. D. Appleton and Company, New York and London.
- Cannon, W.B., 1911. *The mechanical factors of digestion*. Longmans, Green & Co., New York.
- Caplan, R.D., Cobb, S., French, J.R.P.J., Harrison, R.V., Pinneau, S.R.J., 1975. *Job demands and worker health: Main effects and occupational differences*. National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH), Washington D.C.
- Cardosi, K.M., 1993. *An Analysis of En Route Controller-Pilot Voice Communications (No. DOT-VNTSC-FAA-93-2)*. U.S. Department of Transportation, Federal Aviation Administration.
- Caroly, S., Weill-Fassina, A., 2007. En quoi différentes approches de l'activité collective des relations de services interrogent la pluralité des modèles de l'activité en ergonomie ? *@activités* 4, 85–98.
- Carroll, J.E., Low, C.A., Prather, A.A., Cohen, S., Fury, J.M., Ross, D.C., Marsland, A.L., 2011. Negative affective responses to a speech task predict changes in interleukin (IL)-6. *Brain, Behavior, and Immunity* 25, 232–238. doi:10.1016/j.bbi.2010.09.024
- Carter, J.B., Banister, E.W., 1994. Musculoskeletal problems in VDT work: a review 37, 1623–1648. doi:10.1080/00140139408964941
- Cartwright, S., Cooper, C.L., 1997. *Managing workplace stress*, 1st ed. Sage Publications.
- Chamak, B., 1997. *Le Groupe des Dix*. Éditions du Rocher, Monaco.
- Chandola, T., Heraclides, A., Kumari, M., 2009. Psychophysiological biomarkers of workplace stressors. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. doi:10.1016/j.neubiorev.2009.11.005

- Chang, C.-J., Chen, Y.-C., Lee, C.-H., Yang, I.-F., Yang, T.-F., 2016. Posture and Gender Differentially Affect Heart Rate Variability of Symptomatic Mitral Valve Prolapse and Normal Adults. *Acta cardiol Sin* 32, 467–476. doi:10.6515/ACS20150728B
- Chapelon-Abric, C., 2004a. Méthode d'analyse des électrocardiogrammes de surface douze dérivations. *EMC - Cardiologie-Angéiologie* 1, 97–105. doi:10.1016/j.emcaa.2004.03.003
- Chapelon-Abric, C., 2004b. Électrocardiogramme normal de l'adulte. *EMC - Cardiologie-Angéiologie* 1, 2–10. doi:10.1016/j.emcaa.2003.12.002
- Chappell, D., Di Martino, V., 2006. *Violence at work*, 3rd ed. International Labor Organization.
- Charney, D.S., Drevets, W.C., 2002. Neurobiological basis of anxiety disorders, in: Davis, K. (Ed.), *Neuropharmacology*. Philadelphia, pp. 901–930.
- Chi, C.-F., Lin, Y.-H., 2008. An ergonomic evaluation of call center performed by disabled agents. *Perceptual and Motor Skills* 55–64.
- Chini, B., 2003. Les facteurs de stress professionnel. Enquête auprès de salariés des services interentreprises. *Archives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement* 64, 297–309.
- Chrétien, L., Arcand, G., Tellier, G., Arcand, M., 2005. Impacts des pratiques de gestion des ressources humaines sur la performance organisationnelle des entreprises de gestion de projets. *Revue internationale sur le travail et la société* 3, 107–128.
- Cloninger, S.C., 1999. *La personnalité*. Flammarion, Paris.
- Clot, Y., 2006. *La fonction psychologique du travail*, 5 ed. Presses Universitaires de France, Paris.
- Clot, Y., 2001. Psychopathologie du travail et clinique de l'activité. *Éducation permanente* 146, 35–50.
- Clot, Y., Leplat, J., 2005. La méthode clinique en ergonomie et en psychologie du travail. *Le travail humain* 68, 289–229. doi:10.3917/th.684.0289
- Cole, A.B., Wingate, L.R., Tucker, R.P., Rhoades-Kerswill, S., O'Keefe, V.M., Hollingsworth, D.W., 2015. The differential impact of brooding and reflection on the relationship between perceived stress and suicide ideation. *Personality and Individual Differences* 83, 170–173. doi:10.1016/j.paid.2015.04.013
- Collins, S.M., Karasek, R.A., Costas, K., 2005. Job strain and autonomic indices of cardiovascular disease risk. *American Journal of Industrial Medicine* 48, 182–193. doi:10.1002/ajim.20204
- Comité provincial Pair, 2014. Programme Pair [WWW Document]. URL <http://www.programmepair.com/accueil.html> (accessed 7.6.14).
- Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail, n.d. *Entreprise de compétence fédérale* [WWW Document]. CNESST. URL

- <http://www.csst.qc.ca/employeurs/assurance/protections/Pages/entreprise-competence-federale.aspx> (accessed 7.14.16).
- Conseil d'Etat de la République Française, 2011. Article L230-2. Code du travail.
- Cooper, C.L., Liukkonen, P., Cartwright, S., 1996. The Problem of Workplace Stress, in: *Stress Prevention in the Workplace Assessing the Costs and Benefits to Organisations*. Luxembourg, pp. 1–10.
- Costoli, T., Bartolomucci, A., Graiani, G., Stilli, D., Laviola, G., Sgoifo, A., 2004. Effects of chronic psychosocial stress on cardiac autonomic responsiveness and myocardial structure in mice. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 286, H2133–H2140. doi:10.1152/ajpheart.00869.2003
- Coutarel, F., Daniellou, F., Dugué, B., 2003. Interroger l'organisation du travail au regard des marges de manœuvre en conception et en fonctionnement. *La rotation est-elle une solution aux TMS? PISTES* 5, 24.
- Coutu, L.L., Selye, H., 1950. Action du 21-acetoxy-pregnonolone (artisone) comparée à celle de l'acétate de désoxycorticostérone (DCA et du composé E de Kendall (cortisone) sur l'arthrite expérimentale. *Rev. Can. Biol.* 9, 308.
- Cox, T., Griffiths, A., Rial-Gonzalez, E., 2000. *Research on Work-related Stress*. European Agency for Safety and Health at Work.
- Creason, J., Neas, L., Walsh, D., Sheldon, L., 2001. Particulate matter and heart rate variability among elderly retirees: the Baltimore 1998 PM study. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology* 11, 116–122. doi:10.1046/j.1475-097X.2003.00478.x/full
- Critchley, H.D., Mathias, C.J., Josephs, O., O'Doherty, J., Zanini, S., Dewar, B.-K., Cipolotti, L., Shallice, T., Dolan, R.J., 2003. Human cingulate cortex and autonomic control: converging neuroimaging and clinical evidence. *Brain* 126, 2139–2152. doi:10.1093/brain/awg216
- Cuny, X., Weill-Fassina, A., 2012. *Histoire des approches de la santé et de la sécurité au travail au 41, rue Gay-Lussac, Paris*. PISTES 14.
- Da Zhang, She, J., Zhang, Z., Yu, M., 2014. Effects of acute hypoxia on heart rate variability, sample entropy and cardiorespiratory phase synchronization. *Bio-Medical Engineering OnLine* 13, 12. doi:10.1186/1475-925X-13-73
- Dalgleish, T., 2004. Timeline: The emotional brain. *Nat Rev Neurosci* 5, 583–589. doi:10.1038/nrn1432
- Daniellou, F., 2005. The French-speaking ergonomists' approach to work activity: cross-influences of field intervention and conceptual models. *Theoretical Issues in Ergonomics Science* 6, 409–427.
- Daniellou, F., 1992. *Le statut de la pratique et des connaissances dans l'intervention ergonomique de conception*. Université de Toulouse.
- Daniellou, F., 1987. *Les modalités de l'ergonomie de conception*. Cahier des notes documentaires, Sécurité et hygiène du travail.
- Daniellou, F., Garrigou, A., 1992. Human factors in design : sociotechnics or ergonomics?

- , in: Helander, M., Nagamashi, M. (Eds.), *Design for Manufacturability and Process Planning*. Taylor & Francis, London, pp. 55–63.
- Daveluy, C., Pica, L., Audet, N., Courtemanche, R., Lapointe, F., 2001. *Enquête sociale et de santé 1998* (2ème édition).
- De Gaudemaris, R., Frimat, P., Chamoux, A., 1998. *Mesure de la pression artérielle et de la fréquence cardiaque en activité professionnelle*. Éditions Médicales Internationales.
- de Geus, E.J.C., Willemsen, G., Klaver, C., van Doornen, L., 1995. Ambulatory measurement of respiratory sinus arrhythmia and respiration rate. *Biological Psychology* 41, 205–227.
- de Jonge, J., Reuvers, M.M.E.N., Houtman, I.L.D., Bongers, P.M., Kompier, M.A.J., 2000. Linear and nonlinear relations between psychosocial job characteristics, subjective outcomes, and sickness absence: Baseline results from SMASH. *Journal of Occupational Health Psychology* 5, 256–268. doi:10.1037/1076-8998.5.2.256
- De Terssac, G., 1992. *Autonomie dans le travail*. Presses universitaires de France, Paris.
- DeBoer, R., Karemaker, J., 1987. Hemodynamic fluctuations and baroreflex sensitivity in humans: a beat-to-beat model. *American Journal of Physiology* 253, H680–H689.
- Dejours, C., 2005. L'évaluation du travail à l'épreuve du réel. Critique des fondements de l'évaluation. *Interrogations? - Revue pluridisciplinaire en sciences humaines* 164–166.
- Dejours, C., 1993. Coopération et construction de l'identité en situation de travail. *Futur Antérieur* (1990-1999) mars, 1–7.
- Dejours, C., 1980. La charge psychique du travail mental, in: *Équilibre Ou Fatigue Par Le Travail ?* Paris.
- Dejours, C., Dessors, D., Molinier, P., 2011. Comprendre la résistance au changement. *DMT* 1–8.
- Delévaux, I., Chamoux, A., Aumaître, O., 2013. Stress et auto-immunité. *La Revue de médecine interne* 34, 487–492. doi:10.1016/j.revmed.2012.10.366
- Delisle, A., Toulouse, G., Salazar, E., Duhalde, D., Comtois, A.-S., 2010. The influence of perceived work demands on trapezius activity among emergency call-centre workers, in: Presented at the PREMUS 2010, Seventh International Conference on Prevention of Work-Related Musculoskeletal Disorders - Open sessions - Computer work, Angers (France), p. 275.
- Direction de la statistique et de l'information de gestion Statistiques, 2013. *Rapport statistique sur la clientèle des programmes d'assistance sociale*. Québec (Québec).

- Direction des relations du travail, Inspection médicale du travail, Direction de l'animation de la recherche, des études et des statistiques (DARES), 2002. SUMER 2002 : Questionnaire.
- Djabella, K., 2008. Modélisation de l'activité électrique du cœur et de sa régulation par le système nerveux autonome. Université Paris Sud - Paris XI, Paris.
- Dolan, S.L., Arsenault, A., 1980. Stress, santé et rendement au travail. École des relations industrielles de l'Université de Montréal, Montréal.
- Dolan, S.L., Gosselin, E., Carrière, J., 2012. Psychologie du travail et comportement organisationnel, 4 ed. Gaëtan Morin éditeur.
- Dolan, S.L., Gosselin, E., Carrière, J., Lamoureux, G., 2002. Psychologie du travail et comportement organisationnel, 2nd ed. Gaëtan Morin éditeur.
- Dormann, C., Zapf, D., 2004. Customer-Related Social Stressors and Burnout. *Journal of Occupational Health Psychology* 9, 61–82. doi:10.1037/1076-8998.9.1.61
- Duhalde, D., 2004. Recherche sur l'impact du port de vêtements de protection individuelle sur des opérateurs de maintenance en milieu nucléaire. Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris (France).
- Dunn, A.J., 1988. Stress-Related Changes in Cerebral Catecholamine and Indoleamine Metabolism: Lack of Effect of Adrenalectomy and Corticosterone - Dunn - 2006 - *Journal of Neurochemistry* - Wiley Online Library. *Journal of neurochemistry*.
- Durgin, F.H., 2000. The reverse Stroop effect. *Psychon Bull Rev* 7, 121–125.
- Duval, A., Moranne, O., Vanhille, P., Hachulla, E., 2006. Artériopathie calcique (Calciphylaxie). *La Revue de médecine interne* 27, 184–195. doi:10.1016/j.revmed.2005.11.001
- Duxbury, L., Higgins, C., 2001. Work-Life Balance in the New Millenium: Where Are We? Where Do We Need to Go?, cprn.org. Ottawa.
- Einthoven, W., 1997. The galvanometric registration of the human electrocardiogram, likewise a review of the use of the capillary-electrometer in physiology \*. *Ann Noninvasive Electrocardiol* 2, 93–93. doi:10.1111/j.1542-474X.1997.tb00314.x
- Ekman, P., 1999. Basic-Emotions, in: Dalgeish, T., Power, M. (Eds.), *Handbook of Cognition and Emotion*. pp. 45–60.
- Eliasson, A.H., Phillips, Y.Y., Stajduhar, K.C., Carome, M.A., Cowsar, J.D., 1992. Oxygen consumption and ventilation during normal labor. *Chest* 102, 467–471. doi:10.1378/chest.102.2.467
- Erol, S., Gur, K., Ergun, S., Yalcin, I., 2014. Burnout level of a bank's call centre employee and affecting factors. *MUSBED* 1–11. doi:10.5455/musbed.20140913123629
- Evanoff, B.A., Bohr, P.C., Wolf, L.D., 1999. Effects of a participatory ergonomics team among hospital orderlies. *American Journal of Industrial Medicine* 35, 358–365. doi:10.1002/(SICI)1097-0274(199904)35:4<358::AID-AJIM6>3.3.CO;2-1
- Eysenck, M.W., 1997. *Anxiety and Cognition : A Unified Theory*. Psychology Press, Hove, East Sussex.

- Faisy, C., Taylor, S.J., 2009. Dépense énergétique en réanimation. *Réanimation* 18, 477–485. doi:10.1016/j.reaurg.2009.05.017
- Falzon, P., 1994. Les activités métafonctionnelles et leur assistance. *Le travail humain* 57, 1–24.
- Falzon, P., 1990. Models for design: an introduction, in: Falzon, P. (Ed.), *Cognitive Ergonomics*. London, p. 6.
- Farquharson, B., Allan, J., Johnston, D., Johnston, M., Choudhary, C., Jones, M., 2012. Stress amongst nurses working in a healthcare telephone-advice service: relationship with job satisfaction, intention to leave, sickness absence, and performance. *Journal of Advanced Nursing* 68, 1624–1635. doi:10.1111/j.1365-2648.2012.06006.x
- Ferguson, E., Cox, T., 1997. The Functional Dimensions of Coping scale: Theory, reliability and validity. *British Journal of Health Psychology* 2, 109–129. doi:10.1111/j.2044-8287.1997.tb00528.x
- Fédération interprofessionnelle de la santé du Québec, 2015. *Projet de loi 60 sur la modernisation du régime de santé et de sécurité du travail* [WWW Document]. URL <http://www.fiqsante.qc.ca/fr/folders/enjeux/santesequite/re-gimesst.html?page=1> (accessed 3.5.15).
- Figley, C.R., 2002. Compassion Fatigue: Psychotherapists' Chronic Lack of Self Care. *Psychotherapy in Practice* 58, 1433–1441.
- Flaskerud, J.H., 2012. Case Studies in Amok? *Issues in Mental Health Nursing* 33, 898–900. doi: 10.3109/01612840.2012.719583
- Fournier, P.-S., Montreuil, S., Brun, J.-P., Bilodeau, C., Villa, J., 2010. Étude exploratoire des facteurs de la charge de travail ayant un impact sur la santé et la sécurité : Étude de cas dans le secteur des services (No. R-668). IRSST, Montréal.
- Fredrickson, B.L., Tugade, M.M., Waugh, C.E., Larkin, G.R., 2003. What good are positive emotions in crisis? A prospective study of resilience and emotions following the terrorist attacks on the United States on September 11th, 2001. *Journal of Personality and Social Psychology* 84, 365–376. doi:10.1037/0022-3514.84.2.365
- Freedman, B.I., Iskandar, S.S., Appel, R.G., 1995. The link between hypertension and nephrosclerosis. *Am. J. Kidney Dis.* 25, 207–221.
- French, J.R.P.J., 1973. Person-role fit. *Occupational Mental Health* 3, 15–20.
- French, J.R.P.J., Caplan, R.D., 1972. Occupational stress and individual strain, in: Marrow, A.J. (Ed.), *The Failure of Success*. Amacom, New York, pp. 30–66.
- French, J.R.P.J., Caplan, R.D., Harrison, R.V., 1982. *The mechanisms of Job Stress and Strain*. Joahn Wiley & Sons, London.
- Friedman, B.H., Thayer, J.F., 1998. Autonomic balance revisited: Panic anxiety and heart rate variability. *Journal of Psychosomatic Research* 44, 133–151.

- Friedman, M., Rosenman, R.H., 1959. Association of specific overt behavior pattern with blood and cardiovascular findings: blood cholesterol level, blood clotting time, incidence of arcus senilis, and clinical coronary artery disease. *JAMA* 169, 1286–1296. doi:10.1001/jama.1959.03000290012005
- Fulcheri, M., Barzega, G., Maina, G., Novara, F., Ravizza, L., 2013. Stress and managerial work: organizational culture and technological changes: a clinical study. *Journal of Managerial Psychology* 10, 3–8. doi:10.1108/02683949510084065
- Fulla, Y., Guignat, L., Dugué, M.-A., Assié, G., Bertagna, X., 2009. Exploration biologique de la fonction corticotrope. *Revue Francophone des Laboratoires* 2009, 35–48. doi:10.1016/S1773-035X(09)70249-7
- Galinowski, A., Léo, H., 2003. Biologie du stress: Biology of stress. *Annales Médico-psychologiques, revue psychiatrique* 161, 797–803.
- Gamelin, F.X., Berthoin, S., Bosquet, L., 2006. Validity of the polar S810 heart rate monitor to measure R-R intervals at rest. *Med Sci Sports Exerc* 38, 887–893. doi:10.1249/01.mss.0000218135.79476.9c
- Geslin, P.H., 1999. *L'apprentissage des Mondes, une Anthropologie Appliquée*. Octarès éditions et Editions de la Maison des Sciences de l'Homme.
- Ghai, D., 2003. Travail décent: concept et indicateurs. *Revue internationale du Travail* 142.
- Giauque, D., Resenterra, F., Siggen, M., 2013. Stress et satisfaction au travail des cadres intermédiaires dans les hôpitaux de Suisse romande dans un contexte de réformes. *@GRH* 9, 123–34. doi:10.3917/grh.134.0123
- Glomb, T.M., Tews, M.J., 2004. Emotional labor: A conceptualization and scale development. *Journal of Vocational Behavior* 64, 1–23. doi:10.1016/S0001-8791(03)00038-1
- Gobeille, D., 2009. Programme d'aide aux employés, in: Presented at the Colloque en assurance collective, Boucherville, Québec, pp. 1–22.
- Godbout, J., 1990. Pour l'amour du stress.
- Gold, D.R., Litonjua, A., Schwartz, J., Lovett, E.G., Larson, A.C., Nearing, B., Allen, G., Verrier, M., Cherry, R., Verrier, R., 2000. Ambient Pollution and Heart Rate Variability. *Circulation* 101, 1267–1273. doi:10.1161/01.CIR.101.11.1267
- Goldberger, E., 1942a. A simple, indifferent, electrocardiographic electrode of zero potential and a technique of obtaining augmented, unipolar, extremity leads. *American Heart Journal* 23, 483–492. doi:10.1016/S0002-8703(42)90293-X
- Goldberger, E., 1942b. The aVL, aVR, and aVF leads: a simplification of standard lead electrocardiography. *American Heart Journal* 24, 378–396.
- Goldstein, D.S., 2003. Catecholamines and stress. *Endocrine regulations* 37, 69–80.
- Gouvernement du Québec, 2015. Thésaurus de l'activité gouvernementale - Fiche du terme : Taux de rotation du personnel [WWW Document]. thesaurus.gouv.qc.ca. URL <http://www.thesaurus.gouv.qc.ca/tag/terme.do?id=12241> (accessed 2.14.15).

- Gouvernement du Québec, 2014. Centres d'urgence 9-1-1 - Ministère de la Sécurité publique [WWW Document]. securitepublique.gouv.qc.ca. URL <http://www.securitepublique.gouv.qc.ca/securite-civile/urgence-24-7/urgence-9-1-1.html> (accessed 7.14.14).
- Gouvernement du Québec, 1979. Règlement sur la qualité du milieu de travail, Loi sur la santé et la sécurité du travail.
- Grandey, A.A., Dickter, D.N., Sin, H.-P., 2004. The customer is not always right: customer aggression and emotion regulation of service employees. *J. Organiz. Behav.* 25, 397–418. doi:10.1002/job.252
- Grant, A.O., 2009. Cardiac ion channels. *Circ Arrhythm Electrophysiol* 2, 185–194. doi:10.1161/CIRCEP.108.789081
- Grassmann, M., Vlemincx, E., Leupoldt, von, A., Mittelstädt, J.M., Van den Bergh, O., 2016. Respiratory Changes in Response to Cognitive Load: A Systematic Review. *Neural Plasticity* 2016, 1–16. doi:10.1155/2016/8146809
- Green, L.S., Abildskov, J.A., 1995. Clinical applications of body surface potential mapping. *Clinical cardiology* 18, 245–249. doi:10.1002/clc.4960180505
- Grosjean, V., Ribert-Van De Weerd, C., 2005. Vers une psychologie ergonomique du bien-être et des émotions : les effets du contrôle dans les centres d'appels. *Le travail humain* 68, 355. doi:10.3917/th.684.0355
- Grosjean, V., Ribert-Van De Weerd, C., 2003. Approche psycho-ergonomique du bien-être et des émotions: le cas des centres d'appel. *Actes du Colloque EPIQUE* 189–202.
- Guélaud, F., Beauchesne, M.-N., Gautrat, J., Roustang, G., 1975. Pour une analyse des conditions du travail ouvrier dans l'entreprise. Librairie Armand Collin, Aix en Provence.
- Guérin, F., Laville, A., Daniellou, F., Duraffourg, J., Kerguelen, A., 2006. Comprendre le travail pour le transformer, 2nd ed. ANACT, Paris.
- Guignon, N., Niedhammer, I., Sandret, N., 2008. Les facteurs psychosociaux au travail : Une évaluation par le questionnaire de Karasek dans l'enquête Sumer 2003. *DARES* 22, 8.
- Guyton, A.C., 2005. *Textbook of Medical Physiology* 1–1152.
- Guzik, P., Piskorski, J., Krauze, T., Schneider, R., Wesseling, K.H., Wykretowicz, A., Wysocki, H., 2007. Correlations between the Poincaré plot and conventional heart rate variability parameters assessed during paced breathing. *J Physiol Sci* 57, 63–71. doi:10.2170/physiolsci.RP005506
- Guzik, P., Piskorski, J., Krauze, T., Schneider, R., Wesseling, K.H., Wykretowicz, A., Wysocki, H., 2005. The influence of changing respiratory rate on HRV is portrayed by descriptors of Poincaré plot analysis. *Cardiology Journal* 12, 17–20.
- Hales, L., Bernard, B.P., 1996. Epidemiology of work-related musculoskeletal disorder. *Orthopedic Clinics of North America* 27, 679–709.

- Hall, C.E., Dontigny, P., Beland, E., Selye, H., 1946. THE ROLE OF THE ADRENALS IN THE PRODUCTION OF NEPHROSCLEROSIS BY ANTERIOR PITUITARY PREPARATIONS. *Endocrinology* 38, 296–299. doi:10.1210/endo-38-5-296
- Hall, M., Vasko, R., Buysse, D., Ombao, H., Chen, Q., Cashmere, J.D., Kupfer, D., Thayer, J.F., 2004. Acute stress affects heart rate variability during sleep. *Psychosom Med* 66, 56–62. doi:10.1097/01.PSY.0000106884.58744.09
- Hamel, J., 1997. *Étude de cas et sciences sociales*. L'Harmattan, Paris.
- Hamon-Cholet, S., 2001. Autonomie et intensification : quelles conséquences pour les salariés? *Comptes rendus du congrès SELF-ACE 2001 – Les transformations du travail, enjeux pour l'ergonomie* 2, 1–11.
- Hart, J.D., Withers, R.T., Tucker, R.C., 1994. Precision and accuracy of Morgan ventilometers at continuous and sinusoidal flows. *Eur Respir J* 7, 813–816. doi:10.1183/09031936.94.07040813
- Hart, S.G., Staveland, L.E., 1988. Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research, in: Hancock, P.A., Meshkati, N. (Eds.), *Human Mental Workload*. North Holland Press, Amsterdam.
- Hänsel, A., Hong, S., Cámara, R.J.A., Känel, von, R., 2010. Inflammation as a psychophysiological biomarker in chronic psychosocial stress. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 35, 115–121. doi:10.1016/j.neubiorev.2009.12.012
- Health and safety Executive, Health and Safety Executive, 2007. *Managing the causes of work-related stress A step-by-step approach using the Management Standards HSG218 (No. HSG218)*. Health and Safety Executive.
- Hechter, O., Grossman, A., Chatterton, R.T., Jr, 1997. Relationship of dehydroepiandrosterone and cortisol in disease. *Medical Hypotheses* 49, 85–91. doi:10.1016/S0306-9877(97)90258-9
- Hellhammer, D., Wust, S., Kudielka, B.M., 2009. Salivary cortisol as a biomarker in stress research. *Psychoneuroendocrinology* 34, 163–171. doi:10.1016/j.psyneuen.2008.10.026
- Helmuth, L., 1999. New Role Found for the Hippocampus. *Science* 285.
- Hemp, P., 2004. Presenteeism: at work - but out of it. *HBR at large* 82, 49–58.
- Hench, P.S., Kendall, E.C., Slocumb, C.H., Polley, H.F., 1949. The effect of a hormone of the adrenal cortex (17-hydroxy-11-dehydrocorticosterone: compound E) and of pituitary adrenocortical hormone in arthritis: preliminary report. *Annals of the rheumatic diseases* 8, 97–104.
- Hendrix, W.H., Steel, R.P., Leap, T.L., Summers, T.P., 1991. Development of a stress-related health promotion model: antecedent and organizational effectiveness outcomes. *Journal of Social Behavior and Personality* 6, 141–162.
- Henry, R.A., Lu, I.-L., Beightol, L.A., Eckberg, D.L., 1998. Interactions between CO<sub>2</sub> chemoreflexes and arterial baroreflexes. *Am J Physiol* 274, H2177–87.

- Hochschild, A.R., 2003. **The Managed Heart: Commercialization of Human Feeling**, Twentieth Anniversary Edition, With a New Afterword. ed. University of California Press. doi:10.1525/j.ctt1pp0cf
- Hochschild, A.R., 1983. *The managed heart*. University of California Press, Berkeley. doi:10.1525/j.ctt1pn9bk
- Hoekstra, E.J., Hurrell, J., Swanson, N.G., 1995. Evaluation of work-related musculoskeletal disorders and job stress among teleservice center representatives. *Applied Occupational and Environmental Hygiene* 10, 812–817.
- Hoel, H., Sparks, K., Cooper, C.L., 2001. The cost of violence/stress at work and the benefits of a violence/stress-free working environment, International Labor Organization ILO Geneva. Genève.
- Hogan, S., Ragan, C., 1995. Job Security and Labour Market Flexibility. *Canadian Public Policy/Analyse de politiques* 21, 174–186.
- Hohl, J., Rush, S., 1968. The complete heart-lead relationship in the einthoven triangle. *The bulletin of mathematical biophysics* 30, 615–623.
- Holguin, F., Téllez-Rojo, M.M., Hernandez, M., Cortez, M., Chow, J.C., Watson, J.G., Mannino, D., Romieu, I., 2003. Air pollution and heart rate variability among the elderly in Mexico City. *Epidemiology* 14, 521–527. doi:10.2307/3703307
- Holter, N.J., 1961. New Method for Heart Studies. *Science* 134, 1214–1220. doi:10.2307/1707823
- Hornsby, P.J., 1997. DHEA: a biologist's perspective. *J Am Geriatr Soc* 45, 1395–1401.
- Horsten, M., Ericson, M., Perski, A., Wamala, S., Schenck-Gustafsson, K., Orth-Gomer, K., 1999. Psychosocial factors and heart rate variability in healthy women. *Psychosom Med* 61, 49–57.
- Hot, P., Delplanque, S., Campagne, A., Christen, A., Grandjean, D., DHondt, F., Korb, S., Maredaz, C., Pelissier, S., Péron, J., Sequeira, H., Silvert, L., Vercueil, L., 2013. *Électrophysiologie de la cognition*. Dunod.
- Howden, R., Lightfoot, J.T., Brown, S.J., Swaine, I.L., 2004. The effects of breathing 5% CO<sub>2</sub> on human cardiovascular responses and tolerance to orthostatic stress. *Exp Physiol* 89, 465–471. doi:10.1113/expphysiol.2004.027250
- Huikuri, H.V., Kessler, K.M., Terracall, E., Castellanos, A., Linnaluoto, M.K., Myerburg, R.J., 1990. Reproducibility and circadian rhythm of heart rate variability in healthy subjects. *The American journal of cardiology* 65, 391–393. doi:10.1016/0002-9149(90)90308-N
- Huikuri, H.V., Niemelä, M.J., Ojala, S., Rantala, A., Ikäheimo, M.J., Airaksinen, K.E.J., 1994. Circadian rhythms of frequency domain measures of heart rate variability in healthy subjects and patients with coronary artery disease. Effects of arousal and upright posture. *Circulation* 90, 121–126.

- Hurst, J.W., 1998. Naming of the waves in the ECG, with a brief account of their genesis. *Circulation* 98, 1937–1942.
- Hurst, J.W., 1990. *Ventricular Electrocardiography*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Hynynen, E., Konttinen, N., Rusko, H., 2011. Heart rate variability in chronic and acute stress. University Library of Jyväskylä, Jyväskylä, Finland.
- Ihara, Z., 2006. Design and performance of lead systems for the analysis of atrial signal components in the ECG. École Polytechnique Fédérale de Lausanne. doi:10.5075/epfl-thesis-3565
- Institut de la statistique du Québec, 2005. Produit intérieur brut par industrie au Québec.
- Institut de la statistique du Québec, 2002. Enquête sur la rémunération globale 2001.
- Institute of Occupational Medicine, 2001. Baseline measurements for the evaluation of the work-related stress campaign (No. 32/2001). Health and Safety Executive, Sudbury.
- Isaacson, R.L., 2013. *Limbic System*, 2nd ed. Springer.
- ISO, 2004. Principes ergonomiques relatifs à la charge de travail mental - Partie 3 : Principes et exigences concernant les méthodes de mesure et d'évaluation de la charge de travail mental (No. ISO 10075-3:2004).
- ISO, 1996. Principes ergonomiques relatifs à la charge de travail mental - Partie 2 : Principes de conception (No. ISO 10075-2:1996).
- ISO, 1991. Principes ergonomiques concernant la charge de travail mental - Termes généraux et leurs définitions (No. ISO 10075-1:1991).
- Jamal, M., 2007. Job stress and job performance controversy revisited: An empirical examination in two countries. *International Journal of Stress Management* 14, 175–187. doi:10.1037/1072-5245.14.2.175
- James, T.N., 2003. Structure and function of the sinus node, AV node and his bundle of the human heart: part II - function. *Prog Cardiovasc Dis* 45, 327–360. doi:10.1053/pcad.2003.1
- James, T.N., 2002. Structure and function of the sinus node, AV node and His bundle of the human heart: part I-structure. *Prog Cardiovasc Dis* 45, 235–267. doi:10.1053/pcad.2002.130388
- Jeckel, C.M.M., Lopes, R.P., Berleze, M.C., Luz, C., Feix, L., Argimon, I.I. de L., Stein, L.M., Bauer, M.E., 2010. Neuroendocrine and immunological correlates of chronic stress in “strictly healthy” populations. *Neuroimmunomodulation* 17, 9–18. doi:10.1159/000243080
- Jerjes, W.K., Peters, T.J., Taylor, N.F., Wood, P.J., Wessely, S., Cleare, A.J., 2006. Diurnal excretion of urinary cortisol, cortisone, and cortisol metabolites in chronic fatigue syndrome. *Journal of Psychosomatic Research* 60, 145–153. doi:10.1016/j.jpsychores.2005.07.008

- Johns, G., 2010. Presenteeism in the workplace: A review and research agenda. *J. Organiz. Behav.* 31, 519–542.
- Johnson, J.V., Hall, E.M., 1988. Job strain, work place social support, and cardiovascular disease: a cross-sectional study of a random sample of the Swedish working population. *American Journal of Public Health* 78, 1336–1342.
- Johnson, J.V., Hall, E.M., Theorell, T., 1989. Combined effects of job strain and social isolation on cardiovascular disease morbidity and mortality in a random sample of the Swedish male working population. *Scand J Work Environ Health* 15, 271–279.
- Jones, J.R., Huxtable, C.S., Hodgson, J.T., Price, M.J., 2003. Self-reported work-related illness in 2001/02: Résultats from a household survey. Health and Safety Executive, Bootle.
- Jourdain, G., Vézina, M., 2014. How psychological stress in the workplace influences presenteeism propensity: A test of the Demand–Control–Support model. <http://dx.doi.org/10.1080/1359432X.2012.754573> 23, 483–496. doi:10.1080/1359432X.2012.754573
- Jouven, X., Schwartz, P.J., Escolano, S., Straczek, C., Tafflet, M., Desnos, M., Empana, J.P., Ducimetière, P., 2009. Excessive heart rate increase during mild mental stress in preparation for exercise predicts sudden death in the general population. *Eur Heart J* 30, 1703–1710. doi:10.1093/eurheartj/ehp160
- Juster, R.-P., Perna, A., Marin, M.-F., Sindi, S., Lupien, S.J., 2012. Timing is everything: Anticipatory stress dynamics among cortisol and blood pressure reactivity and recovery in healthy adults. *Stress* 15, 569–577. doi:10.3109/10253890.2012.661494
- Kalia, M., 2002. Assessing the economic impact of stress - The modern day hidden epidemic. *Metabolism* 51, 49–53. doi:10.1053/meta.2002.33193
- Kamada, T., Miyake, S., Kumashiro, M., Monou, H., Inoue, K., 1992. Power spectral analysis of heart rate variability in Type As and Type Bs during mental workload. *Psychosom Med* 54, 462–470.
- Kannathal, N., Acharya, R.U., Joseph, P., Min, L.C., Suri, J.S., 2007. Analysis of Electrocardiograms, in: Acharya, R.U., Suri, J.S., Spaan, J.A.E., Krishnan, S.M. (Eds.), *Advances in Cardiac Signal Processing*. Springer, pp. 55–82.
- Karasek, R.A., 1979. Job demands, job decision latitude, and mental strain: Implications for job redesign. *Administrative Science Quarterly* 24, 285–308.
- Karasek, R.A., Brisson, C., Kawakami, N., Houtman, I., Bongers, P.M., Amick, B., 1998. The Job Content Questionnaire (JCQ): an instrument for internationally comparative assessments of psychosocial job characteristics. *Journal of Occupational Health Psychology* 3, 322–355.
- Karasek, R.A., Theorell, T., 1990. *Healthy work*. Basic Book, New-York.

- Karlqvist, L., Tornqvist, E.W., Hagberg, M., Hagman, M., Toomingas, A., 2002. Self-reported working conditions of VDU operators and associations with musculoskeletal symptoms: a cross-sectional study focussing on gender differences. *International Journal of Industrial Ergonomics* 30, 277–294.
- Kecklund, G., Akerstedt, T., 2004. Report on methods and classification of stress, inattention and emotional states.
- Kessler, R.C., Ames, M., Hymel, P.A., Loeppke, R., McKenas, D.K., Richling, D.E., Stang, P.E., Ustun, T.B., 2004. Using the World Health Organization Health and Work Performance Questionnaire (HPQ) to evaluate the indirect workplace costs of illness. *J. Occup. Environ. Med.* 46, S23–37.
- Kessler, R.C., Barber, C., Beck, A., Berglund, P., Cleary, P.D., McKenas, D., Pronk, N., Simon, G., Stang, P.E., Ustun, T.B., Wang, P.S., 2003. The World Health Organization Health and Work Performance Questionnaire (HPQ). *J. Occup. Environ. Med.* 45, 156.
- Kiggundu, M.N., Uruthirapathy, A., 2010. Canada's global and business competitiveness: competition policy reform in a changing world. *Competitiveness Review* 20, 288–304. doi:10.1108/10595421011065307
- Kikuchi, M., Nonogi, H., 2014. Utility of Prehospital 12-lead Electrocardiogram Transmission System in Emergency Care. *JJSCA* 34, 133–138. doi:10.2199/jjsca.34.133
- Kim E Barrett, S.M.B.S.B.H.B., 2015. Ganong's Review of Medical Physiology, 23rd Edition 1–727.
- Kim, Y.K., Cha, N.H., 2015. Correlations among occupational stress, fatigue, and depression in call center employees in Seoul. *J Phys Ther Sci* 27, 3191–3194. doi:10.1589/jpts.27.3191
- Kirschbaum, C., Hellhammer, D., 1989. Salivary cortisol in psychobiological research: an overview. *Neuropsychobiology* 22, 150–169.
- Kivimaki, M., Ferrie, J.E., Head, J., Shipley, M.J., Vahtera, J., Marmot, M.G., 2004. Organisational justice and change in justice as predictors of employee health: the Whitehall II study. *J Epidemiol Community Health* 58, 931–937. doi:10.1136/jech.2003.019026
- Kjellberg, A., Toomingas, A., Norman, K., Hagman, M., Herlin, R.-M., Tornqvist, E.W., 2010. Stress, energy and psychosocial conditions in different types of call centres. *Work* 36, 9–25. doi:10.3233/WOR-2010-1003
- Kok, B.E., Fredrickson, B.L., 2010. Upward spirals of the heart: Autonomic flexibility, as indexed by vagal tone, reciprocally and prospectively predicts positive emotions and social connectedness. *Biological Psychology* 85, 432–436. doi:10.1016/j.biopsycho.2010.09.005
- Koopman, C., Pelletier, K.R., Murray, J.F., Sharda, C.E., Berger, M.L., Turpin, R.S., Hackleman, P., Gibson, P., Holmes, D.M., Bendel, T., 2002. Stanford Presenteeism Scale: Health Status and Employee Productivity. *J. Occup. Environ. Med.* 44, 14.

- Koopmanschap, M.A., Rutten, F.F.H., van Ineveld, B.M., van Roijen, L., 1995. The friction cost method for measuring indirect costs of disease. *Journal of Health Economics* 14, 171–189. doi:10.1016/0167-6296(94)00044-5
- Kötter, R., Stephan, K.E., 1997. Useless or Helpful? The “Limbic System” Concept. *Reviews in the Neurosciences* 8. doi:10.1515/REVNEURO.1997.8.2.139
- Krasnikov, G.V., Tyurina, M.Y., Tankanag, A.V., Piskunova, G.M., Chemeris, N.K., 2013. Analysis of heart rate variability and skin blood flow oscillations under deep controlled breathing. *Respiratory Physiology & Neurobiology* 185, 562–570. doi:10.1016/j.resp.2012.11.007
- Kristensen, T.S., 1995. The demand-control-support model: Methodological challenges for future research. *Stress and Health* 11, 17–26. doi:10.1002/smi.2460110104
- Kushnir, M.M., Blamires, T., Rockwood, A.L., Roberts, W.L., Yue, B., Erdogan, E., Bunker, A.M., Meikle, A.W., 2010. Liquid chromatography-tandem mass spectrometry assay for androstenedione, dehydroepiandrosterone, and testosterone with pediatric and adult reference intervals. *Clinical chemistry* 56, 1138–1147. doi:10.1373/clinchem.2010.143222
- la Garza, De, C., Weill-Fassina, A., 2000. Régulations horizontales et verticales du risque, in: Benchekroun, T.H., Weill-Fassina, A. (Eds.), *Le Travail Collectif Perspectives Actuelles en Ergonomie*. Toulouse, pp. 217–234.
- La Monica, E.L., 1981. Construct validity of an empathy instrument. *Res Nurs Health* 4, 389–400.
- Laborit, H., 1989. Les conditions favorables au maintien de la santé. les conditions favorables au maintien de la santé physique et mentale.
- Laborit, H., 1988. The inhibition of action. Interdisciplinary approach of its mechanisms and physiopathology. *Ann Med Psychol* 146, 503–522.
- Laborit, H., 1982a. Anxiety, depression and the pathology of emotion. *Encephale* 8, 299–314.
- Laborit, H., 1982b. Inhibition of the action: its role in physiopathology. *Bull Mem Acad R Med Belg* 137, 641–652.
- Laborit, H., 1979. *L’inhibition de l’action*. Masson, Paris.
- Laborit, H., 1976a. On the mechanism of activation of the hypothalamo-pituitary-adrenal reaction to changes in the environment (the “alarm reaction.” *Resuscitation* 5, 19–30.
- Laborit, H., 1976b. The mechanism of releasing and bio-behavioral significance of the hypothalamo-hypophyso-adrenal gland reaction to the environment (alarm reaction). *Ann Med Psychol* 1, 625–641.
- Laborit, H., 1975. Neurophysiological and biological bases of active and passive avoidance behaviors. Somatic consequences. Behavioral level. Semantic problems. *Ann Med Psychol* 1, 573–603.

- Laborit, H., 1960. Courrier du 30 septembre 1960 de Henri Laborit à Hans Selye.
- Laborit, H., 1954. Some precautions in neuroplegic therapy with chlorpromazine (R.P. 4560 or largactil). *Thérapie* 9, 302–311.
- Laborit, H., 1952a. From potentialized anesthesia to artificial hibernation. *Med Hyg Genève* 10, 189–190.
- Laborit, H., 1952b. Artificial hibernation in anesthesiology. *Anesth Anal* 9, 1–15.
- Laborit, H., 1952c. From potentiated anesthesia to artificial hibernation. *G Ital Anesthesiol* 18, 554–559.
- Laborit, H., 1952d. Artificial hibernation: general ideas. *Bord Chir* 4, 14–18.
- Laborit, H., 1952e. Neuroplegia in artificial hibernation. *Gaz Med Fr* 59, 1423–1428.
- Laborit, H., Huguenard, P., 1952. Present technic of artificial hibernation. *Presse Med* 60, 1455–1456.
- Laborit, H., Jaulmes, C., 1952. Potentialized anesthesia with artificial hibernation. *Toulouse Med* 53, 821–829.
- Laborit, H., Jaulmes, C., Benitte, A., 1952. Some experimental aspects of artificial hibernation. *Anesth Anal* 9, 232–239.
- Laborit, H., Manzo-Fay, G., Baron, C., Hasni, H., 1990. Changes in plasma catecholamine levels after the intraperitoneal and intracerebroventricular administration of adenosine analogues and of clonidine in conscious rats. *Res Commun Chem Pathol Pharmacol* 68, 307–327.
- Labrèche, F., Duguay, P., Boucher, A., Arcand, R., 2013. Estimation du nombre de cancers d'origine professionnelle au Québec (No. R-789). Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail, Montréal.
- Labrie, F., Bélanger, A., Cusan, L., Gomez, J.-L., Candas, B., 2013. Marked Decline in Serum Concentrations of Adrenal C19 Sex Steroid Precursors and Conjugated Androgen Metabolites During Aging. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*.
- Lacomme, M., Laborit, H., Chabrun, J., Boreau, T., David, J., 1952. Attempt with hibernation in neonatal therapy. *Bull Fed Soc Gynecol Obstet Lang Fr* 4, 643–646.
- Laing, A.C., Cole, D.C., Theberge, N., Wells, R.P., Kerr, M.S., Frazer, M.B., 2007. Effectiveness of a participatory ergonomics intervention in improving communication and psychosocial exposures. *Ergonomics* 50, 1092–1109. doi:10.1080/00140130701308708
- Laird, I.S., 1995. The physiological costs of wearing respiratory protective devices. Massey University.
- Lambertsen, C.J., 1971. Carbon Dioxide Tolerance and Toxicity (No. IFEM REPORT No. 2-71). Pennsylvania univ Philadelphia school of medicine.
- Lamonde, F., Beaufort, P., 2000. L'intervention ergonomique - Un regard sur la pratique professionnelle. Octarès Éditions, Toulouse.
- Langevin, V., François, M., Boini, S., Riou, A., 2011. Job Content Questionnaire (JCQ). *DMT* 125, 105–110.

- Larocque, B., Brisson, C., Blanchette, C., 2008. Cohérence interne, validité factorielle et validité discriminante de la traduction française des échelles de demande psychologique et de latitude décisionnelle du « Job Content Questionnaire » de Karasek. *Revue canadienne de santé publique* 92, 468–474.
- Larousse, 2015. *Petit Larousse 2016*. Larousse, Paris.
- Laukkanen, J.A., Di Angelantonio, E., Khan, H., Kurl, S., Ronkainen, K., Rautaharju, P., 2014. T-Wave Inversion, QRS Duration, and QRS/T Angle as Electrocardiographic Predictors of the Risk for Sudden Cardiac Death. *The American journal of cardiology* 113, 1178–1183. doi:10.1016/j.amjcard.2013.12.026
- Laville, A., 1993. *L'ergonomie*, 5 ed. Presses Universitaires de France, Paris.
- Lazarus, R.S., 1991. Psychological stress in the workplace. *Journal of Social Behavior and Personality* 6, 1–13.
- Lazarus, R.S., 1966a. *Psychological stress and the coping process*. McGraw-Hill, New York.
- Lazarus, R.S., 1966b. Some principles of psychological stress and their relation to dentistry 45, 1620.
- Lazarus, R.S., Folkman, S., 1984. *Stress, appraisal and coping*. Springer, New York.
- Le Brun, G., Lacroix, I., Mathian, B., 2006. Rapport du contrôle de marche des dispositifs médicaux de diagnostic in vitro de dosage du cortisol.
- Lemoine, W., 1976. *Rencontre avec Henri Laborit*.
- Lennartsson, A.-K., Jonsdottir, I.H., 2011. Prolactin in response to acute psychosocial stress in healthy men and women. *Psychoneuroendocrinology* 36, 1530–1539. doi:10.1016/j.psyneuen.2011.04.007
- Lennartsson, A.-K., Kushnir, M.M., Bergquist, J., Jonsdottir, I.H., 2012. DHEA and DHEA-S response to acute psychosocial stress in healthy men and women. *Biological Psychology* 90, 143–149. doi:10.1016/j.biopsycho.2012.03.003
- Leontiev, A., 1975. *Activité, Conscience et Personnalité*. Éditions du progrès, Moscou.
- Leplat, J., 2002. De l'étude de cas à l'analyse de l'activité. *PISTES* 4, 34.
- Leplat, J., Cuny, X., 1977. *Introduction à la psychologie du travail*, 1st ed. Presses universitaires de France, Paris.
- Leplat, J., Hoc, J.-M., 1983. Tâche et activité dans l'analyse psychologique des situations. *Cahiers de psychologie cognitive* 49–63.
- Leplat, J., Pailhous, J., 1969. The Analysis and Evaluation of Mental Work, in: Singleton, W.T., Fox, J.G., Whitfield, D. (Eds.), *Measurement of Man at Work*. London (UK), pp. 51–56.
- Leplat, J., Spérandio, J.-C., 1967. La mesure de la charge de travail par la technique de la tâche ajoutée. *psy* 67, 255–277. doi:10.3406/psy.1967.27563
- Levi, L., 1971. *Society, Stress and Diseases*. Oxford University Press, New-York.

- Lewis, H.B., Imada, A.S., Robertson, M.M., 1988. Xerox leadership through quality: Merging human factors and safety through employee participation, in: Presented at the Proceedings of the Human ..., pp. 756–759.  
doi:10.1518/107118188786762315
- Légeron, P., 2008. Le stress professionnel. *L'information psychiatrique* 84, 809–820.
- Liao, D., Duan, Y., Whitsel, E.A., Zheng, Z.-J., Heiss, G., Lin, H.-M., 2004. Association of higher levels of ambient criteria pollutants with impaired cardiac autonomic control: a population-based study. *Am J Epidemiol* 159, 768–777.  
doi:10.1093/aje/kwh109
- Lima, M.A. de Q.V., Maciel, P.R.M., Silva, B., Guimarães, A.P., 2014. Performability evaluation of emergency call center. *Performance Evaluation* 80, 27–42.  
doi:10.1016/j.peva.2014.07.023
- Lin, Y.-H., Chen, C.-Y., Lu, S.-Y., 2009. Physical discomfort and psychosocial job stress among male and female operators at telecommunication call centers in Taiwan. *Applied Ergonomics* 40, 561–568. doi:10.1016/j.apergo.2008.02.024
- Longo, L., Rusconi, F., Noce, L., Barrett, S., 2012. The importance of human mental workload in web design.
- Lucas, Y., 1980. Charge mentale et composantes intellectuelles du travail ouvrier, in: *Les Composantes Mentales Du Travail Ouvrier*. pp. 7–10.
- MacLeod, C.M., 1991. Half a century of research on the Stroop effect: an integrative review. *Psychol Bull* 109, 163–203.
- Madias, J.E., 2008. On recording the unipolar ECG limb leads via the Wilson's vs the Goldberger's terminals: aVR, aVL, and aVF revisited. *Indian Pacing and Electrophysiology Journal* 8, 292–297.
- Maheshwari, S., Acharyya, A., Rajalakshmi, P., Puddu, P.E., Schiariti, M., 2014. Accurate and reliable 3-lead to 12-lead ECG reconstruction methodology for remote health monitoring applications. *IRBM* 35, 341–350.  
doi:10.1016/j.irbm.2014.07.004
- Malik, M., Bigger, J.T., Jr., Camm, A.J., Kleiger, R., Malliani, A., Moss, A., Schwartz, P., 1996. Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Eur Heart J* 17, 354–381.
- Malik, M., Camm, A.J., 1995. *Heart Rate Variability*. Wiley-Blackwell.
- Maninger, N., Wolkkowitz, O.M., Reus, V.I., Epel, E.S., Mellon, S.H., 2009. Neurobiological and neuropsychiatric effects of dehydroepiandrosterone (DHEA) and DHEA sulfate (DHEAS). *Front. Neuroendocrinol.* 30, 65–91.
- Marey, E.-J., 1876. Des variations électriques des muscles et du coeur en particulier, étudiées au moyen de l'électromètre de M. Lippmann. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences* 975–977.
- Mark, L.P., Daniels, D.L., Naidich, T.P., 1993. The fornix. *AJNR Am J Neuroradiol* 14, 1355–1358.
- Martin, C., 2004. *L'ergonome dans les projets architecturaux*. Presses universitaires de France, Paris.

- Martinmäki, K., Rusko, H., Saalasti, S., Kettunen, J., 2006. Ability of short-time Fourier transform method to detect transient changes in vagal effects on hearts: a pharmacological blocking study. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 290, H2582–H2589.
- Mason, J.W., Tolson, W.W., Robinson, J.A., Brady, J.V., Tolliver, G.A., Johnson, T.A., 1968. Urinary Androsterone, Etiocholanolone, and Dehydroepiandrosterone Responses to 72-Hr. Avoidance Sessions in the Monkey. *Psychosom Med* 30, 710–720. doi:10.1097/00006842-196809000-00027
- Massin, M.M., Maeyns, K., Withofs, N., Ravet, F., Gérard, P., 2000. Circadian rhythm of heart rate and heart rate variability. *Archives of Disease in Childhood* 83, 179–182.
- Mattlin, J.A., Wethington, E., Kessler, R.C., 1990. Situational determinants of coping and coping effectiveness. *J Health Soc Behav* 31, 103–122.
- Maughan, D.W., 1976. Potassium movement during hyperpolarization of cardiac muscle. *J. Membr. Biol.* 28, 241–262.
- Melchior, M., Caspi, A., Milne, B.J., Danese, A., Poulton, R., Moffitt, T.E., 2007. Work stress precipitates depression and anxiety in young, working women and men. *Psychol Med* 37, 1119–1129. doi:10.1017/S0033291707000414
- Menninger, K.A., 1954a. Psychological Aspects Of The Organism Under Stress: *Part I* The Homeostatic Regulatory Function Of The Ego. *Journal of the American Psychoanalytic Association* 2, 67–106. doi:10.1177/000306515400200103
- Menninger, K.A., 1954b. Psychological Aspects of the Organism Under Stress: *Part II* Regulatory Devices of the EGO Under Major Stress. *Journal of the American Psychoanalytic Association* 2, 280–310. doi:10.1177/000306515400200206
- Meshkati, N., 1988. Toward the development of a cohesive model of workload, in: Hancock, P.A., Meshkati, N. (Eds.), *Human Mental Workload*. Elsevier Science Publisher, Amsterdam, North-Holland, pp. 305–314.
- Mhiri, S., 2013. L'impact du stress professionnel sur l'implication organisationnelle, l'absentéisme et l'intention de quitter chez les cadres. *École doctorale Droit et Sciences politiques, Économiques et de Gestion, Nnice*.
- Monod, H., 1967. La Validité des Mesures de Frequence Cardiaque en Ergonomie 10, 485–537. doi:10.1080/00140136708930906
- Monod, H., Kapitaniak, B., 2003. *Ergonomie*, 2nd ed. Masson.
- Monod, H., Lille, F., 1976. L'évaluation de la charge de travail. *Archives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement* 37, 96.
- Moore, R.K.G., Groves, D.G., Barlow, P.E., Fox, K.A.A., Shah, A., Nolan, J., Kearney, M.T., 2006. Heart rate turbulence and death due to cardiac decompensation in patients with chronic heart failure. *European Journal of Heart Failure* 8, 585–590. doi:10.1016/j.ejheart.2005.11.012

- Moreau, M., Valente, F., Mak, R., Pelfrene, E., de Smet, P., De Backer, G., Kornitzer, M., 2004. Occupational stress and incidence of sick leave in the Belgian workforce: the Belstress study. *J Epidemiol Community Health* 58, 507–516. doi:10.1136/jech.2003.007518
- Morgan, C.A., Southwick, S., Hazlett, G., Rasmusson, A., Hoyt, G., Zimolo, Z., Charney, D., 2004. Relationships Among Plasma Dehydroepiandrosterone Sulfate and Cortisol Levels, Symptoms of Dissociation, and Objective Performance in Humans Exposed to Acute Stress. *Arch Gen Psychiatry* 61, 819–825. doi:10.1001/archpsyc.61.8.819
- Moroney, W., Biers, D.W., Eggemeier, F.T., 1995. Some Measurement and Methodological Considerations in the Application of Subjective Workload Measurement Techniques. *The Int. J. of Aviation Psych.* 5, 87–106. doi:10.1207/s15327108ijap0501\_6
- Muir, H., 2003. Technostress. *Journal of Science and Medicine in Sport* 6, 35. doi:10.1016/S1440-2440(03)80102-0
- Muñiz, A., 2011. Utility of the 12-lead Electrocardiogram in a Pediatric Emergency Department. *Annals of Emergency Medicine* 58, S200. doi:10.1016/j.annemergmed.2011.06.095
- Neboit, M., 2006. Histoire de l'ergonomie 5.
- Neboit, M., Vézina, M. (Eds.), 2002. Stress au travail et santé psychique. Octarès éditions.
- Newton, T., Keenan, A., 1985. Coping with work-related stress. *Human Relations* 38, 107–126.
- Nguyen, A., Conley, A.J., 2008. Adrenal Androgens in Humans and Nonhuman Primates: Production, Zonation and Regulation. *Disorders of the Human Adrenal Cortex, Endocrine Development* 13, 33–54. doi:10.1159/000134765
- Niedhammer, I., Bugel, I., Goldberg, M., Leclerc, A., Gueguen, A., 1998. Psychosocial factors at work and sickness absence in the Gazel cohort: a prospective study. *Occup Environ Med* 55, 735–741.
- Nielsen, M.L., Rugulies, R., Christensen, K.B., 2004. Impact of the psychosocial work environment on registered absence from work: a two-year longitudinal study using the IPAW cohort. *TWST* 18, 323–335.
- Norman, K., Nilsson, T., Hagberg, M., Tornqvist, E.W., Toomingas, A., 2004. Working conditions and health among female and male employees at a call center in Sweden. *American Journal of Industrial Medicine* 46, 55–62. doi:10.1002/ajim.20039
- Noro, K., 1991. Concepts, methods and people, in: Noro, K., Imada, A. (Eds.), *Participatory Ergonomics*. London.
- North, F.M., Syme, S.L., Feeney, A., 1996. Psychosocial work environment and sickness absence among British civil servants: the Whitehall II study. *American Journal of Public Health* 86, 332–340.

- Noulin, M., 1996. La pratique de l'analyse ergonomique du travail, in: Cazamian, P., Hubault, F., Noulin, M. (Eds.), *Traité D'ergonomie*. Octarès édition, Toulouse, pp. 325–338.
- Nourouline, A., 2001. *Techniques et Cultures : comment s'approprié-t-on les technologies transférées*. Octarès Éditions, Toulouse.
- Osborne, D.J., 1987. *Ergonomics at work*. John Wiley & Sons Ltd, Toronto.
- Ombredane, A., 1955. L'analyse du Travail, facteur d'économie humaine et de productivité. Presses Universitaires de France (PUF), Paris.
- P Ruppel, C., L Sims, R., Zeidler, P., 2013. Emotional labour and its outcomes: a study of a Philippine call centre. *Asia-Pacific J of Bus Admin* 5, 246–261. doi:10.1108/APJBA-02-2013-0008
- Parent-Thirion, A., Fernandez Macias, E., Hurley, J., Vermeylen, G., 2007. Quatrième enquête européenne sur les conditions de travail.
- Park, S.K., O'Neill, M.S., Vokonas, P.S., Sparrow, D., Schwartz, J., 2005. Effects of air pollution on heart rate variability: the VA normative aging study. *Environmental Health Perspectives* 113, 304–309. doi:10.1289/ehp.7447
- Pearlin, L.I., Schooler, C., 1979. Some Extensions of "The Structure of Coping": Reply. *J Health Soc Behav* 20, 202–205.
- Pearlin, L.I., Schooler, C., 1978. The structure of coping. *J Health Soc Behav* 19, 2–21.
- Pelletier, K.R., Koopman, C., 2003. *Bringing Health to the Bottom Line*. Business and Health.
- Perini, R., Veicsteinas, A., 2003. Heart rate variability and autonomic activity at rest and during exercise in various physiological conditions. *Eur J Appl Physiol* 90, 317–325. doi:10.1007/s00421-003-0953-9
- Petkar, H.C., 2011. *Effects of working memory demand on performance and mental stress during the Stroop task*. Concordia University, Montréal.
- Pirwitz, M.J., Lange, R.A., Landau, C., MeShack, B.M., Hillis, L.D., Willard, J.E., 1996. Utility of the 12-lead electrocardiogram in identifying underlying coronary artery disease in patients with depressed left ventricular systolic function. *The American journal of cardiology* 77, 1289–1292. doi:10.1016/S0002-9149(96)00194-4
- Platon, 394AD. Théétète.
- Plutchik, R., 2001. Integration, Differentiation, and Derivatives of Emotion. *Evolution and Cognition* 7, 114–125.
- Pollard, T., 1995. Use of Cortisol as a Stress Marker: Practical and Theoretical Problems. *Am J Hum Biol* 7.
- Poochada, W., Chaiklieng, S., 2015. Ergonomic Risk Assessment among Call Center Workers. *Procedia Manufacturing* 3, 4613–4620. doi:10.1016/j.promfg.2015.07.543

- Pope, C.A., III, Hansen, M.L., Long, R.W., Nielsen, K.R., Eatough, N.L., Wilson, W.E., Eatough, D.J., 2004. Ambient particulate air pollution, heart rate variability, and blood markers of inflammation in a panel of elderly subjects. *Environmental Health Perspectives* 112, 339–345.
- Pope, C.A., III, Verrier, R.L., Lovett, E.G., Larson, A.C., Raizenne, M.E., Kanner, R.E., Schwartz, J., Villegas, G.M., Gold, D.R., Dockery, D.W., 1999. Heart rate variability associated with particulate air pollution. *American Heart Journal* 138, 890–899. doi:10.1016/S0002-8703(99)70014-1
- Porges, S.W., 2007. The polyvagal perspective. *Biological Psychology* 74, 116–143. doi:10.1016/j.biopsycho.2006.06.009
- Porges, S.W., 2003. The Polyvagal Theory: phylogenetic contributions to social behavior. *Physiology & behavior* 79, 503–513.
- Portier, H., Guézennec, C.Y., 2007. Étude de la variabilité de la fréquence cardiaque au cours d'une course au large en voilier avec privation de sommeil. *Science & Sports* 22, 163–165. doi:10.1016/j.scispo.2007.05.002
- Prajapat, L., Ariyarajah, V., Spodick, D.H., 2009. Utility of the Frontal Plane QRS Axis in Identifying Non–ST-Elevation Myocardial Infarction in Patients With Poor R-Wave Progression. *The American journal of cardiology* 104, 190–193. doi:10.1016/j.amjcard.2009.03.021
- Prégent-Charlebois, N., 2014. Éduc'alcool | Surconsommation d'alcool lors de la Fête nationale : « Le Québec, ça se fête debout », affirme Éduc'alcool qui invite tous les Québécois à devenir des porte-parole de la modération [WWW Document]. newswire.ca. URL <http://www.newswire.ca/fr/story/1361903/surconsommation-d-alcool-lors-de-la-fete-nationale-le-quebec-ca-se-fete-debout-affirme-educ-alcool-qui-invite-tous-les-quebecois-a-devenir-des-porte-p> (accessed 7.14.14).
- Probst, B.D., Cetta, F., 1992. The utility of a 12-lead electrocardiogram in diagnosing a suspected antidepressant overdose. *Clinical pediatrics* 31, 622–625.
- Quéinnec, Y., Teiger, C., De Terssac, G., 2008. Repères pour négocier le travail posté, 2nd ed. Octarès Éditions.
- Quick, J.C., Spielberger, C.D., 1994. Walter Bradford Cannon: Pioneer of Stress Research. *International Journal of Stress Management* 2.
- Rabardel, P., Carlin, N., Chesnais, M., Lang, N., Le Joliff, G., Pascal, M., 2002. Ergonomie : concepts et méthodes. Octarès Éditions, Toulouse.
- Rael, E.G., Stanfeld, S.A., Shipley, M.J., Head, J., Feeney, A., Marmot, M.G., 1995. Sickness Absence in the Whitehall II Study, London: The Role of Social Support and Material Problems on JSTOR. *J Epidemiol Community Health* 49, 474–481. doi:10.2307/25568118
- Reid, G.B., Shingledecker, C.A., Nygren, T.E., Eggemeier, F.T., 1981. Development of multidimensional subjective measures of workload, in: Presented at the IEEE International Conference on Cybernetics and Society, pp. 403–406.

- Renaud, P., Blondin, J.P., 1997. The stress of Stroop performance: physiological and emotional responses to color-word interference, task pacing, and pacing speed. *International Journal of Psychophysiology* 27, 87–97.
- Resnais, A., 1980. Mon oncle d'Amérique.
- Ressler, K.J., 2010. Amygdala Activity, Fear, and Anxiety: Modulation by Stress. *Biological psychiatry* 67, 1117–1119. doi:10.1016/j.biopsych.2010.04.027
- Reynaud, M., 1999. Stress et axe corticotrope [WWW Document]. *psydoc-fr.broca.inserm.fr*. URL <http://psydoc-fr.broca.inserm.fr/colloques/cr/stressimmunite/reynaud.html> (accessed 7).
- Reynier, M., 2013. La vie et l'oeuvre d'Henri Laborit (Bx 34). *ASNOM* 93, 64–66.
- Ribert-Van De Weerd, C., 2002. Apports de la psychologie des émotions à la compréhension du stress au travail, in: Neboit, M., Vézina, M. (Eds.), *Stress Au Travail Et Santé Psychique*. Octarès éditions, pp. 79–98.
- Robertson, M.M., Huang, Y.-H., O'Neill, M.J., Schleifer, L.M., 2008. Flexible workspace design and ergonomics training: Impacts on the psychosocial work environment, musculoskeletal health, and work effectiveness among knowledge workers. *Applied Ergonomics* 39, 482–494. doi:10.1016/j.apergo.2008.02.022
- Rod, M., Ashill, N.J., 2013. The impact of call centre stressors on inbound and outbound call-centre agent burnout. *Managing Service Quality* 23, 245–264. doi:10.1108/09604521311312255
- Rogalski, J., 1994. Formation aux activités collectives. *Le travail humain* 57, 367–386.
- Rosen, L.D., Weil, M.M., 1995. Computer anxiety: A cross-cultural comparison of university students in ten countries. *Computers in Human Behavior* 11, 45–64. doi:10.1016/0747-5632(94)00021-9
- Rozinn Electronics inc., 2007. Quick Guide.
- Ryan, S.M., Goldberger, A.L., Pincus, S.M., Mietus, J., Lipsitz, L.A., 1994. Gender- and age-related differences in heart rate dynamics: Are women more complex than men? *JACC* 24, 1700–1707. doi:10.1016/0735-1097(94)90177-5
- Sabo, B.M., 2006. Compassion fatigue and nursing work: Can we accurately capture the consequences of caring work? *Int J Nurs Pract* 12, 136–142. doi:10.1111/j.1440-172X.2006.00562.x
- Saint-Arnaud, L., Marché-Paillé, A., Toulouse, G., Moore, M., 2010. Le travail des préposés aux appels d'urgence 9-1-1: un travail de sentinelle au cœur de la sécurité publique. *Travailler* 9–25.
- Sakuragi, S., Sugiyama, Y., 2004. Interactive effects of task difficulty and personality on mood and heart rate variability. *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science* 23, 81–91.
- Santé Canada, 2012. La matière particulaire - Qualité de l'air intérieur.

- Sasaki, K., Maruyama, R., 2014. Consciously Controlled Breathing Decreases the High-Frequency Component of Heart Rate Variability by Inhibiting Cardiac Parasympathetic Nerve Activity. *Tohoku J Exp Med* 233, 155–163. doi:10.1620/tjem.233.155
- Satish, P., Muralikrishnan, K., Balasubramanian, K., Shanmugapriya, 2015. Heart rate variability changes during stroop color and word test among genders. *Indian J. Physiol. Pharmacol.* 59, 9–15.
- Sauter, S.L., Schleifer, L.M., Knutson, S.J., 1991. Work posture, workstation design, and musculoskeletal discomfort in a VDT data entry task. *Hum Factors* 33, 151–167.
- Savoyant, A., 1974. Eléments pour un cadre d'analyse des situations de résolution de problèmes par des équipes de travail. *psy* 74, 219–237. doi:10.3406/psy.1974.28036
- Sawai, A., Ohshige, K., Yamasue, K., Hayashi, T., Tochikubo, O., 2007. Influence of mental stress on cardiovascular function as evaluated by changes in energy expenditure. *Hypertens. Res.* 30, 1019–1027. doi:10.1291/hypres.30.1019
- Scherrer, J., 1981. *Précis de physiologie du travail*, 2nd ed. Masson.
- Schipke, J., Pelzer, M., Arnold, G., 1999. Effect of respiration rate on short-term heart rate variability. *Journal of Clinical and Basic Cardiology* 2, 92–95.
- Schmidt, K., 1994. Cooperative work and its articulation: requirements for computer support. *Le travail humain* 57, 345–366. doi:10.1007/978-1-84800-068-1
- Schmidt, L.A., Fox, N.A., Rubin, K.H., Sternberg, E.M., Gold, P.W., Smith, C.C., Schulkin, J., 1997. Behavioral and neuroendocrine responses in shy children. *Dev Psychobiol* 30, 127–140.
- Schnall, P.L., Landsbergis, P.A., Baker, D., 1994. Job strain and cardiovascular disease. *Annual Review of Public Health* 15, 381–411. doi:10.1146/annurev.pu.15.050194.002121
- Schwartz, Y., 1997. *Reconnaissances du travail, pour une approche ergologique*. Octarès Éditions, Toulouse.
- Scott, C., 2005. Misconceptions about Aerobic and Anaerobic Energy Expenditure. *J Int Soc Sports Nutr* 2, 32–37. doi:10.1186/1550-2783-2-2-32
- Seematter, G., Dirlewanger, M., Rey, V., Schneiter, P., Tappy, L., 2002. Metabolic effects of mental stress during over- and underfeeding in healthy women. *Obes Res* 10, 49–55. doi:10.1038/oby.2002.7
- Seematter, G., Guenat, E., Schneiter, P., Cayeux, C., Jéquier, E., Tappy, L., 2000. Effects of mental stress on insulin-mediated glucose metabolism and energy expenditure in lean and obese women. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* 279, E799–805.
- SELF, 2016. Historique et diversité de la définition de l'ergonomie [WWW Document]. Société d'Ergonomie de Langue Française. URL <http://ergonomie-self.org/lergonomie/definitions-tendances/> (accessed 7.14.16).

- Selye, H., 1998. A syndrome produced by diverse noxious agents. 1936. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci* 10, 230–231.
- Selye, H., 1978. *The Stress of Life*, 2nd ed. McGraw-Hill, New-York.
- Selye, H., 1976a. *Stress in Health and Disease*. Butterworths, Boston and London.
- Selye, H., 1976b. Forty years of stress research: principal remaining problems and misconceptions. *Can. Med. Ass. J.* 115, 53–56.
- Selye, H., 1974. *Stress Without Distress*. J.B. Lippincott Co., Philadelphia.
- Selye, H., 1970. *Experimental Cardiovascular Diseases*. Springer-Verlag, New York.
- Selye, H., 1968. Prevention of cardiac necrosis by amiloride. *J. Am. Med. Ass.* 206, 103–104.
- Selye, H., 1967. Ischemic necrosis: prevention by stress. *Science* 156, 1262–1263.
- Selye, H., 1966a. Mast cells and necrosis. *Science* 152, 1371–1372.
- Selye, H., 1966b. Pluricausal diseases. *Exp. Med. Surg.* 24, 191–209.
- Selye, H., 1958. Production with sodium sulphates of an electrolyte-steroid-cardiopathy characterized by necrosis (ESCN) and its prevention by  $MgCl_2$  and  $KCl$ . *Can. J. Biochem.* 36, 717–719.
- Selye, H., 1957. Effects of inflammation upon the growth of transplantable neoplasms as demonstrated by the “double granuloma-pouch” technique. *Br. J. Cancer* 11, 550–553.
- Selye, H., 1955. Stress and Disease. *Science* 122, 625–631.
- Selye, H., 1954. Sensitization of individual vascular territories to the antiphlogistic effect of hydrocortisone. An example of selective conditioning. *Circulation Res.* 2, 53–59.
- Selye, H., 1953. Use of “granuloma pouch” technic in the study of antiphysiologic corticoids. *Proc. Soc. exp. Biol.* 82, 328–333.
- Selye, H., 1950. *Stress*. Acta Inc., Medical Publications, Montréal.
- Selye, H., 1949. Effect of ACTH and cortisone upon an anaphylactoid reaction. *Can. Med. Ass. J.* 61, 553–6—illust.
- Selye, H., 1946a. The General Adaptation Syndrome and the Diseases of Adaptation. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 6, 117–230.  
doi:10.1210/jcem-6-2-117
- Selye, H., 1946b. Relation of the adrenal cortex to arthritis. *Lancet* 942.
- Selye, H., 1946c. Transformation of the kidney into an exclusively endocrine organ. *Nature* 158, 131.
- Selye, H., 1944. Role of the hypophysis in the pathogenesis of the diseases of adaptation. *Can. Med. Ass. J.* 50, 426–433.
- Selye, H., 1943a. An Attempt at a Natural Classification of the Steroids. *Nature* 151, 662–663. doi:10.1038/151662a0
- Selye, H., 1943b. Production of nephrosclerosis by overdosage with desoxycorticosterone acetate and sodium chloride. *Can. Med. Ass. J.* 49, 88–92.

- Selye, H., 1942a. Fundamental rules regulating the action of steroid hormones. *Endocrinology* 30, 1040.
- Selye, H., 1942b. Production of Nephrosclerosis by Overdosage with Desoxycorticosterone Acetate. *Can. Med. Ass. J.* 47, 515–519.
- Selye, H., 1941. Pharmacological classification of steroid hormones. *Nature* 148.
- Selye, H., 1938. The Prevention of Adrenalin Lung Edema by the Alarm Reaction. *American Journal of Physiology* 122, 347–351.
- Selye, H., 1937. The significance of the Adrenals for Adaptation. *Science* 85, 247–248. doi:10.2307/1662702
- Selye, H., Bajusz, E., 1959. Sensitization by potassium deficiency for the production of myocardial necrosis by stress. *Am. J. Path.* 35, 525–535.
- Selye, H., Bajusz, E., Strebel, R., 1961a. Cross-resistance to cardiotoxic agents. *Can. J. Biochem. Physiol.* 9, 519–525.
- Selye, H., Dosne, C., 1940. TREATMENT OF WOUND SHOCK WITH CORTICOSTERONE. *The Lancet* 236, 70–71. doi:10.1016/S0140-6736(01)07904-1
- Selye, H., Dosne, C., Bassett, L., Whittaker, J., 1940a. On the therapeutic value of adrenal cortical hormones in traumatic shock and allied conditions. *Can. Med. Ass. J.* 43, 1–8.
- Selye, H., Dosne, C., Dalton, A.J., 1940b. On the antagonism between the actions of adrenaline and adrenal cortical extracts  
. *Can. Med. Ass. J.* 42, 188–190.
- Selye, H., Gabbiani, G., Tuchweber, B., 1963a. The role of mastocytes in the regional fixation of blood-borne particles. *Br. J. exp. Path.* 44, 38–46.
- Selye, H., Gabbiani, G., Tuchweber, B., 1963b. Protection by Calciphylaxis Against an Otherwise Fatal Parathyroid Hormone Intoxication 73, 825–829. doi: <http://dx.doi.org/10.1210/endo-73-6-825>
- Selye, H., GENTILE, G., PRIORESCHI, P., 1961b. Cutaneous molt induced by calciphylaxis in the rat. *Science* 134, 1876–1877.
- Selye, H., Grasso, S., GENTILE, G., 1962. Selective uterine or pancreatic lesions by calciphylactic system. *Archives of pathology* 74, 554–559.
- Selye, H., Hall, C.E., 1944. Production of nephrosclerosis and cardiac hypertrophy in the rat by desoxycorticosterone acetate overdosage. *American Heart Journal* 27, 338–344.
- Selye, H., Hall, C.E., 1943a. Pathologica changes induced in various species by overdosage with desoxycorticosterone. *A. M. A. Archs Path.* 36, 19–31.
- Selye, H., Hall, C.E., 1943b. Malignant hypertension produced by treatment with desoxycorticosterone acetate and sodium chloride. *Can. Med. Ass. J.* 49, 88–92.
- Selye, H., Heuser, G., 1954. Experimental studies concerning the role of hormonal, vascular and nervous factors in the regulation of the “anaphylactoid reaction” of the rat. *Int. Archs Allergy* 5, 52–62.

- Selye, H., Mishra, R.K., 1958. Prevention of the “phosphate-steroid-cardiopathy” by various electrolytes. *American Heart Journal* 55, 163–173.
- Selye, H., Pentz, E.I., 1943. Pathogenetical Correlations between Periarthritis Nodosa, Renal Hypertension and Rheumatic Lesions. *Can. Med. Ass. J.* 49, 264–272.
- Selye, H., Stone, H., 1943. Role of sodium chloride in production of nephrosclerosis by steroids. *Proc. Soc. exp. Biol.* 52, 190–193.
- Selye, H., Stone, H., Timiras, P.S., Schaffenburg, C., 1949. Influence of sodium chloride upon the actions of desoxycorticosterone acetate. *American Heart Journal* 37, 1009–1016.
- Selye, H., Tuchweber, B., Gabbiani, G., 1963c. Role of the parathyroids in the production osteitis fibrosa and soft tissue calcification by lead acetate. *Endocrinology* 72, 782–786.
- Setar, S.B., Buitendach, J.H., Kanengoni, H., 2015. The moderating role of psychological capital in the relationship between job stress and the outcomes of incivility and job involvement amongst call centre employees. *SA j ind psychol* 41, 1–14. doi:10.4102/sajip.v41i1.1183
- Siegrist, J., 2002. Reducing social inequalities in health: work-related strategies. *Scandinavian journal of public health* 30, 49–53. doi:10.1177/14034948020300030801
- Siervo, M., Bertoli, S., Battezzati, A., Wells, J.C., Lara, J., Ferraris, C., Tagliabue, A., 2014. Accuracy of predictive equations for the measurement of resting energy expenditure in older subjects. *Clinical Nutrition* 33, 613–619. doi:10.1016/j.clnu.2013.09.009
- Smith, M.J., 1997. Psychosocial aspects of working with video display terminals (VDTs) and employee physical and mental health 40, 1002–1015. doi:10.1080/001401397187568
- Smith, M.J., Baeyh, A.D., 2003. Do ergonomics improvements increase computer workers' productivity?: an intervention study in a call centre. *Ergonomics* 46, 3–18. doi:10.1080/0014013030303522
- Smulders, P.G.W., Nijhuis, F.J.N., 1999. The Job Demands-Job Control Model and absence behaviour: Results of a 3-year longitudinal study. *TWST* 13, 115–131. doi:10.1080/026783799296093
- Spérando, J.-C., 1980. *La psychologie en ergonomie*. Presses universitaires de France.
- Spielberger, C.D., 1983. *Manual for the State-Trait Anxiety Inventory (Form Y)*. Consulting Psychologists Press, Palo Alto (California).
- Spielberger, C.D., 1972. Anxiety as an emotional state, in: Spielberger, C.D. (Ed.), *Anxiety: Current Trends in Theory and Research*. Academic Press, New-York, pp. 23–49.

- St-Vincent, M., Kuorinka, I., Chicoine, D., Beaugrand, S., Fernandez, J., 1997. Assimilation and use of ergonomic knowledge by nonergonomists to improve jobs in two electrical product assembly plants. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries* 7, 337–350.
- St-Vincent, M., Toulouse, G., Bellemare, M., 2000. Démarches d'ergonomie participative pour réduire les risques de troubles musculo-squelettiques : bilan et réflexions. *PISTES* 1–38. doi:10.4000/pistes.3834
- St-Vincent, M., Vézina, N., Bellemare, M., Denis, D., Ledoux, E., Imbeau, D., 2011. *L'intervention en ergonomie*. Éditions MultiMondes.
- St-Vincent, M., Vézina, N., Laberge, M., Gonella, M., Lévesque, J., Petitjean-Roget, T., Coulombe, T., Beauvais, A., Ouellet, S., Dubé, J., Lévesque, S., Cole, D., 2010. L'intervention ergonomique participative pour prévenir les TMS : ce qu'en dit la littérature francophone (No. R-667). IRSST, Montréal.
- Starr, S.J., Thompson, C.R., Shute, S.J., 1982. Effects of Video Display Terminals on Telephone Operators. *Human Factors: The Journal of the Human factors and Ergonomics Society* 24, 699–711.
- Statistique Canada, n.d. **Produit intérieur brut (PIB) : la foire aux questions**. [WWW Document]. Statistique Canada. URL <http://www.statcan.gc.ca/fra/cen/foq/pib> (accessed 10.10.16).
- Statistique Canada, 2015. Comptes nationaux du produit intérieur brut en termes de revenus et de dépenses [WWW Document]. [www.statcan.gc.ca](http://www23.statcan.gc.ca/imdb/p2SV_f.pl?Function=getSurvey&SDDS=1901). URL [http://www23.statcan.gc.ca/imdb/p2SV\\_f.pl?Function=getSurvey&SDDS=1901](http://www23.statcan.gc.ca/imdb/p2SV_f.pl?Function=getSurvey&SDDS=1901) (accessed 4.10.15).
- Stavroula, L., Griffiths, A., Cox, T., 2004. Organisation du travail & stress : Approches systématiques du problème à l'intention des employeurs, des cadres dirigeants et des représentants syndicaux, Série protection de la santé des travailleurs.
- Steiler, D., Rosnet, E., 2011. La mesure du stress professionnel. Différentes méthodologies de recueil. *La Revue des Sciences de Gestion* 251, 71–10. doi:10.3917/rsg.251.0071
- Stein, P.K., Bosner, M.S., Kleiger, R.E., Conger, B.M., 1994. Heart rate variability: a measure of cardiac autonomic tone. *American Heart Journal* 127, 1376–1381.
- Stein, P.K., Kleiger, R.E., 1998. Insights from the study of heart rate variability. *Annu Rev Med* 50, 249–261. doi:10.1146/annurev.med.50.1.249
- Steptoe, A., 1991. *Psychologie de la réaction de Stress : implications cliniques*. Laboratoire Ardix.
- Stewart, W.F., Ricci, J.A., Chee, E., Morganstein, D., Lipton, R., 2003. Lost Productive Time and Cost Due to Common Pain Conditions in the US Workforce. *JAMA* 290, 2443–2454. doi:10.1001/jama.290.18.2443
- Straker, L., Abbott, R.A., Heiden, M., Mathiassen, S.E., Toomingas, A., 2013. Sit-stand desks in call centres: Associations of use and ergonomics awareness with

- sedentary behavior. *Applied Ergonomics* 44, 517–522.  
doi:10.1016/j.apergo.2012.11.001
- Stroop, J.R., 1935. Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology* 18, 643–662. doi:10.1037/h0054651
- Styliadis, I., Ziakas, A., Karvounis, H., Giannakoulas, G., Efthimiadis, G.K., Parisiadou, A., Anifanti, M., Dalamanga, E., Parcharidis, G., Louridas, G., 2008. The Utility of the Standard 12-Lead Electrocardiogram in the Prediction of Proximal Right Coronary Artery Occlusion in Acute Inferior Myocardial Infarction. *The Journal of Emergency Medicine* 35, 67–72. doi:10.1016/j.jemermed.2007.08.065
- Sûreté du Québec, 2014. 1974 Création CRPQ. Sûreté du Québec.
- Sznalwar, L.I., Le Doaré, H., 2006. Alain Wisner : Le développement de l'ergonomie et de la pensée sur le « travailler ». *Travailler* 15, 39–17.  
doi:10.3917/trav.015.0039
- Taelman, J., Vandeput, S., Spaepen, A., Huffel, S., 2009. Influence of Mental Stress on Heart Rate and Heart Rate Variability, in: *IFMBE Proceedings*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp. 1366–1369. doi:10.1007/978-3-540-89208-3\_324
- Tarvainen, M.P., Niskanen, J.-P., 2008. Kubios HRV User's Guide. Kubios HRV.
- Teiger, C., 1993. Représentation du travail, travail de la représentation, in: Weill-Fassina, A., Rabardel, P., Dubois, D. (Eds.), *Représentations Pour L'action*. Octarès Editions, Toulouse.
- Theorell, T., 2009. Anabolism and catabolism, in: Sonnentag, S., Ganster, D., Perrewe, P.L. (Eds.), *Current Perspectives on Job-Stress Recovery Research in Occupational Stress and Well Being*. pp. 249–276.
- Theorell, T., 2008. Anabolism and catabolism—antagonistic partners in stress and strain. *SJWEH* 6, 136–143.
- Theureau, J., 2015. **Le cours d'action : l'enaction & l'expérience**. Octarès éditions, Toulouse.
- Theureau, J., 2002. La notion de «Charge mentale» est-elle soluble dans l'analyse du travail, la conception ergonomique & la recherche neuro-physiologique? In M. Jourdan & J. Theureau (ccords), *La charge de travail, notion floue et vrai problème*, Octarès, Toulouse 41–69.
- Theureau, J., 1992. *Le cours d'action : analyse sémiologique*. Peter Lang, Berne.
- Theureau, J., Jeffroy, F., 1994. *Ergonomie des situations informatisées*. Octarès Éditions, Toulouse.
- Toda, N., 1969. Electrophysiological effects of potassium and calcium ions in the sino-atrial node in response to sympathetic nerve stimulation. *Pflügers Archiv European Journal of Physiology* 310, 45–63.

- Toulouse, G., 1997. L'ergonomie participative pour réduire les risques de TMS et la gestion de la santé et sécurité dans les établissements, in: Presented at the Congrès de la SELF, Compte rendu du XXXII e Congrès de la Société d' ..., pp. 263–275.
- Toulouse, G., Saint-Arnaud, L., Bourbonnais, R., Damasse, J., Chicoine, D., Delisle, A., 2006. Étude de la prévalence des troubles musculo-squelettiques et psychologiques, des facteurs physiques et psychosociaux chez les préposés des centres d'urgence 9-1-1 (No. R-472). Études et recherche - Rapport IRSST.
- Toulouse, G., St-Arnaud, L., Delisle, A., Duhalde, D., Lévesque, J., Marché-Paillé, A., Moore, M., Comtois, A.-S., Larue, C., Pena Salazar, E., 2011. Étude pour intervenir sur la réduction des troubles musculo-squelettiques et de santé psychologique dans les centres d'appels d'urgence 911 de la sécurité publique municipale (No. R-720). IRSST, Montréal.
- Traore, A., 2008. Étude des troubles anxieux en consultation ambulatoire.
- Tricot, A., Chanquoy, L., 1996. La charge mentale. *Psychologie Française* 41, 313–318.
- Tripathi, K.K., 2004. Respiration and heart rate variability: A review with special reference to its application in aerospace medicine. *Indian Journal of Aerospace Medicine* 48, 64–75.
- Tripathi, K.K., Mukundan, C.R., Lazar Mathew, T., 2003. Attentional modulation of heart rate variability (HRV) during execution of PC based cognitive tasks. *Ind J Aerospace Med* 47, 1–10.
- Truax, C.A., 1961. Scale for the measurement of accurate empathy. paper. *Psychiatric Bulletin* 20.
- Tugade, M.M., Fredrickson, B.L., Barrett, L.F., 2004. Psychological resilience and positive emotional granularity: examining the benefits of positive emotions on coping and health. *J Pers* 72, 1161–1190. doi:10.1111/j.1467-6494.2004.00294.x
- Undén, A.-L., 1996. Social support at work and its relationship to absenteeism. *TWST* 10, 46–61. doi:10.1080/02678379608256784
- urgences-sante.qc.ca, n.d. urgences-sante.qc.ca. URL <https://www.urgences-sante.qc.ca> (accessed 8.3.14).
- Vagg, P., Spielberger, C.D., Wasala, C., 2002. Effects of organizational level and gender on stress in the workplace. *International Journal of Stress Management* 9, 243–261.
- Vahtera, J., Pentti, J., Uutela, A., 1996. The effect of objective job demands on registered sickness absence spells; do personal, social and job-related resources act as moderators? *TWST* 10, 286–308. doi:10.1080/02678379608256809
- Vallery, G., Hervet, C., 2005. Impact de diverses modalités organisationnelles du travail posté sur le sommeil, les comportements alimentaires, la vie sociale et familiale : le cas du personnel soignant en milieu hospitalier français. *PISTES*. doi:10.4000/pistes.1055

- van Amelsvoort, L.G., Schouten, E.G., Maan, A.C., Swenne, C.A., Kok, F.J., 2000. Occupational determinants of heart rate variability. *Int Arch Occup Environ Health* 73, 255–262.
- Van der Doef, M., Maes, S., 1999. The Job Demand-Control (-Support) Model and psychological well-being: A review of 20 years of empirical research. *TWST* 13, 87–114. doi:10.1080/026783799296084
- van Eerd, D., Cole, D., Irvin, E., Mahood, Q., Keown, K., Theberge, N., Village, J., St-Vincent, M., Cullen, K., 2010. Process and implementation of participatory ergonomic interventions: a systematic review. *Ergonomics* 53, 1153–1166. doi:10.1080/00140139.2010.513452
- van Honk, J., Tuiten, A., den Hout, van, M., Koppeschaar, H., Thijssen, J., de Haan, E., Verbaten, R., 2000. Conscious and preconscious selective attention to social threat: Different neuroendocrine response patterns. *Psychoneuroendocrinology* 25, 577–591.
- van Honk, J., Tuiten, A., den Hout, van, M., Koppeschaar, H., Thijssen, J., de Haan, E., Verbaten, R., 1998. Baseline salivary cortisol levels and preconscious selective attention for threat. *Psychoneuroendocrinology* 23, 741–747.
- Van Hoorebeke, D., 2005. La dissonance émotionnelle au travail : une approche ethnométhodologique. *Management & Avenir* 3, 61. doi:10.3917/mav.003.0061
- van Peer, J.M., Roelofs, K., Rotteveel, M., van Dijk, J.G., Spinhoven, P., Ridderinkhof, K.R., 2007. The effects of cortisol administration on approach-avoidance behavior: an event-related potential study. *Biological Psychology* 76, 135–146. doi:10.1016/j.biopsycho.2007.07.003
- Van Reeth, O., 2001. Rythmes biologiques et environnement chez l'homme : travail posté et jet lag. *La Revue de médecine interne* 22, 26–28. doi:10.1016/S0248-8663(01)83347-6
- Vandenbergh, C., De Keyser, V., Vlerick, P., D'hoore, W., 2004. Changements organisationnels, stress des employés et satisfaction des clients : émergence du concept de flexihealth.
- Vanderlei, L.C.M., Silva, R.A., Pastre, C.M., Azevedo, F.M., Godoy, M.F., 2008. Comparison of the Polar S810i monitor and the ECG for the analysis of heart rate variability in the time and frequency domains. *Braz J Med Biol Res* 41, 854–859.
- Vanis, M., Graf, M., Semmer, N.K., Ragni, T., Krieger, R., 2011. Résumé de l'étude sur le stress 2010 : Le stress chez les personnes actives occupées en Suisse. Confédération suisse - Département fédéral de l'économie DFE - Secrétariat d'État à l'économie SECO.
- Vaxevanoglou, X., 2002. Santé psychique et stress au travail : évolution des conceptions, in: Neboit, M., Vézina, M. (Eds.), *Stress Au Travail Et Santé Psychique*. Octarès éditions, pp. 39–44.

- Vézina, M., 2002. Stress au travail et santé psychique : rappel des différentes approches, in: Neboit, M., Vézina, M. (Eds.), *Stress Au Travail Et Santé Psychique*. Octarès éditions, pp. 47–58.
- Vézina, M., Bourbonnais, R., Marchand, A., Arcand, R., 2010. L'autoévaluation du stress au travail : un indicateur de santé trompeur. *PISTES* 12, 1–12.
- Vézina, M., Bourbonnais, R., Marchand, A., Arcand, R., 2008a. *Stress au travail et santé mentale chez les adultes québécois*. Institut de la statistique du Québec, Québec (Canada).
- Vézina, M., Chenard, C., Bhérier, L., Bourbonnais, R., Brisson, C., Brun, J.-P., Gourdeau, P., Guimont, C., Lippel, K., Marchand, A., St-Arnaud, L., Stock, S., 2008b. Outil de caractérisation préliminaire d'un milieu de travail au regard de la santé psychologique au travail (No. 744). Institut National de Santé Publique du Québec.
- Visser, W., 1990. More or less following a plan during design: opportunistic deviations in specification. *International Journal of Man-Machine Studies* 247–278. doi:10.1016/S0020
- Volkoff, S., 2001. Lire l'âge pour interpréter le travail. *Annales des Mines, Réalités Industrielles* 52–57.
- Waller, A.D., 1893. *An introduction to human physiology*, 2nd ed. Longmans, Green, London.
- Wang, P.S., Beck, A., Berglund, P., Leutzinger, J.A., Pronk, N., Richling, D., Schenk, T.W., Simon, G., Stang, P.E., Ustun, T.B., Kessler, R.C., 2003. Chronic Medical Conditions and Work Performance in the Health and Work Performance Questionnaire Calibration Surveys. *J. Occup. Environ. Med.* 45, 1303–1311. doi:10.1097/01.jom.0000100200.90573.df
- Wanqing, W., Jungtae, L., 2009. Improvement of HRV methodology for positive/negative emotion assessment, in: Presented at the 5th International Conference on Collaborative Computing: Networking, Applications and Worksharing, 2009. CollaborateCom 2009., IEEE, Washington, DC, pp. 1–6. doi:10.4108/ICST.COLLABORATECOM2009.8296
- Wegge, J., Van Dick, R., Bernstorff, von, C., 2010a. Emotional dissonance in call centre work. *Journal of Managerial Psychology* 25, 596–619. doi:10.1108/02683941011056950
- Wegge, J., Vogt, J., Wecking, C., 2010b. Customer-induced stress in call centre work: A comparison of audio- and videoconference. *Journal of Occupational and Organizational Psychology* 80, 693–712. doi:10.1348/096317906X164927
- Weill-Fassina, A., Rabardel, P., Dubois, D., 1993. *Représentations pour l'action*. Octarès Editions.
- Weiss, D., 1979. L'absentéisme. *Revue Française des Affaires Sociales* 10-12, 49–95.
- Wells, J.A., 2010. Objective job conditions, social support and perceived stress among blue collar workers, in: *Stress, Dépression Et Pathologie Cardiovasculaire*. Elsevier Masson, pp. 79–94.

- Westgaard, R.H., Winkel, J., 2011. Occupational musculoskeletal and mental health: Significance of rationalization and opportunities to create sustainable production systems – A systematic review. *Applied Ergonomics* 42, 261–296. doi:10.1016/j.apergo.2010.07.002
- Wickens, C.D., 1984. *Engineering psychology and human performance*. Merrill.
- Wilson, J.R., 1995. Ergonomics and participation, in: Wilson, J.R., Corlett, N. (Eds.), *Evaluation of Human Work: a Practical Ergonomics Methodology*. CRC Press, London, pp. 1071–1096.
- Wilson, J.R., Corlett, N., 2005. *Evaluation of human work: A practical ergonomics methodology*. Taylor & Francis, Boca raton (Florida).
- Wilson, J.R., Haines, H., Morris, W., 2005. Participatory ergonomics, in: Wilson, J.R., Corlett, N. (Eds.), *Evaluation of Human Work: a Practical Ergonomics Methodology*. CRC Press, Boca raton (Florida), pp. 933–962.
- Woo, J.M., Kim, T., Dimsdale, J.E., 2010. The correlation between self-rated stress response and short-term heart rate variability (HRV) in healthy females. *European Neuropsychopharmacology* 20, S228–S229. doi:10.1016/S0924-977X(10)70276-5
- Woolley, S.M., Akbar-Khanzadeh, F., Huang, K., 2012. The Effect of Wearing Different Types of Respirators on Postural Stability and Comfort. *International Journal of Occupational Hygiene* 4, 32–38.
- Yin, R.K., 2009. *Case Study Research*. SAGE.
- Young, A.H., Gallagher, P., Porter, R.J., 2002. Elevation of the cortisol-dehydroepiandrosterone ratio in drug-free depressed patients. *Am J Psychiatry* 159, 1237–1239.
- Zapf, D., 2002. Emotion work and psychological well-being: A review of the literature and some conceptual considerations. *Human Resource Management Review* 12, 237–268.
- Zhao, C., Zhao, M., Liu, J., Zheng, C., 2012. Electroencephalogram and electrocardiograph assessment of mental fatigue in a driving simulator. *Accident Analysis & Prevention* 45, 83–90. doi:10.1016/j.aap.2011.11.019