

Université de Montréal

**La détermination d'un sous-groupe de contrevenants de la conduite avec capacités  
affaiblies à risque élevé de récidive : l'utilité de l'axe hypothalamo-hypophyso-  
surrénalien.**

par

Sophie Couture

École de criminologie

Faculté des arts et des sciences

Thèse présentée à la Faculté des arts et des sciences  
en vue de l'obtention du grade de doctorat  
en criminologie

Novembre, 2011

© Sophie Couture, 2011

Université de Montréal  
Faculté des études supérieures et postdoctorales

Cette thèse intitulée:

La détermination d'un sous-groupe de contrevenants de la conduite avec capacités affaiblies à risque élevé de récidive : l'utilité de l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien.

Présentée par :  
Sophie Couture

a été évaluée par un jury composé des personnes suivantes :

Étienne Blais, président-rapporteur  
Serge Brochu, directeur de recherche  
Thomas G. Brown, co-directeur  
Jacques Bergeron, membre du jury  
Michel Bédard, examinateur externe  
Julien Doyon, représentant du doyen de la FES

## Résumé

Les contrevenants de la conduite avec capacités affaiblies (CCA) n'entrent pas tous dans les registres de la sécurité routière avec le même risque de récidive. Pour pallier cette hétérogénéité, cette thèse propose de modéliser les interrelations entre les traits de personnalité et les comportements à risque associés à la récidive et de détecter un sous-groupe de contrevenants au risque de récidive élevé à l'aide de l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien (HHS). Plus particulièrement, les trois articles de cette thèse s'intéressent au cortisol, l'hormone du stress.

Le premier article élabore un modèle théorique réconciliant les connaissances sur l'axe HHS issues du domaine de la CCA et de domaines connexes. Lors de précédentes études, le nombre de condamnations antérieures pour CCA a été associé négativement à la réactivité du cortisol à la suite d'une situation stressante. Chez les récidivistes, cette faible réactivité s'explique partiellement par la recherche d'expériences, une dimension de la recherche de sensations. Au-delà ce trait de personnalité désinhibiteur, une faible activité de l'axe HHS a été associée à d'autres traits (c.-à-d. impulsivité et tendances antisociales) et d'autres comportements à risque (c.-à-d. infractions routières, arrestations criminelles et consommation problématique de substances psychoactives). Ce modèle intégrant la réactivité du cortisol permet une conceptualisation approfondie des diverses caractéristiques des contrevenants de la CCA et explique hypothétiquement la répétition des comportements à risque.

Les deux articles suivants se penchent sur l'intérêt empirique d'utiliser l'axe HHS pour déterminer un sous-groupe de contrevenants à risque élevé de récidive. Plus précisément, le deuxième article émet l'hypothèse que les récidivistes ( $n = 30$ ) ayant une faible activité de leur cortisol (c.-à-d. médiane de la surface sous la courbe relative au niveau de base et relative

à la réactivité) ont davantage de traits de personnalité désinhibiteurs et de comportements à risque que les récidivistes ayant une forte activité. L'hypothèse n'a pas été confirmée. Au contraire, les récidivistes présentant une faible réactivité commettent moins d'infractions routières et d'arrestations criminelles que ceux ayant une forte réactivité. Quant à lui, le troisième article investigate une hypothèse similaire auprès des contrevenants primaires ( $n = 139$ ). Les contrevenants manifestant une faible réactivité du cortisol (c.-à-d. différence entre prélèvements post-stress et pré-stress) ont davantage d'impulsivité attentionnelle, de non-planification, d'arrestations criminelles et de cigarettes fumées par jour que les contrevenants ayant une forte réactivité. Lors d'analyses exploratoires, la présence d'une variété de traits de personnalité désinhibiteurs et de comportements à risque chez les contrevenants primaires présentant une faible réactivité lorsque comparé au groupe contrôle ( $n = 31$ ) suggère encore une fois leur risque élevé de récurrence.

L'intérêt d'ajouter un mécanisme neurobiologique pour modéliser les interrelations entre les traits de personnalité désinhibiteurs et les comportements à risque des contrevenants de la CCA a été exploré dans cette thèse. La détermination d'un sous-groupe de contrevenants présentant un risque élevé de récurrence, à l'aide de l'axe HHS, semble davantage profitable auprès de l'hétérogène population des contrevenants primaires. En contrepartie, l'axe HHS ne permet pas de déterminer un sous-groupe ayant une problématique sévère auprès des récidivistes à l'extrême du continuum du risque.

**Mots-clés** : alcool au volant, récidiviste, contrevenant primaire, axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien, cortisol, détection, comportements à risque, recherche de sensations, impulsivité

## Abstract

Among driving while impaired (DWI) offenders, the risk of recidivism varies greatly. In order to overcome the heterogeneity among this population, the present thesis proposed a renewed conceptualization of DWI. More specifically, a model integrating disinhibitory personality traits and high-risk behaviours associated with DWI recidivism and the categorization of a high-risk subgroup of offenders based on hypothalamic-pituitary-adrenal (HPA) axis activity has been proposed. Three manuscripts aimed to answer these general objectives using salivary cortisol, that is, the stress hormone.

In the first manuscript, the current HPA axis literature of DWI offenders and other high-risk populations have been merged into a comprehensive theoretical model. Previous studies have demonstrated an inverse correlation between DWI convictions frequency and cortisol reactivity to stress. Among recidivists, cortisol reactivity was partially explained by experience seeking, a sensation seeking dimension. Beyond this disinhibitory personality trait, low HPA axis activity has been linked to various traits (e.g., impulsivity and antisocial tendencies) and high-risk behaviours (e.g., traffic infractions, criminal arrests, and psychoactive drugs). By incorporating cortisol reactivity, this model stimulates a thorough conceptualization of several DWI offenders' characteristics and as such, explains hypothetically repetition of high-risk behaviours.

The following manuscripts are less theoretical and more empirical. The detection of a high-risk recidivism subgroup delineated with HPA axis activity has been investigated among two DWI offender populations. More specifically, the second manuscript hypothesized that among DWI recidivists ( $n = 30$ ), low cortisol responders have more characteristics linked to recidivism such as disinhibitory personality traits and high-risk behaviours than high cortisol responders (as defined by the area under the curve sensitive to total hormonal release and to response to stimulation). This hypothesis was not supported. On the contrary, low cortisol

DWI recidivists have less traffic infractions and criminal arrests than high cortisol recidivists. Finally, the third manuscript investigated a similar hypothesis but this time, among first-time DWI offenders ( $n = 139$ ). Results demonstrated that low cortisol offenders have more attentional impulsiveness, non-planning impulsiveness, criminal arrests and cigarettes consumed per day than high cortisol offenders (as defined by post-stress minus pre-test episode). An exploratory analysis showed a more prevalent variety of disinhibitory personality trait and high-risk behaviours among low cortisol offenders compared to a non-DWI comparator group ( $n = 31$ ). These results reinforce the potentially higher recidivism risk of this first-time DWI offenders subgroup.

Neurobiological mechanism usefulness in modelling disinhibitory personality trait and high-risk behaviours of DWI offenders has been investigated in the present thesis. Additionally, detection of a high-risk recidivism subgroup seems more relevant among heterogeneous first-time DWI offenders. Instead, HPA axis activity is not as useful in detecting a problematic subgroup among the most severe offenders, namely recidivists.

**Keywords** : drunk driving, recidivist, first-time offender, hypothalamic-pituitary-adrenal axis, cortisol, detection, high-risk behaviours, sensation seeking, impulsivity

# Table des matières

Résumé.....	i
Abstract .....	iii
Table des matières.....	v
Liste des tableaux.....	ix
Liste des figures .....	x
Sigles et abréviations.....	xii
Remerciements .....	xiv
Avant-propos.....	1
Introduction générale .....	3
La conduite avec capacités affaiblies : une problématique d’actualité.....	3
De nombreux défis .....	5
La biologie au service de la détection de la récidive .....	7
Chapitre 1 .....	10
Vers une compréhension des trajectoires de comportements à risque.....	10
Une théorie générale du crime .....	10
La théorie de la stimulation.....	13
Vers un raffinement des modèles théoriques .....	15
Notions sur l’axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien .....	16
Les contrevenants de la conduite avec capacités affaiblies : l’utilité d’un mécanisme neurobiologique.....	18
Un marqueur d’une prédisposition à la prise de risque.....	20
L’influence des traits de personnalité désinhibiteurs.....	22
Les associations entre les traits de personnalité désinhibiteurs et les comportements à risque.....	24

Recherche de sensations .....	25
Impulsivité .....	27
Les associations entre les traits de personnalité désinhibiteurs et les mécanismes neurobiologiques.....	29
Article 1 .....	33
Chapitre 2.....	73
La détermination d'un sous-groupe .....	73
Les éléments s'imbriquent .....	78
Objectifs et hypothèses de recherche .....	78
Chapitre 3.....	80
Méthode .....	80
Étude 1 .....	81
Participants.....	81
Inclusion.....	81
Exclusion .....	82
Procédures.....	83
Instruments.....	84
La mesure du cortisol.....	88
Situation stressante .....	89
Analyses statistiques.....	90
Étude 2 .....	90
Participants.....	91
Inclusion.....	94
Exclusion .....	96
Procédures.....	97
Séance d'évaluation .....	98
Randomisation .....	99

Séances expérimentales.....	100
Instruments.....	102
La mesure du cortisol.....	108
Situation stressante.....	109
Analyse des données .....	110
Transformations des données.....	110
Analyses statistiques .....	115
Article 2.....	118
Article 3.....	139
Chapitre 4.....	175
Analyses complémentaires.....	175
La conceptualisation du cortisol .....	175
Modélisation de la trajectoire des comportements à risque .....	178
Contrôles de variables.....	178
Discussion générale.....	181
Principaux constats du premier article : une histoire se dessine .....	182
L'importance des sous-groupes.....	184
Principaux constats du deuxième article : l'utilité d'un sous-groupe chez les récidivistes .....	185
Principaux constats du troisième article : l'utilité d'un sous-groupe chez les contrevenants primaires .....	187
Constats globaux .....	189
Les fondements des comportements à risque.....	190
La détermination de sous-groupes au profil homogène.....	192
Des questions non résolues .....	192
Limites des présentes études .....	198

Conclusion .....	199
Références pour introduction, méthode et discussion générales .....	203
Annexe 1 : Permission de l'éditeur pour l'article 1 .....	i
Annexe 2 : Accord des co-auteurs .....	ii
Annexe 3 : Formulaire de consentements étude 1 .....	iii
Annexe 4 : Recrutement étude 2.....	viii
Annexe 5 : Formulaire de consentements étude 2 .....	xi

## Liste des tableaux

### **Introduction, méthode et discussion générales**

Tableau I : Description de la procédure pour les séances expérimentales ..... 101

### **Article 2**

Table 1. Sociodemographic information and disinhibition propensity of L-AUCI and H-AUCI Driving while Impaired Recidivists ( $n = 30$ ) ..... 128

### **Article 3**

Table 1. Sociodemographic Information, Disinhibitory Personality Traits, and High-risk Behaviours of L-HPA and H-HPA fDWI Offenders ..... 160

## Liste des figures

### Introduction, méthode et discussion générales

Figure 1 : Détails du recrutement lors de la situation stressante : les deux phases de l'étude .....94

### Article 1

Figure 1. Modélisation de la trajectoire des comportements à risque des contrevenants de la CCA. .... 54

### Article 3

Figure 1. Mean Salivary Cortisol Level ( $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ ) of L-HPA ( $n = 70$ ) and H-HPA ( $n = 69$ ) fDWI Offenders in Contrast to Non-DWI Comparison Group ( $n = 31$ ) Before and After the Stress Task. .... 158

*À la mémoire de ma belle petite Mammy,*

## **Sigles et abréviations**

Adrénocorticotrope ou *adrenocorticotropic* : ACTH

*Addiction Severity Index* : ASI

*Alcohol Use Disorders Identification Test* : AUDIT

*Area under the curve sensitive to total hormonal release* : AUCG

*Area under the curve sensitive to response to stimulation* : AUCI

Association des centres de réadaptation en dépendance du Québec : ACRDQ

Axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien : axe HHS

*Barratt Impulsivity Scale version 11* : BIS-11

*Blood alcohol concentration* : BAC

*Clinical Institute Withdrawal Assessment for Alcohol Scale* : CIWA-Ar

Comité d'éthique de la recherche en toxicomanie : CERT

*Composite International Diagnostic Interview* : CIDI

Conduite avec capacités affaiblies : CCA

Corticolibérine ou *corticotrophin releasing hormone* : CRH

*Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorder - Revision IV* ou *Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux* : DSM-IV

*Driving while impaired* : DWI

*Drug Abuse Screening Test-20* : DAST-20

*First-time driving while impaired offenders* : fDWI offenders

*Hypothalamic-pituitary-adrenal axis* : HPA axis

*High-HPA* : H-HPA

*Low-HPA* : L-HPA

*MacAndrew Alcoholism Scale- Revised* : MAC-R

*Michigan Alcoholism Screening Test* : MAST

*Millon Clinical Multiaxial Inventory III* : MCMI-III

*Minnesota Multiphasic Personality Inventory-2* : MMPI-2

Monoamine oxydase : MAO

*Mortimer-Filkins Questionnaire* : MFQ

*Questionnaire Analyse des Comportements Routiers* : ACR

*Sensation Seeking Scale form V* : SSS-V

Société de l'assurance automobile Québec : SAAQ

Théorie évolutionnaire neuroandrogénique : TEN

*Timeline Follow-Back procedure* : TLFB

## Remerciements

Si je peux résumer le parcours académique de mes études supérieures, je parlerais d'une grande expérience d'autonomie, de discipline et de travail intellectuel. Au-delà cette dimension personnelle, un tel parcours m'a permis de rencontrer, de discuter et d'être encadrée par de nombreux acteurs. Je prends ces quelques lignes pour les remercier.

Tout d'abord, ce doctorat a été mené à terme grâce aux diverses bourses d'études, de rédaction et de participation à des congrès internationaux obtenues. Plus précisément, je remercie: le Conseil de recherches en sciences humaines du Canada, le Fonds québécois de la recherche sur la société et la culture, le ministère des Transports du Québec, l'École de criminologie, l'Institut universitaire en santé mentale Douglas, le RISQ (Recherche et intervention sur les substances psychoactives-Québec), le Centre Dollard-Cormier Institut universitaire sur les dépendances et la Faculté des études supérieures et postdoctorales de l'Université de Montréal. Finalement, ce projet de recherche a été réalisé grâce à une subvention des Instituts de recherche en santé du Canada.

Les nombreuses années passées au Programme de recherche sur les addictions m'ont permis de frayer avec un riche réseau de soutien. En premier lieu, j'ai eu l'immense privilège d'être dirigée par Thomas G. Brown. Je ne saurai jamais le remercier à la juste valeur de ma reconnaissance. Principalement, je le remercie de m'avoir toujours accordé sa confiance. Nos nombreuses rencontres, les différentes responsabilités qu'il m'a confiées et ses valeurs sont, et seront toujours, une grande inspiration pour moi. Je remercie Lucie Legault, grande dame de la rigueur et de la curiosité intellectuelle, qui m'a transmis, un tant soit peu, sa grande rigueur méthodologique. Cependant, je la remercie surtout pour sa grande écoute au fil des années. Je tiens également à témoigner ma reconnaissance à Marie Claude Ouimet, source de motivation

par sa grande discipline intellectuelle. Parmi les autres chercheurs du Programme de recherche sur les addictions, je salue le bonheur d'avoir côtoyé Maurice Dongier et Louise Nadeau. Je suis reconnaissante du soutien de Christina Gianoulakis, Jacques Tremblay, Jens Pruessner et de NMK Ng Ying Kin lors de mes nombreux questionnements sur le domaine de la biologie. Dans le même ordre d'idée, un grand merci à Li Bai, Xing Dai et Abdelmadjid Azzoug pour leurs analyses de nos précieux prélèvements de cortisol et leur encadrement médical. Je souligne également, par ordre d'entrée en scène, l'inestimable travail des 22 assistants de recherche ayant contribué à cette thèse : Catherine Gagnon, Jennifer Gill-Wilson, Simon Girard, Randy Lavoie-Belley, Stéphanie Arseneault, Valérie Lamontagne, Benjamin Villaggi, Louis-Bruno Théberge, Andréanne Côté-Gauthier, Philip Huntoon, Mélissa Azevedo, Sarah Doucet, Marie-Josée Cécyre, Anne-Laure Morin, Shady Rahayel, Andrée-Anne Lapierre, Chloé Provost, Vanessa Corbeil, François-Charles Legault-Coutu, Camille Deshaies-Guibault, Catherine Dubuc ainsi que Valérie D'Amour-Horvat. Un gros merci aussi aux autres étudiantes et étudiants des cycles supérieurs, présents et passés, du Programme de recherche sur les addictions. Votre présence a agrémenté ces belles années. Finalement, pour le recrutement des participants, je tiens à remercier l'Association des centres de réadaptation en dépendance du Québec (ACRDQ) pour sa précieuse collaboration.

Du côté de l'Université de Montréal, je remercie infiniment Serge Brochu, mon directeur. Je le remercie d'avoir toujours été disponible et de m'avoir encadrée dans mon évolution académique et professionnelle. Nos discussions m'ont permis de bien concevoir mes champs d'intérêt et ma place dans le domaine de la criminologie. De suite, je remercie le RISQ pour son soutien de grande qualité dans le cheminement académique de ses étudiants. Finalement, je tiens à remercier Étienne Blais pour les nombreuses discussions et possibilités qu'il m'a offertes pendant mon doctorat. Je souligne également les précieux commentaires des membres du jury qui ont permis d'améliorer la version initiale de cette thèse.

Et maintenant, je ne peux passer sous silence l'éternel soutien de mes parents, de ma sœur et mon François. C'est tellement plus simple d'avancer quand on est aimée inconditionnellement et soutenue dans ses projets. Je remercie également la grande disponibilité de mes amies Christiane, Eve, Fanny et Sarah lors de la lecture et la correction de mes travaux. Votre soutien a toujours été une grande source de réconfort. Je souligne la contribution de mes amis de théâtre et Posthume qui ont su rétablir ma balance entre la créativité et la science. Pour conclure, je remercie la folie, l'écoute et la disponibilité spontanée de mes précieux amis (es). Je ne vous nommerai pas tous, si je vous ai déjà appelé en panique, vous vous reconnaissez! Maintenant, passons aux choses sérieuses...

## Avant-propos

Dès les balbutiements de ce doctorat, certaines préoccupations concernant le mode de présentation de la thèse se sont imposées. En effet, comment illustrer de façon optimale la complexité des enjeux associés à la recherche sur les mécanismes neurobiologiques des contrevenants de la conduite avec capacités affaiblies (CCA)? La stratégie retenue est la présentation du cheminement théorique accompli à l'aide de trois articles scientifiques.

Cette aventure débute avec un premier article publié dans la *Revue internationale de criminologie, police technique et scientifique*. Cet article est une version bonifiée de l'un des papiers synthèses effectués dans le cadre du doctorat. Son objectif premier est l'approfondissement et le perfectionnement des connaissances sur la détection des récidivistes de la CCA. Plus spécifiquement, l'intérêt d'ajouter un mécanisme neurobiologique aux nombreuses caractéristiques sociales, psychologiques et légales pour réformer la compréhension de la répétition des comportements à risque chez les contrevenants de la CCA est considéré. En ce qui concerne la répartition des tâches, Sophie Couture a écrit les premières versions de cet article théorique, dont Thomas G. Brown et Serge Brochu sont les coauteurs. Ils ont donc parfait l'article de leurs commentaires et corrections. L'éditeur de la revue autorise l'auteure à intégrer l'article dans cette thèse (voir annexe 1). Également, l'accord signé des coauteurs se retrouve à l'annexe 2.

Le deuxième article découle pareillement de l'exercice réalisé lors de l'examen synthèse. Cet article sera soumis quant à lui à la revue *International Journal of Psychophysiology*. Il reprend les données recueillies lors de la maîtrise de l'auteure (Couture, 2007) et explore certaines hypothèses sur l'utilité de l'axe hypothalamo-hypophysio-surrénalien (HHS) pour améliorer la compréhension d'un sous-groupe de récidivistes ayant des comportements à risque (c.-à-d. infractions routières, arrestations criminelles). Une version préliminaire de cet article a été présentée lors de la conférence de

*l'International Traffic Medicine Association* à La Haye, Pays-Bas (26 avril 2009). En ce qui concerne la distribution des rôles pour cet article, Sophie Couture a rédigé le protocole de recherche, obtenu le certificat d'éthique et été la responsable de la collecte de données de cette étude. En tant qu'auteure principale de cet article, elle en a écrit les premières versions. Tous les coauteurs (c.-à-d. Thomas G. Brown, Serge Brochu, Christina Gianoulakis et Jens Pruessner) ont amélioré l'article grâce à leurs commentaires. De plus, Thomas Brown a corrigé et révisé le texte en anglais. Christina Gianoulakis, neuro-endocrinologue, a assuré la qualité de la collecte et de l'analyse du cortisol (hormone).

Pour clore la thèse, le dernier article met à l'épreuve des faits les caractéristiques mentionnées dans le modèle du premier article et investigate davantage les hypothèses émises dans le deuxième. Cet article est actuellement en préparation et sera soumis à la revue *Psychoneuroendocrinology*. Au cours de l'étude, certaines analyses préliminaires ont été présentées lors du congrès de *l'International Council on Alcohol, Drugs, and Traffic Safety* (ICADTS) à Oslo, Norvège (26 août 2010). Encore une fois, Sophie Couture est l'auteure principale de cet article. Elle a ainsi écrit les premières versions de l'article et a été l'une des coordonnatrices de ce projet de recherche. Elle a donc contribué aux différentes étapes de l'étude (c.-à-d. protocole, comité d'éthique, formation des assistants de recherche, recrutement des participants, collecte de données, etc.). Tous les coauteurs (c.-à-d. Thomas G. Brown, Marie Claude Ouimet, Christina Gianoulakis, Louise Nadeau, Jacques Tremblay, N.M.K. Ng Ying Kin, Serge Brochu) ont contribué à l'article lors de la préparation du protocole de recherche ou lors de la lecture de l'article grâce à leurs commentaires. Encore une fois, Thomas Brown a corrigé et révisé le texte en anglais. Christina Gianoulakis et N.M.K. Ng Ying Kin ont assuré la qualité de la collecte et de l'analyse du cortisol. Afin de bien situer ces trois articles, voici le contexte théorique ayant guidé cette thèse.

# Introduction générale

L'une des réalités à laquelle les chercheurs et intervenants du domaine de la criminologie sont confrontés est la concentration de l'agir délinquant. Effectivement, il a été maintes fois reconnu qu'une fraction des individus délinquants est responsable de la majorité de l'activité délictueuse (Cusson, 1998). De nombreuses appellations ont tenté de nommer adéquatement cette minorité: délinquant chronique, délinquant persistant, criminel de carrière, délinquant typique, délinquant d'habitude, récidiviste, multirécidiviste, etc. Peu importe l'étiquette, il est d'avis que ces individus délinquants partagent une certaine indifférence aux sanctions encourues par leurs gestes (Cusson, 1998). Comment expliquer cette propension à commettre des comportements à risque malgré les nombreuses conséquences? Cette surreprésentation d'un sous-groupe de contrevenants récalcitrants aux sanctions s'observe également en matière de conduite avec capacités affaiblies (CCA)<sup>1</sup>.

## La conduite avec capacités affaiblies : une problématique d'actualité

Malgré les nombreux progrès enregistrés au fil des années, les autorités continuent de se préoccuper des dangers liés à la conduite automobile. À ce propos, l'Organisation mondiale de la santé a désigné les années 2011-2020 comme la « décennie d'action pour la sécurité routière » (World Health Organization, 2010). L'une des cibles poursuivies est inévitablement la réduction de la CCA.

---

<sup>1</sup> Dans le cadre de cette thèse, la CCA se restreint à la consommation d'alcool.

L'ampleur de la problématique de la CCA peut s'estimer à l'aide des statistiques sur le nombre de décès sur les routes attribuables à l'alcool, le nombre d'arrestations ou de condamnations et le nombre d'épisodes autorévélés. En 2008, le nombre de décès attribuables à la conduite en état d'ébriété s'est chiffré à 1 056 Canadiens, dont 176 Québécois, représentant environ le tiers des décès sur la route (Traffic Injury Research Foundation of Canada, 2010a). Au Québec, en 2009, le nombre de condamnations pour une infraction routière au Code criminel reliée à l'alcool (p. ex. conduite ou garde d'un véhicule avec les facultés affaiblies, conduite ou garde d'un véhicule avec un taux d'alcool supérieur à 80 milligrammes par 100 millilitres de sang) s'est chiffré à 12 774 ou à un taux de 254 conducteurs sur 100 000 titulaires de permis de conduire. De ce nombre, 3 239 sanctions associées à une récidive, ou un taux de 64 sanctions sur 100 000 titulaires de permis de conduire ont été imposées (Tardif, 2010). Selon le Sondage sur la sécurité routière de 2010, 7,1 % des conducteurs québécois ont rapporté avoir conduit alors qu'ils croyaient avoir dépassé la limite légale, surpassant la moyenne nationale de 5,5 % (Traffic Injury Research Foundation of Canada, 2010b). Sans contredit, la CCA demeure un enjeu majeur pour la sécurité sur les routes.

La population des contrevenants de la CCA est l'une des plus hétérogènes du système judiciaire, nécessitant ainsi la compartimentation des contrevenants en sous-groupes (Traffic Injury Research Foundation of Canada, 2010c). Parmi les différents groupes de contrevenants, on retrouve les femmes, les jeunes conducteurs, les contrevenants primaires et les récidivistes. Il est indiscutable que les récidivistes incarnent le groupe le plus problématique. Une estimation suggère qu'ils représentent 35 % des conducteurs impliqués dans une collision mortelle reliée à l'alcool et environ les deux tiers des conducteurs décédés dans une collision mortelle reliée à la consommation d'alcool (Simpson, Beirness, Robertson, Mayhew, & Hedlund, 2004). Par ailleurs, il est reconnu qu'environ le tiers des contrevenants de CCA vont récidiver (Beirness, Mayhew, & Simpson, 1997; Cavaiola, Strohmetz, & Abreo, 2007; Robertson, Gardner, Xu, & Costello, 2009). Finalement, plusieurs contrevenants résistent aux sanctions et aux traitements

découlant de leur condamnation pour CCA (Schell, Chanb, & Morral, 2006). Force est de constater qu'un sous-groupe de contrevenants de la CCA est à surveiller de près si l'on aspire à l'amélioration de la sécurité routière.

## **De nombreux défis**

L'importance d'intervenir auprès des récidivistes notoires n'est plus à justifier. Les autorités du domaine de la CCA tendent donc à une juste détection des futurs récidivistes, et ce, dès leur première condamnation. Malgré les innovations considérées dans l'instauration de mesures préventives au cours des dernières décennies, la stagnation dans la diminution des collisions mortelles attribuables à l'alcool et le taux de récurrence élevé remettent en question les présentes conceptualisations de la récurrence. Une revue de l'ensemble des facteurs expliquant l'atteinte de ce plateau dépasse le cadre de la présente thèse. Toutefois, cette stagnation peut être attribuable à deux traditions générales qui paralysent la recherche sur la CCA.

Premièrement, peu importe la population à l'étude, il faut noter que l'angle préconisé pour comprendre la récurrence est surtout celui de la description, au détriment d'une compréhension approfondie de la délinquance chronique (Cusson, 1998). En effet, de nombreux facteurs de risque des comportements délinquants ont été énoncés, sans toutefois viser une compréhension de leur étiologie (Moffitt, 2005). Diverses méthodologies descriptives ont aussi été favorisées auprès des contrevenants de la CCA. Par exemple, on retrouve la traditionnelle comparaison entre les récidivistes et les contrevenants primaires<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> On réfère ici à la définition utilisée par la Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ) à savoir, une personne condamnée pour conduite avec capacités affaiblies (et/ou refus de fournir un échantillon d'haleine ou de sang) pour la première fois au cours des 10 dernières années.

L'objectif principal est par conséquent de délimiter des caractéristiques spécifiques à chaque groupe. Parmi ces caractéristiques, on retrouve fréquemment, chez les récidivistes, la présence de traits de personnalité (p. ex. recherche de sensations) et la présence de comportements à risque (p. ex. consommation problématique d'alcool) (Cavaiola et coll., 2007; Cavaiola, Strohmetz, Wolf, & Lavender, 2003; McMillen, Adams, Wells-Parker, Pang, & Anderson, 1992). De telles études ont permis de spécifier l'importance de certains traits pour comprendre la répétition des comportements à risque des contrevenants de la CCA. Néanmoins, l'énumération de ces traits de personnalité ne permet pas de comprendre les raisons sous-jacentes à cette relation. Bref, une conceptualisation des interrelations dynamiques, entre les traits de personnalité et les comportements à risque, est souhaitable.

“Identification of the pathways that lead to DWI [driving while impaired] offending is an area where research is desperately needed in order to develop appropriate and effective intervention strategies to prevent the development of this pattern of offending.” (Traffic Injury Research Foundation, 2009, p. 10).

Deuxièmement, les méthodologies actuellement utilisées pour la détection des futurs récidivistes de la CCA sont lacunaires. Le nombre de condamnations antérieures est l'un des facteurs habituellement employés pour prédire le risque de récidive. Cependant, le groupe des contrevenants primaires comprend autant des conducteurs ayant très peu que souvent conduit en état d'ébriété. Également, un estimé suggère que 68 % des contrevenants continue à conduire en état d'ébriété suivant leur première condamnation (Wiliszowski, Murphy, Jones, & Lacey, 1996). De plus, sachant qu'un seul déplacement en état d'ébriété sur 200 se solde en une arrestation (Beitel, Sharp, & Glauz, 2000), force est de conclure que le nombre de condamnations est fort en deçà de la réalité. Pour terminer, lors de l'évaluation des conducteurs pour l'obtention d'un nouveau permis de conduire, de nombreux contrevenants sous-rapportent leur consommation de drogues et d'alcool (Lapham, C'de Baca, Chang, Hunt, & Berger, 2002; Lapham, C'de Baca, McMillan, & Hunt, 2004), caractéristiques centrales lors de la prédiction de la récidive. Il est donc

souhaitable d'opter pour une caractéristique moins sujette aux influences politiques et environnementales pour délimiter un sous-groupe de contrevenants à risque élevé de récidive.

Bref, il faut désormais délaisser les approches descriptives en visant une compréhension riche de la trajectoire menant à la répétition de la CCA, et ce, à l'aide de caractéristiques robustes. Une telle stratégie peut pallier les lacunes énumérées et de fait, réformer la détection des contrevenants à risque élevé de récidive. Pour ce faire, certains chercheurs prônent l'étude des facteurs neurobiologiques associés aux comportements délinquants pour expliquer la répétition des comportements à risque (van Goozen, Fairchild, Snoek, & Harold, 2007).

## **La biologie au service de la détection de la récidive**

Certains auteurs déplorent l'absence de changement de paradigme dans le domaine de la criminologie et plus spécifiquement, le manque de visée transdisciplinaire (Lafree, 2007; Wright & Boisvert, 2009). Ils décrivent principalement l'omission de la dimension biologique dans les théories criminologiques. Selon certains, cette absence s'explique par la crainte du déterminisme biologique qui a longtemps freiné l'intégration des mécanismes biologiques dans les théories criminologiques (Brennan & Raine, 1997). Généralement, les recherches considérant la biologie examinent isolément les facteurs biologiques, sociologiques et psychologiques dans leur explication des comportements antisociaux (Brennan & Raine, 1997). Dorénavant, les théories s'intéressant à la compréhension de la répétition des comportements à risque doivent favoriser une vision intégrée incluant l'ensemble de ces facteurs.

L'emploi d'un mécanisme neurobiologique pourrait résoudre les deux lacunes nommées précédemment dans le secteur de la CCA. En premier lieu, certaines recherches ont associé des mécanismes neurobiologiques à des traits de personnalité et à des comportements à risque élevé (p. ex. MacPherson, Magidson, Reynolds, Kahler, & Lejuez, 2010; Mazur, 1995; Popma, Vermeiren, et coll., 2007; Zuckerman, 1994). De ce fait, imbriquer un mécanisme neurobiologique aux caractéristiques des contrevenants pourrait renouveler la compréhension de la trajectoire menant à la répétition de la CCA. Dans cette thèse, la conceptualisation de la trajectoire ne fait pas référence à l'aspect développemental ou temporel déterminé par d'autres auteurs (p. ex. Brochu, Da Agra, & Cousineau, 2002). Il est plutôt question des relations observées entre les mécanismes neurobiologiques et les traits de personnalité pour expliquer les comportements à risque des contrevenants de la CCA. Ainsi, la considération d'un tel dénominateur commun permettrait la formulation d'un modèle intégré. En deuxième lieu, certains domaines ont suggéré l'utilisation de marqueurs biologiques pour déterminer un sous-groupe manifestant divers comportements à risque (p. ex. Blaszczynski & Nower, 2002; Lahey, Hart, Pliszka, Applegate, & McBurnett, 1993). De la sorte, un mécanisme biologique pourrait favoriser la détermination d'un sous-groupe de contrevenants de la CCA ayant une plus grande probabilité de commettre de futurs comportements à risque.

Les prochaines sections exposent ces deux applications de la dimension biologique pour réformer la compréhension des contrevenants de la CCA. Le premier chapitre se concentre sur l'ajout d'un mécanisme neurobiologique pour bonifier certaines théories s'intéressant aux fondements de la répétition des comportements à risque. Le premier article intitulé « Neurobiologie et trajectoire des contrevenants de l'alcool au volant : vers un modèle multidimensionnel » suit ce chapitre. Quant à lui, le deuxième chapitre positionne l'intérêt de sous-catégoriser la population des contrevenants selon un mécanisme neurobiologique. La méthodologie de recherche favorisée dans les deux études empiriques de cette thèse est énoncée dans le troisième chapitre. Après ces fondements conceptuels, le deuxième (« A neurobiological marker of arousal for improving detection of high-risk

driving while impaired offenders”) et le troisième article (“High-risk subgroup of first-time driving while impaired offenders differentiated by a neurobiological marker”) mettent à l’épreuve des faits les hypothèses de recherche de la thèse. Une discussion et conclusion générale regroupe l’ensemble des constats de la thèse et formule de futures pistes de recherche.

# **Chapitre 1**

## **Vers une compréhension des trajectoires de comportements à risque**

La propension, observée chez certaines personnes, à commettre à répétition une variété de comportements à risque a été conceptualisée par certains auteurs. La visée du présent chapitre n'est pas de fournir une description détaillée de ces théories. L'objectif est plutôt d'illustrer la plus-value d'introduire une caractéristique biologique dans un modèle théorique. Pour soutenir conceptuellement l'ajout d'une telle caractéristique à l'étude de la conduite avec capacités affaiblies (CCA), deux théories fréquemment citées pour leur explication de la répétition des comportements à risque sont élaborées. Pour débiter, une théorie excluant les caractéristiques biologiques, la théorie générale du crime de Gottfredson et Hirshi, est exposée. Ensuite, la primauté d'une telle caractéristique est examinée dans la théorie de la stimulation provenant principalement des travaux de Raine.

### **Une théorie générale du crime**

Sans contredit, une théorie fondatrice dans le domaine de la criminologie est celle de Gottfredson et Hirshi (1990). Cette théorie générale du crime stipule qu'il y aurait un dénominateur commun aux crimes, à la délinquance et aux comportements analogues (p. ex. vitesse sur la route, consommation de nicotine): la faible maîtrise de soi (Beaver et coll.,

2009). Concrètement, les individus délinquants chroniques ont une faible maîtrise de soi qui transparaît dans la satisfaction des besoins dans l'immédiat, le manque de projection dans l'avenir, la recherche de sensations fortes, l'intérêt pour la facilité du crime, l'absence de planification du crime et le manque d'empathie envers la victime (Cusson, 1998). Cette tendance à commettre des comportements criminels, délinquants ou analogues serait stable dès l'enfance (Pratt & Cullen, 2000). La faible maîtrise de soi résulte principalement d'un processus de socialisation inadéquat (p. ex. technique de gestion parentale). Pour favoriser le développement de la maîtrise de soi, les parents doivent superviser leurs enfants, reconnaître leurs mauvaises conduites, ainsi que punir et corriger leurs mauvaises conduites (Beaver et coll., 2009). Cette théorie considère donc que l'ensemble des crimes, de la délinquance et des comportements analogues proviennent de la faible maîtrise de soi et de la présence d'une opportunité criminelle (Beaver, DeLisi, Vaughn, & Wright, 2010).

Une méta-analyse de Pratt et Cullen (2000) soutient empiriquement la théorie générale du crime. Tout d'abord, la taille de l'effet reste stable (c.-à-d. environ entre  $r = 0,255$  et  $r = 0,283$ ) peu importe la mesure utilisée (p. ex. faible maîtrise de soi comportementale ou attitudinale) et même lorsque d'autres théories et l'opportunité criminelle sont contrôlées, suggérant la robustesse conceptuelle de la faible maîtrise de soi. Le concept de la faible maîtrise de soi semble également se généraliser similairement aux crimes et aux comportements analogues comme illustré par des tailles de l'effet de  $r = 0,227$  et de  $r = 0,352$  respectivement (Pratt & Cullen, 2000). Malgré la finesse de cette théorie, elle omet d'aborder le fonctionnement psychologique des individus délinquants chroniques et le mécanisme sous-jacent à cette répétition des comportements à risque (Cusson, 1998).

De ce fait, certains auteurs ont révisé la théorie générale du crime en introduisant une caractéristique biologique. Partant de la prémisse que la faible maîtrise de soi est la seule caractéristique expliquant l'activité délinquante, Cauffman et ses collègues (2005) ont

émis l'hypothèse que les autres caractéristiques devraient avoir une influence minimale. Sans surprise, les résultats confirment toujours la valeur de la faible maîtrise de soi pour expliquer significativement les activités criminelles. Toutefois, la fréquence cardiaque et le résultat à une épreuve d'empan spatial (c.-à-d. caractéristique neuropsychologique mesurant la mémoire de travail spatiale) sont aussi plus faibles chez un groupe d'adolescents incarcérés qu'auprès d'un groupe contrôle (Cauffman et coll., 2005). Similairement, Beaver et ses collègues (2009) ont vérifié l'effet des facteurs environnementaux et génétiques sur la maîtrise de soi et le contact avec les pairs délinquants<sup>3</sup> dans une étude longitudinale auprès de jumeaux. Il en ressort que les facteurs génétiques expliquent de 40 à 56 % de la variance (selon le moment de la collecte) de la faible maîtrise de soi. À la lumière de leurs résultats, les auteurs concluent que le contact avec les pairs délinquants et le niveau de maîtrise de soi résultent de l'influence de l'environnement non partagé et des facteurs génétiques et aucunement, de l'environnement partagé<sup>4</sup> (Beaver et coll., 2009). Une étude subséquente de Beaver et ses collègues (2010) a démontré que la faible maîtrise de soi est significativement prédite par l'effet d'interaction entre les déficits neuropsychologiques et la monoamine oxydase (MAO) A (c.-à-d. marqueur biologique de l'activité sérotonergique).

En conséquence, de telles études réaffirment la pertinence du concept de la faible maîtrise de soi. Cependant, elles ouvrent des horizons en ajoutant des caractéristiques biologiques et neuropsychologiques.

---

<sup>3</sup> Les auteurs désiraient à la fois vérifier la théorie générale du crime et la théorie de l'apprentissage social.

<sup>4</sup> L'environnement partagé fait référence à un environnement qui est partagé dans une maisonnée (p. ex. revenu). L'environnement non partagé réfère, quant à lui, à tout ce qui diffère entre les membres de la fratrie.

“The criminological community would therefore do well to pay close attention to these findings, which clearly demonstrate the potential of biological and neuropsychological characteristics to improve and extend existing models of criminal behavior.” (Cauffman et coll., 2005, p. 163).

## La théorie de la stimulation

Peu importe la caractéristique biologique investiguée, une certaine constance s’observe dans la littérature empirique s’intéressant aux comportements à risque. En effet, la présence d’une faible stimulation endocrine (p. ex. corticolibérine, cortisol), psychophysique et des neurotransmetteurs (p. ex. sérotonine, GABA) se profile auprès d’une variété de populations ayant des comportements à risque (Susman, 2006). La théorie de la stimulation permet de rationaliser ces résultats auprès des populations délinquantes (Popma, Doreleijers, et coll., 2007; Popma & Raine, 2006). Plus précisément, cette théorie se subdivise en deux postulats.

Premièrement, le postulat de la recherche de sensations stipule que les comportements criminels favorisent le rétablissement du niveau de stimulation à un niveau optimal ou normal (Popma & Raine, 2006). Selon ce postulat, les personnes sous-stimulées auraient une plus grande propension à l’ennui et seraient moins touchées par les situations stressantes ou dangereuses (van Goozen, Fairchild, & Harold, 2008). Ainsi, les comportements antisociaux, tels les vols par effraction ou les voies de fait, permettraient d’accroître leur stimulation (Raine, 2002).

Deuxièmement, selon le postulat de l’audace (*fearlessness*), la faible stimulation est plutôt associée à un faible degré de peur. Conséquemment, les personnes présentant une

faible stimulation commettraient des comportements antisociaux (p. ex., bagarre) en raison de l'absence de peur des conséquences négatives éventuelles (Popma, Doreleijers, et coll., 2007; Popma & Raine, 2006). Les deux postulats de la théorie de la stimulation sont complémentaires et leur effet additif pourrait être plus important pour prédire les comportements antisociaux (Raine, 2002).

La stimulation constitue un concept regroupant un ensemble de composantes physiologiques et cognitives (Mathias & Stanford, 2003). Par exemple, la présence d'un résultat élevé à une mesure d'extraversion et d'activation comportementale (c.-à-d. sensibilité aux signes de récompense et au soulagement de la punition) est associée à une faible stimulation du système nerveux autonome (fréquence cardiaque et arythmie sinusale respiratoire) et du cortex cortical (Knyazev, Slobodskaya, & Wilson, 2002). Également, la présence de recherche de stimulation et d'audace à l'âge de trois ans prédit significativement l'agressivité à l'âge de 11 ans (Raine, Reynolds, Venables, Mednick, & Farrington, 1998). Parmi les personnes ayant un statut de criminels à l'âge de 24 ans, on retrouve la présence d'une faible stimulation de la fréquence cardiaque au repos, de la conduction cutanée et de l'activité électro-encéphalographique vers l'âge de 15 ans (Raine, Venables, & Williams, 1990). Sommairement, la faible stimulation de diverses dimensions est associée à la présence de comportements à risque.

En ce qui concerne les marqueurs biologiques de la stimulation, l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien (HHS) et l'une de ses hormones sécrétées, le cortisol, sont souvent étudiés (Popma et coll., 2006)<sup>5</sup>. Certains chercheurs, s'intéressant à la modélisation neurobiologique du traitement des émotions de psychopathes, ont souligné l'influence du cortisol comme médiateur de la peur (van Honk & Schutter, 2006). Cette présence d'insensibilité à la peur et à la punition a aussi été suggérée pour expliquer la relation

---

<sup>5</sup> Dans cette thèse, l'axe HHS et son hormone, le cortisol, sont utilisés de façon interchangeable.

négative entre le cortisol et le premier facteur (c.-à-d., les caractéristiques psychopathiques dites affectives/interpersonnelles) de la *Psychopathy Checklist* (Holi, Auvinen-Lintunen, Lindberg, Tani, & Virkkunen, 2006). La théorie de la stimulation est un bel exemple de théorie développée de concert avec la littérature empirique. Somme toute, cette théorie découle grandement des données probantes recueillies au fil des recherches.

Pour conclure, peu importe si la caractéristique biologique est un ajout à une théorie ou un aspect central, force est de remarquer qu'elle bonifie grandement la compréhension des fondements de la trajectoire menant à la répétition des comportements à risque. Par ailleurs, en raison de leur considération d'un mécanisme biologique commun, les deux théories se complètent dans leur explication des comportements à risque. Nul doute, les théories criminologiques peuvent bénéficier de l'intégration d'une dimension biologique (Wright & Boisvert, 2009)

## **Vers un raffinement des modèles théoriques**

De plus en plus, la communauté scientifique s'entend sur la nécessité d'une approche transdisciplinaire dans l'étude du crime et de la délinquance (Beaver et coll., 2010; Vaughn, Beaver, & DeLisi, 2009). L'observation des effets indépendants et combinés des caractéristiques sociales, environnementales ou psychologiques n'est plus suffisante. Dorénavant, il faut intégrer les facteurs génétiques, hormonaux et neuropsychologiques. Pour la suite de la thèse, les études s'intéressant à l'axe HHS seront favorisées. Effectivement, ce mécanisme neurobiologique a été fréquemment employé en recherche en raison de ses interrelations avec une variété de caractéristiques. Avant de développer davantage sur l'utilisation de l'axe HHS pour la compréhension des comportements à risque, voici quelques renseignements sur son fonctionnement.

## **Notions sur l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien**

Le système endocrinien de réactivité au stress permet d'acclimater l'organisme aux besoins changeants de l'environnement (Susman, 2006). Plus spécifiquement, l'activité du système nerveux sympathique s'enclenche à la suite d'un stress avec le relâchement de l'adrénaline (c.-à-d. épinéphrine), provenant, entre autres, des médullosurrénales, et de l'axe HHS. Toutefois, cet axe s'active moins rapidement que l'adrénaline (Lahey et coll., 1993).

Concrètement, l'activité de l'axe HHS débute à la suite d'un stress psychologique, physique, pharmacologique ou neuroendocrinologique (Adinoff, Junghanns, Kiefer, & Krishnan-Sarin, 2005). Au début, l'axe HHS sécrète la corticolibérine (c.-à-d. CRH) par les noyaux périventriculaires de l'hypothalamus. Cette augmentation active l'hormone adrénocorticotrope (c.-à-d. ACTH) qui, en contrepartie, augmente le cortisol à travers les glandes corticosurrénales (Lupien et coll., 2006). Lorsque le cortisol atteint un certain niveau dans l'organisme, il se lie aux récepteurs glucocorticoïdes du cerveau qui, entre autres, inhibent subséquemment la sécrétion de corticolibérine, de l'adrénocorticotrope et du cortisol (Alink et coll., 2008; Sapolsky, Romero, & Munck, 2000). Il convient de noter que la corticolibérine et l'adrénocorticotrope n'expliquent que partiellement la variance du cortisol salivaire (Hellhammer, Wüst, & Kudielka, 2009). Bref, les différentes hormones de l'axe HHS ne sont pas interchangeable.

L'axe HHS est essentiel au maintien de l'homéostasie. Son activation permet de réagir adéquatement à diverses situations, de faciliter l'adaptation comportementale, de fournir l'énergie nécessaire pour répondre aux demandes de l'environnement et de limiter l'activation excessive qui pourrait être néfaste (Sapolsky et coll., 2000). La sécrétion

excessive ou insuffisante de glucocorticoïdes peut engendrer plusieurs manifestations cliniques telles l'hypertension, la dépression, la présence de déficits cognitifs, l'hypoglycémie, etc. (Chrousos & Kino, 2007). Cette activation varie selon les particularités de la situation telle l'imprévisibilité, l'absence de contrôle, la nouveauté, l'anticipation, l'implication personnelle ou l'habituatation (Hellhammer et coll., 2009; Kudielka & Kirschbaum, 2007). L'un des acteurs majeurs de cette cascade hormonale est sans contredit, le cortisol.

Ce glucocorticoïde s'estime par le prélèvement de sang, d'urine ou de salive. Toutefois, la collecte de cortisol salivaire a l'avantage de ne pas occasionner de stress lors du prélèvement, de ne pas nécessiter la présence de personnel médical qualifié et de pouvoir se dérouler dans une variété d'environnement (Hellhammer et coll., 2009). Le cortisol fluctue selon le rythme circadien (c.-à-d. qui a un cycle de 24 heures). Il est au plus haut lors du réveil et diminue progressivement tout au long de la journée (Adinoff, Iranmanesh, Veldhuis, & Fisher, 1998; Gianoulakis, Dai, Thavundayil, & Brown, 2005). Le cortisol peut être opérationnalisé à l'aide d'une variété de méthodologies, dont le niveau de base, l'index d'arrivée, le niveau absolu, la surface sous la courbe et la réactivité au stress (Balodis, Wynne-Edwards, & Olmstead, 2010).

Il est recommandé d'utiliser plusieurs mesures du cortisol afin de couvrir l'ensemble des paramètres de la réactivité au stress (Lovallo, Dickensheets, Myers, Thomas, & Nixon, 2000). Deux formules permettent d'agrèger plusieurs temps de mesures du cortisol : la surface sous la courbe relative au niveau de base et à la réactivité (Pruessner, Kirschbaum, Meinlschmid, & Hellhammer, 2003). Premièrement, la surface sous la courbe relative au niveau de base est indépendante de l'augmentation ou de la baisse du cortisol à travers les prélèvements. Ainsi, il est plutôt question d'une mesure du niveau de base. Deuxièmement, la surface sous la courbe relative à la réactivité est sensible aux changements du cortisol au fil de la collecte du cortisol (Pruessner et coll., 2003). En plus

de cette dernière formule, on obtient la réactivité au stress en estimant le cortisol avant et après une situation stressante (Roberti, 2003). Concrètement, il faut environ 10 à 15 minutes avant d'observer une augmentation du niveau de cortisol salivaire, le maximum étant atteint après une période de 20 à 30 minutes (Shirtcliff, Granger, Booth, & Johnson, 2005). Le niveau de cortisol est plus stable en après-midi, il est donc plus facile de détecter une réactivité au stress à ce moment (Dickerson & Kemeny, 2004). Pour déterminer la réactivité au stress, les recherches emploient généralement une procédure expérimentale d'induction de stress. Pour atteindre l'activation optimale du niveau de cortisol, cette procédure doit inclure certaines conditions. L'activation est par exemple plus forte si la tâche vise un objectif motivant, si le résultat de la tâche ne se prédit pas et s'il y a présence d'une évaluation sociale (Dickerson & Kemeny, 2004). Ainsi, afin d'éviter la contamination de la mesure de l'axe HHS, diverses précautions méthodologiques doivent être respectées.

Les théories ont avantage à inclure une dimension biologique lors de l'élaboration de modèle explicatif de la répétition des comportements à risque. En effet, ces mécanismes biologiques apportent une richesse explicative aux différentes relations entre les traits de personnalité (p. ex. maîtrise de soi, recherche de sensations) et les comportements à risque. Récemment, un réel engouement pour l'axe HHS s'est imposé dans l'étude auprès des contrevenants de la CCA.

## **Les contrevenants de la conduite avec capacités affaiblies : l'utilité d'un mécanisme neurobiologique**

Les recherches effectuées auprès des contrevenants de la CCA sont fortement influencées par le domaine du traitement de la consommation problématique d'alcool. Il

n'est donc pas étonnant que la présence de facteurs génétiques et de mécanismes neurobiologiques associés à la consommation problématique d'alcool (p. ex. Gianoulakis, Dai, & Brown, 2003; Rosenblitt, Soler, Johnson, & Quadagno, 2001; Zimmermann et coll., 2004) ait incité certains chercheurs à s'intéresser à cette dimension méconnue chez les contrevenants de la CCA. Parmi les premières explorations, on retrouve la considération de la MAO, marqueur biologique de l'activité sérotoninergique. Ces recherches, conduites par l'équipe de Eensoo et ses collègues (2005; 2004), ont illustré que l'activité de la MAO des contrevenants de la CCA diffère significativement de celle des conducteurs sans condamnation.

Une autre lignée de recherche s'est quant à elle intéressée à l'axe HHS et plus particulièrement, à son hormone le cortisol. Brown et ses collègues (2005) ont démontré que le cortisol est inversement corrélé au nombre de condamnations antérieures de CCA ( $r = -0,24$ ;  $p < 0,05$ ), et ce, plus fortement chez les récidivistes ( $r = -0,42$ ;  $p < 0,005$ ). Dans cette étude, l'activité du cortisol se mesure en réponse à un protocole de recherche constitué d'une panoplie de tests (Brown et coll., 2005). Fait intéressant, la relation entre le cortisol et le nombre de condamnations pour CCA a une plus forte ampleur de l'effet comparativement aux autres caractéristiques fréquemment associées à la récidive (p. ex. la consommation d'alcool). Bref, ce mécanisme neurobiologique explique plus fortement la répétition des comportements à risque que les traditionnelles caractéristiques associées à la récidive.

Afin de réaffirmer ces résultats exploratoires, une étude subséquente (Couture et coll., 2008) a observé la réactivité du cortisol de récidivistes de la CCA à la suite d'une situation stressante (c.-à-d. tâche mathématique). Une autre particularité est l'ajout d'un groupe contrôle d'hommes sans condamnation antérieure pour CCA. Cette étude a permis de confirmer la relation négative entre le nombre de condamnations et la réactivité du

cortisol ( $r = -0,36$ ;  $p = 0,021$ ), mais cette fois, à la suite d'une tâche expérimentale d'induction de stress. Également, il en ressort que les récidivistes réagissent moins à cette situation stressante ( $\eta^2 = 0,13$ ;  $p = 0,022$ ), que le groupe contrôle (Couture et coll., 2008). Cette étude a permis de confirmer les premiers résultats de Brown et ses collègues (2005) et d'établir la spécificité de la réactivité de l'axe HHS des récidivistes.

Ces recherches illustrent la pertinence d'utiliser l'axe HHS pour perfectionner la compréhension du gradient de risque menant à la répétition de la CCA. Un tel constat abonde dans le même sens que les conclusions de l'étude de Bishop (2011). En fait, leurs résultats indiquent que le nombre d'arrestations antérieures pour CCA est positivement associé à une échelle mesurant l'aptitude à résister au stress. Ainsi, les récidivistes notoires semblent mieux résister aux situations stressantes et ce, qu'elles soient analysées tant par un questionnaire que par l'axe HHS. De surcroît, la variabilité de l'activité de l'axe HHS des contrevenants primaires souligne leur plus grande hétérogénéité comparativement à l'homogénéité du groupe des récidivistes. En effet, la trajectoire de répétition des comportements à risque des récidivistes est déjà établie. Au contraire, le groupe des contrevenants primaires englobe autant les futurs récidivistes, ayant déjà perpétré un ensemble de comportements à risque, que les contrevenants ayant un faible risque de récidive. De fait, homogénéiser la variabilité de l'activité de l'axe HHS chez les contrevenants primaires pourrait améliorer la détection des futurs récidivistes (Brown et coll., 2005).

## **Un marqueur d'une prédisposition à la prise de risque**

Dans un contexte d'avancement progressif des connaissances, il est désormais nécessaire de vérifier l'utilité de l'axe HHS pour prédire d'autres comportements à risque,

outre le nombre de condamnations pour CCA. D'une part, une proportion importante des contrevenants de la CCA est reconnue pour sa variété de comportements à risque (p. ex. Gould & Layton MacKenzie, 1990; Lucker, Kruzich, Holt, & Gold, 1991). D'autre part, un dysfonctionnement du niveau de cortisol se discerne auprès d'une variété de populations et de comportements à risque.

Le niveau de base du cortisol a été associé négativement à la délinquance juvénile, l'abus de drogue, la violence et les comportements illicites (Mazur, 1995). De surcroît, un faible niveau de base du cortisol a été associé à diverses mesures de l'agression (McBurnett, Lahey, Rathouz, & Loeber, 2000), aux symptômes de troubles des conduites (Oosterlaan, Geurts, Knol, & Sergeant, 2005) et aux comportements extériorisés (Shirtcliff et coll., 2005). Une étude longitudinale effectuée auprès de jeunes ayant 10-12 ans a rapporté que le faible niveau de base prédisait les comportements agressifs, la faible prudence craintive et la faible maîtrise de soi à l'âge de 15-17 ans (Shoal, Giancola, & Kirillova, 2003). Cette étude est l'une des rares suggérant empiriquement la causalité de la relation entre le cortisol et les comportements à risque. En plus de la présence d'un faible niveau de base, les enfants ayant des comportements perturbateurs ont une faible réactivité de leur cortisol à la suite d'une situation stressante en comparaison à un groupe contrôle (van Goozen, Matthys, Cohen-Kettenis, Buitelaar, & van Engeland, 2000). Également, lors d'une situation stressante, la surface sous la courbe relative au niveau de base est négativement associée à l'agression chez un échantillon combiné d'adolescents maltraités et d'un groupe contrôle (Gordis, Granger, Susman, & Trickett, 2006). Il faut noter que l'ampleur de l'effet de ces relations est généralement modeste et résulte potentiellement du manque de connaissance sur les mécanismes reliant le cortisol aux comportements à risque (Shoal et coll., 2003).

En plus des associations avec les comportements délinquants, l'axe HHS a été maintes fois étudié pour ses associations avec la consommation d'alcool. Tout d'abord, les dysfonctions de l'axe HHS sont présentes chez les sujets à risque élevé d'alcoolisme (c.-à-d. ayant une histoire familiale d'alcoolisme), et ce, même avant le développement de l'alcoolisme (Gianoulakis et coll., 2003; Sorocco, Lovallo, Vincent, & Collins, 2006; Zimmermann et coll., 2004). La faible activité du cortisol se retrouve aussi chez des buveurs sociaux. En effet, les forts buveurs sociaux (*heavy social drinker*) ont une plus faible activité de leur cortisol après une dose élevée d'alcool (c.-à-d. quatre consommations) que les buveurs sociaux légers (King, Munisamy, de Wit, & Lin, 2006). Finalement, la réactivité du cortisol à la suite d'une situation stressante chez des alcooliques abstinents est plus faible que celui d'un groupe témoin (Bernardy, King, Parsons, & Lovallo, 1996; Errico, Parsons, King, & Lovallo, 1993; Lovallo et coll., 2000).

En général, on peut conclure que le niveau de base et la réactivité du cortisol sont négativement associés aux comportements à risque. De telles études soulignent la pertinence d'étudier les interrelations entre l'axe HHS et les comportements à risque des contrevenants de la CCA. En effet, ces comportements (c.-à-d. infractions routières, arrestations criminelles, consommation problématique d'alcool) ont été maintes fois corrélés à la récidive de CCA (p. ex. Cavaiola et coll., 2007; Nochajski, Miller, Wiczorek, & Whitney, 1993; Peck, Arstein-Kerslake, & Helander, 1994). Toutefois, les relations entre ces différentes caractéristiques ne sont pas forcément linéaires. Divers traits de personnalité peuvent aussi influencer ces caractéristiques.

## **L'influence des traits de personnalité désinhibiteurs**

Le rôle des traits de personnalité dans la compréhension des comportements à risque a longtemps été examiné sous l'angle descriptif. Bref, seules les relations directes et

simples entre d'une part les traits de personnalité et d'autre part, les comportements à risque ont été approfondies. Néanmoins, une nouvelle génération de recherches et de théories s'intéresse dorénavant au processus sous-jacent à ces relations. Indubitablement, l'objectif n'est plus simplement d'associer un trait de personnalité à un comportement à risque, mais bien d'expliquer cette relation à l'aide des processus biochimiques, cognitifs, affectifs et sociaux sous-jacents (Hoyle, 2000).

Avant de se concentrer sur l'utilité des traits de personnalité de la recherche de sensations et de l'impulsivité dans la compréhension de la relation entre les mécanismes neurobiologiques et les comportements à risque, quelques précisions doivent être énoncées. Effectivement, la complexité de ces deux traits, leurs interrelations et leurs relations avec plusieurs autres traits de personnalité ont été la cible de nombreux débats. Tout d'abord, Barratt et ses collègues (2004) soulignent que la recherche de sensations et l'impulsivité sont des traits multidimensionnels ayant des sous-dimensions reliées à différents troubles du contrôle des impulsions. Également, ces traits sont souvent reliés entre eux et aux autres traits de personnalité (Barratt et coll., 2004). De plus, la description d'une variété de traits de personnalité (p. ex. recherche de sensations, extraversion) et de critères diagnostiques (p. ex. tendances antisociales, trouble des conduites) considère l'impulsivité (Whiteside & Lynam, 2001).

Certains auteurs ont formulé des définitions de ces traits de personnalité. La recherche de sensations fortes peut se définir comme : "A trait defined by the seeking of varied, novel, complex, and intense sensations and experiences, and the willingness to take physical, social, legal, and financial risks for the sake of such experience" (Zuckerman, 1994). Selon Zuckerman et Kuhlman (2000), une définition de l'impulsivité doit quant à elle contenir les éléments suivants :

“The tendency to enter into situations, or rapidly respond to cues for potential reward, without much planning or deliberation and without consideration of potential punishment or loss of reward. Impulsivity also can be considered as a deficit in the capacity for inhibition of dangerous reward-seeking behavior.” (p. 1000)

Récemment, différents chercheurs ont regroupé ces deux traits sous le vocable de traits de personnalité désinhibiteurs (p. ex. MacPherson et coll., 2010; Negreiros, 2006). Cependant, leur importance individuelle se doit d’être considérée. En effet, malgré la forte interrelation entre d’une part la recherche de sensations et l’impulsivité, Horvath et Zuckerman (1993) ont souligné que la primauté de la recherche de sensations ou de l’impulsivité dans la prédiction des comportements à risque n’est pas établie. De plus, leur influence sur les différentes composantes d’un comportement est fort probablement distincte (Barratt et coll., 2004; Dom, Hulstijn, & Sabbe, 2006). Par exemple, la recherche de sensations semble être une caractéristique centrale lors des premières expériences avec la consommation d’alcool contrairement à l’impulsivité qui peut être plutôt impliquée lors de la perte de contrôle sur sa consommation ou le développement d’un problème d’abus ou de dépendance de l’alcool (Dom et coll., 2006). Il serait donc hasardeux à cette étape d’exclure ces deux dimensions pour comprendre les associations entre l’axe HHS et les comportements à risque.

## **Les associations entre les traits de personnalité désinhibiteurs et les comportements à risque**

“Some personality traits, such as sensation seeking and impulsivity, are of obvious relevance to the general risk-taking disposition, if there is such a trait” (Zuckerman & Kuhlman, 2000, p. 1000).

Conformément à ces définitions, il n'est pas surprenant de constater l'attention portée aux traits de personnalité désinhibiteurs pour comprendre les comportements à risque. Comme l'énonce également la théorie de la stimulation, les personnes ayant une forte recherche de sensations vont tendre vers les comportements (p. ex. consommation de drogue, emploi non conventionnel) qui augmentent leur besoin de stimulation (Roberti, 2004). En fait, les traits de personnalité désinhibiteurs, ici la recherche de sensations et l'impulsivité, sont reliés à une variété de comportements à risque tels les infractions routières, l'activité criminelle et la consommation problématique d'alcool.

### **Recherche de sensations**

Depuis longtemps, le domaine de la sécurité routière voue un intérêt marqué à la recherche de sensations. Une revue de la littérature de Jonah (1997) estime que 10 à 15 % de la variance de la conduite automobile à risque s'explique par la recherche de sensations. À titre d'exemple, la recherche de sensations est associée positivement aux comportements de conduite à risque, comme la perte de concentration et les collisions routières (Dahlen & White, 2006) et à la conduite en état d'ébriété autorévélee (Arnett, 1990). Une étude effectuée auprès de chauffeurs de taxi a établi que ceux ayant un score plus élevé de recherche de sensations sont condamnés davantage pour des infractions de vitesse et pour d'autres infractions aux règlements de la circulation que ceux ayant un score plus faible (Burns & Wilde, 1995). La recherche de sensations est aussi impliquée dans l'explication des comportements routiers à risque des jeunes conducteurs. Une étude de Arnett (1996), réalisée auprès de jeunes Américains fréquentant l'école secondaire ou le collège, a statué que la recherche de sensations est une caractéristique sous-jacente à une variété de comportements à risque (p. ex. épisode de consommation excessive d'alcool, alcool au volant, comportements routiers, comportements sexuels). L'agressivité a été également associée à plusieurs de ces comportements à risque, mais en moindre proportion que la

recherche de sensations (Arnett, 1996). En ce qui concerne spécifiquement les comportements routiers, la recherche de sensations et l'agressivité sont associées à la CCA (alcool et drogue), à l'excès de vitesse, à la course automobile et au franchissement de zone à dépassement interdit (Arnett, Offer, & Fine, 1997). Dans un même ordre d'idées, la recherche de sensations de jeunes étudiants prédit les conditions associées aux accidents, c'est-à-dire les infractions routières, la perte de concentration et la perte de maîtrise lors de la conduite, les accidents mineurs et majeurs, la conduite agressive et celle dite à risque (Dahlen, Martin, Ragan, & Kuhlman, 2005 ; Dahlen & White, 2006). Chez des adolescents, la recherche d'excitation est associée à la conduite automobile à risque et aux collisions routières avec dommages matériels (Oltedal & Rundmo, 2006). Bref, le domaine de la sécurité routière bénéficie de la recherche de sensations pour expliquer les comportements routiers.

Outre ces comportements routiers, la recherche de sensations est associée à d'autres comportements délinquants. Par exemple, la recherche de sensations est positivement associée à l'activité criminelle (p. ex. vente de drogues, vandalisme) et aux infractions mineures (p. ex. expulsion d'un bar, remorquage du véhicule pour stationnement dans une zone interdite) (Horvath & Zuckerman, 1993). De plus, les prisonniers ont des résultats plus élevés sur les quatre échelles du *Sensation Seeking Scale form V* (SSS-V) que les hommes provenant de la population générale (Herrero & Colom, 2008).

En ce qui concerne les relations avec la consommation d'alcool, une méta-analyse de Hittner et Swickert (2006) conclut que la recherche de sensations est modérément associée à la consommation d'alcool (p. ex. fréquence, quantité, problème, diagnostic) et ce, plus fortement lorsque l'échelle de la désinhibition est considérée. Quant à elle, une étude longitudinale auprès d'adolescents âgés entre 10-14 ans illustre que la recherche de sensations est associée aux épisodes de consommation excessive d'alcool (c.-à-d. plus de cinq consommations en quelques heures) et à la consommation de nicotine (Sargent, Tanski, Stoolmiller, & Hanewinkel, 2010). Une autre étude effectuée auprès d'étudiants

universitaires a évalué l'effet indépendant des traits de personnalité désinhibiteurs, incluant l'impulsivité, la recherche de sensations (échelle de recherche de sensations fortes et d'aventures et de susceptibilité à l'ennui du SSS-V) et l'agressivité dans la fréquence de consommation excessive d'alcool (Carlson, Johnson, & Jacobs, 2010). Lorsque les différents traits de personnalité désinhibiteurs sont contrôlés, seules les échelles d'impulsivité motrice, de recherche de sensations fortes et d'aventures et de susceptibilité à l'ennui prédisent positivement la fréquence de consommation excessive d'alcool. Somme toute, les fondements de la recherche de sensations expliquent la propension à commettre une panoplie de comportements à risque.

### **Impulsivité**

Au même titre, l'impulsivité a été mise à contribution dans une variété d'études s'intéressant aux comportements à risque. Par exemple la conduite automobile à risque, les amendes liées à la conduite et l'usage d'un véhicule automobile pour exprimer sa colère (p. ex. ralentir pour frustrer un autre conducteur) ont été associés à l'impulsivité (Dahlen et coll., 2005). Par ailleurs, les personnes ayant une faible perception des risques et une forte impulsivité sont plus enclines à avoir des comportements à risque (c.-à-d. ne pas utiliser la ceinture de sécurité, conduire en état d'ébriété, être le passager d'un conducteur ayant bu, consommer excessivement de l'alcool, conduire rapidement pour le plaisir) que celles ayant une forte perception du risque et une faible impulsivité (Ryb, Dischinger, Kufera, & Read, 2006). En ce qui concerne les étudiants (école secondaire ou collège) manifestant une forte impulsivité, ils ont davantage de comportements routiers à risque telles la CCA et la non-utilisation de la ceinture de sécurité, en comparaison aux étudiants moins impulsifs (Stanford, Greve, Boudreaux, Mathias, & Brumbelow, 1996). Plus précisément, différentes facettes de l'impulsivité peuvent être associées à une variété de comportements routiers à risque. Par exemple, les conducteurs arrêtés pour CCA et les conducteurs à risque élevé (c.-à-d. dépasser la limite de plus de 20 km/h au moins deux fois au cours de la dernière année)

ont davantage d'impulsivité dysfonctionnelle (c.-à-d. la tendance à ne pas penser et à ne pas planifier ses actions engendrant en contrepartie des conséquences négatives) qu'un groupe contrôle de conducteurs. En contrepartie, seul le sous-groupe de conducteurs à risque élevé se caractérise par une plus forte impulsivité fonctionnelle (c.-à-d. la motivation et l'habileté à prendre des risques lorsque le comportement est adéquat et nécessaire) et de recherche d'excitation comparativement aux conducteurs arrêtés pour CCA (Paaver, Eensoo, Pulver, & Harro, 2006). En ce qui concerne spécifiquement les comportements délinquants, les facteurs d'impulsivité cognitive et comportementale prédisent significativement la présence de comportements délinquants chez de jeunes garçons (M = 10 ans). Toutefois, l'impulsivité comportementale le prédit plus fortement (White et coll., 1994). Pour conclure, autant les comportements routiers que les comportements délinquants se définissent par une présence d'impulsivité.

En ce qui concerne la consommation d'alcool, les études suggèrent que les différentes dimensions de l'impulsivité peuvent être associées à diverses caractéristiques de la consommation problématique d'alcool (c.-à-d. précocité, dépendance, abus). Encore une fois, il importe donc de bien départager l'ensemble des facettes de l'impulsivité (Lejuez et coll., 2010). Dom et ses collègues (2006) ont comparé deux sous-groupes de patients hospitalisés dépendant de l'alcool, les alcooliques précoces (c.-à-d. début avant l'âge de 25 ans) et les alcooliques tardifs (c.-à-d. début après l'âge de 25 ans). Les alcooliques précoces sont plus impulsifs, recherchent davantage les sensations fortes et sont plus agressifs que les alcooliques tardifs. Une étude récente de Fox et ses collègues (2010) visait l'explication des effets indépendants et d'interaction de l'impulsivité et des événements stressants sur la consommation problématique d'alcool. En plus de leurs effets indépendants, la présence d'effet cumulatif du stress et de l'impulsivité interagit pour prédire une plus grande consommation problématique d'alcool. Ainsi, chez les personnes ayant vécu des stress modérés à sévères, l'impulsivité prédit significativement la consommation problématique d'alcool. Également, chez les personnes ayant une forte impulsivité, la présence d'événements stressants prédit significativement la consommation problématique d'alcool.

(Fox et coll., 2010). Au-delà de ces relations, MacPherson et ses collègues (2010) ont démontré auprès d'un échantillon d'adolescents (9-12 ans) que c'est l'augmentation dans la prise de risque et la recherche de sensations au fil des années qui est associée à une plus grande probabilité de consommation d'alcool. Une telle étude souligne l'aspect dynamique et l'importance du développement des traits de personnalité désinhibiteurs dans la prédiction du début et de la progression de la consommation d'alcool chez les adolescents (MacPherson et coll., 2010; Potenza & De Wit, 2010).

Force est de constater que cette opérationnalisation éclectique des traits de personnalité désinhibiteurs se répercute dans son instrumentation. Cette condition découle, entre autres, de l'absence de modèle général synthétisant l'ensemble des données et des mesures, allant de la biologie aux comportements autorévélés (Barratt et coll., 2004). Heureusement, au cours des dernières années, l'apport des mécanismes neurobiologiques pour comprendre les traits de personnalité désinhibiteurs est incontestable. Un bref aperçu des connaissances issues des interrelations entre les traits de personnalité désinhibiteurs et l'axe HHS est abordé dans la section suivante.

## **Les associations entre les traits de personnalité désinhibiteurs et les mécanismes neurobiologiques**

Certains chercheurs sont d'avis qu'il faut délaissé les modèles s'intéressant uniquement aux effets directs des traits de personnalité sur les comportements à risque (Hoyle, Fejfar, & Miller, 2000). Désormais, il faut se questionner sur les fondements de ces traits de personnalité. Plus précisément, les mécanismes et processus neurobiologiques sous-jacents, dont le mécanisme de l'axe HHS, sont suggérés pour prédire les comportements à risque

En raison de la définition de la recherche de sensations, on peut aisément concevoir que les personnes ayant une forte recherche de sensations vont vivre les nouvelles situations avec moins de stress. Il est suggéré que les personnes reconnues pour leur forte recherche de sensations auraient une meilleure résilience, lorsque confrontées à un stress, en raison de la meilleure gestion de leur réactivité par rapport à cette situation (Smith, Ptacek, & Smoll, 1992). Concrètement, le niveau de base du cortisol (un prélèvement à 12 h) est négativement associé au score total du SSS-V et aux échelles de susceptibilité à l'ennui, de désinhibition et de recherche d'expériences, mais ce, uniquement chez les hommes (Rosenblitt et coll., 2001). Lorsque la réactivité à la suite d'une situation stressante est considérée, les personnes ayant une forte recherche de sensations ont une activité neuroendocrine plus faible que ceux présentant une faible recherche de sensations (Zuckerman, 1994). Dans un même ordre d'idées, la réactivité du cortisol à la suite d'une tâche de risque (c.-à-d. imaginer des situations à risque varié lors d'une imagerie par résonance magnétique fonctionnelle) est négativement corrélée à la recherche de sensations (Freeman & Beer, 2010). Cette relation négative s'observe autant à la suite d'un stress psychosocial que pharmacologique. En effet, l'administration d'une substance pharmacologique (c.-à-d. isopirone, un récepteur sérotonergique) a engendré une faible réactivité du cortisol chez les personnes manifestant une forte recherche de sensations en comparaison à ceux ayant une faible recherche de sensations (Netter, Hennig, & Roed, 1996; Zuckerman, 1994). Lors de l'administration de d-amphétamine pour mesurer la réactivité du cortisol, il est démontré que le résultat à l'échelle de recherche de sensations fortes et d'aventures du questionnaire SSS-V est associé à une atteinte plus rapide du maximum de la réactivité du cortisol (White, Grover, & de Wit, 2006). Cependant, cette association entre la réactivité du cortisol et les résultats au questionnaire SSS-V n'a pas toujours été confirmée (Kirschbaum, Bartussek, & Strasburger, 1992). Bref, les études comparatives illustrent que les personnes ayant une forte recherche de sensations ont une plus faible activité de leur cortisol (c.-à-d. niveau de base et réactivité au stress) comparativement à celles ayant une faible recherche de sensations. Également, les devis corrélationnels indiquent une relation négative entre le résultat élevé à la recherche de sensations et la faible activité du cortisol.

En plus de la recherche de sensations, d'autres traits de personnalité désinhibiteurs ont été explorés. Le niveau de base du cortisol sanguin de personnes en traitement pour problème d'alcool est plus faible que celui des participants d'un groupe contrôle. Également, chez ces derniers, l'impulsivité est négativement corrélée à leur niveau de base (King, Jones, Scheuer, Curtis, & Zarcone, 1990). De plus, après une situation stressante, de jeunes étudiants ayant des traits de personnalité psychopathique (c.-à-d. style de vie antisocial et impulsif) ont une faible réactivité de leur cortisol en comparaison aux hommes ayant de faibles traits de personnalité psychopathique (O'Leary, Loney, & Eckel, 2007). Les prisonniers catégorisés comme psychopathe ont une plus faible activité de leur cortisol (lors d'une journée vécue en prison) que les prisonniers non psychopathes (Cima, Smeets, & Jelacic, 2008). Pourtant, chez des adolescents ayant une consommation problématique d'alcool, il a été démontré que la réactivité de l'axe HHS à une stimulation sérotonergique (c.-à-d. stress pharmacologique) est plus élevée chez ceux manifestant un trouble de conduite que chez ceux sans trouble de conduite. Chez un groupe d'hommes en désintoxication pour alcool, le niveau de base du cortisol sanguin est plus élevé chez ceux ayant un historique d'agression, lorsque comparé à celui des hommes sans histoire d'agression ou de dépression (Buydens-Branchey & Branchey, 1992). La réactivité du cortisol à une stimulation sérotonergique est aussi associée positivement avec l'agressivité autorévélee (Soloff, Lynch, & Moss, 2000). Une échelle mesurant l'agressivité d'adultes en santé est corrélée à un maximum plus élevé de la réactivité du cortisol et une plus longue récupération du niveau de cortisol après l'administration de d-amphétamine (White et coll., 2006). Ainsi, différentes facettes de l'impulsivité peuvent se comprendre avec une variété de mécanismes neurobiologiques (Evdenden, 1999a, 1999b). Encore une fois, la présence de traits personnalité désinhibiteurs (p. ex. impulsivité, traits de personnalité psychopathique, agressivité) est généralement associée à une faible activité du cortisol.

Peu d'études effectuées auprès des contrevenants de la CCA se sont intéressées aux mécanismes neurobiologiques associés aux traits de personnalité désinhibiteurs. Néanmoins, une équipe de recherche estonienne s'est penchée sur l'activité sérotonergique des contrevenants de CCA. Selon leurs résultats, comparativement à un groupe contrôle, les contrevenants de la CCA manifestent une activité plus faible de leur plaquette MAO et davantage d'impulsivité dysfonctionnelle (Eensoo et coll., 2004). Également, les plaquettes MAO et l'impulsivité prédisent indépendamment la CCA (Eensoo et coll., 2005). Une deuxième équipe de recherche québécoise a démontré, quant à elle, une association négative entre la recherche d'expériences (c.-à-d. échelle du questionnaire SSS-V) et la réactivité de l'axe HHS ( $r^2 = 0,23$ ;  $p = 0,008$ ) chez des récidivistes de la CCA. De plus, une tendance pour une relation significative entre la réactivité de l'axe HHS et la susceptibilité à l'ennui semble se profiler (Couture et coll., 2008).

Somme toute, le cheminement théorique effectué jusqu'à maintenant mène au premier article de cette thèse. Certains parallèles ont été effectués entre les caractéristiques neurobiologiques, les traits de personnalité désinhibiteurs et les comportements à risque, et ce, au plan théorique et empirique. Le premier article intitulé « Neurobiologie et trajectoire des contrevenants de l'alcool au volant : vers un modèle multidimensionnel » découle de ces écrits scientifiques afin de proposer un nouveau modèle conceptuel de la récidive de la CCA. Ce modèle s'inspire donc des modèles comprenant des processus biologiques pour expliquer les associations entre les traits de personnalité et les comportements à risque (van Goozen et coll., 2007; Zuckerman & Kuhlman, 2000).

## **Article 1**

Couture, S., Brown, T.G., & Brochu, S. Neurobiologie et trajectoire des contrevenants de l'alcool au volant : vers un modèle multidimensionnel. (2010). *Revue internationale de criminologie et de police technique et scientifique*, 63, 445-468.

## **Neurobiologie et trajectoire des contrevenants de l'alcool au volant : vers un modèle multidimensionnel**

Sophie Couture <sup>a, b</sup>, Thomas G. Brown <sup>a, c, d</sup>, Serge Brochu <sup>b</sup>,

<sup>a</sup> Programme de recherche sur les addictions, Institut universitaire en santé mentale

Douglas, Montréal, Québec, Canada;

<sup>b</sup> École de criminologie, Université de Montréal, Montréal, Québec, Canada;

<sup>c</sup> Département de psychiatrie, Université McGill, Montréal, Québec, Canada;

<sup>d</sup> Pavillon Foster centre de réadaptation en dépendance, St-Philippe-de-Laprairie, Québec, Canada.

### **Résumé**

Depuis quelques années, les baisses observées dans le nombre de collisions mortelles reliées à l'alcool et le taux de récurrence de la conduite avec capacités affaiblies (CCA) stagnent. L'une des stratégies préconisées pour contrer cette tendance est d'améliorer la détection des futurs récidivistes, et ce, dès leur première condamnation. Traditionnellement, cette détection repose sur les approches provenant des domaines de la justice pénale et du traitement de la consommation problématique d'alcool. Ce carcan idéologique s'observe dans le domaine de l'intervention auprès des contrevenants, mais également dans les recherches visant la prévention de la récurrence. Pour remédier à cette situation, le présent article explore une nouvelle conceptualisation de la récurrence visant la détection d'un sous-groupe de contrevenants à risque élevé de récurrence. Le modèle proposé s'inspire de l'intérêt naissant porté aux caractéristiques neurobiologiques pour expliquer les comportements à risque, et plus spécialement à l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien (HHS). De par son interrelation avec plusieurs caractéristiques associées à la récurrence, les dysfonctions de l'axe HHS pourraient permettre de cibler les contrevenants primaires ayant une trajectoire de comportements à risque. Cet article se veut donc une réflexion sur les

mesures en cours dans le domaine de la détection de la récidive et suggère des hypothèses pour les futures recherches.

**Mots-clés :** alcool au volant, détection, récidive, axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien, comportements à risque.

### **Toward a multidimensional model of driving while impaired offenders: A neurobiological pathway**

#### **Abstract**

The number of fatally injured drivers with blood alcohol concentration (BAC) over the legal limit ( $> 80\text{mg}\%$ ) significantly declined in the 1980s and 1990s. Further declines in alcohol-related traffic fatalities have stalled since the late 1990s. The “hardcore” drink-driver has been identified as a key element of the problem. Hence, a first driving while impaired by alcohol (DWI) conviction has been seen as an important opportunity to identify hardcore offenders who are at high risk for recidivism. Most measures implemented today to intervene with DWI offenders have been influenced either by the deterrent paradigm or the remediation/treatment approach. The evidence indicates that such approaches have limited potential to deal with hardcore DWI offenders. This article proposes a new conceptual framework for understanding and intervening with these offenders. This framework proposes that dysregulation of neurobiological systems, especially the hypothalamic-pituitary-adrenal axis (HPA), could help to understand the hardcore offender and provide avenues for future research and prevention strategies.

**Key words:** drinking and driving, detection, recidivism, hypothalamic-pituitary-adrenal axis, high risk behaviour features

## INTRODUCTION

Mondialement, les collisions routières sont annuellement responsables de 1,2 million de décès et de 20 à 50 millions de traumatismes non-mortels. La proportion de collisions mortelles dues à la consommation d'alcool varie entre 5 et 50 % selon le pays de référence (Organisation mondiale de la santé, 2009). Au Canada en 2005, 459 personnes sont décédées des suites d'une collision routière impliquant un conducteur ayant un taux d'alcoolémie supérieur à la limite légale de 80 mg/100 ml (Fondation de recherches sur les blessures de la route au Canada, 2008). Ces conducteurs ne sont pas les seules victimes de ces collisions. Dans 44 % des cas, la personne décédée n'est pas le conducteur responsable (Hingson & Winter, 2003). Dans la province de Québec seulement, les coûts engendrés par la conduite avec capacités affaiblies (CCA) se chiffrent annuellement à plus de 100 millions de dollars (Société de l'assurance automobile du Québec, 2009). Il n'est donc pas surprenant de constater que la lutte à la CCA figure au premier plan des problématiques de sécurité routière.

Au cours des dernières décennies, les autorités compétentes ont implanté plusieurs mesures de prévention qui ont permis de réduire les décès attribuables à la CCA (Santé Canada, 2004). Parmi ces mesures, nous retrouvons la création de l'infraction de CCA (c.-à-d. conduire avec un taux supérieur à 80 mg d'alcool pour 100 ml de sang), l'augmentation de la sévérité des peines et du pouvoir policier, les barrages routiers contre l'alcool au volant et les campagnes de sensibilisation pour n'en nommer que quelques-unes (Blais, 2008). Au Canada par exemple, le nombre de conducteurs décédés lors de CCA a baissé d'environ 45 % entre 1987 à 1999 (742 à 409 décès). Ces améliorations du bilan routier ont plafonné au cours des dernières années, et ce, autant au Canada qu'aux États-Unis (Fondation de recherches sur les blessures de la route au Canada, 2008; Hingson & Winter, 2003).

Les récidivistes de la CCA sont généralement considérés comme les responsables de cette stagnation (National Highway Traffic Safety Administration, 2003). Une estimation suggère que les récidivistes représentent 35 % des conducteurs impliqués dans une collision mortelle reliée à l'alcool et environ les deux tiers des conducteurs décédés dans une collision mortelle reliée à la consommation d'alcool (Simpson, Beirness, Robertson, Mayhew, & Hedlund, 2004). D'une part, les données déterminent que le tiers des contrevenants de CCA condamnés pour la première fois (c.-à-d. contrevenants primaires) vont récidiver (Beirness, Mayhew, & Simpson, 1997). D'autre part, le taux de condamnation pour CCA, lors d'une période de suivi de 3 ans, est de seulement 2 % chez les conducteurs recrutés dans la population générale (Donovan, Umlauf, & Salzberg, 1990). Ces récidivistes sont également responsables d'une part importante des collisions routières reliées à l'alcool (Beirness et al., 1997; Nochajski & Stasiewicz, 2006).

À un premier degré, ces statistiques illustrent l'enjeu de taille auquel sont confrontées les autorités du domaine de la sécurité routière. Parallèlement, une autre problématique se profile : celle de la détection des récidivistes. Il est reconnu que l'évaluation des contrevenants condamnés pour la première fois est une occasion unique pour détecter les futurs récidivistes. De fait, la surreprésentation des récidivistes dans les collisions mortelles et leur taux de récurrence élevé remettent en question l'efficacité des autorités à détecter les récidivistes et ainsi, à instaurer les mesures d'intervention appropriées. Cet objectif est d'envergure considérant qu'actuellement, les meilleures méthodes expérimentales et cliniques de détection de la récurrence permettent de détecter adéquatement 70 % des récidivistes et 40 % des non-récidivistes (Anderson, Snow, & Wells-Parker, 2000; Chang, Gregory, & Lapham, 2002; Santé Canada, 2004). Un tel taux d'erreur est inacceptable pour guider adéquatement le déploiement des mesures individualisées pour prévenir la CCA.

Cet article met donc en relief la problématique de la détection des contrevenants à risque élevé de récurrence en posant un regard critique sur les modèles conceptuels qui ont à

la fois orienté l'intervention et la recherche auprès de cette population. Dans un premier temps, l'article présente les philosophies sous-jacentes à l'efficacité des programmes de prévention de la récidive de CCA ainsi que les principaux constats empiriques. Dans un second temps, la prévention adéquate de la récidive doit débiter par une compréhension de la spécificité des récidivistes. Ainsi, les conclusions des recherches s'intéressant aux caractéristiques des récidivistes de la CCA ainsi que leurs lacunes sont présentées. En troisième lieu, nous proposons un modèle conceptuel qui intègre les récentes découvertes en neurobiologie, favorisant ainsi une nouvelle compréhension des mécanismes sous-jacents à la récidive de la CCA. Un tel modèle, comprenant l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien (HHS), va à l'encontre des présentes conceptions de la récidive de la CCA et de fait, des stratégies utilisées pour détecter les récidivistes. Finalement, les prochaines étapes et les implications de l'axe HHS pour l'étude des contrevenants de la CCA sont abordées.

## **LES PROGRAMMES DE PRÉVENTION ACTUELS**

Diverses stratégies peuvent être implantées pour prévenir la CCA. Parmi celles-ci, la prévention tertiaire vise l'intervention auprès des conducteurs déjà condamnés pour CCA et ce, dans l'espoir d'empêcher la répétition du comportement. Idéalement, lors d'une première condamnation, les programmes d'évaluation obligatoires pour la ré-obtention du permis de conduire devraient détecter les potentiels récidivistes et intervenir différemment avec ceux-ci. La réalité étant toute autre, deux approches générales ont traditionnellement guidé la prévention de la récidive : la justice pénale et le domaine du traitement de la consommation problématique d'alcool (Nochajski & Stasiewicz, 2006).

### **Justice pénale**

L'approche de la justice pénale est principalement articulée autour de la théorie de la dissuasion. La théorie de la dissuasion s'inscrit dans la perspective du choix rationnel et

considère que l'individu délinquant effectuera un calcul coûts/bénéfices avant tout passage à l'acte (Cusson, 1998; Nochajski & Stasiewicz, 2006). Par conséquent, la dissuasion se produit lorsqu'un individu délinquant s'abstient de commettre un acte proscrit en raison des conséquences négatives associées à la punition. L'effet dissuasif d'une peine serait fonction de la sévérité, célérité et certitude de la punition (Beirness et al., 1997).

La littérature distingue la dissuasion générale de la dissuasion spécifique. La dissuasion générale est aussi dite indirecte puisque la menace de sanctions prévient le passage à l'acte auprès des délinquants potentiels qui sont exposés à ce message. Pour sa part, la dissuasion spécifique est dite directe, car l'individu délinquant se désiste car il ne veut pas expérimenter à nouveau les inconvénients associés à la peine tels que l'emprisonnement, la suspension ou la révocation du permis et les amendes.

Les travaux sur la dissuasion ont toutefois fait l'objet de critiques étant donné que la sanction pénale peut produire plusieurs effets normatifs et que d'autres facteurs peuvent expliquer le désistement criminel (Andenaes, 1974; Blais & Beaudoin, 2008; Blais & Ouimet, 2005). Stafford et War (1993) ont reconsidéré les concepts de la dissuasion générale et spécifique. Concrètement, ils ont souligné l'importance d'ajouter la catégorie de l'évitement de la punition pour bien comprendre l'ensemble des effets de la dissuasion. Une étude réalisée auprès de récidivistes de la CCA montre bien que l'évitement de la punition prédit fortement les futurs épisodes autorévélés de CCA (Freeman & Watson, 2006). D'autre part, comme l'a souligné Durkheim, la dissuasion est l'un des nombreux mécanismes normatifs associés à la peine et probablement pas le plus important. La théorie de la prévention générale soutient justement que la sanction peut produire différents effets tels que la dissuasion générale et spécifique, la neutralisation, l'éducation, la validation normative, la stigmatisation et l'habituation (Andenaes, 1974; Blais & Beaudoin, 2008; Snortum, Hauge, & Berger, 1986). Dans bien des cas, il est possible d'évaluer l'effet de la sanction sur le comportement et non son effet dissuasif (Greenberg & Kessler, 1982). L'effet de la sanction peut aussi être dépendant de variables extralégales telles que les

valeurs morales, l'influence des pairs et le style de vie (Vingilis, 1990). Ainsi, la propension d'un individu à prendre des risques, sa faible maîtrise de soi et son penchant pour le crime peuvent aussi expliquer ses épisodes de CCA (Gottfredson & Hirschi, 1990).

Tandis que de nombreuses évaluations démontrent que les politiques publiques et interventions basées sur le paradigme répressif (modèle dissuasif) sont généralement efficaces à réduire les collisions (Blais & Dupont, 2005; Elvik & Vaa, 2004), il en va autrement en matière de récidive. Que ce soit par des mesures visant la prévention spécifique (p. ex. sanctions et amendes plus sévères selon les antécédents de CCA) ou la neutralisation des contrevenants (p. ex. suspension du permis de conduire, détention à domicile ou probation), les évaluations sont peu favorables (Nochajski & Stasiewicz, 2006). Par exemple, Nichols et Ross (1990) rapportent que, selon les échantillons, jusqu'à 75 % des automobilistes utilisent leur véhicule malgré la suspension ou la révocation du permis. L'antidémarrreur éthylométrique semble plus efficace que la suspension du permis de conduire. Weinrath (1997) établit que les contrevenants soumis au programme de l'antidémarrreur éthylométrique ont 2,2 fois moins de risque d'être arrêté à nouveau pour CCA et 4,4 fois moins de risque d'être impliqué dans une collision associée à la CCA comparativement à un groupe témoin soustrait à cette mesure. Les études démontrent cependant que l'effet préventif disparaît lors du retrait de l'antidémarrreur (Jones, 1993; Tippetts & Voas, 1997).

### **Traitement de la consommation problématique d'alcool**

L'une des caractéristiques les plus fréquemment utilisées pour prédire la récidive est la consommation d'alcool. De ce fait, l'intervention auprès des contrevenants de la CCA a été inspirée par le domaine de la toxicomanie. Cependant, il est nécessaire de se demander si les programmes de traitement de la consommation problématique d'alcool s'adressent à tous les contrevenants. En fait, une enquête américaine indique que 88 % des épisodes

autorévélés de CCA impliquent des buveurs excessifs occasionnels (c.-à-d. cinq consommations standards ou plus par occasion pour un homme) et que 84 % des conducteurs ayant conduit avec les capacités affaiblies sont des buveurs excessifs occasionnels (Flowers et al., 2008). De plus, la majorité des conducteurs rapportant conduire en état d'ébriété ne sont pas de buveurs chroniques (c.-à-d. une moyenne d'au moins deux consommations par jour chez les hommes). Bref, il n'est pas question de conducteurs dépendants de l'alcool, mais plutôt de conducteurs ayant des épisodes de consommation excessive d'alcool.

Le fait de centrer l'intervention sur la consommation d'alcool des contrevenants peut partiellement expliquer l'efficacité limitée des programmes d'intervention. En effet, les traitements indifférenciés visant l'abstinence complète ne seront probablement pas efficaces auprès de consommateurs n'ayant pas de problème associé à leur consommation d'alcool, outre leur condamnation pour CCA. Wells-Parker et collègues (1995) ont réalisé l'une des rares méta-analyses s'intéressant à l'efficacité de ces programmes. Il en ressort que 53 % des programmes sont de type éducatif, le tiers est un programme de type *counseling* ou de psychothérapie, moins de 15 % utilisent le groupe d'entraide des Alcooliques Anonymes (AA) ou de la médication, et moins de 3 % sont des thérapies familiales, de la prévention de la rechute, une thérapie comportementale ou d'autres traitements de l'alcoolisme. L'une des lacunes soulignées par les auteurs est le manque d'informations spécifiques sur les interventions examinées dans la méta-analyse. Toutefois, les programmes d'intervention pour les contrevenants de la CCA recensés entre 1955 et 1992, ont engendré des diminutions de la récidive et des collisions liées à l'alcool de 7 à 9 %. Ces programmes étaient comparés aux sanctions habituelles telles la prison, les amendes et les procédures pour la ré-obtention de permis (Wells-Parker et al., 1995).

En somme, ce survol des approches privilégiées pour la prévention de la récidive souligne le monopole de deux traditions philosophiques, celle de la justice pénale et celle de la consommation problématique d'alcool. Néanmoins, un tel engouement semble peu

justifié eu égard aux résultats des recherches évaluatives. Intervenir auprès des récidivistes, en les considérant comme un groupe homogène, semble réducteur. En effet, ce ne sont pas tous les contrevenants qui éprouvent des problèmes judiciaires ou de consommation d'alcool. Même dans pareil cas, il y a lieu de se questionner si une même intervention répond aux besoins variés des contrevenants. Pour prévenir adéquatement la récidive, il semble donc préférable de se pencher sur la spécificité de chaque contrevenant et d'ensuite, l'aiguiller vers une intervention adaptée à ses besoins (C'de Baca, Miller, & Lapham, 2001). Pour bien saisir l'étendue des caractéristiques utiles à la détection de la récidive, la prochaine section énumère quelques recherches s'intéressant à la prédiction de ce comportement à risque.

### **PRINCIPAUX AXES DE RECHERCHE : LES CARACTÉRISTIQUES ASSOCIÉES À LA RÉCIDIVE**

Force est de constater que le domaine de la CCA requiert une refonte de sa conceptualisation sur le plan de la prévention de la récidive. Il faut délaissier ce monopole idéologique et ouvrir les portes aux nouvelles approches visant la détection des futurs récidivistes. En améliorant la détection du risque de récidive, nous pourrions dès lors espérer une meilleure prévention des futurs épisodes de CCA. Avant toute chose, l'analyse des recherches effectuées au cours des vingt dernières années est nécessaire pour obtenir une vue d'ensemble sur le phénomène de la récidive. En général, les études s'intéressant aux caractéristiques associées à la récidive se regroupent selon trois traditions scientifiques : (1) la prédiction de la récidive, (2) les études de cas témoins et (3) les analyses typologiques.

## **Prédire la récidive**

La prédiction de la récidive peut s'effectuer dans le cadre d'études longitudinales (c.-à-d. auprès de participants suivis pendant une période de temps définie) ou transversales (c.-à-d. une ou plusieurs cohortes de participants rencontrés à une période donnée). Peu importe la méthodologie, l'objectif est d'identifier les caractéristiques servant à prédire la récidive. Parmi celles-ci, on retrouve : (1) la consommation d'alcool, le diagnostic d'alcoolisme et le taux d'alcoolémie sanguin lors de l'arrestation, (2) les antécédents judiciaires, (3) les caractéristiques psychologiques, et (4) les caractéristiques sociodémographiques (p. ex., le sexe et l'âge).

Un dénominateur commun refait surface dans ces études; il s'agit de la consommation d'alcool. Il faut noter que l'un des critères justifiant le diagnostic médical d'abus d'alcool est de consommer lors de circonstances potentiellement dangereuses, spécialement lors de la conduite d'un véhicule (American Psychiatric Association, 2000). Ainsi, que ce soit à l'aide d'outils de dépistage (Begg, Langley, & Stephenson, 2003; Williams, Simmons, & Thomas, 2000) ou de la fréquence de la consommation (Schell, Chanb, & Morral, 2006), une consommation problématique d'alcool augmente le risque de récidive ou prédit les épisodes de CCA. Un autre indicateur de la consommation d'alcool est le taux d'alcoolémie sanguin lors de l'arrestation. En effet, diverses études ont vérifié l'intérêt de cette caractéristique pour prédire la récidive sans toutefois obtenir un consensus (Kunitz et al., 2002; Nochajski & Stasiewicz, 2006; Woodall et al., 2004).

Une deuxième caractéristique associée à la récidive est l'historique des antécédents judiciaires. Entre autres, les contrevenants ayant un antécédent d'infraction récidivent davantage que ceux sans antécédent judiciaire, et ce, autant en ce qui concerne les infractions administratives (dossier de conduite) que criminelles (casier judiciaire)

(Cavaola, Strohmetz, & Abreo, 2007; Nochajski, Miller, Wiczorek, & Whitney, 1993; Peck, Arstein-Kerslake, & Helander, 1994).

En ce qui concerne les caractéristiques psychologiques, Lapham et ses collègues (2006) ont réalisé l'une des rares études épidémiologiques, dans le domaine de la CCA, qui relate la prévalence des troubles mentaux chez les récidivistes. Selon les résultats de cette étude, 65 % des hommes et 80 % des femmes récidivistes ont déjà eu au moins un autre trouble à vie (p. ex. dépression, troubles bipolaires) en plus du diagnostic d'abus ou de dépendance à l'alcool selon les critères du *Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux* (DSM-IV). Près de 54 % des récidivistes répondent aux critères pour un diagnostic d'abus ou de dépendance à vie à la drogue, 30 % à ceux de la dépression ou de la dysthymie et 15 % à ceux du trouble de stress post-traumatique (Lapham et al., 2006).

Quatrièmement, certaines données sociodémographiques ont été utilisées pour prédire la récidive. Parmi les caractéristiques les plus communes, on retrouve le genre, l'âge et l'éducation (Chang, Lapham, C'de Baca, & Davis, 2001). En effet, le risque de récidive est plus marqué pour les hommes que pour les femmes, pour les jeunes (c.-à-d. 16-25 ans) que pour les plus âgés (c.-à-d. 26-40 ans et 40 ans et plus) et pour les moins scolarisés (c.-à-d. < 12 ans de scolarité) que pour les plus scolarisés (c.-à-d. plus de 12 ans de scolarité) (Chang et al., 2001). À elles seules, de telles caractéristiques statiques ne sont toutefois pas suffisantes dans la prédiction des futurs épisodes de CCA.

Alors que la majorité des études considèrent les facteurs de risque de façon individuelle, certains chercheurs en considèrent plusieurs à la fois. Par exemple, C'de Baca et ses collègues (2001) ont évalué deux approches statistiques pour prédire la récidive chez un groupe de contrevenants primaires suivis pendant une période de quatre ans. Six prédicteurs de la récidive ont été énoncés: l'âge, le nombre d'années d'éducation, le taux d'alcoolémie sanguin lors de l'arrestation, le nombre de CCA antérieures et le résultat à

deux questionnaires s'intéressant à la consommation d'alcool (Alcohol Use Inventory et MacAndrew Alcoholism Scale). Toutefois, les auteurs soulignent le manque de pertinence clinique d'une telle méthode et suggèrent plutôt de trouver un point de coupure pour chacune de ces caractéristiques selon le risque faible ou élevé de récidive. Lors de l'utilisation de ces points de coupure, près de la moitié des contrevenants ayant quatre facteurs de risque sur cinq (le nombre de CCA n'a pas été considéré) ont été arrêtés (C'de Baca et al., 2001). Cette méthode doit toutefois être analysée à nouveau afin d'améliorer la prédiction de la récidive.

### **Études de cas témoins**

La recherche auprès des récidivistes préconise également leur comparaison avec divers sous-groupes au potentiel de risque varié. Cette approche permet de statuer sur ce qui caractérise spécifiquement les récidivistes et ainsi, pouvoir les détecter au sein d'une population hétérogène. Parmi les comparaisons les plus étudiées, on retrouve celles entre, d'une part, les récidivistes (c.-à-d. plus de deux condamnations pour CCA) et d'autre part, les contrevenants primaires (c.-à-d. une condamnation pour CCA) ou la population générale. Plusieurs études montrent que les récidivistes se distinguent des contrevenants primaires et de la population générale en ce qui concerne leur consommation d'alcool, leur personnalité, leurs caractéristiques psychologiques, leurs antécédents judiciaires, leur profil sociodémographique et leurs déficits neuropsychologiques.

Tout d'abord, la consommation de substances psychoactives prédomine toujours dans les résultats de recherche et différencie ces deux groupes. Les récidivistes ont une plus forte consommation et plus de problèmes associés à leur consommation d'alcool et de drogues que les contrevenants primaires (Cavaiola, Strohmets, Wolf, & Lavender, 2003; McMillen, Adams, Wells-Parker, Pang, & Anderson, 1992; Nochajski, Miller, & Parks, 1994). En ce qui concerne leur personnalité et leurs caractéristiques psychologiques, les

données de questionnaires autorévélees démontrent que les récidivistes ont un ajustement émotionnel plus problématique et s'affirment moins que les contrevenants primaires (McMillen et al., 1992). Également, ils sont plus hostiles, recherchent plus les sensations fortes, et démontrent davantage de déviance psychopathique, de manie et de dépression.

Lorsque comparés à la population générale, les récidivistes en traitement imposé par le tribunal reçoivent davantage de diagnostics à vie et au cours des 12 derniers mois pour les troubles de consommation d'alcool et de drogues, les troubles des conduites, le trouble de stress post-traumatique, les troubles d'anxiété généralisée et les troubles bipolaires (Shaffer et al., 2007). Ensuite, les récidivistes ont plus d'infractions majeures au code de la route (p. ex. excès de vitesse), de collisions, de problèmes légaux et trois fois plus d'arrestations non liées à la sécurité routière (p. ex. voies de fait) que les contrevenants primaires (MacDonald & Pederson, 1990; McMillen et al., 1992; Wilson, 1992). Parmi les caractéristiques sociodémographiques distinctives, les récidivistes sont plus âgés, davantage au chômage, moins éduqués et ont un revenu familial plus faible que les contrevenants primaires (C'de Baca et al., 2001; Cavaiola et al., 2003; Nochajski & Stasiewicz, 2006).

Finalement, compte tenu d'un style de vie constitué de consommation abusive d'alcool et de potentiels traumatismes crâniens lors de collisions, certains chercheurs se sont interrogés sur les déficits neuropsychologiques des récidivistes en les comparant à un échantillon normatif. En effet, la neurotoxicité de la consommation abusive d'alcool peut altérer certaines régions du cerveau (Crews et al., 2005). À l'aide d'un échantillon évalué lors du programme d'intervention obligatoire, 73 % des récidivistes avaient au moins un déficit neuropsychologique. Les déficits se retrouvaient particulièrement dans les sphères liées au fonctionnement exécutif et à la mémoire (Glass, Chan, & Rentz, 2000). Une autre étude, impliquant cette fois des récidivistes recrutés à l'extérieur du contexte d'intervention, a démontré des déficits de mémoire visuelle et de construction visuospatiale (Ouimet et al., 2007). Ces déficits neuropsychologiques pourraient potentiellement expliquer la plus grande difficulté des récidivistes à apprendre de nouvelles stratégies pour

éviter de futures arrestations et/ou à bénéficier des mesures de prévention de la récidive (Ouimet et al., 2007). L'évaluation du potentiel de risque des contrevenants peut également être entravée par ces troubles neuropsychologiques et de fait, nuire à la détection.

### **Les analyses typologiques**

Les études typologiques visent à regrouper des individus qui présentent des caractéristiques similaires et aussi distinctes que possible des autres. Afin de faciliter la détection des potentiels récidivistes, certains chercheurs ont décidé de subdiviser la population en sous-groupes et de vérifier si le risque de récidive diffère entre eux.

Tel qu'énoncé dans les précédentes sections, les récidivistes sont reconnus pour leurs antécédents judiciaires. Ainsi, LaBrie et ses collègues (2007) ont créé une typologie composée de quatre sous-groupes basés sur les antécédents judiciaires des récidivistes participant à un traitement obligatoire: (1) CCA seulement; (2) CCA et infractions contre les biens; (3) crimes contre la personne et (4) crimes contre la personne et infractions contre les biens. La prédiction de la récidive pour tous les crimes et pour la CCA seulement suivait un continuum de gravité allant des simples crimes liés aux substances aux crimes contre la personne et infractions contre les biens. En comparaison aux récidivistes de la catégorie ayant seulement des infractions pour CCA, ceux dans la catégorie infractions contre les biens ont 1,4 fois plus de risque de récidiver et ceux dans la catégorie de crimes contre la personne, 2 fois plus de risque de récidive. Une autre typologie basée sur le questionnaire *Alcohol Use Inventory* (AUI) a voulu prédire la récidive de contrevenants suivis pendant une période de cinq ans. L'un des sous-groupes caractérisés par une consommation problématique d'alcool a obtenu le plus haut pourcentage de récidive (Chang et al., 2001).

## **Quelques constats sur la prédiction de la récidive**

Peu importe le devis de recherche préconisé, quelques constats méthodologiques et conceptuels ressortent des études s'intéressant aux caractéristiques associées à la récidive. Premièrement, la méthodologie utilisée affecte le potentiel de détection des futurs épisodes de CCA. De prime abord, la considération de ces caractéristiques pour la détection des futurs contrevenants est loin d'être linéaire. Plusieurs facteurs sont susceptibles d'interagir les uns avec les autres, et la présence d'une simple caractéristique n'est probablement pas suffisante pour prédire la récidive de CCA. Les devis basés sur des données transversales ne permettent pas non plus de suivre l'évolution des comportements de CCA et les caractéristiques des récidivistes. L'inférence causale est limitée.

Deuxièmement, ces recherches se fondent sur un courant actuariel où la prédiction prévaut à tout prix sur la compréhension des fondements des comportements. Cet intérêt se limite donc à un aspect descriptif et de suite, freine l'amélioration des mesures de détection des potentiels récidivistes.

Finalement, l'intégration d'une plus grande variété de caractéristiques est souhaitable pour favoriser la détection des récidivistes. Afin de considérer cet ensemble de caractéristiques, la subdivision des contrevenants selon des sous-groupes semble une voie prometteuse. De la sorte, il serait envisageable d'identifier des sous-groupes plus à risque de répéter des comportements à risque, dont la CCA.

Pour surmonter les limites préalablement identifiées, les études ne doivent pas simplement se limiter aux paradigmes de la justice pénale et du traitement de la consommation problématique d'alcool. De même, les recherches se limitent trop souvent à des caractéristiques psychosociales telles les caractéristiques sociodémographiques, comportementales, psychologiques, sociales et juridiques (Nochajski & Stasiewicz, 2006;

Schell et al., 2006). Plusieurs caractéristiques associées à la récidive de CCA telles la recherche de sensations fortes, la prise de risque, l'impulsivité, la tendance à consommer abusivement de l'alcool et à être récalcitrant au traitement, et le non-respect des lois peuvent potentiellement partager un mécanisme neurobiologique commun. On peut difficilement envisager un réel changement ou une compréhension approfondie du phénomène de la récidive sans considérer l'ensemble des caractéristiques pertinentes. Inévitablement, l'intégration des caractéristiques individuelles des contrevenants de la CCA dans un modèle explicatif général de la prédiction de la récidive est l'un des objectifs à suivre pour les prochaines recherches (Nochajski & Stasiewicz, 2006). Pour ce faire, il faut débiter par une exploration d'une caractéristique longtemps délaissée dans le domaine de la détection de la récidive : les mécanismes neurobiologiques.

## **MÉCANISMES NEUROBIOLOGIQUES ET RÉCIDIVE EN MATIÈRE D'ALCOOL AU VOLANT**

De toute évidence, l'amélioration de la situation de la CCA doit commencer par une refonte de notre conceptualisation des comportements à risque des contrevenants. Les facteurs biologiques ont récemment été intégrés à certaines théories criminologiques et peuvent, tel qu'exposé dans cette section, permettre une meilleure compréhension de la CCA.

### **Conceptualisation théorique de la criminalité : l'apport de la biologie**

Au cours des dernières décennies, les facteurs biologiques ont été identifiés comme d'importants corrélats du comportement criminel. La théorie évolutionnaire neuroandrogénique (TEN) et la théorie de la stimulation peuvent améliorer la

compréhension de la relation entre les caractéristiques biologiques et les comportements criminels.

### *Théorie évolutionnaire neuroandrogénique*

La théorie évolutionnaire neuroandrogénique (TEN) de Ellis (2005) s'inspire principalement de la théorie de la sélection naturelle de Darwin. La TEN se fonde sur deux propositions principales. D'une part, les infractions acquiesitives et les comportements agressifs des hommes (par opposition à ceux des femmes) s'expliquent principalement par leur besoin de reproduction de l'espèce. D'autre part, les hormones sexuelles mâles engendrent des changements dans le cerveau des hommes, expliquant leurs comportements compétitifs et de victimisation. Cette deuxième proposition est elle-même expliquée par trois processus distincts du cerveau. Premièrement, les androgènes diminuent la sensibilité à l'environnement. Conséquemment, l'homme tente de rétablir son niveau de stimulation à l'aide de comportements compétitifs souvent agressifs qui décuplent par le fait même, le risque de victimisation. Deuxièmement, certaines convulsions moins extrêmes peuvent provoquer de la rage brusque et des émotions négatives. Troisièmement, le transfert vers l'hémisphère droit du fonctionnement néocortical peut également s'observer. Il faut rappeler que l'hémisphère droit est le siège du raisonnement spatial et temporel comparativement à l'hémisphère gauche qui est le lieu du raisonnement par le langage. Ces trois processus se retrouvent davantage chez les hommes que chez les femmes, car ils contribuent aux comportements compétitifs et de victimisation résultant eux-mêmes du besoin de reproduction.

En plus du processus favorisant les comportements compétitifs et de victimisation, la TEN énumère deux facteurs neurologiques permettant l'inhibition de la forme criminelle des comportements compétitifs et de victimisation, soit l'habileté d'apprentissage (ou intelligence) et l'habileté de planification et de prévoyance. Ainsi, les habiletés

d'apprentissage (p. ex. le quotient intellectuel) favoriseraient un passage de la forme brute des comportements compétitifs et de victimisation à une forme plus sophistiquée. De plus, un fonctionnement exécutif adéquat, associé à de bonnes habiletés de planification, permettrait de prévenir la criminalité. Concrètement, les personnes intelligentes ayant des fonctions cognitives exécutives adéquates commettent moins de crimes. Toutefois, certaines contradictions et lacunes méthodologiques se retrouvent dans cette théorie dont le fait qu'elle n'explique pas les crimes sans victime (Ellis, 2005).

### *Théorie de la stimulation*

Selon Popma et Raine (2006), le lien entre les dysfonctions biologiques et les comportements antisociaux s'explique par la théorie de la stimulation qui est composée de deux principales propositions. Premièrement, selon la théorie de la recherche de sensations, le fait d'être faiblement stimulé engendre un état physiologique désagréable. Ainsi, les personnes faiblement stimulées rétablissent leur stimulation à un niveau optimal ou normal à l'aide des comportements antisociaux. Deuxièmement, selon la théorie de l'audace (*fearlessness theory*), la faible stimulation peut aussi être plutôt associée à un faible degré de peur. Conséquemment, les comportements antisociaux (p. ex. bagarres) des personnes ayant une faible stimulation s'expliqueraient par l'absence de peur des potentielles conséquences négatives de leurs gestes (Popma et al., 2007; Popma & Raine, 2006).

### **Les mécanismes neurobiologiques des contrevenants de CCA**

Ces deux théories ont amené certains chercheurs à s'intéresser aux mécanismes neurobiologiques des contrevenants de la CCA. Depuis quelque temps déjà, certains auteurs ont suggéré l'application de modèles multidimensionnels, comprenant des mécanismes biologiques ou génétiques, pour améliorer la conceptualisation des trajectoires des contrevenants de la CCA (Ball, Jaffe, Crouse-Artus, Rounsaville, & O'Malley, 2000;

Jonah, 1997). L'identification de caractéristiques sous-jacentes au phénomène de la récidive permettrait enfin de franchir les frontières du domaine de la CCA. À ce jour, seules deux caractéristiques biologiques ont été investiguées : la monoamine oxydase (MAO) et l'axe hypothalamo-hypophysio-surrénalien (HHS).

### *La monoamine oxydase*

La monoamine oxydase (MAO) est un marqueur biologique de l'activité sérotonergique qui a été associé tant à la consommation d'alcool qu'à divers traits de personnalité tels l'impulsivité et la recherche de sensations (Oreland, 2004). Puisque ces caractéristiques se retrouvent chez les contrevenants de CCA, Eensoo et ses collègues (2005; 2004) ont vérifié si ces derniers présentaient également un profil particulier de l'activité de leur MAO.

De fait, les contrevenants de la CCA ont une activité plus faible de leurs plaquettes sanguines MAO comparativement à un groupe de conducteurs sans condamnation (Eensoo et al., 2005; Eensoo et al., 2004). Afin de mieux comprendre cette différence, ces chercheurs ont examiné un groupe de conducteurs à risque plus diversifié. Contrairement aux contrevenants de la CCA, les conducteurs arrêtés pour excès de vitesse et autres infractions non reliées à l'alcool ont une activité plus élevée des plaquettes MAO (Paaver, Eensoo, Pulver, & Harro, 2006). Ainsi, la MAO permet d'illustrer la spécificité des contrevenants de CCA en comparaison à d'autres populations. Toutefois, il reste à vérifier si la MAO peut prédire les futurs épisodes de CCA.

*L'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien*

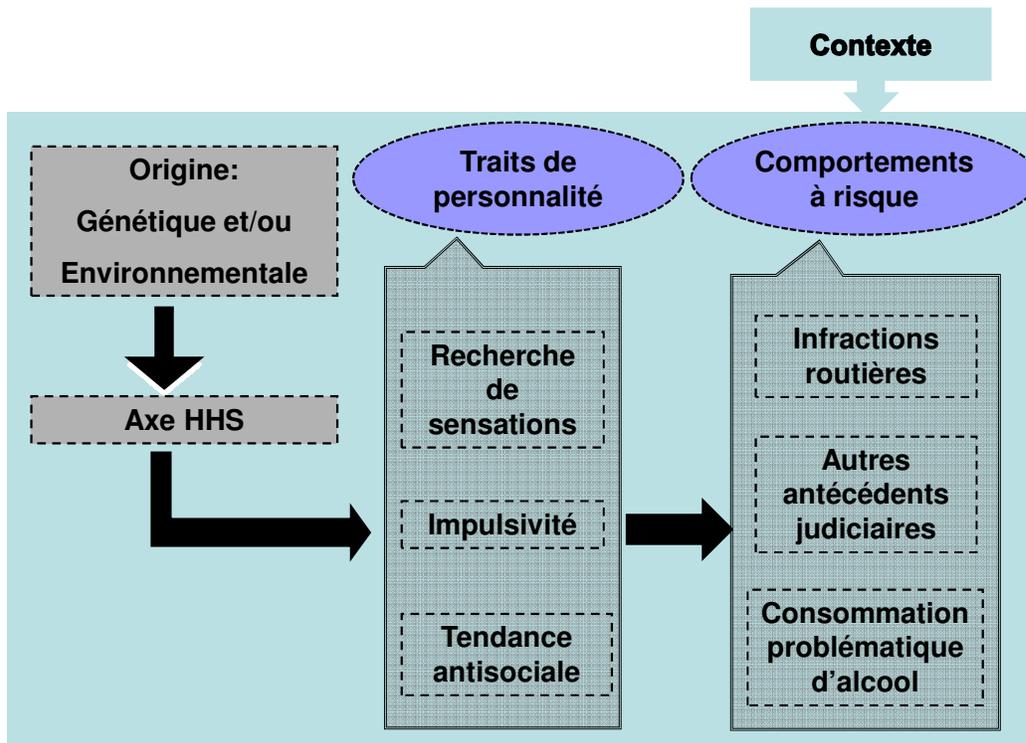
Le cortisol, sécrété par l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien (HHS), est considéré comme l'hormone du stress (Lupien et al., 2006). L'axe HHS est activé à la suite d'un stress psychologique, pharmacologique ou neuroendocrinologique (Adinoff, Junghanns, Kiefer, & Krishnan-Sarin, 2005). L'axe HHS débute par la sécrétion de corticolibérine (CRH) par les noyaux périventriculaires de l'hypothalamus qui active en contrepartie, l'hormone adrénocorticotrope (ACTH) située dans l'hypophyse antérieure. Par la suite, les glandes corticosurrénales vont sécréter le cortisol. Diverses études ont révélé des anomalies de l'axe HHS auprès de populations alcooliques (Adinoff, Ruether, Krebaum, Iranmanesh, & Williams, 2003; Errico, King, Lovallo, & Parsons, 2002; Gianoulakis et al., 1989; Gianoulakis, Dai, & Brown, 2003; Junghanns et al., 2003). Étant donné que la consommation problématique d'alcool est un facteur de risque fréquemment associé à la CCA (Lapham et al., 2001; McMillen et al., 1992), notre équipe de recherche (Brown et al., 2005; Couture et al., 2008) a voulu vérifier si l'axe HHS pouvait également améliorer la compréhension du risque de récidive.

Nos deux études, réalisées à ce jour, concluent que plus un contrevenant accumule de condamnations antérieures pour CCA, moins grande est la réactivité de son taux de cortisol lors d'une situation stressante (c.-à-d. un quiz mathématique) (Brown et al., 2005; Couture et al., 2008). Cette association est plus forte lorsque seul le sous-groupe des récidivistes est considéré (Brown et al., 2005). Cette corrélation négative correspond aux résultats observés dans des études réalisées auprès de diverses populations à risque telles que les alcooliques et les individus présentant un trouble des conduites (Oosterlaan, Geurts, Knol, & Sergeant, 2005; Virkkunen, 1985). Il est à noter que la réactivité de l'axe HHS s'est avérée être la caractéristique la plus fortement associée au nombre de condamnations antérieures de CCA, comparativement aux traditionnelles caractéristiques psychosociales (p. ex. consommation problématique d'alcool, impulsivité) et biologiques (p. ex. marqueur biologique de la consommation abusive d'alcool tel le volume globulaire moyen) (Brown et

al., 2005). De plus, la spécificité de l'activité réduite de l'axe HHS des récidivistes a été confirmée par la comparaison de leur réactivité à la suite d'une situation stressante, à celle d'un groupe témoin d'hommes sans condamnation pour CCA (Couture et al., 2008). Conformément à la littérature, ces premiers réagissent moins à la situation stressante que les hommes sans condamnation.

### Une conceptualisation multidimensionnelle des contrevenants de l'alcool au volant

Les résultats de nos deux études ont permis de cibler un marqueur neurobiologique précis : l'axe HHS. En s'inspirant de ces données et de celles provenant de populations similaires (p. ex. alcooliques, toxicomanes), il est dès lors possible de proposer un nouveau modèle explicatif de la CCA (figure 1).



**Figure 1. Modélisation de la trajectoire des comportements à risque des contrevenants de la CCA.**

### *Éléments du modèle*

L'un des dénominateurs communs des théories énoncées ci-dessus est la faible stimulation. Ce besoin inhérent chez certaines personnes d'augmenter leur stimulation à un niveau jugé acceptable par l'organisme pourrait se profiler chez un sous-groupe des contrevenants de la CCA, ceux réputés pour leurs comportements à risque. Cette modélisation des comportements à risque se caractérise par un ensemble de dimensions réconciliant certaines caractéristiques associées à la récidive et la théorie de la stimulation. Les lignes qui suivent expliquent les composantes du modèle conceptuel (figure 1).

**Contexte général** Il est à noter que le présent modèle s'insère dans un contexte général. Sans s'intéresser spécifiquement à l'explication de ce contexte, celui-ci est considéré dans le modèle conceptuel (figure 1). Une compréhension intégrale des comportements des contrevenants doit d'abord s'effectuer en considérant les opportunités de commettre le comportement (p. ex. la présence d'un véhicule, le désir et besoin de conduire). Outre la possibilité de commettre l'épisode, il faut garder en tête les particularités des principales variables dépendantes, c'est-à-dire les arrestations ou les condamnations pour CCA. En effet, la fiabilité de ces variables dépend d'une variété de facteurs tels que les lois existantes, le lieu géographique (p. ex. rural ou urbain), la présence policière sur les routes et l'application du code de la sécurité routière (Brown et al., 2009).

**Origine** Deux hypothèses peuvent expliquer l'implication de l'axe HHS dans le développement de troubles psychopathologiques ou de comportement. Tout d'abord, l'hypothèse de la neurotoxicité suggère que la sécrétion prolongée de glucocorticoïdes (p. ex. le cortisol) dans l'organisme diminue avec le temps la résistance aux futurs « stressseurs » environnementaux. Par conséquent, c'est l'accumulation d'événements stressants, se traduisant par une augmentation de l'activité de l'axe HHS, qui modifie le cerveau. En deuxième lieu, l'hypothèse de la vulnérabilité stipule que les dysfonctionnements de l'axe HHS sont le fruit de la génétique ou de l'exposition précoce à

un stress. Ainsi, un enfant ayant une telle vulnérabilité sera plus à risque de développer un trouble lors d'un événement stressant. Il est à noter que ces deux hypothèses ne sont pas mutuellement exclusives. Également, les effets du stress sur le cerveau varient selon la période du développement humain (c.-à-d. prénatale, de l'enfance, de l'adolescence, de l'âge adulte ou du troisième âge) où se déroulent ces événements. Les modifications les plus importantes s'observent sur les structures du cerveau en plein développement (chez les jeunes) et sur celles en cours de changements (chez les adultes et les personnes âgées) (Lupien, McEwen, Gunnar, & Heim, 2009).

De ce fait, déterminer la cause initiale des dysfonctionnements de l'activité de l'axe HHS des contrevenants de CCA constitue une tâche difficilement réalisable dans les présents contextes de recherche. Ainsi, pour certains, la raison se cache possiblement aussi loin que dans leurs gènes, alors que pour d'autres, elle est le résultat d'événements stressants et ce, à différents moments de la vie ou même du développement intra-utérin. Ces dysfonctionnements peuvent également être le fruit d'une interaction entre l'aspect génétique et environnemental. Ainsi, les raisons varient selon chaque histoire personnelle et influencent différemment l'activité de l'axe HHS des contrevenants.

**Axe HHS** À la lumière des études effectuées auprès des contrevenants de la CCA et de diverses populations, tout porte à croire que la faible activité de l'axe HHS précède chronologiquement les traits de personnalité et les comportements à risque. En effet, le cortisol semble être en quelque sorte l'une des premières manifestations des comportements à risque (Oosterlaan et al., 2005). Entre autres, la faible réactivité du cortisol s'observe chez les enfants n'ayant pas encore développé des comportements à risque ou antisociaux et chez ceux à haut risque d'alcoolisme (Dai, Thavundayil, & Gianoulakis, 2002a, 2002b; Shoal, Giancola, & Kirillova, 2003). Le faible taux de cortisol matinal serait également un facteur de risque de la consommation précoce de cannabis (Huizink, Ferdinand, Ormel, & Verhulst, 2006). L'origine biologique de la recherche de sensations, caractéristique fréquemment retrouvée chez les contrevenants de CCA, a été abordée maintes fois

(Zuckerman, 1994). Ces références suggèrent une certaine chronologie dans le modèle explicatif du risque de récidive composé de l'activité de l'axe HHS, des traits de personnalité des contrevenants de CCA et des comportements à risque.

**Traits de personnalité** Le modèle tient compte également des traits de personnalité qui font le lien entre l'axe HHS et les comportements à risque. Plusieurs caractéristiques retrouvées chez les contrevenants de CCA ont été associées autant à l'activité de l'axe HHS qu'aux comportements à risque. Des études exploratoires ont été réalisées afin d'explorer les potentielles relations entre ces variables chez les récidivistes de la CCA. Les résultats montrent que le score à l'échelle de la recherche d'expériences du questionnaire *Sensation Seeking Scale* est négativement corrélé à la réactivité du cortisol (Couture et al., 2008; Zuckerman, 1994). Ainsi, tel que suggéré dans la théorie de la stimulation, ce résultat soutient l'idée selon laquelle les personnes ayant une faible réactivité de l'axe HHS recherchent des sensations fortes afin de restaurer leur niveau de stimulation à l'aide de comportements antisociaux. En plus de la recherche de sensations, on peut s'attendre à ce que la faible activité de l'axe HHS soit associée à une plus grande présence d'impulsivité et de tendance antisociale. Chez les contrevenants de CCA reconnus pour leur grande recherche de sensations, leur impulsivité ou leur tendance antisociale, on peut poser l'hypothèse que davantage de comportements à risque seront observés. Dans ce modèle, les traits de personnalité seraient les variables médiatrices de la relation entre l'axe HHS et les comportements à risque.

**Comportements à risque** En plus de la prédiction des futurs épisodes de CCA, il est intéressant de vérifier le potentiel prédictif de l'axe HHS pour d'autres comportements à risque, puisque les recherches effectuées auprès des contrevenants de la CCA illustrent leur diversité. L'axe HHS pourrait ainsi être le point commun de diverses caractéristiques (p. ex. recherche de sensations, impulsivité) associées tant à la CCA, aux autres infractions routières, aux antécédents judiciaires qu'à la consommation problématique d'alcool.

Somme toute, le modèle illustre la pertinence de la théorie de la stimulation pour mettre en jeu un ensemble de caractéristiques retrouvées chez les contrevenants de CCA. De plus, la figure 1 implique certaines précautions méthodologiques incontournables pour l'amélioration de la détection de la récidive.

### *Quelques considérations méthodologiques*

Tel que mentionné précédemment, les recherches s'intéressant à la prédiction de la récidive comportent certaines limites méthodologiques et conceptuelles. Pour sa part, notre modèle permet de surmonter trois limites: (1) la tautologie entre certaines variables dépendantes et indépendantes, (2) l'hétérogénéité des contrevenants et (3) la validité prédictive.

En premier lieu, le modèle s'attaque à la question de la tautologie observée entre les variables explicatives (c.-à-d. les caractéristiques des contrevenants) et la variable dépendante (c.-à-d. la CCA). En effet, les caractéristiques considérées lors de la validation des typologies des contrevenants ou de la prédiction de la récidive, sont parfois redondantes par rapport aux comportements à risque de la CCA. Par exemple, au lieu de considérer un questionnaire évaluant différemment la consommation d'alcool, lors de la validation du sous-groupe des consommateurs problématiques d'alcool, on pourrait utiliser un mécanisme neurobiologique sous-jacent à cette caractéristique. Également, les infractions routières peuvent être fortement associées à l'épisode de CCA que l'on veut prédire. Bref, l'intérêt d'utiliser l'axe HHS pour améliorer la validité prédictive des futurs épisodes de CCA réside dans le fait qu'il est conceptuellement éloigné de la condamnation pour CCA.

En deuxième lieu, pour renouveler les modèles de prédiction de la récidive de CCA, il faut s'attaquer à l'hétérogénéité des caractéristiques des contrevenants. L'intégration d'un mécanisme neurobiologique sous-jacent aux différentes caractéristiques des contrevenants

permet d'aller au-delà la simple description des contrevenants. De la sorte, on peut améliorer la conceptualisation des caractéristiques des contrevenants qui se limite généralement à la consommation problématique d'alcool ou aux antécédents judiciaires. Ainsi, en ciblant parmi ceux-ci un sous-groupe ayant des comportements à risque découlant du dysfonctionnement de leur axe HHS, on pourrait homogénéiser les caractéristiques des contrevenants et améliorer la détection des futurs épisodes de CCA.

En troisième lieu, il est possible de vérifier chez ces sous-groupes les ramifications qui sous-tendent leurs comportements à risque. L'examen de la littérature scientifique confirme l'importance de considérer la trajectoire comportementale auprès de sous-groupes homogènes. En effet, les relations entre, d'une part, l'axe HHS et d'autre part, les traits de personnalité ou les comportements à risque peuvent être masquées lorsqu'il y a trop de caractéristiques en jeu (Cima, Smeets, & Jelicic, 2008). En tant que tel, le modèle vise à démontrer cette trajectoire comportementale chez les contrevenants dont les comportements à risque sont une manifestation d'une dysfonction de leur axe HHS.

Force est de constater que l'utilisation d'un marqueur neurobiologique bonifierait les modèles conceptuels de la CCA et améliorerait ainsi notre compréhension du risque de récidive. En effet, chez certains contrevenants, ce besoin inhérent d'accroître leur stimulation pourrait hypothétiquement expliquer l'inefficacité relative des présentes mesures visant la prévention de la récidive. À l'aide d'un marqueur neurobiologique, nous pourrions définir un sous-groupe de contrevenants détenant un phénotype de comportements à risque. Préalablement, certaines réflexions s'imposent pour mettre à l'épreuve des faits notre modèle conceptuel.

## **RÉCONCILIER LES RÉSULTATS DE LA RECHERCHE ET LES PRÉMISSSES RELATIVES À L'INTERVENTION**

Pour l'instant, l'activité de l'axe HHS des contrevenants de la CCA a été considérée d'un point de vue strictement empirique. Toutefois, l'intérêt partagé d'améliorer les présentes mesures de détection de la récidive insufflé l'espoir d'utiliser un tel marqueur neurobiologique lors de l'évaluation des contrevenants. Avant toute chose, il est nécessaire de mieux délimiter les connaissances concernant l'axe HHS des contrevenants et pour ce faire, deux étapes sont inévitables.

### **Recherche : prochaines étapes**

Premièrement, l'axe HHS des contrevenants de la CCA a uniquement fait l'objet d'études transversales. Les résultats permettent donc uniquement de conclure que l'activité de l'axe HHS est associée au nombre de condamnations antérieures. Ainsi, la réalisation d'une recherche longitudinale s'avère essentielle afin d'illustrer le rôle de l'axe HHS dans la prédiction de la récidive. Pour ce faire, il faut suivre les contrevenants primaires dès leur prise en charge par le système judiciaire ou administratif. Mesurer l'activité de l'axe HHS rapidement à la suite d'une première offense et ensuite, suivre cette cohorte de contrevenants pendant plusieurs années pourrait nous aider à déterminer les contrevenants accidentels des récidivistes en devenir. Il importe également de considérer le temps écoulé depuis la première condamnation afin de laisser la même « possibilité » de récidive à tous les contrevenants. Une telle recherche est présentement en cours au sein de notre équipe de recherche.

Deuxièmement, il faut vérifier le modèle auprès des différentes populations à risque de récidive. Ainsi, l'axe HHS aiderait à départager les raisons sous-jacentes aux comportements à risque en comparant par exemple, les contrevenants de la CCA aux autres conducteurs à risque (p. ex. vitesse) ou encore, les hommes aux femmes. Cette dernière

comparaison est d'un grand intérêt sachant que les hommes et les femmes contrevenants de CCA diffèrent sur diverses caractéristiques (Farrow & Brissing, 1990; Liang, Shediak-Rizkallah, Celentano, & Rohde, 1999; Oei & Kerschbaumer, 1990; Shope, Waller, & Lang, 1996), et que l'activité de l'axe HHS peut varier selon le sexe (Dai et al., 2002b). La comparaison des populations à l'aide d'un mécanisme neurobiologique permettrait de bien établir la spécificité de chacun.

### **L'intérêt de l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien**

Les progrès en recherche pourront également être utilisés pour développer des interventions. Néanmoins, son utilisation est loin d'être aussi simple. En effet, l'axe HHS semble un mécanisme fort pertinent pour décortiquer la spécificité de chaque sous-groupe de contrevenants. Son association à une grande variété de caractéristiques des contrevenants de la CCA est un avantage certain. De toute évidence, nous sommes en présence d'un dénominateur commun permettant enfin de constituer des sous-groupes homogènes de contrevenants ayant un risque de récurrence très élevé. Éventuellement, la détermination de ces sous-groupes permettrait, lors de l'évaluation, d'aiguiller adéquatement les contrevenants vers une intervention répondant spécifiquement à leur besoin.

Pour le moment, il faut considérer l'axe HHS comme un mécanisme utile à la détermination de sous-groupes de contrevenants et non comme un indicateur du risque de récurrence. En effet, l'état actuel des connaissances sur l'activité de l'axe HHS ne permet pas l'utilisation de valeurs seuils suggérant un risque élevé de récurrence. Également, il serait délicat d'associer systématiquement un tel dysfonctionnement à un risque de récurrence élevé puisque plusieurs causes peuvent être énoncées (p. ex. consommation chronique d'alcool, génétique).

Considérant ces réserves, il est tout de même intéressant de s'attarder aux applications cliniques suggérées dans d'autres domaines. Certains chercheurs ont déjà fait l'exercice de relier l'axe HHS à l'intervention auprès, par exemple, d'enfants ayant des comportements antisociaux sévères (Van Goozen & Fairchild, 2008). Deux pistes d'applications cliniques ont été suggérées. La première consiste à considérer l'activité de l'axe HHS pour déterminer le succès de l'intervention et l'améliorer par la suite. Par exemple, parmi un groupe de personnes abstinentes, on retrouve une plus faible réactivité de l'axe HHS après une situation stressante chez les abstinents qui vont rechuter rapidement (Junghanns et al., 2003; Junghanns et al., 2005). Ainsi, cette faible réactivité peut être une mise en garde supplémentaire à considérer lors du traitement de la consommation problématique d'alcool et lors de la détermination du type de suivi pour les contrevenants. La deuxième stratégie clinique, réconciliant le dysfonctionnement de l'axe HHS et l'intervention, consiste à restaurer l'activité de l'axe HHS à un niveau jugé normal à l'aide, par exemple, de la pharmacologie. Néanmoins, l'absence de consensus scientifique empêche l'instauration de telles interventions. Ainsi, il est intéressant d'observer que des restrictions similaires à celles observées auprès des contrevenants de la CCA se présentent auprès de ces populations.

## CONCLUSION

Depuis plusieurs années, les programmes de prévention de la récidive pour CCA reposent principalement sur les préceptes de la justice pénale et du traitement de la consommation problématique d'alcool. Toutefois, les résultats montrent que les programmes de détection manquent d'efficacité et conséquemment, les programmes d'intervention ont des effets plutôt modestes en matière de prévention de la récidive. Il ne faut pas négliger les enseignements que l'on peut tirer des expériences d'autres pays. Une politique efficace de prévention de la CCA saura intégrer une multitude d'interventions qui cibleront à la fois le comportement de l'individu (campagnes de sensibilisation), le véhicule

(anti-démarrreur éthylométrique) et son environnement (lois contre l'alcool au volant et encadrant la vente d'alcool) (April, Bégin, & Morin, 2010).

L'influence de ces paradigmes s'observe également dans le domaine scientifique. Sauf exception, les recherches visent principalement un objectif descriptif limité aux caractéristiques sociodémographiques, comportementales et psychologiques reliées à la consommation d'alcool, et sociales et légales. De plus, plusieurs caractéristiques suggérant un risque de récidive ont été énoncées sans toutefois qu'un modèle explicatif cohérent soit élaboré.

Récemment, l'intégration de l'axe HHS a permis de renouveler la conceptualisation de la trajectoire comportementale de la CCA. Certains contrevenants de la CCA affichent une dysfonction de l'activité de l'axe HHS. Comme le stipule la théorie de la stimulation, les contrevenants ayant une telle dysfonction doivent la rétablir et pour ce faire, certains vont commettre des comportements à risque (regroupant à la fois la CCA, les autres infractions routières, les antécédents judiciaires et la consommation problématique d'alcool). Cette dysfonction expliquerait ainsi certains traits de personnalité sous-jacents aux comportements à risque. L'application d'un tel modèle pour la compréhension de la récidive a l'avantage de considérer les associations entre différents prédicteurs de la récidive. En ayant désormais départagé un sous-groupe, reconnu pour son potentiel de risque plus grand, nous pourrions plus aisément détecter les futurs récidivistes.

Le développement de nouvelles connaissances sur la récidive de CCA a non seulement un intérêt sur le plan des connaissances fondamentales, mais permet aussi de mieux saisir la trajectoire menant aux comportements à risque dans le but d'améliorer la détection des contrevenants. De futures recherches sont nécessaires pour mettre à l'épreuve des faits ce modèle conceptuel. Les données probantes montrent que les programmes efficaces sont ceux qui offrent des services adaptés aux caractéristiques et risques

individuels du contrevenant (p. ex. C'de Baca, Miller, & Lapham, 2001). La détermination de sous-groupes à risque élevé de récidive poursuit cette fin.

## RÉFÉRENCES

- Adinoff, B., Junghanns, K., Kiefer, F., & Krishnan-Sarin, S. (2005). Suppression of the HPA axis stress-response: Implications for relapse. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 29(7), 1351-1355.
- Adinoff, B., Ruether, K., Krebaum, S., Iranmanesh, A., & Williams, M. J. (2003). Increased salivary cortisol concentrations during chronic alcohol intoxication in a naturalistic clinical sample of men. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 27(9), 1420-1427.
- American Psychiatric Association. (2000). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fourth Edition, Text Revision (DSM-IV-TR)*. from PsychiatryOnline.com
- Andenaes, J. (1974). *Punishment and deterrence*. Ann Arbor: University of Michigan Press.
- Anderson, B. J., Snow, R. W., & Wells-Parker, E. (2000). Comparing the predictive validity of DUI risk screening instruments: Development of validation standards. *Addiction*, 95(6), 915-929.
- April, N., Bégin, C., & Morin, R., 2010. La consommation d'alcool et la santé publique au Québec. Québec: Institut national de santé publique du Québec.
- Ball, S. A., Jaffe, A. J., Crouse-Artus, M. S., Rounsaville, B. J., & O'Malley, S. S. (2000). Multidimensional subtypes and treatment outcome in first-time DWI offenders. *Addictive Behaviors*, 25(2), 167-181.
- Begg, D. J., Langley, J. D., & Stephenson, S. (2003). Identifying factors that predict persistent driving after drinking, unsafe driving after drinking, and driving after using cannabis among young adults. *Accident Analysis and Prevention*, 35, 669-675.

- Beirness, D. J., Mayhew, D. R., & Simpson, H. M., 1997. DWI repeat offenders: a review and synthesis of the literature. Ottawa: Health Canada.
- Blais, É. (2008). L'effet des lois et des contrôles pénaux sur la délinquance et les accidents de la circulation. In K. R. N. Queloz, S. Cimichella, V. Dittmann & S. Steiner (Ed.), *Traffic routier, automobile et criminalité* (pp. 155-178). Berne: Stämpfli Éditions SA.
- Blais, É., & Beaudoin, I. (2008). L'interdépendance entre les mécanismes pénaux: le cas de la conduite avec facultés affaiblies par l'alcool. In *Actes du Colloque « Le pénal aujourd'hui : pérennité ou mutations* (pp. 85-105). Montréal (QC).
- Blais, É., & Dupont, B. (2005). Assessing the capability of intensive police programs to prevent severe road accidents: A systematic review. *British Journal of Criminology*, 45, 914-937.
- Blais, É., & Ouimet, M. (2005). L'effet des interventions légales sur les accidents mortels et associés à la conduite avec facultés affaiblies au Québec entre 1980 et 2001. *Canadian Journal of Criminology and Criminal Justice*, 47(3), 545-578.
- Brown, T. G., Gianoulakis, C., Tremblay, J., Nadeau, L., Dongier, M., Ng Ying Kin, N. M. K., et al. (2005). Salivary cortisol: A predictor of convictions for driving under the influence of alcohol? *Alcohol and Alcoholism*, 40(5), 474-481.
- Brown, T. G., Ouimet, M. C., Nadeau, L., Gianoulakis, C., Lepage, M., Tremblay, J., et al. (2009). From the brain to bad behaviour and back again: Neurocognitive and psychobiological mechanisms of driving while impaired by alcohol. *Drug and Alcohol Review*, 28(4), 406-418.
- C'de Baca, J., Miller, W. R., & Lapham, S. (2001). A multiple risk factor approach for predicting DWI recidivism. *Journal of Substance Abuse Treatment*, 21(4), 207-215.
- Cavaiola, A. A., Strohmets, D. B., & Abreo, S. D. (2007). Characteristics of DUI recidivists: A 12-year follow-up study of first time DUI offenders. *Addictive Behaviors*, 32(4), 855-861.
- Cavaiola, A. A., Strohmets, D. B., Wolf, J. M., & Lavender, N. J. (2003). Comparison of DWI offenders with non-DWI individuals on the MMPI-2 and the Michigan Alcoholism Screening Test. *Addictive Behaviors*, 28(5), 971-977.

- Chang, I., Gregory, C., & Lapham, S. C., 2002. Review of screening instruments and procedures for evaluating DWI offenders. Washington, DC: AAA Foundation for Traffic Safety.
- Chang, I., Lapham, S. C., C'de Baca, J., & Davis, J. W. (2001). Alcohol use inventory: screening and assessment of first-time driving-while-impaired offenders. II. Typology and predictive validity. *Alcohol and Alcoholism*, 36(2), 122-130.
- Cima, M., Smeets, T., & Jelacic, M. (2008). Self-reported trauma, cortisol levels, and aggression in psychopathic and non-psychopathic prison inmates. *Biological Psychology*, 78(1), 75-86.
- Couture, S., Brown, T. G., Ouimet, M. C., Gianoulakis, C., Tremblay, J., & Carbonneau, R. (2008). Hypothalamic-pituitary-adrenal axis response to stress in male DUI recidivists. *Accident Analysis & Prevention*, 40(1), 246-253.
- Crews, F. T., Buckley, T., Dodd, P. R., Ende, G., Foley, N., Harper, C., et al. (2005). Alcoholic neurobiology: Changes in dependence and recovery. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 29(8), 1504-1513.
- Cusson, M. (1998). *Criminologie actuelle*. Paris: PUF.
- Dai, X., Thavundayil, J., & Gianoulakis, C. (2002a). Differences in the responses of the pituitary beta-endorphin and cardiovascular system to ethanol and stress as a function of family history. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 26(8), 1171-1180.
- Dai, X., Thavundayil, J., & Gianoulakis, C. (2002b). Response of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis to stress in the absence and presence of ethanol in subjects at high and low risk of alcoholism. *Neuropsychopharmacology*, 27(3), 442-452.
- Donovan, D. M., Umlauf, R. L., & Salzberg, P. M. (1990). Bad drivers: identification of a target group for alcohol-related prevention and early intervention. *Journal of studies on Alcohol*, 51(2), 136-141.
- Eensoo, D., Paaver, M., Harro, M., & Harro, J. (2005). Predicting drunk driving: Contribution of alcohol use and related problems, traffic behaviour, personality and platelet monoamine oxidase (MAO) activity. *Alcohol and Alcoholism*, 40(2), 140-146.

- Eensoo, D., Paaver, M., Pulver, A., Harro, M., & Harro, J. (2004). Low platelet MAO activity associated with high dysfunctional impulsivity and antisocial behavior: Evidence from drunk drivers. *Psychopharmacology (Berl)*, *172*(3), 356-358.
- Ellis, L. (2005). A theory explaining biological correlates of criminality. *European Journal of Criminology*, *2*(3), 287-315.
- Elvik, R., & Vaa, T. (2004). *The handbook of road safety measures*. Amsterdam: Elsevier.
- Errico, A. L., King, A. C., Lovallo, W. R., & Parsons, O. A. (2002). Cortisol dysregulation and cognitive impairment in abstinent male alcoholics. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, *26*(8), 1198-1204.
- Farrow, J. A., & Brissing, P. (1990). Risk for DWI: A new look at gender differences in drinking and driving influences, experiences, and attitudes among new adolescent drivers. *Health Education Quarterly*, *17*(2), 213-221.
- Flowers, N. T., Naimi, T. S., Brewer, R. D., Elder, R. W., Shults, R. A., & Jiles, R. (2008). Patterns of alcohol consumption and alcohol-impaired driving in the United States. *Alcoholism, Clinical and Experimental Research*, *32*(4), 639-644.
- Fondation de recherches sur les blessures de la route au Canada, 2008. Le problème des accidents liés à l'alcool au Canada : 2005. Ottawa (Ontario).
- Freeman, J., & Watson, B. (2006). An application of Stafford and Warr's reconceptualisation of deterrence to a group of recidivist drink drivers. *Accident Analysis and Prevention*, *38*, 462-471.
- Gianoulakis, C., Beliveau, D., Angelogianni, P., Meaney, M., Thavundayil, J., Tawar, V., et al. (1989). Different pituitary beta-endorphin and adrenal cortisol response to ethanol in individuals with high and low risk for future development of alcoholism. *Life Sciences*, *45*, 1097-1109.
- Gianoulakis, C., Dai, X., & Brown, T. (2003). Effect of chronic alcohol consumption on the activity of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis and pituitary beta-endorphin as a function of alcohol intake, age, and gender. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, *27*(3), 410-423.
- Glass, R. J., Chan, G., & Rentz, D. (2000). Cognitive impairment screening in second offense DUI programs. *Journal of Substance Abuse Treatment*, *19*(4), 369-373.

- Gottfredson, M. R., & Hirschi, T. (1990). *A general theory of crime*. Stanford: Stanford University Press.
- Greenberg, D. F., & Kessler, R. C. (1982). The effect of arrests on crime: A multivariate panel analysis. *Social Forces*, *60*, 771-790.
- Hingson, R., & Winter, M. (2003). Epidemiology and consequences of drinking and driving. *Alcohol Health & Research World*, *27*(1), 63-78.
- Huizink, A. C., Ferdinand, R. F., Ormel, J., & Verhulst, F. C. (2006). Hypothalamic-pituitary-adrenal axis activity and early onset of cannabis use. *Addiction*, *101*, 1581-1588.
- Jonah, B. A. (1997). Sensation seeking and risky driving: A review and synthesis of the literature. *Accident Analysis & Prevention*, *29*(5), 651-665.
- Jones, B. (1993). The effectiveness of Oregon's ignition interlock program. In H.-D. Utzelmann, G. Berghaus & G. Kroj (Eds.), *Alcohol, Drugs and Traffic Safety - T92* (Vol. 3, pp. 1460-1465). Cologne, Germany: Verlag TUV Rheinland.
- Junghanns, K., Backhaus, J., Tietz, U., Lange, W., Bernzen, J., Wetterling, T., et al. (2003). Impaired serum cortisol stress response is a predictor of early relapse. *Alcohol and Alcoholism*, *38*(2), 189-193.
- Junghanns, K., Tietz, U., Dibbelt, L., Kuether, M., Jurth, R., Ehrental, D., et al. (2005). Attenuated salivary cortisol secretion under cue exposure is associated with early relapse. *Alcohol and Alcoholism*, *40*(1), 80-85.
- Kunitz, S. J., Woodall, W. G., Zhao, H., Wheeler, D. R., Lillis, R., & Rogers, E. (2002). Rearrest rates after incarceration for DWI: a comparative study in a southwestern US county. *American Journal of Public Health*, *92*(11), 1826-1831.
- LaBrie, R. A., Kidman, R. C., Albanese, M., Peller, A. J., & Shaffer, H. J. (2007). Criminality and continued DUI offense: Criminal typologies and recidivism among repeat offenders. *Behavioral Sciences and the Law*, *25*, 603-614.
- Lapham, S. C., C'de Baca, J., McMillan, G. P., & Lapidus, J. (2006). Psychiatric disorders in a sample of repeat impaired-driving offenders. *Journal of Studies on Alcohol*, *67*, 707-713.

- Lapham, S. C., Smith, E., C'de Baca, J., Chang, I., Skipper, B. J., Baum, G., et al. (2001). Prevalence of psychiatric disorders among persons convicted of driving while impaired. *Archives of General Psychiatry*, *58*(10), 943-949.
- Liang, W., Shediak-Rizkallah, M. C., Celentano, D. D., & Rohde, C. (1999). A population-based study of age and gender differences in patterns of health-related behaviors. *American Journal of Preventive Medicine*, *17*, 8-17.
- Lupien, S. J., McEwen, B. S., Gunnar, M. R., & Heim, C. (2009). Effects of stress throughout the lifespan on the brain, behaviour and cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, *10*, 434-445.
- Lupien, S. J., Ouellet-Morin, I., Hupbach, A., Tu, M. T., Buss, C., Walker, D., et al. (2006). Beyond the stress concept: Allostatic load—a developmental biological and cognitive perspective. In D. Cicchetti & D. J. Cohen (Eds.), *Developmental psychopathology: Developmental neuroscience (2nd ed.)* (pp. 578-628). Hoboken, NJ, US: John Wiley & Sons, Inc.
- MacDonald, S., & Pederson, L. L. (1990). The characteristics of alcoholics in treatment arrested for driving while impaired. *British Journal of Addiction*, *85*(1), 97-105.
- McMillen, D. L., Adams, M. S., Wells-Parker, E., Pang, M. G., & Anderson, B. J. (1992). Personality traits and behaviors of alcohol-impaired drivers: A comparison of first and multiple offenders. *Addictive Behaviors*, *17*(5), 407-414.
- National Highway Traffic Safety Administration, 2003. Initiative to address impaired driving. Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration.
- Nichols, J., & Ross, H. (1990). The effectiveness of legal sanctions in dealing with drinking drivers. *Alcohol, Drugs and Driving*, *6*, 33-60.
- Nochajski, T. H., Miller, B. A., & Parks, K. A. (1994). Comparison of first-time and repeat DWI offenders. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, *18*(48).
- Nochajski, T. H., Miller, B. A., Wiczorek, W. F., & Whitney, R. (1993). The effects of a drinker-driver treatment program: Does criminal history make a difference? *Criminal justice and behavior*, *20*(2), 174-189.
- Nochajski, T. H., & Stasiewicz, P. R. (2006). Relapse to driving under the influence (DUI): A review. *Clinical Psychology Review*, *26*(2), 179-195.

- Oei, T. P., & Kerschbaumer, D. M. (1990). Peer attitudes, sex, and the effects of alcohol on simulated driving performance. *American Journal of Drug and Alcohol Abuse, 16*, 135-146.
- Oosterlaan, J., Geurts, H. M., Knol, D. L., & Sergeant, J. A. (2005). Low basal salivary cortisol is associated with teacher-reported symptoms of conduct disorder. *Psychiatry Research, 134*(1), 1-10.
- Oreland, L. (2004). Platelet monoamine oxidase, personality and alcoholism: The rise, fall and resurrection. *NeuroToxicology, 25*(1-2), 79-89.
- Organisation mondiale de la santé, 2009. Rapport de situation sur la sécurité routière dans le monde : Il est temps d'agir. Genève.
- Ouimet, M. C., Brown, T. G., Nadeau, L., Lepage, M., Pelletier, M., Couture, S., et al. (2007). Neurocognitive characteristics of DUI recidivists. *Accident Analysis & Prevention, 39*(4), 743-750.
- Paaver, M., Eensoo, D., Pulver, A., & Harro, J. (2006). Adaptive and maladaptive impulsivity, platelet monoamine oxidase (MAO) activity and risk-admitting in different types of risky drivers. *Psychopharmacology (Berl), 186*(1), 32-40.
- Peck, R. C., Arstein-Kerslake, G. W., & Helander, C. J. (1994). Psychometric and biographical correlates of drunk-driving recidivism and treatment program compliance. *Journal of Studies on Alcohol, 55*(6), 667-678.
- Popma, A., Doreleijers, T. A. H., Jansen, L. M. C., Van Goozen, S. H. M., Van Engeland, H., & Vermeiren, R. (2007). The diurnal cortisol cycle in delinquent male adolescents and normal controls. *Neuropsychopharmacology, 32*(7), 1622-1628.
- Popma, A., & Raine, A. (2006). Will future forensic assessment be neurobiologic? *Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America, 15*(2), 429-444.
- Santé Canada, 2004. Meilleures pratiques: Traitement et réadaptation des contrevenants dans les cas de conduite avec facultés affaiblies. (No. ISBN 0-662-77194-X).
- Schell, T. L., Chanb, K. S., & Morral, A. R. (2006). Predicting DUI recidivism: Personality, attitudinal, and behavioral risk factors. *Drug and Alcohol Dependence, 82*, 33-40.

- Shaffer, H. J., Nelson, S. E., LaPlante, D. A., LaBrie, R. A., Albanese, M., & Caro, G. (2007). The epidemiology of psychiatric disorders among repeat DUI offenders accepting a treatment-sentencing option. *Journal of Consulting and Clinical Psychology, 75*(5), 795-804.
- Shoal, G. D., Giancola, P. R., & Kirillova, G. P. (2003). Salivary cortisol, personality, and aggressive behavior in adolescent boys: A 5-year longitudinal study. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry, 42*(9), 1101-1107.
- Shope, J. T., Waller, P. F., & Lang, S. W. (1996). Alcohol-related predictors of adolescent driving: Gender differences in crashes and offenses. *Accident Analysis & Prevention, 28*, 755-764.
- Simpson, H. M., Beirness, D. J., Robertson, R. D., Mayhew, D. R., & Hedlund, J. H. (2004). Hard core drinking drivers. *Traffic Injury Prevention, 5*, 261-269.
- Snortum, J., Hauge, R., & Berger, D. (1986). Deterring alcohol-impaired driving: A comparative analysis of compliance in Norway and the United States. *Justice Quarterly, 3*, 139-165.
- Société de l'assurance automobile du Québec. (2009). L'alcool et les accidents de la route. from <http://www.saaq.qc.ca/prevention/alcool/comprendre/accidents.php>
- Stafford, M. C., & Warr, M. (1993). A reconceptualization of general and specific deterrence. *Journal of Research in Crime and Delinquency 30*(2), 123-135.
- Tippetts, A. S., & Voas, R. B. (1997). The effectiveness of the West Virginia interlock program on second drunk-driving offenders. In C. Mercier-Guyon (Ed.), *14th International Conference on Alcohol, Drugs and Traffic Safety* (Vol. 1, pp. 185-192). Annecy, France: CERMT.
- Van Goozen, S., & Fairchild, G. (2008). How can the study of biological processes help design new interventions for children with severe antisocial behavior? *Development and Psychopathology, 20*, 941-973.
- Vingilis, E. R. (1990). A new look at deterrence. In R. J. Wilson & R. E. Mann (Eds.), *Drinking and Driving: Advances in Research and Prevention* (pp. 99-115): New York Guilford Publications.

- Virkkunen, M. (1985). Urinary free cortisol secretion in habitually violent offenders. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 72(1), 40-44.
- Weinrath, M. (1997). The ignition interlock program for drunk drivers: A multivariate test. *Crime Delinquency*, 43(1), 42-59.
- Wells-Parker, E., Bangert-Drowns, R., McMillen, R., & Williams, M. (1995). Final results from a meta-analysis of remedial interventions with drink/drive offenders. *Addiction*, 90(7), 907-926.
- Williams, D. J., Simmons, P., & Thomas, A. (2000). Predicting DUI recidivism following an alcohol safety action program. *Journal of Offender Rehabilitation*, 32(1), 129-145.
- Wilson, R. J. (1992). Convicted impaired drivers and high-risk drivers: How similar are they? *Journal of Studies on Alcohol*, 53(4), 335-344.
- Woodall, W. G., Kunitz, S. J., Zhao, H., Wheeler, D. R., Westerberg, V., & Davis, J. (2004). The prevention paradox, traffic safety, and driving-while-intoxicated treatment. *American Journal of Preventive Medicine*, 27(2), 106-111.
- Zuckerman, M. (1994). *Behavioral expressions and biosocial bases of sensation seeking*. New York: The Cambridge University, Press.

## Chapitre 2

### La détermination d'un sous-groupe

Pour repousser les limites de la recherche dans le domaine de la conduite avec capacités affaiblies (CCA), cette thèse propose deux potentielles applications d'un mécanisme neurobiologique comme l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien (HHS). Tout d'abord, l'utilité théorique d'ajouter une caractéristique neurobiologique, sous-jacente aux caractéristiques historiquement associées à la répétition des comportements à risque, a été l'objet du premier article. Comme illustré, ce modèle assure la compréhension des fondements des diverses caractéristiques fréquemment impliquées dans l'explication de la trajectoire menant à la récidive de la CCA. En plus de son intérêt théorique, ce modèle génère des hypothèses et une conceptualisation renouvelée de la récidive de la CCA. L'axe HHS fournit, entre autres, un indicateur fort prometteur pour définir un sous-groupe de contrevenants de la CCA récalcitrants aux mesures légales.

La détection de la récidive de la CCA est confrontée à un casse-tête de taille : l'hétérogénéité des caractéristiques des contrevenants (Traffic Injury Research Foundation of Canada, 2010c). L'objectif poursuivi est donc de départager cette hétérogénéité afin de déterminer un sous-groupe présentant un plus grand risque de récidive. Il est d'avis que certains facteurs neurobiologiques peuvent déterminer les personnes à risque de commettre des actes délinquants (van Goozen et coll., 2007). À titre d'exemple, Blaszczynski et Nower (2002) ont établi trois trajectoires menant au jeu pathologique. Les joueurs pathologiques peuvent se catégoriser selon la présence de conditionnement

comportemental, de vulnérabilité émotionnelle ou de tendance antisociale et impulsive. Les joueurs provenant de cette dernière catégorie se différencient, entre autres, par une vulnérabilité biologique associée à l'impulsivité, à la tendance antisociale, à la présence de comportements criminels, à la consommation de substances psychoactives, à la faible tolérance à l'ennui et à une plus grande résistance au traitement (Blaszczynski & Nower, 2002). Bref, un tel modèle du jeu pathologique permet de délimiter la population en sous-groupes homogènes et d'être porteur de nouvelles stratégies d'intervention adaptées aux besoins individuels. De fait, certains domaines prônent la détermination de sous-groupes à l'aide de caractéristiques biologiques (Lahey et coll., 1993).

De ce nombre, la catégorisation de populations à l'aide de l'axe HHS, et plus spécialement du cortisol, a fait l'objet de quelques investigations. La sous-catégorisation selon le niveau de cortisol de garçons (12-14 ans) référés à un programme de déjudiciarisation a permis de clarifier la relation, fréquemment évoquée, entre la testostérone et l'agression (Popma, Vermeiren, et coll., 2007). En effet, le niveau de testostérone est associé positivement à l'agression manifeste (*overt aggression*), chez les garçons manifestant un faible niveau de base du cortisol (moyenne de deux prélèvements) et non chez ceux ayant un niveau de base élevé. Une autre étude a catégorisé un groupe d'enfants (8-13 ans) présentant des troubles de comportements perturbateurs selon leur niveau de base élevé ou faible (c.-à-d. médiane du premier prélèvement salivaire) et leur réactivité élevée ou faible au stress (c.-à-d. la moyenne des cinq prélèvements pendant la situation stressante, est plus faible ou élevée que le premier prélèvement). Les jeunes ayant un faible niveau de base de leur cortisol présentent davantage de troubles du comportement sévères que les jeunes montrant un niveau de base élevé (van de Wiel, van Goozen, Matthys, Snoek, & van Engeland, 2004). Néanmoins, à la suite de leur traitement psychothérapeutique, seule la réactivité au stress a permis de distinguer le groupe ayant une problématique plus sévère. Effectivement, les jeunes réagissant le moins au stress ont davantage de comportements problématiques sévères après le traitement que les jeunes

réagissant davantage au stress. Ainsi, cette étude suggère que le niveau de base est plus utile pour déterminer le sous-groupe manifestant la problématique la plus sévère. Quant à elle, la réactivité au stress anticipe les éventuels résultats négatifs suivant un traitement (van de Wiel et coll., 2004). Somme toute, la catégorisation à l'aide du cortisol a permis de déterminer un sous-groupe ayant un profil problématique de comportements à risque.

Dans un autre ordre d'idées, certaines recherches ont plutôt observé les associations entre les comportements à risque et l'activité du cortisol en sous-catégorisant, cette fois, leur échantillon. Par exemple, Virkkunen (1985) a été l'un des premiers à comparer le niveau de cortisol d'un échantillon d'hommes incarcérés, catégorisé selon l'infraction commise. Concrètement, le groupe de délinquants violents avec tendance antisociale a une activité plus faible de leur cortisol (mesurée sur une période de 24 heures) que les autres sous-groupes (p. ex. incendiaire, personne ayant commis des crimes violents accidentels). Une autre étude, s'intéressant au niveau de base du cortisol chez de jeunes garçons de 10-12 ans, n'a pas réussi à distinguer ceux ayant un père avec diagnostic de trouble lié à la consommation de substances psychoactives de ceux sans diagnostic (Vanyukov et coll., 1993). Toutefois, une analyse exploratoire a précisé le diagnostic du père. Les garçons, dont le père a reçu à la fois un diagnostic de trouble des conduites avant l'âge de 18 ans et de personnalité antisociale lors de l'âge adulte, ont un niveau de base plus faible de leur cortisol comparé aux autres enfants (c.-à-d. diagnostic de trouble des conduites avant l'âge de 18 ans/pas de personnalité antisociale lors de l'âge adulte et aucun diagnostic) (Vanyukov et coll., 1993). Autre exemple, parmi un échantillon de garçons de 12-14 ans en traitement dans un programme de délinquance, ceux ayant des troubles de comportements perturbateurs (*disruptive behavior disorder*) ont une réactivité plus faible de leur cortisol, à la suite d'une situation stressante, qu'un groupe contrôle. Quant à eux, les garçons délinquants sans trouble de comportements perturbateurs ne sont pas significativement différents du groupe contrôle (Popma et coll., 2006). Ces résultats soulignent la nécessité de sous-catégoriser certaines populations selon le type de comportements à risque.

De tels constats ressortent également des recherches s'intéressant à la consommation de substances psychoactives. La comparaison de la réactivité du cortisol de quatre sous-groupes de jeunes de 18-30 ans ayant un historique familial d'alcoolisme ou non et une faible conformité sociale ou non, n'a pas révélé de différence significative. Toutefois, une analyse supplémentaire a comparé les deux extrêmes de risque à l'aide d'un test *t* unilatéral. Le sous-groupe de jeunes à risque élevé d'alcoolisme (c.-à-d. présence d'un historique familial d'alcoolisme et faible conformité sociale) présente une plus faible réactivité de leur cortisol à la suite d'une situation stressante (c.-à-d. présentation orale et tâches mathématiques) que les jeunes à faible risque (Sorocco et coll., 2006). Lorsque la population de consommateurs d'alcool (21-35 ans) est catégorisée en buveur excessif ou léger, on s'aperçoit que les buveurs excessifs ont un niveau de cortisol qui réagit moins à l'administration élevée d'alcool (King et coll., 2006). Les auteurs suggèrent donc que le cortisol pourrait être un marqueur de développement futur de troubles de substances (King et coll., 2006). En ce qui concerne la consommation de cannabis, les étudiants ayant un début précoce de la consommation (9-12 ans) ont un niveau de base de leur cortisol (30 minutes après le réveil) plus faible que les étudiants ayant une consommation tardive (13-14 ans) de cannabis ou aucune consommation (Huizink, Ferdinand, Ormel, & Verhulst, 2006). Une autre étude, datant de quelques années, a quant à elle sous-catégorisé un échantillon d'hommes en désintoxication pour alcool selon leurs comportements de violence envers autrui ou envers eux-mêmes (c.-à-d. tentative de suicide). Le sous-groupe violent avec plusieurs épisodes de violence physique présente un faible niveau de base du cortisol sanguin et une plus forte activation de leur testostérone que les hommes non violents (Bergman & Brismar, 1994). Bref, la sous-catégorisation selon la gravité des troubles de comportements ou de consommation de substances psychoactives permet la détermination d'un sous-groupe ayant une dysfonction de l'activité de leur cortisol.

La catégorisation des populations selon une caractéristique génétique a aussi été examinée. Dans une étude longitudinale, Tikkanen et ses collègues (2011) ont divisé une population de délinquants violents alcooliques non psychotiques selon leur monoamine oxydase (MAO) A. Chez le sous-groupe des contrevenants ayant une forte activité de leur MAO A, le Revised Psychopathy Checklist a prédit significativement les futures condamnations impulsives (p. ex. homicide involontaire, voie de fait) contrairement aux contrevenants manifestant une faible activité de leur MAO A. Selon les auteurs, de tels résultats pourraient s'expliquer par la nature impulsive de la violence commise, par la différence étiologique de la violence impulsive et préméditée ainsi que par l'association entre la MAO A élevée et l'impulsivité (Tikkanen et coll., 2011). Autre exemple, parmi un échantillon de jeunes hommes ayant une faible activité de leur MAO A (c.-à-d. un allèle court), ceux vivant dans un voisinage où il y a une forte saturation d'enfants sont plus agressifs que ceux vivant dans un voisinage présentant une proportion plus faible d'enfants. En contrepartie, les jeunes ayant un allèle long de leur MAO A n'ont pas une agressivité qui varie selon la saturation d'enfants dans leur voisinage. En résumé, leur agressivité n'est pas influencée par les caractéristiques du voisinage (Hart & Marmorstein, 2009).

En quelque sorte, la catégorisation en sous-groupes permet de concentrer les caractéristiques responsables de la répétition de comportements à risque. La précédente section illustre que la faible réactivité du cortisol ne prédit pas seulement les comportements à risque, mais également, elle distingue des sous-groupes à risque (Shirtcliff et coll., 2009). De plus, la sous-catégorisation d'échantillon selon la sévérité de leurs problèmes de conduite permet de mieux définir le profil de la réactivité du cortisol (McBurnett et coll., 2005).

## **Les éléments s'imbriquent**

De prime abord, les associations non significatives ou inconstantes entre les diverses caractéristiques biologiques, psychologiques et sociales auraient pu mener au rejet de ces hypothèses. Néanmoins, la sous-catégorisation de différentes populations manifestant des comportements à risque, à l'aide d'un mécanisme biologique, a révélé des relations fort intéressantes. Ainsi, l'intérêt d'employer une telle stratégie auprès des contrevenants de CCA s'impose de lui-même. La détermination d'un sous-groupe de contrevenants de la CCA avec un mécanisme neurobiologique poursuit l'une des quêtes de la recherche sur les comportements à risque : détecter la minorité de personnes persistant dans leur trajectoire de comportements à risque (Lynam, 1996).

Dans la même lignée que l'article 1, c'est-à-dire la conceptualisation d'un modèle théorique de la répétition des comportements à risque des contrevenants de la CCA, les deux prochains articles visent la démonstration empirique de l'utilité de l'axe HHS pour déterminer un sous-groupe de contrevenants à risque élevé de récurrence. Plus spécifiquement, voici les objectifs et hypothèses de recherche ayant guidé ces deux articles.

## **Objectifs et hypothèses de recherche**

L'objectif général des deux derniers articles de la thèse consiste à détecter un sous-groupe de contrevenants manifestant une faible activité de l'axe HHS associée à un risque de récurrence élevé de CCA. Les sous-groupes se divisent selon la médiane de l'activité du cortisol. Malgré cet objectif commun, deux particularités émergent de ces articles : le

groupe de contrevenants à l'étude et la conceptualisation méthodologique de l'activité du cortisol.

Tout d'abord, l'étude du deuxième article a été réalisée auprès d'un échantillon de récidivistes de la CCA. L'hypothèse émise dans cette étude est que les récidivistes présentant une faible activité de leur axe HHS vont avoir davantage de traits de personnalité désinhibiteurs (c.-à-d. recherche de sensations, impulsivité, tendances antisociales) et de comportements criminels et antisociaux (c.-à-d. infractions routières, arrestations criminelles) que les récidivistes ayant une forte activité. Deux formules recommandées lors de mesures répétées du cortisol sont utilisées : la surface sous la courbe relative au niveau de base et à la réactivité (Pruessner et coll., 2003).

Finalement, l'étude du troisième article a été effectuée auprès des contrevenants primaires de la CCA. Plus précisément, la première hypothèse stipule que les contrevenants primaires présentant une faible réactivité de leur cortisol à la suite d'une situation stressante (c.-à-d. différence entre prélèvement post-stress et prélèvement pré-stress) ont davantage de traits de personnalité désinhibiteurs (c.-à-d. recherche de sensations, impulsivité, tendance antisociale) et de comportements à risque (c.-à-d. comportements routiers à risque, infractions routières, arrestations criminelles, tendances à la consommation d'alcool, de drogues et de nicotine) que les contrevenants présentant une forte réactivité de leur cortisol. Une deuxième hypothèse postule que les contrevenants primaires vont avoir une plus faible activité à chaque prélèvement de leur cortisol et une réactivité plus faible à la suite d'une situation stressante que le groupe contrôle de conducteurs sans condamnation pour CCA. Une dernière analyse explore les traits de personnalité désinhibiteurs et les comportements à risque des participants du groupe contrôle comparés séparément à ceux des contrevenants ayant une faible réactivité de leur cortisol et à ceux des contrevenants ayant une forte réactivité de leur cortisol. Avant la présentation de ces articles, la prochaine section expose la méthode de chacune de ces études.

## Chapitre 3

### Méthode

La trilogie d'articles proposée illustre la chronologie conceptuelle ayant guidé cette thèse. Cette entreprise scientifique a débuté lors de la préparation du projet de thèse (version préliminaire du premier article). Cet exercice théorique a permis l'élaboration de pistes de recherche essentielles aux deux études suivantes. L'étude 1 intitulée « Projet de recherche sur la conduite avec capacités affaiblies (CCA) et le cortisol » (Couture, 2007) a donc mis à l'épreuve des faits certaines hypothèses découlant de cet exercice théorique. Cette étude (c.-à-d. protocole et formulaire de consentement), approuvée par le Comité d'éthique de la recherche de l'Hôpital Douglas, correspond au deuxième article. Quant à elle, l'étude 2 porte le titre suivant « L'évaluation des personnes ayant conduit avec capacités affaiblies : une approche biopsychosociale » et conclut la thèse. Le protocole de recherche et le formulaire de consentement ont été acceptés par le Comité d'éthique de la recherche de l'Hôpital Douglas. Compte tenu du recrutement dans les centres de l'Association des centres de réadaptation en dépendance du Québec (ACRDQ)<sup>6</sup>, l'étude a été approuvée en plus par le Comité d'éthique de la recherche en toxicomanie (CERT). Puisque le premier article de cette thèse est entièrement théorique, il sera uniquement question de la méthodologie de recherche propre aux deux études (c.-à-d. article 2 et 3).

---

<sup>6</sup> Anciennement, la Fédération québécoise des centres de réadaptation pour personnes alcooliques et toxicomanes : FQCRPAT.

# Étude 1

## Participants

L'objectif initial de l'étude est d'approfondir l'investigation effectuée par Couture et ses collègues (2008). Concrètement, les participants ont été recrutés grâce à une sélection aléatoire de 30 récidivistes provenant de l'étude de Brown et ses collègues (2005). En moyenne, ces participants sont âgés de 46,6 ans ( $s = 9,2$ ), ont terminé 11,6 années de scolarité ( $s = 3,0$ ) et ont 3,9 condamnations antérieures pour CCA ( $s = 2,0$ ) (Couture et coll., 2008). Les participants sélectionnés ont reçu les détails de l'étude lors d'un entretien téléphonique. Un rendez-vous a été proposé aux personnes intéressées et admissibles à l'étude (voir section exclusion).

## Inclusion

Pour être admis dans l'étude, les récidivistes doivent avoir été condamnés minimalement deux fois au cours de leur vie pour CCA. Plus précisément, lors de leur participation à l'étude de Brown et ses collègues (2005), les participants devaient avoir reçu une condamnation au cours des cinq dernières années et être âgés minimalement de 18 ans. Ainsi, aucune preuve supplémentaire n'a dû être fournie lors de la présente étude puisque ces informations se retrouvent déjà dans leur dossier de participation.

## Exclusion

De nombreuses précautions méthodologiques doivent être considérées lors de la mesure de l'axe hypothalamo-hypophysio-surrénalien (HHS). Les variations hormonales et la prise de contraceptifs oraux peuvent entre autres l'influencer (Dai, Thavundayil, & Gianoulakis, 2002). Par ailleurs, le cortisol des hommes augmente plus à la suite d'une situation stressante que celui des femmes (Lovallo, Farag, & Vincent, 2010). Outre ces différences biologiques, il faut noter que la trajectoire menant à la répétition de la CCA semble distincte chez les contrevenantes. Contrairement aux hommes, la proportion de femmes conduisant en état d'ébriété a augmenté depuis les dernières décennies (McKay, 2010; Traffic Injury Research Foundation of Canada, 2010c). Pour ces raisons, les femmes n'ont pas été recrutées.

Afin d'assurer que la condition physique n'affecte pas outre mesure la réactivité de l'axe HHS, divers critères ont été observés lors du recrutement téléphonique. Les participants ont été exclus lorsqu'ils : 1) ont débuté au cours des 30 derniers jours ou moins une consommation de médicaments (retardant alors leur rendez-vous), 2) prennent des médicaments pour l'asthme (cortisone), et 3) ont un historique de maladie cardiaque ou d'hypertension artérielle. Finalement, le jour de leur rendez-vous, ils ont été exclus lors d'une alcoolémie positive (c.-à-d. Breathalyzer<sup>®</sup> test > 0,04 % ou 40 mg/dl) ou d'une apparente consommation de drogues. Toutefois, aucun participant n'a été exclu en raison d'une consommation d'alcool ou de drogue.

## Procédures

Afin de suivre les normes utilisées lors d'expérimentations avec le cortisol, différentes mesures ont été employées. Il est reconnu que le taux de cortisol retourne à son niveau de base une heure après l'ingestion de nourriture (Gianoulakis et coll., 2003). De surcroît, la consommation de caféine et de tabac peut altérer la réactivité de l'axe HHS (Cohen, al'Absi, & Collins, 2004; Gianoulakis et coll., 2005; Lovallo, Farag, Vincent, Thomas, & Wilson, 2006). De plus, il est recommandé de faire la collecte du cortisol en début d'après-midi afin de minimiser les effets du cycle circadien sur le niveau de base (Gianoulakis et coll., 2003).

Lors de la prise de leur rendez-vous, les participants ont été informés de ces quelques recommandations. Concrètement, il leur est demandé de manger au moins une heure avant leur rendez-vous. Ils sont avisés qu'ils ne peuvent ni manger, ni fumer, ni boire autre chose que de l'eau pendant la collecte. Afin d'éviter la trop grande consommation d'eau, et ainsi saturer inutilement leur prélèvement, leur bouteille d'eau est enlevée après chaque prélèvement de salive.

Le rendez-vous est fixé à 13 h au Centre de recherche de l'Institut universitaire en santé mentale Douglas, à Verdun (établissement affilié à l'Université McGill). Suivant la lecture et la signature du formulaire de consentement (voir annexe 3), dont ils reçoivent une copie à la fin de la séance, les participants doivent souffler dans l'alcootest. Ensuite, les prélèvements de cortisol salivaire sont recueillis à des intervalles approximatifs de 15 minutes. Pendant la collecte, les participants peuvent lire des magazines sélectionnés pour leur faible stimulation (p. ex., décoration, art). La situation stressante (voir détails ci-dessous) se déroule après le troisième prélèvement salivaire. À la fin de la collecte du cortisol, les questionnaires sont distribués. Tous les questionnaires conduits par l'assistant

de recherche et la situation stressante sont enregistrés. Les participants ont reçu une compensation financière de 40 \$. Pour ceux venant en voiture, un laissez-passer est offert pour le stationnement.

## **Instruments**

Pour cette étude, la sélection d'instruments provient d'un amalgame entre l'étude de Couture et ses collègues (2008) et celle de Brown et ses collègues (2005). Les données provenant de cette dernière étude sont spécifiées en temps et lieu.

### *Informations sociodémographiques*

À des fins descriptives, un questionnaire sociodémographique a regroupé différentes questions provenant de l'*Addiction Severity Index* (ASI) (McLellan, Cacciola, Alterman, Rikoon, & Carise, 2006; McLellan et coll., 1985), du Questionnaire sur les habitudes de vie (Santé Québec, 1998) et de questions ajoutées par l'équipe de recherche. Plus précisément, ce questionnaire sociodémographique, effectué par l'assistant de recherche, a recueilli les informations concernant l'âge, le niveau de scolarité atteint et le nombre de condamnations antérieures pour CCA. Également, le nombre de consommations standards consommées par jour au cours des 90 derniers jours a été considéré comme variable descriptive. Cette information provient du *Timeline Follow-Back procedure* (TLFB). Cet instrument indique la quantité et la fréquence de la consommation d'alcool et de drogues (Sobell & Sobell, 1996a). L'assistant de recherche conduit cette entrevue nécessitant 30 minutes à l'aide d'un programme informatique. Cette procédure a une bonne validité et une bonne fidélité par test-retest (majoritairement  $r > 0,85$ ) (Sobell & Sobell, 1996b).

### *Traits de personnalité désinhibiteurs*

#### **Recherche de sensations**

Le questionnaire autorévéélé *Sensation Seeking Scale form V* (SSS-V) de Zuckerman (1994) est composé de 40 questions et se sous-divise en quatre échelles (durée = cinq minutes). Premièrement, la recherche de sensations fortes et d'aventures évalue la tendance d'une personne à vouloir s'engager dans des activités où certains risques ou dangers physiques sont présents (Exemples d'énoncé : « Il m'arrive souvent de souhaiter être un alpiniste », « Parfois, j'aime faire des choses qui me font un peu peur »). Deuxièmement, la recherche d'expériences mesure le besoin de chercher de nouvelles expériences grâce à des amis peu conventionnels et par les voyages (Exemples d'énoncé : « J'aimerais me faire des ami(e)s parmi les gens de certains groupes artistiques ou alternatifs », « J'aimerais faire un voyage sans avoir planifié d'horaire ou d'itinéraire »). Troisièmement, la susceptibilité à l'ennui est une échelle chiffrant l'aversion d'une personne envers la répétition (Exemples d'énoncé : « J'aime les gens vifs et spirituels même s'il leur arrive d'insulter les autres », « Je n'ai pas de patience avec les personnes ternes ou ennuyeuses »). Quatrièmement, l'échelle de la désinhibition évalue le manque de comportements d'inhibition lors de contextes sociaux (Exemples d'énoncé : « Une personne devrait avoir acquis une très grande expérience sexuelle avant de se marier », « J'aime les rencontres sociales sans retenue, dépourvues d'inhibitions »). Chaque échelle donne un résultat maximal de 10 (Rosenblitt et coll., 2001). Un score total, regroupant l'ensemble de ces échelles, est également disponible (Zuckerman, 1994). La validité convergente avec le *ZKPQ Impulsive Sensation Seeking subscale* suggère des corrélations de 0,49 pour la recherche de sensations fortes et d'aventures, de 0,61 pour la recherche d'expériences, de 0,43 pour la susceptibilité à l'ennui et de 0,51 pour la désinhibition. Les coefficients de cohérence interne des échelles (alpha de Cronbach) sont de 0,80 pour la recherche de sensations fortes et d'aventures, 0,75 pour la recherche d'expériences, 0,76

pour la susceptibilité à l'ennui et 0,80 pour la désinhibition. (Roberti, Storch, & Bravata, 2003). Le score total est utilisé pour cette étude.

## **Impulsivité**

L'un des questionnaires autorévélés ayant fait l'objet du plus grand intérêt pour mesurer l'impulsivité est sans contredit le *Barratt Impulsivity Scale version 11* (BIS-11; Barratt, Stanford, Kent, & Alan, 1997; Patton, Stanford, & Barratt, 1995). Cet instrument composé de 30 questions nécessite une dizaine de minutes à remplir et subdivise l'impulsivité en trois dimensions (Patton et coll., 1995). Premièrement, il y a l'impulsivité attentionnelle qui fait référence à une mauvaise concentration lors de tâches à effectuer et à l'instabilité cognitive (Exemples d'énoncé : « Je ne fais pas attention », « Je réfléchis posément »). Deuxièmement, l'impulsivité motrice correspond à l'action sous l'impulsion du moment et à la persévération (Exemples d'énoncé : « J'agis selon l'inspiration du moment », « Je dépense ou paye à crédit plus que je ne gagne »). Troisièmement, la non-planification renvoie à la faible maîtrise de soi et à la complexité cognitive (Exemples d'énoncé : « Je programme mes voyages longtemps à l'avance », « Réfléchir sur un problème m'ennuie vite ») (Whiteside & Lynam, 2001). Selon le résultat total (c.-à-d. addition des trois dimensions), un résultat situé entre 52 et 71 est dans les limites dites normales de l'impulsivité et un score de 72 et plus suggère une personne très impulsive (Stanford et coll., 2009). Plusieurs analyses confirment les qualités psychométriques de ce questionnaire (Patton et coll., 1995; Stanford et coll., 2009). Le BIS-11 démontre une bonne validité convergente telle qu'illustré par ses corrélations avec une variété de questionnaires autorévélés similaires (Stanford et coll., 2009). La fidélité de ce questionnaire est confirmée par les analyses de cohérence interne (alpha de Cronbach = 0,83) et de fidélité par test-retest (Spearman rho = 0,83). Les participants ont répondu à ce questionnaire dans le cadre d'une précédente étude (Brown et coll., 2005). Seul le résultat total a été inclus dans cette étude.

## Tendances antisociales

Afin d'estimer les symptômes psychologiques, un questionnaire fournissant des informations valides sur les désordres de l'axe I et l'axe II du *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorder- Revision IV* (DSM-IV) a été utilisé (American Psychiatric Association, 1994). Le *Millon Clinical Multiaxial Inventory III* (MCMI-III) est composé de 175 items de type vrai ou faux. Ce questionnaire autorévélateur requiert environ 25 à 30 minutes. Il mesure 14 troubles de la personnalité et 10 syndromes cliniques. Un résultat élevé à ces échelles de troubles de la personnalité se retrouve chez les personnes ayant des attitudes, des pensées, des sentiments et des comportements centraux à la définition de ce trouble (Strack & Millon, 2007). Chaque échelle est transformée selon un taux de base allant de 0 à 115. Un résultat de plus de 75 indique la présence d'un trait et de plus de 85, la présence d'un trouble (Millon, 1994). Pour la vérification de l'hypothèse de recherche, seule l'échelle antisociale est employée. Diverses recherches appuient empiriquement la validité et la fidélité de ces échelles, et ce, autant auprès de populations générales que cliniques (Strack & Millon, 2007). À titre d'exemple, 61 % des patients identifiés par le clinicien comme ayant une tendance antisociale ont été identifiés comme tels par l'échelle antisociale (sensibilité)<sup>7</sup>. La cohérence interne de l'échelle antisociale est de 0,77 (alpha de Cronbach) et la fidélité par test-retest de 0,93 (Millon, 1994). Les données de ce questionnaire proviennent de l'étude de Brown et ses collègues (2005).

---

<sup>7</sup> Lors de l'utilisation d'instrument, la validation discriminante d'un test détermine les vrais positifs et les vrais négatifs ainsi que les faux positifs et les faux négatifs. Concrètement, il est question de la sensibilité (p. ex. identifier les vrais consommateurs de drogues) et de la spécificité (p. ex. identifier correctement les non-consommateurs de drogue) du test (Yudko, Lozhkina, & Fouts, 2007).

Une section de l'ASI a été intégrée au questionnaire sociodémographique. Cette entrevue semi-structurée multidimensionnelle s'intéresse à la consommation de substances psychoactives, aux problèmes de santé et aux problèmes sociaux des consommateurs problématiques (McLellan et coll., 2006). L'ASI comporte sept sphères ayant démontré une validité convergente, prédictive et discriminante et de la fidélité par test-retest (McLellan et coll., 2006). Dans le cadre de cette étude, seuls les comportements délinquants de la section judiciaire ont été considérés (temps moyen requis = huit minutes). Plus précisément, le nombre total d'infractions routières (p. ex. vitesse, conduite sans permis) et d'arrestations criminelles (p. ex. fraude, vol) reçues depuis l'âge de 18 ans ont été étudiées.

## **La mesure du cortisol**

Pour les études 1 et 2, le cortisol est prélevé dans la salive. Concrètement, les participants imbibent pendant une quarantaine de secondes un petit rouleau de coton absorbant (c.-à-d. Salivette®) de leur salive, qu'ils remettent ensuite dans un tube de plastique<sup>8</sup>. Ces prélèvements sont réfrigérés au fur et à mesure et à la fin de la journée, ils sont entreposés à -20 °C dans un congélateur. Ensuite, les prélèvements sont centrifugés et analysés par radioimmunoessai grâce à l'ensemble d'analyse AMERLEX<sup>9</sup>. Le coefficient de variation intra-essai et inter-essai est de 4,3 % et 7,7 % respectivement. La sensibilité est de 0,1 µg/100 ml. Le cortisol est présenté sous la forme µg cortisol/100 ml salive. Lors de leur rendez-vous, huit prélèvements sont recueillis à des intervalles approximatifs de 15 minutes. En fait, seul le septième prélèvement est pris 30 minutes après le sixième.

---

<sup>8</sup> Sarstedt, St-Laurent, Québec, Canada.

<sup>9</sup> Catalogue numéro 8758401; Ortho-Clinical Diagnostics, Inc. Rochester New York.

## Situation stressante

La situation stressante consiste en une série de tâches mathématiques. Lors du début de la situation, les participants sont prévenus que l'assistant de recherche enregistre les tâches. De la sorte, l'assistant s'assure de pouvoir noter adéquatement toutes les réponses. Également, ils sont informés qu'ils doivent calculer mentalement et répondre à voix haute sous la pression du temps (à l'aide d'un chronomètre). Pour familiariser les participants aux modalités de la situation stressante, un exemple est fourni. Ensuite, les cinq tâches mathématiques, nécessitant une ou deux minutes, s'enchaînent pendant une dizaine de minutes. Par exemple, la deuxième tâche va comme suit:

« Vous devez **additionner** les trois chiffres du nombre 475 ( $4 + 7 + 5$ ) et ensuite, **soustraire** cette somme du chiffre de départ pour obtenir un nouveau nombre de trois chiffres. Vous devez me dire cette réponse à voix haute et ensuite, recommencer la procédure avec ce nouveau nombre jusqu'à ce que le 60 secondes soit écoulé ». « Allez-y avec 475 »

Afin d'accroître la motivation des participants, une prime est accordée aux participants ayant obtenu le meilleur résultat à la tâche. Précisément, une somme de 60 \$ est accordée au participant ayant obtenu le meilleur résultat parmi un groupe de 10 personnes. Lors de la signature du formulaire de consentement, les participants doivent aviser s'ils veulent connaître le résultat du concours. Cette procédure a été employée précédemment par d'autres équipes de recherche (Dai et coll., 2002; Matthews, Rakaczky, Stoney, & Manuck, 1987).

## **Analyses statistiques**

Cette étude explore l'utilité de l'axe HHS dans la détermination d'un sous-groupe de récidivistes ayant des traits de personnalité désinhibiteurs et des comportements criminels et antisociaux. L'opérationnalisation de la variable du cortisol se fonde sur les recommandations d'experts provenant du domaine de la neurobiologie. Ainsi, les formules de la surface sous la courbe relative au niveau de base et à la réactivité sont priorisées (Pruessner et coll., 2003).

Pour cette étude, les médianes de la surface sous la courbe relative au niveau de base et de la surface sous la courbe relative à la réactivité ont permis de classer les récidivistes en deux groupes : ceux ayant une activité forte (c.-à-d. surface sous la courbe relative au niveau de base élevée et surface sous la courbe relative à la réactivité élevée) ou faible (c.-à-d. surface sous la courbe relative au niveau de base faible et surface sous la courbe relative à la réactivité faible) de leur cortisol. Pour pallier la taille restreinte de l'échantillon et la distribution asymétrique des comportements criminels et antisociaux, des analyses non paramétriques ont été favorisées. Plus précisément, le test Mann-Whitney *U* a été utilisé pour la comparaison des groupes. Les alphas ont été fixés à 0,05 pour toutes les analyses individuelles. SPSS® 18.0 est le logiciel statistique employé dans cette étude.

## **Étude 2**

Toujours dans l'optique de détecter un sous-groupe de contrevenants de la CCA, reconnu pour sa panoplie de comportements à risque et de traits de personnalité

désinhibiteurs associés à un profil de récurrence, la deuxième étude s'intéresse au groupe des contrevenants primaires.

## Participants

Cette étude correspond au premier temps de mesure d'une étude longitudinale qui s'intéresse à la compréhension multidimensionnelle de la trajectoire menant à la répétition des comportements à risque des contrevenants primaires de la CCA. Il y a eu quelques modifications, certaines minimales, d'autres majeures, apportées au protocole de départ. Le principal changement consiste en la fusion avec un autre projet, un an et demi après son début. En effet, le Programme de recherche sur les addictions a obtenu une nouvelle subvention de recherche. Puisque cette étude vise aussi le recrutement de contrevenants primaires (hommes et femmes) et d'un groupe contrôle, les deux protocoles ont été fusionnés. Par souci de spécificité, il est question de la première et deuxième phase de l'étude.

En guise de comparaison, un groupe contrôle d'hommes n'ayant jamais été condamné pour CCA a été recruté. Peu importe la phase de l'étude, les participants du groupe contrôle ont été recrutés par les annonces publiées dans les journaux (p. ex. Voir, Hour, 24 heures, etc.) et par le bouche-à-oreille<sup>10</sup>. Les participants intéressés ont téléphoné

---

<sup>10</sup> Au final, 119 participants ont été recrutés par la lettre d'invitation donnée par l'ACRDQ, 56 par les annonces dans les journaux, sept par le bouche-à-oreille, trois par les Centres Lebeau Vitres d'autos<sup>MD</sup>, trois par les annonces affichées dans les centres de l'ACRDQ et un sur le site internet du Douglas. La source de recrutement de quatre participants n'a pas été définie.

au Centre de recherche de l'Institut universitaire en santé mentale Douglas où les critères d'inclusion et d'exclusion ont été vérifiés et l'étude expliquée.

En ce qui concerne les contrevenants primaires, lors de la première phase de l'étude, ils ont été recrutés à l'aide d'affiches et de lettres informatives expliquant le projet de recherche déposées dans six centres de l'ACRDQ (c.-à-d. Centre le Tremplin, Pavillon Foster, Centre Le Maillon, Centre Dollard-Cormier, Centre André-Boudreau, Centre Le Virage) et dans trois centres Lebeau Vitres d'autos<sup>MD</sup> (c.-à-d. Montréal, Brossard, Laval). Ces centres sont tous situés dans la région métropolitaine de Montréal. L'ACRDQ, mandatée par la Société de l'assurance automobile Québec (SAAQ), est l'organisme responsable de l'évaluation des conducteurs condamnés pour CCA. Ensuite, l'ACRDQ statue sur le risque élevé ou faible de récidive du contrevenant. Quant à eux, les centres Lebeau sont responsables de l'installation et l'entretien des alcootests dans les véhicules. Finalement, depuis le début de l'étude, des annonces (voir dernière version, annexe 4) ont été sporadiquement publiées, au besoin, dans des journaux locaux. Une telle stratégie a permis d'améliorer la représentativité de l'échantillon et d'accroître le recrutement. En effet, un grand nombre d'études recrutent les contrevenants lors de leur évaluation administrative et ne considèrent pas la proportion de contrevenants ne participant pas aux programmes pour l'obtention d'un nouveau permis de conduire (Brown et coll., 2008).

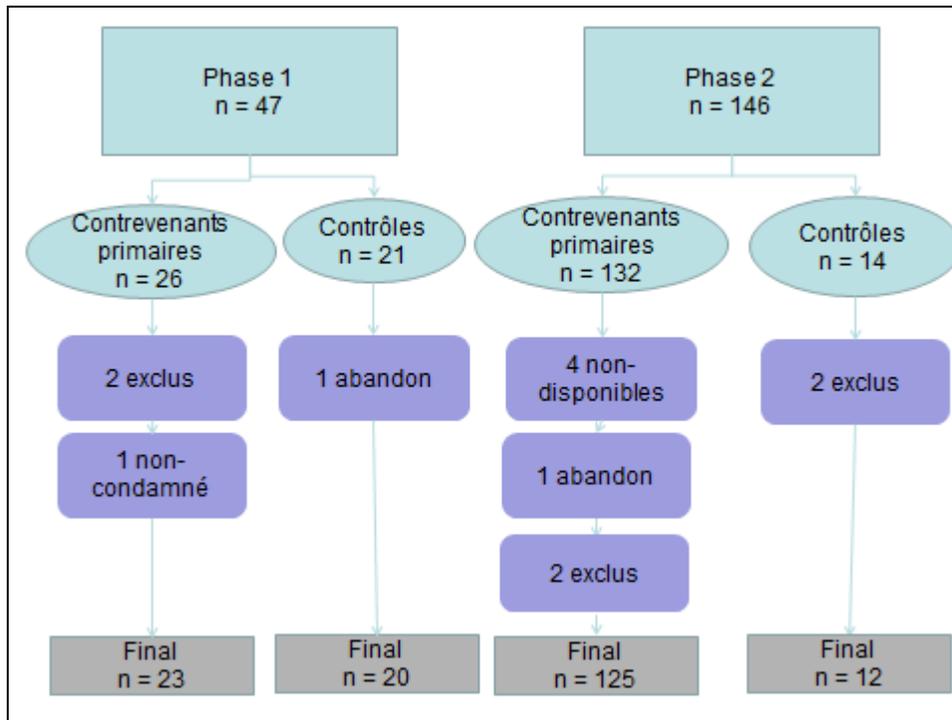
En cours d'étude, les chercheurs du projet ont dû s'intéresser au faible recrutement des contrevenants. Cette période a coïncidé avec l'attribution de la nouvelle subvention. Heureusement, lors de la deuxième phase de l'étude, l'ACRDQ a décidé de contribuer plus activement au recrutement des participants. Concrètement, l'ACRDQ a envoyé la lettre d'invitation (voir dernière version, annexe 4) à tous les conducteurs évalués dans leurs centres. Cette lettre d'invitation s'est donc retrouvée avec les documents, reçus par la poste, mentionnant le résultat de l'expertise (c.-à-d. favorable ou défavorable) et les démarches à

suivre pour l'obtention d'un nouveau permis de conduire. L'indépendance entre l'ACRDQ et le Programme de recherche sur les addictions a été clairement spécifiée.

Un total de 158 contrevenants primaires et de 35 participants du groupe contrôle ont été rencontrés lors d'une première séance au Centre de recherche de l'Institut universitaire en santé mentale Douglas. Cette étude ne prend en considération que la séance avec situation stressante. Ainsi, de ce total, il faut retrancher les participants n'ayant pas effectué leur séance avec situation stressante (c.-à-d. exclus, non disponibles) ou ayant été exclus à la fin lors de l'analyse des données (p. ex. finalement un verdict de non-culpabilité, protocole anormal). Finalement, les données de 148 contrevenants primaires et de 32 participants du groupe contrôle sont analysées<sup>11</sup>. La figure 1 illustre les détails de l'échantillonnage, lors de la séance avec situation stressante, selon les deux phases de recrutement.

---

<sup>11</sup> En ce qui concerne la séance repos, 148 contrevenants primaires et 33 participants du groupe contrôle ont complété la procédure.



**Figure 1 : Détails du recrutement lors de la situation stressante : les deux phases de l'étude.**

## Inclusion

Dans cette étude, un contrevenant primaire de la CCA est considéré selon les critères de la SAAQ, c'est-à-dire une personne condamnée pour la première fois au cours des dix dernières années. Plus spécifiquement, cette étude s'intéresse aux contrevenants nouvellement condamnés. De la sorte, les participants doivent avoir été condamnés pour CCA au cours de la dernière année. La période de temps entre la date de condamnation et la date de participation est en moyenne de 11 mois. Toutefois, pour améliorer le recrutement, un maximum de 23 mois a été accepté. Également, certains participants ont été acceptés sans avoir été condamnés. Leur statut de condamnation a été confirmé ultérieurement lors de leur rencontre de suivi au Centre de recherche. Le contrôle de cette période est important

puisque la récidive a généralement lieu un an après la première condamnation (Fell, 1995). Il est donc hasardeux, pour l'hétérogénéité de l'échantillon, d'avoir à la fois des contrevenants condamnés il y a plusieurs années et de nouveaux arrivés dans les registres de la sécurité routière. De plus, aucune arrestation subséquente pour CCA (c.-à-d. ne pas être en attente de procès) ne doit être inscrite à leur dossier de conducteur. Lors de leur première séance, les contrevenants primaires doivent obligatoirement apporter un document (p. ex. dossier de la SAAQ, document de la Cour) indiquant la date de leur seule et unique condamnation au cours des dix dernières années. Lors de la signature du formulaire de consentement, ils doivent également consentir à fournir l'autorisation d'obtenir leur dossier à la SAAQ. De surcroît, les participants doivent être âgés de 18 à 44 ans, période critique pour la récidive (Hingson & Winter, 2003; Santé Canada, 2004). Cette information est vérifiée avec leur carte d'assurance maladie ou leur permis de conduire (si non révoqué).

En ce qui concerne les participants du groupe contrôle, ceux-ci diffèrent par une absence d'arrestation ou de condamnation pour CCA au cours de leur vie. Par ailleurs, lors du recrutement téléphonique, les participants mentionnant candidement leur conduite répétée en état d'ébriété n'ont pas été acceptés. Pour prouver leur statut, ils doivent accepter de fournir l'historique de leur permis de conduire. En conséquence, lors de leur premier rendez-vous, ils remplissent une autorisation pour obtenir des renseignements personnels à la SAAQ. Les participants doivent pareillement être âgés de 18 à 44 ans et avoir un permis de conduire valide. Ces critères sont confirmés par la présentation de leur permis de conduire. Finalement, tous les participants doivent signer l'autorisation d'accéder à leur dossier de conduite à la SAAQ pour la période couvrant les années 2002 à 2016.

## Exclusion

Encore une fois, pour les raisons énumérées précédemment, les femmes n'ont pas été recrutées dans cette étude. En ce qui concerne la détermination de la condition physique, quelques améliorations et critères d'exclusion ont été ajoutés. Lors du recrutement téléphonique, les participants sont automatiquement exclus s'ils sont traités pour insuffisance cardiaque (p. ex. cœur trop faible, essoufflé), insuffisance respiratoire (p. ex. poumons malades, essoufflement, emphysème), angine de poitrine (p. ex. douleur à la poitrine à l'effort) ou s'ils ont fait une crise cardiaque durant l'année précédente. De plus, s'ils ont commencé une nouvelle prescription de médicament au cours des 30 derniers jours, le médecin licencié de l'équipe est consulté afin de s'assurer que cette médication n'altère pas la réactivité de l'axe HHS. Bref, on ne retarde pas systématiquement leur rendez-vous, comme lors de l'étude 1. Les assistants de recherche s'assurent également que les participants ont minimalement terminé leur sixième année du primaire (anglais ou français).

Lors de leurs trois présences au Centre de recherche, les participants doivent souffler dans l'alcootest. Dans cette étude, les participants ayant une alcoolémie supérieure à 0,01 % ou 10 mg/dl lors de la séance d'évaluation (c.-à-d. questionnaires et entrevues) ne sont pas autorisés à poursuivre. Lors des séances expérimentales (c.-à-d. collecte du cortisol), seule une infime trace d'alcool (c.-à-d. 0,001 % ou 1 mg/dl) est tolérée. Si l'alcoolémie est positive ou si les participants semblent sous l'influence de drogues, leur rendez-vous est reporté.

Finalement, les participants rencontrent à chaque fois l'infirmier. Celui-ci mesure leurs signes vitaux et leur pose quelques questions sur leur état de santé. Lors de leur

première visite au Centre de recherche, le risque de sevrage à l'alcool est estimé par le questionnaire *Clinical Institute Withdrawal Assessment for Alcohol Scale* (CIWA-Ar; Sullivan, Sykora, Schneiderman, Naranjo, & Sellers, 1989). Dans le cas où le participant a une haute pression sanguine et un résultat élevé au CIWA-Ar (c.-à-d. score de neuf ou plus), le médecin est appelé pour effectuer un examen physique approfondi. Selon son investigation, il peut décider d'exclure le participant.

## **Procédures**

Par souci d'économie, les contrevenants primaires et les participants du groupe contrôle de la première phase de l'étude n'ont pas suivi les mêmes procédures. Concrètement, les contrevenants primaires se sont toujours présentés au Centre de recherche à trois reprises : lors d'une séance d'évaluation, où il y a la passation des questionnaires et lors de deux séances expérimentales, où il y a le prélèvement du cortisol. Toutefois, lors de la deuxième phase, quelques questionnaires ont été ajoutés et la rencontre de suivi n'est plus une entrevue téléphonique, mais une entrevue se déroulant en personne au Centre de recherche.

Les différences majeures se retrouvent surtout dans la procédure suivie par les participants du groupe contrôle. Lors de la première phase, ils ne sont venus qu'aux deux séances expérimentales. Quelques questionnaires triés sur le volet ont été distribués à la fin de la dernière rencontre. Néanmoins, lors de la deuxième phase de l'étude, les participants du groupe contrôle ont suivi exactement la même procédure que les contrevenants primaires. Somme toute, cette fusion avec la nouvelle étude a engendré quelques données manquantes chez les participants du groupe contrôle recrutés lors de la première phase ( $n = 20$ ). Puisque les participants reviennent chaque année pendant trois ans pour une étude de

suivi, la moitié des données ont pu être récupérées (voir détails section Analyse des données).

Pour contrebalancer ces changements, une augmentation de la compensation financière a été proposée. Ainsi, lors de la première phase, les participants de groupe contrôle ont reçu 80 \$ et lors de la deuxième, 200 \$. Quant à eux, les contrevenants primaires ont obtenu au départ 120 \$ pour finalement recevoir 200 \$. Un volet complémentaire a été proposé aux participants venus lors de la première phase. Seulement six contrevenants primaires sont revenus au Centre de recherche pour compléter ce volet. Également, les participants vivant à plus de 50 km du Centre de recherche ont reçu une compensation financière pour le transport<sup>12</sup>. Finalement, les participants venant à leur rendez-vous en voiture ont reçu un laissez-passer pour le stationnement, et ce, à chaque rencontre. Pour les prochaines sections, les procédures de la dernière phase de l'étude sont énoncées.

## **Séance d'évaluation**

Lors de la première séance, dite séance d'évaluation, les participants doivent se présenter à 8 h 30. À leur arrivée, l'assistant de recherche lit le formulaire de consentement avec le participant et celui-ci le signe s'il en accepte les conditions. Le participant est

---

<sup>12</sup> On retranche 50 km de la distance totale entre leur ville de résidence et Montréal-Verdun (site Transports Québec : <http://www.quebec511.gouv.qc.ca/fr/distances/index1.asp>). Ensuite, on donne une compensation financière de 0,15 \$ par kilomètre parcouru.

informé qu'il aura une copie du formulaire (voir dernière version, annexe 5)<sup>13</sup>. Les participants doivent ensuite souffler dans l'alcootest afin de vérifier leur alcoolémie. Subséquemment, les participants doivent répondre à quelques questions posées par le personnel infirmier sur leur état de santé et s'il y a lieu (voir section exclusion), le médecin licencié de l'équipe effectue un examen physique sommaire du cou, du cœur, des poumons, de l'abdomen et des réflexes pour vérifier que le participant est en mesure de participer à l'étude. À la suite de ces diverses précautions, les participants se soumettent à un prélèvement sanguin, à un test d'urine et doivent répondre à plusieurs questionnaires et tests neuropsychologiques. Des pauses-café et un dîner ponctuent la journée qui se termine vers 16 h.

## **Randomisation**

À la suite de la séance d'évaluation, les participants sont randomisés pour le déroulement des deux prochaines séances expérimentales. En effet, lors de l'une des séances expérimentales, les participants sont confrontés à la situation stressante qui est une tâche mathématique (voir ci-dessous), et lors de l'autre, ils sont en période de repos. La randomisation permet d'assurer que l'ordre de passation des deux séances expérimentales n'affecte pas la réactivité de l'axe HHS. Le choix de la tâche mathématique ou de la séance de repos a été randomisé à l'aide du protocole obtenu par l'équipe du Projet Match (1993). Les variables utilisées pour la randomisation sont l'âge et le nombre d'infractions majeures au code de la route.

---

<sup>13</sup> Il faut rappeler que certains participants ont collaboré à deux études. Ainsi, certaines divergences peuvent resurgir dans la thèse. La lecture des deux formulaires permet de réconcilier les informations (p. ex. compensation financière, temps requis).

## Séances expérimentales

Lors du recrutement téléphonique, les participants ont reçu des consignes pour minimiser l'activation de leur axe HHS. Premièrement, ils sont informés de ne pas consommer de café le matin des séances expérimentales. Également, ils apprennent qu'ils ne peuvent pas fumer après le lunch, et ce, jusqu'à la fin de la collecte du cortisol. Par ailleurs, il leur est demandé de ne pas consommer d'alcool après l'heure du souper la veille de leurs rendez-vous pour éviter les traces de consommation lors du rendez-vous à 11 h.

Comme illustrée dans le tableau 1, lors des deux séances expérimentales, la procédure est sensiblement la même à l'exception de la tâche mathématique, qui est réalisée lors d'une seule séance. C'est la randomisation préalablement effectuée qui détermine le déroulement de la séance. Dans tous les cas, lors de l'arrivée des participants, l'alcoolémie est vérifiée et ceux ayant un taux de plus de 0,001 % sont invités à prendre un rendez-vous ultérieurement. Deux contrevenants primaires présentant une alcoolémie positive lors de leur séance avec situation stressante ont dû reprendre un rendez-vous. Ensuite, l'infirmier prend les signes vitaux et la pression sanguine des participants et ainsi, assure la poursuite de la procédure.

**Tableau I : Description de la procédure pour les séances expérimentales**

<b>Durée de la tâche</b>	<b>Tâches</b>
10 minutes	Arrivée à 11 h : alcootest, signes vitaux, installation
20 minutes	Lunch standard Cigarette (si fumeur)
Lunch + 1 h 30	Salivette® n° 1
S1 + 15 minutes	Salivette® n° 2
S2 + 15 minutes	Salivette® n° 3
Tout de suite après S3 selon la randomisation : <b>1- Séance avec situation stressante:</b> tâche mathématique OU <b>2- Séance de repos</b>	
S3 + 15 minutes	Salivette® n° 4
S4 + 15 minutes	Salivette® n° 5
S5 + 15 minutes	Salivette® n° 6
S6 + 15 minutes	Salivette® n° 7
S7 + 15 minutes	Salivette® n° 8
S8 + 15 minutes	Salivette® n° 9 Collation Départ (paiement si dernière séance)

Les efforts de standardisation se poursuivent tout au long du protocole. À la suite de la rencontre avec l'infirmier, les participants reçoivent un lunch qui consiste en un sandwich, une salade de fruits, des biscuits, une barre tendre, du jus, ou de l'eau. Après ce

léger repas, ils sont informés qu'ils ne peuvent plus manger avant la fin de la séance. Après le lunch et la cigarette (s'il y a lieu), les participants doivent se reposer pendant une heure et demie. Ce délai, suivant la dernière cigarette et le dîner, assure que l'activité de l'axe HHS est revenue au niveau de base avant le début du prélèvement salivaire. Pour le reste de la séance, les participants sont autorisés à boire uniquement de l'eau. Toutefois, leur bouteille d'eau est retirée du local au moins cinq minutes avant chaque prélèvement de cortisol. Pendant cette période de repos, ils peuvent visionner un film choisi par l'équipe de recherche (c.-à-d. séance avec situation stressante = *La Planète blanche*; séance de repos = *Le peuple migrateur*). De plus, tout au long de la séance, ils ont uniquement accès à des revues sélectionnées. On les avise qu'ils ne peuvent conserver dans la salle leur lecture personnelle ni leur téléphone cellulaire. Leurs effets personnels sont rangés dans une armoire fermée à clé. Le fait de choisir les mêmes stimulations pour tous les participants favorise une meilleure standardisation des résultats. Après cette période de repos débute le prélèvement du cortisol.

Lors de la dernière séance expérimentale, l'assistant de recherche remet la compensation financière pour cette étude. Pour conclure leur participation, l'assistant explique l'objectif des deux journées de séances expérimentales. Plus spécifiquement, il mentionne que la tâche mathématique est, en fait, une situation stressante.

## **Instruments**

Aux fins de cette étude, une sélection a été effectuée parmi la batterie de tests et de questionnaires disponible. Les entrevues guidées par l'assistant de recherche sont enregistrées en format numérique et sauvegardées sur l'ordinateur de la coordonnatrice de l'étude. Ces enregistrements sont effacés un an après la fin de l'étude.

### *Informations sociodémographiques*

Afin de tracer le tableau de la population à l'étude, des informations concernant l'âge, le niveau de scolarité atteint, le revenu et le nombre de kilomètres conduits au cours de la dernière année ont été recueillies. Ces questions sociodémographiques proviennent de l'ASI (McLellan et coll., 2006; McLellan et coll., 1985), du *Composite International Diagnostic Interview* (CIDI) version 2.1. (World Health Organization, 1997) et de questions rédigées par l'équipe de recherche.

### *Traits de personnalité désinhibiteurs*

#### **Recherche de sensations**

Le SSS-V (Zuckerman, 1994) a également été rempli par les participants de cette étude. Les données des quatre échelles ont été considérées.

#### **Impulsivité**

Les trois échelles du BIS-11 (c.-à-d. impulsivité attentionnelle, impulsivité motrice, non-planification) ont été choisies dans cette étude (Barratt et coll., 1997; Patton et coll., 1995).

#### **Tendances antisociales**

Encore une fois, le MCMI-III est employé dans cette étude. Pour la vérification des hypothèses de recherche, l'échelle antisociale est utilisée.

### **Comportements routiers et délinquants**

Parmi l'ensemble des questionnaires, les participants ont répondu à l'échelle F du *Questionnaire Analyse des Comportements Routiers* (ACR version e) (Bergeron & Joly, 1997). Une question portant sur l'usage du téléphone cellulaire lors de la conduite automobile a été ajoutée. Concrètement, les participants doivent spécifier la fréquence des 19 mises en situation au cours de leur dernière année de conduite. Si le participant n'a pas conduit au cours des 12 derniers mois précédant leur rendez-vous, ils doivent répondre en se référant à leur dernière année de conduite. Par exemple, ils doivent indiquer s'ils ont dépassé d'autres véhicules, conduit dans un état de grande fatigue, pris volontairement des risques en conduisant, conduit malgré des conditions atmosphériques défavorables, etc. Cet inventaire de comportements routiers requiert environ cinq minutes à compléter. Une valeur allant d'un à sept est attribuée selon la gradation de l'échelle de Likert, et ce, pour chacune des mises en situation. La somme de ces valeurs constitue la variable comportements routiers. Ainsi, plus le résultat est élevé, plus il y a eu une variété de comportements routiers à risque au cours de la dernière année de conduite. Pour mesurer la présence de comportements délinquants, le nombre d'infractions routières et d'arrestations criminelles reçues depuis l'âge de 18 ans a encore été extrait de l'entrevue ASI.

### **Consommation de substances psychoactives**

Afin de couvrir les diverses dimensions associées à la consommation de substances psychoactives, huit questionnaires ont été remplis. Tout d'abord, la propension à la dépendance (*propensity toward addictive disorder*) a été mesurée par l'échelle *MacAndrew Alcoholism Scale- Revised* (MAC-R) du *Minnesota Multiphasic Personality Inventory-2* (MMPI-2). Cette échelle évalue les traits de personnalité associés à l'abus d'alcool sans aborder directement la consommation d'alcool (Craig, 2005). Ce questionnaire autorévéle,

nécessitant une dizaine de minutes, contient 49 items de type vrai ou faux. Selon le score total, il est possible de conclure :

Score de 23 et moins = ne suggère pas une propension à la dépendance;

Score de 24-27 = suggère une propension à la dépendance;

Score de 28 et plus = indique une propension à la dépendance (Butcher et coll., 2001; Lapham et coll., 1995).

Une revue de la littérature estime la sensibilité du MAC-R à 0,70 et la spécificité à 0,74 (Craig, 2005). Auprès d'un échantillon d'hommes, la fidélité par test-retest est de  $r = 0,63$  et la cohérence interne de 0,56 (alpha de Cronbach) (Butcher et coll., 2001).

L'entrevue structurée CIDI version 2.1. (World Health Organization, 1997) a permis d'établir la présence d'un diagnostic d'abus ou de dépendance de l'alcool au cours des 12 derniers mois et à vie. Également, l'âge à partir duquel l'abus ou la dépendance de l'alcool débute est recueilli. Le CIDI se base sur les critères du DSM-IV de l'*American Psychiatric Association* et de la 10<sup>e</sup> version du *World Health Organization International Classification of Diseases* (ICD-10). Cette entrevue est conduite par l'assistant de recherche et nécessite environ 25 minutes. Les qualités psychométriques du CIDI ont été maintes fois analysées, et ce, dans plusieurs pays et langues. La fidélité intercorrecteurs, la fidélité par test-retest et la validité ont entre autres été confirmées (Andrews & Peters, 1998).

Un questionnaire conçu spécifiquement pour la détection des consommateurs problématiques d'alcool auprès de la population des contrevenants de la CCA a été utilisé (Snow & Wells-Parker, 2001). Le *Mortimer-Filkins Questionnaire* (MFQ) est composé de

58 questions et requiert environ 10 minutes<sup>14</sup>. L'une des particularités de ce questionnaire autorévéle est la présence d'énoncés vérifiant indirectement les problèmes liés à l'alcool (Snow & Wells-Parker, 2001). Le MFQ se subdivise en deux échelles : une reliée à la consommation problématique d'alcool et une reliée aux tendances névrotiques. Les scores de ces échelles s'obtiennent à l'aide de deux clés de correction. Le résultat total du MFQ correspond à la première clé multipliée par deux où l'on retranche le résultat de la deuxième clé (Lower, Mortimer, & Filkins, 1971). Selon le résultat total, il est possible de diviser la population des contrevenants de la CCA selon trois catégories de consommateur :

Score de 11 ou moins = buveur mondain (*social drinker*);

Score de 12-15 = buveur présumé (*presumptive problem drinker*);

Score de 16 et plus = buveur (*problem drinker*) (Filkins, Mortimer, Post, & Chapman, 1973).

La valeur seuil de 16 produit un taux d'erreur de faux-négatif de 26,8 % et de faux-positif de 58,3 % (Anderson, Snow, & Wells-Parker, 2000). La cohérence interne de l'échelle de la consommation problématique d'alcool (0,73), de l'échelle de tendances névrotiques (0,82) et du résultat total (0,83) est significative. La fidélité par test-retest se situe entre 0,75 et 0,81 (Webb, Redman, Henrikus, & Sanson-Fisher, 1992).

Le questionnaire autorévéle *Alcohol Use Disorders Identification Test* (AUDIT) estime la consommation d'alcool récente, les symptômes de dépendance et les problèmes associés (Babor, Higgins-Biddle, Saunders, & Monteiro, 2001). Une version informatisée de ce questionnaire de 10 questions a été complétée (durée d'environ cinq minutes). Un score de huit et plus suggère une consommation d'alcool nocive et dangereuse et probablement, une dépendance de l'alcool au cours des 12 derniers mois (Babor et coll., 2001). De nombreuses recherches se sont intéressées aux propriétés psychométriques de

---

<sup>14</sup> La version originale du MFQ inclut une version questionnaire et entrevue. Seule la version questionnaire a été considérée dans cette étude.

l'AUDIT. La validité convergente de l'AUDIT avec le *Michigan Alcoholism Screening Test* (MAST) est de  $r = 0.61$  et avec des critères du DSM-IV de  $r = 0,43$  (Conley, 2001). Pareillement, la fidélité par test-retest (0,87-0,95) et la cohérence interne (0,75-0,97) sont fort acceptables (Reinert & Allen, 2007).

Le questionnaire autorévéle MAST a également été effectué. La version informatisée de ces 24 questions a nécessité près de cinq minutes à compléter. Le MAST considère les problèmes médicaux, interpersonnels et légaux associés à la consommation d'alcool (Conley, 2001). Un résultat de moins de trois indique l'absence de problème de consommation d'alcool, un résultat de trois ou quatre suggère un problème et un résultat de cinq ou plus indique la présence d'alcoolisme (Lapham et coll., 1995). L'analyse des propriétés psychométriques du MAST est satisfaisante. Auprès de récidivistes de la CCA, la validité convergente varie entre 0,60-0,61 selon la corrélation avec l'AUDIT ou les critères du DSM-IV. De plus, la cohérence interne a un coefficient alpha de 0,86 (Conley, 2001).

La consommation de drogues a été établie à l'aide du *Drug Abuse Screening Test-20* (DAST-20) (Skinner, 1982). Ce questionnaire autorévéle, sous format informatisé, est composé de 20 questions de type vrai ou faux. Il mesure les problèmes reliés à la consommation abusive de drogues au cours des 12 derniers mois. Il faut environ cinq minutes pour remplir le questionnaire. Un score de cinq ou plus suggère la présence d'un trouble de consommation de drogues (Lapham et coll., 1995). Une revue de la littérature suggère une sensibilité allant de 74 % à 89 % (selon une valeur seuil allant de cinq ou six à deux ou trois) et une spécificité allant de 68 % à 83 % (selon une valeur seuil allant de deux ou trois à cinq ou six). Quant à elle, la cohérence interne s'estime entre 0,74-0,95 et la fidélité par test-retest à 0,78 (Yudko et coll., 2007).

Pour quantifier la consommation d'alcool et de drogues, le calendrier du TLFB est complété. Les variables du nombre de consommations standards d'alcool par jour et du nombre de jours où la consommation est à risque (c.-à-d. plus de cinq consommations standards par occasion) sont utilisées. Plus précisément, la consommation des trois derniers mois est sondée.

En ce qui concerne la consommation de nicotine, la Section tabac du *Questionnaire sur les habitudes de vie* est effectuée (Santé Québec, 1998). Plus précisément, le nombre de cigarettes fumées par jour est recueilli.

### *Désirabilité sociale*

Le questionnaire autorévéle *Marlowe-Crown Social Desirability Scale Form C* a été complété (Reynolds, 1982). Cette version brève (environ deux minutes) est composée de 13 questions de type vrai ou faux. Ce questionnaire permet d'estimer l'impact de la désirabilité sociale sur les réponses à un questionnaire. Cette version a établi une bonne validité convergente ( $r = 0,93$ ) et une bonne fidélité de Kuder-Richardson ( $r = 0,76$ ) (Reynolds, 1982).

## **La mesure du cortisol**

Pour chaque séance expérimentale (c.-à-d. tâche mathématique et repos), neuf prélèvements de cortisol salivaire ont été recueillis, et ce, à des intervalles de 15 minutes. Les mêmes procédures d'analyse du cortisol que celles mentionnées pour l'étude 1 ont été

suivies. En ce qui concerne la conceptualisation du cortisol, la réactivité du cortisol, telle que considérée dans l'étude de Couture et collègues (2008), est sélectionnée. Concrètement, la réactivité du cortisol est la différence entre le prélèvement post-stress (c.-à-d. cinquième Salivette®) et le prélèvement pré-stress (c.-à-d. troisième Salivette®). Le cinquième prélèvement est la mesure post-stress, puisque le niveau de cortisol prend environ 15 minutes à réagir en réponse à un stress (Shirtcliff et coll., 2005).

Tout au long de l'étude, diverses conditions imprévisibles ont ponctué la collecte du cortisol. Par exemple, la veille de la séance avec situation stressante, un participant s'est fait extraire une dent de sagesse, compromettant ainsi la qualité de la collecte du lendemain (c.-à-d. traces de sang sur la Salivette®). De fait, les données de ce participant du groupe de contrevenants primaires ont dû être exclues. Autres exemples mineurs cette fois-ci : à quelques reprises, le système d'alarme de feu s'est activé, ou le participant a téléphoné en cachette, lu sa lecture personnelle, s'est endormi, etc. L'observation des graphiques de données du cortisol (comparaison individuelle entre la séance avec situation stressante ou séance repos) rassure néanmoins quant aux potentielles modifications de l'activité du cortisol. Il convient de mentionner que ces conditions se répartissent de façon relativement similaire entre les groupes. Ainsi, 15,6 % des participants du groupe contrôle (5/32) et 11,5 % (17/148) des participants du groupe de contrevenants primaires ont bouleversé le protocole.

## **Situation stressante**

La situation stressante de l'étude 1 est utilisée ici. Encore une fois, des bonis sont offerts pour accroître la motivation des participants. Cette fois-ci, on accorde des bonis aux participants obtenant les cinq meilleurs résultats parmi un groupe de 20 participants. Les

bonis sont de 100 \$, 80 \$, 60 \$, 40 \$ et 20 \$. Lorsque les résultats d'un groupe sont compilés, des chèques sont postés aux gagnants. Les participants qui désirent connaître le résultat de la compétition le signalent lors de la signature du formulaire de consentement. Une lettre les informe qu'ils ne sont pas les gagnants du groupe auquel ils appartiennent.

## **Analyse des données**

### **Transformations des données**

Considérant la taille de l'échantillon, l'observation visuelle de la distribution des données a été favorisée (Tabachnick & Fidell, 2007). Plus précisément, la visualisation des histogrammes des données a permis de détecter la présence de distributions anormales, d'observations aberrantes et de données manquantes. En conséquence, certaines transformations statistiques ont dû être effectuées avant de mettre à l'épreuve des faits les hypothèses.

Il faut rappeler que le test  $F$  est robuste aux violations du postulat de normalité lorsqu'il y a au moins 20 degrés de liberté dans un ANOVA univarié (Tabachnick & Fidell, 2007). Bref, l'échantillon de la présente étude est suffisamment grand. Toutefois, certaines transformations logarithmiques ont été explorées. Premièrement, chaque prélèvement de cortisol avait une distribution asymétrique positive. Ainsi, telle qu'utilisée auprès d'autres échantillons (p. ex. Popma, Doreleijers, et coll., 2007), une transformation logarithmique de base 10 a été effectuée. Les valeurs de l'asymétrie (*skewness*) et de l'aplatissement (*kurtosis*) avant et après la transformation suivent: le prélèvement 1 (Avant asymétrie = 2,10 et aplatissement = 3,87; Après asymétrie = 0,51 et aplatissement = -0,41), le prélèvement 2 (Avant asymétrie = 2,06 et aplatissement = 3,72; Après asymétrie = 0,42 et

aplatissement = -0,42), le prélèvement 3 (Avant asymétrie = 2,13 et aplatissement = 4,01; Après asymétrie = 0,49 et aplatissement = -0,45), le prélèvement 4 (Avant asymétrie = 2,70 et aplatissement = 9,04; Après asymétrie = 0,54 et aplatissement = -0,44), le prélèvement 5 (Avant asymétrie = 2,09 et aplatissement = 4,38; Après asymétrie = 0,45 et aplatissement = -0,60), le prélèvement 6 (Avant asymétrie = 2,71 et aplatissement = 9,58; Après asymétrie = 0,52 et aplatissement = -0,43), le prélèvement 7 (Avant asymétrie = 1,94 et aplatissement = 3,00; Après asymétrie = 0,39 et aplatissement = -0,48), le prélèvement 8 (Avant asymétrie = 2,00 et aplatissement = 3,62; Après asymétrie = 0,36 et aplatissement = -0,44) et le prélèvement 9 (Avant asymétrie = 3,84 et aplatissement = 23,29; Après asymétrie = 0,07 et aplatissement = 0,63). Deuxièmement, la présence de questionnaires (c.-à-d. AUDIT, MAST) avec une forte prédominance de zéro a occasionné inévitablement une forte asymétrie. Dans ces cas, une transformation logarithmique a corrigé la distribution des données en ajoutant une constante de un (Tabachnick & Fidell, 2007). Certaines données n'ont pu être améliorées par ces transformations (c.-à-d. le nombre de kilomètres conduits au cours de la dernière année, le nombre d'infractions routières, le nombre d'arrestations criminelles, le résultat au DAST-20, le nombre de consommations standards par jour, le nombre de jours où la consommation est à risque et le nombre de cigarettes fumées par jour) d'où les analyses non paramétriques.

En deuxième lieu, l'observation de la distribution des données à l'aide d'histogrammes a permis de détecter des données aberrantes (Tabachnick & Fidell, 2007). Plus particulièrement, quatre personnes se situent aux extrêmes de la distribution pour les variables suivantes : le nombre de kilomètres conduits au cours de la dernière année, le nombre d'arrestations criminelles, le nombre de jours où la consommation est à risque et le nombre de cigarettes fumées par jour. Ainsi, leurs données ont été ramenées à la précédente valeur de l'échantillon complet (contrevenants primaires et groupe contrôle). Toutefois, l'utilisation des données transformées ou non ne modifie pas les analyses subséquentes (données non-présentées). Également, l'une des échelles du MCMI-III estime la validité des réponses. Les réponses de six contrevenants primaires suggèrent une non-validité du

questionnaire (p. ex. mentionner avoir survolé l'Atlantique trente fois dans la dernière année). L'analyse de leurs résultats (données non-présentées) confirme l'anormalité de leurs réponses. De fait, leurs données pour l'échelle antisociale du MCMI-III ont été éliminées et n'ont pas été remplacées.

Finalement, les données manquantes détectées dans les questionnaires et les prélèvements du cortisol ont dû être considérées. Tout d'abord, les participants du groupe contrôle de la phase 1 ( $n = 20$ ) n'ont pas répondu à la majorité des questionnaires. Néanmoins, pour 10 participants, les résultats de certains questionnaires et entrevues (c.-à-d. MCMI-III, CIDI, MFQ, MAST, et *Marlowe-Crown Social Desirability Scale Form C*) ont pu être récupérées lors des études de suivi. Un test Mann-Whitney  $U$  a comparé les participants du groupe contrôle de la phase 1 et 2, aucune différence significative n'a été détectée sur l'ensemble des variables étudiées (données non-présentées). Par ailleurs, un participant a mentionné chiquer son tabac au lieu de l'inhaler. Ne connaissant pas les quantités exactes consommées, la moyenne de cigarettes fumées par les fumeurs de l'échantillon au complet a remplacé sa donnée manquante.

Lors de l'analyse du cortisol, des données manquantes ont été répertoriées. Ces données manquantes correspondent à des prélèvements adéquatement recueillis lors de la collecte de données, mais ne contenant pas suffisamment de salive pour en extraire le niveau de cortisol. Comme mentionnée auparavant, l'activité circadienne de l'axe HHS est sujette à des variations individuelles. Il est donc important de vérifier cette variation lors du remplacement des données manquantes. Pour ce faire, la détermination d'une courbe de croissance individuelle (*individual growth curve analysis*) a été réalisée (McKnight, McKnight, Sidani, & Figueredo, 2007). Une telle analyse statistique permet d'estimer les données manquantes en se basant sur la trajectoire des autres données obtenues. Il est nécessaire d'avoir suffisamment de données pour pouvoir en extraire une courbe de

croissance individuelle (McKnight et coll., 2007). Pour cette étude, les participants ayant quatre données manquantes et plus ont été exclus. En conséquence, neuf participants du groupe des contrevenants primaires ( $n$  final = 139) et un participant du groupe contrôle ( $n$  final = 31) ont dû être éliminés. En majorité, les participants de l'étude ont une seule donnée manquante. Malgré tout, quatre participants ont deux ou trois Salivettes® manquantes.

Concrètement, une formule de régression, pour chaque participant ayant des données manquantes, est obtenue. En ce qui concerne l'activité du cortisol, l'interpolation d'une fonction polynomiale de troisième degré (modèle cubique) correspond le mieux aux données. En effet, un modèle linéaire (premier degré) ne tient pas compte adéquatement de l'activité cyclique du cortisol. Le modèle quadratique considère davantage cette activité cyclique mais pas de façon aussi convaincante visuellement que le modèle cubique. La formule du modèle cubique est la suivante :

$$E(y) = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 t^2 + \beta_3 t^3$$

Le  $y$  correspond à la valeur du cortisol et le  $t$ , est le numéro du prélèvement. On retrouve également le  $\beta$  non standardisé du point d'interception et du modèle linéaire, quadratique et cubique. En remplaçant le  $t$  par le numéro du prélèvement manquant, il est possible de donner une approximation de la valeur du cortisol.

Pour bien visualiser ce modèle cubique, voici un exemple concret de l'application de la formule avec l'analyse d'estimation de la courbe (*curve estimation*) obtenue par SPSS 18.0. Dans l'exemple, le participant n'a pas la valeur de sa quatrième Salivette®.

Prélèvements	Valeur du cortisol du participant
S1	0,0417
S2	0,0490
S3	0,0548
S4	
S5	0,0801
S6	0,0798
S7	0,1291
S8	0,1090
S9	0,1000

Dans l'équation, la variable dépendante correspond à la valeur manquante du cortisol et la variable indépendante correspond à la variable temps (ou le numéro de la Salivette®). Effectivement, chaque Salivette® correspond à une tranche de temps de 15 minutes. Pour ce participant, la formule du modèle cubique est la suivante :

$$Y = 0,06002772169645844 + -0,02226250536383682 * t + 0,00826682256317083 * t*t + -0,0005853566155774152 * t*t*t$$

Ensuite, on remplace le  $t$  par le temps de mesure manquant, c'est-à-dire ici la quatrième Salivette®.

$$Y = 0,06002772169645844 + -0,02226250536383682 * 4 + 0,00826682256317083 * 4 * 4 + -0,0005853566155774152 * 4 * 4 * 4$$

Chez ce participant, le résultat de la donnée manquante est donc de 0,0658. Lorsque les données manquantes de chaque participant sont remplacées, une analyse visuelle du graphique des données permet de confirmer la justesse de l'estimation. Pour deux participants, l'estimation du dernier prélèvement de cortisol salivaire suggère une augmentation brusque qui ressort de leur courbe individuelle. Ces estimations ont toutefois été conservées, car généralement, l'observation graphique des données est satisfaisante. De plus, seules les données agrégées des participants sont considérées. Également, la variable principale pour cette étude est la réactivité du cortisol qui correspond à la différence entre le cinquième et le troisième prélèvement. Trois participants différents ont des données manquantes sur ces prélèvements, l'observation graphique de leurs données suggère que l'estimation est adéquate.

## **Analyses statistiques**

Après ces diverses précautions méthodologiques, les caractéristiques des participants ont été détaillées à l'aide d'analyses descriptives. Les groupes ont été comparés à l'aide du test  $t$  et du test non paramétrique Mann-Whitney  $U$ , lorsque la distribution des données est anormale. Les données nominales (c.-à-d. diagnostic d'abus ou de dépendance de l'alcool et revenu) ont quant à elles été comparées à l'aide du khi-carré de Pearson. Pour l'hypothèse principale, la médiane de la réactivité du cortisol (c.-à-d. différence entre prélèvement post-stress et prélèvement pré-stress) des contrevenants primaires a permis de les séparer en deux sous-groupes: ceux ayant une faible ou une forte réactivité.

Lors de la vérification de la deuxième hypothèse, une analyse par la méthode des profils (*profile analysis*) a été priorisée pour comparer les contrevenants primaires aux

participants du groupe contrôle sur l'ensemble des neuf prélèvements du cortisol. Cette méthode statistique est une conceptualisation théorique découlant de l'ANOVA par mesures répétées (Tabachnick & Fidell, 2007). Une telle méthode permet de vérifier si le profil de l'activité de l'axe HHS diffère entre les deux groupes. L'analyse par la méthode des profils se subdivise en trois tests. Premièrement, il y a le test du parallélisme (*parallelism of profiles*) qui vérifie si le profil des groupes est parallèle. Ce test concorde avec l'effet d'interaction dans l'ANOVA par mesures répétées. Deuxièmement, il y a le test de niveau (*level analysis*) qui vérifie si l'un des groupes a en moyenne des résultats plus élevés. Ce résultat correspond à l'effet principal inter-groupe (*between-subjects main effect*) dans l'ANOVA par mesures répétées. Finalement, le test de planéité des profils (*flatness of profiles*) vérifie si les réponses de chaque variable dépendante, ici les prélèvements du cortisol, sont similaires. Ce test représente quant à lui l'effet principal intra-groupe (*within-subjects main effect*) dans l'ANOVA par mesures répétées (Tabachnick & Fidell, 2007). Également, la comparaison des deux groupes, soit les contrevenants primaires et les participants du groupe contrôle, sur la variable de la réactivité du cortisol a été vérifiée à l'aide du test *t*.

Ensuite, les deux sous-groupes de contrevenants ont été comparés aux participants du groupe contrôle sur les mêmes variables que celles vérifiées dans l'hypothèse principale. Une ANCOVA contrôlant pour l'âge a comparé les traits de personnalité désinhibiteurs et les comportements à risque des sous-groupes de contrevenants primaires à ceux des participants du groupe contrôle. Pour les variables dichotomisées du CIDI et du revenu, une régression logistique a été effectuée afin de contrôler pour l'âge. Ainsi, la variable de l'âge a été entrée en premier lieu, suivie en deuxième lieu du groupe pour prédire l'abus ou la dépendance de l'alcool (0 = non; 1 = oui) et le revenu (0 = moins de 20 000 \$; 1 = 20 000 \$ et plus).

Pour l'ensemble des analyses, un test bilatéral plus petit que 0,05 a été jugé significatif. L'ampleur de l'effet a été considérée en calculant l'Éta carré ( $\eta^2$ ) et le  $r^2$  de Spearman lors des analyses non paramétriques. Les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide de SPSS<sup>®</sup> 18.0.

En somme, les dernières pages ont permis de détailler les protocoles de recherche des deux études empiriques de cette thèse. Leur méthodologie soulève les enjeux associés à l'étude d'un mécanisme neurobiologique. Fort de ces informations, les deux articles empiriques découlant de ces études suivent dans les prochaines sections.

## **Article 2**

Couture, S., Brown, T. G., Brochu, S., Gianoulakis, C., & Pruessner, J. A neurobiological marker of arousal for improving detection of high-risk driving while impaired offenders. *International Journal of Psychophysiology* (en préparation).

**A neurobiological marker of arousal for improving detection of high-risk driving while impaired offenders**

Sophie Couture<sup>a, b</sup>, Thomas G. Brown<sup>a, c, \*</sup>, Serge Brochu<sup>b</sup>, Christina Gianoulakis<sup>c</sup>, Jens Pruessner<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Addiction Research Program, Douglas Mental Health University Institute;

<sup>b</sup> École de criminologie, Université de Montréal;

<sup>c</sup> Department of Psychiatry, McGill University.

**Abstract**

The capacity to accurately detect high-risk driving while impaired (DWI) offenders is lacking. An intriguing set of findings indicates an inverse relationship between hypothalamic-pituitary-adrenal (HPA) axis activity and past frequency of DWI convictions. In other research, HPA axis dysregulation has been associated with other characteristics, such as disinhibition, observed in high-risk DWI recidivists. Arousal theory proposes that individuals who are chronically under aroused are compelled to engage in high-risk behaviours to seek more optimal arousal or out of fearlessness. This theory may be relevant to conceptualize the link between low HPA axis arousal activity, disinhibition propensity and high-risk DWI offending. We hypothesized that DWI recidivists with low HPA axis activity would show more pronounced disinhibition propensity as manifested by sensation seeking, impulsivity and antisocial personality features and also, criminal and antisocial behaviours (i.e., traffic infractions and criminal arrests), than recidivists with high HPA

---

\* Corresponding author.

axis activity. In a sample of 30 recidivists, salivary cortisol was measured before, during and after a psychosocial stress task. Self-report questionnaires included assessments of disinhibition personality features and criminal and antisocial behaviours. Sociodemographic information, driving characteristics and drinking habits were also measured. While we did not observe the expected difference in between low and high HPA axis responders, as reported in other high-risk populations, exploratory analyses revealed a positive association between HPA axis and criminal behaviours. These preliminary findings let us speculate whether DWI recidivists are a distinct population from other risk-taking populations, perhaps such that arousal plays a different role in explaining their risk-taking behaviour.

**Keywords:** drunk driver, recidivism, HPA axis, cortisol, arousal, high-risk behaviours

## 1. Introduction

In Canada, while the percentage of fatally injured drivers with a blood alcohol concentration (BAC) over 80 mg% declined from 43.1% to as low as 27.1% between 1987 and 1999, rates have again gradually risen to 32.9% in 2008 (Traffic Injury Research Foundation of Canada, 2010). Approximately one third of first-time driving while impaired (DWI) offenders recidivate (Beirness et al., 1997; Cavaiola et al., 2007; Robertson et al., 2009), with recidivists responsible for a disproportionate number of accidents involving alcohol (Beirness et al., 1997; Nochajski and Stasiewicz, 2006). Hence, a first-time DWI offense is a critical opportunity to detect high-risk offenders. Various correlational studies have identified characteristics associated to DWI recidivism. Among others, disinhibition, as defined by personality features such as sensations seeking, impulsivity, and antisocial tendencies as well as criminal and antisocial behaviours, have been linked to recidivism (e.g., Cavaiola et al., 2007; LaBrie et al., 2007; McMillen et al., 1992). Still, a clear

theoretical understanding of the link between disinhibition propensity and DWI recidivism is clearly lacking.

Arousal theory (Popma et al., 2007; Popma and Raine, 2006) provides a neurobiological-based explanation for repetitive criminal and antisocial behaviours. This theory subsumes two related postulates. The sensation seeking postulate suggests that people who generally experience lower arousal seek out stimulation and situations to attain more “optimal”, or at least normal, levels of arousal (Popma and Raine, 2006). Concretely, individuals experiencing chronically low levels of arousal are more likely to be sensation seekers who attempt to optimize their level of arousal through the pursuit of criminal and antisocial behaviour. Alternatively, the fearlessness postulate argues that lower arousal is linked to a lower level of fear. Accordingly, individuals engage in criminal and antisocial behaviours because they are not as afraid of the potential negative consequences of their acts. These theoretical rationales may be relevant for understanding the behaviours of some DWI offenders as well.

### **1.1. A criminal behaviour-prone subgroup**

A history of criminal and antisocial behaviours has long been associated in DWI recidivism. Compared to first-time offenders, second-time offenders have been found to commit more crimes against people and property and have more drug convictions (Lucker et al., 1991), traffic tickets and non-traffic arrests (e.g., assault) (McMillen et al., 1992). Moreover, prior criminality has been linked to frequency of previous DWI convictions (Norström, 1996), and DWI offenders with a criminal history were twice as likely to recidivate compared to offenders with no criminal history (Nochajski et al., 1993). Finally, recidivists have been observed to drive more dangerously (e.g., speeding) and be less respectful of legal authorities compared to first-time offenders (MacDonald and Pederson,

1990). Overall, these studies suggest that a subgroup of high-risk DWI offenders is characterized by a constellation of criminal behaviours.

## **1.2. Neurobiological mechanisms of DWI and criminal and antisocial behaviours**

Reduced arousal to stress is considered to be one of the precursors of later persistent antisocial behaviour, and has been posited to explain the need for some individuals to engage in those behaviours as a means to experience heightened arousal (Susman, 2006). Studies into both criminal and antisocial behaviours have shown reduced arousal among high-risk populations with various biological mechanisms such as the endocrine system (e.g., cortisol), the autonomic nervous system and the neurotransmitters (e.g. serotonin) (Susman, 2006). Cortisol, as a marker of a neurobiological stress-related mechanism, the hypothalamic-pituitary-adrenal (HPA) axis, has been frequently investigated.

After exposure to a psychological or physiological stress in humans, a cascade of hormones is activated with cortisol released from the adrenal cortex in the last stage of this process (Lupien et al., 2006). Cortisol excretion follows a circadian rhythm that fluctuates throughout the day. Cortisol is frequently measured in relationship to basal values, using one cortisol measure taken at a precise moment for the analyses. Another strategy is to measure cortisol response after a physiological or psychosocial stressor (e.g., cold exposure, mathematical tasks for rewards). The use of multiple sampling over time improves the power to detect relationships between HPA axis activity and behaviour (McBurnett et al., 2003). As such, Pruessner and colleagues (2003) have described a way to aggregate multiple measures taken over time into two composite 'area under the curve' measures, one basal value sensitive to total hormonal release (AUCG), and the other sensitive to response to stimulation (AUCI). Accordingly, cortisol basal value and cortisol response, using multiple cortisol episodes, may be considered a measure of arousal.

Researchers have measured cortisol, both basal values and in response to stress, in populations with criminal and antisocial behavioural features. Among white army veterans, cortisol basal value was negatively related to juvenile delinquency (e.g., trouble in school, fighting), history of drug abuse, violence (e.g., used a weapon in a fight) and illicit behaviours (e.g., traffic tickets, sexual relation outside marriage) (Mazur, 1995). Circadian cortisol levels (i.e., measured over a 24 hours period) in habitually violent offenders with antisocial personality were lower compared to other offender subgroups (Virkkunen, 1985). Similar findings have been observed in younger samples. For example, lower cortisol basal value at 10-12 years old predicted aggressive behaviours, low harm avoidance and low self-control in 15-17 year olds (Shoal et al., 2003). A similar negative relationship between cortisol level and externalizing problem behaviours has also been observed among children without any developmental problems (Shirtcliff et al., 2005). Of notice, some discrepant findings have also emerged with basal measures (e.g., McBurnett et al., 2003; van Goozen et al., 2000). Concerning cortisol level, children (8-12 years old) with disruptive behaviour disorder had lower cortisol level after exposure to a stress task than normal control participants (van Goozen et al., 2000). In another study, cortisol AUCG after a stress task was negatively related to aggression among a sample of adolescent maltreated and comparison groups combined (Gordis et al., 2006). In general, studies point to an attenuation of both cortisol basal values and response to stress in high-risk populations compared to normative groups.

Some investigators have suggested incorporating biological and genetic factors for improved understanding of DWI persistence (Eensoo et al., 2005; Eensoo et al., 2004; Jonah, 1997). The HPA axis mechanism literature, and the relationship between alcohol abuse and delinquent behaviour and DWI risk, led Brown and colleagues (2005) to posit that dysregulation of the HPA axis might be at play in DWI offenders as well. They found that HPA axis response of DWI offenders, measured by saliva sampling during a challenging neuropsychological assessment, was inversely correlated to frequency of

previous DWI convictions, a relationship especially marked in recidivists and significantly independent from alcohol abuse severity. In more controlled follow-up work (Couture et al., 2008), recidivists had reduced cortisol response to a standardized psychosocial stress paradigm than controls (i.e., non-DWI offenders), although cortisol basal value was not significantly different. In this study, stress response was considered as the difference between pre-stress and post-stress cortisol measures. Some authors have posited that sensation seeking could be the link between risky behaviours and neurobiological systems like the HPA axis (Rosenblitt et al., 2001). Consistent with this position, our exploratory analyses found that heightened experience seeking (as measured by a subscale of *Sensation Seeking Scale*) was indeed correlated with HPA axis response in recidivists (Couture et al., 2008). Taken together, these studies suggest that since similar patterns in HPA axis activity are found in criminal and antisocial populations as well as DWI offender groups, disinhibition may be a specific behavioural mediator between this neurobiological system and DWI, as well as other high-risk behaviours.

Based on arousal theory, the present study hypothesized that in a sample of DWI recidivists (Couture et al., 2008), low cortisol responders would show a greater propensity for disinhibition as operationalized by personality (i.e., sensation seeking, impulsivity and antisocial personality features), and criminal behaviours and antisocial behaviours (i.e., traffic infractions and criminal arrests) than high cortisol responders. In keeping with contemporary trends in measurement of HPA axis activity using salivary cortisol, both AUCG and AUCI formulae were used to measure basal levels and responses to psychosocial stress respectively.

## **2. Material and methods**

### **2.1. Participants**

The sample is comprised of 30 recidivists drawn from a larger investigation of DWI offenders (Brown et al., 2005) ranging from two to eight past DWI convictions. Women offenders were excluded from this study due to the complexity of cortisol measurement in females (Dai et al., 2002) and the possibility that the mechanisms underlying female DWI and other risk behaviours may be distinct (Farrow and Brissing, 1990; Liang et al., 1999; Oei and Kerschbaumer, 1990; Shope et al., 1996). Participants were also excluded if they had a history of cardiac disease or hypertension, were taking cortisone medication for asthma, started taking any medication 30 days prior to their appointment, or had a positive Breathalyzer<sup>®</sup> test at the day of appointment (i.e., BAC > .04% or 40 mg/dl).

## **2.2. Procedure**

The study was conducted at the Douglas Mental Health University Institute, a McGill University affiliated facility located in Montreal, Quebec, Canada. Study and informed consent procedures were approved by the Centre's Research Ethics Board. Briefly, during initial screening, participants were asked to eat at least one hour before rendezvous since it could alter the cortisol secretion (Gianoulakis et al., 2003). All participants came for testing at 13h00 and underwent a four-hour procedure. First, participants read and signed the informed consent form. Then at approximately 15-minute intervals, eight salivary episodes were taken with a cotton swab. To prevent confounding of the cortisol response, participants refrained from nicotine and food consumption, and could only drink water five minutes before each salivary cortisol collection (Cohen et al., 2004; Gianoulakis et al., 2005). While resting between saliva sampling, participants were allowed to read only magazines selected by the investigators for neutral, non-stimulating content (e.g., decoration magazines).

During sampling, participants were exposed to a psychosocial stressor involving five mathematical problems for a monetary prize and under pressure of time (Matthews et

al., 1987). Mental arithmetic performed in combination with social evaluation has been shown to be a moderate stressor (Dickerson and Kemeny, 2004). Each time a group of 10 participants was completed, a monetary reward of CAN \$60 was given to the highest scorer. At the end of saliva sampling, participants answered a series of questionnaires (see below). Participants obtained a monetary compensation of CAN \$40 for their participation.

## **2.3. Measures**

### **2.3.1. Cortisol activity**

After the collection of saliva episodes, Salivette® containers were refrigerated and then frozen. At the end of the study, all cotton swabs were defrosted, centrifuged and the cortisol content in the saliva was determined by radioimmunoassay. Sensitivity of assay is 0.1 µg /100ml and intra-assay and inter-assay coefficients of variation were 4.3 and 7.7%. Salivary cortisol (ug/100 ml) was calculated using two ‘area under the curve’ measures, with respect to 1) ground (AUCG) and 2) increase (AUCI) (See Pruessner et al., 2003).

### **2.3.2. Questionnaires**

*2.3.2.1. Disinhibition* Disinhibition was assessed with questionnaires concerning personality and criminal and antisocial behaviours. Sensation seeking personality was measured using the *Sensation Seeking Scale form V* (SSS-V) (Zuckerman, 1994). Impulsivity was measured using the *Barratt Impulsivity Scale version 11* (BIS-11) (Barratt et al., 1997; Patton et al., 1995). Finally, antisocial personality traits were assessed with the Antisocial Scale of the *Millon Clinical Multiaxial Inventory III* (MCMI-III) (Piotrowski, 1997). BIS-11 and MCMI questionnaires data were taken from initial study (Brown et al., 2005).

Lifetime engagement in criminal behaviours (i.e., traffic infractions and criminal arrests) was measured with the legal section of the *Addiction Severity Index* (ASI) questionnaire (McLellan et al., 1985). Traffic infractions, mainly considered as an antisocial behaviour, were indicated by behaviour such as reckless driving, speeding and driving with no license. Number of previous DWI convictions was based upon verbal reports, which we have found to be highly correlated to official records in previous work (unpublished data), at least in the present study's setting. Criminal arrests were indicated by arrests for shoplifting/vandalism, parole/probation violations, drug charge, forgery, prostitution, contempt of court, weapons offence, burglary/larceny/break and enter, robbery, assault, arson, rape, homicide/manslaughter and disorderly conduct/vagrancy/public intoxication.

#### 2.3.2.2. *Sociodemographic information, driving characteristics and alcohol consumption*

The Health Quebec questionnaire (1998) provided sociodemographic information, the Timeline Follow-Back procedure (TLFB) gave the average daily alcohol consumption (Fals-Stewart et al., 2000; Sobell et al., 1996), and driving characteristics were self-reported by way of direct questioning.

#### 2.3.3. **Main statistical analyses**

As has been done in previous investigations (e.g., van de Wiel et al., 2004), low and high responder groups were created based on the median split of both AUCG and AUCI measures of cortisol and then compared (i.e., L-AUCG vs. H-AUCG, L-AUCI vs. H-AUCI). Many participants were observed to have never had other traffic infractions or criminal arrests, posing problems regarding normality assumption in analyses. Accordingly, the Mann–Whitney *U* non-parametric statistic was used to compare groups. All analyses were conducted using SPSS<sup>®</sup> 18.0. statistical software. Given the exploratory nature of this study, alpha for inferences was set at .05 for all individual analyses.

### 3. Results

The main characteristics of the sample were as follows: mean age of 46.6 years old (SD = 9.2), 11.6 years of education (SD = 3.0), 3.9 lifetime DWI convictions (SD = 2.0), an average of 10847.5 kilometres driven in the past year (SD = 16048.9), and an average of 2.4 standard drinks consumed per day during past 3 months (SD = 3.7). For disinhibition personality features, recidivists had a mean score of 18.0 (SD = 6.8) on the SSS-V, a mean total score of 62.6 (SD = 8.8) on the BIS-11 and a mean T-score of 66.1 (SD = 18.8) on the MCMI Antisocial Scale. In addition, DWI recidivists had an average of 2.0 traffic infractions (SD = 3.4) and 5.4 criminal arrests (SD = 7.2).

Low and high responder groups based upon both AUCG and AUCI were compared on their disinhibition personality features (i.e., sensation seeking, impulsivity and antisocial) and criminal and antisocial behaviours (i.e., traffic infractions, criminal arrests). Since non-significantly different on these measures, comparison of L-AUCG and H-AUCG recidivists data is not presented. Table 1 summarizes the characteristics of interest by groups categorized by the median split of AUCI. Results showed that L-AUCI recidivists had fewer traffic infractions (Mann-Whitney  $U = 56.5$ ;  $Z = -2.43$ ;  $p = .015$ ;  $r^2 = .20$ ) and criminal arrests (Mann-Whitney  $U = 66.0$ ;  $Z = -1.97$ ;  $p = .049$ ;  $r^2 = .13$ ) than H-AUCI recidivists. Others characteristics did not differentiate significantly L-AUCI and H-AUCI.

**Table 1. Sociodemographic informations and disinhibition propensity of L-AUCI and H-AUCI Driving while Impaired Recidivists ( $n = 30$ )**

<i>L-AUCI (n = 15)</i>		<i>H-AUCI (n = 15)</i>		<i>p</i>
<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	

---

**Sociodemographic informations**

Age	43.7	9.6	49.5	8.0
Years of education	11.5	2.8	11.6	3.2
Lifetime DWI convictions	3.5	1.7	4.4	2.2
Kilometres driven in the past year	12 161.7	14 081.2	9 533.3	18 208.6
Standard drinks consumed per day	2.8	2.7	2.0	4.6

**Disinhibition propensity**

Traffic infractions	0.7	1.0	3.4	4.3	*
Criminal arrests	2.4	3.2	8.3	8.8	*
MCMJ Antisocial Scale	65.3	21.8	66.9	15.9	
Sensation Seeking form V total score	17.5	7.9	18.4	5.7	
Barratt Impulsivity Scale version 11 total score	65.1	9.8	60.1	7.1	

---

NOTE: \*  $p < .05$

#### 4. Discussion

The present study is a first attempt to explain high-risk DWI offending via arousal theory. Arousal theory proposes an explanation linking HPA axis activity, disinhibition

propensity and DWI recidivism on the other. As such, the study is a more theory based exploration of previous observations between HPA axis activity and recidivism risk (Couture et al., 2008). The hypothesis tested was that low HPA axis responders would exhibit more disinhibition personality features and criminal and antisocial behaviours than high HPA axis responder. The results failed to support this hypothesis when using either of two different measures of HPA axis activity, basal (AUCG) or response (AUCI) cortisol. The failure to extrapolate the linkage between HPA axis activity and disinhibition propensity observed in studies of alcoholic, antisocial or deviant samples to the DWI offenders studied here is surprising. Several interpretations are plausible. If these findings are replicated, they could suggest that determination of a high-risk DWI subgroup based on HPA axis activity is not relevant among this subgroup of the DWI population. Possibly, using HPA axis to disentangle subgroups may restrict variance in the relation between HPA axis and disinhibition propensity among offenders already on a severe high-risk behaviours trajectory. In this case, using HPA axis as a continuous variable and investigating association with disinhibiting propensity may unravel a more relevant trajectory pathway to recidivism risk. Alternatively, disinhibition propensity may no longer be involved in their high-risk behaviours. Rather, environmental, sociodemographic (e.g., income) or psychosocial factors may be more prominent at that time. Such hypotheses deserve further investigation.

The link between neurobiological mechanisms and risky behaviour is likely to involve multifaceted and at times competing processes (Brown et al., 2009). If the present findings correlating L-AUCI status with fewer traffic infractions and criminal arrests are replicated, another possibility is that they reflect fearlessness rather than sensation seeking. Fearlessness, as dysregulation of normal emotion processing, can influence decision-making. For example, substance dependent individuals who commonly show dampened neurobiological response to stress, demonstrate better decision-making in certain instances than nondependent individuals (Shiv et al., 2005). The linkage between such observations

and the present results is clearly speculative. Nevertheless, what emerges is that the meaning of HPA axis activity and how it might mediate behaviour, are complex processes and likely influenced by the nature of the behaviour (e.g., speeding), its cognitive and emotional underpinnings, and the context in which it occurs.

A final methodological issue, especially in light of the analyses that revealed relationships between L-AUCI status and H-AUCI status with high-risk behaviour that were opposite than those seen previously, involves measurement of HPA axis activity. Noticingly, a formula measuring basal value specifically, AUCG, did not significantly differentiate recidivist subgroups. Still, AUCI, which is intended to measure stress response, may have been confounded by HPA axis activity related to circadian rhythm. The AUCI formula uses an initial value, which is still higher in the beginning of the afternoon, as we measured it, and continues to decrease until late evening/early morning (Adinoff et al., 1998; Gianoulakis et al., 2005). Using an AUCI formula more strictly constrained to the stress task may have measured stress response more efficiently. To verify this possibility, we restricted the HPA axis AUCI to 15 minutes pre-stress and 1h15 post-stress. As such, we eliminated the first two observations and the last one. Interestingly, the restricted-AUCI formula no longer differentiated recidivists on their criminal behaviours (results not shown). This observation suggests that the AUCI formula we used to test our hypothesis, and which produced a serendipitous inverse relationship between cortisol and behaviour, may be reflecting a neurobiological process distinct from either the circadian rhythm or stress response. Overall, the above discussion underscores the innovative, but for the moment, inconclusive, nature of investigation into the neurobiological underpinnings of DWI behaviour.

#### **4.1. Limitations and future directions**

This exploratory study was based upon secondary analyses of data gathered in the course of another investigation. As such, selection of variables, sample size, and the power of analyses, were limited. Moreover, our sample was drawn from male offenders who were Quebec residents with 2 convictions and more. These factors could limit the generalization of the findings to the general DWI population and to other jurisdictions.

Despite the lack of support for our hypothesis, the discovery of the relationship between measures of HPA axis activity and criminal behaviour in DWI warrant more controlled investigation to confirm their significance. Alternate methodological approaches to HPA axis activity measurement used successfully in other behavioural neurobiological studies (Cima et al., 2008; van Bokhoven et al., 2005) may be relevant in DWI as well. For example, subdividing samples based on various individual characteristics, linked to recidivism risk (e.g., high-risk alcohol consumption, criminal behaviours) rather than on HPA axis responding, could better reveal relationships in DWI recidivists. Moreover, investigating such a strategy with various groups of offenders (e.g., first-time offenders) would extend our understanding of the phenomenon. This approach could not be used here due to limited sample size and the number of individual variables to consider.

### **Acknowledgements**

We would like to recognize the precious contribution of Lucie Legault for study management and Li Bai for cortisol analysis.

## References

- Adinoff, B., Iranmanesh, A., Veldhuis, J., Fisher, L., 1998. Disturbances of the stress response: The role of the HPA axis during alcohol withdrawal and abstinence. *Alcohol Health Res. World* 22, 67-72.
- Barratt, E., Stanford, M.S., Kent, T.A., Alan, F., 1997. Neuropsychological and cognitive psychophysiological substrates of impulsive aggression. *Biol. Psychiatry* 41, 1045-1061.
- Beirness, D.J., Mayhew, D.R., Simpson, H.M., 1997. *DWI repeat offenders: A review and synthesis of the literature.* Health Canada, Ottawa, Ontario.
- Brown, T.G., Gianoulakis, C., Tremblay, J., Nadeau, L., Dongier, M., Ng Ying Kin, N.M.K., Seraganian, P., Ouimet, M.C., 2005. Salivary cortisol: A predictor of convictions for driving under the influence of alcohol? *Alcohol* 40, 474-481.
- Brown, T.G., Ouimet, M.C., Nadeau, L., Gianoulakis, C., Lepage, M., Tremblay, J., Dongier, M., 2009. From the brain to bad behaviour and back again: Neurocognitive and psychobiological mechanisms of driving while impaired by alcohol. *Drug Alcohol Rev* 28, 406-418.
- Cavaola, A.A., Strohmetz, D.B., Abreo, S.D., 2007. Characteristics of DUI recidivists: A 12-year follow-up study of first time DUI offenders. *Addict. Behav.* 32, 855-861.
- Cima, M., Smeets, T., Jelacic, M., 2008. Self-reported trauma, cortisol levels, and aggression in psychopathic and non-psychopathic prison inmates. *Biol. Psychol.* 78, 75-86.
- Cohen, L.M., al'Absi, M., Collins, F.L., 2004. Salivary cortisol concentrations are associated with acute nicotine withdrawal. *Addict. Behav.* 29, 1673-1678.
- Couture, S., Brown, T.G., Ouimet, M.C., Gianoulakis, C., Tremblay, J., Carbonneau, R., 2008. Hypothalamic-pituitary-adrenal axis response to stress in male DUI recidivists. *Accid. Anal. Prev.* 40, 246-253.

- Dai, X., Thavundayil, J., Gianoulakis, C., 2002. Response of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis to stress in the absence and presence of ethanol in subjects at high and low risk of alcoholism. *Neuropsychopharmacology* 27, 442-452.
- Dickerson, S.S., Kemeny, M.E., 2004. Acute stressors and cortisol responses: A theoretical integration and synthesis of laboratory research. *Psychol. Bull.* 130, 355-391.
- Eensoo, D., Paaver, M., Harro, M., Harro, J., 2005. Predicting drunk driving: Contribution of alcohol use and related problems, traffic behaviour, personality and platelet monoamine oxidase (MAO) activity. *Alcohol Alcohol* 40, 140-146.
- Eensoo, D., Paaver, M., Pulver, A., Harro, M., Harro, J., 2004. Low platelet MAO activity associated with high dysfunctional impulsivity and antisocial behavior: Evidence from drunk drivers. *Psychopharmacology (Berl)*. 172, 356-358.
- Fals-Stewart, W., O'Farrell, T.J., Freitas, T.T., McFarlin, S.K., Rutigliano, P., 2000. The timeline followback reports of psychoactive substance use by drug-abusing patients: Psychometric properties. *J. Consult. Clin. Psychol.* 68, 134-144.
- Farrow, J.A., Brissing, P., 1990. Risk for DWI: A new look at gender differences in drinking and driving influences, experiences, and attitudes among new adolescent drivers. *Health Educ. Q.* 17, 213-221.
- Gianoulakis, C., Dai, X., Brown, T.G., 2003. Effect of chronic alcohol consumption on the activity of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis and pituitary beta-endorphin as a function of alcohol intake, age, and gender. *Alcohol. Clin. Exp. Res.* 27, 410-423.
- Gianoulakis, C., Dai, X., Thavundayil, J., Brown, T.G., 2005. Levels and circadian rhythmicity of plasma ACTH, cortisol, and beta-endorphin as a function of family history of alcoholism. *Psychopharmacology (Berl)*. 181, 437-444.
- Gordis, E.B., Granger, D.A., Susman, E.J., Trickett, P.K., 2006. Asymmetry between salivary cortisol and [alpha]-amylase reactivity to stress: Relation to aggressive behavior in adolescents. *Psychoneuroendocrinology* 31, 976-987.
- Health Quebec, 1998. Lifestyle and health questionnaire. Centre for Health and Social Surveys of Quebec, p. 61.

- Jonah, B.A., 1997. Sensation seeking and risky driving: A review and synthesis of the literature. *Accid. Anal. Prev.* 29, 651-665.
- LaBrie, R.A., Kidman, R.C., Albanese, M., Peller, A.J., Shaffer, H.J., 2007. Criminality and continued DUI offense: Criminal typologies and recidivism among repeat offenders. *Behav. Sci. Law* 25, 603-614.
- Liang, W., Shediak-Rizkallah, M.C., Celentano, D.D., Rohde, C., 1999. A population-based study of age and gender differences in patterns of health-related behaviors. *Am. J. Prev. Med.* 17, 8-17.
- Lucker, G.W., Kruzich, D.J., Holt, M.T., Gold, J.D., 1991. The prevalence of antisocial behavior among U.S. Army DWI offenders. *J. Stud. Alcohol* 52, 318-320.
- Lupien, S.J., Ouellet-Morin, I., Hupbach, A., Tu, M.T., Buss, C., Walker, D., Pruessner, J., McEwen, B.S., 2006. Beyond the stress concept: Allostatic load-a developmental biological and cognitive perspective, in: Cicchetti, D., Cohen, D.J. (Eds.), *Developmental psychopathology: Developmental neuroscience* (2nd ed.). John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, pp. 578-628.
- MacDonald, S., Pederson, L.L., 1990. The characteristics of alcoholics in treatment arrested for driving while impaired. *Br. J. Addict.* 85, 97-105.
- Matthews, K.A., Rakaczky, C.J., Stoney, C.M., Manuck, S.B., 1987. Are cardiovascular responses to behavioral stressors a stable individual difference variable in childhood? *Psychophysiology* 24, 464-473.
- Mazur, A., 1995. Biosocial models of deviant behavior among male army veterans. *Biol. Psychol.* 41, 271-293.
- McBurnett, K., King, J., Scarpa, A., 2003. The hypothalamic-pituitary-adrenal system (HPA) and the development of aggressive, antisocial and substance abuse disorders., in: Cicchetti, D., Walker, E. (Eds.), *Neurodevelopmental mechanisms in psychopathology*. Cambridge University Press, New York, US, pp. 324-344.
- McLellan, A.T., Luborsky, L., Cacciola, J., Griffith, J., Evans, F., Barr, H.L., O'Brien, C.P., 1985. New data from the Addiction Severity Index. Reliability and validity in three centers. *J. Nerv. Ment. Dis.* 173, 412-423.

- McMillen, D.L., Adams, M.S., Wells-Parker, E., Pang, M.G., Anderson, B.J., 1992. Personality traits and behaviors of alcohol-impaired drivers: A comparison of first and multiple offenders. *Addict. Behav.* 17, 407-414.
- Nochajski, T.H., Miller, B.A., Wiczorek, W.F., Whitney, R., 1993. The effects of a drinker-driver treatment program: Does criminal history make a difference? *Crim Justice Behav* 20, 174-189.
- Nochajski, T.H., Stasiewicz, P.R., 2006. Relapse to driving under the influence (DUI): A review. *Clin. Psychol. Rev.* 26, 179-195.
- Norström, T., 1996. Drunken driving, alcohol misuse and criminality. *Studies on Crime and Crime Prevention* 5, 105-112.
- Oei, T.P., Kerschbaumer, D.M., 1990. Peer attitudes, sex, and the effects of alcohol on simulated driving performance. *Am. J. Drug Alcohol Abuse* 16, 135-146.
- Patton, J.H., Stanford, M.S., Barratt, E.S., 1995. Factor structure of the Barratt Impulsiveness Scale. *J. Clin. Psychol.* 51, 768-774.
- Piotrowski, C., 1997. Use of the Millon Clinical Multiaxial Inventory in clinical practice. *Percept. Mot. Skills* 84, 1185-1186.
- Popma, A., Doreleijers, T.A.H., Jansen, L.M.C., Van Goozen, S.H.M., Van Engeland, H., Vermeiren, R., 2007. The diurnal cortisol cycle in delinquent male adolescents and normal controls. *Neuropsychopharmacology* 32, 1622-1628.
- Popma, A., Raine, A., 2006. Will future forensic assessment be neurobiologic? *Child Adolesc. Psychiatr. Clin. N. Am.* 15, 429-444.
- Pruessner, J.C., Kirschbaum, C., Meinlschmid, G., Hellhammer, D.H., 2003. Two formulas for computation of the area under the curve represent measures of total hormone concentration versus time-dependent change. *Psychoneuroendocrinology* 28, 916-931.
- Robertson, A.A., Gardner, S., Xu, X., Costello, H., 2009. The impact of remedial intervention on 3-year recidivism among first-time DUI offenders in Mississippi. *Accid. Anal. Prev.* 41, 1080-1086.

- Rosenblitt, J.C., Soler, H., Johnson, S.E., Quadagno, D.M., 2001. Sensation seeking and hormones in men and women: Exploring the link. *Horm. Behav.* 40, 396-402.
- Shirtcliff, E.A., Granger, D.A., Booth, A., Johnson, D., 2005. Low salivary cortisol levels and externalizing behavior problems in youth. *Dev. Psychopathol.* 17, 167-184.
- Shiv, B., Loewenstein, G., Bechara, A., 2005. The dark side of emotion in decision-making: When individuals with decreased emotional reactions make more advantageous decisions. *Cognitive Brain Research* 23, 85-92.
- Shoal, G.D., Giancola, P.R., Kirillova, G.P., 2003. Salivary cortisol, personality, and aggressive behavior in adolescent boys: A 5-year longitudinal study. *J. Am. Acad. Child Adolesc. Psychiatry* 42, 1101-1107.
- Shope, J.T., Waller, P.F., Lang, S.W., 1996. Alcohol-related predictors of adolescent driving: Gender differences in crashes and offenses. *Accid. Anal. Prev.* 28, 755-764.
- Sobell, L.C., Brown, J., Leo, G.I., Sobell, M.B., 1996. The reliability of the Alcohol Timeline Followback when administered by telephone and by computer. *Drug Alcohol Depend.* 42, 49-54.
- Susman, E.J., 2006. Psychobiology of persistent antisocial behavior: Stress, early vulnerabilities and the attenuation hypothesis. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 30, 376-389.
- Traffic Injury Research Foundation of Canada, 2010. Alcohol-crash problem in Canada: 2008., Canadian Council of Motor Transport Administrators road safety report series, Ottawa, Ontario, p. 225.
- van Bokhoven, I., Van Goozen, S.H.M., van Engeland, H., Schaal, B., Arseneault, L., Séguin, J.R., Nagin, D.S., Vitaro, F., Tremblay, R.E., 2005. Salivary cortisol and aggression in a population-based longitudinal study of adolescent males. *J. Neural Transm.* 112, 1083-1096.
- van de Wiel, N., van Goozen, S.H.M., Matthys, W., Snoek, H., van Engeland, H., 2004. Cortisol and treatment effect in children with disruptive behavior disorders: A preliminary study. *J. Am. Acad. Child Adolesc. Psychiatry* 43, 1011-1018.
- van Goozen, S.H.M., Matthys, W., Cohen-Kettenis, P.T., Buitelaar, J.K., van Engeland, H., 2000. Hypothalamic-pituitary-adrenal axis and autonomic nervous system activity in

disruptive children and matched controls. *J. Am. Acad. Child Adolesc. Psychiatry* 39, 1438-1445.

Virkkunen, M., 1985. Urinary free cortisol secretion in habitually violent offenders. *Acta Psychiatr. Scand.* 72, 40-44.

Zuckerman, M., 1994. Behavioral expressions and biosocial bases of sensation seeking. The Cambridge University Press, New York, NY.

## Article 3

Couture, S., Brown, T. G., Ouimet, M. C., Gianoulakis, C., Nadeau, L., Tremblay, J., Ng Ying Kin, N. M. K., Brochu, S. High-risk subgroup of first-time driving while impaired offenders differentiated by a neurobiological marker. *Psychoneuroendocrinology* (en préparation).

## **High-risk subgroup of first-time driving while impaired offenders differentiated by a neurobiological marker**

Sophie Couture <sup>a,b</sup>, Thomas G. Brown <sup>a,c,\*</sup>, Marie Claude Ouimet <sup>d</sup>, Christina Gianoulakis <sup>a,c</sup>, Louise Nadeau <sup>e</sup>, Jacques Tremblay <sup>a,c</sup>, N.M.K. Ng Ying Kin <sup>a,c</sup>, Serge Brochu <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Addiction Research Program, Douglas Hospital Research Centre, Verdun, Quebec, Canada;

<sup>b</sup> School of criminology, Université de Montréal, Montreal, Quebec, Canada;

<sup>c</sup> Department of Psychiatry, McGill University, Montreal, Quebec, Canada;

<sup>d</sup> Faculty of Medicine and Health Sciences, Université de Sherbrooke, Longueuil, Quebec, Canada;

<sup>e</sup> Department of psychology, Université de Montréal, Montreal, Quebec, Canada.

### **Summary**

First-time driving while impaired with alcohol (fDWI) offenders vary greatly in their recidivism risk. Distinguishing between low-risk and high-risk in fDWI offenders is problematic. Low hypothalamic-pituitary-adrenal (HPA) axis activity to stress, as measured by cortisol, has been linked to characteristics associated with recidivism, such as disinhibitory personality traits (e.g., sensation seeking, impulsivity, and antisocial tendencies), and high-risk behaviours (e.g., high-risk road traffic behaviours, criminal arrests, and alcohol, drug and nicotine use). Moreover, in previous study (Couture et al., 2008), we found that low cortisol reactivity distinguished between non-driving while impaired with alcohol (non-DWI) controls and recidivists. Hence, HPA axis activity appears to be an effective, objective marker of recidivism risk, and could be helpful in disentangling the heterogeneity of recidivism risk in fDWI offenders. The main hypothesis

---

\* Corresponding author.

tested here is that low-HPA (L-HPA) fDWI offenders ( $n = 70$ ) have more disinhibitory personality traits, and high-risk behaviours, consistent with recidivism status, than high-HPA (H-HPA) fDWI offenders ( $n = 69$ ). Finally, exploratory analysis compared fDWI subgroups to a non-DWI comparison group on these dimensions. L-HPA fDWI offenders had greater disinhibitory personality traits and engaged in more frequent high-risk behaviours than H-HPA fDWI offenders which themselves presented more of these features than the non-DWI comparison group. Overall, HPA axis activity appears to be a discriminative marker of driving while impaired (DWI) risk level in the heterogeneous fDWI population.

**Keywords:** driving under influence, cortisol, first-time offender, detection, high-risk subgroup

## 1. Introduction

Authorities responsible for reducing road traffic injuries, which represent the ninth leading contributor to the global burden of disease and injury (Sleet and Branche, 2004; World Health Organization, 2004), are struggling with detection of high-risk offenders. Among human factors contributing to this public health problem, driving while impaired with alcohol (DWI) is one of the most important. In 2008, 1056 Canadians died from an alcohol-related crash (Traffic Injury Research Foundation of Canada, 2010a), representing approximately a third of all traffic crash fatalities. Approximately one third of first-time DWI (fDWI) offenders go on to become recidivists who, as a group, are over-represented in alcohol-related crashes (Beirness et al., 1997; Cavaiola et al., 2007; Robertson et al., 2009).

Hence, reliable detection of high-risk offenders when they first enter the legal or administrative system is an essential preventative strategy.

The main stumbling block in the accurate detection of high-risk fDWI offenders is that the fDWI offender population is one of the most heterogeneous within the justice system (Traffic Injury Research Foundation of Canada, 2010b). Some are “true” first-time offenders having their first encounter with the legal system and not likely to repeat. Others are simply caught for the first time, who may have engaged in repeated DWI behaviour prior to being arrested, and to some degree remain at elevated risk for recidivism. The best clinical and experimental assessment methodologies have so far been able to correctly identify 70% of DWI recidivists, and 40% of non-recidivists (Anderson et al., 2000; Chang et al., 2002; Santé Canada, 2004), a level of sensitivity and specificity that is not clinically adequate.

There are both methodological and conceptual reasons for the failure of research to disentangle heterogeneity in the fDWI population. Methodological shortcomings include over-reliance on data from self-reported questionnaires, which though unobtrusive to collect, are vulnerable to subjectivity, social desirability, and shared method variance (e.g., one self-report measure of risk-taking behaviour correlated with another). Moreover, associations of sociodemographic and personality traits with DWI have been typically modest in strength (Arthur and Graziano, 1996; Dahlen and White, 2006; LaBrie et al., 2007; Lapham et al., 2002; Lapham et al., 2004; Llewellyn, 2008), limited in their explanatory or predictive power (Chang et al., 2002; Corbett, 2001; Fernandes et al., 2007; Macdonald and Mann, 1996), and inconsistently linked to actual driving behaviour (Corbett, 2001; Ivers et al., 2009; Paris and Van den Broucke, 2008; Rothengatter, 2002).

### **1.1. Indicators of recidivism risk**

Conceptually, attempts to differentiate between high-risk from low-risk offenders have mainly focused on two broad behavioural dimensions: alcohol use, and criminal propensity (Nochajski and Stasiewicz, 2006). The focus on alcohol misuse is warranted, as it is a characteristic consistently associated with recidivism. However, some authors (e.g., Couture et al., 2010b; LaBrie et al., 2007) have criticized this approach. While a chronic alcohol abuse problem represents the main contributing factor to DWI behaviour among a proportion of offenders, there appears to be a larger proportion of offenders who possess different trajectories. For example, for one subgroup of DWI offenders, DWI may be part of a more general criminal behaviour pattern, in which alcohol misuse represents a secondary feature (LaBrie et al., 2007). This subgroup is characterized by a more extensive criminal history (e.g., traffic infractions, criminal arrests) being associated with a greater DWI recidivism risk (LaBrie et al., 2007; McMillen et al., 1992). These high-risk behaviours are frequently subsumed within a disinhibitory personality cluster, a general classification principally denoting a greater tendency for sensation seeking and impulsivity (Negreiros, 2006). It is noteworthy that higher levels of sensation seeking have been consistently found among DWI recidivists (Couture et al., 2008; Jonah, 1997; McMillen et al., 1992), with a limited predictive potential. Overall, as in other heterogeneous problem behaviour populations, disentangling heterogeneity in the DWI offender population for better prediction will require a more thorough understanding of the multiple explanatory pathways contributing to DWI recidivism risk, and clarification of the characteristics of high-risk subgroups, whose members share these pathways (Hines et al., 2005; Hutchison, 2008).

## 1.2. Arousal neurobiological mechanism

The hypothalamic-pituitary-adrenal (HPA) axis is a neurobiological system that has been useful for understanding the underpinnings of repetitive high-risk and self-destructive behaviours in several other populations, such as alcohol abusers, prison inmates, and children with conduct disorders (e.g., Gianoulakis et al., 2003; van Goozen et al., 2000). The HPA axis is activated following a psychological, physical, pharmacological or neuroendocrinological stress (Adinoff et al., 2005). The hypothalamus releases corticotrophin releasing hormone (CRH), which in turn triggers the release of adrenocorticotrophic hormone (ACTH) from the anterior pituitary gland. Finally, ACTH stimulates the secretion of cortisol from the adrenal cortex (Lupien et al., 2006). Cortisol is thus considered a stress hormone, which can be easily measured in saliva. Measurement typically uses basal values whose variability follows the 24-hour circadian cycle, and/or reactivity to a standardized psychosocial stress paradigm. HPA axis activity has been linked to several high-risk behaviours and personality traits, associated with DWI recidivism (e.g., O'Leary et al., 2007; Rosenblitt et al., 2001), leading some researchers (Brown et al., 2009; Couture et al., 2010a) to speculate that cortisol is a neurobiological marker of a high-risk DWI subgroup.

As attenuated endocrine activity has been observed among various high-risk populations and behaviours (Susman, 2006), arousal theory posits that HPA activity may mediate high-risk behaviour. Individuals prone to low levels of arousal, experienced as boredom, seek heightened stimulation (i.e., sensation seeking), in order to reinstate arousal to an optimal level (Popma et al., 2007; Popma and Raine, 2006). Recurrent sensation seeking also reduces the associated perception of stress and danger (van Goozen et al., 2008). A related process involves fearlessness. Here, individuals who show low arousal in situations that would evoke strong stress reactivity in most other individuals become less

concerned with potential negative consequences related to exposure (Popma et al., 2007; Popma and Raine, 2006).

Level of arousal based upon HPA axis activity has been proposed as a way to differentiate between high- and low-risk subgroups in risky populations (e.g., Popma et al., 2006; Vanyukov et al., 1993). According to arousal theory, low-HPA (L-HPA) axis responders are more prone to high-risk behaviour than high-HPA (H-HPA) axis responders. Studies generally confirm the association between disinhibitory personality traits (e.g., sensation seeking, impulsivity, antisocial tendencies), engagement in high-risk behaviour, and attenuated HPA axis activity (e.g., Freeman and Beer, 2010; O'Leary et al., 2007). Studies show some inconsistencies, possibly due to whether HPA axis activity is measured using basal values or reactivity to stress, or to study population characteristics (e.g., children vs. adults, clinical vs. non-clinical sample).

The possibility that a high-risk subgroup within the DWI population could be detected based upon HPA axis activity has been supported by preliminary studies conducted by our team. In a first study on sociodemographic, legal, psychological, neuropsychological, and biological characteristics of both fDWI offenders and recidivists, cortisol reactivity was inversely correlated to the number of previous DWI convictions ( $r = -.42, p < .005$ ) (Brown et al., 2005). In fact, it was the strongest correlate in this regard, taking into account all psychosocial measures and alcohol biomarkers frequently used in DWI evaluation protocols. Since this study measured HPA axis activity without a standardized stress paradigm or reference to a control group, a replication study (Couture et al., 2008) was conducted to measure cortisol reactivity to psychosocial stress, in samples of DWI recidivists and non-DWI offenders. Results again indicated a negative correlation between number of previous DWI convictions and cortisol reactivity to stress ( $r = -.36, p < .05$ ). Moreover, recidivists were found to have significantly lower cortisol reactivity to

stress than the non-DWI group. Analyses also showed that experience seeking, a subscale of *Sensation Seeking Scale* form V (SSS-V; Zuckerman, 1994) and the number of cigarettes smoked per day shared some of the variance in cortisol reactivity of DWI recidivists. Hence, cortisol reactivity appeared to delineate not only DWI risk but also other high-risk behaviours. Finally, in both the Brown et al. (2005) and Couture et al., (2008) studies, cortisol reactivity to stress compared to basal levels was more useful in identifying DWI risk in offenders.

Thus, understanding of recidivism risk in the heterogeneous fDWI offenders population is incomplete. Attenuated HPA axis activity has been linked to a variety of disinhibitory personality traits (e.g., sensation seeking, impulsivity, antisocial tendencies) and high-risk behaviours (i.e., alcohol abuse, DWI recidivism). Thus, we pose that cortisol reactivity to stress could be a marker of a subgroup within the fDWI population in which dysregulation of the HPA axis, specifically with reduced arousal in situations generally experienced as stressful, may play a contributory role in the behavioural risk for repeated DWI offending.

As such, the present study aims to verify the usefulness of HPA axis activity in detecting a high-risk subgroup among fDWI offenders, more specifically, to explore whether cortisol reactivity to stress in fDWI offenders was associated with indicators of recidivism risk. Accordingly, the main study hypothesis was that L-HPA fDWI offenders exhibit more sensation seeking, impulsivity, antisocial tendencies, and high-risk behaviours (i.e., high-risk road traffic behaviours, major driving violations arrest, criminal arrests, and alcohol, drug and nicotine abuse tendencies) compared to H-HPA fDWI offenders. A secondary objective was to compare a group of fDWI offenders' to a non-DWI comparison group HPA axis activity. It was hypothesized that fDWI offenders display overall lower individual cortisol episodes and cortisol reactivity to stress compared to the non-DWI

comparison group. A final set of analyses appraised the relative importance of disinhibitory personality traits and high-risk behaviours in non-DWI comparison group, and both L-HPA and H-HPA fDWI groups.

## **2. Methods**

The study was conducted at the Addiction Research Program of the Douglas Mental Health University Institute, affiliated to McGill University, Montreal, Quebec, Canada.

### **2.1. Participants**

Recruitment of fDWI offenders ( $n = 158$ ) and non-DWI comparison group ( $n = 35$ ) was carried out through solicitation using newspaper advertisements, posters and letters left in six centers engaged in DWI offenders evaluation, and three car repair centers installing mandated interlock devices in the province of Quebec. In addition, an invitation was sent by letter to all DWI offenders evaluated in Quebec DWI assessment centers. Non-DWI comparison group was recruited using newspaper advertisements, and word-of-mouth.

#### **2.1.1. Inclusion**

Inclusion criteria for study participants were: 1) being aged between 18 and 44 years, after verification with their health insurance card; 2) having minimally a 6th grade education; and 3) be willing to provide access to their official driving record for a period

from 2002 to 2016 for a longitudinal study that was the basis for the present investigation. For inclusion into the fDWI group participants needed a first DWI conviction in the past year (i.e., maximum of 23 months allowed) with no other pending DWI arrest. All information was validated with official driving history or criminal records. Inclusion into the non-DWI comparison group required a valid driving license, and no previous DWI conviction.

### **2.1.2. Exclusion**

Exclusion criteria were the following: 1) female gender, as HPA axis is affected by hormonal variations and contraceptive pills intake (Kirschbaum et al., 1999); 2) medical conditions interfering with normal HPA axis activity, such as cardiac insufficiency, respiratory insufficiency, angina pectoris, or having a heart attack in the last year; 3) if a new medication was started in the month preceding appointment, having met medical eligibility as per the research physician (JT); 4) a positive Breathalyzer® test on testing day. If participants had a positive Breathalyzer® test (blood alcohol concentration (BAC) > .01%) or were visibly impaired, they were rescheduled; and 5) having a score greater than nine on the *Clinical Institute Withdrawal Assessment for Alcohol Scale (CIWA-Ar)* (Sullivan et al., 1989) or high-blood pressure and being diagnosed as being in alcohol withdrawal by the research physician.

## **2.2. Procedures**

All recruitment and experimental procedures as well as the informed consent form were approved by the Douglas Institute Research Ethics Committee and the Quebec Substance Abuse Research Ethics Committee. Participants were tested on three separate days: one evaluation session, and two experimental sessions for the measurement of HPA axis activity. During phone recruitment or at appointment confirmation, participants were asked not to drink alcohol after dinner the night before their assessment sessions, or coffee the morning of experimental sessions.

### **2.2.1. Evaluation session**

The first session was scheduled at 0830h. Participants were invited to read and sign the consent form. To verify health status inclusion and exclusion criteria, a registered nurse assessed vital signs, and applied the CIWA-Ar questionnaire (Sullivan et al., 1989). The rest of the session consisted of administration of psychological and sociodemographic self-reported questionnaires, structured interviews and neuropsychological assessment (not considered here). During testing day, various rest breaks and a standard lunch were scheduled. All testing was completed by 1600h.

### **2.2.2. Experimental sessions**

HPA axis activity was measured on two separate days scheduled within approximately two weeks. For both sessions, testing started at 1100h. On arrival, participants were required to leave all personal belongings that could bias cortisol measurement (i.e., cell phone, newspapers, etc.) with the research assistant. Participants were then again tested with a Breathalyzer® (a BAC < .001 was required in order to proceed) and vital signs were taken. This was followed by a standard lunch (e.g., sandwich, fruits salad, and cookies), and an opportunity to take a last cigarette break, if needed, until the end of the protocol. Then a rest period ensued when participants could read a neutral selection of magazines (e.g., arts, decoration) and/or watch a documentary. After the rest period, saliva collection commenced. Both experimental session procedures were identical except for the stress task. For the purpose of the current study, only the stress task experimental day was considered. Order of sessions was randomly assigned using an urn randomization procedure (Project MATCH, 1993), in which group assignment probabilities were adjusted if notable between-groups imbalances occurred for participant age and number of major driving violations after the age of 18. Participation was compensated with CAN \$200. Participants living further than 50 kilometres were also reimbursed for transportation costs.

## **2.3. Measures**

### **2.3.1. Sociodemographic information**

Sociodemographic information was obtained via a combination of the *Addiction Severity Index* (ASI; McLellan et al., 2006), the *Composite International Diagnostic Interview* (CIDI) version 2.1 (World Health Organization, 1997) and homemade questions. These included age, years of education, income and kilometres driven in the past year.

### **2.3.2. Disinhibitory personality traits**

Sensation seeking tendencies were measured with the *Sensation Seeking Scale form V* (SSS-V; Zuckerman, 1994), a 40-item self-report questionnaire made of four subscales: thrill and adventure seeking, experience seeking, boredom susceptibility, and disinhibition. Each scale has a maximum score of 10. Impulsivity was measured using the *Barratt Impulsivity Scale version 11* (BIS-11), a 30-item self-report questionnaire that includes three subscales: attentional impulsiveness, motor impulsiveness, and non-planning impulsiveness (Barratt et al., 1997; Patton et al., 1995). Antisocial traits were assessed with the *Millon Clinical Multiaxial Inventory III* (MCMI-III; Piotrowski, 1997), a 175-item true and false item questionnaire that generates 28 subscales indicating the presence of a potential Axis I or Axis II disorder.

### 2.3.3. High-risk behaviours

Three high-risk behavioral dimensions were measured. First, engagement in certain high-risk traffic behaviours was assessed using the ACR, e-version, a validated, self-report scenario-based simulation of 19 high-risk road traffic behaviours (Bergeron and Joly, 1997). Second, the number of major driving violations and criminal arrests (excluding their DWI offense) since the age 18 was obtained from the legal section of the ASI (McLellan et al., 2006). Characteristics related to alcohol, drug, and nicotine use were measured with a battery of validated instruments. The 49 true and false item self-report questionnaire *MacAndrew Alcoholism Scale Revised* (MAC-R) was used to measure alcohol abuse related personality traits (Craig, 2005). The alcohol section of the CIDI assessed alcohol abuse and dependence diagnosis, as well as age of problem onset (World Health Organization, 1997). The 58-item *Mortimer-Filkins Questionnaire* (MFQ) was used to measure alcohol problems, and DWI related behaviours (Snow and Wells-Parker, 2001). The 10-item *Alcohol Use Disorders Identification Test* (AUDIT) measured alcohol use, dependence symptoms, and associated consequences during past 12 months (Babor et al., 2001). The 24-item *Michigan Alcoholism Screening Test* (MAST) measured lifetime medical, interpersonal, and legal problems associated with alcohol use (Conley, 2001). The 20-item *Drug Abuse Screening Test-20* (DAST-20) measured drug abuse related problems during the past 12 months (Skinner, 1982). The *Timeline Follow-Back procedure* (TLFB) assessed alcohol and drug use during the past 90 days (Sobell and Sobell, 1996). This interview is visually supported with a computerized calendar and, more specifically, provides the number of standard drinks per day, and days of heavy alcohol use (more than five standards drinks per occasion). Finally, the number of cigarettes smoked per day was measured using the smoking section of the Health Quebec (1998) questionnaire.

#### **2.3.4. Validity of self-report and social desirability**

Because DWI offenders have been found to underreport their drug and alcohol use (Lapham et al., 2002; Lapham et al., 2004). The 13-item *Marlowe-Crown Social Desirability Scale Form C* (Reynolds, 1982) assessed for potential bias in self-report.

#### **2.3.5. Stress task**

Five mathematical quizzes were administered under a time constraint (one to two minutes per quiz), and with a monetary incentive (i.e., CAN \$100, \$80, \$60, \$40 and \$20 potential bonuses awarded to the five best scores in successive blocks of 20 participants). This stress task has been shown to reliably produce neurobiological reactivity in males (Couture et al., 2008; Dai et al., 2002; Matthews et al., 1987).

#### **2.3.6. Cortisol assessment**

Salivary cortisol was measured with a cotton swab technique (i.e., Salivette®; Sarstedt, St-Laurent, Quebec, Canada). Participants had to impregnate swabs with saliva for approximately 40 seconds. Swabs were then refrigerated and, at the end of the day, stored in a freezer (-20°C). Cortisol ( $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ ) was extracted from saliva swabs using a centrifuge and then assayed with AMERLEX radioimmunoassay kit (Catalogue number 8758401; Ortho-Clinical Diagnostics, Inc. Rochester New York). Sensitivity of assay is 0.1  $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ , and intra-assay and inter-assay coefficients of variation were 4.3 and 7.7%.

Nine individual cortisol episodes were measured at approximately 15-minute intervals. The stress task was performed between cortisol episode three and cortisol episode four. Since cortisol reactivity is usually detected after 15 minutes (Shirtcliff et al., 2005), an aggregate measure of cortisol reactivity was operationalized as the difference between cortisol episode five (i.e., 15 minutes after stress task) and cortisol episode three (i.e., just before stress task) (Couture et al., 2008).

## **2.4. Analytic plan**

Descriptive statistics were used for sample description, while independent sample *t*-tests were used for main group comparisons for normally distributed data, Mann–Whitney *U* for incorrigibly skewed data, Pearson chi-square for nominal data (alcohol abuse and dependence diagnosis, income). To test the main hypothesis, L-HPA and H-HPA fDWI subgroups were derived using the median split of the fDWI offenders' cortisol reactivity, a strategy used in other related studies (e.g., van de Wiel et al., 2004). This calculation was used since there are no established clinical cut-offs for cortisol reactivity. For the second hypothesis, profile analyses (i.e. conceptually similar to repeated measures ANOVA) were used to compare fDWI offenders with the non-DWI comparison group on individual cortisol episodes. Such an analysis allows for verification of profile similarity between groups with three tests: parallelism of profile, level analysis and flatness of profile (Tabachnick and Fidell, 2007). Moreover, cortisol reactivity of fDWI offenders and the non-DWI comparison group was compared with independent sample *t*-tests. Final exploratory analyses were conducted to compare the non-DWI comparison group to L-HPA and H-HPA fDWI subgroups separately. ANCOVA or stepwise logistic regression (age entered in first step and group regressed in the second step for predicting binary alcohol abuse or dependence diagnosis and income) controlling for age were conducted. Given the preliminary character of this study, analytical sensitivity to infer differences between L-

HPA and H-HPA fDWI offenders was emphasized. Accordingly, alpha was set at  $p \leq .05$  for inferences in all analyses, with no correction for multiple comparisons. SPSS<sup>®</sup> 18.0. software was used for statistical analysis.

### 3. Results

#### 3.1. Data considerations

From the fDWI offenders initially included into the study, five were excluded for not fulfilling inclusion criteria, four were not available for testing, and one dropped out of the study after evaluation session. Moreover, two non-DWI controls were excluded, and one dropped out after evaluation session. This left 148 fDWI and 32 non-DWI comparison group participants for testing. Various adjustments to the data were needed before hypotheses testing. First, missing data were detected in questionnaires. Because the initially recruited non-DWI comparison group ( $n = 20$ ) was not administered all questionnaires, there was missing data. As half of this group returned for follow-up interviews (for the longitudinal study), stable characteristics derived from the MCMI-III, the CIDI, the MFQ, the MAST, and the *Marlowe-Crown Social Desirability Scale Form C* were recuperated. As such, there were ten cases with missing data for those measures. Participants with or without those missing data did not differ on the other testing variables based on a Mann-Whitney  $U$  test (data not shown). With respect to the MCMI-III questionnaire, six fDWI offenders had non-valid scores on the Antisocial scale. These were deemed missing and were not replaced.

Saliva quantity was not sufficient to extract cortisol levels for 22 individual cortisol episodes (only one sample from a non-DWI comparison control). For participants with less than four missing saliva episodes, individual growth curve analyses were performed to impute those data (McKnight et al., 2007). Following these computations, visual graphic observation of these cases was performed to ensure a logical cortisol curve. Participants with four and more missing data ( $n = 10$ ) were excluded. Following these procedures, a total of 139 fDWI offenders and 31 non-DWI comparison group remained in the study.

Finally, one outlier for kilometres driven, criminal arrests, heavy alcohol use, and cigarettes smoked per day was detected and replaced with the nearest highest score. Successful logarithmic transformations for excessive skewness of individual cortisol episode and questionnaires (i.e. AUDIT, MAST) were performed (Tabachnick and Fidell, 2007). Kilometres driven, major driving violations, criminal arrests, DAST-20, drink per day, heavy alcohol use, and number of cigarettes smoked per day distributions were not improved by any transformation, so their untransformed values were used.

### **3.2. FDWI offenders group and non-DWI comparison group description**

As a group, the fDWI offenders had a mean age of 28.32 ( $SD = 7.02$ ), 14.06 years of education ( $SD = 2.59$ ), drove 10 375.50 ( $SD = 12 521.48$ ) kilometres in the past year and 41.7% had an income of less than CAN \$ 20 000. In contrast, non-DWI controls were significantly older ( $M = 34.26$ ,  $SD = 6.43$ ;  $t(168) = 4.32$ ,  $p < .001$ ), tended to have more years of education completed ( $M = 15.57$ ,  $SD = 3.56$ ;  $t(23.31) = 1.87$ ,  $p = .074$ ), drove 11 856.65 ( $SD = 16 220.91$ ;  $U = 1935.00$ ,  $Z = -0.89$ ,  $p = .374$ ) kilometres in the past year and 35.5% had an income of less than CAN \$ 20 000 ( $\chi^2 = 0.41$ , 1 df,  $p = .552$ ).

Figure 1 depicts the individual cortisol episodes mean level of both L-HPA and H-HPA fDWI offenders in contrast to the non-DWI comparison group. To compare individual cortisol episodes, profile analyses revealed an effect of level ( $F(1,168) = 26.63, p < .001, \eta^2 = .14$ ), namely the fDWI offenders group had lower average cortisol activity than non-DWI comparison group across all episodes. The profile did not deviate from parallelism ( $F(3.85) = 1.19, p = .313, \eta^2 = .01$ ). A significant main effect of flatness ( $F(3.85) = 24.02, p < .001, \eta^2 = .13$ ) was also detected. For all participants, repeated contrasts showed that each cortisol level significantly changed from the previous episode following the stress task [Episode three vs. four:  $F(1,168) = 14.10, p < .001, \eta^2 = .08$ ; episode four vs. five:  $F(1,168) = 43.27, p < .001, \eta^2 = .21$ ; episode five vs. six:  $F(1,168) = 10.26, p = .002, \eta^2 = .06$ ; episode six vs. seven:  $F(1,168) = 29.57, p < .001, \eta^2 = .15$ ; episode seven vs. eight:  $F(1,168) = 21.36, p < .001, \eta^2 = .11$ ; episode eight vs. nine:  $F(1,168) = 13.77, p < .001, \eta^2 = .08$ ].

Significantly lower cortisol reactivity to stress (i.e., episode five minus episode three) was also detected in fDWI offenders compared to non-DWI comparison group ( $M = 0.14, SD = 0.33$  vs.  $M = 0.47, SD = 0.86; t(31.94) = 2.09, p = .045, \eta^2 = .07$ ). More fine-grained analysis of cortisol activity of L-HPA and H-HPA fDWI subgroups contrasted to the non-DWI comparison group indicated that cortisol reactivity in the non-DWI comparison group differed significantly from that of the L-HPA fDWI offender group ( $M = -0.03, SD = 0.08$  vs.  $M = 0.47, SD = 0.86; t(30.21) = -3.21, p = .003, \eta^2 = .19$ ) but not from the H-HPA fDWI offenders ( $M = 0.31, SD = 0.39$  vs.  $M = 0.47, SD = 0.86; t(35.55) = -0.96, p = .343, \eta^2 = .02$ ).

**Figure 1. Mean Salivary Cortisol Level ( $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ ) of L-HPA ( $n = 70$ ) and H-HPA ( $n = 69$ ) fDWI Offenders in Contrast to Non-DWI Comparison Group ( $n = 31$ ) Before and After the Stress Task.**

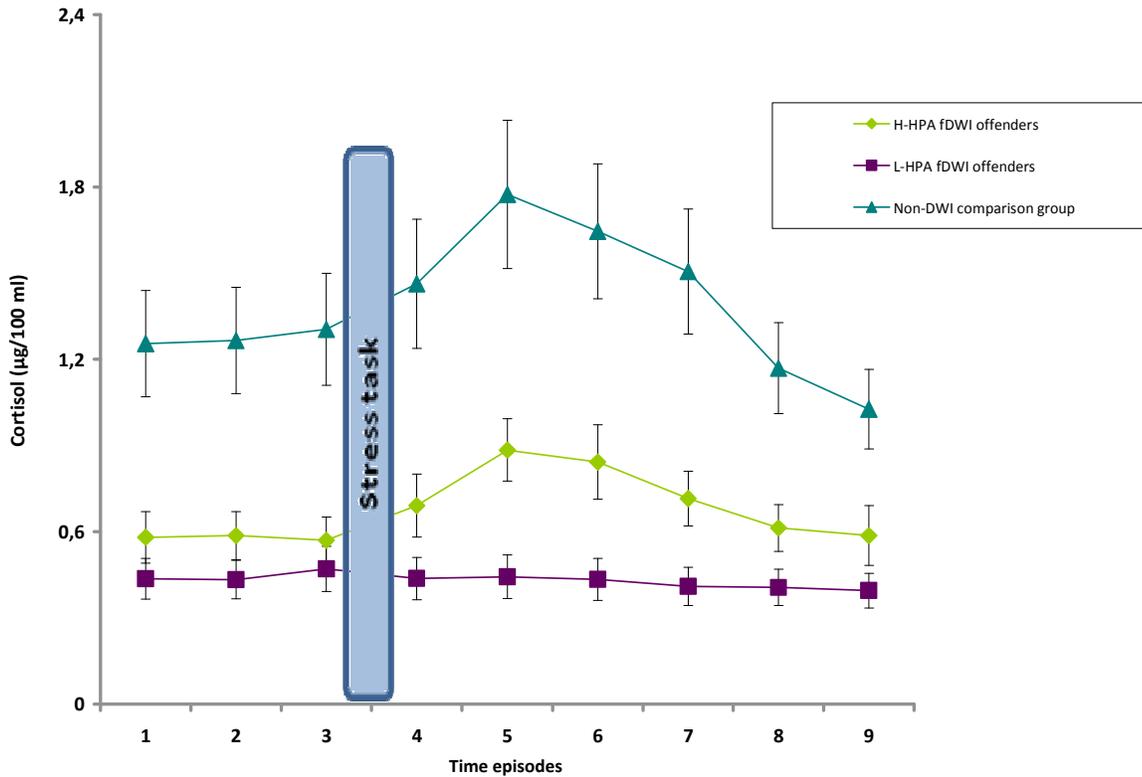


Figure 1. Error bars represent standard errors.

### 3.3. Comparison between L-HPA and H-HPA fDWI offenders

Data on the sociodemographic informations, disinhibitory personality traits, and high-risk behaviours of L-HPA and H-HPA fDWI offenders are presented in Table 1. On sociodemographic characteristics, L-HPA fDWI offenders were less educated ( $t(137) = -2.44$ ,  $p = .016$ ,  $\eta^2 = .04$ ) than H-HPA fDWI offenders. Furthermore, L-HPA fDWI offenders showed more attentional impulsiveness ( $t(137) = 2.75$ ,  $p = .007$ ,  $\eta^2 = .05$ ),

nonplanning impulsiveness ( $t(137) = 2.17, p = .032, \eta^2 = .03$ ), criminal arrests ( $U = 1885.00, Z = -2.77, p = .006, r^2 = .05$ ), and number of cigarettes per day ( $U = 1883.50, Z = -2.58, p = .010, r^2 = .05$ ) than H-HPA fDWI offenders. Moreover, trends for differences between L-HPA fDWI offenders and H-HPA fDWI offenders were detected with L-HPA fDWI offenders showing higher motor impulsiveness ( $t(137) = 1.89, p = .061, \eta^2 = .03$ ), more standard drinks per day ( $U = 2009.00, Z = -1.71, p = .087, r^2 = .02$ ), and a lower social desirability score ( $t(137) = -1.91, p = .058, \eta^2 = .03$ ).

**Table 1. Sociodemographic Informations, Disinhibitory Personality Traits, and High-risk Behaviours of L-HPA and H-HPA fDWI Offenders**

	L-HPA fDWI offenders ( <i>n</i> = 70)		H-HPA fDWI offenders ( <i>n</i> = 69)		<i>p</i>
	<i>M</i> (%)	SD	<i>M</i> (%)	SD	
<b><u>Sociodemographic informations</u></b>					
Age	27.83	6.87	28.83	7.19	
Years of education	13.54	2.43	14.59	2.65	*
Income less than CAN\$20 000	(48.6)		(34.8)		
Kilometres driven past 12 months <sup>a</sup>	10 158.64	13 364.05	10 595.51	11 698.92	
<b><u>Disinhibitory personality traits</u></b>					
SSS-V Thrill and adventure seeking	7.49	2.31	7.41	2.28	
SSS-V Experience seeking	6.44	2.18	6.36	1.81	
SSS-V Boredom susceptibility	2.71	1.93	2.55	1.84	
SSS-V Disinhibition	5.40	2.71	5.16	2.30	
BIS-11 Attentional impulsiveness	18.21	3.45	16.67	3.19	*
BIS-11 Motor impulsiveness	22.81	4.15	21.54	3.81	†
BIS-11 Non-planning impulsiveness	25.53	4.44	23.93	4.25	*
MCMII-III Antisocial scale	57.87 <sup>b</sup>	21.40	51.63 <sup>c</sup>	24.74	
<b><u>High-risk behaviours</u></b>					
High-risk traffic behaviours	62.14	16.38	60.42	15.20	
Major driving violations frequency <sup>a</sup>	3.64	4.93	3.06	3.73	
Criminal arrest frequency <sup>a</sup>	1.70	4.64	1.01	4.54	*
MAC-R	24.14	4.34	23.54	4.10	
Lifetime diagnosis alcohol dependence	(44.3)		(34.8)		
Lifetime diagnosis alcohol abuse only	(55.7)		(63.8)		
Alcohol abuse age of onset	21.44	6.21	22.35 <sup>d</sup>	6.90	
Alcohol dependence age of onset	23.97 <sup>e</sup>	6.12	23.88 <sup>f</sup>	5.80	
MFQ	15.20	8.86	14.62	8.96	
AUDIT	9.51	7.77	8.64	6.21	
MAST	16.21	17.88	15.04	18.22	
DAST-20 <sup>a</sup>	2.70	3.08	2.17	3.04	
Standard drinks/day during past 90 days <sup>c</sup>	1.80	2.16	1.11	1.24	†
Days of heavy alcohol use during past 90 days <sup>a</sup>	12.03	15.36	8.16	10.93	
Cigarettes/day <sup>a</sup>	7.54	9.71	3.70	7.42	*
Marlowe-Crown Social Desirability Scale	6.94	2.89	7.91	3.10	†

Note. <sup>a</sup> Mann-Whitney *U* test; <sup>b</sup> *n* = 69; <sup>c</sup> *n* = 64; <sup>d</sup> *n* = 68; <sup>e</sup> *n* = 31; <sup>f</sup> *n* = 24.

\* *p* < .05; \*\* *p* < .01; † trend *p* < .10.

Subsequently, L-HPA and H-HPA fDWI offenders were compared separately to the non-DWI comparison group, on the same variables than above. Controlling for age, L-HPA fDWI offenders, compared to the non-DWI comparison group, had lower years of education [ $M = 13.54$ ,  $SD = 2.43$  vs.  $M = 15.57$ ,  $SD = 3.56$ ;  $F(1,88) = 7.60$ ,  $p = .007$ ,  $\eta^2 = .08$ ], higher scores on the antisocial scale [ $M = 57.87$ ,  $SD = 21.40$  vs.  $M = 44.19$ ,  $SD = 27.02$ ;  $F(1,87) = 4.69$ ,  $p = .033$ ,  $\eta^2 = .05$ ], more major driving violations frequency [ $M = 3.64$ ,  $SD = 4.93$  vs.  $M = 1.74$ ,  $SD = 2.34$ ;  $F(1,98) = 6.19$ ,  $p = .015$ ,  $\eta^2 = .06$ ], higher scores on the MAC-R questionnaire [ $M = 24.14$ ,  $SD = 4.34$  vs.  $M = 21.42$ ,  $SD = 4.15$ ;  $F(1,98) = 5.61$ ,  $p = .020$ ,  $\eta^2 = .05$ ], higher scores on the AUDIT [ $M = 9.51$ ,  $SD = 7.77$  vs.  $M = 4.42$ ,  $SD = 5.24$ ;  $F(1,98) = 9.26$ ,  $p = .003$ ,  $\eta^2 = .09$ ], higher scores on the MAST [ $M = 16.21$ ,  $SD = 17.88$  vs.  $M = 4.62$ ,  $SD = 8.13$ ;  $F(1,88) = 42.30$ ,  $p < .001$ ,  $\eta^2 = .33$ ], more standard drinks per day [ $M = 1.80$ ,  $SD = 2.16$  vs.  $M = 0.65$ ,  $SD = 1.04$ ;  $F(1,98) = 5.64$ ,  $p = .020$ ,  $\eta^2 = .05$ ], more days of heavy alcohol [ $M = 12.03$ ,  $SD = 15.36$  vs.  $M = 2.45$ ,  $SD = 6.78$ ;  $F(1,98) = 6.54$ ,  $p = .012$ ,  $\eta^2 = .06$ ], and more cigarettes per day [ $M = 7.54$ ,  $SD = 9.71$  vs.  $M = 1.48$ ,  $SD = 5.65$ ;  $F(1,98) = 15.98$ ,  $p < .001$ ,  $\eta^2 = .14$ ]. On the other hand, H-HPA fDWI offenders, compared to the non-DWI comparison group had higher prevalence of alcohol abuse diagnosis [98.6% vs. 33.3%;  $\chi^2(2) = 43.97$ ,  $p < .001$ , Nagelkerke  $r^2 = .65$ ], scored higher on the AUDIT [ $M = 8.64$ ,  $SD = 6.21$  vs.  $M = 4.42$ ,  $SD = 5.24$ ;  $F(1,97) = 10.80$ ,  $p < .001$ ,  $\eta^2 = .10$ ], the MAST [ $M = 15.04$ ,  $SD = 18.22$  vs.  $M = 4.62$ ,  $SD = 8.13$ ;  $F(1,87) = 36.46$ ,  $p < .001$ ,  $\eta^2 = .30$ ], had more days of heavy alcohol [ $M = 8.16$ ,  $SD = 10.93$  vs.  $M = 2.45$ ,  $SD = 6.78$ ;  $F(1,97) = 6.00$ ,  $p = .016$ ,  $\eta^2 = .06$ ] and cigarettes per day [ $M = 3.70$ ,  $SD = 7.42$  vs.  $M = 1.48$ ,  $SD = 5.65$ ;  $F(1,97) = 4.50$ ,  $p = .037$ ,  $\eta^2 = .04$ ].

#### 4. Discussion

This study's main objective was to explore whether cortisol reactivity to stress differentiated a high-risk fDWI offender subgroup characterized by disinhibitory personality traits, and greater engagement in high-risk behaviours, associated with

recidivism. The present results indicate that a median split of cortisol reactivity produced meaningful subgroup differences on these variables, in line with previous research (e.g., van de Wiel et al., 2004). L-HPA fDWI offenders exhibited more disinhibitory personality traits, specifically, greater attentional impulsiveness, and non-planning impulsiveness than H-HPA fDWI offenders. Accordingly, L-HPA fDWI offenders reported more difficulties in focusing on a task, and exhibited less cognitive stability, and a lack of self-control or cognitive complexity in their planning capacities. A trend (i.e.,  $p < .10$ ) for higher motor impulsiveness, that is the tendency to act without thinking, was also detected.

L-HPA fDWI offenders also showed a greater propensity for high-risk behaviours than H-HPA fDWI offenders. More specifically, they had significantly more past criminal arrests, smoked more cigarettes, and also trended to use more alcohol than H-HPA fDWI offenders. This high-risk behaviour pattern has been associated with a greater risk of DWI recidivism. DWI offenders with a criminal history have been found to be twice as likely to recidivate compared to offenders with no criminal history (Nochajski et al., 1993). Furthermore, both groups reported drinking moderate amounts of alcohol (i.e., less than two standard drinks per day) (United States Department of Agriculture and United States Department of Health and Human Services, 2005). These results, and the non-significance of comparisons on alcohol related problems and diagnoses, suggest that self-reported alcohol use is not being reflected by differences in cortisol. In other work, smokers have been found to exhibit blunted cortisol reactivity to stress compared to non-smokers (Childs and de Wit, 2009). In the present study, alcohol, coffee, and nicotine use during testing day were controlled. Moreover, exploratory analysis comparing smokers to non-smokers in L-HPA and H-HPA fDWI offender groups separately did not find differences on HPA axis reactivity (data not-shown). Thus, the higher nicotine use of L-HPA fDWI offenders, and to a lesser extent alcohol, appear to reflect only one facet of an overall high-risk behaviour pattern. Overall, these results support the study's overarching hypothesis that HPA axis activity, measured using cortisol reactivity to stress, is a marker of a neurobiological

mechanism underlying high-risk personality, and behaviour patterns in a subgroup of first-time DWI offenders.

Additional tentative evidence of the higher recidivism risk in L-HPA fDWI offenders comes from analyses of other variables. L-HPA fDWI offenders reported lower levels of academic achievement compared to H-HPA fDWI offenders. Lower academic achievement has been associated with recidivism risk (Chang, Lapham, C'de Baca, & Davis, 2001). Another study investigating the influence of education level on cortisol reactivity found that lower academic achievement group had higher reactivity to stress than a high academic achievement group (Fiocco et al., 2007). It is difficult to determine cause and effect in the relationship between cortisol reactivity and academic achievement. Still, less academic achievement may be associated with a lifestyle involving a general propensity for high-risk behaviour. The L-HPA axis fDWI offenders also trended to score lower on the *Marlowe-Crown Social Desirability Scale Form C*. Among recidivists, a low level of social desirability bias has been associated with frequent self-reported driving after drinking (Schell et al., 2006). This suggests that L-HPA fDWI offenders may be less concerned with the need to present themselves in a socially more desirable and conforming way than H-HPA fDWI offenders, a finding consistent with the major thrust of arousal theory (e.g., Popma and Raine, 2006; van Goozen et al., 2008).

Additional analyses supported the specificity of attenuated HPA axis activity in fDWI offenders compared to non-DWI comparison group. The general profile of the individual cortisol episodes confirmed the effectiveness of the standardized stress paradigm in triggering cortisol reactivity. More importantly, significantly lower individual cortisol response profiles and reactivity to stress were found in fDWI offenders when contrasted to the non-DWI comparison group. This analysis confirmed that attenuated cortisol reactivity to stress is specific not only to DWI recidivists (Couture et al., 2008), but to fDWI

offenders as well. Moreover, analyses indicated that cortisol reactivity of the non-DWI comparison group was significantly different from L-HPA fDWI offenders but not from H-HPA fDWI offenders. This result indicates that the L-HPA subgroup is a more different group from the population of non-DWI drivers in their HPA axis responses to stress.

Expectedly, L-HPA and H-HPA fDWI offenders subgroups differed significantly from the non-DWI comparison group on measures of daily alcohol abuse and cigarettes, and severity of symptoms of substance abuse and dependence, and related negative consequences in the past year and lifetime. Differences between the fDWI subgroups on cortisol responses was given added meaning when L-HPA and H-HPA fDWI offenders were compared to the non-DWI comparison group on other behavioural measures that have been associated with recidivism risk. L-HPA fDWI offenders were found to differ more from the non-DWI comparison group than the H-HPA fDWI offenders in exhibiting greater antisocial tendencies and alcoholic-related personality features, engaging in higher daily alcohol use and more major driving violations, and possessing a history of lower academic achievement. These differences are strongly coherent with features that have been consistently associated with recidivism (e.g., Cavaiola et al., 2007; Lapham et al., 1997).

In the present study, sensation seeking and antisocial tendencies failed to differentiate between fDWI offenders subgroups. Previous work indicated that experience seeking (a subscale of SSS-V) was linked to attenuated cortisol reactivity among DWI recidivists (Couture et al., 2008). Differences in the samples between studies may explain this inconsistency. Still, impulsivity which is an associated dimension of sensation seeking (Barratt et al., 2004) was more marked among fDWI offenders high-risk subgroup to explain their lower arousal to stress.

#### **4.1. Strengths and limitations**

A major strength of the present study is recruitment strategy. The present sample was drawn from the general DWI population, and from drivers involved in the Quebec driving relicensing program. Such a strategy is noteworthy because usually, investigations have frequently recruited offenders from remedial programs, which limits external validity (Brown et al., 2008). Other studies have excluded, alcoholics or tobacco smokers, in order to measure pure HPA axis activity (e.g., Cohen et al., 2004; Gianoulakis et al., 2005; Lovallo et al., 2006). Since this study aimed to investigate HPA axis based subgroups with a representative fDWI offenders sample, these characteristics were controlled for during testing alone (i.e., no alcohol or tobacco use during experimental sessions). Other strengths include use of a reliable standardized stress paradigm and a comprehensive psychosocial, alcohol and drug use assessment battery.

There are important limitations as well. Given the exploratory nature of the study, no alpha corrections were performed, increasing potentially Type 1 error. As such, replication of the findings is needed. The cross-sectional design of the study prevents inferences of causality between HPA axis activity and DWI recidivism. Future longitudinal investigations would allow for better causal inference about the significance of HPA axis activity in the transition from first-time offender to recidivism status. Moreover, the present findings may not generalize to important segments of the DWI population, namely female DWI offenders, a growing group within the DWI population (McKay, 2010; Traffic Injury Research Foundation of Canada, 2010b), since they were excluded from this study. How HPA axis activity is linked to high-risk characteristics has been found to differ based on sex (Rosenblitt et al., 2001). HPA axis activity of female DWI offenders may respond differently to standardized psychosocial stress paradigm and may be explained by different personality traits than their male counterparts, such as anxiety or depression. Future studies

will have to overcome the methodological hurdles inherent in the testing of this neurobiological pathway in female offenders. The present study also focused only on risk-related behaviours rather than actual outcomes (i.e., dangerous driving habit instead of crashes) (Caspi et al., 1997). Moreover, only self-report measures of disinhibitory personality traits were used. Other studies have used functional neuropsychological tests to assess various other aspects of disinhibition (e.g., Ouimet et al., 2007). A future analysis into the role of the HPA axis in DWI risk would benefit from considering a greater variety of disinhibition and engagement in high-risk behaviours indices.

To conclude, HPA axis based subgrouping appears useful for the identification of a putative higher risk subgroup within the heterogeneous fDWI population. As demonstrated in the current study, L-HPA fDWI offenders seem to represent a higher risk subgroup. The L-HPA fDWI offenders have more disinhibiting personality traits and exhibit more high-risk behaviours than H-HPA fDWI offenders. Moreover, the higher recidivism risk propensity of the L-HPA fDWI offenders subgroup, in comparison to the non-DWI comparison group, was evidenced by their dysregulated HPA axis activity, and higher disinhibiting personality traits and high-risk behaviours. Continued exploration of the role of the HPA axis in DWI recidivism should lead to better understanding of how and why some drivers persist in their DWI behaviour and ways in which interventions can be devised to interrupt this potential biological pathway to DWI recidivism.

## 5. References

Adinoff, B., Junghanns, K., Kiefer, F., Krishnan-Sarin, S. (2005). Suppression of the HPA axis stress-response: Implications for relapse. *Alcohol. Clin. Exp. Res.*, 29(7), 1351-1355.

- Anderson, B. J., Snow, R. W., Wells-Parker, E. (2000). Comparing the predictive validity of DUI risk screening instruments: Development of validation standards. *Addiction*, 95(6), 915-929.
- Arthur, W., Graziano, W. G. (1996). The five-factor model, conscientiousness, and driving accident involvement. *J. Pers.*, 64(3), 593-618.
- Babor, T. F., Higgins-Biddle, J. C., Saunders, J. B., Monteiro, M. G. (2001). *The Alcohol Use Disorders Identification Test guidelines for use in primary care*. Retrieved from [http://whqlibdoc.who.int/hq/2001/who\\_msd\\_msb\\_01.6a.pdf](http://whqlibdoc.who.int/hq/2001/who_msd_msb_01.6a.pdf).
- Barratt, E., Orozco-Cabal, L. F., Moeller, F. G. (2004). Impulsivity and sensation seeking: A historical perspective on current challenges. In R. M. Stelmack (Ed.), *On the psychobiology of personality* (pp. 3-15). Oxford, United Kingdom: Elsevier Ltd.
- Barratt, E., Stanford, M. S., Kent, T. A., Alan, F. (1997). Neuropsychological and cognitive psychophysiological substrates of impulsive aggression. *Biol. Psychiatry*, 41(10), 1045-1061.
- Beirness, D. J., Mayhew, D. R., Simpson, H. M., 1997. *DWI repeat offenders: A review and synthesis of the literature*. Ottawa, Ontario: Health Canada.
- Bergeron, J., Joly, P. (1997). *Questionnaire ACR (version E)*. Montréal, Canada: Université de Montréal, Département de psychologie.
- Brown, T. G., Gianoulakis, C., Tremblay, J., Nadeau, L., Dongier, M., Ng Ying Kin, N. M. K., Seraganian, P., Ouimet, M. C. (2005). Salivary cortisol: A predictor of convictions for driving under the influence of alcohol? *Alcohol Alcohol*, 40(5), 474-481.
- Brown, T. G., Ouimet, M. C., Nadeau, L., Gianoulakis, C., Lepage, M., Tremblay, J., Dongier, M. (2009). From the brain to bad behaviour and back again: Neurocognitive and psychobiological mechanisms of driving while impaired by alcohol. *Drug Alcohol Rev*, 28(4), 406-418.
- Brown, T. G., Ouimet, M. C., Nadeau, L., Lepage, M., Tremblay, J., Dongier, M., Ng Ying Kin, N. M. K. (2008). DUI offenders who delay relicensing: A quantitative and qualitative investigation. *Traffic Injury Prevention*, 9(2), 109-118.

- Caspi, A., Begg, D., Dickson, N., Harrington, H., Langley, J., Moffitt, T. E., Silva, P. A. (1997). Personality differences predict health-risk behaviors in young adulthood: Evidence from a longitudinal study. *J. Pers. Soc. Psychol.*, 73(5), 1052-1063.
- Cavaiola, A. A., Strohmetz, D. B., Abreo, S. D. (2007). Characteristics of DUI recidivists: A 12-year follow-up study of first time DUI offenders. *Addict. Behav.*, 32(4), 855-861.
- Chang, I., Gregory, C., Lapham, S. C., 2002. Review of screening instruments and procedures for evaluating DWI offenders. Washington, DC: AAA Foundation for Traffic Safety.
- Childs, E., de Wit, H. (2009). Hormonal, cardiovascular, and subjective responses to acute stress in smokers. *Psychopharmacology (Berl)*. 203(1), 1-12.
- Cohen, L. M., al'Absi, M., Collins, F. L. (2004). Salivary cortisol concentrations are associated with acute nicotine withdrawal. *Addict. Behav.*, 29, 1673-1678.
- Conley, T. B. (2001). Construct validity of the MAST and AUDIT with multiple offender drunk drivers. *J. Subst. Abuse Treat.*, 20, 287- 295.
- Corbett, C. (2001). Explanations for "understating" in self-reported speeding behaviour. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 4(2), 133-150.
- Couture, S., Brown, T. G., Brochu, S. (2010a). Neurobiologie et trajectoire des contrevenants de l'alcool au volant: vers un modèle multidimensionnel. *Revue internationale de criminologie et de police technique et scientifique*, 63(4), 445-468.
- Couture, S., Brown, T. G., Ouimet, M. C., Gianoulakis, C., Tremblay, J., Carbonneau, R. (2008). Hypothalamic-pituitary-adrenal axis response to stress in male DUI recidivists. *Accid. Anal. Prev.*, 40(1), 246-253.
- Couture, S., Brown, T. G., Tremblay, J., Ng Ying Kin, N. M. K., Ouimet, M. C., Nadeau, L. (2010b). Are biomarkers of chronic alcohol misuse useful in the assessment of DWI recidivism status? *Accid. Anal. Prev.*, 42(307-312).
- Craig, R. J. (2005). Assessing contemporary substance abusers with the MMPI MacAndrews Alcoholism Scale: A review. *Subst. Use Misuse*, 40(4), 427-450.

- Dahlen, E. R., White, R. P. (2006). The Big Five factors, sensation seeking, and driving anger in the prediction of unsafe driving. *Personality and Individual Differences*, 41(5), 903-915.
- Dai, X., Thavundayil, J., Gianoulakis, C. (2002). Response of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis to stress in the absence and presence of ethanol in subjects at high and low risk of alcoholism. *Neuropsychopharmacology*, 27(3), 442-452.
- Fernandes, R., Job, R. F. S., Hatfield, J. (2007). A challenge to the assumed generalizability of prediction and countermeasure for risky driving: Different factors predict different risky driving behaviors. *Journal of Safety Research*, 38(1), 59-70.
- Fiocco, A. J., Joober, R., Lupien, S. J. (2007). Education modulates cortisol reactivity to the Trier Social Stress Test in middle-aged adults. *Psychoneuroendocrinology*, 32(8-10), 1158-1163.
- Freeman, H. D., Beer, J. S. (2010). Frontal lobe activation mediates the relation between sensation seeking and cortisol increases. *J. Pers.*, 78(5), 1-32.
- Gianoulakis, C., Dai, X., Brown, T. G. (2003). Effect of chronic alcohol consumption on the activity of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis and pituitary beta-endorphin as a function of alcohol intake, age, and gender. *Alcohol. Clin. Exp. Res.*, 27(3), 410-423.
- Gianoulakis, C., Dai, X., Thavundayil, J., Brown, T. G. (2005). Levels and circadian rhythmicity of plasma ACTH, cortisol, and beta-endorphin as a function of family history of alcoholism. *Psychopharmacology (Berl)*. 181(3), 437-444.
- Health Quebec, 1998. Lifestyle and health questionnaire: Centre for Health and Social Surveys of Quebec.
- Hines, L. M., Ray, L., Hutchison, K., Tabakoff, B. (2005). Alcoholism: The dissection for endophenotypes. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 7, 153-163.
- Hutchison, K. E. (2008). Alcohol Dependence: Neuroimaging and the Development of Translational Phenotypes. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 32(7), 1111-1112.

- Ivers, R., Senserrick, T., Boufous, S., Stevenson, M., Chen, H.-Y., Woodward, M., Norton, R. (2009). Novice drivers' risky driving behavior, risk perception, and crash risk: Findings from the DRIVE study. *Am. J. Public Health, 99*(9), 1638-1644.
- Jonah, B. A. (1997). Sensation seeking and risky driving: A review and synthesis of the literature. *Accid. Anal. Prev., 29*(5), 651-665.
- Kirschbaum, C., Kudielka, B. M., Gaab, J., Schommer, N. C., Hellhammer, D. H. (1999). Impact of gender, menstrual cycle phase, and oral contraceptives on the activity of the hypothalamus-pituitary-adrenal axis. *Psychosom. Med., 61*(2), 154-162.
- LaBrie, R. A., Kidman, R. C., Albanese, M., Peller, A. J., Shaffer, H. J. (2007). Criminality and continued DUI offense: Criminal typologies and recidivism among repeat offenders. *Behav. Sci. Law, 25*(4), 603-614.
- Lapham, S. C., C'de Baca, J., Chang, I., Hunt, W. C., Berger, L. R. (2002). Are drunk-driving offenders referred for screening accurately reporting their drug use? *Drug Alcohol Depend., 66*(3), 243-253.
- Lapham, S. C., C'de Baca, J., McMillan, G., Hunt, W. C. (2004). Accuracy of alcohol diagnosis among DWI offenders referred for screening. *Drug Alcohol Depend., 76*(2), 135-141.
- Lapham, S. C., Skipper, B. J., Simpson, G. L. (1997). A prospective study of the utility of standardized instruments in predicting recidivism among first DWI offenders. *J. Stud. Alcohol, 58*(5), 524-530.
- Llewellyn, D. J. (2008). The psychology of risk taking: Toward the integration of psychometric and neuropsychological paradigms. *The American Journal of Psychology, 121*(3), 363-376.
- Lovallo, W. R., Farag, N. H., Vincent, A. S., Thomas, T. L., Wilson, M. F. (2006). Cortisol responses to mental stress, exercise, and meals following caffeine intake in men and women. *Pharmacology Biochemistry and Behavior, 83*(3), 441-447.
- Lupien, S. J., Ouellet-Morin, I., Hupbach, A., Tu, M. T., Buss, C., Walker, D., Pruessner, J., McEwen, B. S. (2006). Beyond the stress concept: Allostatic load—a developmental biological and cognitive perspective. In D. Cicchetti & D. J. Cohen

- (Eds.), *Developmental psychopathology: Developmental neuroscience (2nd ed.)* (pp. 578-628). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.
- Macdonald, S., Mann, R. E. (1996). Distinguishing causes and correlates of drinking and driving. *Contemporary Drug Problems*, 23, 259-290.
- Matthews, K. A., Rakaczky, C. J., Stoney, C. M., Manuck, S. B. (1987). Are cardiovascular responses to behavioral stressors a stable individual difference variable in childhood? *Psychophysiology*, 24(4), 464-473.
- McKay, M. P. (2010). Commentary: Women and alcohol: Increasingly willing to Drive While Impaired? *Ann. Emerg. Med.*, 55(2), 211-214.
- McKnight, P. E., McKnight, K. M., Sidani, S., Figueredo, A. J. (2007). Individual growth curve analysis. In The Guilford Press (Ed.), *Missing data: A gentle introduction* (pp. 152-156). New York, NY.
- McLellan, A. T., Cacciola, J. S., Alterman, A. I., Rikoon, S. H., Carise, D. (2006). The Addiction Severity Index at 25: Origins, contributions and transitions. *American Journal of Addiction*, 15(2), 113-124.
- McMillen, D. L., Adams, M. S., Wells-Parker, E., Pang, M. G., Anderson, B. J. (1992). Personality traits and behaviors of alcohol-impaired drivers: A comparison of first and multiple offenders. *Addict. Behav.*, 17(5), 407-414.
- Negreiros, J. (2006). *Psychological drug research: Current themes and future developments*. Strasbourg, France.
- Nochajski, T. H., Miller, B. A., Wieczorek, W. F., Whitney, R. (1993). The effects of a drinker-driver treatment program: Does criminal history make a difference? *Crim Justice Behav*, 20(2), 174-189.
- Nochajski, T. H., Stasiewicz, P. R. (2006). Relapse to driving under the influence (DUI): A review. *Clin. Psychol. Rev.*, 26(2), 179-195.
- O'Leary, M. M., Loney, B. R., Eckel, L. A. (2007). Gender differences in the association between psychopathic personality traits and cortisol response to induced stress. *Psychoneuroendocrinology*, 32(2), 183-191.

- Ouimet, M. C., Brown, T. G., Nadeau, L., Lepage, M., Pelletier, M., Couture, S., Tremblay, J., Legault, L., Dongier, M., Gianoulakis, C., Ng Ying Kin, N. M. K. (2007). Neurocognitive characteristics of DUI recidivists. *Accid. Anal. Prev.*, 39(4), 743-750.
- Paris, H., Van den Broucke, S. (2008). Measuring cognitive determinants of speeding: An application of the theory of planned behaviour. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 11(3), 168-180.
- Patton, J. H., Stanford, M. S., Barratt, E. S. (1995). Factor structure of the Barratt Impulsiveness Scale. *J. Clin. Psychol.*, 51(6), 768-774.
- Piotrowski, C. (1997). Use of the Millon Clinical Multiaxial Inventory in clinical practice. *Percept. Mot. Skills*, 84, 1185-1186.
- Popma, A., Doreleijers, T. A. H., Jansen, L. M. C., Van Goozen, S. H. M., Van Engeland, H., Vermeiren, R. (2007). The diurnal cortisol cycle in delinquent male adolescents and normal controls. *Neuropsychopharmacology*, 32(7), 1622-1628.
- Popma, A., Jansen, L. M. C., Vermeiren, R., Steiner, H., Raine, A., Van Goozen, S. H. M., Engeland, H. v., Doreleijers, T. A. H. (2006). Hypothalamus pituitary adrenal axis and autonomic activity during stress in delinquent male adolescents and controls. *Psychoneuroendocrinology*, 31(8), 948-957.
- Popma, A., Raine, A. (2006). Will future forensic assessment be neurobiologic? *Child Adolesc. Psychiatr. Clin. N. Am.*, 15(2), 429-444.
- Project MATCH. (1993). Rationale and methods for a multisite clinical trial matching patients to alcoholism treatment. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 17(6), 1130-1145.
- Reynolds, W. M. (1982). Development of reliable and valid short forms of the Marlowe-Crowne Social Desirability Scale. *J. Clin. Psychol.*, 38(1), 119-125.
- Robertson, A. A., Gardner, S., Xu, X., Costello, H. (2009). The impact of remedial intervention on 3-year recidivism among first-time DUI offenders in Mississippi. *Accid. Anal. Prev.*, 41(5), 1080-1086.

- Rosenblitt, J. C., Soler, H., Johnson, S. E., Quadagno, D. M. (2001). Sensation seeking and hormones in men and women: Exploring the link. *Horm. Behav.*, 40(3), 396-402.
- Rothengatter, T. (2002). Drivers' illusions-no more risk. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 5(4), 249-258.
- Santé Canada, 2004. Meilleures pratiques: Traitement et réadaptation des contrevenants dans les cas de conduite avec facultés affaiblies. (No. ISBN 0-662-77194-X). Ottawa, Ontario.
- Schell, T. L., Chanb, K. S., Morral, A. R. (2006). Predicting DUI recidivism: Personality, attitudinal, and behavioral risk factors. *Drug Alcohol Depend.*, 82, 33-40.
- Shirtcliff, E. A., Granger, D. A., Booth, A., Johnson, D. (2005). Low salivary cortisol levels and externalizing behavior problems in youth. *Dev. Psychopathol.*, 17(1), 167-184.
- Skinner, H. A. (1982). The Drug Abuse Screening Test. *Addict. Behav.*, 7(4), 363-371.
- Sleet, D. A., Branche, C. M. (2004). Road safety is no accident. *Journal of Safety Research*, 35(2), 173-174.
- Snow, R. W., Wells-Parker, E. (2001). Relationships between drinking problems and drinking locations among convicted drinking drivers. *Am. J. Drug Alcohol Abuse*, 27(3), 531-542.
- Sobell, L. C., Sobell, M. B., 1996. Timeline Followback: A calendar method for assessing alcohol and drug use. Toronto, Ontario: Addiction Research Foundation.
- Sullivan, J. T., Sykora, K., Schneiderman, J., Naranjo, C. A., Sellers, E. M. (1989). Assessment of alcohol withdrawal: The revised Clinical Institute Withdrawal Assessment for Alcohol scale (CIWA-Ar). *Br. J. Addict.*, 84(11), 1353-1357.
- Susman, E. J. (2006). Psychobiology of persistent antisocial behavior: Stress, early vulnerabilities and the attenuation hypothesis. *Neurosci. Biobehav. Rev.*, 30(3), 376-389.
- Tabachnick, B. G., Fidell, L. S. (2007). *Using multivariate statistics* (Fifth Edition ed.). Boston, MA: Allyn and Bacon.

- Traffic Injury Research Foundation of Canada, 2010a. Alcohol-crash problem in Canada: 2008. Ottawa, Ontario.
- Traffic Injury Research Foundation of Canada, 2010b. Understanding drunk driving (No. ISBN: 978-1-926857-03-9). Ottawa, Ontario.
- United States Department of Agriculture and United States Department of Health and Human Services. (2005). Chapter 9 - Alcoholic Beverages. In *Dietary Guidelines for Americans* (pp. 43-46). Washington, DC: US Government Printing Office.
- van de Wiel, N., van Goozen, S. H. M., Matthys, W., Snoek, H., van Engeland, H. (2004). Cortisol and treatment effect in children with disruptive behavior disorders: A preliminary study. *J. Am. Acad. Child Adolesc. Psychiatry*, 43(8), 1011-1018.
- van Goozen, S. H. M., Fairchild, G., Harold, G. T. (2008). The role of neurobiological deficits in childhood antisocial behavior. *Current Directions in Psychological Science*, 17(3), 224-228.
- van Goozen, S. H. M., Matthys, W., Cohen-Kettenis, P. T., Buitelaar, J. K., van Engeland, H. (2000). Hypothalamic-pituitary-adrenal axis and autonomic nervous system activity in disruptive children and matched controls. *J. Am. Acad. Child Adolesc. Psychiatry*, 39(11), 1438-1445.
- Vanyukov, M. M., Moss, H. B., Plail, J. A., Blackson, T., Mezzich, A. C., Tarter, R. E. (1993). Antisocial symptoms in preadolescent boys and in their parents: Associations with cortisol. *Psychiatry Res.*, 46(1), 9-17.
- World Health Organization, 1997. Composite International Diagnostic Interview (CIDI) Core Version 2.1: Interviewer's manual.
- World Health Organization, 2004. World report on road traffic injury prevention: Summary. Geneva, Switzerland.
- Zuckerman, M. (1994). *Behavioral expressions and biosocial bases of sensation seeking*. New York, NY: The Cambridge University Press.

## **Chapitre 4**

### **Analyses complémentaires**

Certaines analyses complémentaires sont explorées dans le présent chapitre afin de bonifier les résultats présentés dans les deux derniers articles empiriques de la thèse. Pour réconcilier les résultats de ces études et stimuler de nouvelles avenues de recherche, trois angles d'investigation sont mis de l'avant : la conceptualisation du cortisol, la modélisation de la trajectoire des comportements à risque et le contrôle des variables<sup>17</sup>.

#### **La conceptualisation du cortisol**

Les différentes considérations méthodologiques du cortisol peuvent expliquer l'absence de convergence dans les résultats. En effet, le deuxième article a utilisé deux formules préconisées lors de mesures répétées du cortisol (Pruessner et coll., 2003). Auprès de cet échantillon de récidivistes, la création de sous-groupes selon la surface sous la courbe relative au niveau de base et la surface sous la courbe relative à la réactivité n'a pas

---

<sup>17</sup> Les analyses supplémentaires découlent principalement des commentaires du jury de la thèse.

permis de confirmer les hypothèses. Le troisième article a quant à lui considéré la réactivité du cortisol telle que définie par la différence entre les prélèvements post-stress et pré-stress.

Tout d'abord, il y a lieu de décortiquer les deux formules présentées dans le deuxième article. Une potentielle source de différence réside dans la concordance entre les deux mesures. Est-ce que les participants manifestant une faible surface sous la courbe relative à la réactivité ont également une faible surface sous la courbe relative au niveau de base? Parmi les récidivistes manifestant une faible surface sous la courbe relative à la réactivité, 46,7 % ( $n = 7$ ) a également une faible surface sous la courbe relative au niveau de base et 53,3 % ( $n = 8$ ) a une forte surface sous la courbe relative au niveau de base. Donc, parmi les récidivistes manifestant une forte surface sous la courbe relative à la réactivité, 53,3 % ( $n = 8$ ) a une faible surface sous la courbe relative au niveau de base et 46,7 % ( $n = 7$ ) a également une forte surface sous la courbe relative au niveau de base. Visiblement, il n'y a pas de concordance entre les deux mesures. Les récidivistes manifestant une faible surface sous la courbe relative à la réactivité ont autant de probabilité d'avoir une faible ou forte surface sous la courbe relative au niveau de base. De tels résultats renforcent l'interprétation suggérée dans le deuxième article à savoir que la formule de la surface sous la courbe relative à la réactivité utilisée peut refléter un processus neurobiologique distinct du cycle circadien (c.-à-d. surface sous la courbe relative au niveau de base).

De plus, une analyse supplémentaire a séparé les récidivistes selon la formule de réactivité adoptée dans le troisième article de cette thèse. Cette conceptualisation de la réactivité du cortisol est la même que celle publiée dans l'article de Couture et ses collègues (2008). Toutefois, la sous-catégorisation des récidivistes selon la médiane de cette formule de réactivité n'a jamais été explorée. Les récidivistes présentant une faible réactivité ( $n = 15$ ) et ceux présentant une forte réactivité ( $n = 15$ ) ont donc été comparés à

l'aide du test non paramétrique Mann-Whitney  $U$  sur les traits de personnalité désinhibiteurs (c.-à-d. recherche de sensations, impulsivité et tendances antisociales) et les comportements criminels et antisociaux (c.-à-d. infractions routières et arrestations criminelles). Les récidivistes présentant une faible réactivité ne diffèrent pas dans leur recherche de sensations ( $M = 19,60, s = 6,95$  c.  $M = 16,33, s = 6,37$ ;  $U = 83,50, Z = -1,21, p = 0,228$ ), leur impulsivité ( $M = 65,07, s = 8,81$  c.  $M = 60,13, s = 8,31$ ;  $U = 76,00, Z = -1,52, p = 0,129$ ) et leurs tendances antisociales ( $M = 71,33, s = 11,69$  c.  $M = 60,80, s = 23,07$ ;  $U = 77,00, Z = -1,48, p = 0,140$ ) des récidivistes présentant une forte réactivité. Également, ils ne se distinguent pas dans le nombre d'infractions routières ( $M = 1,07, s = 1,22$  c.  $M = 3,00, s = 4,47$ ;  $U = 96,00, Z = -0,72, p = 0,475$ ) et d'arrestations criminelles ( $M = 4,87, s = 7,15$  c.  $M = 5,87, s = 7,38$ ;  $U = 107,00, Z = -0,23, p = 0,816$ ). Bref, la détermination d'un sous-groupe de récidivistes manifestant une faible activité de leur cortisol mesuré selon la surface sous la courbe relative au niveau de base, la surface sous la courbe relative à la réactivité ou la réactivité à la suite d'une situation stressante n'a pas permis de spécifier un sous-groupe présentant un profil plus problématique.

De surcroît, la comparaison de sous-groupes de contrevenants primaires selon surface sous la courbe relative à la réactivité a été explorée. Parmi les caractéristiques investiguées, les contrevenants primaires manifestant une faible activité ont consommé davantage de cigarettes par jour ( $M = 7,87, s = 10,01$  c.  $M = 3,36, s = 6,80$ ;  $U = 1808,50; Z = -2,94; p = 0,003$ ) et ont un revenu de moins de 20 000 \$ en plus grande proportion (51,4 % c. 31,9 %;  $\chi^2 = 5,46, 1 \text{ dl}, p = 0,025$ ) que les contrevenants primaires manifestant une forte activité. De prime abord, la considération de la surface sous la courbe relative à la réactivité ne permet pas aussi efficacement de déterminer un sous-groupe de contrevenants primaires présentant un risque élevé de récidive.

## **Modélisation de la trajectoire des comportements à risque**

Afin de mettre à l'épreuve des faits la modélisation de la trajectoire des comportements à risque des contrevenants de la CCA (voir figure 1 de l'article 1), une analyse supplémentaire a vérifié si les comportements à risque sont associés à la réactivité du cortisol, considérée comme une variable continue, au-delà les traits de personnalité désinhibiteurs. Le modèle n'a pas été considéré auprès des récidivistes, car les données de cet échantillon proviennent d'analyses supplémentaires (Couture et coll., 2008).

Une régression linéaire multiple par méthode ascendante pas à pas a été effectuée pour vérifier le modèle. Une transformation logarithmique, ajoutant une constante de un, a été réalisée au préalable pour améliorer l'asymétrie positive de la réactivité du cortisol. Les traits de personnalité désinhibiteurs ont été considérés à la première étape et les comportements à risque, à la deuxième étape. Le modèle final est significatif ( $F(2,130) = 4,39$ ,  $p = 0,014$ ;  $r^2 = 0,06$ ) avec l'apport significatif des variables de l'impulsivité attentionnelle ( $t = -2,62$ ;  $p = 0,010$ ) et du MAST ( $t = 2,04$ ,  $p = 0,043$ ). Ainsi, la faible réactivité du cortisol des contrevenants primaires est associée à une forte impulsivité attentionnelle et à un faible résultat au MAST.

### **Contrôles de variables**

Certaines analyses ont également été ajoutées pour soutenir et améliorer la compréhension des résultats observés dans l'étude 2. Premièrement, plusieurs facteurs individuels peuvent venir expliquer la réactivité du cortisol. Par exemple, la performance des participants aux tâches mathématiques pourrait expliquer cette réactivité. En effet, les

contrevenants présentant des difficultés lors des tâches mathématiques pourraient s'investir moins dans leur performance ou être davantage stressés par de telles tâches. Des analyses complémentaires à l'aide du test  $t$  illustrent que les contrevenants primaires manifestant une faible réactivité ont en moyenne obtenu 53,17 bonnes réponses ( $s = 30,88$ ) et 8,26 erreurs ( $s = 9,02$ ) aux tâches mathématiques comparativement aux contrevenants primaires manifestant une forte réactivité qui ont obtenu 57,96 bonnes réponses ( $s = 34,59$ ) et 7,83 erreurs ( $s = 7,68$ ). Ces différences ne sont pas significatives (Réussis :  $t(137) = -0,86$ ,  $p = 0,391$ ; Erreurs :  $t(137) = 0,30$ ,  $p = 0,762$ ). Dans le même ordre d'idée, les contrevenants primaires manifestant une faible réactivité sont moins scolarisés que les contrevenants primaires manifestant une forte réactivité. Ainsi, une régression logistique avec le groupe d'appartenance comme variable dépendante (faible ou forte réactivité), le nombre d'année de scolarité entré à la première étape, et le nombre de résultats réussis et les erreurs entrés à la deuxième étape a donc été examinée :

Étape 1 : le modèle est significatif ( $\chi^2(1) = 5,88$ ,  $p = 0,015$ , Nagelkerke  $r^2 = 0,06$ ) avec la scolarité ( $\beta = 0,16$ , Wald = 5,58,  $p = 0,018$ , Rapport de cotes = 1,18).

Étape 2 : le modèle n'est pas significatif ( $\chi^2(3) = 5,94$ ;  $p = 0,115$ ; Nagelkerke  $r^2 = 0,06$ ) avec la scolarité ( $\beta = 0,17$ ; Wald = 4,94;  $p = 0,026$ ; Rapport de cotes = 1,18).

Même en contrôlant pour le niveau de scolarité, les résultats aux tâches mathématiques ne différencient pas les contrevenants primaires présentant une faible ou une forte réactivité.

Deuxièmement, l'observation des résultats souligne une plus grande désirabilité sociale (tendance) chez les contrevenants primaires manifestant une forte réactivité que chez ceux manifestant une faible réactivité. La question se pose alors à savoir si cette propension explique la faible présence de traits de personnalité désinhibiteurs et de comportements à risque chez les contrevenants primaires manifestant une forte réactivité. Pour vérifier cette possibilité, une régression logistique a entré à la première étape, le résultat au *Marlowe-Crown Social Desirability Scale Form C*, suivi des traits de personnalité et des comportements à risque à la deuxième étape (méthode ascendante pas à pas) pour prédire le groupe d'appartenance (faible ou forte réactivité):

Étape 1 : le modèle n'est pas significatif ( $\chi^2(1) = 3,65$ ,  $p = 0,056$ , Nagelkerke  $r^2 = 0,04$ ) avec le *Marlowe-Crown Social Desirability Scale Form C* ( $\beta = 0,11$ , Wald = 3,52,  $p = 0,061$ , Rapport de cotes = 1,12).

Étape 2 : le modèle est significatif ( $\chi^2(3) = 15,44$ ;  $p = 0,001$ ; Nagelkerke  $r^2 = 0,14$ ), avec le *Marlowe-Crown Social Desirability Scale Form C* ( $\beta = 0,04$ , Wald = 0,30,  $p = 0,585$ , Rapport de cotes = 1,04), l'impulsivité attentionnelle ( $\beta = -0,14$ ; Wald = 5,04;  $p = 0,025$ ; Rapport de cotes = 0,87) et le nombre de cigarettes fumées par jour ( $\beta = -0,06$ ; Wald = 6,85;  $p = 0,009$ ; Rapport de cotes = 0,95).

En conséquence, la considération de la désirabilité sociale n'altère pas les conclusions de l'étude. Les contrevenants primaires manifestant une faible réactivité ont davantage d'impulsivité et fument davantage de cigarettes par jour que les contrevenants primaires manifestant une forte réactivité.

## Discussion générale

Au fil des décennies, de nombreuses améliorations sur les routes, telle la diminution du nombre de collisions mortelles imputables à la consommation d'alcool, ont été enregistrées. Néanmoins, la situation demeure critique et de ce fait, une agence gouvernementale a déclaré 2011, l'année de la sécurité routière au Canada (Road Safety Canada Consulting, 2011). Pour remédier à cette problématique, une nouvelle perspective dans le domaine de la conduite avec capacités affaiblies (CCA) a été adoptée. En effet, l'ajout d'un mécanisme neurobiologique a été proposé pour réformer la compréhension des fondements des comportements à risque observés chez certains contrevenants de la CCA. Concrètement, deux potentielles utilisations de l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien (HHS) ont été présentées. Tout d'abord, un modèle théorique favorisant la compréhension des fondements de la répétition des comportements à risque des contrevenants de la CCA a été élaboré. Ensuite, la détection d'un sous-groupe de contrevenants reconnu pour ses divers comportements à risque associés à la récidive a été explorée.

Les principaux constats découlant des trois articles de la thèse sont énoncés dans les prochaines sections. Ensuite, certaines réponses aux incontournables questions portant sur l'intérêt d'étudier les mécanismes biologiques auprès de populations judiciairisées sont suggérées. Finalement, certaines lignes directrices pour la poursuite des recherches dans le domaine de la CCA concluent le document.

## **Principaux constats du premier article : une histoire se dessine**

De nombreux chercheurs du secteur de la sécurité routière émettent des réserves quant aux actuelles conceptualisations axées exclusivement sur une description statique des caractéristiques sociodémographiques, sociales, psychologiques et légales (p. ex. Nochajski & Stasiewicz, 2006; Schell et coll., 2006). Heureusement, l'essor de l'intérêt porté aux mécanismes neurobiologiques pour comprendre les comportements et les populations à risque a revitalisé les études auprès des contrevenants de la CCA. Plus précisément, l'association négative entre le nombre de condamnations antérieures pour CCA et la réactivité du cortisol à la suite d'une situation stressante (Brown et coll., 2005; Couture et coll., 2008) a entraîné de nombreuses pistes de recherche. De ces résultats novateurs est née la nécessité d'expliquer théoriquement les différentes interrelations entre l'axe HHS, les traits de personnalité et les comportements à risque associés à la récidive.

Pour bien situer l'intérêt des mécanismes neurobiologiques, le premier article théorique dénonce l'influence des domaines de la justice pénale et du traitement de la consommation problématique d'alcool pour prédire le risque de récidive de la CCA. Également, l'absence de considération de l'hétérogénéité des caractéristiques des contrevenants de la CCA peut expliquer la rareté de résultats probants. La seule estimation des problèmes judiciaires ou de consommation d'alcool omet un ensemble de caractéristiques pouvant jouer un rôle non négligeable dans la compréhension des facteurs menant à la récidive. Surtout, la détermination de ces caractéristiques, généralement associées à la récidive par des devis corrélationnels, néglige la compréhension du processus sous-jacent à la répétition des comportements à risque.

De surcroît, trois limites ressortent des écrits scientifiques s'intéressant à la prédiction de la récidive de la CCA. En fait, l'absence de données concluantes sur 1) les interrelations entre les diverses caractéristiques des contrevenants, 2) les fondements des

comportements à risque et 3) les potentiels sous-groupes de contrevenants peut freiner une compréhension adéquate de la trajectoire menant à la récidive. L'ajout d'une dimension neurobiologique sous-jacente permet de pallier ces lacunes. Effectivement, le modèle présenté dans le premier article explicite une trajectoire reliant l'axe HHS, les traits de personnalité désinhibiteurs et les comportements à risque auprès des contrevenants de la CCA. De plus, en raison de ses relations avec une panoplie de caractéristiques, l'axe HHS semble un mécanisme de choix pour regrouper l'ensemble des comportements à risque retrouvé chez certains contrevenants. Dans le même ordre d'idée, la détection d'un sous-groupe de contrevenants, selon l'activité de l'axe HHS, semble une stratégie prometteuse.

En raison de la nature de l'axe HHS, tout porte à croire que la dysfonction observée chez les contrevenants de la CCA est survenue précocement dans leur développement. Sans s'attarder à définir précisément cette dysfonction, la présence de facteurs environnementaux (p. ex. événements stressants) ou génétiques peut être envisagée. Peu importe la source, qui varie inmanquablement selon l'individu, la faible réactivité de l'axe HHS occasionne un déséquilibre homéostatique, d'où la nécessité de rétablir la stimulation. La relation entre cette faible stimulation et les comportements à risque est centrale dans la théorie de la stimulation, d'où sa prépondérance conceptuelle dans la thèse. Néanmoins, il faut rappeler que, pour l'instant, seul le postulat de la recherche de sensations a été considéré. La notion d'absence de peur n'a pas été élaborée. Ainsi, comme illustré dans la modélisation de la trajectoire des comportements à risque des contrevenants de la CCA (voir figure 1 de l'article 1), le besoin de stimulation transparait par une inclinaison pour la recherche de sensations, l'impulsivité et les tendances antisociales. Cette propension entraîne chez certaines personnes la perpétration de divers comportements à risque telles les infractions routières, les arrestations criminelles ou la consommation problématique d'alcool. Ce modèle ne s'intéresse donc pas à l'effet de la réactivité du cortisol à la suite d'une situation stressante (p. ex., se faire crier des menaces) sur les comportements immédiats (p. ex., se sauver) mais dénote un trouble général de l'activité de l'axe HHS. De telles associations entre d'un côté l'axe HHS et d'un autre côté, les traits de personnalité et les comportements à risque ont été maintes fois répertoriées auprès de diverses populations à risque. Ainsi, l'axe HHS serait un mécanisme sous-jacent à certains traits de personnalité

désinhibiteurs et comportements à risque retrouvés chez les contrevenants ayant un risque élevé de récidive.

Une analyse complémentaire a permis d'investiguer certains postulats du modèle. Effectivement, la détermination du rôle de l'axe HHS par rapport aux traits de personnalité et aux comportements à risque (p. ex. effet de médiation ou de modération), constitue une étape essentielle pour confirmer la pertinence du modèle théorique. Toutefois, une revue de la littérature effectuée par Raine (2002) a souligné les différents effets de modération et d'interaction entre ces caractéristiques, selon qu'il soit question de la prédiction des comportements antisociaux ou des caractéristiques biologiques. Il est donc impératif que de prochaines recherches mettent à l'épreuve des faits l'ensemble des potentielles associations entre les caractéristiques du modèle. En effet, certains effets indirects peuvent s'observer, et ce, même en l'absence de relation significative entre l'activité de l'axe HHS et les comportements à risque (Hayes, 2009). En guise de conclusion, ce premier article a mis les assises théoriques indispensables à la poursuite de futures recherches empiriques.

## **L'importance des sous-groupes**

Certains auteurs prônent l'utilisation d'un mécanisme neurobiologique pour sous-catégoriser diverses populations selon un profil homogène (Popma & Raine, 2006). La pertinence d'une telle stratégie transparaît dans les résultats des deux derniers articles. En fait, deux populations de contrevenants de la CCA sont représentées dans cette thèse : les récidivistes et les contrevenants primaires. La littérature est constante à ce sujet. Les récidivistes se caractérisent par davantage de problèmes sociodémographiques, psychologiques, légaux et de consommation de substances psychoactives que les contrevenants primaires (p. ex. Cavaiola et coll., 2003; McMillen et coll., 1992; Nochajski, Miller, & Parks, 1994). L'objectif sous-jacent à la détection du sous-groupe de

contrevenants à risque diffère donc selon que l'on soit en présence des récidivistes ou des contrevenants primaires.

Tout d'abord, les récidivistes ont déjà entamé leur trajectoire de récidence. L'idéal poursuivi pour freiner cette propension est la détection du sous-groupe de récidivistes le plus problématique. Une meilleure sous-catégorisation des récidivistes permettrait de comprendre davantage les particularités de ce sous-groupe ayant une variété de comportements à risque. Chez les contrevenants primaires, la priorité est surtout de détecter qui de ces contrevenants primaires va récidiver. En effet, les mesures de préventions sont encore possibles auprès de ce groupe au début de leur plausible trajectoire de récidence. Ainsi la sous-catégorisation permet principalement de clarifier la plus grande hétérogénéité de cette population : les contrevenants présentant un faible risque de récidence des récidivistes en devenir.

## **Principaux constats du deuxième article : l'utilité d'un sous-groupe chez les récidivistes**

Le deuxième article s'inscrit en suite logique avec l'article de Couture et ses collègues (2008). Il reprend cet échantillon de récidivistes de la CCA en étant guidé, cette fois, par la théorie de la stimulation. Partant de cette prémisse, cet article constitue la première tentative de sous-catégorisation des contrevenants de la CCA selon l'axe HHS. Fort des meilleures recommandations provenant d'experts en neuroendocrinologie, une formule regroupant l'ensemble des prélèvements de cortisol a été favorisée (Pruessner et coll., 2003). Une telle méthode est recommandée lors de mesures répétées du cortisol. À ce jour, la séparation des sous-groupes selon la médiane de l'activité du cortisol constitue une méthode appropriée. En effet, aucune valeur seuil, à partir de laquelle l'activité du cortisol est considérée faible ou élevée, n'a été répertoriée chez les contrevenants de la CCA ou une autre population similaire.

L'hypothèse d'une plus grande présence de traits de personnalité désinhibiteurs (c.-à-d. recherche de sensations, impulsivité et tendances antisociales) et de comportements criminels et antisociaux (c.-à-d. infractions routières et arrestations criminelles) chez les récidivistes ayant une faible activité de leur cortisol que chez ceux ayant une forte activité n'a pas été confirmée. Au contraire, les résultats suggèrent une tendance diamétralement opposée. Il est intéressant de noter que les récidivistes ayant une forte réactivité de leur cortisol, telle qu'opérationnalisée par la surface sous la courbe relative à la réactivité, ont davantage de comportements criminels et antisociaux que les récidivistes ayant une faible réactivité.

À partir de ces résultats surprenants, l'étude formule trois potentielles explications. Premièrement, la relation négative entre l'axe HHS et les comportements à risque, maintes fois démontrée par les études antérieures, ne se retrouve peut-être pas auprès des contrevenants à l'extrême du continuum de risque. Deuxièmement, les traits de personnalité désinhibiteurs investigués dans l'article font peut-être davantage référence à la première proposition de la théorie de la stimulation. Cette proposition suggère que le besoin de recherche de sensations engendre la perpétration de comportements à risque afin de rétablir le niveau de stimulation à un niveau optimal. Cependant, la deuxième proposition de la théorie de la stimulation n'aborde pas la recherche de sensations, mais stipule que la faible stimulation découle plutôt d'une absence de peur des éventuelles conséquences. Ainsi, le fait de moins réagir aux situations stressantes peut éventuellement favoriser une meilleure prise de décision (Shiv, Loewenstein, & Bechara, 2005), c'est-à-dire de ne pas commettre des comportements à risque. Finalement, une analyse supplémentaire (données non présentées) suggère que la présente conceptualisation préconisée, la surface sous la courbe relative à la réactivité, semble influencée par le rythme circadien. En fait, la formule utilisée ne semble pas mesurer purement la réactivité du cortisol au stress. De telles hypothèses se doivent d'être validées lors des prochaines recherches s'intéressant aux mécanismes neurobiologiques des récidivistes de la CCA.

Cette étude a exploré la pertinence de l'axe HHS dans la détermination d'un sous-groupe de récidivistes ayant une problématique plus sévère. De prime abord, une telle approche n'a pas réussi, comme prévu selon la littérature, à déterminer ce sous-groupe. Toutefois, certaines limites méthodologiques, dont l'absence d'une plus grande diversité de conducteurs à risque (p. ex. jeunes conducteurs, contrevenants primaires) et le nombre restreint de participants, brouillent une telle conclusion. Bref, d'autres recherches sont nécessaires avant d'exclure, hors de tout doute, le potentiel d'un mécanisme neurobiologique pour sous-catégoriser les récidivistes de la CCA.

### **Principaux constats du troisième article : l'utilité d'un sous-groupe chez les contrevenants primaires**

Une première condamnation pour CCA est une occasion unique de détecter les futurs récidivistes. Puisqu'une grande proportion des contrevenants primaires a conduit maintes fois en état d'ébriété avant d'être arrêtée, il est important de détecter ces conducteurs déjà familiarisés avec la répétition de la CCA. D'autant plus qu'un grand nombre de ces contrevenants sont également réputés pour une variété de comportements à risque.

Encore une fois, les écrits scientifiques s'intéressant aux mécanismes neurobiologiques pour délimiter des sous-groupes à risque suggèrent la vérification de cette stratégie auprès des contrevenants primaires. Cette approche est souhaitable compte tenu de la variabilité de l'activité du cortisol observée chez les contrevenants primaires (Brown et coll., 2005). Pourrions-nous homogénéiser les caractéristiques de ces contrevenants selon la réactivité de leur cortisol? Cette fois-ci, la conceptualisation de la réactivité du cortisol se fonde sur la seule méthode ayant jusqu'à ce jour démontré son efficacité pour comprendre les relations entre l'axe HHS et les caractéristiques des contrevenants de la CCA, c'est-à-dire la différence entre le prélèvement post-stress et le prélèvement pré-stress (Couture et

coll., 2008). La médiane de la réactivité du cortisol est également choisie pour créer les deux sous-groupes de contrevenants primaires.

La plus grande présence de traits de personnalité désinhibiteurs (c.-à-d. recherche de sensations, impulsivité et tendances antisociales) et de comportements à risque (c.-à-d. comportements routiers à risque, infractions routières, arrestations criminelles, consommation d'alcool, de drogues et de nicotine) a été présumée chez les contrevenants primaires ayant une faible réactivité de leur cortisol comparativement aux contrevenants ayant une forte réactivité. Plus précisément, les résultats confirment que les contrevenants ayant une faible réactivité sont plus impulsifs, comme l'illustrent leurs résultats aux échelles de l'impulsivité attentionnelle et de la non-planification, ont davantage d'arrestations criminelles et de cigarettes fumées par jour que les contrevenants ayant une forte réactivité. Par ailleurs, une tendance se dessine pour une plus grande impulsivité motrice, un plus grand nombre de consommations standards d'alcool consommées par jour et moins de désirabilité sociale chez les contrevenants ayant une faible réactivité en comparaison aux contrevenants ayant une forte réactivité. De la sorte, la vérification de l'hypothèse principale atteste qu'un sous-groupe de contrevenants primaires de la CCA est reconnu pour un ensemble de caractéristiques associées à la récidive.

Une analyse supplémentaire s'est intéressée à l'activité de l'axe HHS des contrevenants primaires comparée à celle d'un groupe contrôle de conducteurs sans condamnation pour CCA. Cette analyse s'est avérée un soutien complémentaire à la principale hypothèse de recherche. Ainsi, en tant que groupe, les contrevenants primaires présentent un niveau de cortisol plus faible à chacun des neuf prélèvements du cortisol et une réactivité à la suite d'une situation stressante plus faible que les participants du groupe contrôle. En plus de confirmer la pertinence de l'axe HHS pour détecter un sous-groupe de contrevenants ayant une propension à la récidive, une telle analyse prolonge les résultats préalablement publiés auprès des récidivistes (Couture et coll., 2008). En effet, les contrevenants primaires comme les récidivistes diffèrent des participants d'un groupe contrôle. Une autre analyse a approfondi ces résultats en comparant la réactivité du cortisol des deux sous-groupes de contrevenants, ceux ayant une faible ou une forte réactivité, à

celle du groupe contrôle. Comme prévu, il en ressort que les contrevenants ayant une faible réactivité diffèrent significativement du groupe contrôle. Au contraire, la réactivité du cortisol du sous-groupe de contrevenants ayant une forte réactivité n'est pas distincte de celle du groupe contrôle.

Une autre analyse exploratoire a comparé les traits de personnalité désinhibiteurs et les comportements à risque des deux sous-groupes de contrevenants primaires à ceux des participants du groupe contrôle. Encore une fois, le sous-groupe des contrevenants ayant une faible réactivité du cortisol se démarque par une longue liste de traits de personnalité désinhibiteurs et de comportements à risque qui les distinguent significativement des participants du groupe contrôle. Il faut noter que les contrevenants primaires ayant une forte réactivité du cortisol diffèrent également sur plusieurs points, mais de façon moins marquée.

Somme toute, l'accumulation de données probantes confirme l'intérêt d'utiliser un marqueur neurobiologique pour déterminer un sous-groupe de contrevenants ayant un profil suggérant un risque élevé de récidive. Les contrevenants primaires ayant une faible réactivité de leur cortisol se distinguent des autres contrevenants ayant une forte réactivité et des participants du groupe contrôle autant en ce qui concerne la réactivité de leur cortisol que leurs traits de personnalité désinhibiteurs et leurs comportements à risque. Bref, ce sous-groupe est à surveiller de près si l'on aspire à améliorer la détection de la récidive.

## **Constats globaux**

L'ajout de l'axe HHS pour réformer la conceptualisation des fondements des comportements à risque et pour déterminer un sous-groupe homogène de contrevenants a été exploré auprès de deux groupes de contrevenants de la CCA: les récidivistes et les contrevenants primaires.

## Les fondements des comportements à risque

La modélisation de la trajectoire des comportements à risque des contrevenants de la CCA présentée dans cette thèse s'inspire de la théorie de la stimulation. Ce modèle explique pourquoi certains contrevenants manifestant une faible réactivité de l'axe HHS commettent des comportements à risque pour rétablir leur stimulation. La mise à l'épreuve des faits du modèle théorique n'a pas été spécifiquement explorée dans les articles empiriques de cette thèse. Pour l'instant seule une précédente étude (Couture et coll., 2008) a observé une corrélation entre la recherche de sensations et la faible réactivité du cortisol ( $r^2 = 0,23$ ;  $p = 0,008$ ) chez les récidivistes.

Une analyse complémentaire a toutefois investigué les associations présumées par le modèle théorique auprès des contrevenants primaires. Il en ressort que l'impulsivité attentionnelle et le MAST contribue significativement à la prédiction de la réactivité du cortisol, considérée comme une variable continue (chapitre 4). Dans cette analyse, l'impulsivité attentionnelle est encore ressortie pour prédire la faible réactivité du cortisol. Contrairement à la littérature, c'est une faible consommation problématique d'alcool qui est associé à la faible réactivité (p. ex. Gianoulakis, Dai, & Brown, 2003; Rosenblitt, Soler, Johnson, & Quadagno, 2001; Zimmermann et coll., 2004). Ce questionnaire mesure les problèmes médicaux, interpersonnels et légaux associés à la consommation d'alcool vécus au cours de la vie (Conley, 2001). Ainsi, auprès du groupe hétérogène des contrevenants primaires, un faible résultat au MAST prédit significativement la faible réactivité du cortisol après l'ajout de la variabilité de l'impulsivité attentionnelle.

La grande hétérogénéité des caractéristiques des contrevenants primaires peut expliquer de tels résultats. Avec le recul, ce modèle peut être plus pertinent auprès d'une population plus homogène comme les récidivistes. Indiscutablement, le parcours des récidivistes dans les registres de la sécurité routière est davantage défini : ils sont déjà

officiellement reconnus pour la répétition de leurs comportements à risque. En effet, leurs traits de personnalité et leurs comportements à risque sont concentrés à l'extrême du continuum de risque. Également, l'étude de Brown et ses collègues (2005) a déjà souligné la présence d'une moindre variabilité de la réactivité du cortisol chez les récidivistes que chez les contrevenants primaires. La relation entre la réactivité du cortisol et le nombre de condamnations antérieures pour CCA est plus forte auprès des récidivistes que de l'ensemble des contrevenants. La considération des contrevenants primaires vient en quelque sorte obscurcir l'association. Ainsi, lors de l'examen des associations entre l'axe HHS et les caractéristiques associées, il est préférable de considérer un échantillon relativement homogène comme celui des récidivistes de la CCA.

En contrepartie, l'étude des fondements neurobiologiques des comportements à risque d'une population hétérogène, comme celle des contrevenants primaires, nécessite la compartimentation de l'échantillon. Concrètement, la compréhension de la modélisation peut être améliorée en ajoutant des variables modératrices sous-jacentes au dysfonctionnement de l'axe HHS. En effet, diverses causes peuvent occasionner une faible réactivité. Par exemple, il est possible que la théorie de la stimulation soit pertinente auprès des contrevenants manifestant une prévalence génétique (p. ex. parent alcoolique). Dans le même ordre d'idée, les contrevenants manifestant une forte réactivité de leur cortisol peuvent être des contrevenants ayant développé une vulnérabilité à la suite de stress précoces (p. ex. négligence) (Gunnar et coll., 2009). Un modèle reliant leur forte réactivité à l'anxiété et la dépression pour expliquer leurs comportements à risque serait donc probablement mieux adapté à leur trajectoire. En contrepartie, chez les contrevenants n'ayant pas vécu de stress précoce, leurs comportements à risque s'expliquent peut-être davantage par les variables environnementales. Bref, il serait avantageux de bien sous-catégoriser la population des contrevenants primaires avant de mettre à l'épreuve des faits le modèle.

## **La détermination de sous-groupes au profil homogène**

Force est d'admettre que la détermination d'un sous-groupe de contrevenants à risque élevé de récidive à l'aide de l'axe HHS a été une meilleure stratégie auprès des contrevenants primaires que des récidivistes. En effet, les contrevenants primaires semblent tirer profit d'un mécanisme neurobiologique pour départager les contrevenants ayant un risque élevé ou faible de récidive.

Une particularité de l'activité de l'axe HHS est sa non-spécificité. En effet, l'activité faible ou élevée de l'axe HHS a été associée à une variété de traits de personnalité et de comportements à risque. Conformément à la plus grande variabilité de leurs caractéristiques, les contrevenants primaires peuvent donc bénéficier d'un tel mécanisme neurobiologique pour départager un profil de contrevenants manifestant une propension à la répétition de comportements à risque. À l'opposé, la détermination d'un sous-groupe de récidivistes manifestant une faible activité de leur cortisol vient réduire la variabilité du cortisol qui est déjà faible auprès de cette population. Dans pareille situation, il est donc préférable de considérer l'étendue de la variabilité du cortisol et des caractéristiques afin d'observer les subtilités des associations chez les récidivistes. De telles études confirment à nouveau la nécessité d'examiner séparément, chez les contrevenants primaires et les récidivistes, la trajectoire menant à la répétition de comportements à risque.

## **Des questions non résolues**

La présente thèse souligne la pertinence théorique et empirique d'utiliser la réactivité de l'axe HHS pour améliorer la compréhension de la trajectoire de comportements à risque d'un sous-groupe de contrevenants de la CCA. Une telle conclusion engendre des interrogations auxquelles il faut s'intéresser.

### **Pourquoi la réactivité du cortisol serait-elle faible?**

Les données recueillies auprès des contrevenants de la CCA et de populations similaires convergent : une faible réactivité du cortisol est associée à des caractéristiques suggérant un risque accru de récurrence. Pourquoi la réactivité du cortisol serait-elle faible? Malgré l'avancement limité des connaissances, il y a lieu de préciser les fondements biologiques de cette faible réactivité. La faible réactivité peut provenir d'une réduction de la biosynthèse à chaque niveau de la cascade hormonale de l'axe HHS : l'hypothalamus (c.-à-d. corticolibérine), les glandes pituitaires (c.-à-d. adrénocorticotrope) ou le cortex surrénal (c.-à-d. cortisol). Par exemple, les récepteurs surrénaux de l'adrénocorticotrope peuvent être dérégulés ce qui, en contrepartie, diminue la sécrétion subséquente de cortisol (Gunnar & Vazquez, 2001). Une autre possibilité, les glandes surrénales peuvent être plus petites chez les personnes ayant une faible réactivité, expliquant la faible sécrétion du cortisol. Pour l'instant, l'explication physiologique de la faible réactivité du cortisol demeure une spéculation et varie indubitablement selon chaque personne.

### **Est-ce qu'il y aurait d'autres mécanismes biologiques à considérer?**

Dans le même ordre d'idée, est-ce qu'il y aurait d'autres mécanismes biologiques à considérer? En effet, l'axe HHS n'est pas le seul mécanisme bonifiant la compréhension des comportements à risque, d'autres structures du cerveau et d'autres marqueurs neurobiologiques ayant été énoncés. Par ailleurs, il n'y a pas de relations univoques entre d'un côté, un trait de personnalité et d'un autre, un neurotransmetteur, une enzyme ou une hormone. Zuckerman (1995) illustre le tout à l'aide du trait de la recherche impulsive de sensations (*impulsive sensation seeking*) qui se définit par une forte tendance à être prompt, désinhibé et faiblement stimulé. En fait, divers mécanismes peuvent contribuer à chacun des éléments de cette définition (Zuckerman, 1995).

Le cortisol est une hormone résultant de l'activation de l'axe HHS, mais également un index de l'activité limbique. Prenant source dans le système limbique, le cortisol pourrait donc être concerné dans les dysfonctions émotionnelles (Shirtcliff et coll., 2009). Ainsi, certains auteurs considèrent le cortisol comme un mécanisme impliqué dans les

déficits d'apprentissage émotionnel et de mémoire constatés chez les personnes atteintes de psychopathie. En conséquence, on peut supposer que les récidivistes de la CCA, soit les contrevenants les plus récalcitrants, aient un fonctionnement neurobiologique plutôt similaire aux personnes atteintes de psychopathie. Cette différence de structure expliquerait hypothétiquement les divergences observées entre les récidivistes et les contrevenants primaires.

### **Quelles sont les potentielles applications de la faible réactivité du cortisol?**

Il faut s'interroger sur les retombées pragmatiques des présents résultats. En fait, quelles sont les potentielles applications de la faible réactivité du cortisol? Popma et Raine (2006) ont proposé quelques exemples de l'utilisation d'un mécanisme biologique pour l'expertise judiciaire. Premièrement, de telles données peuvent réformer les présents diagnostics. Plus particulièrement, un mécanisme biologique peut déterminer des déficits non évalués avec les outils disponibles et favoriser la spécificité de la population en déterminant des sous-groupes. Deuxièmement, les mécanismes peuvent susciter une nouvelle série d'options de traitement (p. ex. fournir une intervention différenciée selon le sous-groupe). Troisièmement, les caractéristiques biologiques peuvent fournir une estimation du risque de récidive. Finalement, les caractéristiques biologiques peuvent mesurer les transformations entre le pré et post traitement (Popma & Raine, 2006). Vu l'avancement limité des connaissances, l'utilisation de marqueurs biologiques pour éventuellement réformer la pratique doit être scrutée avec une extrême prudence.

### **Le marqueur du cortisol pourrait-il être utilisé lors de l'évaluation des conducteurs fautifs?**

Au-delà des précédentes préoccupations, il y a lieu de s'intéresser aux applications de l'axe HHS chez les contrevenants de la CCA spécifiquement. Le marqueur du cortisol pourrait-il être utilisé lors de l'évaluation des conducteurs fautifs? Inévitablement, les trois articles présentés ont dû aborder, à un moment ou un autre, une telle possibilité. Pour l'instant, les devis de recherche favorisés ne permettent pas de tirer des conclusions pouvant être appliquées directement. Les objectifs poursuivis dans cette thèse sont d'améliorer la compréhension des fondements de la répétition des comportements à risque

et de déterminer des sous-groupes de contrevenants ayant un profil de risque homogène. Néanmoins, sachant la gravité de la problématique et la recherche constante de nouvelles stratégies d'intervention par les autorités du domaine de la sécurité routière, deux applications pratiques sont hypothétiquement explorées.

Premièrement, le cortisol peut fournir un indicateur du risque de rechute ou de récidive. Une telle possibilité a été examinée auprès d'un groupe de personnes abstinentes de l'alcool. On retrouve une réactivité plus faible du cortisol après une situation stressante chez les personnes qui rechutent que chez les abstinents de l'alcool (Junghanns et coll., 2003; Junghanns et coll., 2005). De surcroît, la faible réactivité du cortisol, à la suite d'une situation stressante, prédit la plus grande probabilité de consommation et la plus grande rapidité de rechute auprès d'une population de cocaïnomanes en traitement (Back et coll., 2010). Finalement, la faible réactivité au stress a déterminé un sous-groupe de jeunes ayant de moins grandes améliorations à la suite d'un traitement pour troubles du comportement sévères (van de Wiel et coll., 2004). Ainsi, la considération de la réactivité de l'axe HHS avant et après l'évaluation ou l'intervention auprès des contrevenants de la CCA peut fournir une piste de recherche fort prometteuse.

Deuxièmement, l'axe HHS peut perfectionner l'aiguillage des contrevenants à une intervention adaptée à leurs besoins individuels. En effet, les relations de ce mécanisme avec diverses caractéristiques, dont les traits de personnalité désinhibiteurs, peuvent générer d'intéressantes hypothèses pour l'intervention. Par exemple, certains chercheurs offrent une intervention ciblée selon le profil de personnalité (c.-à-d. impulsivité, recherche de sensations, désespoir, ou anxiété-sensibilité) chez des adolescents. Une telle approche a démontré des effets positifs à long terme sur les problèmes de consommation d'alcool (Conrod, Castellanos-Ryan, & Mackie, 2011). Bref, mieux départager la population des contrevenants de la CCA avec un mécanisme neurobiologique permet de comprendre davantage la spécificité de chaque sous-groupe et de suite, intervenir selon leurs besoins. Par exemple, l'article 3 conclut que le sous-groupe de contrevenants primaires ayant une faible réactivité de leur cortisol est, entre autres, davantage impulsif. De tels résultats

suggèrent que ces contrevenants pourraient bénéficier d'une intervention favorisant une meilleure gestion de cette impulsivité.

### **Qu'en est-il des contrevenants qui réagissent davantage à la situation stressante?**

La détermination de sous-groupes permet de purifier les caractéristiques des contrevenants de la CCA, du moins chez les contrevenants primaires. Sans contredit, les contrevenants primaires ayant une faible réactivité, par leur plus grande présence de traits de personnalité désinhibiteurs et leur propension aux comportements à risque, possèdent de nombreux attributs suggérant un potentiel de récurrence élevé. Mais qu'en est-il des contrevenants qui réagissent davantage à une situation stressante? Effectivement, il ne faut pas négliger que les contrevenants primaires ayant une forte réactivité ont aussi été condamnés pour cet acte répressible.

Certains rapprochements peuvent être faits avec les domaines s'intéressant aux influences génétiques et environnementales. Pour certaines personnes, les comportements antisociaux s'expliquent plus fortement par les caractéristiques environnementales que génétiques. La théorie de l'influence sociale (*social-push theory*) explique que l'influence des caractéristiques biologiques est plus importante chez les personnes provenant d'un milieu social non problématique que chez ceux provenant d'un milieu défavorisé (Popma & Raine, 2006). De fait, la détection de l'influence d'un mécanisme neurobiologique est plus aisée lorsque la personne vit dans un environnement relativement sain. Toutefois, une telle possibilité doit être explorée, car cette relation n'est pas aussi apparente pour le cortisol (Raine, 2002). Somme toute, il y a lieu de vérifier si les contrevenants ayant une forte réactivité proviennent d'un environnement problématique qui embrouille l'influence des marqueurs neurobiologiques.

Une autre étude a aussi catégorisé ses participants selon leur forte ou faible réactivité à la suite d'une situation stressante. Concrètement, ceux ayant une forte réactivité de leur cortisol ont une meilleure performance à des tests neuropsychologiques mesurant la mémoire que ceux ayant une faible réactivité (Nater et coll., 2007). Ainsi, il serait

intéressant de vérifier si les contrevenants primaires ayant une forte réactivité ont moins de déficits cognitifs que les contrevenants primaires ayant une faible réactivité. Une telle analyse est d'autant plus pertinente sachant qu'une grande proportion des récidivistes de la CCA (c.-à-d. 66 %) ont des déficits de mémoire visuelle et de construction visuospatiale (Ouimet et coll., 2007). Cette absence de déficit pourrait expliquer pourquoi certains contrevenants apprennent de leur expérience et bénéficient de l'intervention reçue.

Finalement, seules les relations entre l'axe HHS et les caractéristiques extériorisées ont été examinées chez les contrevenants de la CCA. La prochaine étape est d'ouvrir les horizons en considérant les troubles intériorisés (Popma et coll., 2006). En effet, diverses caractéristiques, tels les troubles anxieux et dépressifs, ont été associées positivement à la réactivité de l'axe HHS (p. ex. Ellenbogen, Hodgins, Walker, Couture, & Adam, 2006). Une telle possibilité peut réconcilier les connaissances concernant la forte proportion de diagnostics psychiatriques chez les contrevenants de la CCA. Lapham et ses collègues (2001) ont, entre autres, mis au jour la présence de troubles dépressifs et de syndrome de stress post-traumatique chez certains contrevenants de la CCA. Possiblement, la forte réactivité de l'axe HHS observée chez certains contrevenants peut s'expliquer par des troubles intériorisés.

En conclusion, cette liste de questions souligne la polémique entourant l'étude des mécanismes neurobiologiques des contrevenants de la CCA. Les préoccupations des dissidents sont fort justifiées, car il est tentant d'automatiquement combiner les connaissances issues de la biologie à celles de la pratique. Néanmoins, il importe de rappeler qu'à ce jour, les données sont issues d'études fondamentales. L'exploration des pistes d'intervention et d'application n'est pour l'instant qu'un exercice stimulant et indispensable pour l'avancement des connaissances. De surcroît, d'ultérieures investigations sont nécessaires afin de combler les présentes limites.

## Limites des présentes études

Cette thèse s'est concentrée sur l'étude d'une sélection de comportements à risque et de traits de personnalité désinhibiteurs. Cependant, une variété d'outils de recherche est disponible. Selon la méthodologie utilisée, l'opérationnalisation des comportements à risque peut grandement modifier la relation entre les mécanismes biologiques et les comportements à risque (McBurnett et coll., 2005). Par exemple, dans cette thèse, la fréquence des comportements à risque a été estimée selon le nombre d'arrestations autorévélees depuis l'âge de 18 ans. Afin de généraliser les résultats, une comparaison avec le dossier criminel, l'historique de conduite ou la fréquence des comportements à risque autorévélés est de mise. Dans le même ordre d'idée, l'aspect multidimensionnel des traits de personnalité désinhibiteurs se répercute également dans sa méthodologie. Pour l'instant, les questionnaires autorévélés ont été favorisés au détriment d'un ensemble d'outils comportementaux. Bref, il serait intéressant de vérifier d'autres outils neuropsychologiques et comportementaux mesurant ces traits de personnalité désinhibiteurs (p. ex. inhibition comportementale). En raison de l'aspect novateur de la présente lignée de recherche, il est essentiel de diversifier la méthodologie afin d'assurer une juste représentativité des données.

Pour bien saisir les subtilités des associations entre l'axe HHS et les comportements à risque, il est nécessaire de conduire des études auprès des femmes. Chaque article présenté a souligné cette limite expérimentale. L'omission de ce groupe de contrevenantes a été inévitable lors des premières explorations empiriques de ce mécanisme neurobiologique. Les différences de réactivité du cortisol (p. ex. Lovallo et coll., 2010; Popkin, 1991) et de relations entre les mécanismes neurobiologiques et les traits de personnalité (p. ex. Rosenblitt et coll., 2001) entre les hommes et les femmes ont justifié jusqu'à présent, l'examen divisé des contrevenants et contrevenantes. Néanmoins, les prochaines recherches devront inévitablement s'y intéresser. En effet, la réactivité des femmes peut s'expliquer par d'autres caractéristiques que celles observées chez les hommes telles l'anxiété ou la dépression.

Finalement, il faut rappeler que les participants de ces études ont été condamnés pour CCA. Il y a lieu de s'interroger sur l'intérêt d'utiliser l'axe HHS auprès des conducteurs conduisant en état d'ébriété sans jamais avoir été arrêté. Cette question est d'autant plus pertinente sachant que la probabilité d'être arrêté, lorsqu'on conduit avec une alcoolémie plus élevée que 0,10 %, est de 1 sur 200 (Beitel et coll., 2000). Pour conclure, les réflexions sur ces diverses limites permettront éventuellement de généraliser les présents résultats à l'ensemble des contrevenants de la CCA.

## **Conclusion**

L'heure est au renouvellement de la conceptualisation des contrevenants de la CCA. L'accumulation de données probantes met en doute la traditionnelle considération homogène des besoins et des caractéristiques des contrevenants lors de l'évaluation de leur risque de récidive. Pour contrer cette tendance, une stratégie encouragée est la fragmentation de la population des contrevenants selon leurs divers profils. La présente thèse s'est intéressée à l'un de ces potentiels sous-groupes : celui des contrevenants renommés pour leur variété de comportements à risque. Pour expliquer cette propension, certains auteurs ont considéré la présence de traits de personnalité désinhibiteurs. En effet, les personnes reconnues pour leur recherche de sensations, leur impulsivité et leurs tendances antisociales sont plus enclines à commettre des comportements à risque. Cet amalgame de caractéristiques peut, entre autres, se synthétiser sous l'action de l'axe HHS. Ce mécanisme neurobiologique est sous-jacent aux traits de personnalité désinhibiteurs et à divers comportements à risque retrouvés chez certains contrevenants de la CCA. La considération d'un tel dénominateur constitue un avantage indéniable pour parfaire la compréhension des fondements des comportements à risque. Plus précisément, la stratégie adoptée dans le cadre des deux études empiriques de cette thèse est la division des contrevenants selon l'activité de l'axe HHS. De la sorte, on s'attend à la détermination d'un sous-groupe de contrevenants dont la faible activité de l'axe HHS s'accompagne d'une forte présence de traits de personnalité désinhibiteurs et de comportements à risque. Cette

approche se fonde sur deux théories criminologiques considérant, à leur façon, l'importance d'un mécanisme neurobiologique.

En premier lieu, la théorie générale du crime, selon laquelle les individus qui commettent des comportements délinquants ont une faible maîtrise de soi, exclut l'influence des mécanismes biologiques dans la compréhension de la criminalité (Cauffman et coll., 2005). Toutefois, les résultats, observés dans la littérature et obtenus auprès des contrevenants primaires de la CCA, permettent de réconcilier la théorie avec le mécanisme neurobiologique de l'axe HHS de deux points de vue. Premièrement, la réactivité du cortisol semble un dénominateur commun, tout comme le concept de la faible maîtrise de soi, aux crimes, à la délinquance et aux comportements analogues. En effet, le sous-groupe de contrevenants primaires ayant une faible réactivité du cortisol a davantage d'arrestations criminelles, de cigarettes fumées par jour et de consommations standards par jour (tendance statistique) que les contrevenants ayant une forte réactivité. Deuxièmement, la réactivité du cortisol peut constituer un marqueur mesurant le concept de la faible maîtrise de soi. Toutefois, la faible réactivité du cortisol ne semble pas s'expliquer exclusivement par la faible maîtrise de soi. En fait, comparativement aux contrevenants primaires ayant une forte réactivité de leur cortisol, les contrevenants ayant une faible réactivité présentent une forte impulsivité qui se conceptualise par une difficulté à se concentrer sur une tâche ou à être cognitivement stable (c.-à-d. impulsivité attentionnelle) et une absence de maîtrise de soi ou de complexité cognitive (c.-à-d. non-planification). Également, une tendance se profile pour l'impulsivité motrice qui se manifeste par la perpétration de gestes sans penser aux conséquences. Bref, d'autres dimensions semblent s'additionner à la faible maîtrise de soi. Ainsi, les conclusions de ces études vont dans le même sens que la théorie générale du crime tout en la bonifiant d'une caractéristique englobant davantage de caractéristiques.

En deuxième lieu, en raison de l'attention portée à la faible stimulation biologique pour expliquer la présence de traits de personnalité désinhibiteurs et de comportements à risque, la théorie de la stimulation s'est imposée. Ainsi, les postulats généraux de cette théorie ont grandement guidé l'élaboration de cette thèse. Selon cette théorie, les personnes faiblement stimulées, mesurées ici par une faible réactivité du cortisol, commettent une

variété de comportements à risque afin de rétablir leur niveau de stimulation à un niveau normal ou optimal. Cette propension s'explique par un besoin de recherche de sensations ou une absence de peur des possibles conséquences de leurs actes. Lors de la première étude, les récidivistes ayant une faible ou forte activité de leur axe HHS ne se différenciaient pas selon les traits de personnalité désinhibiteurs. Au contraire, dans la deuxième étude, les contrevenants primaires ayant une faible réactivité de leur cortisol se démarquent par une plus grande impulsivité attentionnelle et de non-planification comparativement aux contrevenants ayant une forte réactivité. En conséquence, le trait de personnalité de l'impulsivité, fréquemment associé à la recherche de sensations, se retrouve chez les personnes ayant une faible stimulation, telle que mesurée par le cortisol.

Immanquablement, la thèse du déterminisme biologique donne mauvaise presse aux études s'intéressant aux marqueurs neurobiologiques. Une crainte majeure réside dans le concept du libre arbitre (Popma & Raine, 2006). De fait, la justification de la conduite en état d'ébriété par la présence d'une faible réactivité du cortisol est souvent appréhendée. Toutefois, à ce jour, aucune indication ne suggère que la faible réactivité du cortisol réduit la responsabilité aux actes commis. En effet, la causalité des associations entre ce mécanisme neurobiologique et la conduite automobile n'a pas été démontrée et ne le sera probablement jamais. Sans conteste, le cortisol n'est pas le seul facteur expliquant la décision de prendre le volant après avoir consommé une quantité substantielle d'alcool.

Dans le même ordre d'idée, il faut se rappeler que les connaissances sur l'influence du mécanisme de l'axe HHS sur les comportements à risque de la CCA en sont à leurs balbutiements. Pour l'instant, les connaissances proviennent de recherches s'intéressant à des groupes de contrevenants. La transposition de ces conclusions à la détection individuelle est loin d'être accomplie (Popma & Raine, 2006). Il est peu probable qu'un marqueur biologique puisse être employé pour prédire les comportements futurs. En effet, ces marqueurs ne sont pas suffisamment spécifiques pour être utilisés comme diagnostic ou outil de prédiction individuel (Sterzer, 2010). Pour ces raisons, et celles énumérées tout au long de cette thèse, le marqueur neurobiologique du cortisol est pour l'instant un marqueur

fort utile pour comprendre les fondements des comportements à risque, et non un outil clinique.

Au cours des dernières années, l'étude sur la compréhension des comportements à risque des contrevenants de la CCA à l'aide d'un mécanisme neurobiologique a grandement progressé. D'abord, on s'est interrogé sur l'association entre l'axe HHS et la sévérité du comportement de la CCA. Maintenant, on s'intéresse à la détermination d'un sous-groupe de contrevenants de la CCA ayant un profil particulier de comportements à risque. Cette thèse a l'avantage de s'inscrire dans une ère de recherches florissantes. De nombreux parallèles ont pu être dressés puisque la méthodologie de recherche (c.-à-d., stratégie de recrutement, la mesure du cortisol salivaire, la situation stressante) est consistante à travers ces études. Le chemin théorique et empirique accompli va inévitablement générer une multitude d'investigations futures. Déjà, diverses pistes de recherche ont été suggérées tout au long de cette thèse. De celles-ci, il faut généraliser les résultats en considérant un plus grand éventail de participants, dont les femmes et les autres conducteurs à risque.

L'accumulation de connaissances sur les fondements de ce comportement à risque permettra éventuellement de mieux départager la population des contrevenants de la CCA. En comprenant davantage les particularités de chaque sous-groupe, on pourra espérer freiner la progression des collisions et arrestations observées sur les routes. Cet enjeu est de taille sachant qu'une estimation du nombre d'années de vie corrigée du facteur invalidité (*disability-adjusted life years*) place les accidents de la route en troisième position en 2020 comparativement à une neuvième place en 1998 (World Health Organization, 2002). Sans contredit, les futures investigations sur les mécanismes neurobiologiques vont enrichir la recherche dans le domaine de la sécurité routière.

## Références pour introduction, méthode et discussion générales

- Adinoff, B., Iranmanesh, A., Veldhuis, J., & Fisher, L. (1998). Disturbances of the stress response: The role of the HPA axis during alcohol withdrawal and abstinence. *Alcohol Health & Research World, 22*(1), 67-72.
- Adinoff, B., Junghanns, K., Kiefer, F., & Krishnan-Sarin, S. (2005). Suppression of the HPA axis stress-response: Implications for relapse. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research, 29*(7), 1351-1355.
- Alink, L. R. A., van Ijzendoorn, M. H., Bakermans-Kranenburg, M. J., Mesman, J., Juffer, F., & Koot, H. M. (2008). Cortisol and externalizing behavior in children and adolescents: Mixed meta-analytic evidence for the inverse relation of basal cortisol and cortisol reactivity with externalizing behavior. *Developmental Psychobiology, 50*(5), 427-450.
- American Psychiatric Association (1994). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (4th ed.)*. Washington, DC.
- Anderson, B. J., Snow, R. W., & Wells-Parker, E. (2000). Comparing the predictive validity of DUI risk screening instruments: Development of validation standards. *Addiction, 95*(6), 915-929.
- Andrews, G., & Peters, L. (1998). The psychometric properties of the Composite International Diagnostic Interview. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology, 33*(2), 80-88.
- Arnett, J. (1990). Drunk driving, sensation seeking, and egocentrism among adolescents. *Personality and Individual Differences, 11*(6), 541-546.
- Arnett, J. J. (1996). Sensation seeking, aggressiveness, and adolescent reckless behavior. *Personality and Individual Differences, 20*(6), 693-702.
- Arnett, J. J., Offer, D., & Fine, M. A. (1997). Reckless driving in adolescence: 'State' and 'trait' factors. *Accident Analysis & Prevention, 29*(1), 57-63.
- Babor, T. F., Higgins-Biddle, J. C., Saunders, J. B., & Monteiro, M. G. (2001). *The Alcohol Use Disorders Identification Test guidelines for use in primary care*. Geneva,

Switzerland: World Health Organization. Repéré à [http://whqlibdoc.who.int/hq/2001/who\\_msd\\_msb\\_01.6a.pdf](http://whqlibdoc.who.int/hq/2001/who_msd_msb_01.6a.pdf)

- Back, S. E., Hartwell, K., DeSantis, S. M., Saladin, M., McRae-Clark, A. L., Price, K. L., . . . Brady, K. T. (2010). Reactivity to laboratory stress provocation predicts relapse to cocaine. *Drug and Alcohol Dependence, 106*(1), 21-27.
- Balodis, I. M., Wynne-Edwards, K. E., & Olmstead, M. C. (2010). The other side of the curve: Examining the relationship between pre-stressor physiological responses and stress reactivity. *Psychoneuroendocrinology, 35*(9), 1363-1373.
- Barratt, E., Orozco-Cabal, L. F., & Moeller, F. G. (2004). Impulsivity and sensation seeking: A historical perspective on current challenges. Dans R. M. Stelmack (dir.), *On the psychobiology of personality* (p. 3-15). Oxford, United Kingdom: Elsevier Ltd.
- Barratt, E., Stanford, M. S., Kent, T. A., & Alan, F. (1997). Neuropsychological and cognitive psychophysiological substrates of impulsive aggression. *Biological Psychiatry, 41*(10), 1045-1061.
- Beaver, K. M., DeLisi, M., Vaughn, M. G., & Wright, J. P. (2010). The intersection of genes and neuropsychological deficits in the prediction of adolescent delinquency and low self-control. *International Journal of Offender Therapy and Comparative Criminology, 54*(1), 22-42.
- Beaver, K. M., Eagle Schutt, J., Boutwell, B. B., Ratchford, M., Roberts, K., & Barnes, J. C. (2009). Genetic and environmental influences on levels of self-control and delinquent peer affiliation. *Criminal Justice and Behavior, 36*(1), 41-60.
- Beirness, D. J., Mayhew, D. R., & Simpson, H. M. (1997). *DWI repeat offenders: A review and synthesis of the literature*. Ottawa, Ontario: Health Canada.
- Beitel, G. A., Sharp, M. C., & Glauz, W. D. (2000). Probability of arrest while driving under the influence of alcohol. *Injury Prevention, 6*(2), 158-161.
- Bergeron, J., & Joly, P. (1997). *Questionnaire ACR (version E)*. Montréal, Canada: Université de Montréal, Département de psychologie.
- Bergman, B., & Brismar, B. (1994). Hormone levels and personality traits in abusive and suicidal male alcoholics. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research, 18*(2), 311-316.

- Bernardy, N. C., King, A. C., Parsons, O. A., & Lovallo, W. R. (1996). Altered cortisol response in sober alcoholics: An examination of contributing factors. *Alcohol, 13*(5), 493-498.
- Bishop, N. (2011). Predicting multiple DUI offenders using the Florida DRI. *Substance Use & Misuse, 46*(5), 696-703.
- Blaszczynski, A., & Nower, L. (2002). A pathways model of problem and pathological gambling. *Addiction, 97*, 487-499.
- Brennan, P. A., & Raine, A. (1997). Biosocial bases of antisocial behavior: Psychophysiological, neurological, and cognitive factors. *Clinical Psychology Review, 17*(6), 589-604.
- Brochu, S., Da Agra, C., & Cousineau, M.-M. (2002). *Drugs and crime deviant pathways*. Burlington, VT: Ashgate Publishing Company.
- Brown, T. G., Gianoulakis, C., Tremblay, J., Nadeau, L., Dongier, M., Ng Ying Kin, N. M. K., . . . Ouimet, M. C. (2005). Salivary cortisol: A predictor of convictions for driving under the influence of alcohol? *Alcohol and Alcoholism, 40*(5), 474-481.
- Brown, T. G., Ouimet, M. C., Nadeau, L., Lepage, M., Tremblay, J., Dongier, M., & Ng Ying Kin, N. M. K. (2008). DUI offenders who delay relicensing: A quantitative and qualitative investigation. *Traffic Injury Prevention, 9*(2), 109-118.
- Burns, P. C., & Wilde, G. J. S. (1995). Risk taking in male taxi drivers: Relationships among personality, observational data and driver records. *Personality and Individual Differences, 18*(2), 267-278.
- Butcher, J. N., Graham, J. R., Ben-Porath, Y. S., Tellegen, A., Grant Dahlstrom, W., & Kaemmer, B. (2001). *MMPI-2 (Minnesota Multiphasic Personality Inventory-2) Manual for administration, scoring, and interpretation, revised edition*. Minneapolis, MN: NCS Pearson.
- Buydens-Branchey, L., & Branchey, M. H. (1992). Cortisol in alcoholics with a disordered aggression control. *Psychoneuroendocrinology, 17*(1), 45-54.
- Carlson, S. R., Johnson, S. C., & Jacobs, P. C. (2010). Disinhibited characteristics and binge drinking among university student drinkers. *Addictive Behaviors, 35*(3), 242-251.
- Cauffman, E., Steinberg, L., & Piquero, A. R. (2005). Psychological, neuropsychological and physiological correlates of serious antisocial behavior in adolescence: The role of self-control. *Criminology, 43*(1), 133-176.

- Cavaiola, A. A., Strohmetz, D. B., & Abreo, S. D. (2007). Characteristics of DUI recidivists: A 12-year follow-up study of first time DUI offenders. *Addictive Behaviors, 32*(4), 855-861.
- Cavaiola, A. A., Strohmetz, D. B., Wolf, J. M., & Lavender, N. J. (2003). Comparison of DWI offenders with non-DWI individuals on the MMPI-2 and the Michigan Alcoholism Screening Test. *Addictive Behaviors, 28*(5), 971-977.
- Chrousos, G. P., & Kino, T. (2007). Glucocorticoid action networks and complex psychiatric and/or somatic disorders. *Stress: The International Journal on the Biology of Stress, 10*(2), 213-219.
- Cima, M., Smeets, T., & Jellicic, M. (2008). Self-reported trauma, cortisol levels, and aggression in psychopathic and non-psychopathic prison inmates. *Biological Psychology, 78*(1), 75-86.
- Cohen, L. M., al'Absi, M., & Collins, F. L. (2004). Salivary cortisol concentrations are associated with acute nicotine withdrawal. *Addictive Behaviors, 29*, 1673-1678.
- Conley, T. B. (2001). Construct validity of the MAST and AUDIT with multiple offender drunk drivers. *Journal of Substance Abuse Treatment, 20*, 287- 295.
- Conrod, P. J., Castellanos-Ryan, N., & Mackie, C. (2011). Long-term effects of a personality-targeted intervention to reduce alcohol use in adolescents. *Journal of Consulting and Clinical Psychology, 79*(3), 296-306.
- Couture, S. (2007). *Réactivité du cortisol chez des récidivistes de la conduite avec les capacités affaiblies par l'alcool face à une procédure standardisée d'induction de stress*. (Université de Montréal, Montréal).
- Couture, S., Brown, T. G., Ouimet, M. C., Gianoulakis, C., Tremblay, J., & Carbonneau, R. (2008). Hypothalamic-pituitary-adrenal axis response to stress in male DUI recidivists. *Accident Analysis & Prevention, 40*(1), 246-253.
- Craig, R. J. (2005). Assessing contemporary substance abusers with the MMPI MacAndrews Alcoholism Scale: A review. *Substance Use & Misuse, 40*(4), 427-450.
- Cusson, M. (1998). *Criminologie actuelle*. Paris, France: Les Presses universitaires de France.
- Dahlen, E. R., Martin, R. C., Ragan, K., & Kuhlman, M. M. (2005). Driving anger, sensation seeking, impulsiveness, and boredom proneness in the prediction of unsafe driving. *Accident Analysis & Prevention, 37*(2), 341-348.

- Dahlen, E. R., & White, R. P. (2006). The Big Five factors, sensation seeking, and driving anger in the prediction of unsafe driving. *Personality and Individual Differences, 41*(5), 903-915.
- Dai, X., Thavundayil, J., & Gianoulakis, C. (2002). Response of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis to stress in the absence and presence of ethanol in subjects at high and low risk of alcoholism. *Neuropsychopharmacology, 27*(3), 442-452.
- Dickerson, S. S., & Kemeny, M. E. (2004). Acute stressors and cortisol responses: A theoretical integration and synthesis of laboratory research. *Psychological Bulletin, 130*(3), 355-391.
- Dom, G., Hulstijn, W., & Sabbe, B. (2006). Differences in impulsivity and sensation seeking between early- and late-onset alcoholics. *Addictive Behaviors, 31*(2), 298-308.
- Eensoo, D., Paaver, M., Harro, M., & Harro, J. (2005). Predicting drunk driving: Contribution of alcohol use and related problems, traffic behaviour, personality and platelet monoamine oxidase (MAO) activity. *Alcohol and Alcoholism, 40*(2), 140-146.
- Eensoo, D., Paaver, M., Pulver, A., Harro, M., & Harro, J. (2004). Low platelet MAO activity associated with high dysfunctional impulsivity and antisocial behavior: Evidence from drunk drivers. *Psychopharmacology (Berl), 172*(3), 356-358.
- Ellenbogen, M. A., Hodgins, S., Walker, C.-D., Couture, S., & Adam, S. (2006). Daytime cortisol and stress reactivity in the offspring of parents with bipolar disorder. *Psychoneuroendocrinology, 31*(10), 1164-1180.
- Errico, A. L., Parsons, O. A., King, A. C., & Lovallo, W. R. (1993). Attenuated cortisol response to biobehavioral stressors in sober alcoholics. *Journal of Studies on Alcohol, 54*(4), 393-398.
- Evenden, J. L. (1999a). Impulsivity: A discussion of clinical and experimental findings. *Journal of Psychopharmacology, 13*(2), 180-192.
- Evenden, J. L. (1999b). Varieties of impulsivity. *Psychopharmacology, 146*(4), 348-361.
- Fell, J. (1995). Repeat DWI Offenders in the United States. Washington, DC: US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration.
- Filkins, L. D., Mortimer, R. G., Post, D. V., & Chapman, M. M. (1973). *Field evaluation of court procedures for identifying problem drinkers*. Ann Arbor, MI: Highway Safety Research Institute The University of Michigan.

- Fox, H. C., Bergquist, K. L., Gu, P., & Sinha, R. (2010). Interactive effects of cumulative stress and impulsivity on alcohol consumption. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research, 34*(8), 1-10.
- Freeman, H. D., & Beer, J. S. (2010). Frontal lobe activation mediates the relation between sensation seeking and cortisol increases. *Journal of Personality 78*(5), 1-32.
- Gianoulakis, C., Dai, X., & Brown, T. G. (2003). Effect of chronic alcohol consumption on the activity of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis and pituitary beta-endorphin as a function of alcohol intake, age, and gender. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research, 27*(3), 410-423.
- Gianoulakis, C., Dai, X., Thavundayil, J., & Brown, T. G. (2005). Levels and circadian rhythmicity of plasma ACTH, cortisol, and beta-endorphin as a function of family history of alcoholism. *Psychopharmacology (Berl), 181*(3), 437-444.
- Gordis, E. B., Granger, D. A., Susman, E. J., & Trickett, P. K. (2006). Asymmetry between salivary cortisol and [alpha]-amylase reactivity to stress: Relation to aggressive behavior in adolescents. *Psychoneuroendocrinology, 31*(8), 976-987.
- Gottfredson, M. R., & Hirschi, T. (1990). *A general theory of crime*. Stanford, CA: Stanford University Press.
- Gould, L. A., & Layton MacKenzie, D. (1990). DWI: An isolated incident or a continuous pattern of criminal activity? Dans R. Weisheit (dir.), *Drugs, crime and the criminal justice system* (p. 257-272). Highland Heights, KY; Cincinnati, OH: Academy of Criminal Justice Sciences; Anderson Publishing Co.
- Gunnar, M. R., & Vazquez, D. M. (2001). Low cortisol and a flattening of expected daytime rhythm: Potential indices of risk in human development. *Development and Psychopathology, 13*, 515-538.
- Gunnar, M. R., Frenn, K., Wewerka, S. S., & Van Ryzin, M. J. (2009). Moderate versus severe early life stress: Associations with stress reactivity and regulation in 10–12-year-old children. *Psychoneuroendocrinology, 34*(1), 62-75.
- Hart, D., & Marmorstein, N. R. (2009). Neighborhoods and genes and everything in between: Understanding adolescent aggression in social and biological contexts. *Development and Psychopathology, 21*, 961-973.
- Hayes, A. F. (2009). Beyond Baron and Kenny: Statistical mediation analysis in the new millennium. *Communication Monographs, 76*(4), 408-420.

- Hellhammer, D. H., Wüst, S., & Kudielka, B. M. (2009). Salivary cortisol as a biomarker in stress research. *Psychoneuroendocrinology*, *34*(2), 163-171.
- Herrero, Ó., & Colom, R. (2008). Distinguishing impulsive, unsocialized sensation seeking: A comparison between criminal offenders and the general population. *Journal of Individual Differences*, *29*(4), 199-204.
- Hingson, R., & Winter, M. (2003). Epidemiology and consequences of drinking and driving. *Alcohol Health & Research World*, *27*(1), 63-78.
- Hittner, J. B., & Swickert, R. (2006). Sensation seeking and alcohol use: A meta-analytic review. *Addictive Behaviors*, *31*(8), 1383-1401.
- Holi, M., Auvinen-Lintunen, L., Lindberg, N., Tani, P., & Virkkunen, M. (2006). Inverse correlation between severity of psychopathic traits and serum cortisol levels in young adult violent male offenders. *Psychopathology*, *39*, 102-104.
- Horvath, P., & Zuckerman, M. (1993). Sensation seeking, risk appraisal, and risky behavior. *Personality and Individual Differences*, *14*(1), 41-52.
- Hoyle, R. H. (2000). Personality processes and problem behavior. *Journal of Personality*, *68*(6), 953-966.
- Hoyle, R. H., Fejfar, M. C., & Miller, J. D. (2000). Personality and sexual risk taking: A quantitative review. *Journal of Personality*, *68*(6), 1203-1231.
- Huizink, A. C., Ferdinand, R. F., Ormel, J., & Verhulst, F. C. (2006). Hypothalamic-pituitary-adrenal axis activity and early onset of cannabis use. *Addiction*, *101*, 1581-1588.
- Jonah, B. A. (1997). Sensation seeking and risky driving: A review and synthesis of the literature. *Accident Analysis & Prevention*, *29*(5), 651-665.
- Junghanns, K., Backhaus, J., Tietz, U., Lange, W., Bernzen, J., Wetterling, T., . . . Driessen, M. (2003). Impaired serum cortisol stress response is a predictor of early relapse. *Alcohol and Alcoholism*, *38*(2), 189-193.
- Junghanns, K., Tietz, U., Dibbelt, L., Kuether, M., Jurth, R., Ehrental, D., . . . Backhaus, J. (2005). Attenuated salivary cortisol secretion under cue exposure is associated with early relapse. *Alcohol and Alcoholism*, *40*(1), 80-85.
- King, A., Munisamy, G., de Wit, H., & Lin, S. (2006). Attenuated cortisol response to alcohol in heavy social drinkers. *International Journal of Psychophysiology*, *59*, 203-209.

- King, R. J., Jones, J., Scheuer, J. W., Curtis, D., & Zarcone, V. P. (1990). Plasma cortisol correlates of impulsivity and substance abuse. *Personality and Individual Differences, 11*(3), 287-291.
- Kirschbaum, C., Bartussek, D., & Strasburger, C. J. (1992). Cortisol responses to psychological stress and correlations with personality traits. *Personality and Individual Differences, 13*(12), 1353-1357.
- Knyazev, G. G., Slobodskaya, H. R., & Wilson, G. D. (2002). Psychophysiological correlates of behavioural inhibition and activation. *Personality and Individual Differences, 33*(4), 647-660.
- Kudielka, B. M., & Kirschbaum, C. (2007). Biological bases of the stress response. Dans M. al'Absi (dir.), *Stress and addiction: Biological and psychological mechanism* (p. 3-19). Burlington, MA: Elsevier Ltd.
- Lafree, G. (2007). Expanding criminology's domain: The American society of criminology 2006 presidential address. *Criminology, 45*(1), 1-31.
- Lahey, B. B., Hart, E. L., Pliszka, S., Applegate, B., & McBurnett, K. (1993). Neurophysiological correlate of conduct disorder: A rationale and a review of research. *Journal of Clinical Child Psychology, 22*(2), 141-153.
- Lapham, S. C., C'de Baca, J., Chang, I., Hunt, W. C., & Berger, L. R. (2002). Are drunk-driving offenders referred for screening accurately reporting their drug use? *Drug and Alcohol Dependence, 66*(3), 243-253.
- Lapham, S. C., C'de Baca, J., McMillan, G., & Hunt, W. C. (2004). Accuracy of alcohol diagnosis among DWI offenders referred for screening. *Drug and Alcohol Dependence, 76*(2), 135-141.
- Lapham, S. C., Skipper, B. J., Owen, J. P., Kleyboecker, K., Teaf, D., Thompson, B., & Simpson, G. (1995). Alcohol abuse screening instruments: Normative test data collected from a first DWI offender screening program. *Journal of Studies on Alcohol, 56*(1), 51-59.
- Lapham, S. C., Smith, E., C'de Baca, J., Chang, I., Skipper, B. J., Baum, G., & Hunt, W. C. (2001). Prevalence of psychiatric disorders among persons convicted of driving while impaired. *Archives of General Psychiatry, 58*(10), 943-949.
- Lejuez, C. W., Magidson, J. F., Mitchell, S. H., Sinha, R., Stevens, M. C., & de Wit, H. (2010). Behavioral and biological indicators of impulsivity in the development of

- alcohol use, problems, and disorders. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 34(8), 1-12.
- Lovallo, W. R., Dickensheets, S. L., Myers, D. A., Thomas, T. L., & Nixon, S. J. (2000). Blunted stress cortisol response in abstinent alcoholic and polysubstance-abusing men. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 24(5), 651-658.
- Lovallo, W. R., Farag, N. H., & Vincent, A. S. (2010). Use of a resting control day in measuring the cortisol response to mental stress: Diurnal patterns, time of day, and gender effects. *Psychoneuroendocrinology*, 35(8), 1253-1258.
- Lovallo, W. R., Farag, N. H., Vincent, A. S., Thomas, T. L., & Wilson, M. F. (2006). Cortisol responses to mental stress, exercise, and meals following caffeine intake in men and women. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 83(3), 441-447.
- Lower, J. S., Mortimer, R. G., & Filkins, L. D. (1971). *Court procedures for identifying problem drinkers. Volume 3: Scoring Key*. Ann Arbor, MI: U.S. National Highway Traffic Safety Administration (University of Michigan, Highway Safety Research Institute).
- Lucker, G. W., Kruzich, D. J., Holt, M. T., & Gold, J. D. (1991). The prevalence of antisocial behavior among U.S. Army DWI offenders. *Journal of Studies on Alcohol*, 52(4), 318-320.
- Lupien, S. J., Ouellet-Morin, I., Hupbach, A., Tu, M. T., Buss, C., Walker, D., . . . McEwen, B. S. (2006). Beyond the stress concept: Allostatic load-a developmental biological and cognitive perspective. Dans D. Cicchetti & D. J. Cohen (dir.), *Developmental psychopathology: Developmental neuroscience (2nd ed.)* (p. 578-628). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.
- Lynam, D. R. (1996). Early identification of chronic offenders: Who is the fledgling psychopath? *Psychological Bulletin*, 120(2), 209-234.
- MacPherson, L., Magidson, J. F., Reynolds, E. K., Kahler, C. W., & Lejuez, C. W. (2010). Changes in sensation seeking and risk-taking propensity predict increases in alcohol use among early adolescents. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 34(8), 1400-1408.
- Mathias, C. W., & Stanford, M. S. (2003). Impulsiveness and arousal: Heart rate under conditions of rest and challenge in healthy males. *Personality and Individual Differences*, 35(2), 355-371.

- Matthews, K. A., Rakaczky, C. J., Stoney, C. M., & Manuck, S. B. (1987). Are cardiovascular responses to behavioral stressors a stable individual difference variable in childhood? *Psychophysiology*, *24*(4), 464-473.
- Mazur, A. (1995). Biosocial models of deviant behavior among male army veterans. *Biological Psychology*, *41*(3), 271-293.
- McBurnett, K., Lahey, B. B., Rathouz, P. J., & Loeber, R. (2000). Low salivary cortisol and persistent aggression in boys referred for disruptive behavior. *Archives of General Psychiatry*, *57*(1), 38-43.
- McBurnett, K., Raine, A., Stouthamer-Loeber, M., Loeber, R., Kumar, A. M., Kumar, M., & Lahey, B. B. (2005). Mood and hormone responses to psychological challenge in adolescent males with conduct problems. *Biological Psychiatry*, *57*(10), 1109-1116.
- McKay, M. P. (2010). Commentary: Women and alcohol: Increasingly willing to Drive While Impaired? *Annals of Emergency Medicine*, *55*(2), 211-214.
- McKnight, P. E., McKnight, K. M., Sidani, S., & Figueredo, A. J. (2007). Individual growth curve analysis. Dans The Guilford Press (dir.), *Missing data: A gentle introduction* (p. 152-156). New York, NY.
- McLellan, A. T., Cacciola, J. S., Alterman, A. I., Rikoon, S. H., & Carise, D. (2006). The Addiction Severity Index at 25: Origins, contributions and transitions. *American Journal of Addiction*, *15*(2), 113-124.
- McLellan, A. T., Luborsky, L., Cacciola, J., Griffith, J., Evans, F., Barr, H. L., & O'Brien, C. P. (1985). New data from the Addiction Severity Index. Reliability and validity in three centers. *Journal of Nervous and Mental Disease*, *173*, 412-423.
- McMillen, D. L., Adams, M. S., Wells-Parker, E., Pang, M. G., & Anderson, B. J. (1992). Personality traits and behaviors of alcohol-impaired drivers: A comparison of first and multiple offenders. *Addictive Behaviors*, *17*(5), 407-414.
- Millon, T. (1994). *Millon Clinical Multiaxial Inventory-III manual*. Minneapolis, MN: National Computer System.
- Moffitt, T. E. (2005). The new look of behavioral genetics in developmental psychopathology: Gene-environment interplay in antisocial behaviors. *Psychological Bulletin*, *131*(4), 533-554.
- Nater, U. M., Moor, C., Okere, U., Stallkamp, R., Martin, M., Ehlert, U., & Kliegel, M. (2007). Performance on a declarative memory task is better in high than low cortisol responders to psychosocial stress. *Psychoneuroendocrinology*, *32*(6), 758-763.

- Negreiros, J. (2006). La recherche en psychologie sur les drogues: Questions actuelles et perspectives (p. 88). Strasbourg, France: Éditions du Conseil de l'Europe.
- Netter, P., Hennig, J., & Roed, I. S. (1996). Serotonin and dopamine as mediators of sensation seeking behavior. *Neuropsychobiology*, *34*(3), 155-165.
- Nochajski, T. H., Miller, B. A., & Parks, K. A. (1994). Comparison of first-time and repeat DWI offenders. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, *18*, 48.
- Nochajski, T. H., Miller, B. A., Wiczorek, W. F., & Whitney, R. (1993). The effects of a drinker-driver treatment program: Does criminal history make a difference? *Criminal Justice and Behavior*, *20*(2), 174-189.
- Nochajski, T. H., & Stasiewicz, P. R. (2006). Relapse to driving under the influence (DUI): A review. *Clinical Psychology Review*, *26*(2), 179-195.
- O'Leary, M. M., Loney, B. R., & Eckel, L. A. (2007). Gender differences in the association between psychopathic personality traits and cortisol response to induced stress. *Psychoneuroendocrinology*, *32*(2), 183-191.
- Oltedal, S., & Rundmo, T. (2006). The effects of personality and gender on risky driving behaviour and accident involvement. *Safety Science*, *44*(7), 621-628.
- Oosterlaan, J., Geurts, H. M., Knol, D. L., & Sergeant, J. A. (2005). Low basal salivary cortisol is associated with teacher-reported symptoms of conduct disorder. *Psychiatry Research*, *134*(1), 1-10.
- Ouimet, M. C., Brown, T. G., Nadeau, L., Lepage, M., Pelletier, M., Couture, S., . . . Ng Ying Kin, N. M. K. (2007). Neurocognitive characteristics of DUI recidivists. *Accident Analysis & Prevention*, *39*(4), 743-750.
- Paaver, M., Eensoo, D., Pulver, A., & Harro, J. (2006). Adaptive and maladaptive impulsivity, platelet monoamine oxidase (MAO) activity and risk-admitting in different types of risky drivers. *Psychopharmacology (Berl)*, *186*(1), 32-40.
- Patton, J. H., Stanford, M. S., & Barratt, E. S. (1995). Factor structure of the Barratt Impulsiveness Scale. *Journal of Clinical Psychology*, *51*(6), 768-774.
- Peck, R. C., Arstein-Kerslake, G. W., & Helander, C. J. (1994). Psychometric and biographical correlates of drunk-driving recidivism and treatment program compliance. *Journal of Studies on Alcohol*, *55*(6), 667-678.
- Popkin, C. L. (1991). Drinking and driving by young females. *Accident Analysis & Prevention*, *23*(1), 37-44.

- Popma, A., Doreleijers, T. A. H., Jansen, L. M. C., Van Goozen, S. H. M., Van Engeland, H., & Vermeiren, R. (2007). The diurnal cortisol cycle in delinquent male adolescents and normal controls. *Neuropsychopharmacology*, *32*(7), 1622-1628.
- Popma, A., Jansen, L. M. C., Vermeiren, R., Steiner, H., Raine, A., Van Goozen, S. H. M., . . . Doreleijers, T. A. H. (2006). Hypothalamus pituitary adrenal axis and autonomic activity during stress in delinquent male adolescents and controls. *Psychoneuroendocrinology*, *31*(8), 948-957.
- Popma, A., & Raine, A. (2006). Will future forensic assessment be neurobiologic? *Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America*, *15*(2), 429-444.
- Popma, A., Vermeiren, R., Geluk, C. A. M. L., Rinne, T., van den Brink, W., Knol, D. L., . . . Doreleijers, T. A. H. (2007). Cortisol moderates the relationship between testosterone and aggression in delinquent male adolescents. *Biological Psychiatry* *61*(3), 405-411.
- Potenza, M. N., & De Wit, H. (2010). Control yourself: Alcohol and impulsivity. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, *34*(8), 1303-1305.
- Pratt, T. C., & Cullen, F. T. (2000). The empirical status of Gottfredson and Hirshi's general theory of crime: A meta-analysis. *Criminology*, *38*(3), 931-964.
- Project MATCH. (1993). Rationale and methods for a multisite clinical trial matching patients to alcoholism treatment. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, *17*(6), 1130-1145.
- Pruessner, J. C., Kirschbaum, C., Meinlschmid, G., & Hellhammer, D. H. (2003). Two formulas for computation of the area under the curve represent measures of total hormone concentration versus time-dependent change. *Psychoneuroendocrinology*, *28*(7), 916-931.
- Raine, A. (2002). Biosocial studies of antisocial and violent behavior in children and adults : A review. *Journal of Abnormal Child Psychology*, *30*(4), 311-326.
- Raine, A., Reynolds, C., Venables, P. H., Mednick, S. A., & Farrington, D. P. (1998). Fearlessness, stimulation-seeking, and large body size at age 3 years as early predispositions to childhood aggression at age 11 years. *Archives of General Psychiatry*, *55*(8), 745-751.
- Raine, A., Venables, P. H., & Williams, M. (1990). Relationships between central and autonomic measures of arousal at age 15 years and criminality at age 24 years. *Archives of General Psychiatry*, *47*(11), 1003-1007.

- Reinert, D. F., & Allen, J. P. (2007). The Alcohol Use Disorders Identification Test : An update of research findings. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, *31*(2), 185-199.
- Reynolds, W. M. (1982). Development of reliable and valid short forms of the Marlowe-Crowne Social Desirability Scale. *Journal of Clinical Psychology*, *38*(1), 119-125.
- Road Safety Canada Consulting (2011). *Road safety in Canada* (n° T46-54/1-2011). Ottawa, Ontario. Repéré à <http://www.tc.gc.ca/media/documents/roadsafety/tp15145e.pdf>
- Roberti, J. W. (2003). Biological responses to stressors and the role of personality. *Life Sciences*, *73*(20), 2527-2531.
- Roberti, J. W. (2004). A review of behavioral and biological correlates of sensation seeking. *Journal of Research in Personality*, *38*(3), 256-279.
- Roberti, J. W., Storch, E. A., & Bravata, E. (2003). Further psychometric support for the Sensation Seeking Scale-Form V. *Journal of Personality Assessment*, *81*(3), 291-292.
- Robertson, A. A., Gardner, S., Xu, X., & Costello, H. (2009). The impact of remedial intervention on 3-year recidivism among first-time DUI offenders in Mississippi. *Accident Analysis & Prevention*, *41*(5), 1080-1086.
- Rosenblitt, J. C., Soler, H., Johnson, S. E., & Quadagno, D. M. (2001). Sensation seeking and hormones in men and women: Exploring the link. *Hormones and Behavior*, *40*(3), 396-402.
- Ryb, G. E., Dischinger, P. C., Kufera, J. A., & Read, K. M. (2006). Risk perception and impulsivity: Association with risky behaviors and substance abuse disorders. *Accident Analysis & Prevention*, *38*, 567-573.
- Santé Canada. (2004). Meilleures pratiques: Traitement et réadaptation des contrevenants dans les cas de conduite avec facultés affaiblies. (p. 111). Ottawa, Ontario.
- Santé Québec. (1998). Questionnaire sur les habitudes de vie et la santé. Montréal, Québec: Institut de la statistique du Québec.
- Sapolsky, R. M., Romero, L. M., & Munck, A. U. (2000). How do glucocorticoids influence stress responses? Integrating permissive, suppressive, stimulatory, and preparative actions. *Endocrine Reviews*, *21*(1), 55-89.

- Sargent, J. D., Tanski, S., Stoolmiller, M., & Hanewinkel, R. (2010). Using sensation seeking to target adolescents for substance use interventions. *Addiction, 105*, 506-514.
- Schell, T. L., Chanb, K. S., & Morral, A. R. (2006). Predicting DUI recidivism: Personality, attitudinal, and behavioral risk factors. *Drug and Alcohol Dependence, 82*, 33-40.
- Shirtcliff, E. A., Granger, D. A., Booth, A., & Johnson, D. (2005). Low salivary cortisol levels and externalizing behavior problems in youth. *Development and Psychopathology, 17*(1), 167-184.
- Shirtcliff, E. A., Vitacco, M. J., Graf, A. R., Gostisha, A. J., Merz, J. L., & Zahn-Waxler, C. (2009). Neurobiology of empathy and callousness: Implications for the development of antisocial behavior. *Behavioral Sciences and the Law, 27*(2), 137-171.
- Shiv, B., Loewenstein, G., & Bechara, A. (2005). The dark side of emotion in decision-making: When individuals with decreased emotional reactions make more advantageous decisions. *Cognitive Brain Research, 23*, 85-92.
- Shoal, G. D., Giancola, P. R., & Kirillova, G. P. (2003). Salivary cortisol, personality, and aggressive behavior in adolescent boys: A 5-year longitudinal study. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry, 42*(9), 1101-1107.
- Simpson, H. M., Beirness, D. J., Robertson, R. D., Mayhew, D. R., & Hedlund, J. H. (2004). Hard core drinking drivers. *Traffic Injury Prevention, 5*, 261-269.
- Skinner, H. A. (1982). The Drug Abuse Screening Test. *Addictive Behaviors, 7*(4), 363-371.
- Smith, R. E., Ptacek, J. T., & Smoll, F. L. (1992). Sensation seeking, stress, and adolescent injuries: A test of stress-buffering, risk-taking, and coping skills hypotheses. *Journal of Personality and Social Psychology, 62*(6), 1016-1024.
- Snow, R. W., & Wells-Parker, E. (2001). Relationships between drinking problems and drinking locations among convicted drinking drivers. *American Journal of Drug and Alcohol Abuse, 27*(3), 531-542.
- Sobell, L. C., & Sobell, M. B. (1996a). Timeline Followback: A calendar method for assessing alcohol and drug use. Toronto, Ontario: Addiction Research Foundation.
- Sobell, L. C., & Sobell, M. B. (1996b). *Timeline followback: User's guide*. Toronto, Ontario: Addiction Research Foundation.

- Soloff, P. H., Lynch, K. G., & Moss, H. B. (2000). Serotonin, impulsivity, and alcohol use disorders in the older adolescent: A psychobiological study. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 24(11), 1609-1619.
- Sorocco, K. H., Lovallo, W. R., Vincent, A. S., & Collins, F. L. (2006). Blunted hypothalamic-pituitary-adrenocortical axis responsivity to stress in persons with a family history of alcoholism. *International Journal of Psychophysiology*, 59(3), 210-217.
- Stanford, M. S., Greve, K. W., Boudreaux, J. K., Mathias, C. W., & Brumbelow, J. L. (1996). Impulsiveness and risk-taking behavior: Comparison of high-school and college students using the Barratt Impulsiveness Scale. *Personality and Individual Differences*, 21(6), 1073-1075.
- Stanford, M. S., Mathias, C. W., Dougherty, D. M., Lake, S. L., Anderson, N. E., & Patton, J. H. (2009). Fifty years of the Barratt Impulsiveness Scale: An update and review. *Personality and Individual Differences*, 47(5), 385-395.
- Sterzer, P. (2010). Born to be criminal? What to make of early biological risk factors for criminal behavior. *American Journal of Psychiatry*, 167(1), 1-3.
- Strack, S., & Millon, T. (2007). Contributions to the dimensional assessment of personality disorders using Millon's model and the Millon Clinical Multiaxial Inventory (MCMI-III). *Journal of Personality Assessment*, 89(1), 56-69.
- Sullivan, J. T., Sykora, K., Schneiderman, J., Naranjo, C. A., & Sellers, E. M. (1989). Assessment of alcohol withdrawal: The revised Clinical Institute Withdrawal Assessment for Alcohol scale (CIWA-Ar). *British Journal of Addiction*, 84(11), 1353-1357.
- Susman, E. J. (2006). Psychobiology of persistent antisocial behavior: Stress, early vulnerabilities and the attenuation hypothesis. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 30(3), 376-389.
- Sylvers, P., Ryan, S. R., Alden, S. A., & Brennan, P. A. (2009). Biological factors and the development of persistent criminality. Dans J. Savage (dir.), *The development of persistent criminality* (p. 141-162). New York, NY: Oxford University Press.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2007). *Using multivariate statistics*. (Fifth Edition<sup>e</sup> éd.). Boston, MA: Allyn and Bacon.

- Tardif, F. (2010). *Les infractions et les sanctions reliées à la conduite d'un véhicule routier 2000-2009* (n° 978-2-550-60730-4). Québec, Québec: Société de l'assurance automobile du Québec.
- Tikkanen, R., Auvinen-Lintunen, L., Ducci, F., Sjöberg, R. L., Goldman, D., Tiihonen, J., . . . Virkkunen, M. (2011). Psychopathy, PCL-R, and MAOA genotype as predictors of violent reconvictions. *Psychiatry Research, 185*(3), 382-386.
- Traffic Injury Research Foundation. (2009). *Impaired driving priorities: A criminal justice perspective*. Ottawa, Ontario.
- Traffic Injury Research Foundation of Canada. (2010a). Alcohol-crash problem in Canada: 2008. *Canadian Council of Motor Transport Administrators road safety report series* (p. 225). Ottawa, Ontario.
- Traffic Injury Research Foundation of Canada. (2010b). Sondage sur la sécurité routière 2010: La conduite en état d'ivresse au Canada résultats régionaux (p. 25). Ottawa, Ontario.
- Traffic Injury Research Foundation of Canada. (2010c). *Understanding drunk driving* (p. 15). Ottawa, Ontario.
- van de Wiel, N., van Goozen, S. H. M., Matthys, W., Snoek, H., & van Engeland, H. (2004). Cortisol and treatment effect in children with disruptive behavior disorders: A preliminary study. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry, 43*(8), 1011-1018.
- van Goozen, S. H. M., Fairchild, G., & Harold, G. T. (2008). The role of neurobiological deficits in childhood antisocial behavior. *Current Directions in Psychological Science, 17*(3), 224-228.
- van Goozen, S. H. M., Fairchild, G., Snoek, H., & Harold, G. T. (2007). The evidence for a neurobiological model of childhood antisocial behavior. *Psychological Bulletin, 133*(1), 149-182.
- van Goozen, S. H. M., Matthys, W., Cohen-Kettenis, P. T., Buitelaar, J. K., & van Engeland, H. (2000). Hypothalamic-pituitary-adrenal axis and autonomic nervous system activity in disruptive children and matched controls. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry, 39*(11), 1438-1445.
- van Honk, J., & Schutter, D. J. (2006). Unmasking feigned sanity: A neurobiological model of emotion processing in primary psychopathy. *Cognitive Neuropsychiatry, 11*(3), 285-306.

- Vanyukov, M. M., Moss, H. B., Plail, J. A., Blackson, T., Mezzich, A. C., & Tarter, R. E. (1993). Antisocial symptoms in preadolescent boys and in their parents: Associations with cortisol. *Psychiatry Research*, *46*(1), 9-17.
- Vaughn, M. G., Beaver, K. M., & DeLisi, M. (2009). A general biosocial paradigm of antisocial behavior. *Youth Violence and Juvenile Justice*, *7*(4), 279-298.
- Virkkunen, M. (1985). Urinary free cortisol secretion in habitually violent offenders. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, *72*(1), 40-44.
- Webb, G. R., Redman, S., Henrikus, D., & Sanson-Fisher, R. W. (1992). The reliability and stability of the Mortimer-Filkins Test. *Journal of Studies on Alcohol*, *53*(6), 561-567.
- White, J. L., Moffitt, T. E., Caspi, A., Bartusch, D. J., Needles, D. J., & Stouthamer-Loeber, M. (1994). Measuring impulsivity and examining its relationship to delinquency. *Journal of Abnormal Psychology*, *103*(2), 192-205.
- White, T. L., Grover, V. K., & de Wit, H. (2006). Cortisol effects of D-amphetamine relate to traits of fearlessness and aggression but not anxiety in healthy humans. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, *85*, 123-131.
- Whiteside, S. P., & Lynam, D. R. (2001). The Five Factor Model and impulsivity : Using a structural model of personality to understand impulsivity. *Personality and Individual Differences*, *30*(4), 669-689.
- Wiliszowski, C., Murphy, P., Jones, R., & Lacey, J. (1996). *Determine reasons for repeat drinking and driving*. Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration.
- World Health Organization. (1997). Composite International Diagnostic Interview (CIDI) Core Version 2.1: Interviewer's manual (p. 100).
- World Health Organization (2002). *A 5-year WHO strategy for road traffic injury prevention* (n° ISBN 92 4 159032 7). Geneva, Switzerland.
- World Health Organization. (2010). Draft Plan for the Decade of Action for Road Safety 2011-2020. Repéré à [http://www.who.int/roadsafety/Decade\\_of\\_action.pdf](http://www.who.int/roadsafety/Decade_of_action.pdf)
- Wright, J. P., & Boisvert, D. (2009). What biosocial criminology offers criminology. *Criminal Justice and Behavior*, *36*(11), 1228-1240.
- Yudko, E., Lozhkina, O., & Fouts, A. (2007). A comprehensive review of the psychometric properties of the Drug Abuse Screening Test. *Journal of Substance Abuse Treatment*, *32*(2), 189-198.

- Zimmermann, U., Spring, K., Kunz-Ebrecht, S. R., Uhr, M., Wittchen, H. U., & Holsboer, F. (2004). Effect of ethanol on hypothalamic-pituitary-adrenal system response to psychosocial stress in sons of alcohol-dependent fathers. *Neuropsychopharmacology*, *29*(6), 1156-1165.
- Zuckerman, M. (1994). *Behavioral expressions and biosocial bases of sensation seeking*. New York, NY: The Cambridge University Press.
- Zuckerman, M. (1995). Good and bad humors: Biochemical bases of personality and its disorders. *Psychological Science*, *6*(6), 325-332.
- Zuckerman, M., & Kuhlman, D. M. (2000). Personality and risk-taking: Common biosocial factors. *Journal of Personality*, *68*(6), 999-1029.

## **Annexe 1 : Permission de l'éditeur pour l'article 1**

## **Annexe 2 : Accord des coauteurs**

## **Annexe 3 : Formulaire de consentement étude 1**

## **Informations et formulaire de consentement**

### **Projet de recherche sur la conduite avec capacités affaiblies et le cortisol**

**Chercheur principal : Thomas G. Brown, Ph.D,**

**Chercheurs associés : Sophie Couture, B.Sc., Christina Gianoulakis, Ph.D., Marie Claude Ouimet, M.Sc., Jacques Tremblay, M.D.**

Cette étude est menée par des chercheurs du Programme de recherche sur les addictions du Centre de recherche de l'Hôpital Douglas. Elle est subventionnée principalement par le Fonds de recherche sur la nature et les technologies. Elle vise à mieux connaître les personnes condamnées pour conduite avec les capacités affaiblies par l'alcool. Nous devons recruter 60 sujets, dont 30 déjà condamnés et 30 jamais condamnés pour conduite avec capacités affaiblies. Nous sollicitons aujourd'hui votre collaboration à ce projet.

Votre participation à l'étude consiste en une séance qui se déroulera au Centre de recherche de l'Hôpital Douglas. Au cours de cette séance :

- 1) Vous devrez vous soumettre à l'ivressomètre afin de vérifier que vous n'êtes pas en état d'ébriété. Les participants sous l'influence de l'alcool tel que mesuré par l'ivressomètre ou ayant visiblement les capacités affaiblies par des drogues ou des médicaments au moment de leur visite ne pourront collaborer à l'étude.
- 2) Vous aurez à résoudre pendant 10 minutes quelques tâches mathématiques. À chaque fois que nous aurons recruté 10 participants, nous offrirons à celui ayant obtenu le meilleur résultat parmi ces 10 personnes un montant de 60 \$ qui lui sera posté.
- 3) Nous vous demanderons de répondre à des questionnaires sur vos comportements et sur votre consommation d'alcool et de drogues.
- 4) Au cours de cette procédure, nous prendrons un échantillon de votre salive (par la bouche), à différentes reprises, à l'aide d'un coton-tige pour mesurer votre taux de cortisol, une hormone liée au stress.
- 5) Durant la séance, vous aurez plusieurs périodes de repos où vous pourrez lire des revues sélectionnées.

Lorsque vous aurez complété l'ensemble de ces tâches, nous vous remettrons la somme de 40 \$ à titre de compensation pour votre temps et pour les autres coûts liés à votre participation.

Nous prévoyons que cette séance devrait durer environ trois heures et demie. À la fin du projet (fin 2006), vous pourrez demander un résumé des résultats généraux de l'étude en contactant le chercheur principal dont le nom et le numéro de téléphone sont indiqués à la section intitulée « Renseignements additionnels ».

### **Liberté de consentir**

Votre participation à ce projet de recherche est volontaire. Vous êtes libre de refuser de participer ou de vous retirer de l'étude en tout temps. Votre décision de vous retirer de

l'étude n'affectera d'aucune façon le processus administratif et/ou judiciaire en cours ou futur en ce qui concerne les condamnations pour conduite avec capacités affaiblies.

### **Risques et inconvénients possibles**

Nous ne prévoyons pas que les procédures ci-haut mentionnées comportent un risque inacceptable pour votre bien-être physique ou psychologique. Les tâches mathématiques sont perçues par certains comme étant difficiles. Quelques participants rapportent que le coton-tige utilisé pour recueillir la salive est sec dans la bouche et qu'il a un goût légèrement étrange. Toutefois

, si au cours de l'étude vous sentez que vous avez besoin d'aide, n'hésitez pas à en faire part à l'agent de recherche, qui prendra les mesures appropriées pour vous assister.

### **Avantages et désavantages de votre participation**

Votre participation permettra à notre équipe de recherche de mieux comprendre les besoins des personnes ayant été condamnées pour conduite avec les capacités affaiblies par l'alcool et de développer de meilleurs programmes d'évaluation et d'intervention. Nous n'envisageons aucun désavantage associé à votre participation, excepté le temps requis pour la séance au Centre de recherche.

### **Confidentialité**

La confidentialité sera respectée de la façon suivante: toutes les informations que vous nous fournirez et qui font partie du dossier de recherche, telles les questionnaires et les cassettes audio, seront codifiées par un numéro et par votre date de naissance. Une autre liste de ces codes établissant la correspondance avec vos nom, adresse et numéro de téléphone sera conservée séparément avec votre formulaire de consentement, sous clé. Seule la coordonnatrice de l'étude y aura accès afin de pouvoir communiquer avec vous si nécessaire. Aucun nom n'apparaîtra dans la base de données ni toute autre information personnelle permettant de vous identifier. Un chercheur qualifié, qui n'est impliqué en aucune façon dans votre situation légale ou dans l'un ou l'autre des organismes concernés par votre situation, comme la SAAQ, analysera les données recueillies, incluant l'enregistrement de l'entrevue, s'il y a lieu. Les cassettes seront détruites un an après la fin de la collecte de données (la collecte devrait se terminer à la fin de 2005). Les présentations ou publications qui découleront de ce projet de recherche ne permettront en aucune façon de vous identifier.

Toutes les informations colligées vous identifiant seront conservées confidentiellement et ne seront pas disponibles publiquement à moins d'en être autrement spécifié par la loi.

### **Renseignements additionnels**

Si vous avez des questions concernant n'importe quel aspect de ce projet de recherche, vous pouvez communiquer avec le docteur Thomas G. Brown, au Centre de recherche de l'Hôpital Douglas : (514) 761-6131, poste 3415. Pour toute question relative à vos droits en tant que sujet de recherche, vous pouvez téléphoner à l'ombudsman de l'Hôpital Douglas, au 761-6131, poste 3287.

## Consentement éclairé

J'ai lu le présent document et je comprends l'ensemble des procédures du projet de recherche qui m'ont été clairement expliquées par :

(Nom de l'agent de recherche) \_\_\_\_\_

Je consens à participer à l'étude. Une copie de ce formulaire de consentement me sera remise.

Nom du participant (lettres moulées) : \_\_\_\_\_

Date de naissance du participant : \_\_\_\_\_

**Signature du participant :** \_\_\_\_\_

**Date :** \_\_\_\_\_

### Formule d'engagement

Je certifie :

- a)** avoir lu et expliqué dans un langage accessible au sujet de recherche les termes du présent formulaire de consentement ;
- b)** avoir répondu, à la satisfaction du sujet de recherche, à toutes les questions qui m'ont été posées par celui-ci ;
- c)** avoir explicitement indiqué au sujet de recherche qu'il demeure libre, à tout moment, de mettre un terme à sa participation au projet de recherche ;
- d)** avoir averti le sujet de recherche que je lui remettrai une copie dûment signée du présent formulaire de consentement.

\_\_\_\_\_  
Nom du chercheur  
ou de son représentant

\_\_\_\_\_  
Fonction

\_\_\_\_\_  
Signature

\_\_\_\_\_  
Date

### Autorisation de communiquer avec moi

Lorsque nous connaissons le gagnant dans le groupe de 10 personnes dont vous faites partie pour les tâches mathématiques, nous lui posterons un chèque de 60 \$. Si vous n'êtes pas le gagnant, voulez-vous en être avisé tout de même par la poste ?

Oui  Non

Nom du participant (lettres moulées) : \_\_\_\_\_

Signature du participant : \_\_\_\_\_

Date : \_\_\_\_\_

Adresse : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

No de téléphone : maison : \_\_\_\_\_ travail : \_\_\_\_\_

Nom d'une première personne-ressource (lettres moulées) :  
 \_\_\_\_\_

Lien avec vous : \_\_\_\_\_ No de téléphone : \_\_\_\_\_

Nom d'une deuxième personne-ressource (lettres moulées) :  
 \_\_\_\_\_

Lien avec vous : \_\_\_\_\_ No de téléphone : \_\_\_\_\_

## **Annexe 4 : Recrutement étude 2**

## Modèle pour recrutement des contrevenants de la conduite avec capacités affaiblies

<p><b>NOUVELLES ÉTUDES SUR L'ALCOOL AU VOLANT</b></p> <p>Avez-vous été <b>arrêté</b> ou <b>condamné</b> pour alcool au volant au cours des 18 derniers mois?</p> <p>Pour participer vous devez: -Avoir entre <b>18 et 44 ans</b></p> <p>Votre participation: Selon les études, un nombre variable de rencontres individuelles</p> <p>Vous recevrez : -Une compensation monétaire variant entre 80\$ et 590\$ -Un rapport d'évaluation des comportements à risque</p> <p>Confidentiel</p>
<p>Pour plus d'informations : <b>(514) 762-3036</b> Chercheur principal: Thomas Brown, Ph.D,</p> <p>Centre de recherche de l'hôpital Douglas </p>

## Modèle pour recrutement des participants du groupe contrôle

<p><b>ÉTUDES SUR LA CONDUITE AUTOMOBILE</b></p> <p>Avez-vous un permis de conduire <b>valide</b> ?</p> <p>Pour participer vous devez: -Avoir entre <b>18 et 44 ans</b></p> <p>Votre participation: Selon les études, un nombre variable de rencontres individuelles</p> <p>Vous recevrez : -Une compensation monétaire variant entre 80\$ et 590\$ -Un rapport d'évaluation des comportements à risque</p> <p>Confidentiel</p>
<p>Pour plus d'informations : <b>(514) 762-3036</b> Chercheur principal: Thomas Brown, Ph.D.</p> <p>Centre de recherche de l'hôpital Douglas </p>

## Invitation à participer à une étude sur



### La conduite avec capacités affaiblies par l'alcool

**Thomas G. Brown, Ph.D.**  
**Louise Nadeau, Ph.D.**

#### Chercheurs principaux

Bonjour,

Cette invitation vous est proposée parce que vous avez déjà été reconnu coupable de conduite avec capacités affaiblies. Depuis 2003, les chercheurs de notre équipe ont mené plusieurs études dans le but de mieux connaître les personnes qui ont été condamnées pour avoir conduit après avoir consommé. Ces recherches sont indépendantes de la Société d'assurance automobile du Québec (SAAQ), de l'Association des centres de réadaptation en dépendance du Québec (ACRDQ) ou de toute instance législative. Si vous participez à l'une ou l'autre de nos études, les informations que vous nous fournirez et les résultats de vos tests ne leur seront jamais transmis. Votre participation est strictement confidentielle et n'aura aucune incidence sur votre situation actuelle pour ce qui est de votre permis de conduire ou de toute autre mesure légale éventuelle.

Nous sommes présentement en période de recrutement pour divers projets qui s'intéressent aux personnes condamnées pour conduite avec capacités affaiblies. Nous avons des critères de recrutement spécifiques à chacune des études, par exemple le sexe, l'âge, le nombre de condamnations, etc. Le nombre de rencontres peut varier selon les études et selon le groupe auquel vous appartenez. Ces rencontres ont toujours lieu sur une base individuelle, jamais en groupe.

À tous nos participants, nous offrons :

- ❖ une compensation monétaire variant entre 80\$ et 590\$
- ❖ café, collations ou dîner

Le Centre de recherche de l'hôpital Douglas est une institution affiliée à l'Université McGill et à l'Organisation mondiale de la santé. Plusieurs études y sont menées sur des questions de santé et de bien-être. Les individus qui participeront à ces études seront traités avec respect et en toute confidentialité conformément aux règles canadiennes d'éthique de la recherche avec des êtres humains. Toutes les informations recueillies demeureront strictement confidentielles; elles ne seront divulguées à qui que ce soit sans votre autorisation, mis à part le personnel de recherche directement impliqué dans les projets. Nous ferons tout notre possible pour trouver avec vous des dates de visite qui vous conviennent.

Si vous êtes intéressé à participer ou à en apprendre davantage sur ces projets, n'hésitez pas à communiquer avec nous, il nous fera plaisir de répondre à vos questions.

Lucie Legault  
Coordonnatrice, Centre de recherche de l'hôpital Douglas

## **Annexe 5 : Formulaire de consentement étude 2**



## Formulaire d'information et de consentement

### L'évaluation de personnes ayant conduit avec capacités affaiblies : une approche biopsychosociale.

#### Équipe de chercheurs :

Thomas G. Brown, Ph.D., psychologue  
 Louise Nadeau, Ph.D., psychologue  
 Christina Gianoulakis, Ph.D., neuro-endocrinologue  
 Maurice Dongier, M.D., psychiatre  
 Jacques Tremblay, M.D., omnipraticien

Il est important de bien lire et comprendre le présent formulaire de consentement pour le projet de recherche auquel nous vous demandons de participer. Prenez tout le temps nécessaire pour prendre votre décision et n'hésitez pas à poser en tout temps vos questions.

Cette étude est menée par des chercheurs du Programme de recherche sur les addictions du Centre de recherche de l'Hôpital Douglas. Elle est subventionnée par les Instituts de recherche en santé du Canada. Elle vise à mieux comprendre la relation entre le cortisol (une hormone reliée au stress) et la conduite avec capacités affaiblies par l'alcool. Nous sollicitons aujourd'hui votre collaboration à ce projet. Nous voulons recruter 180 participants dont 150 ayant été condamnés pour la première fois au cours des 12 derniers mois et 30 jamais condamnés pour conduite avec capacités affaiblies. Le présent formulaire d'information et de consentement s'adresse aux personnes déjà condamnées.

Votre participation à l'étude consiste en :

- trois séances d'une durée approximative de 4 heures chacune qui se dérouleront au Centre de recherche de l'Hôpital Douglas idéalement à l'intérieur d'une période d'au plus deux semaines;
- une entrevue téléphonique d'une durée approximative de 45 minutes qui aura lieu un an plus tard.

#### Au cours de la première séance :

- 6) Vous devrez vous soumettre à l'ivressomètre afin de vérifier que vous n'êtes pas sous l'influence de l'alcool. Les participants sous l'influence de l'alcool tel que mesuré par l'ivressomètre ou ayant visiblement les capacités affaiblies par des drogues ou des médicaments au moment de leur visite ne pourront poursuivre la séance;

- 7) Le personnel infirmier mesurera votre pouls et votre tension artérielle et vous posera quelques questions sur votre état de santé. Selon les cas, il se pourrait que vous ayez à passer un examen physique sommaire effectué par un médecin licencié, c'est-à-dire l'examen du cou, du cœur, des poumons, de l'abdomen et des réflexes pour vérifier que vous êtes en mesure de participer à l'étude;
- 8) Vous devrez fournir un échantillon d'urine pour dépistage de drogues et subir une prise de sang (effectuée par un professionnel certifié – médecin, infirmier licencié ou technologiste médical);
- 9) On vous demandera de répondre à des questionnaires portant sur vos habitudes de conduite, certains de vos comportements et votre consommation d'alcool et de drogues;
- 10) Les questionnaires menés sous forme d'entrevue avec un agent de recherche seront enregistrés (audio seulement).

Les deuxième et troisième séances sont principalement des périodes de repos au cours desquelles nous recueillerons des échantillons de votre salive. Tout au long de ces séances, vous pourrez lire certaines revues ou regarder un film que nous aurons sélectionnés. Les séances se dérouleront comme suit :

- 1) Vous devrez vous soumettre à l'ivressomètre afin de vérifier que vous n'êtes pas sous l'influence de l'alcool. Les participants sous l'influence de l'alcool tel que mesuré par l'ivressomètre ou ayant visiblement les capacités affaiblies par des drogues ou des médicaments au moment de leur visite ne pourront poursuivre la séance;
- 2) Le personnel infirmier mesurera votre pouls et votre tension artérielle et vous posera quelques questions sur votre état de santé. Selon les cas, il se pourrait que vous ayez à passer un examen physique sommaire effectué par un médecin licencié, c'est-à-dire l'examen du cou, du cœur, des poumons, de l'abdomen et des réflexes pour vérifier que vous êtes en mesure de participer à l'étude;
- 3) Au cours de la première période de repos, nous vous offrirons un lunch;
- 4) Au cours d'une de ces deux séances, vous participerez à un quiz mathématique d'une durée de 10 minutes. À chaque fois que nous aurons recruté 20 participants, nous offrirons des bonis de 100\$, 80\$, 60\$, 40\$ et 20\$ aux participants ayant obtenu les cinq meilleurs résultats. Un chèque leur sera posté;
- 5) Nous procéderons à un enregistrement audio pendant le quiz mathématique;
- 6) Nous prendrons un échantillon de votre salive (par la bouche) à différentes reprises, à l'aide d'un coton-tige, pour mesurer votre taux de cortisol, une hormone liée au stress;
- 7) À la fin de la troisième séance, nous vous remettrons la somme de 200\$ à titre de compensation pour votre temps et pour les autres coûts liés à votre participation. N.B. : Si vous décidez de vous retirer de l'étude avant la fin des trois séances, votre compensation sera de 50\$ par séance complétée.

Un an après, nous reprendrons contact avec vous pour une entrevue téléphonique au cours de laquelle:

- On vous demandera de répondre à des questionnaires sur vos habitudes de conduite, certains de vos comportements et votre consommation d'alcool et de drogues. Cette entrevue sera enregistrée.

Suite à cette entrevue, nous vous enverrons un chèque de 35\$ à titre de compensation pour votre temps.

À la fin du projet (fin 2009), vous pourrez demander un résumé des résultats généraux de l'étude en contactant le chercheur principal dont le nom et le numéro de téléphone sont indiqués à la section intitulée « Renseignements additionnels ».

### **Liberté de consentir**

Votre participation à ce projet de recherche est volontaire. Vous pouvez refuser de participer ou vous retirer de l'étude en tout temps. Votre décision de vous retirer de l'étude n'affectera d'aucune façon le processus administratif et/ou judiciaire en cours ou futur.

### **Risques et inconvénients possibles**

Nous ne prévoyons pas que les procédures ci-haut mentionnées comportent un risque inacceptable pour votre bien-être physique ou psychologique. Toutefois, si au cours de l'étude vous sentez que vous avez besoin d'aide, n'hésitez pas à en faire part à l'agent de recherche, qui prendra les mesures appropriées pour vous assister. Quelques inconvénients possibles : 1) La prise de sang ne dure qu'une minute ou deux et est habituellement sans douleur, bien que parfois inconfortable pour certaines personnes. Il arrive occasionnellement qu'un léger « bleu » apparaisse à l'endroit où l'aiguille a été introduite. La quantité de sang prélevé sera d'environ 15 ml (1 cuillerée à table). 2) Le quiz mathématique est perçu par certains comme étant difficile. 3) Quelques participants rapportent que le coton-tige utilisé pour recueillir la salive est sec dans la bouche et qu'il a un goût un peu étrange.

### **Avantages et désavantages de votre participation**

Votre participation permettra à notre équipe de recherche de mieux comprendre les besoins des personnes ayant été condamnées pour conduite avec capacités affaiblies par l'alcool et de développer de meilleurs programmes d'évaluation et d'intervention. Nous n'envisageons aucun désavantage associé à votre participation, excepté le temps requis pour la séance au Centre de recherche.

### **Confidentialité**

Nous comprenons bien que les informations que nous vous demandons peuvent être de nature délicate. Ni la Société d'assurance automobile du Québec (SAAQ) ni aucun autre organisme n'aura accès aux informations que vous nous fournirez. Un ensemble de mesures seront prises pour que ces informations demeurent strictement confidentielles, sauf s'il en est autrement stipulé par la loi. Une seule situation pourrait faire en sorte que nous ne respectons pas notre engagement à la confidentialité : si les informations que vous nous fournirez suggèrent fortement qu'il existe un risque imminent pour vous ou d'autres personnes (par ex. suicide, abus d'un enfant ou violence physique), nous devons vous en informer et, si nécessaire, en informer aussi les professionnels de la santé ainsi que les autorités légales concernées.

La confidentialité sera respectée de la façon suivante: toutes les informations que vous nous fournirez et qui font partie du dossier de recherche, telles les questionnaires et les enregistrements audio, seront codifiées par un numéro et par votre date de naissance. Une autre liste de ces codes établissant la correspondance avec vos nom, adresse, numéro de téléphone et numéro de permis de conduire sera conservée séparément avec votre formulaire de consentement, sous clé. Seule la coordonnatrice de l'étude y aura accès afin de pouvoir communiquer avec vous si nécessaire. Aucun nom n'apparaîtra dans la base de données ni toute autre information personnelle permettant de vous identifier. Un chercheur qualifié, qui n'est impliqué en aucune façon dans votre situation légale ou dans l'un ou l'autre des organismes concernés par votre situation, comme la Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ) ou la Fédération québécoise des centres de réadaptation pour personnes alcooliques et autres toxicomanes (FQCRPAT), analysera les données recueillies, incluant les enregistrements des entrevues, s'il y a lieu. Les enregistrements sont des fichiers sonores de format numérique sauvegardés sur l'ordinateur de la coordonnatrice de l'étude. Ceux-ci seront détruits un an après la fin de la collecte de données en les effaçant de l'ordinateur de la coordonnatrice (la collecte devrait se terminer à la fin de 2009). Les présentations ou publications qui découleront de ce projet de recherche ne permettront en aucune façon de vous identifier.

### **Renseignements additionnels**

Si vous avez des questions concernant n'importe quel aspect de ce projet de recherche, vous pouvez communiquer avec le chercheur principal, docteur Thomas G. Brown, psychologue, au Centre de recherche de l'Hôpital Douglas : (514) 761-6131, poste 3415. Pour toute question relative à vos droits en tant que participant à un projet de recherche, vous pouvez téléphoner à l'ombudsman de l'Hôpital Douglas au (514) 761-6131, poste 3287.

## Consentement éclairé

J'ai lu le présent document et je comprends l'ensemble des procédures du projet de recherche qui m'ont été clairement expliquées par :

(Nom de l'agent de recherche) \_\_\_\_\_

Je consens à participer à l'étude. Une copie de ce formulaire de consentement me sera remise.

Nom du participant (lettres moulées) : \_\_\_\_\_

Date de naissance du participant : \_\_\_\_\_

**Signature du participant :** \_\_\_\_\_

**Date :** \_\_\_\_\_

### Formule d'engagement

Je certifie :

- a)** avoir lu et expliqué dans un langage accessible au participant les termes du présent formulaire de consentement ;
- b)** avoir répondu, à la satisfaction du participant, à toutes les questions qui m'ont été posées par celui-ci ;
- c)** avoir explicitement indiqué au participant qu'il demeure libre, à tout moment, de mettre un terme à sa participation au projet de recherche ;
- d)** avoir averti le participant que je lui remettrai une copie dûment signée du présent formulaire de consentement.

\_\_\_\_\_  
Nom du chercheur  
ou de son représentant

\_\_\_\_\_  
Fonction

\_\_\_\_\_  
Signature

\_\_\_\_\_  
Date

### Autorisation de communiquer avec moi

Lorsque nous connaissons les cinq gagnants dans le groupe de vingt personnes dont vous faites partie pour le quiz mathématique, nous leur posterons leur chèque. Si vous n'êtes pas le gagnant, voulez-vous en être avisé tout de même par la poste ?

Oui

Non

J'autorise les membres de l'équipe de recherche à entrer en contact avec moi aux numéros de téléphone mentionnés ci-dessous pour prendre rendez-vous avec moi. S'ils rejoignent une autre personne que moi-même ou s'ils laissent un message sur mon répondeur, les membres de l'équipe de recherche prendront soin de ne pas mentionner le sujet de l'étude.

J'autorise les membres de l'équipe de recherche à me faire parvenir du courrier à mon adresse courante, pourvu que l'enveloppe ne fasse pas mention du Centre de recherche de l'Hôpital Douglas.

J'autorise les membres de l'équipe de recherche à entrer en contact avec les personnes dont les coordonnées se trouvent ci-dessous uniquement pour reprendre contact avec moi si j'ai déménagé ou si je ne peux pas être rejoint directement. Ils pourront mentionner que j'ai participé à un projet de recherche, sans mentionner l'hôpital Douglas, le sujet de l'étude ou d'autres informations personnelles.

Nom du participant (lettres moulées) : \_\_\_\_\_

Signature du participant : \_\_\_\_\_

Date : \_\_\_\_\_

Adresse : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

No de téléphone : maison : \_\_\_\_\_ travail : \_\_\_\_\_

Nom d'une première personne-ressource (lettres moulées) : \_\_\_\_\_

Lien avec vous : \_\_\_\_\_ No de téléphone : \_\_\_\_\_

Nom d'une deuxième personne-ressource (lettres moulées) : \_\_\_\_\_

Lien avec vous : \_\_\_\_\_ No de téléphone : \_\_\_\_\_



### **Autorisation de communication de renseignements personnels par la SAAQ**

Par la présente, j'autorise la Société de l'assurance automobile du Québec à communiquer au docteur Thomas Brown, psychologue, les renseignements ci-après énumérés, inscrits dans mon dossier de conducteur:

- les infractions au Code criminel relatives à la conduite;
- les infractions au Code de la sécurité routière;
- les informations sur les accidents dans lesquels j'ai été impliqué(e);
- l'historique du permis de conduire.

**Note: Ces renseignements me concernant serviront uniquement à des fins de recherche et seront traités en toute confidentialité, conformément aux règles canadiennes d'éthique de la recherche avec des êtres humains. Aucun renseignement personnel ne sera conservé après le 31 décembre 2018 et seuls les renseignements anonymisés pourront être conservés au-delà de cette date.**

Cette autorisation vise les renseignements ci-dessus contenus dans mon dossier de conducteur pour la période du 1<sup>er</sup> janvier 2002 au 31 décembre 2016. Cette autorisation est valide jusqu'au 31 décembre 2017. Cependant, je peux en tout temps annuler cette autorisation de communication en avisant la coordonnatrice de l'étude, Lucie Legault, au (514) 761-6131, poste 3420.

Nom du participant (lettres moulées) : \_\_\_\_\_

Numéro de permis de conduire : \_\_\_\_\_

Date de naissance: \_\_\_\_\_

Signature du participant : \_\_\_\_\_

Date : \_\_\_\_\_



**Autorisation de communication de renseignements personnels par la  
Fédération québécoise des centres de réadaptation pour personnes alcooliques et  
autres toxicomanes (FQCRPAT)**

**Note : Cette partie de l'étude est facultative; si vous refusez d'y participer, cela n'affectera d'aucune façon le processus administratif et/ou judiciaire en cours ou futur.**

J'autorise la FQCRPAT à transmettre au docteur Thomas Brown, psychologue, les résultats des tests passés dans le cadre du Programme d'évaluation des conducteurs automobiles (PECA) (s'il y a lieu).

**Note: Ces renseignements me concernant serviront uniquement à des fins de recherche et seront traités en toute confidentialité, conformément aux règles canadiennes d'éthique de la recherche avec des êtres humains. Aucun renseignement personnel ne sera conservé après le 31 décembre 2018 et seuls les renseignements anonymisés pourront être conservés au-delà de cette date.**

Cette autorisation vise les renseignements ci-dessus pour la période du 1<sup>er</sup> janvier 2006 au 31 décembre 2016. Cette autorisation est valide jusqu'au 31 décembre 2017. Cependant, je peux en tout temps annuler cette autorisation de communication en avisant la coordonnatrice de l'étude, Lucie Legault, au (514) 761-6131, poste 3420.

Nom du participant (lettres moulées) : \_\_\_\_\_

Date de naissance: \_\_\_\_\_

Signature du participant : \_\_\_\_\_

Date : \_\_\_\_\_