



HAL
open science

Rôle de l'alcool et des substances psychoactives dans les accidents de la voie publique à Abidjan, Côte d'Ivoire (Étude ASMA-CI)

Aïssata Diakite

► **To cite this version:**

Aïssata Diakite. Rôle de l'alcool et des substances psychoactives dans les accidents de la voie publique à Abidjan, Côte d'Ivoire (Étude ASMA-CI). Toxicologie. Université Claude Bernard - Lyon I; Université Félix Houphouët-Boigny (Abidjan, Côte d'Ivoire), 2015. Français. NNT : 2015LYO10064 . tel-01225709

HAL Id: tel-01225709

<https://theses.hal.science/tel-01225709v1>

Submitted on 6 Nov 2015

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

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



IFSTTAR

INSTITUT FRANÇAIS DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES DES
TRANSPORTS, DE L'AMÉNAGEMENT ET DES RÉSEAUX

Université Claude Bernard



Lyon 1

Ecole Doctorale Interdisciplinaire Sciences-Santé ED N°205



THÈSE DE DOCTORAT

Discipline : Épidémiologie, Santé Publique, Recherche sur les services de santé

Spécialité : Toxicologie

RÔLE DE L'ALCOOL ET DES SUBSTANCES PSYCHOACTIVES DANS LES ACCIDENTS DE LA VOIE PUBLIQUE À ABIDJAN, CÔTE D'IVOIRE (ÉTUDE ASMA-CI)

Présentée et soutenue publiquement le 17 juin 2015 par

Aïssata DIAKITE

JURY :

Madame Catherine BERTHELON, Directeur de Recherche, Salon-de-Provence, France	Rapporteur
Monsieur Pierre CUQ, Professeur d'Université, Montpellier, France	Rapporteur
Monsieur Alain LEVEQUE, Professeur d'Université, Bruxelles, Belgique	Rapporteur
Monsieur Philippe VANHEMS, Professeur d'Université, Lyon, France	Examineur
Monsieur Emmanuel LAGARDE, Directeur de Recherche, Bordeaux, France	Examineur
Monsieur Sébastien Djédjé DANO, Professeur d'Université, Abidjan, Côte d'Ivoire	Encadrant
Monsieur Anglade Kla MALAN, Professeur d'Université, Abidjan, Côte d'Ivoire	Directeur de thèse
Monsieur Bernard LAUMON, Directeur de Recherche, Lyon, France	Directeur de thèse
Madame Blandine GADEGBEKU, Ingénieur de Recherche, Lyon, France	Invitée

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD - LYON 1

Président de l'Université

Vice-président du Conseil d'Administration
Vice-président du Conseil des Etudes et de la Vie Universitaire
Vice-président du Conseil Scientifique
Directeur Général des Services

M. François-Noël GILLY

M. le Professeur Hamda BEN HADID
M. le Professeur Philippe LALLE
M. le Professeur Germain GILLET
M. Alain HELLEU

COMPOSANTES SANTÉ

Faculté de Médecine Lyon Est – Claude Bernard
Faculté de Médecine et de Maïeutique Lyon Sud – Charles Mérieux
Faculté d'Odontologie
Institut des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques
Institut des Sciences et Techniques de la Réadaptation
Département de formation et Centre de Recherche en Biologie Humaine

Directeur : M. le Professeur J. ETIENNE
Directeur : Mme la Professeure C. BURILLON
Directeur : M. le Professeur D. BOURGEOIS
Directeur : Mme la Professeure C. VINCIGUERRA
Directeur : M. le Professeur Y. MATILLON
Directeur : Mme. la Professeure A-M. SCHOTT

COMPOSANTES ET DÉPARTEMENTS DE SCIENCES ET TECHNOLOGIE

Faculté des Sciences et Technologies
Département Biologie
Département Chimie Biochimie
Département GEP
Département Informatique
Département Mathématiques
Département Mécanique
Département Physique
UFR Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives
Observatoire des Sciences de l'Univers de Lyon
Polytech Lyon
Ecole Supérieure de Chimie Physique Electronique
Institut Universitaire de Technologie de Lyon 1
Ecole Supérieure du Professorat et de l'Education
Institut de Science Financière et d'Assurances

Directeur : M. F. DE MARCHI
Directeur : M. le Professeur F. FLEURY
Directeur : Mme Caroline FELIX
Directeur : M. Hassan HAMMOURI
Directeur : M. le Professeur S. AKKOUCHE
Directeur : M. le Professeur Georges TOMANOV
Directeur : M. le Professeur H. BEN HADID
Directeur : M. Jean-Claude PLENET
Directeur : M. Y. VANPOULLE
Directeur : M. B. GUIDERDONI
Directeur : M. P. FOURNIER
Directeur : M. G. PIGNAULT
Directeur : M. le Professeur C. VITON
Directeur : M. le Professeur A. MOUGNIOTTE
Directeur : M. N. LEBOISNE

REMERCIEMENTS

Cette thèse a été réalisée dans le cadre d'une cotutelle entre l'Université de Lyon 1 (France) et l'Université Felix Houphouët Boigny d'Abidjan (Côte d'Ivoire). Les personnes morales et physiques qui nous ont aidés à construire et mener à terme notre projet de thèse sont nombreuses.

Aux victimes

Nous voulons leur exprimer notre gratitude pour avoir accepté de participer à l'étude ASMA-CI et contribué à améliorer l'état des connaissances sur les traumatismes liés aux accidents de la voie publique en Côte d'Ivoire.

À Monsieur Bernard LAUMON

Nous tenons à le remercier pour avoir accepté de diriger ce projet de thèse et de la confiance qu'il nous accorde. Nous lui sommes sincèrement reconnaissant de nous avoir guidé, encouragé, conseillé tout en nous laissant une grande liberté. Nous espérons avoir été à la hauteur.

À Monsieur Anglade Kla MALAN

Nous le remercions pour la confiance sans faille, le soutien indéfectible et les conseils précieux tout au long de ces quatre années de thèse.

À Monsieur Sébastien Djédjé DANO

Nous le remercions pour avoir inspiré ce sujet de thèse, pour nous avoir transmis votre passion de la toxicologie, pour sa confiance et pour tous ses conseils avisés. Nous voulons également exprimer notre fierté de compter parmi ses Assistants à l'UFR des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques.

À Madame Blandine GADEGBEKU

Nous avons particulièrement apprécié les conseils, la patience et les remarques pertinentes lors de la phase de relecture du manuscrit.

À Madame Catherine BERTHELON,

À Monsieur Alain LEVEQUE,

À Monsieur Pierre CUQ

Nous voulons exprimer notre reconnaissance pour l'honneur que vous nous faites en acceptant d'évaluer notre travail et d'en être les rapporteurs.

À Monsieur Philippe VANHEMS,

À Monsieur Emmanuel LAGARDE

Nous leur sommes sincèrement reconnaissants pour avoir accepté de faire partie de notre jury de thèse et d'apporter leur vision sur notre travail.

À l'IFSTTAR

Pour le financement de nos différents stages Doctoraux à l'UMRESTTE (Lyon).

Au Ministère de l'Enseignement Supérieur de Côte d'Ivoire

Pour les primes de recherche allouées qui ont permis de mener à terme notre enquête et de rémunérer les enquêteurs.

À l'Office de Sécurité Routière (OSER)

Pour tout le soutien logistique et le recueil des données policières.

Au Laboratoire National de la Santé Publique (LNSP)

Pour la prise en charge de l'ensemble des analyses toxicologiques.

À la Pharmacie de la Santé Publique (PSP)

Pour sa contribution à l'acquisition du matériel de prélèvement sanguin et urinaire.

Au Personnel du Centre Hospitalier Universitaire de Yopougon

Nous sommes sincèrement reconnaissants à toutes les personnes qui ont favorisé le bon déroulement de notre enquête sur le terrain : Le Directeur du CHU, La responsable de l'IMLA, La responsable du Laboratoire Central du CHU de Yopougon et tous les enquêteurs. Nous n'oublions pas l'importance de la contribution des coordinateurs, les docteurs Abo KAUSTA et YAO pour la gestion du matériel.

À tous mes collègues de l'IFSTTAR

Un grand merci à l'ensemble de mes collègues qui m'ont soutenu et aidé durant ces années de recherche : **Amina N'DIAYE** pour le codage des lésions des victimes, **Colette EYA-MINTSA** pour la conception de l'application de saisie et la gestion de la base de données. Aux statisticiens, **Charlène, Liacine, Amandine** pour leur aide précieuse sur l'analyse des données.

À Madame Mireille CHIRON

Nous la remercions vivement pour la relecture de ce manuscrit, son hospitalité, sa disponibilité et sa gentillesse.

À Inès KHATI

Un grand merci, amical et chaleureux, pour m'avoir fait découvrir tous les coins et recoins de Lyon, sans oublier les choses plus sérieuses comme la relecture de ce manuscrit et tous les encouragements.

À ma famille

Quelques lignes pour adresser ma reconnaissance et mon affection sans égal à Maman, Papa, Fatou, Ladji et Innocent. Je vous aime... !

RÉSUMÉ

Notre étude conduite dans une région du monde où les traumatismes liés aux Accidents de la Voie Publique (AVP) ont atteint des proportions alarmantes, dresse un portrait actuel sur l'accidentologie et le rôle des substances psychoactives dans les traumatismes routiers en Afrique Sub-saharienne.

L'objectif général de notre thèse est d'évaluer l'implication de l'alcool et des autres substances psychoactives dans la survenue des AVP et la gravité des traumatismes qui en résultent.

En l'absence de bases de données ou de registres des accidentés de la voie publique en Côte d'Ivoire, nous avons initié un recueil de données à l'aide de questionnaires sur des victimes tuées ou blessées suite à un AVP, et admises aux urgences ou à l'Institut de Médecine Légale d'Abidjan (IMLA). Ces données hospitalières ont été couplées aux données policières et aux résultats d'analyses toxicologiques.

Au total, 893 victimes d'AVP (dont 32% de femmes) ont été incluses dans l'étude ASMA-CI.

Le taux de réponses aux différents items des questionnaires est globalement satisfaisant. La méthode de dosage de l'alcoolémie par CPG-FID mise en œuvre au laboratoire a démontré qu'elle répond parfaitement aux critères de performances analytiques recommandés en termes de fidélité, d'exactitude, de linéarité, de stabilité et de limite de quantification. Nos résultats indiquent que les niveaux d'alcoolémie atteints chez les conducteurs, piétons et passagers au moment de l'AVP, sont élevés et compatibles avec un profil d'alcoolisation excessive. Plus de 75% des conducteurs alcoolisés ont une alcoolémie supérieure à 1 g/L, traduisant clairement le faible niveau d'application de la loi sur l'alcool au volant en Côte d'Ivoire. Les prévalences d'alcoolémie au-delà de la limite de 0,8 g/L sont de 41% chez les conducteurs de véhicules légers à 4 roues, 35% chez les 2-roues, 17% chez les piétons et 13% chez les passagers. L'usage d'autres substances psychoactives est relativement moins fréquent chez les victimes (11%) et souvent associé à des niveaux d'alcoolémies supérieures à 0,8 g/L.

L'évaluation du risque de blessures graves (NISS9+) en fonction du degré d'alcoolisation ne montre pas de relation dose-réponse. Les résultats de notre modèle de régression multiple suggèrent que les victimes avec une alcoolémie modérée ont un risque de blessures graves plus élevé en comparaison avec les victimes sobres (OR = 7,7 ; IC_{95%} : 2,5-24,2).

Au terme de cette thèse, nous faisons des propositions concrètes afin de renforcer et rendre opérationnelle la loi actuelle sur l'alcool au volant, et des recommandations pour la prévention primaire et secondaire des traumatismes liés aux AVP en Côte d'Ivoire.

Mots clés : accidents de la voie publique (AVP); alcoolémie ; substances psychoactives ; traumatisme ; gravité ; prévalence ; risque ; ASMA-CI ; Côte d'Ivoire.

ABSTRACT

Our study conducted in a part of the world where Road Traffic Accidents (RTA) have reached an alarming rate, provides a detailed and actual picture on RTA and on the role of psychoactive substances on road traffic injuries in Sub-Saharan Africa.

The aim of our doctoral thesis is to evaluate the contribution of alcohol and other psychoactive substances to the occurrence of RTA and to the severity of resulting injuries.

In the absence of databases or register including RTA victims in the Ivory Coast, we implemented a data collecting process on the victims who died or were injured following a RTA, and were admitted to the Emergency Room or to the Forensic Institute in Abidjan. This hospital-based data was linked with police data and results of toxicological testing.

In total, 893 victims (of which 32% were women) were included in the ASMA-CI study.

The response rate to questionnaires items was good. The analytical method developed in our laboratory for blood alcohol determination using GC-FID demonstrated a good compliance with analytical performance requirements in terms of repeatability, accuracy, linearity, stability and limit of quantification. Our results indicate that blood alcohol levels found in drivers, pedestrians and passengers at the time of the RTA were high and compatible with an excessive alcohol intake. More than 75% of drivers with a positive alcohol test had a blood alcohol concentration greater than 1 g/L, clearly illustrating the weak enforcement of the law concerning driving under the influence of alcohol. Prevalence of alcohol above 0.8 g/L reaches 41% in light four-wheel drivers, 35% in two wheels riders, 17% in pedestrian and 13% in passengers. The prevalence of the other psychoactive substances was lower (11%) compared to alcohol and usually associated with blood alcohol level greater than 0.8 g/L.

The assessment of the risk of serious injury (NISS9+) associated to the level of blood alcohol content does not show any dose-response relationship. Our multiple regression model suggest that victims showing a moderate blood alcohol level are more at risk to sustain serious injury compared to sober victims (OR = 7.7; IC_{95%}: 2.5 – 24.2).

At the end of our doctoral thesis, we make some practical proposals to strengthen and for facilitating the application of the current law concerning driving under the influence of alcohol. We also make recommendations for primary and secondary prevention of road traffic injuries in the Ivory Coast.

Keywords: Road Traffic Accident (RTA); Blood Alcohol Concentration (BAC); psychoactive substances; Injury; Prevalence; Risk; Ivory Coast.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX	15
LISTE DES FIGURES	17
LISTE DES ABRÉVIATIONS ET SIGLES	21
LISTE DES ANNEXES.....	23
INTRODUCTION GÉNÉRALE	25
PREMIÈRE PARTIE:	31
BILAN DES CONNAISSANCES SUR LE TRAUMATISME ROUTIER ET LA CONSOMMATION DE SUBSTANCES PSYCHOACTIVES	31
1. INTRODUCTION	33
2. MÉTHODE DE RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE	34
3. DÉFINITIONS	34
3.1 ACCIDENTS DE LA VOIE PUBLIQUE	34
3.2 ACCIDENT CORPOREL DE LA CIRCULATION ROUTIERE	34
3.3 SUBSTANCES PSYCHOACTIVES (OU PSYCHOTROPES).....	35
4. INCIDENCE DES TRAUMATISMES LIÉS AUX AVP DANS LE MONDE.....	37
4.1 TRAUMATISMES MORTELS	37
4.2 TRAUMATISMES NON MORTELS.....	39
5. FACTEURS DE RISQUE D'ACCIDENT DE LA VOIE PUBLIQUE.....	39
6. ALCOOL ET RISQUE D'ACCIDENT DE LA VOIE PUBLIQUE.....	41
6.1 ORIGINE/FABRICATION ET CARACTERISTIQUES DE L'ALCOOL	41
6.2 TOXICOCINETIQUE DE L'ETHANOL	42
6.2.1 Absorption	42
6.2.2 Distribution.....	43
6.2.3 Métabolisme / biotransformation.....	44
6.2.4 Élimination.....	46
6.2.5 Expressions de l'alcoolémie	47
6.3 ÉVALUATION DE LA CONSOMMATION ET PROFILS DE CONSOMMATION D'ALCOOL.....	48
6.4 LA DEPENDANCE A L'ALCOOL ET LE CIRCUIT DE LA RECOMPENSE	50
6.5 EFFETS THEORIQUES DE L'ALCOOL SUR LA CONDUITE D'UN VEHICULE	51
6.6 ALCOOL ET RISQUE D'ETRE IMPLIQUE DANS UN AVP	55
6.7 ALCOOL ET RISQUE D'ETRE RESPONSABLE D'UN AVP	56
6.8 ALCOOL ET RISQUE D'ETRE BLESSE OU TUE DANS UN AVP	56
6.9 ALCOOL ET SEVERITE DES TRAUMATISMES ROUTIERS.....	57
7. STUPÉFIANTS, MÉDICAMENTS PSYCHOACTIFS ET RISQUES D'AVP.....	58
7.1 STUPEFIANTS	58
7.1.1 Définition	58
7.1.2 Mécanisme d'action général des stupéfiants.....	58
7.1.3 Toxicocinétique du Cannabis	59
7.1.3.1 Absorption et biodisponibilité	59
7.1.3.2 Métabolisme.....	60
7.1.3.3 Elimination.....	60
7.1.4 Effets des stupéfiants sur la conduite d'un véhicule.....	60
7.2 MÉDICAMENTS PSYCHOTROPES.....	64
8. ÉVALUATION, MESURE ET DIAGNOSTIC DES TRAUMATISMES ROUTIERS SOUS L'INFLUENCE DE SUBSTANCES PSYCHOACTIVES.....	68

8.1	METHODES DE DETECTION ET DE DOSAGE DES SUBSTANCES PSYCHOACTIVES	68
8.1.1	<i>Le choix de l'échantillon ou spécimen biologique à analyser</i>	68
8.1.1.1	Spécimens biologiques chez les sujets vivants (conditions de prélèvement)	68
8.1.1.2	Spécimens biologiques post-mortem	70
8.1.2	<i>Techniques de détection ou dépistage : analyse qualitative</i>	72
8.1.2.1	Alcool.....	72
8.1.2.2	Stupéfiants et médicaments psychoactifs	74
8.1.3	<i>Méthode de dosage : analyses quantitatives</i>	75
8.1.3.1	Alcool.....	75
8.1.3.2	Stupéfiants et médicaments psychoactifs (Méthodes de dosage)	78
8.2	ÉVALUATION DE LA SEVERITE / GRAVITE DES TRAUMATISMES ROUTIERS.....	82
8.2.1	<i>Les scores anatomiques de sévérité lésionnelle</i>	83
8.2.1.1	Abbreviated Injury Scale (AIS)	83
8.2.1.2	Maximum Abbreviated Injury Scale (MAIS)	84
8.2.1.3	Injury Severity Score (ISS)	84
8.2.1.4	New Injury Severity Score (NISS)	84
8.2.2	<i>Les scores physiologiques de sévérité</i>	85
8.2.2.1	Glasgow Coma Scale (GCS)	85
8.2.2.2	Revised Trauma Score (RTS)	85
8.2.3	<i>Les scores de gravité mixtes</i>	85
9.	RÉGLEMENTATION ET SÉCURITÉ ROUTIÈRE EN CÔTE D'IVOIRE	86
9.1	PRESENTATION ET SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA COTE D'IVOIRE	86
9.2	POLITIQUE GENERALE DE SECURITE ROUTIERE : ETAT DES LIEUX.....	86
9.3	SOURCES DES DONNEES SUR LES ACCIDENTS DE LA VOIE PUBLIQUE EN COTE D'IVOIRE	88
9.4	DONNEES DISPONIBLES SUR L'USAGE DE SUBSTANCES PSYCHOACTIVES EN COTE D'IVOIRE	88
9.5	LEGISLATION EN MATIERE DE SECURITE ROUTIERE ET USAGE DE SUBSTANCES	89
10.	CONCLUSION / SYNTHÈSE	90
	OBJECTIFS DU TRAVAIL DE THÈSE	93
	DEUXIÈME PARTIE :	97
	VALIDATION DE LA PROCÉDURE DE RECUEIL DES DONNÉES POUR L'ÉTUDE ASMA-CI.....	97
1.	CONTEXTE.....	99
2.	MATÉRIEL ET MÉTHODE.....	101
2.1	AUTORISATIONS ADMINISTRATIVES.....	101
2.2	CADRE DE L'ÉTUDE : LES STRUCTURES MEDICALES	101
2.3	IDENTIFICATION DES AUTRES SOURCES DE DONNEES	102
2.4	POPULATION DE L'ÉTUDE / CRITERES D'INCLUSION	103
2.5	CONCEPTION DES QUESTIONNAIRES ET FICHE D'EXTRACTION DE DONNEES	104
2.6	COLLECTE DES DONNEES / DEROULEMENT DE L'ENQUETE / PROTOCOLE D'ÉTUDE.....	105
2.6.1	<i>Urgences chirurgicales du CHU et IMLA</i>	105
2.6.2	<i>Rapport d'accidentologie</i>	105
2.7	MESURE DE L'EXPOSITION AUX SUBSTANCES RETENUES POUR L'ÉTUDE.....	106
2.7.1	<i>Procédures de collecte des échantillons chez les victimes survivantes</i>	106
2.7.2	<i>Procédures de collecte d'échantillons chez les victimes décédées</i>	107
2.7.3	<i>Stockage, conservation et traçabilité des échantillons</i>	107
2.7.4	<i>Dépistage toxicologique des substances psychoactives et alcool</i>	107
2.7.5	<i>Dosage de l'alcoolémie</i>	108
2.8	QUESTIONS ETHIQUES : CONSENTEMENT ET CONFIDENTIALITE.....	108
2.9	GESTION DES DONNEES (APPLICATION DE SAISIE ET FUSION DES TABLES).....	108
2.10	STRATEGIES D'ANALYSE POUR L'ÉVALUATION DE LA QUALITE DES DONNEES	109
3.	RÉSULTATS.....	109
3.1	IMPLEMENTATION DU PROTOCOLE INITIAL DANS LA POPULATION ETUDIEE	109
3.2	TAUX DE PARTICIPATION ET DESCRIPTION DE L'ÉCHANTILLON (TABLEAU 6)	114
3.2.1	<i>Taux de participation à l'étude</i>	114
3.2.2	<i>Description de l'échantillon</i>	114

3.3	NON-REPOSES.....	116
3.3.1	Taux de non-réponses et identification des items problématiques.....	116
3.3.2	Distribution des non-réponses relatives à l'alcool et aux substances psychoactives dans l'échantillon	118
3.4	CONCORDANCE ENTRE LES DEUX SOURCES DE DONNEES.....	124
4.	DISCUSSION.....	127
5.	CONCLUSION.....	133
TROISIÈME PARTIE :		135
VALIDATION D'UNE PROCÉDURE TOXICOLOGIQUE DE QUANTIFICATION DE L'ALCOOLÉMIE CHEZ LES VICTIMES D'ACCIDENTS CORPORELS DE LA CIRCULATION ROUTIÈRE À ABIDJAN		135
1.	INTRODUCTION.....	137
2.	MATÉRIEL ET MÉTHODE.....	139
2.1	MATERIELS ET REACTIFS.....	139
2.2	METHODE D'ANALYSE DE L'ALCOOLEMIE.....	139
2.2.1.	Protocole de préparation des échantillons (Figure 16).....	139
2.2.2.	Conditions analytiques.....	140
2.2.3.	Validation de la chaîne de conservation des échantillons.....	140
2.2.4.	Validation de la méthode d'analyse.....	142
3.	RÉSULTATS.....	146
3.1	Chaîne de conservation et transport des échantillons de sang.....	146
3.2	Temps de rétention de l'éthanol et du n-propanol (étalon interne).....	148
3.3	Linéarité de la méthode analytique.....	149
3.4	Précision ou répétabilité de la méthode analytique.....	149
3.5	Justesse (biais) de la méthode.....	149
3.6	Taux de recouvrement de la méthode.....	150
3.7	Limites de détection (LOD) et limite de quantification (LOQ).....	150
3.8	Limite de Linéarité et Domaine Quantifiable.....	150
3.9	Etude de la stabilité des échantillons de sang total.....	151
4.	DISCUSSION.....	152
5.	CONCLUSION.....	157
QUATRIÈME PARTIE :		159
ÉTUDE DE FAISABILITÉ ET VALIDITÉ D'UNE PROCÉDURE DE DÉPISTAGE DE LA CONSOMMATION D'ALCOOL PAR ÉTHYLOMÈTRE CHEZ DES VICTIMES D'AVP ADMISES AU SERVICE DES URGENCES		159
1.	INTRODUCTION.....	161
2.	MATÉRIELS ET MÉTHODE.....	162
2.1	MATERIELS.....	162
2.2	METHODE D'ESTIMATION DE L'ALCOOLEMIE.....	163
2.2.1.	Détermination de l'éthanol dans l'air expiré.....	163
2.2.2.	Détermination de l'éthanol dans le sang total.....	163
2.3	ANALYSE STATISTIQUES DES DONNEES.....	164
3.	RÉSULTATS.....	165
3.1	ANALYSE DE REGRESSION SUR LES DONNEES ALCOOLEMIE (CPG) PAR RAPPORT A L'ETHYLOMETRE.....	165
3.2	DIFFERENCES ENTRE LES CONCENTRATIONS D'ETHANOL DANS LE SANG ET L'AIR EXPIRE.....	167
4.	DISCUSSION.....	169
5.	CONCLUSION.....	172
CINQUIÈME PARTIE :		173
DESCRIPTION ET CARACTÉRISTIQUES DES ACCIDENTS DE LA VOIE PUBLIQUE MORTELS ET NON MORTELS À ABIDJAN (ÉTUDE ASMA-CI)		173

1.	INTRODUCTION	175
2.	MATÉRIEL ET MÉTHODE.....	175
3.	RÉSULTATS.....	176
3.1	CARACTERISTIQUES DES ACCIDENTS DE LA VOIE PUBLIQUE.....	176
3.1.1.	<i>Moyens de transport impliqués.....</i>	<i>176</i>
3.1.2.	<i>Types de collision.....</i>	<i>176</i>
3.1.3.	<i>Type de réseaux routiers</i>	<i>177</i>
3.1.4.	<i>Type de trajet ou motif du déplacement</i>	<i>178</i>
3.1.5.	<i>Jour de l'accident.....</i>	<i>178</i>
3.1.6.	<i>Période de la journée et moment de la semaine</i>	<i>179</i>
3.1.7.	<i>Tranche horaire de survenue de l'AVP.....</i>	<i>180</i>
3.1.8.	<i>Lieu de résidence</i>	<i>180</i>
3.1.9.	<i>Lieu de la collision.....</i>	<i>181</i>
3.2	PROFIL DES VICTIMES D'ACCIDENT DE LA VOIE PUBLIQUE.....	184
3.2.1	ÂGE DES VICTIMES	184
3.2.2	SEXE DES VICTIMES	185
3.2.3	TYPE D'USAGER.....	186
3.2.4	CATEGORIE SOCIO-PROFESSIONNELLE	187
3.2.5	PORT DES EQUIPEMENTS DE SECURITE	188
3.2.6	DEVENIR APRES L'ACCIDENT	192
3.2.7	SIEGE DU TRAUMATISME (TERRITOIRE CORPOREL).....	193
4.	DISCUSSION	195
5.	CONCLUSION	198
SIXIÈME PARTIE :		199
ESTIMATION DES PRÉVALENCES DE LA CONSOMMATION D'ALCOOL ET AUTRES SUBSTANCES PSYCHOACTIVES CHEZ LES VICTIMES D'AVP ADMISES AUX URGENCES DU CHU DE YOPOUGON		199
1.	INTRODUCTION	201
2.	MATÉRIEL ET MÉTHODE.....	202
2.1	CADRE ET POPULATION D'ÉTUDE	202
2.2	DOSAGE ET FENÊTRE DE DÉTERMINATION DE L'ALCOOLEMIE	202
2.3	PROCÉDURE D'EXTRAPOLATION RETROGRADE ET CORRECTION DE L'ALCOOLEMIE	202
2.4	VICTIME SOUS L'INFLUENCE DE L'ALCOOL.....	203
2.5	VICTIMES AYANT FAIT USAGE DE SUBSTANCES PSYCHOACTIVES	204
2.6	ANALYSE STATISTIQUE DES RESULTATS.....	204
3.	RÉSULTATS.....	204
3.1	ARTICLE PUBLIE DANS « UNIVERSAL JOURNAL OF PUBLIC HEALTH ».....	204
3.2	RESULTATS COMPLEMENTAIRES	205
3.3	ARTICLE COMPLET	208
4.	DISCUSSION	218
5.	CONCLUSION	223
SEPTIÈME PARTIE :		225
DESCRIPTION DU PROFIL LÉSIONNEL ET ESTIMATION DU RISQUE D'ÊTRE GRAVEMENT BLESSÉ EN FONCTION DU		225
DEGRÉ D'ALCOOLISATION DES VICTIMES D'AVP		225
1.	INTRODUCTION	227
2.	MATÉRIEL ET MÉTHODE.....	228
2.1	ÉVALUATION ET CODAGE DE LA SEVERITE DES TRAUMATISMES.....	228
2.2	ANALYSES STATISTIQUES DES DONNEES.....	229
3.	RÉSULTATS.....	229

4. DISCUSSION	253
5. CONCLUSION	257
SYNTHÈSE, RECOMMANDATIONS	259
ET PERSPECTIVES	259
RÉFÉRENCES.....	269
ANNEXES	283

LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau 1 : Facteurs de dangerosité des drogues (extrait du tableau page 182 du rapport Roques).....</i>	<i>37</i>
<i>Tableau 2 : Effets progressifs de l'alcool sur la conduite d'un véhicule. Source: Bailey,.....</i>	<i>52</i>
<i>Tableau 3 : Pourcentage de résultats indiquant une dégradation significative de la performance en fonction du niveau d'alcoolémie (n=450 articles inclus dans la méta-analyse représentant 471 expérimentations et 5300 résultats concernant les performances, l'humeur ou le comportement)</i>	<i>53</i>
<i>Tableau 4 : La conduite sous l'effet de stupéfiants, adapté de Bertrand LENHARDT (Automobile Club Association - ACA).....</i>	<i>61</i>
<i>Tableau 5 : Characteristics of the nine studies included in the meta-analysis (source: BMJ 2012; 344: e536, page 7 of 9)</i>	<i>63</i>
<i>Tableau 6 : Caractéristiques de la population étudiée (étude ASMA-CI).....</i>	<i>115</i>
<i>Tableau 7 : Taux de non-réponse aux différents items des questionnaires aux urgences chirurgicales du CHU de Yopougon (n=871) et à l'IMLA (n=22), (étude ASMA-CI).....</i>	<i>117</i>
<i>Tableau 8 : Taux de non-réponse dans les données extraites à partir des procès-verbaux d'accident de la voie publique de la police ou gendarmerie (étude ASMA-CI).....</i>	<i>118</i>
<i>Tableau 9 : Distributions comparées entre les victimes ayant des données disponibles et celles ayant des données manquantes pour les résultats des tests éthylométriques.....</i>	<i>119</i>
<i>Tableau 10 : Distributions comparées entre les victimes ayant des données disponibles et celles ayant des données manquantes pour le dépistage des substances psychotropes</i>	<i>121</i>
<i>Tableau 11 : Distributions comparées entre les victimes ayant des résultats disponibles et.....</i>	<i>123</i>
<i>Tableau 12 : Temps de rétention et reproductibilité du TR pour le dosage de l'alcoolémie.....</i>	<i>148</i>
<i>Tableau 13 : Paramètres statistiques obtenus pour la validation de la méthode de dosage de l'alcoolémie (précision, biais, exactitude et taux de recouvrement)</i>	<i>150</i>
<i>Tableau 14 : Variations de l'alcoolémie moyenne (g/l) dans les échantillons sanguins de contrôle (1,1 g/l) après passage par les différentes étapes de conservation et transport (tests de stabilité)</i>	<i>151</i>
<i>Tableau 15 : Caractéristiques des valeurs de l'alcoolémie pour chacune des méthodes d'estimation</i>	<i>165</i>
<i>Tableau 16: Répartition des victimes selon le moyen de transport utilisé au moment de l'AVP et le type d'antagoniste (étude ASMA-CI, 2012).....</i>	<i>177</i>

Tableau 17 : Répartition des victimes d'AVP admises aux urgences du CHU de Yopougon ou à l'IMLA en fonction de leur lieu de résidence (étude ASMA-CI, 2012) 181

Tableau 18: Répartition des victimes d'AVP admises aux urgences du CHU de Yopougon ou à l'IMLA en fonction du lieu de l'accident (étude ASMA-CI, 2012) 182

Tableau 19 : Substances psychoactives identifiées dans les urines de victimes sous l'influence de l'alcool par rapport aux victimes sobres 207

LISTE DES FIGURES

<i>Figure 1: Décès par accident de la route pour 100 000 habitants, par région O.M.S. Source :</i>	<i>rapport de situation sur la sécurité routière dans le monde 2013, p.4</i>	38
<i>Figure 2: Traumatismes et décès dans les pays en développement et pays développés. Données du Vietnam pour 1998 ; Données des USA pour 1996 ; données du Kenya pour 1996. Sources : (20).</i>		38
<i>Figure 3 : Pharmacocinétique d'absorption de l'éthanol à jeun et après un repas d'après Lands et coll. (1998). Source : (37).....</i>		43
<i>Figure 4 (Adaptée de A.W. Jones, 2010) : Métabolisme humain de l'éthanol illustrant les voies oxydatives et non-oxydatives et les quantités relatives excrétées sous forme inchangée.....</i>		45
<i>Figure 5 : Pyramide de la consommation d'alcool et du risque alcool</i>		49
<i>Figure 6 : Estimation du risque relatif de survenue d'un accident de la circulation en fonction de l'alcoolémie d'après Borkenstein. Source: Global Road Safety Partner (GRSP), 2004, p.3</i>		55
<i>Figure 7: Principe de recherche de drogue ou médicament (antigène recherché) par la</i>		75
<i>Figure 8 : Principe de fonctionnement d'un chromatographe en phase gazeuse</i>		77
<i>Figure 9: Cadre méthodologique de collecte des données chez les victimes survivantes d'accident de la voie publique (AVP) admises aux Urgences des C.H.U. d'Abidjan</i>		110
<i>Figure 10: Cadre méthodologique de collecte des données chez les victimes décédées suite à un accident de la voie publique (AVP) et admises l'IMLA.....</i>		111
<i>Figure 11: Répartition des raisons de non-réponse au dépistage urinaire de substances psychoactives chez les victimes d'AVP recrutées au CHU de Yopougon (étude ASMA-CI).....</i>		122
<i>Figure 12: Répartition des raisons des résultats manquants pour le dosage de l'alcoolémie chez les victimes d'AVP recrutées au CHU de Yopougon (étude ASMA-CI)</i>		124
<i>Figure 13 : Fréquence des écarts d'âge observés entre la source de données hospitalière et la source de données policière (N = 97, étude ASMA-CI).....</i>		125
<i>Figure 14 : Ecart en minutes entre l'heure de l'accident rapportée par la victime aux.....</i>		126
<i>Figure 15 : Analyse de la concordance entre les données hospitalières et policières par rapport à la classification des victimes selon leur catégorie socioprofessionnelle (N = 108).....</i>		126
<i>Figure 16: Protocole de préparation des échantillons de sang total avant analyse par chromatographie en phase gazeuse (CPG-FID).....</i>		140

<i>Figure 17 : Circuit des échantillons biologiques, chaîne de froid et traçabilité des échantillons étude ASMA-CI.....</i>	<i>141</i>
<i>Figure 18 : Contrôle/Monitoring des températures dans l'enceinte de la glacière de stockage et transport des échantillons biologiques durant 15 jours successifs</i>	<i>146</i>
<i>Figure 19 : Contrôle/Monitoring des températures dans l'enceinte de la glacière de stockage des échantillons biologiques durant 3 weekends successifs</i>	<i>147</i>
<i>Figure 20: Monitoring des températures dans l'enceinte du réfrigérateur de stockage et conservation des échantillons biologiques au laboratoire Central du C.H.U. de Yopougon, pendant une semaine.</i>	<i>147</i>
<i>Figure 21 : Chromatogramme obtenu à partir d'un standard d'éthanol.....</i>	<i>148</i>
<i>Figure 22 : Courbe d'étalonnage pour le dosage de l'éthanolémie par CPG-FID.....</i>	<i>149</i>
<i>Figure 23: Relation entre les valeurs de l'alcoolémie mesurées par CPG et par éthylomètre chez les victimes d'AVP admises aux urgences du CHU de Yopougon (N = 100 paires).....</i>	<i>166</i>
<i>Figure 24 : Diagramme de Bland Altman représentant les différences de mesure de l'alcool par CPG-FID et éthylomètre (ALCsang – ALCair) pour chaque victime par rapport à la somme des deux mesures (ALCsang + ALCair)/2.....</i>	<i>167</i>
<i>Figure 25: Relation entre les valeurs de l'alcoolémie mesurées par CPG et par éthylomètre après transformation logarithmique (N = 100).....</i>	<i>168</i>
<i>Figure 26: Différences entre les mesures de l'alcoolémie réalisées par CPG-FID et éthylomètre par rapport à la moyenne de ces valeurs après transformation logarithmique.....</i>	<i>169</i>
<i>Figure 27: Distribution des victimes selon la catégorie de moyen de transport utilisée au moment de l'AVP et le type d'antagoniste (étude ASMA-CI, 2012, n = 888).....</i>	<i>176</i>
<i>Figure 28 : Répartition des victimes d'AVP selon le type de réseau routier où s'est produit leur accident (étude asma-ci, 2012, n=889).....</i>	<i>177</i>
<i>Figure 29: Répartition des victimes d'AVP en fonction de leur motif de déplacement.....</i>	<i>178</i>
<i>Figure 30: Distribution des victimes d'AVP en fonction du jour de la semaine où s'est produit l'évènement (étude ASMA-CI, 2012, n=885).....</i>	<i>178</i>
<i>Figure 31: Distribution des victimes d'AVP en fonction du moment de la journée et de la semaine où s'est produit l'accident (étude ASMA-CI, 2012, n1=859 ; n2 =885 ; n3=859).....</i>	<i>179</i>
<i>Figure 32: Répartition des victimes d'AVP en fonction des tranches horaires de survenue de l'évènement (étude ASMA-CI, 2012, n=893).....</i>	<i>180</i>

<i>Figure 33 : Distribution des victimes d'AVP admises aux urgences du CHU de Yopougon et à l'IMLA par catégorie d'âge (étude ASMA-CI, 2012, n=891).....</i>	<i>184</i>
<i>Figure 34: Répartition des victimes en fonction de leur moyen de transport et de leur catégorie d'âge (étude ASMA-CI, 2012, n=888).....</i>	<i>185</i>
<i>Figure 35: Répartition des victimes d'AVP admises aux Urgences et a l'IMLA en fonction du sexe (étude ASMA-CI, 2012, n=891).....</i>	<i>185</i>
<i>Figure 36: Distribution des victimes en fonction de l'âge et du sexe (étude ASMA-CI, 2012, n=827)</i>	<i>186</i>
<i>Figure 37: Distribution des victimes d'AVP admises aux urgences du CHU de Yopougon et a l'IMLA par type d'utilisateur de la route (étude ASMA-CI, 2012, n=891).....</i>	<i>186</i>
<i>Figure 38: Distribution des victimes d'AVP en fonction du type d'utilisateur de la route et du sexe (étude ASMA-CI, 2012).....</i>	<i>187</i>
<i>Figure 39: Distribution des victimes d'AVP selon la catégorie socio-professionnelle (étude ASMA-CI, 2012, n=891).....</i>	<i>187</i>
<i>Figure 40 : Distribution des victimes d'AVP en fonction du port de la ceinture de sécurité.....</i>	<i>188</i>
<i>Figure 41: Distribution des victimes usagers de deux-roues en fonction du port du casque de sécurité (N = 96, étude ASMA-CI).....</i>	<i>189</i>
<i>Figure 42: Distribution des victimes occupants de quatre-roues en fonction de la position dans le véhicule et du port de la ceinture de sécurité (N = 506, étude ASMA-CI).....</i>	<i>190</i>
<i>Figure 43: Distribution des victimes d'AVP en fonction de la catégorie de véhicule et du port de la ceinture de sécurité (N = 506, étude ASMA-CI).....</i>	<i>190</i>
<i>Figure 44: Répartition des usagers de deux-roues en fonction de la catégorie de véhicule et du port du casque de sécurité (N = 96, étude ASMA-CI).....</i>	<i>191</i>
<i>Figure 45 : Distribution des usagers de quatre-roues victimes d'AVP en fonction du port de la ceinture de sécurité et de la gravité des blessures (N= 479, étude ASMA-CI).....</i>	<i>191</i>
<i>Figure 46: Distribution des victimes usagers de deux-roues en fonction du port du casque et de la gravité des blessures (N= 84, étude ASMA-CI).....</i>	<i>192</i>
<i>Figure 47: Distribution des victimes d'AVP en fonction du devenir de la victime après l'AVP et du type d'utilisateur de la route (étude ASMA-CI, 2012, n=867).....</i>	<i>192</i>
<i>Figure 48: Répartition des territoires corporels atteints au moment de l'AVP selon le type d'utilisateur de la route (étude ASMA-CI, 2012).....</i>	<i>194</i>

Figure 49 : Part des victimes sous l'influence de l'alcool en fonction du jour de l'AVP (étude ASMA-CI, n = 669) 205

Figure 50: Part des victimes sous l'influence de l'alcool (0,8 g/L et 0,5 g/L) en fonction de l'heure de l'AVP (étude ASMA-CI, n = 649)..... 206

LISTE DES ABRÉVIATIONS ET SIGLES

AVP	Accident de la Voie Publique
ASMA-CI	Alcool, Stupéfiants, Médicaments et Accidents en Côte d'Ivoire (projet)
CPG-FID	Chromatographie en Phase Gazeuse couplée à un Détecteur à Ionisation de Flamme
EMIT	Enzyme Multiplied Immunoassay Test
OSER	Office de Sécurité Routière
AIS	Abbreviated Injury Scale
CHU	Centre Hospitalier Universitaire
IMLA	Institut de Médecine Légale d'Abidjan
MAIS	Maximum Abbreviated Injury Scale
NISS	New Injury Severity Scale
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
THC	delta-9-tetrahydrocannabinol (métabolite du cannabis)
IFSTTAR	Institut Français des Sciences et Technologie des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux
LNSP	Laboratoire National de la Santé Publique
ALC+	Sujet avec une alcoolémie mesurée positive ou $>$ à la limite de quantification
ALC-	Sujet sobre ou ayant une alcoolémie nulle ou $<$ à la limite de quantification
VL	Véhicule léger
VU	Véhicule utilitaire
PL	Poids lourd
SP	Sans précision
NR	Non renseigné
NP	Non précisé
NSP	Ne sais pas
SO	Sans objet
Vs	Versus

LISTE DES ANNEXES

<i>Annexe 1 : Procédures de collecte et de conservation des échantillons biologiques pour le CHU de Yopougon (urgences chirurgicales) – Etude ASMA-CI.....</i>	<i>283</i>
<i>Annexe 2 : Questionnaire de collecte de données chez les victimes survivantes d'Accident de la Voie Publique (AVP) – Étude ASMA-C</i>	<i>286</i>
<i>Annexe 3 : Questionnaire de collecte de données chez les victimes décédées suite à un Accident de la Voie Publique (AVP) – Étude ASMA-CI.....</i>	<i>286</i>
<i>Annexe 4 : Lexique / Définition des variables Etude ASMA-CI.....</i>	<i>288</i>
<i>Annexe 5: Formulaire de constat d'accident de la circulation routière de la Préfecture de Police.....</i>	<i>290</i>
<i>Annexe 6 : Fiche d'extraction de données à partir des procès-verbaux de la police et de la gendarmerie</i>	<i>294</i>
<i>Annexe 7 : Fiches de requête de matériel de prélèvements sanguins et urinaires pour l'étude ASMA-CI</i>	<i>295</i>
<i>Annexe 8 : Procédure d'acquisition du matériel pour les victimes d'accident de la voie publique</i>	<i>296</i>
<i>Annexe 9 : Masque de saisie des données hospitalières pour les victimes survivantes (Étude ASMA-CI)</i>	<i>297</i>
<i>Annexe 10 : Masque de saisie des données pour victimes décédées recrutées à l'Institut de Médecine Légale d'Abidjan (Etude ASMA-CI).....</i>	<i>299</i>
<i>Annexe 11 : Résultats des calculs de la limite de détection (LOD) et la limite de quantification (LOQ) sous Excel 2010</i>	<i>301</i>
<i>Annexe 12 : Formule de calculs de la concentration d'éthanol dans les échantillons sanguins</i>	<i>302</i>
<i>Annexe 13 : Communication orale au IXème Colloque Scientifique de Biologie, Santé Publique et Sciences Pharmaceutiques (livre des résumés)</i>	<i>303</i>
<i>Annexe 14 : Profils de consommation de l'alcool en Côte d'Ivoire (Données de l'OMS, 2012).....</i>	<i>305</i>

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Les décès et traumatismes graves qui résultent des accidents de la route sont considérés comme l'épidémie silencieuse des pays à revenu faible. L'incidence et la sévérité des Accidents de la Voie Publique (AVP) en Afrique sont plus importantes que dans toutes les autres régions du monde. Selon le récent « *Rapport de Situation sur la Sécurité Routière dans le Monde 2013* » édité par l'Organisation Mondiale de la Santé (O.M.S.), le risque de mourir dans un accident de la route est le plus élevé dans la région Africaine et le plus faible dans la région Européenne. En effet, le taux de mortalité par accident de la route en Afrique est de 24,1 pour 100 000 habitants, alors qu'en Europe et en Amérique du nord ce taux reste inférieur à 16,0 pour 100 000 habitants (1).

Ces accidents sont la deuxième cause de mortalité en Afrique pour la tranche d'âge de 5 à 44 ans et représentent un fardeau économique d'environ 10 milliards de dollars par an (2). Selon les estimations réalisées par l'O.M.S., les accidents de la circulation coûteraient aux pays en développement près de 3% de leur produit national brut (PNB) et au niveau des familles, ils entraîneraient une augmentation des emprunts et de l'endettement, et même une baisse de la consommation de nourriture (3).

En outre, les traumatismes liés aux accidents de la route représentent une des principales causes d'années potentielles de vie perdues en Afrique, car les victimes sont souvent jeunes et actives. L'O.M.S. estime qu'à l'horizon 2020, les traumatismes par accidents de la route en Afrique représenteront la 2^{ème} cause d'années de vie corrigées de l'incapacité perdues (AVCI) (1). Il est également prédit qu'en 2020, 25% du budget annuel des Ministères de la Santé dans les pays Africains sera entièrement consacré au traitement des traumatismes physiques dus aux AVP (4).

Parmi les facteurs potentiellement accidentogènes, qui suscitent le plus d'intérêt en matière de sécurité routière, l'on retrouve l'usage d'alcool et d'autres substances psychoactives licites ou illícites par les conducteurs ou les piétons. En effet, de nombreuses études menées, pour la grande majorité dans les pays développés, ont permis de montrer que la consommation d'alcool conduisait à une augmentation significative du risque de collision mortelle ou d'être responsable d'une collision mortelle (5-8).

S'il n'y a pas de raison de penser que l'alcool ait un effet différent (entre individus) d'un pays à un autre, en revanche la prévalence de l'alcoolisation chez les usagers de la route impliqués dans un AVP, elle peut varier en fonction du contexte socio-économique et culturel. Or, les données sur le sujet sont rares dans les pays à revenu faible, et en Côte d'Ivoire elles sont inexistantes.

D'autre part, on observe de plus en plus que les usagers de la route et particulièrement les conducteurs font usage de nombreuses drogues psychoactives, tant à des fins médicales que récréatives, souvent en association avec l'alcool. Les études internationales confirment, qu'après l'alcool, le cannabis est la substance psychoactive la plus fréquemment retrouvée chez les victimes décédées ou blessées suite à un AVP ou lors de contrôles de police (7, 9, 10).

Concernant les médicaments psychotropes, les études récentes s'accordent pour reconnaître qu'à l'exception des benzodiazépines, les preuves du rôle des médicaments sur prescription dans les traumatismes routiers sont insuffisantes (11-13).

Les incertitudes sur le rôle des substances (sauf cannabis et benzodiazépines) dans les AVP limitent les actions en matière de sécurité routière. En revanche, les connaissances accumulées sur l'alcool ont permis, par la mise en œuvre de programmes de prévention routière efficaces, de réduire significativement le nombre d'accidents et traumatismes liés à l'alcool à l'échelle des pays développés.

Dans le même temps, le nombre d'accidents de la route n'a cessé d'augmenter en Afrique parallèlement à l'accroissement rapide du parc automobile (14).

Si aucune disposition n'est prise, on prévoit qu'en 2020 la mortalité due aux accidents de la route aura baissé de 30% dans les pays à revenu élevé, alors qu'elle augmentera de 80% dans les pays d'Afrique (1).

Malheureusement, les données sur les caractéristiques des victimes d'accidents en Afrique sont rares, de même que les études sur les facteurs de risque impliqués dans les accidents de la route. Ces faiblesses conduisent à de nombreuses incertitudes et probablement à une sous-estimation de l'étendue réelle du problème, en particulier en Afrique sub-saharienne (15).

Par exemple, le rôle de l'alcool et autres substances psychoactives dans la survenue des accidents de la route et des traumatismes qui en découlent, n'a jamais fait l'objet d'études dans cette région de l'Afrique. Pourtant, dans de nombreux pays de l'Afrique Sub-saharienne la consommation d'alcool et de stupéfiants par la population constitue un problème majeur.

En Côte d'Ivoire, le mésusage ou le non-respect des posologies avec les médicaments psychotropes, la toxicomanie et la consommation excessive d'alcool sont des pratiques assez courantes. En effet, la consommation d'alcool par la population générale de « buveurs » est deux fois supérieure à celle de la France avec 25% de « binge drinkers » contre seulement 8,5% en France (16). En outre, les benzodiazépines constituent la famille de drogues psychoactives qui fait le plus

l'objet de trafic illégal, de vente sur le marché noir, d'automédication et probablement de mésusage en Côte d'Ivoire. L'usage de cannabis y est également très répandu, mais nous n'en savons que très peu sur l'usage des autres drogues psychoactives (17).

Parallèlement, les statistiques globales de mortalité et morbidité liées aux accidents de la route sur le continent Africain sont alarmantes, sans qu'on ne puisse à l'échelle nationale évaluer exactement la charge de morbimortalité de ces accidents. On sait, cependant que les AVP constituent 70% des admissions dans les services d'urgence du CHU de Yopougon (18), suggérant qu'ils représentent un vrai problème de santé publique en Côte d'Ivoire.

Malheureusement, il n'existe aucune donnée sur le lien entre l'alcool, les benzodiazépines, le cannabis ou les autres substances psychoactives et les traumatismes consécutifs aux accidents de la route en Côte d'Ivoire.

Ce constat global interpelle sur la production de données fiables et complètes sur les AVP et leurs caractéristiques, le profil des victimes d'AVP, l'usage d'alcool et autres substances psychoactives par les victimes d'accidents, les traumatismes et leur gravité, le rôle des substances dans les AVP et traumatismes subséquents. Seule la disponibilité de telles données et leur analyse permettrait l'identification des facteurs de risque d'accident et de sévérité des traumatismes subséquents sur lesquels il serait possible d'agir pour améliorer la prévention dans le contexte spécifique de la Côte d'Ivoire.

L'épidémiologie constitue un outil pour étudier l'insécurité routière et quantifier ce problème majeur de santé publique. Par ailleurs, la toxicologie est la discipline de choix pour aborder l'aspect légal de la conduite sous influence et surtout pour apporter une réponse fiable et robuste à la question du dépistage et du dosage des substances psychotropes chez les victimes.

L'objectif principal de la thèse est de mesurer l'influence de la consommation de substances psychoactives (alcool, stupéfiants et médicaments) sur la survenue des accidents de la voie publique et sur la sévérité des traumatismes qui en résultent en Côte d'Ivoire, grâce à l'analyse de données hospitalières, policières et toxicologiques.

Nos travaux commencent par une analyse de la littérature internationale afin de dresser un bilan sur l'ampleur et les conséquences des AVP dans le monde, et les différentes approches d'évaluation de la relation entre l'usage de substances psychoactives et les traumatismes dus aux AVP. Nous discutons des lacunes au niveau des connaissances actuelles et proposons des pistes

de recherche afin d'améliorer la connaissance épidémiologique sur les AVP impliquant la consommation de substances psychoactives en Côte d'Ivoire.

La deuxième partie est consacrée à l'évaluation de la qualité du recueil des données sur les victimes d'AVP admises aux Urgences du CHU de Yopougon ou à l'Institut de Médecine Légale d'Abidjan (IMLA) et l'étude de la concordance avec les données policières.

La troisième partie de notre travail est centrée sur l'étude de la faisabilité et la validation d'une procédure toxicologique de quantification de la consommation d'alcool en Côte d'Ivoire. Cette étude vise à proposer un cadre légal et systématique de dosage de l'alcoolémie chez les usagers impliqués dans un accident corporels de la route.

La quatrième partie étudie la faisabilité et la validité du dépistage de la consommation d'alcool par éthylomètre chez des victimes survivantes d'AVP admises aux Urgences du CHU de Yopougon.

La cinquième partie est dédiée à la description des caractéristiques des accidents corporels et des victimes d'AVP en Côte d'Ivoire, dans l'optique de mettre en lumière les spécificités des AVP en Côte d'Ivoire.

Dans la sixième partie, nous estimons les prévalences de victimes sous influence de l'alcool ou ayant consommé des substances psychoactives en fonction des caractéristiques des victimes et des circonstances de l'accident. Ce travail est nécessaire pour déterminer le profil des victimes sous influence qui sont impliquées dans un AVP grave.

Dans la septième partie nous évaluons le risque de traumatismes graves associé au degré d'alcoolisation des usagers de la route en tenant compte des facteurs de confusion les plus pertinents.

Enfin, dans la huitième partie, nous proposons une discussion de l'ensemble des résultats obtenus et leur mise en perspective. Nous reprenons les principaux résultats et discutons les points forts et les limites de notre étude. Nous proposons également quelques pistes et recommandations pour l'application de nos résultats à la sécurité routière et la prévention des traumatismes routiers en Côte d'Ivoire. Pour terminer, nous discutons de l'intérêt d'une approche épidémiologique en complément de l'approche toxicologique dans l'évaluation du risque routier en Côte d'Ivoire.

PREMIÈRE PARTIE:

**BILAN DES CONNAISSANCES SUR LE TRAUMA-
TISME ROUTIER ET LA CONSOMMATION DE
SUBSTANCES PSYCHOACTIVES**

1. INTRODUCTION

Les accidents et la gravité de leurs conséquences s'expliquent bien souvent par une combinaison de facteurs liés au conducteur, au véhicule et à la route. Parmi les causes humaines, l'usage de substances dites psychoactives fait l'objet de plus en plus d'attention au niveau international.

Aussi, avant tout propos, nous nous proposons de faire une synthèse des connaissances épidémiologiques et toxicologiques existantes sur l'usage des différentes substances psychoactives et leur implication dans les accidents de la voie publique à travers le monde. Cette revue de la littérature n'a pas la prétention d'être exhaustive, mais présente les résultats des études les plus récentes et les plus importantes dans le domaine.

Nous nous intéressons à l'ensemble des usagers de la route impliqués dans un AVP corporel et admis aux urgences d'un centre hospitalier. Ces usagers incluent les conducteurs, piétons et passagers afin d'avoir une vue globale de leur utilisation de substances psychoactives, de la relation entre l'usage de substances et la survenue d'AVP et de la gravité des traumatismes liés à cet usage.

Nous commençons cette revue par un bref rappel sur la définition des accidents de la route et des substances psychoactives. Ensuite, nous procédons à une analyse des données internationales sur l'ampleur et les conséquences des AVP dans le monde. Nous discutons des principaux facteurs de risque d'AVP et des axes de recherche en fonction du contexte socio-économique. Par la suite, nous analysons le lien entre l'usage de substances psychoactives et le risque d'AVP à travers les publications récentes. A ce stade, nous abordons les différentes approches toxicologiques d'évaluation de l'exposition à ces substances en sécurité routière.

Nous présentons, également, les différents systèmes de classification de la gravité des traumatismes rencontrés à la suite d'un AVP. Enfin, nous terminons cette revue par la présentation du contexte spécifique organisationnel et réglementaire de la sécurité routière en Côte d'Ivoire.

En conclusion, nous discutons des lacunes au niveau des connaissances actuelles et faisons des suggestions pour les futures études, en particulier dans un contexte de pays africain à faibles revenus comme la Côte d'Ivoire.

2. MÉTHODE DE RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

Les connaissances sur les traumatismes mortels ou non mortels par AVP et associés à l'usage de substances psychoactives se retrouvent dans différents domaines ou spécialités de recherche. Il s'agit d'études épidémiologiques, toxicologiques, pharmacologiques, sociologiques, etc.

Pour la recherche d'articles pertinents à la rédaction de cette synthèse de la littérature, nous avons adopté la méthodologie suivante : recherche dans la base de données bibliographique *Medline* et par le moteur de recherche *Google* à l'aide des mots clés généraux suivants, seuls ou en combinaison, en anglais: « *road traffic accident* » ou « *RTA* », « *road traffic injury* » ou « *RTI* », « *substance use* », « *substance abuse* », « *psychoactive drug use* », « *alcohol related impairment* », « *driving under influence* », « *injury severity* »

Pour une recherche plus spécifique sur une problématique donnée, les articles ont été repérés en utilisant une combinaison de mots suivant le thème. Par exemple, “*road traffic accident*” and “*injury*” and “*blood alcohol concentration*”; “*road traffic accident*” and “*blood alcohol level*” and “*injury severity*”, pour la recherche d'articles sur le lien entre les accidents corporels, la sévérité et le niveau de l'alcoolémie.

Notre recherche a également fait appel à des rapports d'experts, des livres, des actes de conférences et colloques scientifiques internationaux pertinents cités en référence des articles sélectionnés ou retrouvés à partir de moteurs de recherche sur internet.

3. DÉFINITIONS

3.1 *Accidents de la Voie Publique*

Dans le langage courant, un *Accident de la Voie Publique* (AVP) ou ***accident de la circulation routière*** est un choc qui a lieu sur le réseau routier entre un engin roulant (automobile, moto, vélo, etc.) et tout autre chose ou personne et qui engendre des blessures humaines et/ou des dégâts matériels, que ces dégâts soient occasionnés aux véhicules, à un élément de la route (chaussée, panneaux, barrières de protection, etc.) ou un élément extérieur à celle-ci (bâtiment, mobilier urbain, cabine de téléphone, arbre).

3.2 *Accident corporel de la circulation routière*

Un **accident corporel** (mortel ou non mortel) de la circulation se définit comme tout accident qui :

- implique au moins un véhicule routier en déplacement

- survient sur une voie ouverte à la circulation publique
- provoque au moins une victime blessée ou tuée

Sont exclus les actes volontaires (homicides volontaires, suicides) et les catastrophes naturelles.

En France, sont comptées comme « tuées » les victimes d'accidents décédées sur le coup ou dans les trente jours qui suivent l'accident. Avant le 1^{er} janvier 2005 le délai retenu n'était que de six jours en France.

Sont comptées comme « blessées » les victimes d'accidents ayant subi un traumatisme nécessitant un traitement médical, avec ou sans hospitalisation (19).

Un accident corporel implique un certain nombre d'usagers. Parmi ceux-ci, on distingue :

- les indemnes : impliqués non décédés et dont l'état ne nécessite aucun soin médical
- les victimes : impliquées décédées ou ayant fait l'objet de soins médicaux (Arrêté du 27 mars 2007, république française)

3.3 *Substances psychoactives (ou psychotropes)*

Une substance psychoactive est une substance naturelle ou de synthèse qui agit sur le psychisme en modifiant son fonctionnement. Elle peut entraîner des changements dans les perceptions, l'humeur, la conscience et le comportement.

Les substances psychoactives ou psychotropes ont fait l'objet de nombreuses démarches de classification, principalement selon leurs effets et la nature du danger qu'elles représentent.

La classification selon Delay et Deniker (1957) a été validée par le congrès mondial de psychiatrie en 1961 et distingue les substances psychotropes en fonction de leur activité sur le système nerveux central (SNC).

En 1991, Yves Pelicier (médecin français) et Jean Thuillier (psychiatre et pharmacologue français) reprennent la classification selon Delay et Deniker pour tenir compte du fait que l'effet peut varier avec la dose :

- Les dépresseurs du système nerveux central : ils ralentissent le fonctionnement du système nerveux, provoquent souvent une dépendance physique et peuvent avoir, à forte dose, des conséquences graves (dépression respiratoire). Cette classe inclut notamment l'alcool, les hypnotiques (barbituriques), les tranquillisants (benzodiazépines), les neuroleptiques et les analgésiques (opiacés, morphine, héroïne...)

- les stimulants : ils stimulent le fonctionnement du système nerveux, provoquent souvent une dépendance et peuvent provoquer, à long terme, la paranoïa ou des dépressions graves. Cette classe inclut notamment les stimulants mineurs (café, tabac), les stimulants majeurs (amphétamines, anorexigènes, cocaïne, ecstasy, GHB), les stimulants de l'humeur et les antidépresseurs
- les hallucinogènes ou perturbateurs : ils perturbent le fonctionnement du système nerveux et la perception de la réalité et peuvent, à long terme, modifier durablement la personnalité du consommateur (syndrome post hallucinatoire persistant). Cette classe inclut notamment le chanvre indien, les solvants (éther, colles), les anesthésiques volatils, le LSD, la mescaline, la psilocybine, la kétamine, etc.

Cette définition est essentiellement basée sur les propriétés pharmacologiques des substances psychoactives et ne prend pas en compte les risques sociaux liés à la consommation de ces produits par la population.

En 1998, Bernard Roques, un professeur français membre de l'Académie des sciences, présente une approche globale considérant à la fois les propriétés pharmacologiques des produits psychotropes et les problèmes et risques sanitaires et sociaux liés à la consommation de ces produits.

Le ***rapport Roques*** propose une nouvelle classification des psychotropes en ne considérant donc que les effets neuropharmacologiques qu'ils provoquent (Tableau 1):

- les analgésiques-narcotiques
- les stimulants psychomoteurs
- les psychomimétiques ou hallucinogènes
- les dépresseurs centraux
- les anxiolytiques

Tableau 1: Facteurs de dangerosité des drogues (extrait du tableau page 182 du rapport Roques)

	Héroïne (Opioïdes)	Cocaïne	MDMA	Psycho-stimulants	Alcool	Benzodia-zépines	Cannabi-noïdes	Tabac
Dépendance physique	Très forte	Faible	Très faible	Faible	Très forte	Moyenne	Faible	Forte
Dépendance psychique	Très forte	Forte mais Intermittente	?	Moyenne	Très forte	Forte	Faible	Très forte
Neurotoxicité	Faible	Forte	Très forte?	Forte	Forte	0	0	0
Toxicité générale	Forte ^a	Forte	Eventuelle-ment forte	Forte	Forte	Très faible	Très faible	Très forte
Dangerosité sociale	Très forte	Très forte	Faible ?	Faible (exceptions possibles)	Forte	Faible ^b	Faible	(Cancer)
Traitement substitutifs ou autres existants	Oui	Oui	Non	Non	Oui	Non re-cherché	Non re-cherché	0 oui

a/ pas de toxicité pour la méthadone et la morphine en usage thérapeutique

b/ sauf conduite automobile et utilisation dans des recherches de « soumission » ou « d'autosoumission » où la dangerosité devient alors très forte

Ce tableau est un extrait du tableau publié à la page 182 du *rapport sur la dangerosité des produits* par le professeur Bernard Roques et adressé au Secrétaire d'État à la Santé de l'époque, M. Kouchner, à l'issue des Rencontres Nationales sur l'Abus de drogues et la toxicomanie (France, juin 1998).

Cette dernière classification est la seule qui tient compte de l'effet des substances sur la dangerosité sociale et plus précisément sur les risques liés à la conduite automobile.

4. INCIDENCE DES TRAUMATISMES LIÉS AUX AVP DANS LE MONDE

4.1 Traumatismes mortels

Chaque année, à travers le monde, les accidents de la route font environ 1,3 millions de morts.

Selon le rapport de situation sur la sécurité routière dans le monde 2013, les décès consécutifs à des accidents de la circulation représentent la 8^{ème} cause de décès dans le monde et la 1^{ère} cause de décès chez les jeunes âgés de 15 à 29 ans. En outre, ces décès dus aux AVP représentaient 23% des décès imputables à des traumatismes dans le monde (1).

Le taux de mortalité mondial général imputable à des traumatismes consécutifs à des accidents de la circulation était de 19 pour 100 000 habitants. Il est important de noter que ce taux est nettement supérieur pour les pays à revenus faibles. En effet, le risque de mourir dans un accident de la voie publique est le plus élevé dans la région Africaine (24,1 décès pour 100 000 habitants) et le plus faible dans la région Européenne (10,3 décès pour 100 000 habitants) (Figure 1).

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (1), si la tendance reste la même, en 2020 la mortalité due aux AVP devrait baisser de 30% dans les pays à revenus élevés, alors que dans les pays à revenus faibles elle augmenterait de 80%.

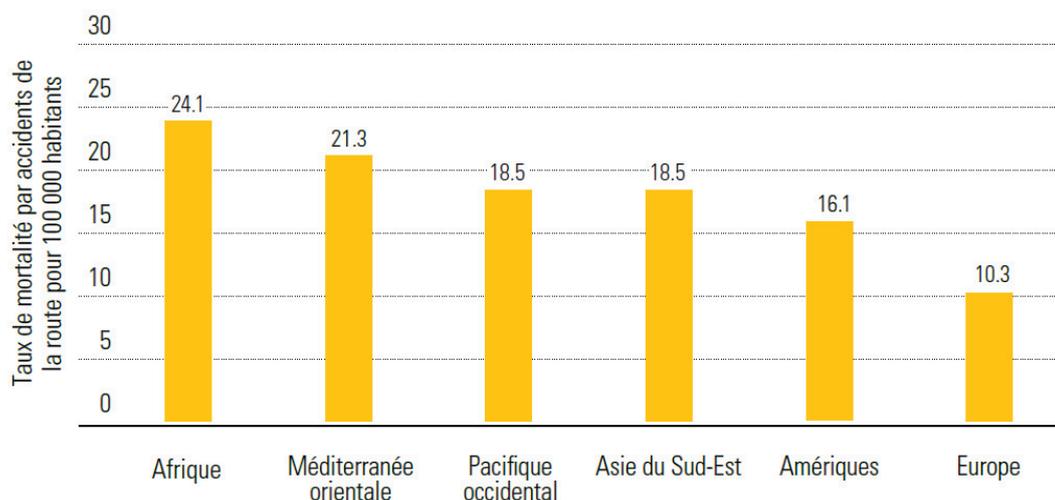


Figure 1: Décès par accident de la route pour 100 000 habitants, par région O.M.S.
 Source : rapport de situation sur la sécurité routière dans le monde 2013, p.4

En outre, le nombre de personnes tuées par accident dans les pays à revenus faibles est beaucoup plus élevé comparé aux pays à revenus moyens ou élevés. Ce constat s'explique par le fait que dans les pays en développement, notamment en Afrique, la grande majorité de la population se déplace en minibus ou bus plus abordables du point de vue financier. La Figure 2, montre la différence très marquée entre le nombre de tués pour 10 000 accidents entre deux pays à revenus faibles (Vietnam et Kenya) et un pays à revenus élevés (Etats-Unis).

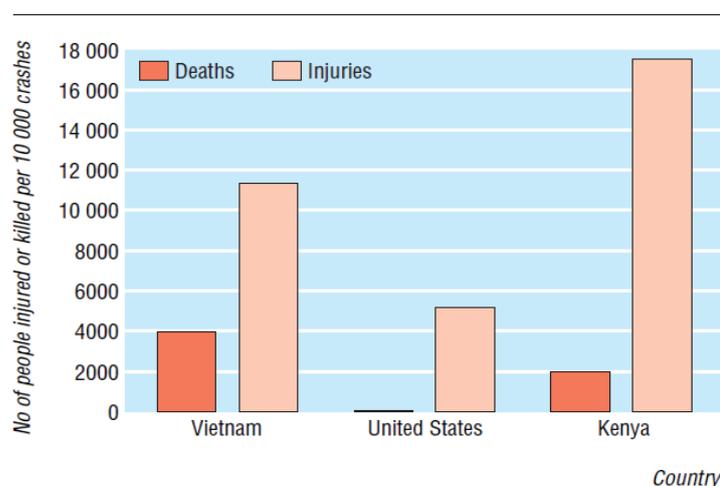


Figure 2: Traumatismes et décès dans les pays en développement et pays développés. Données du Vietnam pour 1998 ; Données des USA pour 1996 ; données du Kenya pour 1996.
 Sources : (20).

Etienne Krug, Directeur du Département de la prévention des traumatismes et de la violence, révélait en 2002 qu'à l'échelle mondiale plus de personnes mouraient dans des accidents de la route que du paludisme (21).

4.2 Traumatismes non mortels

En plus des tués, on estime qu'entre 20 millions et 50 millions de personnes sont blessées chaque année dans les accidents de la circulation. En 2002, les traumatismes dus aux accidents de la circulation arrivaient au neuvième rang des principales causes d'années de vie perdues au sens des années de vie corrigées de l'incapacité (AVCI) puisqu'ils représentaient plus de 38 millions d'AVCI perdues. Si aucune mesure appropriée n'est prise, on estime que les accidents de la circulation devraient représenter d'ici 2020 la troisième cause mondiale de maladie et de traumatisme, devant le VIH (10^{ème} rang) et les maladies cardiovasculaires (4^{ème} rang).

Dans ce paysage général, les pays à faibles revenus et à revenus moyens représentent 91,8% des AVCI perdues dans le monde à cause des traumatismes dus à des accidents de la circulation. Ces données illustrent bien le fait que les pays en développement et l'Afrique en particulier supportent l'essentiel du fardeau des traumatismes dus aux accidents de la circulation dans le monde.

Il est également prédit qu'à l'horizon 2020, les ministères de la Santé des pays Africains consacreront près de 25% de leur budget annuel exclusivement au traitement des traumatismes physiques dus aux AVP (4).

5. FACTEURS DE RISQUE D'ACCIDENT DE LA VOIE PUBLIQUE

La recherche des facteurs de risque constitue le premier axe en matière de prévention primaire. En effet, une fois ces facteurs identifiés dans une population donnée, on peut alors s'atteler à les corriger, ce qui devrait permettre de réduire un certain nombre d'AVP.

Il est désormais bien établi que les accidents de la voie publique et la gravité de leurs conséquences s'expliquent par l'interaction entre plusieurs facteurs qui peuvent être classés en trois composantes essentielles : le **véhicule**, l'**environnement** et le comportement de l'**usager**.

Ce modèle classique de compréhension de la survenue de l'accident a été analysé et décrit par Jorgensen et Abane en 1999 (22) :

- Le **véhicule** (qui correspond au vecteur) se définit par sa composition, l'ancienneté, les conditions techniques et les dispositifs de sécurité tels que la ceinture de sécurité et les airbags

- L'**environnement**, inclut les infrastructures routières ainsi que la nature ou l'environnement bâti. Il couvre également, les conditions atmosphériques, l'état des routes, la signalisation, la topographie, etc.
- Le comportement des **individus/usagers**, comprend le profil des usagers tel que l'âge, le sexe, les comportements dans le trafic routier. Il s'agit plus particulièrement d'examiner les habitudes et l'expérience de conduite, la prise de risque et les mécanismes de compensation, l'influence de l'alcool ou de substances psychoactives

Dans la grande majorité des pays à revenus élevés, les recherches dans le domaine de la sécurité des véhicules sont très avancées (23). En outre, le contrôle technique des véhicules est très rigoureux, ce qui assure une réduction des risques liés aux défaillances du véhicule. Il en est de même pour le réseau routier, qui dans les pays développés est de bonne qualité, avec une bonne signalisation routière et une séparation des voies pour les différents usagers de la route (quatre-roues, deux-roues, piétons).

Au Québec, par exemple, les taux de morbidité et de mortalité liés aux traumatismes routiers ont connu une baisse importante entre 1970 et 1990 (24) et ce, malgré une croissance de 42% du parc automobile (*Site web Ministère des transports du Québec, consulté le 23 mars 2103*). Cette diminution des hospitalisations et décès résulte entre autres d'actions visant la réduction de certains facteurs de risque comme les campagnes de contrôle l'alcool au volant, le port obligatoire de la ceinture de sécurité, des mesures légales plus sévères pour les infractions au code de la sécurité routière, l'instauration de nouvelles normes de construction des véhicules (ajout d'airbags, de phares de jour, de freins ABS, etc.) ou encore l'amélioration des infrastructures routières (25).

Le comportement des usagers reste toutefois une composante sur laquelle il faut encore agir pour réduire davantage les risques d'accident de la circulation dans les pays industrialisés.

Parallèlement, en Afrique la mise aux normes de sécurité du réseau routier reste un défi économique quasi-insurmontable pour la plupart des pays du continent. Les nouveaux types de véhicules sécurisés (airbags centraux et latéraux, systèmes anticollision, ABS, ...) et en bonne condition technique ne sont accessibles qu'à une très faible proportion de la population (les plus nantis). De nombreux véhicules en circulation sont encore dépourvus de dispositifs de sécurité aussi élémentaires que la ceinture de sécurité. Plusieurs pays africains ont institué des lois limitant ou interdisant l'importation de véhicules d'occasion trop vieux. Cependant l'application de ces lois est souvent trop contraignante. Au Sénégal, une loi interdisant l'importation de véhicules légers de plus de cinq ans et de poids lourds de plus de 10 ans a été promulguée en 2001. Son application n'a été effective qu'en 2003. En Côte d'Ivoire, le Décret 88-52 du 20/01/1988 interdit

l'importation de véhicules de plus de 5 ans d'âge. Toutefois, la libéralisation à l'importation des véhicules de tourisme sans limitation de l'âge est intervenue en 1996 avec le Décret 96-01 du 03/01/1996. Aujourd'hui l'importation des véhicules d'occasion est régie par le Décret 2002-306 du 29/05/2002, qui libéralise l'importation des véhicules tout en instaurant une redevance à l'importation en fonction de l'âge du véhicule.

Dans ce contexte socio-économique et législatif particulier, s'adresser aux facteurs de risque liés au comportement des usagers de la route se présente comme une alternative plus accessible (ou abordable) à court ou moyen terme pour réduire les risques d'accident en Afrique.

6. ALCOOL ET RISQUE D'ACCIDENT DE LA VOIE PUBLIQUE

L'alcool est connu dans toutes les civilisations depuis la plus haute antiquité et l'implication de la consommation d'alcool dans la survenue d'un accident de la voie publique est connue de longue date. Lorsqu'on procède à une revue de la littérature récente sur le rôle des substances psychoactives dans les accidents de la route, la substance la plus fréquemment retrouvée chez les conducteurs arrêtés (26), les conducteurs décédés (27), les victimes de traumatisme routier (28), et les usagers ayant subi des contrôles routiers (29) est l'alcool.

6.1 Origine/fabrication et caractéristiques de l'alcool

Lorsqu'on parle de consommation d'alcool ou de boisson alcoolique, le terme « alcool » fait référence à l'éthanol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, $\text{PM} = 46,07\text{g}$, $d = 0,789$). L'alcool est obtenu à partir de la fermentation de glucides ou sucres (hexoses : $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) contenus dans les fruits, végétaux ou céréales (raisins, pomme de terre, etc.). Le sucre présent se transforme en alcool (éthanol) sous l'action d'enzymes de certaines levures : c'est la fermentation. Les boissons telles que le vin, le champagne, la bière, le cidre sont obtenues par ce procédé de fermentation. D'autres boissons comme le whisky, la vodka ou le rhum subissent en plus du procédé de fermentation, une distillation consistant à récupérer l'alcool par chauffage. Les boissons obtenues par distillation ont une teneur en éthanol beaucoup plus élevée que celles obtenues par simple fermentation.

Les boissons alcooliques sont caractérisées au regard de la législation par une teneur en éthanol supérieure à 1,2 % par volume (% vol ou %). Ce chiffre indique le volume d'éthanol pur contenu dans 100 volumes de boisson, et il doit être mentionné sur l'étiquette de la bouteille. On utilise encore communément le terme degré alcoolique (d°) qui est numériquement égal à cette teneur (30).

6.2 Toxicocinétique de l'éthanol

Pour mieux comprendre les effets pervers de l'alcool sur le comportement de l'utilisateur de la route, il convient d'en connaître la cinétique chez l'être humain de façon générale.

Le devenir de l'alcool dans l'organisme est la résultante de plusieurs étapes qui se déclinent en phases d'absorption, de distribution, de métabolisation et d'élimination.

6.2.1 Absorption

Une fois ingéré sous forme de boisson alcoolique, l'éthanol/alcool est absorbé à tous les niveaux du tractus gastro-intestinal essentiellement par simple diffusion dans le sang. Toutefois, c'est au niveau de l'intestin grêle que l'absorption de l'alcool est optimale (75 à 80%) à cause de sa large surface de contact et sa vascularisation importante (31).

Chez un individu à jeun, 10 à 20% de la dose d'alcool consommée est absorbée au niveau de l'estomac, et entre 75 et 80% est absorbée au niveau de l'intestin grêle (duodénum et jéjunum).

Quand l'alcool est ingéré à jeun, la concentration maximale (C_{max}) est atteinte rapidement, environ une demi-heure après l'ingestion.

La vitesse d'absorption au niveau de l'intestin dépend :

- du **contenu stomacal** : la vitesse d'absorption stomacale affecte l'absorption intestinale. L'ingestion de nourriture, principalement les protéines et glucides, ralentit la vidange gastrique en entraînant la fermeture du verrou pylorique et en réduisant la motricité gastrique. En conséquence, l'ingestion de nourriture, en prolongeant le séjour de l'éthanol dans l'estomac, va modifier la cinétique d'absorption de l'éthanol. On va ainsi observer un écrêtement du pic de concentration plasmatique (C_{max}), ce pic étant plus tardif et moins élevé comme le montre la [Figure 3](#) (32, 33)
- du **degré alcoolique** : l'alcool est plus rapidement absorbé quand la boisson alcoolique titre entre 10 et 30° que pour des teneurs inférieures ou supérieures. Ainsi, la vitesse d'absorption ne dépend pas de la quantité de boisson alcoolique ingérée, mais de la concentration en éthanol de la boisson.
- de la **composition** de la boisson alcoolique : les boissons gazeuses (champagne, vin mousseux) ou alcalines accélèrent le passage de l'alcool dans le sang ou l'absorption
- du **sexe** : l'effet du sexe et particulièrement des œstrogènes et progestatifs demeure très controversé (34-36).

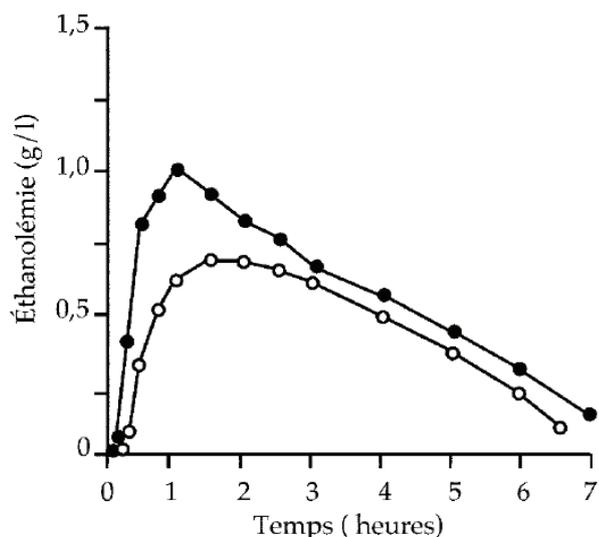


Figure 3 : Pharmacocinétique d'absorption de l'éthanol à jeun et après un repas d'après Lands et coll. (1998). Source : (37)

Valeurs obtenues chez un homme ayant consommé 0,80 g d'alcool /kg de poids corporel avant (●) et après (○) le petit déjeuner.

6.2.2 Distribution

Une fois absorbé, l'alcool emprunte la veine porte, arrive au foie puis au cœur via la veine hépatique. L'alcool étant hydrosoluble (miscible à l'eau), il se répartit passivement dans l'ensemble des compartiments hydriques de l'organisme. Son volume de distribution est donc celui de l'eau libre (soit environ 41 litres pour un homme de 70 kg). Il en résulte que les variations dans les proportions de masse grasse par rapport à la masse maigre influencent le volume de distribution. Ce fait pourrait expliquer en partie les différences de sensibilité à l'alcool observées entre hommes et femmes (38).

En effet, l'administration à des hommes et à des femmes de mêmes doses d'alcool par rapport à leur volume d'eau libre (et non par rapport à leur poids) aboutit à des concentrations identiques des pics d'éthanolémies. Ce phénomène expliquerait également les différences d'éthanolémies observées en fonction de l'âge. Entre 25 et 60 ans, la masse grasse double chez l'homme et augmente de 50 % chez la femme (39, 40).

La distribution de l'éthanol est très rapide (demi-vie de distribution de 7 à 8 minutes) au niveau des organes très vascularisés comme le cerveau, les poumons et le foie (41). Pendant la phase d'absorption, l'alcoolémie n'est pas homogène dans tout l'appareil circulatoire. Ainsi, le sang ar-

tériel contient plus d'alcool que le sang veineux. L'état d'équilibre est atteint au bout de 45 à 60 minutes environ chez un sujet normal.

Le rapport des teneurs en alcool dans le plasma ou le sérum et le sang total est compris entre 1,10 et 1,25 (42).

6.2.3 Métabolisme / biotransformation

L'alcool est majoritairement métabolisé au niveau du foie, qui élimine 95% de l'alcool ingéré par l'organisme. Il existe un faible catabolisme extra-hépatique (5 à 10%) au niveau de l'estomac, de l'intestin et des reins (site très modeste) (43).

Deux principales classes d'enzymes sont responsables du métabolisme oxydatif de l'éthanol. La première et la plus importante est l'Alcool Déshydrogénase (ADH) de classe1, localisée dans le cytosol ou la fraction soluble des hépatocytes (44, 45).

La seconde est une enzyme de membrane (CYP2E1) localisée dans le réticulum endoplasmique des microsomes. Accessoirement, la catalase va également participer à la biotransformation de l'éthanol en acétaldéhyde.

L'ADH de classe1 possède une constante d'élimination K_m faible (Constante de mikaelis d'environ 2-10 mg/100ml) avec l'alcool comme substrat, de telle sorte que l'enzyme est saturée après les 2 ou 3 premiers verres (46). En revanche, la K_m de la CYP2E1 est plus élevée ($K_m = 60-80$ mg/100 ml), ce qui donne un rôle très important à cette enzyme dans l'élimination de l'éthanol en cas de consommation excessive (100 mg/100ml) (47).

Dans une première étape, l'ADH va donc métaboliser l'éthanol en acétaldéhyde, substance hautement toxique et cancérigène connu (45). Dans une seconde phase, l'acétaldéhyde est métabolisé via l'Aldéhyde Déshydrogénase (ALDH) en un métabolite moins toxique : l'acétate.

Il existe également, une voie mineure de biotransformation non-oxydative qui conduit à la formation de l'Ethyl Glucuronide et de l'Ethyl Sulfate qui présentent un intérêt croissant ces dernières années en tant que biomarqueurs de l'ingestion aiguë d'alcool (48, 49).

Grâce à ce double phénomène de biotransformation au niveau hépatique (via ADH et ALDH), l'alcool est détoxifié et éliminé du sang, empêchant son accumulation ainsi que celle de son métabolite intermédiaire toxique (acétaldéhyde) dans les tissus, organes et cellules et leur destruction.

La Figure 4 présente les différentes voies de métabolisation de l'alcool dans l'organisme.

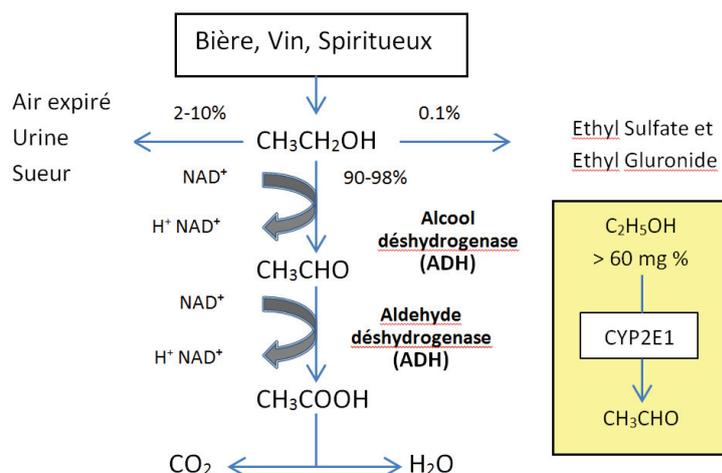


Figure 4 (Adaptée de A.W. Jones, 2010) : Métabolisme humain de l'éthanol illustrant les voies oxydatives et non-oxydatives et les quantités relatives excrétées sous forme inchangée

L'enzyme CYP2E1 possède une Km plus élevée pour l'alcool en tant que substrat comparée à l'ADH et devient plus prépondérante dans le métabolisme lorsque la concentration d'éthanol dans le sang excède 60 mg/100mL.

La biotransformation de l'éthanol dans l'organisme humain dépend de plusieurs facteurs, à la fois génétiques et environnementaux.

Les facteurs environnementaux concernent principalement la quantité d'alcool consommée par l'individu et l'état de nutrition du sujet. Les facteurs génétiques sont liés aux variations des enzymes impliqués dans la biotransformation de l'alcool.

La vitesse de métabolisation de l'éthanol présente une importante variabilité interindividuelle et ethnique, lié au polymorphisme génétique des individus vis-à-vis de la biotransformation de l'éthanol. Ainsi, le polymorphisme génétique va déterminer le niveau d'accumulation de l'acétaldéhyde après consommation de l'alcool et par conséquent aura un impact sur la susceptibilité ou la résistance des individus aux effets toxiques de l'alcool et à l'alcoolisme.

Il a été démontré que le type d'enzyme ADH ou ALDH présents chez chaque individu va déterminer la consommation d'alcool de ce dernier, ce qui va avoir une influence sur le risque de développer une dépendance à l'alcool ou alcoolisme.

Les mutations génétiques portant sur les gènes ADH1 B et ADH1 C ont été spécifiquement étudiées pour leur rôle dans la susceptibilité à développer une protection contre l'alcoolisme (50). Les mutations ADH1 B*2, ADH1 B*3 et ADH1 C*1 induisent une vitesse d'oxydation de l'éthanol plus élevée et sont suspectées de promouvoir l'accumulation de l'acétaldéhyde (51).

L'**ADH 1B*1** constitue l'allèle prédominant et le plus courant dans la majorité des populations. Par contre, l'allèle **ADH1B*2** est retrouvé à une fréquence de 90% chez certaines populations Asiatiques. Chez les populations Européennes, la fréquence de cette forme atypique du gène ADH 1B est très faible, autour de 5%. Quant à l'allèle **ADH1B*3**, il est exclusivement présent chez les Africains, les Africains-Américains et certains Indiens d'Amérique (52, 53).

La présence de l'allèle **ADH1B*2** (enzyme très active) est associée à une réduction de la fréquence de consommation excessive d'alcool et d'alcoolisme chez populations Asiatiques, Caucasiennes et Juives des États-Unis. Quant à l'allèle **ADH1B*3**, il est associé à une plus faible prévalence de consommation excessive d'alcool et de dépendance à l'alcool chez les natifs d'Amérique, et à l'absence d'une histoire d'alcoolisme familial chez les Africains-Américains.

La mutation au niveau du gène codant pour **ALDH2** va, quant à elle, inhiber la transformation de l'acétaldéhyde en acétate. La conséquence est une accumulation d'acétaldéhyde dans l'organisme, s'accompagnant de signes tels que rougeur (flush), nausée et tachycardie ou un effet *Antabuse* (signes d'intolérance à l'alcool). La forme inactive ou déficiente **ALDH2*2** est relativement fréquente chez les descendants des populations Chinoises, Japonaises et Coréennes. En revanche, elle est absente dans les populations Européennes et Africaines (54, 55).

En résumé, le polymorphisme au niveau des enzymes ADH et ALDH est associé à un effet protecteur contre l'alcoolisme. Les fréquences des allèles **ADH 1B*2**, **ADH 1B*3** et **ALDH2*2** sont significativement plus faibles chez les individus avec un diagnostic d'alcoolisme en comparaison avec un groupe contrôle (**ADH 1B*1**). Cette protection ne tient en réalité qu'aux effets négatifs dus à l'accumulation de l'acétaldéhyde et à l'abstinence qu'elle entraîne.

6.2.4 *Élimination*

A cause du phénomène de saturation rencontré pour des alcoolémies relativement faibles, de nombreux experts font l'hypothèse que l'élimination de l'alcool suit une cinétique d'ordre zéro (ne dépendant que du temps) jusqu'à ce qu'elle chute à environ 20 mg/100ml. Ensuite, l'élimination tend vers une cinétique d'ordre 1 (dose-dépendante) (47).

De nombreuses études ont été publiées sur la cinétique de l'éthanol chez l'humain. À partir d'une revue de littérature, Jones estime que la vitesse d'élimination moyenne de l'alcool de l'organisme est $\beta = 0,16$ g/L/h (56). Pour al-Lanqawi, la décroissance horaire de l'alcool dans le sang total est $\beta = 0,15$ g/L/h (57). Tandis que Winek et Murphy observent un $\beta = 0,12$ g/L/h chez les non-buveurs, $\beta = 0,15$ g/L/h chez les buveurs modérés et $\beta = 0,30$ g/L/h chez des sujets alcooliques (58).

Le stress majore la vitesse d'élimination de l'éthanol dans le sang. Ainsi, Breslin (1994) mesure $\beta = 0,15$ g/L/h chez des sujets témoins et $\beta = 0,17$ et $0,18$ g/L/h chez des sujets soumis à un stress (59). Ces valeurs supérieures de l'élimination chez des sujets stressés sont confirmées par Friel avec un $\beta = 0,19$ et $0,20$ g/L/h (60).

L'élimination est essentiellement métabolique (90 à 95%). Les 5% restants sont éliminés sous forme inchangée par l'air expiré (0,16L/h/70kg), l'urine (0,06 L/h/70kg), la sueur (0,02 L/h/70kg) et le lait maternel (61).

6.2.5 Expressions de l'alcoolémie

C'est la quantité d'éthanol pur présente dans la circulation sanguine. Elle s'exprime en grammes d'éthanol pur par litre de sang (g/L), en grammes d'éthanol par kilogramme de poids corporel (g/kg), en grammes d'éthanol pur pour 100 millilitres de sang (g/100ml ou dl), ou en millimoles d'éthanol pur contenu dans un litre de sang (mmol/l).

L'alcoolémie peut être estimée en fonction de la quantité d'alcool pur ingérée, du sexe et du poids selon la Formule de Widmark :

Alcoolémie = Quantité d'alcool pur / (Poids x 0,7) pour les hommes

Alcoolémie = Quantité d'alcool pur / (Poids x 0,6) pour les femmes

Inversement Widmark propose également une formule permettant de calculer la quantité d'alcool consommé en grammes (A) à partir de l'alcoolémie en g/kg (Ct) à un temps t après l'ingestion exprimé en heure (62, 63):

$$A = Vd \times p \times (Ct + \beta \times t)$$

Où Vd représente le volume de distribution en L/kg, p le poids du sujet en kg et β la vitesse d'élimination de l'éthanol en g/L/h.

Gullberg et Jones ont estimé la valeur du Vd à partir de 108 sujets males ayant reçu différentes quantités d'éthanol (0,51 à 0,85 g/kg de poids corporel). Les dosages d'alcoolémie ont permis de trouver un $Vd = 0,69$ L/kg et un $\beta = 0,14$ (64).

6.3 *Évaluation de la consommation et profils de consommation d'alcool*

La quantité d'alcool consommé peut être évaluée en fonction du type d'alcool et du nombre de verres consommés. Dans un souci d'harmonisation/standardisation, le terme d'unité d'alcool a été défini.

⇒ **Unité d'alcool**

Le terme d'unité est utilisé pour définir la quantité d'alcool contenue dans un verre ou une bouteille. **Une unité d'alcool correspond à 10 grammes d'éthanol pur** en France, en Australie, en Espagne et Hollande. Par contre, une unité d'alcool est équivalente à **14 grammes d'éthanol pur aux États-Unis** et à **8 grammes d'éthanol pur en Angleterre**.

Cette mesure permet d'estimer sa propre consommation et de l'évaluer au regard des repères de consommation à moindre risque.

En pratique, une unité d'alcool (10 g d'éthanol pur) selon le type d'alcool correspond à :
[3 cl de Whisky ou de Vodka à 40°](#); [6 cl de Porto à 20°](#); [10 cl de vin à 12°](#); [25 cl de bière à 5°](#).

⇒ **Profils de consommation d'alcool**

Les risques associés à la consommation d'alcool dépendent de la quantité d'alcool ingérée, mais également de la fréquence de consommation de l'alcool.

Ainsi, the Dietary Guidelines for Americans (guide alimentaire Américain définit la consommation modérée d'alcool comme une consommation équivalente à [un verre par jour](#) pour les [femmes](#) et [deux verres par jour](#) pour les [hommes](#) (65).

L'Organisation Mondiale de la Santé distingue quatre catégories de consommateurs (66, 67):

- Les **abstinents** : non usage primaire ou secondaire
- Consommateurs à **faible risque** : selon l'OMS, moins de 14 unités d'alcool (verres) par semaine chez les femmes et 28 chez les hommes ; moins de 3 verres (femme) ou 4 verres (homme) en une occasion
- Consommateurs **excessifs**, qui incluent les consommateurs **à risque** (dépassant le seuil de consommation OMS, mais sans retentissement actuel sur l'existence) et les consommateurs **à problème/usage nocif** (retentissement de l'alcoolisation sur l'existence : dommage biologique, corporel, relationnel, judiciaire, social)
- Consommateurs **dépendants** : présentant une dépendance psychique les empêchant de se passer de la consommation d'alcool et/ou une dépendance physique se manifestant par l'augmentation progressive des doses quotidiennes et de la tolérance ([Figure 5](#)).

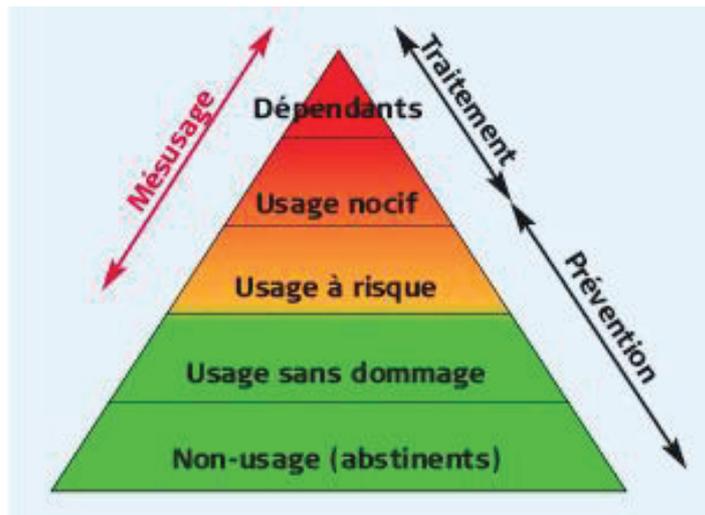


Figure 5 : Pyramide de la consommation d'alcool et du risque alcool

Source : stop-alcool.ch/fr/type-de-consommation/ le 26/03/2014

Par ailleurs, The Substance Abuse and Mental Health Services Administration (SAMHSA) qui est chargé de conduire chaque année l'étude intitulée National Survey on Drug Use and Health (NSDUH) définit avec précision deux profils de consommation.

- **Heavy drinking ou consommation excessive**

Le SAMHSA définit la consommation excessive d'alcool comme étant la consommation de **5 verres ou plus en une même occasion pendant 5 jours ou plus**, au cours des **30 derniers jours**.

- **Binge drinking**

Le 5 Février 2004 le National Advisory Council du National Institute on Alcohol Abuse and Alcoholism (NIAAA) approuvait la définition suivante :

A "binge" is a pattern of drinking alcohol that brings blood alcohol concentration (BAC) to 0.08 gram percent or above. For the typical adult, this pattern corresponds to consuming 5 or more drinks (male), or 4 or more drinks (female), in about 2 hours. Binge drinking is clearly dangerous for the drinker and the society (68).

Dans cette définition, un verre "a drink" fait référence à la moitié d'une once d'alcool, soit 12 oz de bière à 5% alc/vol (soit 341 mL), un verre de vin à 12% alc/vol de 5 oz (soit 142 mL) ou encore un shooter de 1,5 oz de spiritueux à 40% alc/vol (soit 43mL).

On retrouve dans la littérature diverses expressions renvoyant à la même pratique :

"**alcoholisation massive**" selon le Ministère de la Santé Français, "**intoxication alcoolique aiguë**" selon le rapport des sénateurs Reichardt et Bouchoux. L'Académie nationale de médecine

(France) emploie le terme "**hyperalcoolisation**" ou "**intoxication alcoolique aiguë**", d'autres médecins préférant parler "**d'alcoolisation paroxystique intermittente**". Le grand dictionnaire terminologique (Québec) parle "**d'alcoolisme périodique**". L'Observatoire français des drogues et des toxicomanies, quant à lui, a validé le terme d'"**alcoolisation ponctuelle importante**"(API).

6.4 La dépendance à l'alcool et le circuit de la récompense

Les définitions de l'alcoolisme sont nombreuses et il n'existe pas vraiment de consensus sur la question.

L'American Medical Association (AMA) définit l'alcoolisme ou la dépendance à l'alcool comme *« une pathologie chronique et primaire associée à des facteurs génétiques, psychosociaux et environnementaux qui influencent son développement et ses manifestations »*.

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) donne la définition suivante : *« l'Alcoolisme est un terme utilisé de longue date et prenant des significations différentes, utilisé en général pour décrire une consommation continue ou périodique d'alcool qui se caractérise par une perte de la capacité à contrôler son envie de boire, des épisodes fréquents d'intoxication, un problème avec l'alcool et la consommation d'alcool malgré les effets adverses qui y sont associés »*.

Le mécanisme de la dépendance à l'alcool implique une augmentation de la quantité de **dopamine** disponible dans une zone du cerveau qui gère la notion de plaisir, c'est ce que l'on appelle **le circuit de la récompense**.

La dépendance à l'alcool se développe par l'intermédiaire du circuit de la récompense par la voie **mésocorticolimbique**, dans le **noyau accumbens**, en provoquant la libération de la dopamine. Ainsi, l'alcool va court-circuiter les neurotransmetteurs cérébraux naturels et stimuler directement les récepteurs des neurones dopaminergiques mésolimbiques. Comme le cerveau utilise déjà des neurotransmetteurs dont la structure est très proche de celle de l'alcool, il n'y a plus lieu de rechercher par soi-même des phénomènes naturels de récompense puisque l'on peut obtenir à la demande, facilement, une extase artificielle. De plus, l'alcool provoque généralement un renforcement positif beaucoup plus puissant que les stimuli naturels.

L'addiction est un comportement résultant de la sur-stimulation du circuit de la récompense.

Lorsque le système de récompense est trop stimulé, le cortex préfrontal se met au repos. Chez les sujets dépendants, l'inactivation de ce cortex empêche toute réflexion cohérente et objective. Tout se passe alors dans le système archaïque de la récompense, celui des automatismes.

6.5 Effets théoriques de l'alcool sur la conduite d'un véhicule

Comme toute substance potentiellement toxique, les effets négatifs de l'alcool sur la conduite dépendent de la dose ingérée selon le principe universel de Paracelse (1493-1541). Le pic maximal d'alcoolémie, corrélé aux effets de l'alcool, est fonction du rapport entre la quantité d'alcool ingéré et l'espace de dilution ou volume de distribution.

Les effets de l'intoxication alcoolique aiguë sont globalement dose-dépendants. Toutefois, une même alcoolémie provoquera moins d'effets chez les personnes présentant une tolérance constitutionnelle ou acquise.

L'alcool est un dépresseur du système nerveux central. Il est responsable d'une diminution de la vigilance et d'une perte de contrôle de soi. Il provoque également des altérations visuelles et auditives, une diminution de la résistance à la fatigue et des troubles de la coordination fine des mouvements. En outre, son action euphorisante (détente et désinhibition) est responsable d'une surestimation des capacités des conducteurs.

Banks et collaborateurs (2004) ont testé les performances de conduite sur simulateur chez des sujets en bonne santé, privés partiellement de sommeil et ayant une alcoolémie inférieure au seuil légal en Australie. Les résultats montrent qu'une alcoolémie inférieure à 0.5 g/L, lorsqu'elle est associée à un manque de sommeil détériore les capacités de conduite, augmente l'endormissement et réduit la capacité de l'individu à évaluer le risque d'accident (69).

Le degré d'incapacité produit est directement proportionnel à la quantité d'alcool absorbée (**Tableau 2**).

Tableau 2 : Effets progressifs de l'alcool sur la conduite d'un véhicule. Source: Bailey, William J., Drug use in American society, 3rd ed., Minneapolis: Burgess, 1993

ALCOOLEMIE	EFFET-DOSE
0,2 – 0,3 g/L	Légère euphorie. Désinhibition. Effets déprimeur non apparents. Altération des facultés possible chez certains individus
0,4 – 0,6 g/L	Sensation de bien-être, relaxation, désinhibition et sensation de chaleur. Euphorie. Altération mineure des facultés liées au raisonnement et à la mémoire. Abaissement de la prudence. Les facultés de conduite peuvent être altérées à ce niveau d'alcoolémie
0,7 – 0,9 g/L	Légers troubles de l'équilibre, de l'élocution, de la vision, du temps de réaction et de l'audition. Euphorie. Réduction des facultés de jugement et du self-control. Les facultés de prudence, de raisonnement et de mémorisation sont altérées. Les capacités de conduite sont toujours altérées à ce niveau d'alcoolémie et au-delà
1,0 – 1,2 g/L	Altération significative de la coordination motrice et perte des facultés de jugement. Trouble de l'élocution (langue pâteuse). L'équilibre, la vision, le temps de réaction et l'audition sont altérés. Euphorie
1,3 – 1,5 g/L	Augmentation de l'altération motrice et incapacité de contrôle physique. Vision trouble et perte d'équilibre majeure. L'Euphorie disparaît et la dysphonie (anxiété et agitation) commence à apparaître
1,6 – 2,0 g/L	Prédominance de la dysphonie
2,5 g/L	Besoin d'assistance pour marcher. Confusion mentale totale. Dysphonie et nausées, parfois vomissement
3,0 g/L	Perte de conscience
Au-dessus de 4 g/L	Début de coma. Décès possible par arrêt respiratoire**

* Les effets de l'intoxication alcoolique sont fortement influencés par les variations individuelles chez les consommateurs.
Certains buveurs seront intoxiqués à des alcoolémies beaucoup plus faibles que celles décrites dans le tableau

** La mort survient à des alcoolémies plus faibles chez certains individus

Dans le contexte de la conduite sous l'emprise de l'alcool, on retrouve des sujets avec des niveaux élevés d'alcoolémie, mais le profil de consommation d'alcool est également corrélé aux effets négatifs. Hurst et collaborateurs (1994) ont montré que le risque d'accident croît avec l'alcoolémie, mais que pour une alcoolémie donnée, il décroît avec la fréquence de l'alcoolisation (70). Autrement dit, les buveurs réguliers sont moins à risque que les buveurs irréguliers. En effet, en cas de chronicité des prises, des alcoolémies élevées (3 à 4 g/L) ne s'accompagnent pas de troubles de la vigilance (71).

Des études expérimentales en laboratoire ou sur simulateurs de conduite ont été conduites pour évaluer les effets de l'alcool sur les fonctions cognitives ou psychomotrices impliquées dans la conduite.

Dans le cadre du projet européen DRUID (*Driving under the Influence of Drugs, Alcohol and Medicines*), une méta-analyse des études expérimentales concernant l'effet de l'alcool sur la conduite a été réalisée. Elle indique, pour différentes tâches et pour chaque niveau d'alcoolémie, la proportion de résultats d'études dans la littérature rapportant un effet significatif de dégradation de la performance (72).

Les grandes catégories de performances étudiées dans la méta-analyse sont listées ci-dessous :

Tableau 3 : Pourcentage de résultats indiquant une dégradation significative de la performance en fonction du niveau d'alcoolémie (n=450 articles inclus dans la méta-analyse représentant 471 expérimentations et 5300 résultats concernant les performances, l'humeur ou le comportement social)

Performance étudiée	BAC (%) ~ 0.05 % BAC [0.04 – 0.06 %]	BAC (%) ~ 0.08 % BAC [0.07 – 0.09 %]	BAC ~ 0.1 % BAC [0.10 – 0.11%]
Temps de réaction	29%	38%	59%
Attention	24%	51%	61%
Attention partagée	20%	55%	42%
Habilité psychomotrice	38%	70%	98%
Performances visuelles	33%	59%	62%
Tracking	46%	62%	69%
Encodage / Décodage	27%	43%	57%
Conduite	48%	40%	50%

Pour une alcoolémie de 0,5 g/L, le pourcentage de résultats indiquant une dégradation significative de la performance est le plus élevé pour les tâches de conduite (48%) et de tracking (46%) et le plus faible pour les tâches relevant de l'attention, qu'elle soit simple (24%) ou partagée (20%). Avec l'augmentation du niveau d'alcoolémie, on constate globalement une dégradation de l'ensemble des performances. Celle-ci est plus fréquente pour les catégories qui comprennent des tâches psychomotrices et celles qui comprennent des tâches complexes.

Plus précisément, les fonctions psychomotrices (que l'on retrouve dans les catégories : temps de réaction, capacités psychomotrices de coordination/équilibre, tâche de tracking) sont dégradées

plus tôt, c'est-à-dire avec des alcoolémies plus faibles, que les fonctions cognitives (attention, attention partagée, fonctions visuelles, fonctions d'encodage/décodage). Globalement, pour une alcoolémie de 0,5 g/L, la performance est indiquée comme dégradée par deux fois plus d'études pour les fonctions psychomotrices que pour les fonctions cognitives.

Les fonctions peuvent également être regroupées selon la complexité de la tâche. Ainsi, sont définies des tâches « simples » (temps de réaction simple, attention non partagée, capacités psychomotrices liées à la posture) et des tâches « complexes » (attention partagée, tâche de tracking, tâche de conduite). La performance est dégradée dès de faibles alcoolémies pour les tâches complexes, comparativement aux tâches simples. Pour une alcoolémie élevée (supérieure à 0,8 g/L), plus de la moitié des études constatent un effet néfaste de l'alcool sur la performance, que la tâche soit simple ou complexe.

La performance de conduite sur simulateur est une tâche complexe, souvent représentée par des paramètres mesurant des capacités motrices telles que le temps de réaction ou la déviation latérale. Il n'est donc pas étonnant que cette performance soit particulièrement dégradée, et ceci dès de faibles niveaux d'alcoolémie.

Un autre regroupement, selon le caractère plus ou moins statique de la tâche, met en évidence, que, dès de faibles doses d'alcool (0,2 g/L), une tâche dynamique (comme la conduite) est plus souvent indiquée comme étant altérée qu'une tâche statique.

Toutefois, les auteurs signalent qu'une fonction déterminant le degré de dégradation de la performance selon l'alcoolémie n'est pas une fonction de risque d'accident. Alors que la fonction de dégradation de la performance augmente plutôt de façon linéaire avec l'alcoolémie, la fonction de risque d'accident est plutôt de forme "exponentielle". Selon les auteurs, une explication possible de la différence de nature entre les deux fonctions réside dans le fait que les conducteurs savent que la conduite sous alcool peut avoir des conséquences graves. Ils chercheraient donc à compenser ses effets négatifs. Ils y parviendraient à faibles doses, ce qui ne provoquerait qu'une faible augmentation du risque d'accident, mais échoueraient à des doses plus élevées.

A côté des études expérimentales mettant en évidence les effets néfastes de l'alcool sur la performance de conduite, il est donc nécessaire de mener des études épidémiologiques permettant de mesurer ce qu'il en est sur le terrain, notamment en termes de prévalence des conduites en situation de performance dégradées et en termes de risque d'accident.

6.6 Alcool et risque d'être impliqué dans un AVP

Déjà en 1964, la *Grand Rapid Study* avait montré que le risque d'accident augmentait avec la quantité d'alcool consommée par les conducteurs. Cette étude a servi de base pour fixer le taux maximum d'alcoolémie de 0.08 g/dl encore en vigueur dans de nombreux pays (73).

En effet, Borkenstein montre que le risque d'accident est statistiquement significatif pour un niveau d'alcoolémie aussi bas que 0.04 g/dL (RR = 1.4). Pour une alcoolémie de 0.1 g/dL le risque d'accident est multiplié par 1,88 et à 0.2 g/dL le risque est multiplié par 21.

Deux études cas-témoin conduites respectivement à Long Beach et Fort Lauderdale en Floride (8) ont également confirmé cette tendance comme l'illustre la [Figure 6](#).

Toutefois, il convient de préciser que l'évaluation de l'alcoolémie dans la *Grand Rapid Study* avait été réalisée à partir de mesures éthylométriques réalisées après prélèvement de l'air expiré dans des sacs en polyéthylène. Cette approche, moins précise que le dosage de l'alcool sanguin par chromatographie en phase gazeuse, a pu entraîner une sous-estimation des niveaux d'alcoolémie à risque. En outre, les concentrations sanguines d'alcool n'avaient pas été ajustées pour tenir compte de l'alcoolémie réelle au moment de l'accident, ce qui accroît la probabilité d'une sous-estimation du risque d'accident dans ces deux études.

En France, Mura et collaborateurs, au cours d'une étude collaborative cas-témoin montrent que le risque pour un conducteur avec une alcoolémie supérieure à 0,5 g/L, d'être impliqué dans un accident non mortel est de près de 4 (OR = 3,8 [2,1-6,8]). Il augmente (OR = 6,4 [IC : 3,7-11,1]) lorsque l'alcoolémie dépasse 2,0 g/l (9).

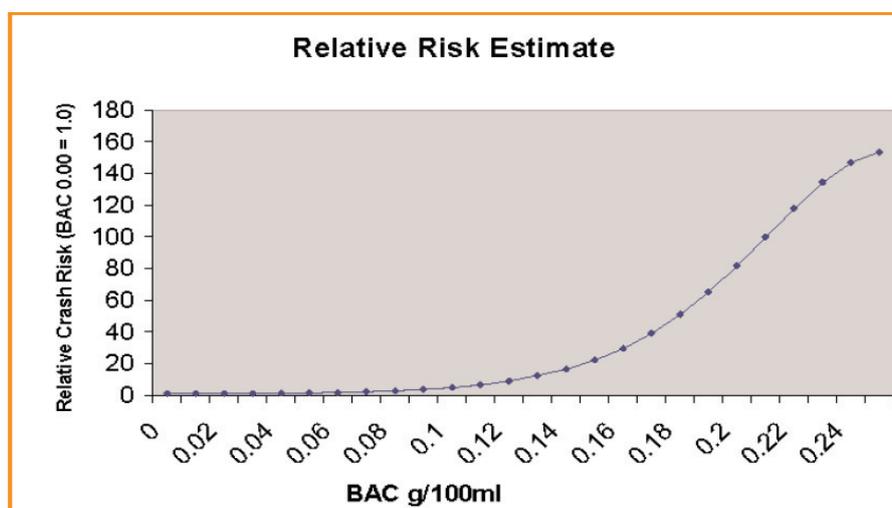


Figure 6 : Estimation du risque relatif de survenue d'un accident de la circulation en fonction de l'alcoolémie d'après Borkenstein. Source: Global Road Safety Partner (GRSP), 2004, p.3

6.7 Alcool et risque d'être responsable d'un AVP

La relation entre l'alcoolémie et la responsabilité a pu être observée en ce qui concerne les accidents de voiture et de piétons : plus l'alcoolémie est élevée, plus la responsabilité dans un accident mortel est fréquente (74).

Lowenstein a évalué le risque d'être responsable d'un accident lorsque le conducteur est alcoolisé par rapport au conducteur sobre chez 414 conducteurs admis aux urgences une heure après l'accident. Le risque d'être responsable était multiplié par 3,2 chez le conducteur alcoolisé (OR = 3,2 [IC : 1,1 – 9,4]) (75).

L'étude SAM (Stupéfiants et Accidents Mortel) menée en France, s'est intéressée au risque pour un conducteur d'être responsable d'un accident mortel lorsqu'il est positif à l'alcool. L'odds ratio ajusté du conducteur d'être responsable de son accident lorsqu'il présentait une alcoolémie positive, était OR = 8,51 [IC : 7,15 – 10,1] (76).

6.8 Alcool et risque d'être blessé ou tué dans un AVP

Tout comme la vitesse, la consommation d'alcool accroît à la fois la probabilité d'accident et le risque que celui-ci soit mortel.

Selon le *National Council on Alcoholism and Drug Dependence*, environ 32% des accidents mortels impliquent un conducteur ou un piéton sous l'emprise de l'alcool (77).

Selon les résultats du Projet Européen DRUID (*Driving Under the Influence of Drugs, Alcohol and Medicines*) l'alcool reste la substance psychoactive qui présente la plus forte prévalence chez les conducteurs gravement blessés et tués dans un accident de la route en Europe, soit 15-25%. Le risque pour un conducteur d'être sévèrement blessé ou tué dans un accident de la route lorsqu'il présente une alcoolémie entre 0,5 et 0,8 g/L est de l'ordre de 2-10 par rapport à un conducteur sobre. Le risque augmente « exponentiellement » avec le niveau d'alcoolémie. Ainsi, pour une alcoolémie supérieure ou égale à 1.2 g/L on observe une augmentation du risque de 20-200 par rapport au conducteur sobre (7).

Les accidents mortels de piétons alcoolisés constituent un problème difficile car on ne dispose pas de mesures préventives : il n'existe pas de limite légale d'alcoolémie pour les piétons.

En Colombie Britannique, Wilson (2000) a comparé 783 piétons blessés ou tués sous influence de l'alcool à 12,000 victimes sobres. Entre 30 et 35% des piétons tués avaient une alcoolémie supérieure à 0,8 g/l (78).

6.9 Alcool et sévérité des traumatismes routiers

Plusieurs études rapportent une association entre le niveau d'alcoolisation et la sévérité des traumatismes mortels ou non mortels consécutifs à un accident de la circulation (79, 80).

Ristic et collaborateurs (2013), dans une étude cas-témoin aux urgences, montrent que les conducteurs sous influence de l'alcool ont 3,8 fois plus de risque de succomber à des blessures mortelles après un accident de la route. Le score de sévérité (ISS) était statistiquement plus élevé chez les conducteurs sous influence de l'alcool (BAC > 0,03%) que chez les conducteurs sobres. En outre, on observait une bonne corrélation ($r = 0,63$) entre la sévérité des traumatismes et les concentrations sanguines d'alcool (81).

De même, Stübiger (2012), dans une étude sur des données policières, montre que les victimes d'AVP présentent une mortalité pré-clinique et un degré de sévérité des traumatismes plus élevé lorsqu'ils sont sous influence de l'alcool (82).

Toutefois, ces résultats sont contredits par d'autres études qui ne relèvent aucune relation ou même un effet protecteur de l'alcool sur la sévérité des traumatismes (83, 84). Zeckey et collaborateurs, ont inclus dans leur étude des patients polytraumatisés avec un $ISS \geq 16$, admis dans un service de traumatologie de niveau 1 en Allemagne. Ils ne trouvent aucune différence significative au niveau de la sévérité entre les patients ayant une alcoolemie $< 0,5$ g/L et ceux avec une alcoolemie $\geq 0,5$ g/L. Quant à l'étude de Plurad, elle inclut des occupants de véhicule à moteur de 10 ans et plus impliqués dans un AVP et admis aux urgences. Les patients étaient classés en trois groupes en fonction de l'alcoolémie : sobre $\leq 0,005$ g/dL, faiblement alcoolisés $0,005$ à $0,08$ g/dL, fortement alcoolisés $\geq 0,08$ g/dL. La sévérité des traumatismes était exprimée en deux classes avec l'ISS $>$ ou ≤ 15 . Les résultats suggèrent qu'un haut niveau d'alcoolémie est associé à une meilleure survie, même chez les victimes très sévèrement blessées.

Les divergences entre ces différentes études peuvent s'expliquer par des différences au niveau de la définition et la mesure de certains paramètres d'évaluation (seuils d'alcoolémie retenus et détermination de la sévérité des traumatismes) ou par la sélection de sujets avec des profils d'inclusion différents.

Par ailleurs, l'absence d'intégration des données sur les caractéristiques de l'accident dans les études hospitalières (85)(84) et l'indisponibilité des données sur la sévérité des traumatismes et leurs complications dans les études basées sur les données policières (86) ont pu produire ces résultats contradictoires.

7. STUPÉFIANTS, MÉDICAMENTS PSYCHOACTIFS ET RISQUES D'AVP

7.1 *Stupéfiants*

7.1.1 *Définition*

Les stupéfiants sont des substances, médicamenteuses ou non, dont l'action sédatrice, analgésique, narcotique et/ou euphorisante, provoque à la longue une accoutumance (tolérance) et une pharmacodépendance (toxicomanie).

7.1.2 *Mécanisme d'action général des stupéfiants*

Ils perturbent le fonctionnement normal du cerveau en agissant au niveau des neuromédiateurs suivant trois modes d'action selon les substances :

1) Certaines substances comme la **morphine**, l'**héroïne** ou le **cannabis**, de par leur structure moléculaire, imitent les neurotransmetteurs naturels et se substituent à eux sur les récepteurs appropriés. Par exemple, la morphine prend la place de l'endorphine sur les récepteurs correspondants. Lors d'un usage chronique, les neurones s'adaptent et diminuent ou perdent leur capacité à produire eux-mêmes ce neuromédiateur ce qui engendre un phénomène physique de manque et donc de la dépendance physique

2) Certaines substances, particulièrement les stimulants (**cocaïne**, **ecstasy**, ...) augmentent la sécrétion du neuromédiateur naturel puis épuisent ses réserves, d'où le phénomène de dépression ou « descente » qui apparaît après l'effet stimulant. Par exemple, la cocaïne augmente la sécrétion de dopamine, et l'ecstasy celle de la sérotonine et de la dopamine.

Ils agissent par saturation des récepteurs qui deviennent de moins en moins sensibles. C'est le phénomène d'accoutumance.

Ainsi, lors d'un usage chronique, l'utilisateur a besoin de plus en plus de produit pour retrouver l'état qu'il recherche ou même pour se trouver dans un état normal.

3) Certaines substances bloquent un neuromédiateur naturel nécessaire au fonctionnement neuropsychique normal et agissent par manque.

Les produits stupéfiants, qui entraînent de la dépendance, ont un point commun : celui d'augmenter la quantité de dopamine, neuromédiateur agissant dans une zone du cerveau appelée « circuit de récompense ».

La stimulation des neurones à la dopamine produit une sensation de plaisir intense. L'individu cherchera alors à ressentir de nouveau ce plaisir avec le ou les produits utilisés. Ce mécanisme explique les comportements de consommation répétitive qui conduisent à la dépendance. Mais en sollicitant anormalement le circuit de récompense, les produits stupéfiants peuvent engendrer à terme son déséquilibre permanent.

7.1.3 Toxicocinétique du Cannabis

L'analyse du sang de 2003 conducteurs de 30 ans, décédés dans un accident de la voie publique en France, de 2003 à 2004, a confirmé que le cannabis était de loin le stupéfiant le plus fréquemment retrouvé (87).

Une étude réalisée en Ecosse sur 537 conducteurs montre que 15% des répondants âgés de 17 à 39 ans avaient consommés du cannabis 12 heures avant de conduire un véhicule (10).

L'European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction, rapporte qu'entre 0,3% et 7,4% de conducteurs sont testés positifs au cannabis par la police au Royaume-Uni, au Danemark, aux Pays-Bas, aux États-Unis et en Australie (88).

Afin de mieux comprendre les effets potentiels du cannabis sur la conduite d'un véhicule à moteur, nous allons faire un bref rappel de la cinétique de la substance dans l'organisme. Etant donnée la prévalence marginale des stupéfiants autres que le cannabis dans les AVP, nous n'aborderons pas ici la toxicocinétique de ces substances.

7.1.3.1 Absorption et biodisponibilité

Après inhalation de la fumée de cannabis, 15 à 50% du [delta-9-tetrahydrocannabinol](#) (THC) sont absorbés et passent dans le flux sanguin (89). Le pic plasmatique est atteint très rapidement au bout de 7 à 8 minutes après le début de l'inhalation (90, 91).

Les concentrations plasmatiques observées sont de l'ordre de 8 à 10 ng/L pour une consommation isolée et de 50 à 200 ng/L chez un utilisateur régulier. Très lipophile, le THC quitte très rapidement le secteur vasculaire pour aller se fixer sur tous les tissus riches en lipides dont le cerveau. Un temps de rétention particulièrement long dans ces tissus explique les effets prolongés de cette drogue. En outre, l'existence d'un cycle entéro-hépatique et la réabsorption rénale contribuent à l'allongement des effets psychoactifs du cannabis (92).

7.1.3.2 Métabolisme

Le THC est rapidement métabolisé à 99% par le foie (CYP450) en deux composés hydroxylés : le **11-hydroxy δ -9-THC** et le **8- β -hydroxy-THC**. Ces deux métabolites sont potentiellement très actifs. Cependant, leurs durées de vie sont si brèves et les concentrations plasmatiques si basses qu'ils ne peuvent contribuer aux effets pharmacologiques du cannabis. Deux autres composés hydroxylés, dérivant des précédents et considérés comme inactifs, ont été identifiés : le **8- β , 11-dihydroxy- δ -9-tétrahydrocannabinol** et le **8- α -hydroxy- δ -9-tétrahydrocannabinol**.

Le **11-hydroxy δ -9-THC** est ensuite oxydé pour former l'**acide 11-nor- δ -9-tétrahydrocannabinol-carboxylique (THC-COOH)**, dénué de toute activité psychotrope. Cet acide commence à apparaître dans les minutes qui suivent l'inhalation (93).

7.1.3.3 Elimination

L'élimination des cannabinoïdes est lente, du fait de l'existence d'un cycle entéro-hépatique. Elle est essentiellement biliaire, mais aussi rénale, par la sueur, la salive ou le lait maternel.

Dans l'urine, le THC inchangé est présent à l'état de traces tandis que le **11-hydroxy-THC**, sous forme de conjugué, ne représente pas plus de 2% de la dose initiale. Le composé le plus abondant dans l'urine est le THC-COOH.

7.1.4 Effets des stupéfiants sur la conduite d'un véhicule

Les stupéfiants, en raison de leurs propriétés pharmacologiques et toxicologiques intrinsèques, peuvent induire une dépression, une stimulation ou une perturbation du Système Nerveux Central (SNC). En conséquence, ils peuvent potentiellement altérer les capacités de conduite d'un véhicule. Le Tableau 4 suivant résume les effets théoriques de différentes classes de stupéfiants sur les capacités de conduite.

Tableau 4 : La conduite sous l'effet de stupéfiants, adapté de Bertrand LENHARDT (Automobile Club Association - ACA)

Type de drogue		Effets sur la conduite
Dépresseur du SNC	Barbiturique Benzodiazépine GHB (drogue du viol)	Somnolence, vertige, perte de la vision périphérique, augmentation du temps de réaction, perte de conscience
	Morphine Héroïne Méthadone	Diminution des capacités physiques et mentales nécessaires à la conduite automobile, conduite lente, perte de coordination, perte de contrôle du véhicule, augmentation du temps de réaction, somnolence, vision trouble
	Solvant Colle Aérosol (Poppers)	Diminution des habiletés psychomotrices et cognitives, diminution de la perception visuelle, incapacité à se concentrer, diminution de la rapidité des mouvements, augmentation du temps de réaction
Stimulant du SNC*	Cocaïne Amphétamine Speed Ecstasy Méthamphétamine Christal meth	Comportements à haut risque comme la vitesse excessive, virage devant d'autres véhicules, agressivité, faux sentiment de confiance, somnolence, état dépressif, manque d'attention (après la phase d'euphorie), perte de coordination, dilatation des pupilles qui a pour conséquence de diminuer l'adaptation à une lumière vive
Perturbateur du SNC	Cannabis Haschich Résine	Difficultés à se concentrer, à rester attentif à l'environnement routier, risque de moins bien percevoir l'environnement, perte de coordination, difficulté à maintenir une trajectoire en ligne droite, difficulté à rouler à une vitesse constante et à évaluer les distances, temps de réaction augmenté, réflexes ralentis et conduite hésitante, risque de ne pas pouvoir faire face à l'imprévu
	LSD Mescaline Champignon magique Kétamine	Hallucination, problèmes de coordination, perte du sens de la réalité, vision déformée, diminution importante des habiletés psychomotrices et cognitives

L'altération des aptitudes à la conduite d'un véhicule motorisé par le cannabis et les amphétamines a été démontrée dans des tests de laboratoire ou dans les études de conduite sur simulateur (94, 95).

Les études expérimentales montrent de façon consistante que le THC (cannabis) altère la cognition, les fonctions psychomotrices et les performances de conduite de manière dose-dépendante (96).

D'après une revue systématique conduite par Ramaekers et collaborateurs (2004), le degré d'altération des capacités de conduite avec une dose de THC > 300 µg/Kg est équivalent à celui observé pour une alcoolémie supérieure à 0.5 g/L (97). Sewell et coll, dans une revue de la littérature expérimentale comparent les effets de l'alcool et du cannabis sur la conduite (98). Les auteurs suggèrent que la variation interindividuelle des effets du cannabis est largement supérieure à celle observée avec l'alcool en raison du phénomène de tolérance, des techniques d'inhalation différentes, de l'absorption variable du delta-9-tetrahydrocannabinol (THC). Les effets délétères dus à l'usage du cannabis sont dose-dépendants et plus prononcés sur les fonctions de conduite hautement automatisées que sur les tâches complexes qui requièrent un contrôle conscient. L'alcool, au contraire, présente des effets totalement opposés au cannabis.

Malgré l'excellente validité interne de ces études qui démontrent un effet dose-réponse du cannabis sur les performances de conduite, leur « généralisabilité » à des situations de la « vraie vie » est sujette à débat (99, 100). En général, ces études recrutent des consommateurs de cannabis expérimentés, qui en font usage dans des circonstances très particulières et à qui sont assignées des tâches qui ne reflètent pas toujours la complexité de la conduite dans la « vraie vie » (101). En particulier, les consommateurs très réguliers qui sont soumis à des tests de conduite sur simulateur ne présentent pratiquement aucune altération de leurs facultés de conduite lorsqu'ils sont sous l'influence du cannabis (102, 103).

Certains chercheurs suggèrent que cette catégorie de fumeurs de cannabis sont pleinement conscients de l'altération de leurs capacités de conduite. En conséquence, ils ont tendance à compenser cette incapacité en utilisant une grande variété de stratégies très efficaces (98, 104).

Les études épidémiologiques ou observationnelles présentent l'avantage d'être capables d'évaluer l'effet du cannabis sur la conduite dans les conditions réelles de la vie et sur une population générale d'usager de la route.

Asbridge et collaborateurs, dans une méta-analyse récente sur des études observationnelles, ont évalué l'effet de la consommation récente de cannabis sur le risque de collision avec un véhicule à moteur (105). Les auteurs ont sélectionné des études incluant un groupe contrôle ou de comparaison et qui rapportent l'usage récent ou aigu de cannabis par dosage toxicologique dans le sang

ou par auto-déclaration. Le Tableau 5, présente les caractéristiques de 9 études retenues dans la méta-analyse d'Asbridge et collaborateurs.

Tableau 5 : Characteristics of the nine studies included in the meta-analysis (source: BMJ 2012; 344: e536, page 7 of 9)

Authors	Year	Study design	Outcome	No of participants in sample*	Cases	Controls	Data setting	THC test procedure	Quality [†]
Bedard et al	2007	Culpability	Deaths	32 543	Culpable drivers	Non-culpable drivers	Fatal Accident Reporting System database	Testing of whole blood by coroners	Medium
Blows et al	2005	Case-control	Deaths	1139	Drivers in crashes	Random Sample of drivers from roadside	Roadside testing, medical and police records	Self-report of acute THC use in 3 hours before crash	Medium
Drummer et al	2004	Culpability	Deaths	1590	Culpable drivers	Non-culpable drivers	Medical and police records	Testing of whole blood by coroners	High
Laumon et al	2005	Culpability	Deaths	6765	Culpable drivers	Non-culpable drivers	Medical and police records	GCMS on whole blood	High
Longo et al	2000	Culpability	Injuries	1975	Culpable drivers	Non-culpable drivers	Emergency departments	RIA followed by GCMS on whole blood	Medium
Mathijssen et al	2005	Case-control	Injuries	3679	Injured drivers	Random Sample of drivers from roadside	Roadside testing	Self-report or screening of serum, confirmed by GCMS	Medium
Mura et al	2003	Case-control	Injuries	631	Drivers attending the emergency Department	Other attendees of emergency department	Emergency departments	GCMS on whole blood	Medium
Terhune	1992	Culpability	Deaths	799	Culpable drivers	Non-culpable drivers	Medical and police records, Fatal Accident Reporting System Database	RIA followed by GCMS on whole blood	High
Terhune	1982	Culpability	Injuries	290	Culpable drivers	Non-culpable drivers	Emergency departments	Screening and testing of blood plasma	High

THC=delta-9 tetrahydrocannabinol ; GCMS=gas chromatography and mass spectrometry ; RIA=radioimmunoassay
 * Numbers represent the samples used in the present review and meta-analysis (THC only, no alcohol, or other drugs present), and do not represent the total numbers of participants in the original studies
 † Measurement based on the Newcastle-Ottawa scale

Cette méta-analyse, après pondération pour tenir compte de la qualité de chaque étude selon l'échelle de Newcastle-Ottawa, conclut que le risque global de collision chez un conducteur sous l'effet du cannabis est presque deux fois égal à celui d'un conducteur « sobre » (OR = 1,92 avec IC 95% : [1,35 – 2,73]). De façon plus détaillée, l'étude française SAM cotée d'excellente qualité, montre que le risque d'être responsable d'une collision mortelle est OR = 2,38 (1,89 – 2,99) lorsque le conducteur est sous l'influence du cannabis par rapport à un conducteur négatif au THC (6). L'étude de Blows (2005), présente un risque de collision mortelle plus élevé OR = 7,16 (2,77-18,52). Toutefois, il faut noter que cette étude est basée sur l'auto-déclaration de la consommation de cannabis par le conducteur trois heures avant l'accident et est moins bien évaluée au niveau de la qualité de l'étude (106).

Par contre, l'étude de Longo (2000) réalisée aux urgences sur des conducteurs blessés, rapporte un effet protecteur du cannabis dans les accidents corporels, mais non significatif OR = 0,82 (0,45-1,49), probablement à cause du nombre très limité de victimes sous l'effet de

cannabis (107). Mura (2003) a également réalisé une étude aux urgences sur des victimes survivantes et a réussi à mettre en évidence un risque OR = 2,48 (1,45-4,24) chez les conducteurs positifs au cannabis par rapport aux conducteurs testés négatifs. Chez les conducteurs de moins de 27 ans le risque est de 2,7 (IC = 1.5 - 4.2) (9).

Globalement, les études épidémiologiques confirment le rôle du THC dans les collisions mortelles et non mortelles, ainsi que pour la responsabilité de l'AVP. Cependant, le niveau de risque observé dans ces études est beaucoup moins spectaculaire au regard des résultats alarmants rapportés dans la plupart des études expérimentales.

Par ailleurs, plusieurs études observationnelles ont montré que la prévalence d'usage d'autres drogues déterminé par des mesures biologiques augmentait chez les victimes d'accident de la route (108-110). Toutefois, les études sur le rôle des stupéfiants dans la survenue d'accidents corporels aboutissent à des résultats controversés. Ainsi, Movig et collaborateurs (2004), au terme d'une étude cas-contrôle prospective en Hollande, sur des conducteurs victimes d'accident et hospitalisés, arrivent à la conclusion que l'augmentation du risque d'accident lié à l'usage d'amphétamines, de cocaïne et d'opiacés n'était pas statistiquement significative (111).

Laumon avec l'étude SAM, non plus, n'a pas réussi à mettre en évidence un effet des amphétamines, de la cocaïne et des opiacées sur les accidents, en raison du nombre limité de sujets ayant fait usage de ces substances (6).

7.2 Médicaments psychotropes

En France, sur 7000 spécialités pharmaceutiques actuellement commercialisées, près de 2500 sont susceptibles de provoquer une somnolence, des troubles visuels ou une altération de la vigilance chez les conducteurs selon l'Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des produits de santé (ANSM).

En France et dans toute l'Union Européenne, les données de l'Autorisation de Mise sur le Marché (AMM) font obligatoirement mention du danger que représentent les médicaments susceptibles d'altérer les capacités de conduite. Le risque est identifié :

- Dans le Résumé des Caractéristiques du Produit (RCP), dans la rubrique spécifique 4.7 : « effet sur la capacité de conduire des véhicules ou d'utiliser des machines »,
- Dans la notice d'utilisation, sous la rubrique « conducteurs et utilisateurs de machines », où il fait l'objet d'une mise en garde spéciale,

- Sur le conditionnement extérieur des médicaments concernés, où il se traduit, depuis 1999, par la présence d'un pictogramme, qui, depuis 2006, est décliné en fonction du niveau de risque du médicament concerné

La classification qualitative des médicaments en trois niveaux de risque, adoptée par l'ANSM, est définie par des aptitudes pratiques sur lesquelles elles débouchent.

- NIVEAU 1 : le risque est faible et dépend largement de la susceptibilité individuelle. Treize pour cent (13%) des médicaments sont classés niveau 1. Sont concernées par cette mise en garde : 30% des antalgiques, 80% des sirops contre la toux et des remèdes contre le rhume, 100% des antihistaminiques de deuxième génération, des antigrippaux et quelques antinauséux.
 - ⇒ La prise du médicament ne remet généralement pas en cause la conduite de véhicules, mais nécessite que les patients soient informés avant de prendre le volant.
- NIVEAU 2 : Les effets pharmacodynamiques délétères pour la conduite automobile sont prédominants par rapport à la susceptibilité individuelle. La plupart du temps le médicament n'est disponible que sur ordonnance. Ce niveau représente 22% des médicaments mis sur le marché. Sont visés les antihistaminiques de première génération, 60 à 70% des anxiolytiques, 100% des antidépresseurs, 90 à 95% des antiépileptiques, 100% des antiparkinsoniens et 95% des antidiabétiques (insulines et sulfamides).
 - ⇒ La prise du médicament, peut dans certains cas, remettre en cause les capacités de conduite de véhicules et nécessite l'avis d'un professionnel de santé (Médecin, Pharmacien).
- NIVEAU 3 : Les effets pharmacodynamiques du médicament rendent la conduite automobile dangereuse. Ce niveau représente 1% des médicaments mis sur le marché et 15% des médicaments concernés par la classification. Sont inclus, la plupart des hypnotiques, quelques antalgiques et des anxiolytiques sous forme injectable ou fortement dosés.
 - ⇒ Lors de l'utilisation du médicament, la conduite de véhicule est formellement déconseillée. Compte tenu d'un éventuel effet résiduel, il est recommandé au médecin prescripteur d'indiquer à son patient dans quel délai il pourra à nouveau conduire.

Cette classification est officialisée par l'arrêté du 8 août 2008 pris pour l'application de l'article R.5121-139 du code de la santé publique et relatif à l'apposition d'un pictogramme sur le conditionnement extérieur de certains médicaments.

En vertu de cette classification, le pictogramme comporte :

- Une couleur spécifique (jaune, orange et rouge)
- Une indication en toutes lettres du niveau de risque (1, 2 ou 3)
- Une mise en garde écrite suivie d'un message informatif sur la conduite à tenir lors de l'utilisation du médicament

En France, ces trois éléments sont systématiquement associés sur le conditionnement extérieur des médicaments concernés.

Plus spécifiquement, Ramaekers (2003) a évalué l'effet des différents médicaments psychoactifs sur les performances de conduite (déviation standard de la position latérale) à l'aide d'études contrôlées, en simple ou double-aveugle (112). Les résultats ont montré que chez les sujets étudiés la déviation standard de la position latérale après la prise d'une dose unique d'antidépresseurs sédatifs (i.e., amitriptyline, imipramine, doxépine, miansérine) était comparable à l'effet observé chez des conducteurs ayant une alcoolémie supérieure ou égale à 0.8 g/L. Les performances de conduite revenaient au niveau des sujets du groupe placebo après une semaine de traitement, excepté pour la miansérine où l'altération des performances se prolongeait jusqu'à la fin du traitement.

Les doses nocturnes d'antidépresseurs sédatifs (i.e., dothiépine, miansérine, and mirtazapine) ne provoquaient pas d'effets résiduels pouvant altérer les performances de conduite.

Les antidépresseurs non sédatifs (i.e., moclobémide, fluoxétine, paroxétine, venlafaxine, and nefazodone) de façon générale n'affectaient pas les performances de conduite.

En revanche, la déviation standard de la position latérale atteignait des niveaux inacceptables après l'administration combinée d'antidépresseurs non sédatifs et de benzodiazépines avec des profils pharmacocinétiques incompatibles.

Dans la plupart des pays, les benzodiazépines sont les médicaments les plus utilisés et ceux qui sont le plus souvent mal utilisés. En raison des méthodologies variables des études sur la relation entre les accidents et l'usage de benzodiazépines, il n'y a pas de preuves solides de la responsabilité de ces molécules dans les accidents corporels. Smink et collaborateurs (2010) ont évalué 66 études incluant des populations diverses (population générale de conducteurs, victimes d'AVP avec ou sans blessures, patients admis aux urgences pour AVP) ou l'exposition aux benzodiazépines a été mesurée à partir de résultats toxicologiques, de données de prescription ou de questionnaire (11). Globalement, les études apportant les preuves de l'existence d'une relation entre benzodiazépines et accident sont trop rares pour tirer des conclusions. Toutefois, les auteurs concluent que la littérature récente semble indiquer une augmentation du risque d'accident associée à

la prise de benzodiazépines avec une longue durée de vie, à forte dose et pendant une longue période.

Orriols et collaborateurs (2009), ont évalué la qualité des études épidémiologiques internationales examinant les effets des drogues médicamenteuses sur la sécurité routière. Au total, 22 études de qualités méthodologiques diverses ont été évaluées. Il en ressort que, la définition de l'exposition aux médicaments était variable d'une étude à l'autre et fonction de la source de données. Les facteurs de confusion liés à l'interaction entre les effets du médicament et les symptômes de la pathologie traitée, n'étaient pas contrôlés dans la majorité des études. Toutefois, les auteurs estiment que le risque d'accident de la route lié à l'usage de benzodiazépines a été amplement étudié et démontré. Les résultats sur les autres médicaments restent à l'heure actuelle encore très controversés (12).

Selon une étude néerlandaise, le risque de traumatisme suite à un accident de la route associé à l'usage exclusif de benzodiazépine correspond à un OR = 5.1 (95% IC = 1.8 - 14) et en cas d'association de médicaments avec l'alcool le risque augmente : OR = 112.2 (95% IC = 14.1 - 892) (111). Les benzodiazépines sont retrouvées dans 4% des décès (13) et 16% des conducteurs blessés conduit à l'hôpital suite à un accident de la voie publique (113).

En dehors des benzodiazépines, le rôle des autres médicaments sous prescription médicale dans les traumatismes liés aux accidents de la route est très peu documenté et les résultats des études existantes sont souvent contradictoires (12). En 2010, Orriols et collaborateurs ont conduit une large étude sur 72 685 conducteurs afin d'évaluer l'association entre l'usage de médicaments et le fait d'être responsable d'un accident corporel à partir des données de prescription du système français d'assurance maladie. Les auteurs concluent que la fraction de risque d'accident corporel attribuable aux médicaments avec un pictogramme de niveaux 2 et 3 est de 3,3% [2,7% - 3,9%] (114). Toutefois, il faut noter que l'exposition aux médicaments était exclusivement basée sur les prescriptions et qu'on ne dispose pas de l'information sur l'observance au traitement chez ces conducteurs. La sévérité des symptômes de la pathologie traitée pourrait également avoir contribué à la survenue de l'accident. Enfin, la fraction de risque d'accident attribuable aux médicaments (niveaux 2 et 3) estimé par Orriols était relativement faible (3,3%) comparé à celle observée avec l'alcool dans l'étude SAM (~30%), ce qui interroge sur le poids de ces médicaments dans les enjeux de sécurité routière.

Drummer (2008) estime que, de façon générale, la grande majorité des médicaments ne sont pas des facteurs de risque routier significatifs lorsqu'ils sont utilisés selon la prescription. Certains médicaments dépresseurs du SNC peuvent causer un affaiblissement des capacités de conduite dû

à leurs propriétés dépressives sur le système nerveux central, essentiellement en début de traitement, avant que le patient ne s'habitue au médicament, ou en cas de mésusage (115, 116).

8. ÉVALUATION, MESURE ET DIAGNOSTIC DES TRAUMATISMES ROUTIERS SOUS L'INFLUENCE DE SUBSTANCES PSYCHOACTIVES

8.1 Méthodes de détection et de dosage des substances psychoactives

Une des principales limites lorsqu'on veut mettre en place une étude épidémiologique ou lorsqu'on veut rendre effective l'application de la loi sur l'alcool ou les substances illicites au volant, est le choix d'une technique d'analyse appropriée.

Nous présentons très brièvement les techniques actuelles de détection et de dosage des substances psychoactives couramment impliquées dans la conduite sous influence, avec leurs avantages et limites.

8.1.1 Le choix de l'échantillon ou spécimen biologique à analyser

L'échantillonnage est d'une extrême importance dans le cadre de l'analyse toxicologique systématique. La fiabilité et l'exactitude de tout résultat toxicologique sont conditionnées par la nature et l'intégrité des spécimens biologiques faisant l'objet de l'analyse.

De plus, le choix et la collecte appropriés du spécimen est d'une importance capitale pour une interprétation scientifiquement valide des résultats, en particulier lorsque les résultats sont utilisés dans un cadre médico-légal/sécurité routière.

8.1.1.1 Spécimens biologiques chez les sujets vivants (conditions de prélèvement)

⇒ **Urine**

C'est le milieu biologique idéal pour le dépistage/screening/criblage des substances psychoactives (117). L'accumulation des substances mères et/ou de leurs métabolites conduit à des concentrations élevées dans ce milieu, ce qui facilite leur détection. Selon les recommandations de *the Society of Forensic Toxicologist*, un volume minimal de 30 ml est requis pour une analyse complète des urines. L'ajout de Fluorure de sodium (NaF) comme agent conservateur est recommandé, mais pas obligatoire (118). Les avantages de ce spécimen sont la disponibilité de grands volumes permettant le dépistage d'un large éventail de substances. En outre, il permet d'avoir une indication instantanée de l'usage de substance chez un sujet ou dans une population

de conducteurs. Par contre, l'analyse de l'urine ne permet pas d'évaluer le degré d'intoxication ou d'incapacité produit par une substance psychoactive.

⇒ Sang

Le milieu biologique de choix pour quantifier et interpréter les concentrations d'alcool, stupéfiants, autres substances psychoactives et leurs métabolites, est le sang. Le prélèvement s'effectue par ponction veineuse au pli du coude, après nettoyage de la peau par un désinfectant ne contenant ni alcool ni substances volatiles, dans le cas du dosage de l'alcoolémie. Cela juste pour éviter toute contestation ultérieure, car il est à présent établi que la désinfection de la peau à l'alcool n'avait aucune influence sur le résultat (119, 120).

En pratique, le sang total (prélevé sur anticoagulant) est le spécimen biologique recommandé pour le dosage de l'alcoolémie en toxicologie médico-légale. En effet, l'alcool étant hydrosoluble, il a tendance à s'accumuler majoritairement dans les compartiments riches en eau comme le plasma ou le sérum. Dans le sang total, moins riche en eau, la concentration d'alcool est inférieure à celle dans le plasma ou le sérum d'un même individu. Le ratio plasma et sérum par rapport au sang total varie dans la population de 1,12 :1 à 1,20 :1 (121).

Toutefois, le caractère invasif de ce type de prélèvement reste une limite majeure dans les études sur des volontaires, réduisant ainsi le taux de participation.

Au minimum, 10 à 15 mL de sang additionné de 2% de fluorure de sodium (NaF) et d'un anticoagulant K_2EDTA sont recommandés par la SOFT. La conservation doit se faire à 4°C au réfrigérateur pour une analyse dans un délai de 72 heures. Sinon, il est nécessaire de congeler les échantillons à -20°C pour des analyses différées. Il faut cependant noter que la congélation dégrade le THC en THC-COOH.

⇒ Salive

La salive présente de plus en plus d'intérêt pour le dépistage notamment de la consommation de stupéfiant chez les automobilistes lors de contrôles routiers par la police. Elle est considérée comme un ultrafiltrat du plasma. Pour certaines substances, la salive permet une interprétation des résultats comparable au sang. Cependant, les techniques sont encore en cours de développement et de validation et il demeure des difficultés d'interprétation pour certaines substances présentant un grand intérêt. Plusieurs substances sont excrétées dans les fluides oraux (salive) à partir du sang, et il s'établit un équilibre entre la concentration de la substance dans le sang et la salive. Toutefois, cela n'est pas vrai pour toutes les substances, en particulier celles qui sont li-

posolubles comme le delta-9-tetrahydrocannabinol (THC). Les substances liposolubles ont tendance à se retrouver à des concentrations très élevées dans le sang et sont faiblement distribuées dans les fluides oraux. Le THC peut persister dans les fluides oraux après l'inhalation d'un joint du fait d'une contamination orale. Cela entraîne une grande variabilité de la fenêtre de détection du THC dans la salive, qui n'inclut pas complètement la période de temps durant laquelle le sujet est sous l'effet de la drogue. Cela constitue une limite significative, car le cannabis figure parmi les substances les plus fréquemment utilisées chez les conducteurs sous l'influence de substances psychotropes (122). En outre, le volume et la composition des fluides oraux (salive) sont influencés par le rythme circadien, les changements hormonaux, le stress, la prise de médicaments sympathomimétiques et parasymphomimétiques (123).

⇒ Cheveu

Lorsque le délai entre l'exposition suspectée aux substances et le moment où l'analyse est demandée (procédure légale) est très long, l'un des spécimens biologiques les plus utiles pour l'analyse toxicologique est le cheveu. Environ, 200-300 mg de cheveux doivent être collectés au niveau du sommet postérieur de l'arrière de la tête, en coupant la mèche le plus près possible du scalp. Il convient d'identifier clairement les deux extrémités des cheveux (vers le scalp et la pointe) avant de le conserver dans une feuille d'aluminium, une enveloppe, ou un tube de collecte en plastique qui sera conservé à température ambiante en attendant le moment de l'analyse. Avantage : permet de retracer l'historique de consommation d'une substance après plusieurs mois.

8.1.1.2 Spécimens biologiques post-mortem

Dans les cas de décès, il est souvent nécessaire de mener des recherches plus extensives/élargies pour rechercher les causes ou circonstances de la mort. La disponibilité de prélèvements post-mortem permet une plus grande flexibilité au niveau de l'approche analytique. Cependant, le processus d'autolyse et de putréfaction qui intervient après la mort, ainsi que le phénomène de redistribution post-mortem peuvent avoir un effet critique sur les substances présentes dans l'organisme avant le décès.

⇒ Sang

Dans la majorité des cas, le sang reste le spécimen le plus important à analyser. En ce qui concerne les spécimens post-mortem, il convient de prélever du sang dans un site périphérique vrai tel que la veine fémorale ou iliaque, où il y a très peu de probabilité de redistribution ou de

contamination à partir d'autres réservoirs (124). En suivant ces précautions, les concentrations sanguines de substances entre les vivants et les morts peuvent être raisonnablement comparées et interprétées.

Chaque fois que cela est possible, au moins deux échantillons de sang doivent être collectés : 1) 30 ml de sang au niveau central (oreillette droite, veine cave inférieure ou un autre gros vaisseau) pour l'analyse qualitative, 2) 10 mL de sang périphérique (de préférence des veines fémorales gauche et droite) par ponction directe. Les deux échantillons doivent être conservés dans du NaF.

⇒ Urine

Les avantages de l'urine en post-mortem sont les mêmes que pour le sujet vivant. La plupart des substances psychoactives et leurs métabolites persistent dans ce milieu à des concentrations plus élevées que dans le sang et sur une période de plusieurs jours ou davantage. Toutefois, lorsque le décès survient immédiatement après l'exposition aux substances, ce spécimen présente des limites. En outre, il est très fréquent que la vessie se vide complètement au cours du processus de l'agonie.

⇒ Humeur vitrée de l'œil (matrice alternative)

Il s'agit du fluide occupant l'espace entre la cornée et la rétine. C'est Sturner en 1966 qui le premier montra qu'il existait une bonne corrélation entre les teneurs en alcool du vitré et du sang (125). De très nombreuses études ont été menées depuis, dans lesquelles le rapport théorique vitré/sang est de 1,27 (0,90 à 1,38) à l'équilibre. Lorsque le rapport est inférieur à 1, le décès serait survenu en phase d'absorption (126). Le liquide est préservé de la putréfaction, des microorganismes, des traumatismes, de la redistribution post-mortem et de la fermentation. Par conséquent, l'alcool retrouvé dans le vitré ne peut être que d'origine exogène. On peut donc raisonnablement induire que l'absence d'alcool dans le vitré avec une faible alcoolémie (< 0,3 g/L) signe une production post-mortem d'éthanol. A contrario, une alcoolémie supérieure à 0,5 g/L a 99% de chance d'être associée à la présence d'alcool dans le vitré (127).

⇒ Autres spécimens biologiques

- *Contenu gastrique*

Présente un intérêt certain pour l'identification/criblage d'un certain nombre de médicaments psychoactifs ingérés par la voie orale. L'ensemble du contenu de l'estomac devra être collecté sans ajout de conservateurs.

- *Bile*

Lorsqu'on ne dispose pas d'échantillon d'urine, la bile peut être un très bon substitut. Les substances narcotiques et les benzodiazépines sont connues pour leur capacité à se concentrer dans la bile. En outre, le rapport moyen alcool bile / alcool sang est très proche de 1 (128).

Le total du contenu de la vésicule biliaire sera prélevé, additionné de NaF (2% v/w) et conservé à – 20°C pour éviter la fermentation.

- *Tissus et organes*

Le foie, le cerveau, les poumons, les reins, le tissu adipeux sous-cutané peuvent selon les cas apporter des éléments d'information supplémentaires pour l'interprétation des résultats.

8.1.2 Techniques de détection ou dépistage : analyse qualitative

Ces techniques ont pour but de déterminer la présence ou l'absence de substances dans un échantillon donné.

La méthode de dépistage idéale doit concilier : la spécificité, la sensibilité, le coût, la cadence, les moyens techniques, les compétences disponibles, l'urgence et la rapidité.

8.1.2.1 Alcool

⇒ marqueur biologique d'exposition/consommation

Le paramètre biologique qui suscite un intérêt croissant chez les toxicologistes et dans le cadre médico-légal est assurément l'éthylglucuronide (EtG).

La recherche urinaire de l'éthylglucuronide, métabolite accessoire de l'éthanol (< 1%), permet de détecter la présence l'alcool dans l'organisme jusqu'à 80 heures après la consommation. L'EtG est retrouvé spécifiquement en cas d'ingestion d'alcool et métabolisa-

tion par le foie et non lorsque l'alcool est produit par fermentation. C'est un marqueur direct d'alcoolisation récente (3 jours dans l'urine) et chronique (recherche dans le cheveu). En revanche, les études montrent que l'EtG est instable dans le cheveu et affecté par l'utilisation de shampoings.

Actuellement, les méthodes admises pour la détermination de l'EtG dans le sang et les urines sont :

- les techniques immunoenzymatiques (EIA et Elisa)
- La GC/MS (chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse)
- La LC/MS et la LC/MS-MS (chromatographie en phase liquide couplée à la spectrométrie de masse simple ou en tandem)

La limite majeure des méthodes par chromatographie couplée à la spectrométrie de masse est qu'elles sont complexes/sophistiquées et très coûteuses en routine.

⇒ dépistage dans l'air alvéolaire (alcootest ou éthylotest)

Il consiste à détecter la présence ou l'absence d'alcool dans l'air alvéolaire après une expiration forcée. En effet, environ 5% de l'alcool ingéré par l'individu est directement éliminé par les poumons (30).

Trois catégories d'appareil se distinguent :

- l'éthylotest de catégorie **A** à usage unique, consiste en un tube réactif associé à une poche d'environ 1 litre. Les fonctions alcools réagissent avec le chrome de valence +6 (cristaux de bichromate de potassium imprégnés d'acide sulfurique). Après trois minutes, un changement de couleur s'opère sur une longueur grossièrement proportionnelle à la concentration en alcool dans l'air expiré. Un repère indique un dépassement probable du seuil de 0.25 mg/L d'air. La précision de la méthode est estimée de l'ordre de 20%.



- l'éthylotest de catégorie **B** (usages répétés) utilise une variation de cellule chimique avec un dispositif électronique. Ces appareils électrochimiques portables sont munis d'embouts à usage unique. L'affichage numérique permet une lecture directe du taux, qui reste cependant indicatif. Grâce à un catalyseur, l'alcool est oxydé en acide acétique générant un courant électrique (deux électrons par molécule d'éthanol) proportionnel à la concentration en éthanol.

Il existe deux classes d'éthylotest B :

- Classe 1 : conforme à l'arrêté du 14 octobre 2008, au marquage NF selon la norme AFNOR NFX 20703 et aux articles R 234-2 / L 234-3 / L 234-5 & L 234-9 du Code de la Route, à la législation sociale du travail et des débits de boisson
- Classe 2 : Grand public

Les deux classes d'éthylotests donnent des réponses positives avec d'autres alcools légers (méthanol, isopropanol, n-propanol, n-butanol), acétaldéhyde et acétate d'éthyle. La précision des éthylotest B est de l'ordre de 5%.

- l'éthylotest électronique est équipé d'un capteur d'alcool et d'un microprocesseur qui analyse électroniquement les données enregistrées.

Récemment, l'utilisation d'éthylotests anti-démarrage a été testée en France et dans certains pays de l'Union Européenne. Il s'agit d'un éthylotest électronique (DraggerTM, Alco-lokTM), couplé au système de démarrage du véhicule et homologué par l'Union Technique de l'Automobile du motocycle et du Cycle (UTAC).

Il est obligatoire pour les véhicules de transport en commun d'enfants mis en service après le 1^{er} janvier 2010 (décision d'autorisation unique n°AU-026).

Le 1^{er} septembre 2015 tous les véhicules de transport en commun mis en service avant le 1^{er} janvier 2010 devront être équipés au sein de l'Union Européenne.

8.1.2.2 Stupéfiants et médicaments psychoactifs

Le dépistage se fait en routine par méthode immuno-enzymatique, à l'aide de systèmes automatisés ou manuels à usage unique.

La méthode EMIT (Enzyme Multiplied Immunoassay Technique) est une technique immuno-enzymatique en phase homogène basée sur la compétition entre l'antigène recherché et l'antigène marqué par une enzyme pour occuper les sites de liaison de l'anticorps.

C'est une méthode de recherche d'antigènes de petite taille (drogues, médicaments) dans des échantillons biologiques (sang, urine). La méthode est compétitive, automatisable et couramment utilisée dans les laboratoires de toxicologie ([Figure 7](#)).

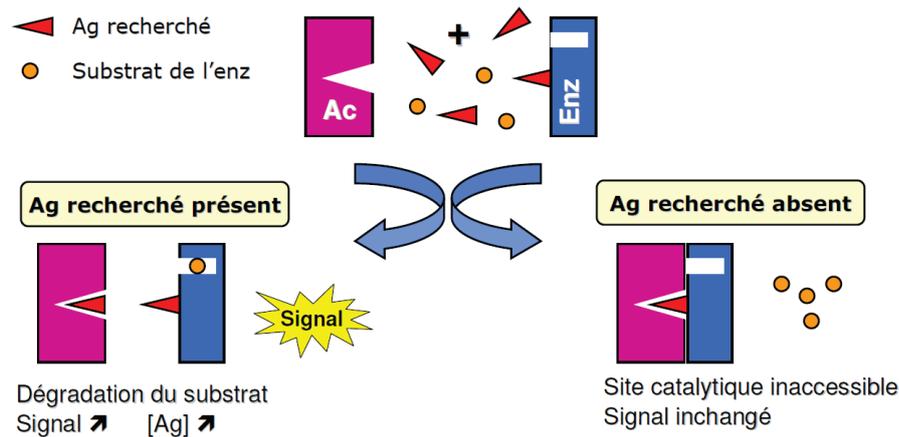


Figure 7: Principe de recherche de drogue ou médicament (antigène recherché) par la méthode EMIT (Enzyme Multiplied Immunoassay Test)

Toutefois, il existe des interactions possibles avec d'autres molécules. Par exemple, la technique EMIT ne permet pas de discriminer l'usage licite (sirop de codéine, morphine) de l'usage illicite d'opiacés (héroïne).

La chromatographie couplée à la spectrométrie de masse (MS) reste donc la méthode de choix pour l'identification de ces substances psychoactives, la limite de cette méthode étant son coût élevé et la nécessité d'avoir du personnel spécialisé.

8.1.3 Méthode de dosage : analyses quantitatives

Le but est de déterminer la quantité de la substance recherchée qui est présente dans l'échantillon soumis pour analyse.

8.1.3.1 Alcool

⇒ [Alcoomètre ou éthylomètre](#)

Instruments portatifs permettant de mesurer la quantité d'alcool présente dans l'air alvéolaire (poumon profond).

Lorsque le sang circule au niveau du poumon pour échanger le dioxyde de carbone (CO₂) avec l'oxygène (O₂), une partie de l'alcool présent dans la circulation sanguine est également échangé et expiré. La loi de Henry (1803) permet d'estimer la quantité d'alcool présente dans le sang à partir de la mesure de l'alcool dans l'air expiré. Ainsi le ratio de **2100 / 1** est utilisé pour estimer la quantité d'alcool dans le sang total à partir de la mesure de l'éthanol dans l'air expiré.

La principale critique de l'utilisation de ce ratio repose sur le fait que la loi de Henry considère l'organisme humain comme un système fermé et que les échanges alvéolaires s'y déroulent à une température stable de 34°C.

Toutefois, de nombreuses juridictions aux États-Unis, par exemple l'Alabama, ont adopté ce ratio de 2100 / 1. En France, le ratio en vigueur est de 2000 / 1.

Il existe trois types d'alcoomètres dont le fonctionnement repose sur les techniques de détection suivantes :

- La spectrométrie infrarouge
- L'oxydation électromécanique associée à une pile combustible
- Le double-détecteur infrarouge et pile combustible

⇒ Méthode enzymatique

Le dosage de l'alcool sanguin par méthode enzymatique est basé sur la réaction catalysée par l'alcool déshydrogénase (ADH), oxydo-réductase à NAD qui utilise l'alcool comme substrat.



Le NAD⁺ (forme oxydée) a une absorbance négligeable à 340 nm (UV proche) alors que le NADH (forme réduite) absorbe fortement. L'augmentation de l'absorbance à 340 nm est directement proportionnelle à la concentration de l'éthanol dans certaines limites (limite supérieure de linéarité = 4 g/L).

On a donc $A_{340} = kC$

C étant la concentration en éthanol, A₃₄₀ l'absorbance à 340 nm et k le coefficient d'extinction molaire.

Cette méthode est très largement utilisée en toxicologie clinique, mais n'est pas reconnue au plan légal.

⇒ Chromatographie (toxicologie médico-légale)

La chromatographie en phase gazeuse couplée à un détecteur à ionisation de flamme (CPG-FID), et la méthode chromimétrique de **Cordebard** sont les deux seules méthodes légalement reconnues en France pour le dosage de l'alcool dans le sang total (*décret du*

29/8/1995, JO du 15/9/95). Cependant, un certain nombre d'experts s'accordent à dire que la méthode de **Cordebard** est devenue complètement obsolète de nos jours.

Le principe de la séparation par C.P.G. consiste à partager l'échantillon à analyser entre deux phases. L'une de ces phases est un liquide stationnaire uniformément réparti sous forme d'une pellicule mince sur un solide inerte de grande surface spécifique, tandis que l'autre phase est un gaz mobile qui s'écoule à travers l'ensemble stationnaire.

Un chromatographe est constitué de trois organes essentiels, l'injecteur, le four contenant la colonne, le détecteur et l'intégrateur ou enregistreur (**Figure 8** **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

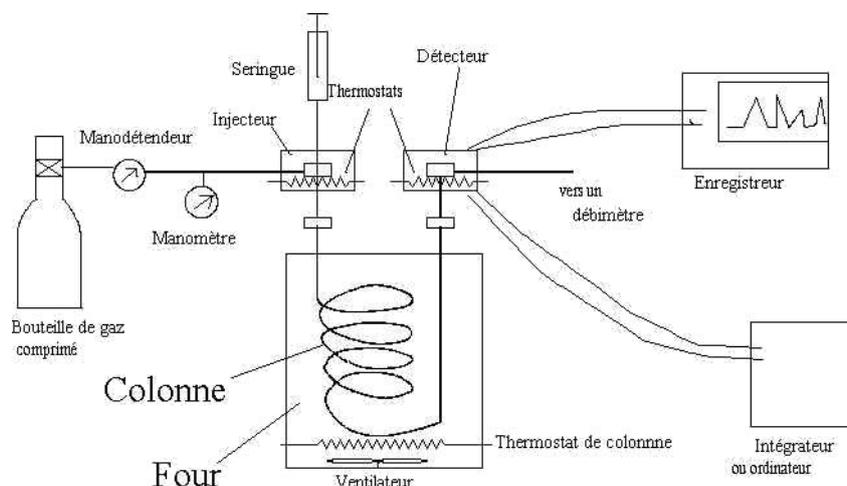


Figure 8 : Principe de fonctionnement d'un chromatographe en phase gazeuse

Le détecteur à ionisation de flamme est très sensible, mais ne donne de réponse qu'aux composés organiques comme les alcools par exemple.

L'échantillon apporté par le gaz vecteur après séparation sur la colonne est brûlé dans une flamme d'hydrogène-air. Cette combustion forme des ions et particules chargées, responsables du passage d'un courant d'ionisation entre deux électrodes, que l'on amplifie grâce à un électromètre.

A l'heure actuelle la CPG par espace de tête est considérée comme la norme de performance « Gold Standard » pour la détermination de l'alcoolémie en Toxicologie médico-légale. La technique consiste à chauffer pendant un certain temps l'échantillon à analyser. Il se forme une phase gazeuse au-dessus de l'échantillon qui est alors injecté dans la colonne.

8.1.3.2 Stupéfiants et médicaments psychoactifs (Méthodes de dosage)

Dès 1996, la Société Française de Toxicologie Analytique (SFTA) proposait aux pouvoirs publics les modalités de dosage de substances psychotropes licites ou illicites chez les conducteurs impliqués dans un accident de la circulation (61).

⇒ Stupéfiants

Selon les recommandations de la SFTA, quatre catégories de drogues doivent être recherchées : amphétamines, cannabinoïdes, cocaïne et opiacés.

- Le cannabis

Le sang constitue le milieu idéal pour la confirmation suite à un dépistage positif, car il permet de doser le **THC**, le **11-hydroxy δ -9-THC** et le **THC-COOH** et de différencier selon les termes du législateur, les sujets « ayant fait usage de » de ceux « sous l'influence de » cannabis (Loi n° 2003-87 du 3 février 2003 relative à la conduite sous l'influence de substances ou plantes classées comme stupéfiants).

Les techniques de dosage font obligatoirement appel à des méthodes séparatives, parmi lesquelles la chromatographie en phase liquide et la chromatographie en phase gazeuse, avec au minimum un couplage à la spectrométrie de masse. La chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse est désormais considérée comme la méthodologie de référence (129).

De nombreux protocoles analytiques reposant sur cette méthodologie, applicables au sang et à d'autres milieux biologiques, ont été développés (130-132).

Parmi ces protocoles, celui de Kintz et collaborateurs se caractérise par une très bonne sensibilité (limite de quantification de 1 ng/mL) et une excellente spécificité. En France, ce protocole est recommandé par la SFTA pour la quantification de façon simultanée du delta 9 THC et du THC-COOH, dont le rapport de concentrations peut être utilisé pour évaluer le moment de la dernière exposition à la drogue (91), en utilisant les modèles de prédiction suivants :

Modèle I : $\text{Log T (en heure)} = - 0,698 \times ([\text{THC}]) + 0,687$

Modèle II : $\text{Log T (en heure)} = [0,576 \times \log (\text{THC-COOH} / \text{THC})] - 0,176$

Interprétations des résultats :

- Ces deux modèles ne sont applicables que pour des concentrations plasmatiques de THC supérieures à 2 ng/mL

- T représente le temps écoulé en heure depuis l'usage de cannabis, THC et THC-COOH sont exprimés en nanogramme par millilitre (ng/mL)
 - Le modèle I est adapté à une consommation par inhalation chez un fumeur régulier
 - Le modèle II fournit une meilleure prédiction pour une exposition, soit par voie respiratoire soit par voie digestive
- Amphétamines

Le dosage des amphétamines repose également sur des méthodes séparatrices. En effet, la famille des amphétamines regroupe pas moins d'une vingtaine de produits différents, mais d'action physiologique voisine.

La méthode recommandée par la SFTA est la Chromatographie en Phase Gazeuse couplée à la Spectrométrie de Masse (CPG-SM). Elle permet l'identification et le dosage dans le sang de l'amphétamine, la méthamphétamine, MDA, MDMA (Ecstasy), MDEA et MBDB, en utilisant un analogue deutéré de chaque analyte comme étalon interne (133). Toutefois, les techniques de chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse (CPL-MS) sont de plus en plus utilisées pour le dosage des amphétamines et dérivés. La combinaison de deux spectromètres de masse ou masse en tandem (SM/SM), permet un gain de sensibilité et de sélectivité, de réduire le temps d'analyse, tout en conservant une limite de quantification satisfaisante entre 0,5 à 2 ng/L pour le dosage des amphétamines dans un cadre médico-légal.

Interprétation des résultats :

La famille des amphétamines regroupe de nombreuses molécules différentes dont les amphétaminiques (amphétamines et méthamphétamines) et les substances dites entactogènes ou dérivés amphétaminiques (MDA, MDMA, MDEA, MBDB, ...). Il existe deux isomères de l'amphétamine : l'isomère lévogyre « l » ayant une demi-vie plus longue que l'isomère dextrogyre « d ». Concernant la méthamphétamine, l'isomère *d* est 5 fois plus stimulant que l'isomère *l*, alors que l'action périphérique de l'isomère *l* est plus importante. Le produit connu sous l'appellation de « ice » est en fait une d- méthamphétamine recristallisée.

Amphétamines et méthamphétamines augmentent l'activité neuromusculaire, suspendent le sommeil, diminuent l'appétit et stimulent l'activité intellectuelle.

Les substances entactogènes ou drogues de synthèse optimisées, sont le plus souvent consommées au cours des « rave parties ». Les entactogènes les plus fréquemment utilisés sont la MDMA (ecstasy), MDEA et MBDB. Ces derniers diminuent les inhibitions psychiques et favo-

risent l'expression des émotions; les effets hallucinogènes n'apparaissant qu'à des doses suffisamment élevées (71).

Les effets physiques et psychiques des amphétamines sont étroitement liés aux concentrations sanguines selon un modèle comparable à celui de l'alcool éthylique chez l'humain (134). Les troubles visuels et l'ataxie induits par la consommation de ces substances associés à la prise de risque et la diminution des réflexes peuvent sérieusement altérer les capacités de conduite automobile.

La toxicocinétique des amphétamines et leurs énantiomères est très différente d'une molécule à une autre. L'amphétamine est totalement éliminée de l'organisme en plusieurs jours avec une demi-vie de 12 heures. Tandis que pour la méthamphétamine, la demi-vie est en moyenne de 10 heures (6-15 heures) (134).

Dans l'organisme, la méthamphétamine est métabolisée en amphétamine par N-déméthylation dont 4 à 7% est éliminée par voie urinaire. En ce qui concerne le MDEA, la majeure partie de la dose est éliminée par voie urinaire dans les 32 heures, dont 19% sous forme de MDEA et 28% sous forme MDA (134).

Il faut noter que l'interprétation des résultats de dosage des amphétamines est extrêmement difficile, en raison des cinétiques très variables et de la variation des propriétés pharmacologiques des molécules qui composent cette famille.

- Cocaïne

Il est fondamental de respecter les conditions de conservation du prélèvement de sang. En effet, la cocaïne disparaît *in vitro* à température ambiante à la vitesse de 50% en 5 ou 6 heures. A 4°C, la perte reste conséquente entre 25% et 30% en 48 heures (93). Par contre son métabolite, l'ecgonine est stable à 4°C et 20°C et ne perd que 20% de sa teneur à 40°C en 15 jours (135). La STFA a recommandé en 1996 pour l'identification et le dosage de la cocaïne, de la benzoylecgonine et de la méthylecgonine-ester, une technique validée faisant appel à la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CPG-SM).

Depuis le début des années 1990, alors que la CPG-SM est largement plus utilisée pour le dosage des drogues, de nombreux auteurs se sont tournés vers la Chromatographie Liquide Haute Performance couplée à un détecteur à barrette de diodes (CLHP-BD) pour des raisons de simplicité d'emploi et d'opportunité de moyens (136).

Interprétation des résultats du dosage:

Les arrêtés des 4 et 5 septembre 2001 indiquent la teneur de 25 ng/mL de cocaïne dans le sang comme seuil de performance minimale en CPG-SM pour la recherche d'une conduite sous l'emprise de cette drogue en France.

L'interprétation d'une concentration urinaire/sanguine doit tenir compte du processus de dégradation métabolique de la cocaïne dans l'organisme et de son devenir *in vitro*. Dans les deux cas la cocaïne se transforme en benzoylecgonine. Dans le sang post-mortem, la cocaïne peut se transformer en benzoylecgonine et/ou en méthylecgonine-ester. De plus, la redistribution post-mortem (nécrotoxicocinétique) doit être prise en compte dans l'interprétation des résultats obtenus sur du sang de cadavre. Dans ce cas, le lieu de ponction a une influence sur la teneur présente. Celle-ci décroît au niveau de la veine sous-clavière et croît dans le sang cardiaque, aortique ou fémoral.

Certains auteurs proposent des corrections prenant en compte : les concentrations relatives de cocaïne et méthylecgonine-ester, le délai avant l'analyse et les conditions de conservation (137).

- Opiacés

L'analyse quantitative des opiacés tels que la morphine, la codéine, l'héroïne ainsi que leurs métabolites peut être réalisée par différentes techniques. Le milieu biologique de choix est le sang, car seul celui-ci permet valablement de corréler le degré d'imprégnation d'un individu par un xénobiotique opiacé ou opioïde avec son comportement.

La méthode de référence à l'heure actuelle pour la confirmation (suite à un dépistage positif) et l'identification est la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CPG-MS). Elle s'applique au sang pour lequel le seuil minimum de détection des opiacés est défini à 20 ng/mL en morphine dans le cadre de la conduite automobile (*Arrêté du 24 juillet 2008 modifiant l'arrêté du 5 septembre 2001 fixant les modalités du dépistage des stupéfiants et des analyse et examens prévus par le décret no 2001-751 du 27 Aout 2001 relatif a la recherche de stupéfiants pratiques sur les conducteurs impliqués dans un accident mortel de la circulation routière. Consulté le 24 août 2014 sur le site: <http://www.legifrance.gouv.fr/jopdf/>*).

Interprétation des résultats :

D'un point de vue analytique, certains opiacés ayant la même structure phénanthrène de base (héroïne, morphine, codéine) ont des métabolites communs. Par conséquent, seule une bonne con-

naissance du schéma métabolique de chacun de ces opiacés permettra au toxicologue analyste de proposer une interprétation des résultats d'analyses toxicologiques. Ceder et Jones (2001) proposent d'utiliser le ratio sanguin morphine sur codéine comme biomarqueur afin de distinguer parmi les conducteurs, un consommateur d'héroïne d'un usager de codéine (138).

En outre, le phénomène d'accoutumance observée avec les opiacés modifie le seuil de concentration sanguine à partir duquel il y a altération des capacités des individus en fonction des habitudes de consommation.

⇒ Médicaments psychoactifs impliqués dans les accidents

Longo et collaborateurs (2001), dans le cadre d'une étude évaluant la relation entre les concentrations sanguines de benzodiazépines et la culpabilité des conducteurs dans un AVP, ont utilisé une technique permettant le dosage de 11 benzodiazépines individuelles. Les méthodes utilisées reposent sur la chromatographie en phase gazeuse couplée à un détecteur à capture d'électrons et la chromatographie liquide à haute pression couplée à un détecteur à barrette de diodes (UV). Les limites de détection obtenues étaient approximativement de 5 ng/mL pour le diazépam, nordiazépam, clonazépam, alprazolam et nitrazépam, et 10 ng/mL pour le désalkylflurazépam, bromazépam, 7-amino-clorazépam et midazolam, et 100 ng/mL pour l'oxazépam et témazépam (139).

Le dosage des médicaments psychoactifs a bénéficié du développement des méthodes par chromatographie en phase liquide couplée à la spectrométrie de masse en tandem (HPLC/MS-MS). Ainsi, Lacroix et collaborateurs (2008) ont mis au point une méthode qui permet de réaliser le dosage de 30 molécules sur un échantillon sanguin de seulement 100µL. La phase d'extraction et de préparation de l'échantillon a été améliorée par un système de préparation en ligne qui ne nécessite pas de dérivation de l'échantillon. La limite de quantification a également été améliorée à 1 ng/mL (140).

8.2 Évaluation de la sévérité / gravité des traumatismes routiers

En France, la Loi 2004- 806 du 9 Aout 2004 (Article 28) relative à la politique de santé publique, par son arrêté du 27 mars 2007, définit les conditions d'élaboration des statistiques relatives aux accidents corporels de la circulation routière et leurs conséquences médicales. Parmi les victimes d'accident corporel, on distingue :

- les **personnes tuées**, qui décèdent du fait de l'accident, sur le coup ou dans les trente jours qui suivent l'accident,
- Les **personnes blessées**, mais non tuées

Ensuite, les personnes blessées sont classées en :

- les *blessés dits « hospitalisés »*, qui sont des victimes hospitalisées plus de 24 heures,
- les *blessés légers*, qui sont des victimes ayant fait l'objet de soins médicaux mais n'ayant pas été admises comme patients à l'hôpital plus de 24 heures.

C'est la définition utilisée par l'Observatoire National Interministériel de la Sécurité Routière, pour la mise à jour du fichier national des accidents corporel de la route (141).

Au niveau international, les échelles d'évaluation de la sévérité des traumatismes représentent un moyen simple de décrire et de quantifier la gravité d'un traumatisme physique. Elles aident à évaluer le traumatisme, fournissent une mesure plus objective de la sévérité du traumatisme, ce qui permet une meilleure communication entre le personnel de soins et permet de faire des comparaisons entre différentes unités de soins. Ces échelles permettent également d'estimer une probabilité de survie chez les victimes.

Il existe plusieurs échelles ou scores de sévérité des traumatismes qui se basent sur des paramètres anatomiques, physiologiques ou sur une combinaison des deux.

8.2.1 Les scores anatomiques de sévérité lésionnelle

8.2.1.1 Abbreviated Injury Scale (AIS)

En français, Echelle Lésionnelle Abrégée, l'AIS a été créé en 1969 par l'American Association for the Advancement of Automotive Medicine.

A l'origine elle fut développée pour les personnes enquêtant sur les accidents de véhicules de moteur afin de standardiser les données sur la fréquence et la sévérité des lésions. Ce score est validé au niveau mondial et c'est le score anatomique le plus utilisé. Son utilisation s'est élargie aux études épidémiologiques sur les AVP, pour prédire les probabilités de survie, pour évaluer le pronostic des patients et pour les recherches sur les systèmes de santé. Cette classification a rapidement évolué donnant naissance à différentes versions 1990-1998-2005 et contient approximativement 2000 lésions dans sa version la plus récente classées sur une échelle de 1 (lésion mineure) à 6 (lésion fatale).

Ce score permet de calculer le MAIS (Maximum Abbreviated Injury Scale), l'ISS (Injury Severity Score) et le NISS (New Injury Severity Score).

8.2.1.2 Maximum Abbreviated Injury Scale (MAIS)

Ce score représente l'AIS le plus élevé recensé chez un blessé ayant subi des lésions multiples. L'AIS maximum est utilisé par les chercheurs pour définir le niveau global de la sévérité des blessures. Son intérêt demeure important dans la recherche sur l'évolution des blessures accidentelles en fonction de la conception des véhicules. Toutefois, dans le domaine de la traumatologie, le MAIS présente des limites en raison de sa relation non linéaire avec le risque de décès. De plus, les taux de mortalité varient significativement au sein de chaque valeur d'AIS pour chaque lésion principale en fonction de l'AIS de la seconde blessure la plus sévère.

Malgré ces limites, l'ONISR définit comme « *blessé très gravement* », une personne dont au moins une lésion corporelle est qualifiée comme supérieure ou égale à 3 selon l'échelle Maximum Abbreviated Injury Scale soit MAIS3+ (141).

8.2.1.3 Injury Severity Score (ISS)

En français, Score de Sévérité Lésionnelle, l'ISS fournit un score global pour les patients ayant des lésions multiples. Il est calculé à partir de l'AIS le plus élevé dans les six territoires corporels suivants : tête et cou (y compris rachis cervical), face, thorax (y compris rachis thoracique), contenu abdomino-pelvien (y compris rachis lombaire), membres et surface cutanée. L'ISS est alors égal à la somme des carrés des 3 AIS les plus élevés (compris entre 0-75). Le traumatisme est dit mineur pour un ISS inférieur à 9, modéré pour un ISS entre 9 et 15, sévère entre 16 et 24, sévère avec risque vital engagé entre 25 et 39, avec survie incertaine pour un ISS supérieur ou égal à 40.

En 1997, les chercheurs modifient l'ISS en raison de lacunes dans son mode de calcul. En effet, le fait de considérer une seule lésion par région corporelle, induit une sous-estimation de la sévérité des lésions des patients.

8.2.1.4 New Injury Severity Score (NISS)

Il s'agit de la Nouvelle version de l'ISS. Chez des patients présentant des blessures multiples localisées dans une même région, l'ISS ne prend en compte que la lésion la plus sévère, ignorant la seconde lésion la plus sévère qui se situe généralement dans la même région corporelle que la première lésion.

Pour corriger cette lacune, le NISS a été créé et prend en compte les trois lésions les plus graves sans tenir compte des régions où celles-ci sont situées. Ce changement a pour finalité d'augmenter la valeur prédictive de ce nouvel indice et de simplifier les calculs.

8.2.2 Les scores physiologiques de sévérité

8.2.2.1 Glasgow Coma Scale (GCS)

C'est le score de référence utilisé pour évaluer la gravité des traumatismes crâniens à partir de l'ouverture des yeux, de la réponse verbale, et de réponse motrice. Sa simplicité, sa reproductibilité et sa diffusion dans le monde entier en font un outil incontournable. Les traumatismes sévères correspondent à un GCS compris entre 3 et 8, les traumatismes de gravité intermédiaire ont un score entre 9 et 12, et les traumatismes bénins ont un GCS supérieur à 12. L'évaluation du GCS peut être perturbée en cas de perte de connaissance initiale, d'absorption de toxique, d'hypotension artérielle ou d'hypoxie.

8.2.2.2 Revised Trauma Score (RTS)

Le RTS est calculé à partir de trois variables physiologiques : GCS, la fréquence respiratoire et la tension artérielle. C'est un score conçu initialement pour le triage, mais l'usage est aujourd'hui étendu à la prédiction de la survie. A chaque valeur de RTS est associée une probabilité de survie. La plage de valeur s'étend de 0 à 12 : un score inférieur ou égal à 11 pose l'indication ou le transfert vers un centre de traumatologie (142).

Ce score, très utilisé dans les pays anglo-saxons, n'est que très peu utilisé en France et ne fait pas partie des algorithmes décisionnels de triage.

8.2.3 Les scores de gravité mixtes

Le TRISS (Trauma Score Injury Severity Score) permet de calculer une probabilité de survie à partir des paramètres physiologiques du RTS, des lésions anatomiques de l'ISS, de l'âge du patient et du mécanisme lésionnel. C'est un outil épidémiologique qui permet de comparer le taux de mortalité observé d'une population de traumatisés par rapport au taux de mortalité théorique (obtenu par la méthode TRISS) et d'évaluer l'efficacité de la structure de soins.

9. RÉGLEMENTATION ET SÉCURITÉ ROUTIÈRE EN CÔTE D'IVOIRE

9.1 *Présentation et situation géographique de la Côte d'Ivoire*

La Côte d'Ivoire, pays de l'Afrique de l'ouest sub-saharienne, occupe une superficie de 322 462 Km². Elle est limitée au Nord par le Mali, à l'Ouest par la Guinée et le Libéria, à l'Est par le Ghana et au Sud par l'Océan Atlantique. La population est estimée à 23 202 000 habitants (*Recensement 2012, Institut National de Statistiques*).

Le climat est de type subéquatorial caractérisé par des températures de faibles amplitudes (25 à 30°C), un fort taux d'humidité (80 à 90°C) et des précipitations abondantes.

La capitale économique Abidjan compte 6 000 000 d'habitants (estimation 2005). La population urbaine est de 52% et l'espérance de vie est de 47,7 ans. Selon l'UNESCO (2012), le taux d'alphabétisation est de 48,7% (homme : 60,8%, femme : 38,6%).

Le réseau routier s'étend sur 85 000 kilomètres dont 6 500 km bitumés et 75 500 km de route de terre (143). Toutefois, il convient de mentionner le caractère vétuste et fortement dégradé du réseau bitumé, la majeure partie du réseau linéaire ayant dépassé sa durée de vie (Ministère de l'Économie et des Finances).

9.2 *Politique générale de sécurité routière : état des lieux*

En Côte d'Ivoire, la politique de sécurité routière est placée sous la responsabilité du Ministère du Transport et du Ministère de l'Intérieur et de la Sécurité.

L'Office de Sécurité Routière (OSER) est une structure dépendante du Ministère des Transports, dont les principales missions sont : 1) l'établissement d'un plan national cohérent de sécurité routière, 2) la mise en œuvre d'une politique d'information et de sensibilisation des populations à la sécurité routière, 3) l'évaluation.

La Côte d'Ivoire a ratifié le plan d'action de l'O.M.S. dans le cadre de la Décennie d'Action pour la Sécurité Routière 2011-2020.

En Côte d'Ivoire, les ministères suivants participent aux activités de sécurité routière :

- Le **Ministère des Infrastructures Économiques** est en charge de la planification et de la construction des routes, de leur réhabilitation et de leur entretien. Le financement est assuré par le budget ordinaire de l'Etat

- Le **Ministère des Transports** définit la politique de sécurité routière, en assure le suivi et est responsable de l'Office de Sécurité Routière
- Le **Ministère de la Défense** est chargé de faire appliquer la législation sur la circulation routière par le biais de la Gendarmerie et assure les services d'urgence grâce aux brigades de pompiers
- Le **Ministère de la Sécurité Intérieure** fait exécuter la législation de la circulation routière dans les zones urbaines par l'entremise des services de police
- Le **Ministère de la Santé** est responsable d'accueillir les accidentés de la route dans les hôpitaux et met à la disposition du public un service d'aide médicale d'urgence, le SAMU qui possède un service d'ambulances qui s'autofinance en faisant payer les prestations
- Le **Ministère du Commerce** est co-responsable, avec le **Ministère du Transport**, du contrôle technique des véhicules qu'il confie à la SICTA (Société Ivoirienne de Contrôle Technique Automobile), société privée qui fait payer ses prestations
- Le **Bureau National des Etudes Techniques de Développement** (BNETD), qui relève directement de la Présidence de la République, est chargé de la planification et de la construction des routes. Le financement repose essentiellement sur la coopération des agences internationales (exemple : Banque Mondiale). Le BNETD est quasiment responsable de l'ensemble des travaux neufs routiers.

Le dernier rapport d'évaluation de la Banque Mondiale sur les initiatives de sécurité routières en Afrique et plus spécifiquement en Côte d'Ivoire, concluait que tous ces ministères ne coopéraient pas de manière efficace et des problèmes de coordination se posaient. La synergie entre les services de police et l'Office de Sécurité Routière, chargés de préparer les données statistiques pour les accidents de la route était loin d'être manifeste. La police n'était pas tenue de divulguer les statistiques et n'utilisait pas les mêmes méthodes que la gendarmerie. L'OSER ne disposait pas d'équipement et de personnel suffisants pour recueillir, traiter et analyser les données de façon satisfaisante (144).

La police et les brigades de pompiers ont des difficultés à coordonner leurs interventions sur le lieu de l'accident, les services de sécurité arrivant généralement bien après les sapeurs-pompiers qui doivent entre-temps contrôler la circulation au lieu de prendre en charge les blessés.

Enfin, la société privée SICTA responsable du contrôle technique des véhicules n'a jamais fait l'objet d'audit.

9.3 Sources des données sur les accidents de la voie publique en Côte d'Ivoire

Les statistiques de survenue des AVP en Côte d'Ivoire proviennent de l'OSER qui collecte régulièrement des données à partir des procès-verbaux de la police et de la gendarmerie. Toutefois, ces statistiques sont très élémentaires et ne s'intéressent qu'au nombre d'accidents, le nombre de tués et de blessés, le type, le genre et l'âge des victimes impliquées dans l'AVP. En Côte d'Ivoire l'OSER enregistre en moyenne 6000 AVP, 600 décès et 11 000 blessés chaque année, avec 40% de piétons et 50% d'enfants (Statistiques OSER, 2013). Ces chiffres sous-estiment probablement largement la réalité aux vues des difficultés de remontées et de centralisation des statistiques sur les accidents qui ont lieu hors de la capitale.

Bénié et collaborateurs (2014), ont étudié la prévalence des AVP en Côte d'Ivoire sur une période de 10 ans, de 2002 à 2011 à partir de la base de données de l'OSER (145).

Les résultats montrent que la moyenne d'accidents est légèrement inférieure à celle annoncée par l'OSER (5700 contre 6000 AVP). Cependant, le nombre de décès est très largement inférieur aux chiffres rapportés par l'OSER (368 contre 600 tués). Cet écart est difficilement explicable, la source des données étant a priori la même, et pose le problème de la fiabilité des données et statistiques sur les AVP en Côte d'Ivoire.

Au cours de notre recherche bibliographique, nous n'avons identifié qu'une seule étude hospitalière publiée décrivant le profil des accidentés de la route aux urgences du CHU de Yopougon. *Konan et collaborateurs (2006)* rapportent 345 victimes d'AVP admises aux urgences, dont un décès, sur une période de 30 jours, soit 70% du total des admissions aux urgences (18).

9.4 Données disponibles sur l'usage de substances psychoactives en Côte d'Ivoire

Selon le récent rapport de l'Organisation de Mondiale de la Santé (OMS, 2012), la consommation d'alcool per capita en Côte d'Ivoire est de très loin supérieure à celle de la France soit 27.29 contre 14.85 litres d'alcool pur/pers/an. Près de 25% des consommateurs d'alcool sont des « buveurs excessifs » présentant un profil de consommation à risque selon la classification de l'OMS (Pattern of Drinking Score = 3).

En ce qui concerne les stupéfiants, une augmentation significative de la disponibilité des substances illicites a été enregistrée dans les pays africains côtiers incluant la Côte d'Ivoire au cours des dix dernières années (146).

En outre, la Côte d'Ivoire est devenue, à la faveur de la crise sociopolitique débutée en 2002, une véritable plaque tournante du trafic de stupéfiants et l'usage de ces substances par la population ivoirienne ne cesse d'augmenter. Une étude sur le trafic et la consommation de substances illicites en Côte d'Ivoire de 1999 à 2007, a montré que les substances psychoactives les plus représentées étaient le cannabis et les benzodiazépines, avec des volumes de saisies en constante progression de respectivement 34% et 116% (17).

9.5 Législation en matière de sécurité routière et usage de substances

Dans le cadre de la prévention des accidents corporels de la circulation routière, l'Etat de Côte d'Ivoire s'est doté dès le début de son indépendance d'une législation en matière de sécurité routière et d'usage d'alcool.

Ainsi, la Loi n°63-527 du 26 décembre 1963 portant fixation des peines applicables à certaines infractions commises en matière de police de la circulation stipule :

Article 1er, alinéa 1 : « Sera puni d'un emprisonnement de deux mois à un an et d'une amende de 100 000 à 1 000 000 de francs, ou de l'une de ces deux peines seulement quiconque se trouvant en état d'ivresse ou sous l'empire d'un état alcoolique aura conduit ou tenté de conduire un véhicule »

Article 17 : « La preuve de l'état d'ivresse ou de l'état d'alcoolique sera déduite souverainement par le juge, des circonstances de fait constatées par l'agent verbalisateur et des tests, institués par décret en vue de déterminer l'existence ou la non-existence de cet état, auquel aura été soumis l'auteur de l'infraction. S'il y'a présomption de conduite en état d'ivresse, délit de fuite, homicide ou blessure involontaire ou contravention grave à la police du roulage, l'auteur de l'infraction sera tenu à se soumettre à ces tests.

Sera puni des peines de l'article 3 quiconque se refusera à cette obligation. Les contraventions ci-dessus visées sont celles prévues au 2ème alinéa de l'article 9 »

Par ailleurs, l'Arrêté n°3599/MTPTCU/DCTT du 3 juin 1978 stipule : « Toute personne qui aura conduit un véhicule alors qu'elle se trouvait, même en l'absence de tout signe d'ivresse manifeste, sous l'empire d'un état alcoolique caractérisé, **par la présence dans le sang d'un taux d'alcool pur supérieur ou égal à 0,80 gramme pour mille**, fera l'objet d'une suspension de son permis de conduire pour une durée de 3 mois ».

Cependant, pour être réprimée, la conduite sous l'empire d'un état alcoolique doit être très précisément chiffrée. Le taux relevé conditionne la qualification d'état alcoolique.

Malheureusement, tous ces textes de loi restent inopérants en raison de l'absence de décret/texte précisant les tests et procédures analytiques à exécuter en vue d'un dosage fiable de l'alcoolémie (quantité d'éthanol dans le sang) chez les potentiels contrevenants.

En revanche, il n'existe pour le moment aucune loi réglementant la conduite sous l'influence de substances psychoactives illicites en Côte d'Ivoire, comme c'est le cas en France (loi n°2003-495 du 12 juin 2003 – Art. 35 JORF 13 juin 2003). Ceci est probablement lié au fait, qu'il n'existe pas de données sur l'ampleur du problème dans le pays ou la sous-région qui pourrait justifier la mise en place d'une telle loi.

10. CONCLUSION / SYNTHÈSE

Les substances psychoactives englobent un ensemble de molécules dont les usagers de la route peuvent faire usage aussi bien dans un cadre licite (prescription médicale) qu'à des fins illicites (usage détourné ou toxicomanie). Quels que soient leurs mécanismes d'action pharmacologique, ces substances vont avoir un effet dépressif, excitant ou perturbateur sur le système nerveux central, et donc la possibilité d'induire potentiellement une altération des capacités de conduite d'un véhicule à moteur.

Le lien entre l'alcool et la survenue des accidents de la route est très bien documenté et confirmé par de nombreuses études épidémiologiques. Cependant, les populations étudiées étaient dans la grande majorité des cas recrutées dans les pays à revenus élevés. S'il n'y a pas de raison de penser que l'alcool ait un effet différent sur les individus d'un pays à l'autre, en revanche la prévalence de consommation d'alcool chez les usagers de la route ou les victimes d'AVP peut varier selon l'environnement socio-économique et culturel. Or, les données sur le sujet sont rares dans les pays à revenus faibles, et en Côte d'Ivoire ces données sont inexistantes.

Plusieurs études expérimentales incluant les tests de laboratoires et sur simulateur de conduite montrent de façon consistante que le THC (cannabis) altère la cognition, les fonctions psychomotrices et les performances de conduite de manière dose-dépendante. Les études observationnelles quant à elles confirment le rôle du THC dans les collisions mortelles et non mortelles, ainsi que dans la responsabilité des AVPs. Toutefois, le niveau de risque observé dans ces études, bien que significatif, est plus modeste que les résultats alarmants rapportés dans la majorité des études expérimentales.

Concernant les médicaments psychoactifs, l'ANSM a classé les médicaments susceptibles d'altérer les capacités de conduite d'un véhicule en trois niveaux de risque 1, 2 et 3 (pictogrammes). Il convient de noter que l'attribution du niveau de risque correspondant à ces pictogrammes est essentiellement basée sur les propriétés pharmacodynamiques de ces médicaments. Les études observationnelles, quant à elles, suggèrent qu'à l'exception des benzodiazépines, les preuves du rôle des médicaments sur prescription dans les traumatismes routiers sont insuffisantes. De façon générale, la plupart des médicaments psychoactifs ne sont pas des facteurs de risque lorsqu'ils sont pris selon la prescription du médecin. Certains médicaments de la classe des antidépresseurs sédatifs du SNC peuvent induire une altération des capacités de conduite, essentiellement en début de traitement, en combinaison avec des benzodiazépines ou l'alcool.

En Côte d'Ivoire, l'abus d'alcool ou d'autres substances psychoactives est relativement répandu au sein de la population générale. En outre, 25% des consommateurs d'alcool s'adonnent régulièrement au « binge drinking » contre seulement 8,5% en France, avec un profil de consommation clairement à risque chez la majorité des « buveurs » selon le Pattern of Drinking Score. Quant aux benzodiazépines, elles constituent la famille de drogues psychoactives qui occupe le premier rang, devant le cannabis, des substances faisant l'objet de trafic illégal en Côte d'Ivoire. Par contre, nous ne disposons que de très peu d'information sur les volumes et profil de consommation des autres drogues psychoactives.

Malheureusement, les études évaluant le poids de l'alcool, des benzodiazépines, du cannabis ou des médicaments dans l'insécurité routière font encore cruellement défaut en Côte d'Ivoire.

Au plan législatif, la Côte d'Ivoire est dotée depuis 50 ans d'une loi sur l'alcool au volant. Toutefois, d'un point de vue pratique il n'existe aucune procédure légale pour la détermination de l'alcoolémie chez les conducteurs suspects. La mise en œuvre d'une telle procédure pouvant se confronter à un certain nombre de défis liés à la disponibilité et au coût du matériel, à l'expertise du personnel de laboratoire ou aux conditions de conservation des prélèvements sanguins dans un pays à climat tropical humide. D'où l'intérêt de proposer et de valider une méthode fiable et adaptée au contexte local.

Concernant les stupéfiants, il n'existe jusqu'à présent aucune loi limitant leur usage chez les conducteurs. Le dépistage de l'usage de ces substances dans cette population, devrait permettre d'évaluer si elles représentent un enjeu de sécurité routière en Côte d'Ivoire.

En outre, le réseau routier étant partagé aussi bien par les véhicules que les piétons, ces derniers sont *a priori* très exposés au risque d'AVP, en particulier s'ils sont sous l'effet de substances psychoactives.

Dans ce contexte général, les lacunes au niveau des connaissances sur les caractéristiques des AVP, et le rôle des substances psychoactives dans les AVP et leurs conséquences constituent un obstacle majeur à la mise en place d'une politique de prévention routière cohérente, efficace et adaptée à la réalité en Côte d'Ivoire. En effet, si la notion de risque constitue le fondement de l'action réglementaire, le niveau du seuil légal de l'alcoolémie (ou autres substances) résulte dans la pratique d'un compromis entre l'état des connaissances et le contexte socio-économique et politique de chaque pays (147).

Il convient donc de mettre en place un recueil d'information incluant diverses sources, afin d'appréhender tous les aspects des accidents en Côte d'Ivoire. Afin de s'assurer de la comparabilité de nos résultats avec ceux d'autres pays, il faudra appliquer une méthodologie rigoureuse et comparable.

Nous nous sommes inspirés de la méthodologie de collecte de données mise en œuvre dans l'étude SAM (Stupéfiants et Accidents Mortels), basée sur le couplage de données hospitalières, policières et toxicologiques. De plus, nous avons introduit la dimension de la sévérité des traumatismes chez les victimes qui était absente dans l'étude SAM.

Cette approche devrait permettre de produire des données complètes, plus fiables et qui reflètent la multifactorialité de la survenue des AVP.

Toutefois, étant donné les contextes économiques et culturels complètement différents, il faudra préalablement tester la faisabilité du protocole de collecte de données sur le terrain. Une fois cette étape fondamentale franchie, nous pourrons alors évaluer la prévalence de victimes d'AVP sous l'influence de l'alcool, des stupéfiants ou de médicaments. Ensuite, nous pourrons nous intéresser au risque de traumatisme grave associé au degré d'alcoolisation des victimes d'AVP.

Les parties 2, 3 et 4 illustrent à travers l'étude de faisabilité d'un recueil de données inspiré de l'étude française SAM, les intérêts et limites de la transférabilité d'une méthodologie conçue pour un pays développé à un pays à revenu faible tel que la Côte d'Ivoire. La partie 5 décrit les caractéristiques des accidents corporels. Quant aux parties 6 et 7, elles évaluent la prévalence de victimes sous l'influence de substances psychoactives et le risque de traumatisme grave en fonction de l'alcoolémie chez les victimes d'AVP.

OBJECTIFS DU TRAVAIL DE THÈSE

Nous avons montré dans la première partie de ce travail que les statistiques globales de mortalité et de morbidité liées aux accidents de la voie publique sur le continent Africain sont alarmantes, sans qu'on puisse à l'échelle nationale évaluer le profil épidémiologique des victimes de ces accidents. L'indisponibilité de données sur l'usage d'alcool et de substances psychoactives chez les victimes d'AVP ne permet pas d'évaluer l'importance de ce facteur de risque dans la survenue des AVP et de leurs conséquences sur les usagers de la route en Côte d'Ivoire. Enfin, la loi réprimant l'alcool au volant, bien que très ancienne, reste inopérante à cause de l'inexistence d'une procédure légale d'évaluation de l'alcoolémie chez les personnes impliquées dans un AVP en Côte d'Ivoire.

Toutes ces lacunes constituent une entrave à la mise en place de politiques de prévention des AVP et de leurs conséquences sanitaires (traumatismes, décès, séquelles).

L'objectif général de ce travail est **d'améliorer la connaissance épidémiologique sur les AVP impliquant la consommation de substances psychoactives en Côte d'Ivoire.**

De manière plus spécifique, notre étude vise à :

- Mettre en place et valider une procédure de recueil de données sur des victimes d'AVP en milieu hospitalier, et répondre aux préoccupations suivantes:
 - Q1** : Quelle est la qualité des données recueillies ?
 - Q2** : Quels sont les difficultés, obstacles et limites du recueil de données?
 - Q3** : Quelle est la validité de la méthode de dosage de l'alcoolémie mise en œuvre ?
- Produire des données qualitatives et quantitatives sur les traumatismes liés aux AVP impliquant l'alcool et autres substances psychoactives, pour tenter de répondre aux questions suivantes :
 - Q4** : Quelles sont les caractéristiques démographiques, sociologiques, cliniques, accidentologiques des victimes ?
 - Q5** : Quel est le profil toxicologique des victimes ?
 - Q6** : Quelle est la prévalence de la consommation d'alcool parmi les victimes ?
 - Q7** : Quelle est la prévalence de l'usage des autres substances psychotropes parmi les victimes ?
 - Q8** : Quel est le profil lésionnel des victimes ?
 - Q9** : Quel est le risque pour une victime d'être gravement blessée en fonction de la consommation ou non d'alcool?
 - Q10** : Le risque d'être gravement blessé pour une victime augmente-t-il avec le niveau de l'alcoolémie?

Afin de répondre à ces questions, notre étude a été structurée en six parties :

- 1) Evaluation de la qualité du recueil des données sur les victimes d'AVP admises aux Urgences du C.H.U. de Yopougon (objectifs **Q1** et **Q2**)
- 2) Validation de la procédure de détermination de l'alcoolémie chez les victimes d'AVP (objectif **Q3**)
- 3) Faisabilité et validité d'une procédure de dépistage de la consommation d'alcool par éthylomètre chez les victimes d'AVP (objectif **Q3**)
- 4) Description des accidents de la route en Côte d'Ivoire (objectif **Q4**)
- 5) Estimation des prévalences de l'usage de substances psychoactives (objectifs **Q5**, **Q6** et **Q7**)
- 6) Description du profil lésionnel des victimes d'AVP en Côte d'Ivoire et estimation du risque d'être gravement blessé en fonction du niveau de l'alcoolémie et de l'usage des autres substances psychoactives (objectifs **Q8**, **Q9** et **Q10**).

DEUXIÈME PARTIE :

**VALIDATION DE LA PROCÉDURE DE RECUEIL
DES DONNÉES POUR L'ÉTUDE ASMA-CI**

1. CONTEXTE

Au cours de la revue de littérature réalisée dans la première partie de cette thèse, nous avons montré que les décès et traumatismes graves qui résultent des accidents de la route avaient atteint un seuil inacceptable sur le continent africain (1, 4, 148).

En Côte d'Ivoire, les AVP comptent pour 70% des admissions dans les services d'urgences du CHU de Yopougon (18), suggérant qu'ils représentent un véritable problème de santé publique. Parallèlement, la consommation excessive d'alcool, la toxicomanie et le mésusage ou le non-respect des posologies avec les médicaments psychotropes sont une pratique relativement répandue dans la population générale (17, 149, 150).

Malgré ce constat, à notre connaissance, aucune étude ne s'est intéressée à l'implication de ces substances psychoactives dans les AVP en Côte d'Ivoire, ou même en Afrique sub-saharienne.

Notre étude, dénommée ASMA-CI (Alcool, Stupéfiants, Médicaments et Accidents en Côte d'Ivoire), a été conçue avec pour ambition d'évaluer le rôle des substances psychoactives dans la survenue des AVP et la gravité des traumatismes qui en résultent.

Les rares statistiques disponibles sur les AVP en Côte d'Ivoire proviennent de l'Office de Sécurité Routière (OSER) qui enregistre régulièrement des données à partir des procès-verbaux de la police et de la gendarmerie. Ces données restent très élémentaires et ne s'intéressent qu'au nombre d'accidents, au nombre de tués et de blessés, au type, au genre et à l'âge des victimes impliquées dans l'AVP.

Par ailleurs, les données hospitalières sur les victimes d'AVP ne sont pas exploitables à des fins de recherche. Au CHU de Yopougon, comme dans les deux autres CHU d'Abidjan (Treichville et Cocody), l'enregistrement des informations sur les patients admis aux urgences n'est pas systématique, les cahiers des patients/victimes sont très souvent mal renseignés ou de façon incomplète, ce qui aboutit à un défaut de traçabilité des informations relatives aux patients durant leur séjour aux urgences.

Quant à l'Institut de Médecine Légale d'Abidjan (IMLA), si les lésions chez les victimes décédées suite à un AVP sont décrites avec précision et rigueur dans les comptes rendus d'autopsie, en revanche la réalisation d'analyses toxicologiques n'est pas systématique.

En résumé, les données actuellement disponibles sur les AVP ou sur les victimes blessées ou tuées suite à un AVP sont rares, souvent incomplètes et n'incluent pas les données clés permettant de vé-

rifier nos hypothèses de recherche. En effet, les informations sur la consommation d'alcool ou d'autres substances chez les victimes survivantes ou tuées ne sont disponibles ni dans les procès-verbaux de police, ni dans les données hospitalières.

Afin de pallier cette insuffisance au niveau des données actuelles, nous avons entrepris de mettre en place un recueil de données prospectif afin de collecter le maximum d'informations pertinentes, les plus complètes possibles et qui reflètent la multifactorialité de la survenue des AVP en Côte d'Ivoire.

Nous nous sommes inspirés de la méthodologie de collecte de données de l'étude française SAM (Stupéfiants et Accidents Mortels). Le groupe SAM a utilisé un recueil d'information basé sur le couplage de données hospitalières, policières et de résultats d'analyses toxicologiques chez les victimes impliquées dans un AVP mortel. Cette diversité des sources d'information a permis de produire des données complètes et fiables dans le but d'étudier le rôle de l'alcool et des stupéfiants dans les AVP mortels, en prenant en compte les facteurs de confusion les plus importants (6)

Dans notre étude (ASMA-CI), en plus des variables recueillies dans l'étude SAM, nous avons introduit dans notre collecte de données la dimension de la sévérité des traumatismes chez les victimes en utilisant une échelle validée.

Toutefois, étant donné les contextes économiques et culturels, et l'organisation du système de santé qui sont totalement différents, entre la France et la Côte d'Ivoire, on pourrait s'attendre à rencontrer certaines difficultés dans la mise en pratique de ce protocole sur le terrain d'étude. En outre, le couplage de deux sources indépendantes (hospitalière et policière) pourrait se heurter à la différence de définition des concepts ou variables d'étude. Nous nous proposons donc d'évaluer la faisabilité de la mise en œuvre de ce protocole de collecte de données sur le terrain et de relever les forces et limites de la procédure dans notre contexte d'étude.

L'objectif de la présente étude est d'évaluer la qualité des données recueillies et l'acceptabilité de nos questionnaires dans une population de victimes d'AVP dans le cadre de l'étude ASMA-CI. Nous voulons également vérifier le degré de concordance entre les sources de données hospitalières et policières en Côte d'Ivoire.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODE

2.1 Autorisations administratives

La réalisation de notre étude a nécessité l'obtention des autorisations préalables : du *Ministère des transports* qui représente la tutelle de l'*Office de Sécurité Routière* (OSER), du *Conseil Médical* du CHU de Yopougon, de la *Direction du CHU de Yopougon*, de la *Direction du CHU de Cocody*, du Chef du Service des *Urgences Chirurgicales du CHU de Yopougon*, de la *Direction de l'Institut de Médecine Légale d'Abidjan* (IMLA), de la *Direction du Laboratoire National de la Santé Publique (LNSP)*.

2.2 Cadre de l'étude : les structures médicales

L'Etude *Alcool, Stupéfiants, Médicaments et Accidents de la route en Côte d'Ivoire* dénommée ASMA-CI, a été conduite sous la forme d'une étude transversale en milieu hospitalier. Le service des *Urgences Chirurgicales du Centre Hospitalier Universitaire de Yopougon* (CHU de Yopougon) et *l'Institut de Médecine Légale d'Abidjan* en Côte d'Ivoire (Afrique de l'Ouest) ont participé à l'étude ASMA-CI (Photo 1).



Le C.H.U. de Yopougon est le plus récent des trois CHU que compte Abidjan, la capitale économique de la Côte d'Ivoire, et accueille des patients depuis 1990.

Le service des *Urgences Chirurgicales* possède une aile admission chargée de recevoir les patients souffrant de traumatismes physiques de toute nature. En pratique, en plus de prodiguer des soins, le rôle du service des Urgences Chirurgicales est de procéder au triage des patients admis, afin de déterminer 1) le degré de gravité des blessures, 2) le degré de priorité du traitement à suivre, et 3) la pertinence et la priorité de l'évacuation vers des services spécialisés.

La collecte d'information à ce niveau présente l'avantage de nous affranchir du biais de triage qui résulterait en une sélection de patients avec un profil lésionnel ou toxicologique particulier.

L'*Institut de Médecine Légale d'Abidjan* (IMLA) est également une structure hospitalo-universitaire. Une de ses activités principales est de réaliser des autopsies en vue de déterminer la cause d'un décès suite à une réquisition des forces de l'ordre ou du procureur de la république. Au total, 24 180 autopsies ont été réalisées au cours des dix dernières années dont 1548 (6.4%) concernaient des décès consécutifs à un AVP.

2.3 Identification des autres sources de données

Les travaux d'élaboration de notre protocole de recherche se sont essentiellement basés sur le concept de collecte de données de l'étude SAM.

Dans l'étude française SAM, des procédures administratives mises en place ont permis de recueillir pour les accidents mortels, les informations médicales, accidentologiques et les résultats des analyses toxicologiques des victimes impliquées dans l'AVP. Les auteurs ont eu accès à toutes ces informations à partir des procès-verbaux rédigés par les Forces de l'Ordre, incluant les dosages des substances psychoactives. Ces procédures complètes étaient transmises à l'équipe SAM par l'Office français des drogues et toxicomanies (OFDT). Une partie des informations contenues dans ces procédures était déjà informatisée par les forces de l'ordre dans les Bulletins d'Analyse d'Accident Corporels (BAAC) transmis par l'Observatoire Interministériel de la Sécurité Routière (ONISR).

En l'absence d'une législation bien établie et face à l'inexistence de procédures structurées et coordonnées permettant de centraliser les données cliniques, les rapports d'accidentologie et les résultats de toxicologie, nous avons identifié les sources susceptibles de produire le même type d'informations en Côte d'Ivoire.

Nous avons donc repéré les sources de données autres que celles provenant des structures médicales, à travers lesquelles il était possible d'obtenir les informations clés nous permettant de conduire notre recherche :

- ***Procès-verbaux d'accident de la police et de la gendarmerie***

Des données détaillées sur les circonstances des accidents des victimes sont transcrites dans les procès-verbaux de la police (AVP en agglomération) et de la gendarmerie (AVP hors agglomération). Ces informations complémentaires peuvent servir à combler le manque d'information sur les caractéristiques de l'accident dans les données médicales ou valider les données collectées auprès des victimes aux urgences ou à l'IMLA.

- ***Laboratoire de Toxicologie / Laboratoire National de la Santé Publique***

Le Laboratoire de Toxicologie du LNSP possède un plateau technique et des ressources humaines permettant d'évaluer un certain nombre de paramètres toxicologiques dans différents types de milieux biologiques. Il s'agit entre autres du dosage de l'alcoolémie, du dépistage de stupéfiants et autres médicaments psychoactifs dans les urines et du dosage de confirmation. En effet, le laboratoire est équipé de chaînes de chromatographie en phase liquide et gazeuse couplées à différents détecteurs (UV, FID, barrette de diodes, spectrométrie de masse simple ou en tandem).

2.4 Population de l'étude / Critères d'inclusion

Durant une période de sept mois, du 1^{er} mars au 30 septembre 2012, des victimes d'AVP admises au service des Urgences Chirurgicales du C.H.U. de Yopougon (victimes survivantes) ou à l'IMLA (victimes décédées) ont été recrutées dans le cadre de l'étude ASMA-CI.

Les conducteurs de véhicules à quatre roues motorisés étaient inclus dans l'étude s'ils étaient âgés de 18 ans ou plus conformément à la loi en vigueur en Côte d'Ivoire (Code de la route). Pour les mêmes raisons, nous avons inclus les conducteurs de deux-roues motorisés, s'ils étaient âgés de 14 ans ou plus. Enfin, pour des raisons de comparabilité et d'homogénéité nous avons sélectionné les autres usagers de la route, qui ne sont pas soumis à des restrictions liés à l'âge par la loi (piétons, passagers, cyclistes), à partir de 14 ans. De plus, comme rapporté par Swendsen (2012), l'âge médian de début de l'abus l'alcool et de stupéfiant est de 14 ans chez les adolescents aux États-Unis (151).

Nous formulons l'hypothèse que les jeunes en dessous de 14 ans étaient peu susceptibles de consommer de l'alcool ou des stupéfiants en Côte d'Ivoire, en l'absence de données pour le confirmer.

L'accident dans lequel était impliquée la victime blessée devait avoir eu lieu sur une voie ouverte à la circulation et impliquer au moins un des véhicules suivants, conformément à la définition d'un accident corporel de la route (141) : camion poids lourds avec ou sans remorque, autobus, minibus, véhicule léger, véhicule utilitaire, motocyclette, cyclomoteur, bicyclette.

Les patients admis aux Urgences Chirurgicales dans un délai excédant six heures après l'accident étaient exclus de l'étude, afin de s'assurer de la fiabilité des dosages toxicologiques. En effet, le dosage de l'alcoolémie est réalisé à partir des prélèvements effectués chez les patients au moment de l'admission aux urgences suite à un AVP. L'intervalle de 6 heures entre le moment de l'accident et celui du prélèvement, repose sur la cinétique d'élimination de l'éthanol chez l'humain (Courbe de Widmark), qui montre une élimination quasi-complète de l'éthanol 6

heures après le dernier verre. Le fait de sélectionner les patients à l'intérieur de cette fenêtre de temps, permet de distinguer les non consommateurs de ceux qui ont complètement éliminé l'alcool consommé. Au-delà de cet intervalle de temps, nous ne pourrions pas évaluer si un patient avec une alcoolémie nulle, soit était sobre au moment de l'accident soit était alcoolisé au moment de l'AVP mais avait totalement éliminé l'alcool au moment du prélèvement sanguin. Il convient également de préciser que cette fenêtre de 6 heures entre le moment de l'AVP et celui du prélèvement sanguin en vue du dosage de l'alcoolémie, est une exigence pour les laboratoires agréés de Toxicologie médico-légale pour l'évaluation de l'alcoolémie des conducteurs impliqués dans un AVP (152).

Cependant, lorsque le décès avait eu lieu sur le site de l'accident (décès immédiat), la victime mortellement blessée admise à l'IMLA était incluse si le délai entre l'accident et l'admission à l'IMLA était inférieur à 24 heures. Ce délai est choisi afin de limiter la production post-mortem d'éthanol liée à la putréfaction du corps.

2.5 Conception des questionnaires et fiche d'extraction de données

Deux questionnaires ont été conçus pour collecter, les données d'une part chez les victimes survivantes (urgences), d'autre part chez les victimes décédées (IMLA).

Les questionnaires initiaux ont été conçus avec une équipe d'experts de l'Institut Français des Sciences et Technologie des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux (IFSTTAR), membres du groupe SAM. Par la suite, le questionnaire a été légèrement modifié et validé par l'équipe médicale des Urgences et de l'IMLA afin d'adapter la formulation des items aux spécificités du terrain.

Le questionnaire¹ a été structuré en cinq sections, permettant une utilisation simple et rapide au lit du patient (Annexe 2):

- Identification du patient (profil sociodémographique)
- Profil de l'utilisateur (types d'utilisateur de la route, place dans le véhicule)
- Examen clinique (description lésionnelle et score de Glasgow)
- Toxicologie (type de prélèvements réalisés)
- Accident (date, heure, type de collision)

Parallèlement au questionnaire¹, une fiche d'extraction des données à partir des procès-verbaux d'accident de la police et gendarmerie a été créée (Annexe 6). Cette fiche reprend les informations sur le profil sociodémographique des victimes, sur le type d'utilisateur et détaille les circonstances de l'accident.

2.6 Collecte des données / déroulement de l'enquête / Protocole d'étude

2.6.1 Urgences chirurgicales du CHU et IMLA

Pour la collecte des données aux Urgences Chirurgicales, 12 étudiants en fin de cycle d'étude en Médecine (6^{ème} année) ont été spécialement recrutés, formés et rémunérés en vue d'assurer une collecte des informations en continu (jour, nuit, semaine, week-end) sur l'ensemble de la période d'étude. L'équipe chargée de la collecte des données à l'IMLA était composée de trois médecins légistes agrées, enseignants-chercheurs, en charge des autopsies et du renseignement du questionnaire pour les sujets décédés suite à un AVP durant la période d'étude.

Pour chaque patient admis, des informations complètes sur les caractéristiques sociodémographiques (âge, sexe, profession, etc.), les renseignements cliniques (constantes physiologiques, description des lésions), le profil d'utilisateur de la route, les prélèvements biologiques réalisés et les circonstances de l'accident, ont été collectées.

L'adhérence au protocole de recherche était vérifiée régulièrement par le coordinateur du projet qui réunissait chaque semaine (lundi matin) le staff médical (enquêteurs) afin de s'assurer de l'exactitude et de l'exhaustivité des données.

2.6.2 Rapport d'accidentologie

Des données complémentaires et plus détaillées sur les circonstances des accidents des victimes ont été extraites des rapports de la Police (accident en agglomération) et de la Gendarmerie (accident hors agglomération). En pratique, suite à la collecte complète des données hospitalières à l'aide du questionnaire ([Annexe 2](#)) et après l'enregistrement des données dans l'application de saisie des données, un fichier au format Excel a été généré. Une requête a été adressée à l'Office de Sécurité Routière (OSER) par l'intermédiaire du Ministère des Transports de Côte d'Ivoire, afin d'obtenir des informations contenues dans les procès-verbaux de constats d'AVP de la Police ou de la Gendarmerie. Le fichier Excel des données hospitalières et une fiche d'extraction des données policières ont été transmis au service Statistiques de l'OSER afin de leur permettre d'identifier les victimes et de collecter les variables accidentologiques d'intérêt. Une clause de confidentialité a été signée et les données sur l'usage d'alcool et de stupéfiants ont été exclues des informations transmises à l'OSER.

L'OSER collaborant depuis de très nombreuses années avec la Préfecture de Police dans le but de produire les statistiques annuelles sur les AVP en Côte d'Ivoire, ses enquêteurs ont été chargés de retracer les victimes incluses dans notre étude dans le fichier de la Préfecture de Police

d'Abidjan. En effet, la Préfecture de Police d'Abidjan centralise tous les procès-verbaux d'AVP rédigés et validés par les agents de constats d'AVP de la Police ou de la Gendarmerie sur toute l'étendue du territoire. La durée de remontée des procès-verbaux est d'environ 3 mois. En conséquence, de façon exceptionnelle, dans le cadre de notre étude, les enquêteurs de l'OSER sont remontés à la source (commissariats de police et poste de gendarmerie) pour retracer les PV qui n'avaient pas encore été transmis à la Préfecture de Police d'Abidjan.

Les données d'accidentologie correspondant à chaque sujet inclus dans l'étude ont été retracées manuellement lorsqu'elles étaient disponibles à la préfecture de police d'Abidjan, dans les différents commissariats de Police (AVP en agglomération) ou dans les postes de Gendarmerie (AVP hors agglomération). Lors du renseignement des fiches d'extraction des données policières, les enquêteurs prenaient soin de reporter l'identifiant correspondant à la victime extrait du fichier Excel des données hospitalières.

La recherche/tracking des données pour une victime et le rapprochement des deux sources de données par les enquêteurs de l'OSER a été réalisé prioritairement sur la base des variables suivantes : **nom, prénoms, date de naissance** (âge), **sexe** et la **date de l'AVP**. En cas de doute, le **lieu** et **l'heure de l'accident** servaient à confirmer l'identité du sujet.

2.7 Mesure de l'exposition aux substances retenues pour l'étude

2.7.1 Procédures de collecte des échantillons chez les victimes survivantes

Tout le matériel de prélèvement (aiguilles, tubes, garrot, gants, coton, isopropanol, sparadrap, étiquettes) avait été mis expressément à la disposition du personnel des urgences et géré par la pharmacie des urgences dans le cadre du projet ASMA-CI.

Suite au consentement du patient, un échantillon d'urine et de sang total étaient prélevés conformément à une procédure écrite ([Annexe 1](#)).

Le sang total était prélevé sur tube EDTA (bouchon violet) le plus vite possible après l'admission du patient aux urgences. Quant aux urines elles étaient prélevées dans un pot à urine de 50 ml muni d'une étiquette.

Les échantillons collectés étaient immédiatement placés dans une glacière, contenant des accumulateurs de froid (-20°C) disponible dans la salle des Urgences. Les échantillons étaient transférés chaque huit heures au laboratoire central du CHU de Yopougon pour être conservés entre 0 et +8°C en attendant le transfert au Laboratoire de Toxicologie du LNSP pour analyses immédiates ou différées.

2.7.2 Procédures de collecte d'échantillons chez les victimes décédées

Les prélèvements d'urine ont été réalisés au cours de l'autopsie par ponction suprapubienne à l'aide d'une aiguille à ponction lombaire. Les urines étaient collectées dans un pot à urine stérile à large ouverture de 50 ml muni d'une étiquette. Les échantillons sanguins étaient prélevés sur tubes fluoro-oxalaté (bouchon gris) par ponction au niveau de la veine fémorale en priorité et accessoirement au niveau de la veine jugulaire interne ou subclavière.

Les échantillons ainsi collectés étaient alors immédiatement stockés entre 0 et +5°C à l'IMLA. Le transfert des échantillons au Laboratoire de Toxicologie pour analyse différée se fait le jour suivant l'autopsie (J+1).

2.7.3 Stockage, conservation et traçabilité des échantillons

Le circuit des échantillons du moment de la collecte (prélèvements) jusqu'à l'analyse toxicologique était rigoureusement enregistré à l'aide de fiches de contrôle de la température pour identifier et analyser les points critiques de la chaîne de froid. Les mesures de températures ont été réalisées à l'aide d'un thermomètre BRANNANTM (résolution : 0.1°C ; précision : ± 1 °C; étendue : -20°C à +70°C). Des cartes contrôles des températures ont été établies à partir de ces mesures en vue d'évaluer une éventuelle rupture de la chaîne de froid.

2.7.4 Dépistage toxicologique des substances psychoactives et alcool

Le dépistage urinaire des substances psychoactives ou screening toxicologique s'est fait par méthode immunoenzymatique (EMIT, OnsiteTM DOA-10 DipSan, ref.4410-25-SU, Amgenix International, Ca, USA).

Les substances illicites et licites ciblées dans notre étude étaient les suivantes :

- Amphétamines (AMP) avec un seuil de détection (SD) = **1000 ng/mL**
- Methamphétamine (MET) avec SD = **1000 ng/mL**
- 3,4-Methylenedioxymethamphétamine (MDMA), SD = **500 ng/mL**
- Tétrahydrocannabinol (THC) avec SD = **50 ng/mL**
- Cocaïne (COC) avec SD = **300 ng/mL**
- Opiacés (OPI) niveaux 1 et 2 avec SD = **300 et 2000 ng/mL**
- Barbituriques (BAR) avec SD = **300 ng/mL**
- Benzodiazépines (BZO) avec SD = **300 ng/mL**
- Antidépresseurs tricycliques (TCA) avec SD = **1000 ng/mL**
- Méthadone (MTD) avec SD = **300 ng/mL**

Quant au dépistage de la consommation d'alcool chez les victimes survivantes, il a été réalisé par un éthylomètre professionnel portatif de marque BacTrack Select 80, muni d'un capteur à pile électrochimique XtendMD conforme à la norme de la FDA. La précision du capteur est de $\pm 0,005\text{g}/100\text{mL}$. La validité des données obtenues pour le dépistage de l'alcool ainsi que la faisabilité de la méthode sont discutées dans la partie 4 du manuscrit.

2.7.5 Dosage de l'alcoolémie

Le dosage de l'alcoolémie sur le sang total a été réalisé par méthode de chromatographie en phase gazeuse couplée à un détecteur à ionisation de flamme, selon les recommandations de la Société Française de Toxicologie Analytique (SFTA). La méthode complète est détaillée dans la partie 3 du manuscrit consacré à la validation de la méthode que nous avons utilisée.

2.8 Questions éthiques : consentement et confidentialité

Le protocole de l'étude *ASMA-CI* a été conçu en accord avec la déclaration d'Helsinki et approuvé par le Comité d'éthique médicale du C.H.U. de Yopougon et le *Comité Consultatif National de Bioéthique de Côte d'Ivoire*. Le consentement éclairé de la victime ou d'un parent proche a été obtenu préalablement à la collecte d'informations sur la victime et d'échantillons biologiques. Enfin, toutes les données nominatives ont été supprimées de la base de données finale dans le but d'assurer la confidentialité des informations recueillies.

2.9 Gestion des données (application de saisie et fusion des tables)

Les données collectées aux urgences, à l'IMLA, auprès de la police et de la gendarmerie, ainsi que les résultats du dépistage des substances psychoactives et du dosage de l'alcoolémie ont été enregistrées et organisées grâce à une application de saisie conçue par un chercheur de l'UMRESTTE (IFSTTAR) sous phpmyadmin (www.localhost/ASMA-CI/DebutSaisie.php).

A l'aide de cette application nous avons réalisé le couplage des données provenant des sources d'informations incluses dans notre protocole (Urgences, Police, Toxicologie) pour produire une base de données unique (base ASMA-CI). Pour chaque source de données, un identifiant unique était attribué par victime et le couplage a été réalisée en fonction de cet identifiant unique.

Après la fusion, l'application de saisie permettait de relever les informations divergentes entre les deux sources. Lorsqu'une information contradictoire sur les circonstances de l'accident était observée entre des données collectées aux urgences et celles du rapport d'accidentologie, la priorité était donnée au rapport de police considéré comme plus fiable ([Annexe 5](#) et [Annexe 6](#)).

2.10 Stratégies d'analyse pour l'évaluation de la qualité des données

Toutes les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel SAS version 9.3 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

L'acceptabilité des questionnaires a été évaluée en considérant à la fois le taux de participation à l'enquête et le pourcentage de données manquantes pour chaque item. Le pourcentage de non réponse pour chaque variable a été calculé par *proc freq* sous SAS. Nous avons considéré que lorsque le taux de non réponse était supérieur à 10% l'item pouvait être considéré comme problématique.

Pour les valeurs manquantes fréquentes concernant des variables d'intérêt principal, une comparaison entre répondants et non répondants a été effectuée pour mesurer les éventuels biais de sélection induits par l'exclusion des victimes correspondantes. Nous avons comparé les principales caractéristiques de ces deux groupes (répondants et non répondants) à l'aide d'un test de Chi 2, avec un seuil de significativité de 5%.

Par ailleurs, la vérification de la concordance entre les données hospitalières et policières a été réalisée sur les variables clés comme l'heure de l'accident (implication pour la détermination de l'alcoolémie au moment de l'AVP), l'âge, le sexe, le type d'usager, la profession et l'antagoniste (variables de confusion potentielles). Pour cela, nous avons déterminé l'écart entre les deux sources pour chaque victime et la fréquence de ces écarts dans notre échantillon (heure et âge). Pour les variables catégorielles, nous avons estimé la proportion des résultats discordants entre les deux sources de données.

3. RÉSULTATS

3.1 Implémentation du protocole initial dans la population étudiée

Le cadre méthodologique général du recueil des données, tel que conçu au départ de l'étude et avant l'étude de faisabilité, est résumé dans les [Figure 9](#) et [Figure 10](#) ci-après :

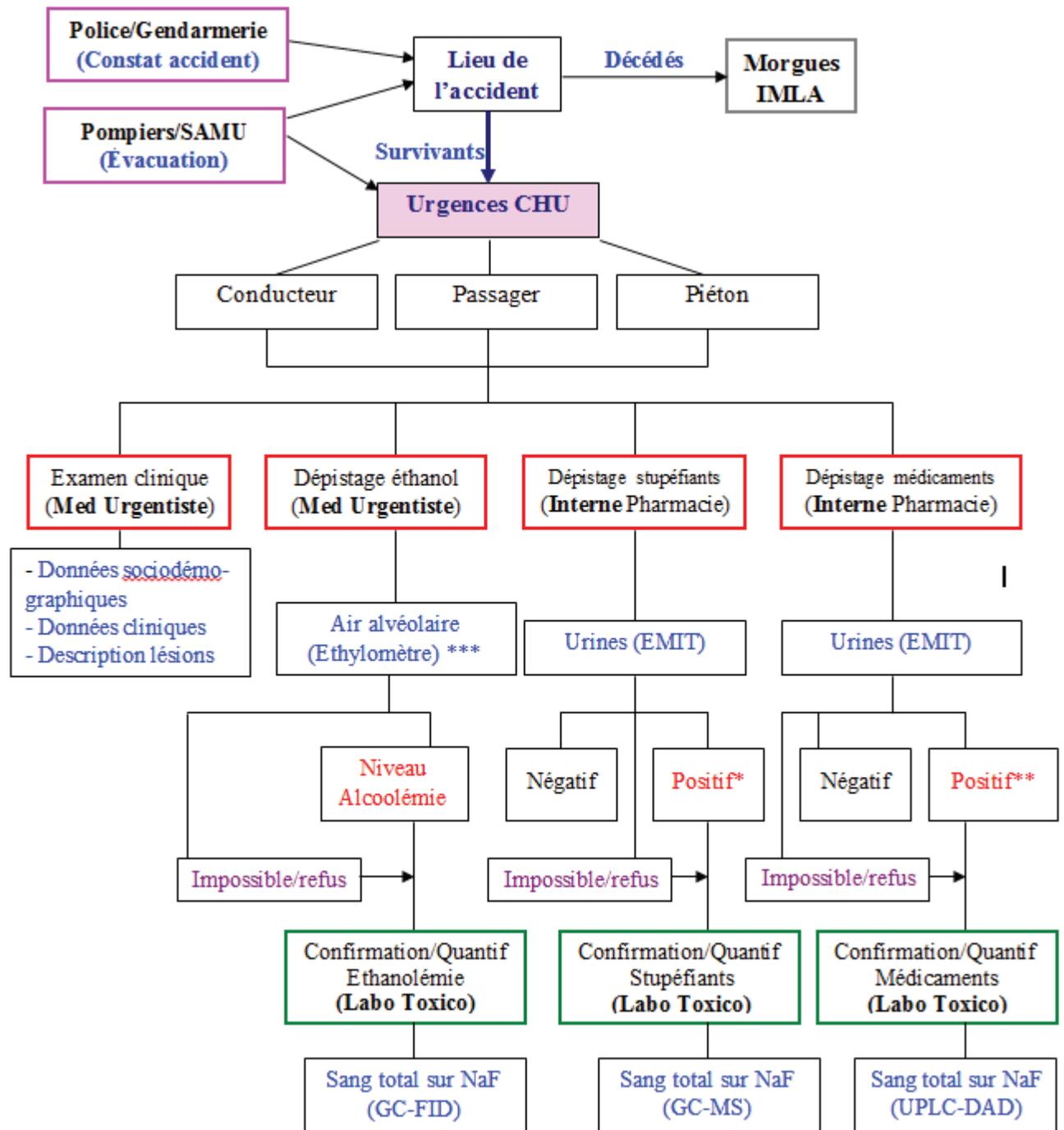


Figure 9: Cadre méthodologique de collecte des données chez les victimes survivantes d'accident de la voie publique (AVP) admises aux Urgences des C.H.U. d'Abidjan

* Seuil de positivité des stupéfiants recherchés par EMIT

- THC (Cannabis) : 50 ng/mL
- Morphine et dérivés : 300 ng/mL
- Amphétamines : 1000 ng/mL
- Cocaïne : 300 ng/mL

** seuil de positivité des médicaments recherchés par EMIT

- Benzodiazépines : 300 ng/mL
- Antidépresseurs tricycliques : 1000 ng/mL
- Barbituriques : 300 ng/mL

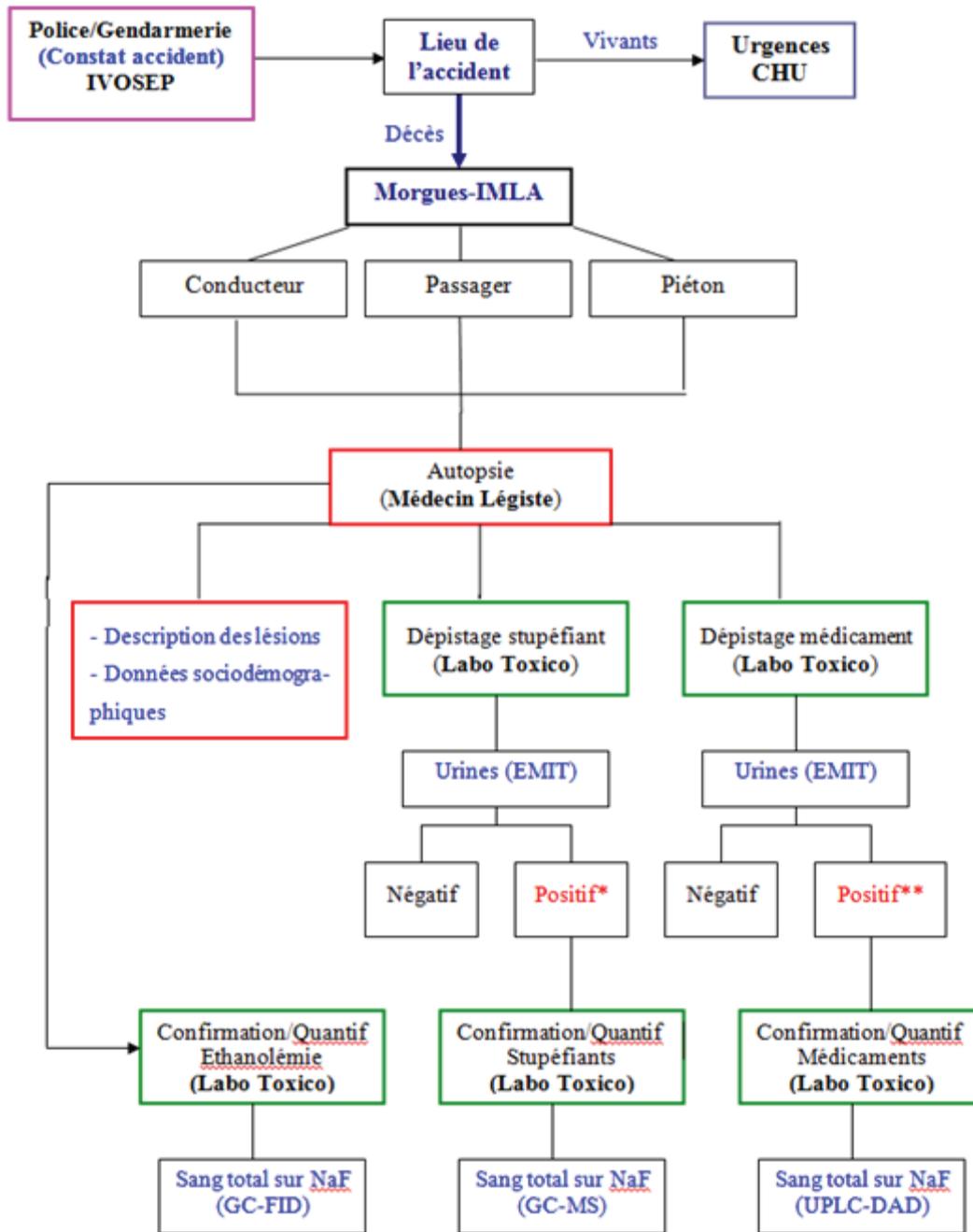


Figure 10: Cadre méthodologique de collecte des données chez les victimes décédées suite à un accident de la voie publique (AVP) et admises l'IMLA

* Seuil de positivité des stupéfiants recherchés par EMIT

- THC (Cannabis) : 50 ng/mL
- Morphine et dérivés : 300 ng/mL
- Amphétamines : 1000 ng/mL
- Cocaïne : 300 ng/mL

** seuil de positivité des médicaments recherchés par EMIT

- Benzodiazépines : 300 ng/mL
- Antidépresseurs tricycliques : 1000 ng/mL
- Barbituriques : 300 ng/mL

Ces schémas de collecte d'information ont été testés sur des victimes survivantes ou décédées suite à un AVP afin d'en évaluer la faisabilité dans le contexte de la pratique hospitalière de trois CHU et d'un Institut de Médecine Légale en Côte d'Ivoire.

De façon très synthétique nous décrivons les différentes étapes du circuit de la victime du moment de l'accident jusqu'à son inclusion dans l'étude, en passant en revue les différentes étapes de la collecte des informations, les outils utilisés, les acteurs intervenant dans le processus, ainsi que les succès et difficultés rencontrés.

⇒ ***L'accident : établissement d'un procès-verbal***

Après la survenue de l'AVP, les forces de l'ordre (Police en agglomération et Gendarmerie hors agglomération) interviennent sur les lieux pour sécuriser le site et réguler le trafic dans un premier temps. Ensuite, ils vont procéder aux opérations de constat de l'accident afin de déterminer les causes et les responsabilités à l'aide du formulaire de constat d'accident de la voie publique (Annexe 5). Le délai de disponibilité des procès-verbaux et de remontée à la préfecture de Police d'Abidjan était de 3 mois.

⇒ ***L'évacuation des blessés vers les C.H.U.***

Le Groupement des Sapeurs-Pompiers Militaires (GSPM) intervient pour prendre en charge les victimes survivantes et les évacuer vers l'un des trois C.H.U. d'Abidjan en priorité. Il n'est pas rare, que les victimes soient directement évacuées par des témoins de l'accident ou alors par le SAMU. Dans le cadre de notre étude, pour le C.H.U. de Yopougon, 84% des victimes avaient été évacuées par les pompiers et 15% par des véhicules de particuliers.

⇒ ***L'évacuation des victimes décédées vers l'IMLA***

Les victimes décédées sur les lieux de l'AVP sont prises en charge par les pompes funèbres (IVO-SEP) et conduites vers une des morgues d'Abidjan ou ses environs. Malgré, une loi (consigne) récente exigeant que tous les sujets décédés soient amenés à l'IMLA pour autopsie et délivrance du certificat de décès, cette mesure est rarement appliquée en raison des frais de transfert élevés et à la charge des familles. Malheureusement, il ne nous a pas été possible d'estimer la proportion de personnes décédées qui ont été transférées dans les autres morgues.

⇒ ***Admission aux urgences ou à l'IMLA et inclusion dans l'étude***

Initialement prévue pour être conduite dans les trois C.H.U. d'Abidjan, l'étude ASMA-CI s'est déroulée exclusivement au C.H.U. de Yopougon. En effet, au cours de la période d'étude du 1^{er} mars au 30 septembre, plusieurs évènements imprévus ou non programmés nous ont empêchés de conduire notre étude dans les deux autres C.H.U. d'Abidjan.

Au C.H.U. de Treichville, le service de traumatologie chargé de la prise en charge des AVP, a été fermé pendant plusieurs mois à cause de l'indisponibilité/la fermeture des blocs opératoires (réouverture mai 2014).

Au C.H.U. de Cocody, la collecte de données n'a pu être réalisée à cause des nombreuses fermetures non programmées/non annoncées pour réhabilitation du service des urgences (4 fois en 6 mois), et après la découverte de la présence de bactéries multirésistantes dans le service (avril 2012).

Finalement, seul le service des urgences chirurgicales du C.H.U. de Yopougon était fonctionnel pour recevoir les victimes d'AVP durant la période d'étude. Il convient toutefois de noter que l'étude a dû être arrêtée pendant 15 jours du 09 au 23 mai 2012 pour des travaux urgents de réhabilitation de la salle de tri des urgences.

Concernant les victimes décédées, l'étude s'est déroulée sans interruption à l'IMLA durant toute la période d'étude. Toutefois, il faut noter le sous-effectif des Médecins Légistes agréés : 4 légistes pour toute la Côte d'Ivoire. Les autopsies et prélèvements nécessitant du personnel spécialisé, il était pratiquement impossible de réaliser les autopsies systématiquement pour tous les accidentés admis.

⇒ ***Dépistage et dosage de l'éthanol***

Après vérification des critères d'inclusion et obtention du consentement éclairé du patient ou d'un proche, l'enquêteur s'assurait de réaliser un dépistage éthylométrique chez la victime. En plus, il devait s'assurer de la réalisation des prélèvements sanguins par un infirmier diplômé d'état (IDE) en prenant soin de noter l'heure du prélèvement en vue du dosage de l'alcoolémie par CPG-FID. Ce dosage sanguin était réalisé pour toutes les victimes, indépendamment du résultat de l'éthylomètre.

⇒ ***Dépistage et dosage des stupéfiants / médicaments***

En plus des prélèvements sanguins, des prélèvements urinaires ont également été réalisés en vue du dépistage urinaire et de la confirmation par dosage sanguin de l'usage de stupéfiants et médica-

ments psychotropes. Cependant, le dosage sanguin des substances psychotropes par GC-MS et UPLC-DAD a été remis en question en cours d'étude à cause du contexte politique et économique défavorable. En effet, le conflit post-électoral (bombardements, coupures électricité et pillages) a entraîné une perte ou destruction/dénaturation des réactifs, contrôles et étalons deutérés prévus pour l'étude. Il nous a été impossible, vu le contexte, de trouver un financement en urgence pour renouveler le stock de réactifs.

3.2 Taux de participation et description de l'échantillon (Tableau 6)

3.2.1 Taux de participation à l'étude

Le dispositif mis en place au CHU de Yopougon prévoyait l'enregistrement exhaustif de toutes les victimes se présentant pour accident de la route et remplissant les critères d'inclusion de l'étude.

Au total, **898 victimes d'AVP** admises aux urgences chirurgicales du CHU de Yopougon (victimes survivantes) et à l'Institut de Médecine Légale d'Abidjan (victimes décédées), étaient éligibles pour notre étude. Parmi celles-ci, **893** ont accepté de donner leur consentement pour être incluses dans l'étude ASMA-CI, soit un taux de participation de **99,4%**.

3.2.2 Description de l'échantillon

L'âge moyen \pm écart-type des victimes incluses dans l'étude ASMA-CI est de 32 ± 12 ans et le ratio homme / femme est de 2 pour 1. Notre échantillon compte 16% de conducteurs, 28% de piétons et 56% de passagers. En ce qui concerne la profession, 26% des victimes appartiennent au secteur informel, 23% sont au chômage, 20% sont des commerçants, 13% sont des fonctionnaires ou cadres moyens et seulement 1% sont des hauts-cadres. La grande majorité des victimes a bénéficié d'un retour au domicile avec soins médicaux et/ou une courte période d'observation (72%), 25% ont été hospitalisées et 3% sont décédées des suites de leurs blessures. Pour 44% des victimes, l'AVP a eu lieu sur une voie rapide et pour 33% sur une voie municipale. Plus de la moitié des AVP ont eu lieu en fin de semaine et en pleine journée. Les conducteurs sont très majoritairement des hommes (109 sur 110), relativement âgés par rapport aux autres catégories d'usagers (âge moyen \pm écart-type = 35 ± 11 ans), avec une plus grande proportion de hauts-cadre et cadres moyens (25%). Les piétons sont des hommes dans 70% des cas, relativement plus jeunes que les conducteurs (âge moyen \pm écart-type = 31 ± 13 ans), avec seulement 10% de hauts-cadres ou cadres moyens. Quant aux passagers, ils comprennent une plus faible proportion d'hommes (60%), dont l'âge moyen est de 31 ± 11 ans, avec 15% appartenant aux catégories des hauts-cadres et cadres moyens.

Tableau 6 : Caractéristiques de la population étudiée (étude ASMA-CI)

Victimes éligibles recrutées pour l'étude (N = 893)		
	Moyenne (étendue)	Ecart-type
Age (années)	32,14 (14-80)	11,9
	Effectifs (N ^c)	Pourcentage (%)
Genre		
Homme	606	67,9
Femme	287	32,1
Catégorie Socio-Professionnelle		
Haut-cadre	9	1,0
Fonctionnaire/cadre moyen	120	13,4
Commerçant	178	19,9
Travailleur du secteur informel ^a	233	26,1
Ouvrier agricole/agriculteur	30	3,4
Sans-emploi	207	23,2
Ouvrier de manufacture	90	10,1
Forces de l'ordre	13	1,4
Autre	13	1,4
Type d'usager		
Piéton	246	27,6
2-roues ^b	96	10,8
Véhicule léger 4 roues	193	21,7
Bus / Minibus	340	38,2
Poids lourds	13	1,5
Autre	2	0,2
Position dans le véhicule		
Conducteur	146	22,9
Passager	492	77,1
Devenir de la victime		
Retour au domicile	632	72,1
Hospitalisée	218	24,9
Décédée	27	3,1
Type de voie (ou a eu lieu l'AVP):		
Autoroutes / Voie rapide	392	44,0
Route Départementale	135	15,2
Route Municipale	347	38,9
Route non bitumée	15	1,7
Heure de l'accident		
6:01AM -12:00AM	295	34,3
12:01PM-18:00PM	303	35,2
18:01PM-00:00PM	238	27,6
00:01AM-6:00AM	25	2,9
Jour de l'accident		
Jour ouvrable	434	48,9
Fin de semaine (weekend)	453	51,1

^a *secteur informel = hors du système légal selon le Code du travail en vigueur en Côte d'Ivoire (économie souterraine)*

^b *2 roues = 2 roues motorisés et bicyclettes*

^c *N total peut varier pour chaque variable étudiée à cause des données manquantes*

3.3 Non-réponses

Sous le terme « non-réponses » sont regroupées ici toutes les formes de données manquantes : le refus de répondre à la question, l'impossibilité de réaliser un test du fait de l'état de la victime ou du manque de matériel, la perte de l'information, l'oubli de compléter la rubrique, etc.

3.3.1 Taux de non-réponses et identification des items problématiques

La qualité du recueil des données a été évaluée par le pourcentage de valeurs manquantes pour les différentes variables au niveau des deux types de questionnaires, à savoir celui des urgences chirurgicales (victimes survivantes) et de l'Institut de Médecine Légale (victimes décédées) ainsi que celui des services de la police et de la gendarmerie.

⇒ *Questionnaires Urgences et IMLA* (voir Tableau 7)

Globalement, le questionnaire est relativement bien complété avec un taux de données manquantes très faible pour la majorité des variables, néanmoins quelques variables sont moins bien remplies.

Parmi les cinq sections du questionnaire, la moins bien renseignée est celle relative à la réalisation des **examens toxicologiques**. En effet, près de **61% des résultats de dépistages** des stupéfiants et médicaments psychotropes sont manquants, alors que **25% des résultats de l'éthylotest et du dosage de l'alcoolémie** sont manquants. Sur 220 victimes ayant des données manquantes pour le test éthylométrique, 59 n'ont pas subi de dosage de l'alcoolémie par CPG (26,8%). Parmi les 222 victimes n'ayant pas subi de dosage d'alcoolémie par CPG, 63 n'ont pas de résultat du dépistage éthylométrique, soit 28,4%.

Il convient de préciser que la réalisation d'un prélèvement sanguin ou urinaire est effectivement cochée sur le questionnaire, respectivement dans 99,4% et 98,8% des cas. Toutefois, le nombre de prélèvements retracés et effectivement disponibles pour la réalisation des analyses toxicologiques est en réalité plus faible qu'attendu, soit 40% pour les urines et 75% pour le sang.

Au niveau des **circonstances de l'accident** décrites par les victimes, chez **38%** d'entre elles l'information sur le nombre total de victimes blessées ou tuées dans l'AVP était absente.

Tableau 7 : Taux de non-réponse aux différents items des questionnaires aux urgences chirurgicales du CHU de Yopougon (n=871) et à l'IMLA (n=22), (étude ASMA-CI)

Variables	N total	N manquants	% données manquantes
<i>Sociodémographique</i>			
Age	893	64	7,2%
Genre	893	0	0,0%
Lieu de résidence	893	24	2,7%
Profession	893	13	1,4%
<i>Profil usager</i>			
Type d'usager	893	2	0,2%
Place dans le véhicule	893	1	0,1%
Permis	893	54	6,1%
Type de trajet	893	98	11,0%
Equipement sécurité	893	26	2,9%
<i>Examen clinique</i>			
Score de Glasgow	871	0	0,0%
Tension Artérielle	871	29	3,3%
Cycle respiratoire	871	76	8,7%
Devenir victime	893	16	1,8%
Description des lésions	893		
<i>Toxicologie</i>			
Test éthylométrique	871	220	25,2%
Prélèvement sang	893	5	0,6%
Prélèvement urine	893	11	1,2%
Dosage alcoolémie	893	222	24,9%
Dépistage drogues	893	543	60,8%
<i>Accident</i>			
Heure	893	32	3,6%
Lieu	893	8	0,9%
Catégorie de voie	893	3	0,3%
Antagoniste	893	17	1,9%
Nombre de victimes	893	340	38,1%

⇒ **Fiche d'extraction de données des procès-verbaux de la police et de la gendarmerie**

Parallèlement, nous avons tenté de retracer les procès-verbaux des accidents dans lesquels les victimes recrutées au C.H.U. de Yopougon et à l'IMLA étaient impliquées.

Au total, 108 procès-verbaux correspondant aux accidents des victimes incluses dans notre étude ont pu être retracés. Ces procès-verbaux concernent uniquement des conducteurs (n = 46/145, 31,7%) et des piétons (n = 61/245, 24,9%), et représentent 27,7% (108/390) de ces deux catégories d'usagers. Aucun procès-verbal n'était disponible pour les passagers de véhicules victimes d'AVP.

Pour les piétons, les variables relatives au véhicule sont celles relatives au véhicule qui l'a percuté. Au niveau des procès-verbaux d'accident de la circulation, les variables les moins bien renseignées sont celles relatives à la confirmation d'une manœuvre d'évitement par le véhicule impliqué dans l'AVP (17,6%), et la détention ou non d'un permis de conduire par l'usager impliqué dans l'AVP (10,2%).

Toutefois, chez les conducteurs de véhicule à quatre roues ou deux-roues l'information sur la détention du permis de conduire est mentionnée dans 100% des cas (Tableau 8).

Tableau 8 : Taux de non-réponse dans les données extraites à partir des procès-verbaux d'accident de la voie publique de la police ou gendarmerie (étude ASMA-CI)

Variables	N total	N manquants	% manquants
Sociodémographique			
Age	108	9	8,3%
Lieu de résidence	108	2	1,8%
Profession	108	3	2,8%
Profil usager			
Type d'utilisateur	108	1	0,9%
Permis de conduire	108	11	10,2%
Propriétaire du véhicule	108	4	3,7%
Circonstances de l'accident			
Heure de l'accident	108	1	0,9%
Minute de l'accident	108	6	5,5%
Lieu	108	0	0,0%
Antagoniste	108	0	0,0%
Nombre de victimes	108	3	2,8%
Catégorie de véhicule	108	5	4,6%
Etat général du véhicule	108	5	4,6%
Etat des pneumatiques	108	6	5,5%
Visite technique à jour	108	5	4,6%
Assurance à jour	108	5	4,6%
Visibilité	108	2	1,8%
Etat de la chaussée	108	1	0,9%
Infraction au code routier	108	4	3,7%
Manœuvre d'évitement	108	19	17,6%
Constat			
Attribution responsabilité	108	5	4,6%

3.3.2 Distribution des non-réponses relatives à l'alcool et aux substances psychoactives dans l'échantillon

Les données manquantes concernant l'alcool et les substances psychoactives ne sont pas rares et concernent les variables d'intérêt principal de notre étude. L'élimination des individus avec des données manquantes sur ces variables conduit-elle à introduire un biais de sélection dans l'échantillon ? Pour répondre à cette question, nous avons comparé le groupe des répondants et celui des non répondants en ce qui concerne la distribution des principales caractéristiques telles que : l'âge, le sexe, la profession, le type d'utilisateur, le devenir de la victime, le type de voie de circulation, le jour et le moment de l'accident.

⇒ *Non-réponses liées aux tests éthylométriques*

Tableau 9 : Distributions comparées entre les victimes ayant des données disponibles et celles ayant des données manquantes pour les résultats des tests éthylométriques

Variables	Données dépistage éthylométrique disponible		Données dépistage éthylométrique manquantes		Test Chi 2 (p-value)
	N	%	N**	%	
Sexe	649		220		
Homme	421	64,9	167	75,9	< 0,005
Femme	228	35,1	53	24,1	
Age	638		218		
Inconnu	44	6,9	16	7,3	< 0,05
< 30 ans	285	44,7	90	41,3	
30-40 ans	171	26,8	76	34,9	
40-50 ans	90	14,1	16	7,3	
> 50 ans	48	7,5	20	9,2	
Catégorie socioprofessionnelle :	649		220		
Haut-cadre	7	1,1	2	0,9	NS*
Cadre moyen	87	13,4	31	14,1	
Commerçant	135	20,8	40	18,2	
secteur informel	169	26,0	56	25,4	
Ouvrier agricole	19	2,9	10	4,5	
Sans-emploi	159	24,5	41	18,6	
Ouvrier manufacture	59	9,1	30	13,6	
Forces de l'ordre	7	1,1	6	2,7	
Autre	7	1,1	4	1,8	
Type d'usager	645		218		
Conducteur	102	15,8	40	18,4	NS*
Piéton	170	26,4	67	30,7	
Passager	373	57,8	111	50,9	
Devenir	638		215		
Retour au domicile	501	78,5	130	60,5	< 0,0001
Hospitalisation	137	21,5	80	37,2	
Décès	0	0	5	0,6	
Type de voie	647		218		
Autoroute/V. rapide	291	45,0	83	38,1	NS*
route départementale	99	15,3	35	16,1	
route municipale	249	38,5	92	42,2	
route non bitumée	8	1,2	8	3,7	
Jour de l'AVP	644		219		
Jour ouvrable	319	49,5	99	45,2	NS*
Fin de semaine	325	50,5	120	54,8	
Moment de l'AVP	629		209		
Journée	440	69,9	137	65,5	NS*
Nuit	189	30,1	72	34,5	

* NS : Non Significatif statistiquement au seuil $p= 0,05$

** Les sujets décédés sur le coup (IMLA) ont été systématiquement exclus de l'analyse ($n = 22$)

Globalement, les victimes ayant des résultats disponibles suite au test éthylométrique et celles ayant des données manquantes sont assez comparables relativement à la majorité des caractéristiques étudiées. Il faut cependant noter, que le sexe, l'âge et le devenir de la victime sont significativement associés aux données manquantes pour les tests éthylométriques.

En effet, la proportion d'hommes est plus importante dans le groupe de victimes n'ayant pas de résultats de tests éthylométriques par rapport au groupe ayant des données disponibles pour le test éthylométrique. Les victimes dans la tranche de 30 à 40 ans sont en proportion plus importantes dans le groupe des victimes ayant des données manquantes pour le test éthylométrique. Enfin, Les victimes hospitalisées sont surreprésentées dans le groupe des non-répondants au test éthylométrique (Tableau 9).

Le questionnaire prévoyait un item afin de relever la raison de la non-réalisation du test éthylométrique. Dans 36,2% des cas, la non-réponse est due à la non-disponibilité du matériel, dans 20,6% à un refus de la victime, dans 15,6% à l'état de la victime (coma, inconscience, dyspnée, traumatismes graves) et pour plus de 32 % des victimes la raison n'est pas mentionnée.

⇒ *Non-réponses liées au dépistage des substances psychoactives*

Tableau 10 : Distributions comparées entre les victimes ayant des données disponibles et celles ayant des données manquantes pour le dépistage des substances psychotropes

Variables	Données substances psychoactives disponibles		Données substances psychoactives manquantes		Test Chi 2 (p-value)
	N	%	N	%	
Sexe	339		552		
Homme	218	64,3	386	69,9	NS
Femme	121	35,7	166	30,1	
Age	333		545		
Inconnu	18	5,4	46	8,4	NS
< 30 ans	152	45,7	236	43,3	
30-40 ans	92	27,6	157	28,8	
40-50 ans	48	14,4	60	11,0	
> 50 ans	23	6,9	46	8,4	
Catégorie socio-professionnelle :	339		552		
Haut-cadre	3	0,9	6	1,1	NS
Cadre moyen	47	13,9	72	13,0	
Commerçant	74	21,8	104	18,8	
secteur informel	93	27,4	140	25,4	
Ouvrier agricole	12	3,5	17	3,1	
Sans-emploi	79	23,3	128	23,2	
Ouvrier manufacture	26	7,7	64	11,6	
Forces de l'ordre	3	0,9	10	1,8	
Autre	2	0,6	11	2,0	
Usager	339		543		
Conducteur	35	10,3	110	20,3	< 0,0001
Piéton	96	28,3	159	29,3	
Passager	218	64,3	274	50,5	
Devenir	338		537		
Retour au domicile	267	79,0	365	68,0	< 0,0001
Hospitalisation	63	18,6	154	28,7	
Décès	8	2,4	18	3,3	
Type de voie	339		549		
Autoroute/V. rapide	155	45,7	235	42,8	NS
route départementale	55	16,2	81	14,7	
route municipale	120	35,4	225	41,1	
route non bitumée	9	2,7	7	1,3	
Jour de l'AVP	336		549		
Jour ouvrable	171	50,9	263	47,9	NS
Fin de semaine	165	49,1	286	52,1	
Moment de l'AVP	326		553		
Journée	228	69,9	368	69,0	NS
Nuit	98	30,1	165	31,0	

L'étude de la distribution de la non-réponse au dépistage des substances psychoactives, montre également que, d'une façon générale, les victimes sont réparties assez uniformément entre les groupes des répondants et des non répondants. Toutefois, le type d'utilisateur et le devenir de la victime sont significativement associés à la non-réponse. Ainsi, nous retrouvons une proportion de conducteurs deux fois plus importante dans le groupe des non-répondants par rapport au groupe

des répondants. De même, les victimes hospitalisées sont clairement surreprésentées dans le groupe des non-répondants par rapport au groupe des répondants (Tableau 10).

L'analyse des raisons pour lesquelles le dépistage de substances n'avait pas été réalisé (n = 552), révèle que dans 40,5% des cas les échantillons d'urine étaient intraquables (perdus, détériorés, mal étiquetés, non analysés). Les autres raisons sont représentées sur la Figure 11.

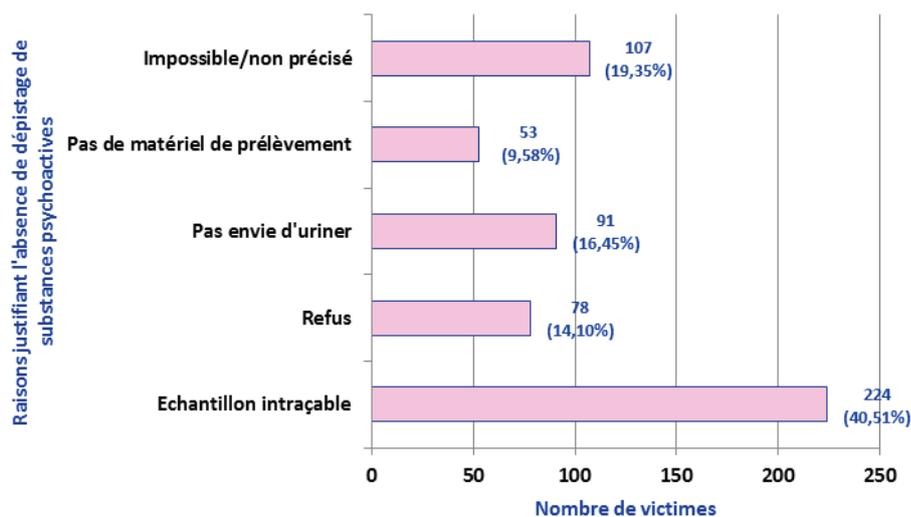


Figure 11: Répartition des raisons de non-réponse au dépistage urinaire de substances psychoactives chez les victimes d'AVP recrutées au CHU de Yopougon (étude ASMA-CI)

⇒ *Non-réponses liées aux résultats du dosage de l'alcoolémie*

Tableau 11 : Distributions comparées entre les victimes ayant des résultats disponibles et celles ayant des données manquantes pour le dosage de l'alcoolémie

Variables	Données dosage alcoolémie disponibles		Données dosage alcoolémie manquantes		Test Chi 2 (p-value)
	N	%	N	%	
Sexe	670		221		
Homme	466	69,5	138	62,4	< 0,05
Femme	204	30,5	83	37,6	
Age	657		221		
Inconnu	49	7,5	15	6,8	NS
< 30 ans	306	46,6	82	37,1	
30-40 ans	178	27,1	71	32,1	
40-50 ans	78	11,9	30	13,6	
> 50 ans	46	7,00	23	10,4	
Catégorie socio-professionnelle :	670		221		
Haut-cadre	7	1,0	2	0,9	NS
Cadre moyen	93	13,9	26	11,8	
Commerçant	134	20,0	44	19,9	
secteur informel	172	25,7	61	27,6	
Ouvrier agricole	23	3,4	6	2,7	
Sans-emploi	165	24,6	42	19,0	
Ouvrier manufacture	61	9,1	29	13,1	
Forces de l'ordre	7	1,0	6	2,7	
Autre	8	1,2	5	2,3	
Usager	663		219		
Conducteur	109	16,4	36	16,4	< 0,005
Piéton	203	30,6	42	19,2	
Passager	351	52,9	141	64,4	
Devenir	664		211		
Retour au domicile	476	71,7	156	73,9	NS
Hospitalisation	166	25,0	51	24,2	
Décès	22	3,3	4	1,9	
Type de voie	667		221		
Autoroute/V. rapide	289	43,3	101	45,7	< 0,005
route départementale	88	13,2	48	21,7	
route municipale	275	41,2	70	31,7	
route non bitumée	15	2,3	2	0,9	
Jour de l'AVP	667		218		
Jour ouvrable	318	47,7	116	53,2	NS
Fin de semaine	349	52,3	102	46,8	
Moment de l'AVP	647		212		
Journée	449	69,4	147	69,3	NS
Nuit	198	30,7	65	30,7	

A l'exception du type d'usager et du type de voie de circulation, toutes les autres caractéristiques des victimes sont uniformément distribuées entre le groupe de victimes avec un niveau d'alcoolémie connu (répondants) et celui avec une alcoolémie inconnue (non-répondants).

Nos résultats suggèrent que le type d'usager et le type de voie sont significativement associés à l'absence de résultats de dosage de l'alcoolémie. Nous constatons que les passagers sont plus souvent représentés dans le groupe des non-répondants par rapport au groupe des répondants,

alors que les piétons le sont moins souvent. En outre, les victimes pour lesquelles l'AVP s'était produit sur une route départementale étaient plus souvent représentés dans le groupe ayant des résultats manquants pour le dosage de l'alcoolémie. En revanche, la proportion de victimes accidentées sur une route municipale était moins importante chez les non-répondants par rapport aux répondants (Tableau 11).

La principale raison justifiant l'absence de résultat pour le dosage de l'alcoolémie est liée à la non-traçabilité de l'échantillon de sang de la victime au niveau de laboratoire de toxicologie dans 54% des cas (Figure 12).

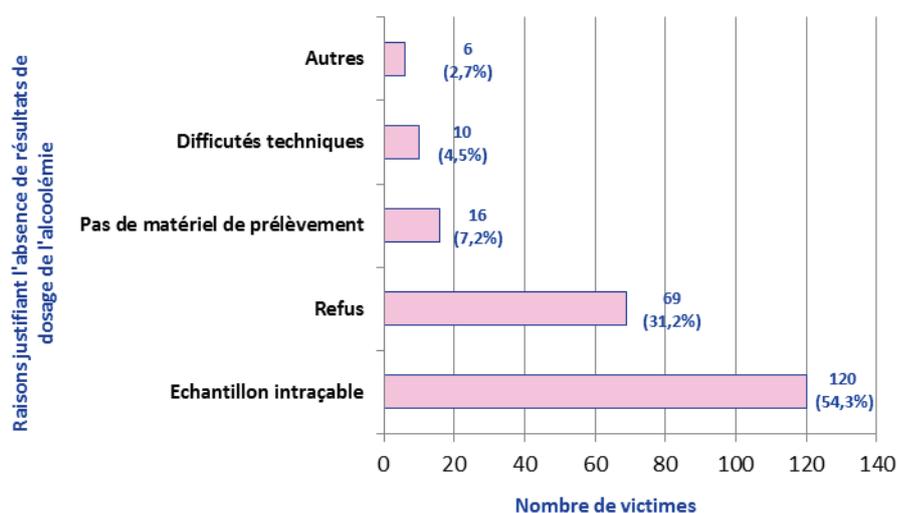


Figure 12: Répartition des raisons des résultats manquants pour le dosage de l'alcoolémie chez les victimes d'AVP recrutées au CHU de Yopougon (étude ASMA-CI)

3.4 Concordance entre les deux sources de données

Notre objectif était d'évaluer si l'une des sources pouvait être utilisée pour pallier les données manquantes ou aberrantes dans l'autre source et vice-et-versa, ou de vérifier la fiabilité des données par rapport à une source de référence (PV police pour les données accidentologiques par exemple).

Les variables clés suivantes ont été testées:

- ⇒ Sociodémographiques : âge, sexe, profession
- ⇒ Type d'utilisateur : classification conducteur ou piéton
- ⇒ Accidentologiques : heure accident, antagoniste

L'analyse de concordance a été réalisée pour 108 victimes admises aux urgences ou à l'IMLA et pour lesquelles les procès-verbaux d'AVP correspondant ont été retrouvés, sachant que les PV ne concernaient que les conducteurs et piétons (108/390 soit 27,7%).

⇒ *Analyse de la concordance sur la variable « Age »*

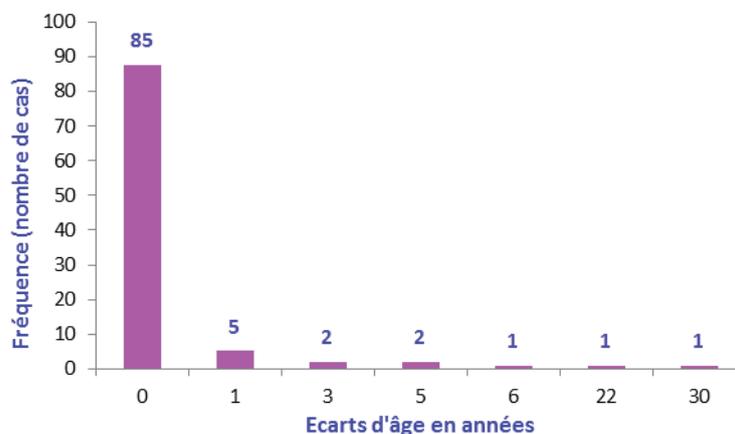


Figure 13 : Fréquence des écarts d'âge observés entre la source de données hospitalière et la source de données policière (N = 97, étude ASMA-CI)

Dans 87,6% des cas, l'âge rapporté dans le questionnaire aux urgences est en concordance avec celui relevé dans les procès-verbaux des constats de la police ou de la gendarmerie. Dans 5,1% des cas, l'écart entre les deux sources de données est de seulement 1 an. Enfin, l'écart varie de 3 à 30 ans chez 7,2% des victimes (Figure 13).

⇒ *Analyse de la concordance sur la variable « heure de l'AVP »*

Chez 4 victimes sur 10 incluses dans l'analyse, l'heure de l'accident déclarée par les victimes admises aux urgences suite à un AVP est strictement identique à celle consignée par la police/gendarmerie dans les procès-verbaux d'AVP. Dans près de 8 cas sur 10 la différence entre l'heure de l'AVP rapportée par la victime aux urgences et celle relevée par la police est inférieure ou égale à 60 minutes (Figure 14). Globalement, l'écart moyen entre l'heure relevée aux urgences et celle rapportée par la police est de l'ordre de 40 minutes.

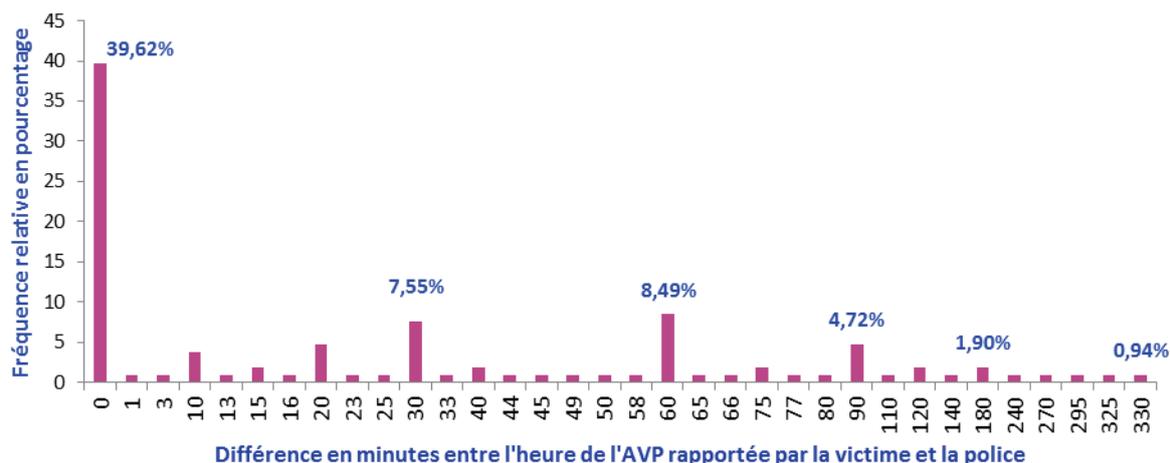


Figure 14 : Ecart en minutes entre l'heure de l'accident rapportée par la victime aux urgences et l'heure indiquée sur le procès-verbal de la police/gendarmerie (N = 106)

⇒ **Analyse de la concordance sur la variable « sexe »**

La comparaison entre les données hospitalières et policières par rapport à la variable sexe montre une concordance parfaite. En effet, dans 100% des cas, le sexe de la victime rapporté dans le questionnaire des urgences est en concordance avec celui rapporté sur le procès-verbal d'AVP de la victime.

⇒ **Analyse de la concordance sur la variable « profession »**

La profession des victimes d'AVP a été classée selon 9 catégories socioprofessionnelles décrites dans le Tableau 6. Dans 8 cas sur 10, la catégorie socioprofessionnelle attribuée à la victime dans le questionnaire des urgences correspond exactement à celle rapportée dans le procès-verbal de l'AVP de la victime (Figure 15).

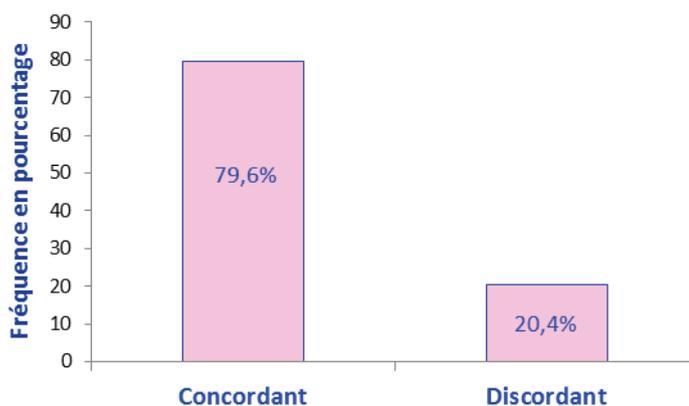


Figure 15 : Analyse de la concordance entre les données hospitalières et policières par rapport à la classification des victimes selon leur catégorie socioprofessionnelle (N = 108)

⇒ *Analyse de la concordance sur la variable « type d'utilisateur »*

Dans 100% des cas inclus dans notre analyse, le type d'utilisateur décrit dans le questionnaire administré à la victime aux urgences correspond au type d'utilisateur renseigné dans le procès-verbal de l'AVP.

⇒ *Analyse de la concordance sur la variable « antagoniste »*

Le type d'antagoniste dans notre enquête est représenté par 14 modalités. Dans 54,6% des cas la description de l'antagoniste dans le questionnaire des urgences correspond exactement à celle rapportée dans le procès-verbal de la police. Dans 15,7% des cas un véhicule léger (VL) dans l'une des sources est codé véhicule 4 x 4 dans l'autre source, ou un bus/minicar dans la première source est codé poids lourds (PL) dans la deuxième source. Dans les autres cas (29,6%), la discordance dans la description de l'antagoniste est totale (exemples : Véhicule Léger / Moto ; Minicar / Mobylette ; Véhicule Léger / Piéton).

4. DISCUSSION

⇒ *L'implémentation du protocole initial : succès et difficultés*

Le délai d'obtention des autorisations pour l'étude fut relativement court (~ 1 mois). En effet, l'étude ASMA-CI a bénéficié d'un contexte international favorable lié à la « *Décennie d'Action pour la Sécurité Routière 2011-2020* » décrétée par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). Ainsi, l'ensemble des acteurs se sont montrés très ouverts à ce type de recherche. Par ailleurs, notre appartenance au milieu médical/hospitalier et les collaborations antérieures (études et publications) ou actuelles (expertises et dosages toxicologiques de routine) avec les services concernés, ont favorisé une bonne collaboration sur le projet ASMA-CI.

Toutefois, le contexte socio-politique particulier qui a entouré cette étude a engendré quelques contraintes dans la mise en œuvre du protocole de recherche initial. La situation de conflit post-électoral (2011), survenue en cours d'étude, a entraîné la perte ou la détérioration du stock de réactifs prévu pour le dosage des substances psychoactives dans le sang par UPLC-MS ou HPLC-BD. Par conséquent, nous avons été contraints d'abandonner la réalisation des dosages sanguins de stupéfiants et médicaments psychoactifs chez les victimes d'AVP prévue dans le protocole initial. Cette situation imprévue, nous a conduits à réviser un de nos objectifs de recherche qui visait à évaluer si les victimes étaient sous l'influence de substances psychoactives (hors alcool) au moment de l'AVP. Par défaut, nous nous sommes donc limités à un dépistage

urinaire qualitatif chez ces victimes qui ne permet pas de confirmer si elles étaient ou non sous l'influence des substances détectées au moment de l'AVP. Malgré tout cette approche demeure d'un grand intérêt dans un contexte d'absence de données et vu le caractère exploratoire de notre étude.

En outre, à la fin de cette crise, le gouvernement a décrété la « gratuité des soins pour tous », ce qui a occasionné un afflux massif de patients vers les CHU et très rapidement une pénurie/rupture importante de médicaments et de matériels de soins. Cela a engendré des emprunts et des vols de matériels prévus pour notre étude, avec pour conséquence principale l'indisponibilité du matériel au moment de réaliser les prélèvements urinaires ou sanguins. Cette situation explique en grande partie l'ampleur des résultats de tests toxicologiques manquants dans notre étude.

Par ailleurs, les fermetures inopinées des services d'urgences en cours d'étude nous ont contraints à limiter l'étude au CHU de Yopougon avec une réduction de la durée du recueil de données et de la taille de notre échantillon final. En outre, le personnel en sous-effectif dans les services d'urgences et à l'IMLA constituait également un obstacle au recrutement des victimes et au recueil de données. Le ratio médecin/patient en Afrique constitue un véritable problème dans la prise en charge et l'encadrement des malades. Selon le récent audit du Ministère de l'Economie et des Finances de Côte d'Ivoire (2013), les ratios actuels sont de 1 médecin pour 6459 habitants, soit 0.15 médecin pour 1.000 habitants (en France on constate 3.33 médecins pour 1.000 habitants en 2013) et 1 infirmier pour 2826 habitants (www.statistiques-mondiales.com/medecins.htm, consulté le 15 décembre 2014). En conséquence, la conduite d'une étude telle qu'ASMA-CI, impliquant le renseignement d'un questionnaire et la réalisation de prélèvements, constitue une charge supplémentaire de travail pour le personnel de santé résident. Afin de contourner cette difficulté et d'optimiser le recueil de données, il a fallu recruter du personnel médical spécialement dédié à l'étude.

Enfin, l'inexistence de procédure spécifique de documentation des informations sur les victimes d'AVP admises aux urgences, pose le problème de la traçabilité de ces victimes à des fins de recherche. Afin de combler cette lacune, nous proposons un masque de saisie des données aux urgences afin d'enregistrer les données en continu et de rendre possible la surveillance épidémiologique systématique sur les AVP (voir [Annexe 9](#) et [Annexe 10](#)).

⇒ *Non exhaustivité et représentativité de l'échantillon*

Notre étude vise à améliorer la connaissance des accidents de la route en Côte d'Ivoire (25,2 millions d'habitants). Plus précisément, elle a pour ambition de mieux connaître les accidents de

la route de la région d'Abidjan (5,4 millions d'habitants), zone géographique de taille plus compatible avec les moyens humains et financiers qui nous ont été alloués. La population cible est donc la population des victimes d'AVP à Abidjan. En l'absence de statistiques fiables, il n'est possible de connaître ni la taille ni les caractéristiques de cette population cible.

Par ailleurs, afin d'être en mesure de disposer du bilan lésionnel complet et de pouvoir réaliser tous les dosages toxicologiques, notre étude prévoyait une inclusion des victimes au niveau des CHU. Sont donc exclues toutes les victimes consultant un dispensaire, un centre médical ou leur médecin traitant. Elles sont généralement atteintes de lésions de moindre gravité. La population source est donc constituée de l'ensemble des victimes d'accidents de la route ayant consulté un CHU à Abidjan sur la période d'étude. Nous n'avons pas d'information sur la proportion de victimes d'AVP admise dans les CHU de la capitale, par rapport à l'ensemble des victimes d'AVP sur la même zone géographique. Toutefois, une estimation sommaire du nombre de victimes d'AVP consultant dans leur CHU nous a été fournie par les chefs de service des urgences des différents CHU d'Abidjan. Nous nous sommes également appuyés sur l'étude de Konan (18) qui rapporte le chiffre de 345 victimes d'AVP admises aux urgences du CHU de Yopougon sur une période de 30 jours dont 293 âgés de 15 ans et plus. Etant donné l'absence de procédure d'enregistrement systématique des patients consultant aux urgences, il n'est pas certain que ce chiffre soit constant dans le temps. De ces éléments, nous avons estimé que la taille de notre population source se situait approximativement entre 5 000 et 6 000 victimes sur une année.

Les urgences de deux CHU, Treichville et Cocody, étant indisponibles durant la période de l'étude, nous avons été contraints de restreindre le recueil au seul CHU de Yopougon. La majorité des victimes qui auraient été évacuées vers ces 2 structures a été redirigée vers le CHU de Yopougon. Evidemment, le CHU de Yopougon ne pouvant pas recevoir toutes les victimes, certaines ont été évacuées vers d'autres structures (Hôpital Militaire d'Abobo, hôpitaux généraux). Nous pensons raisonnablement pouvoir faire l'hypothèse que les victimes qui étaient redirigées vers les autres structures sanitaires appartenaient à la même population que celles admises au CHU de Yopougon. Ces fermetures ont cependant conduit à la réduction de la taille de l'échantillon. Ce phénomène a également été amplifié par des fermetures non planifiées des urgences du CHU de Yopougon. Le CHU ne disposant pas de listing des entrées, il n'est pas possible de comparer notre échantillon à celui de l'ensemble des victimes éligibles. Les équipes d'enquêteurs étant dimensionnées pour un recueil exhaustif (en journée, la nuit et le week-end), il est raisonnable de penser qu'elles ont visé et quasiment atteint cet objectif.

Enfin, notre enquête devait se dérouler sur une période d'une année. Elle a été limitée à six mois. Elle s'est tenue entre le 1^{er} mars et le 30 septembre 2012. Des phénomènes de saisonnalité

peuvent affecter la composition de notre échantillon. Ainsi, certaines périodes festives, comme les fêtes de fin d'année, connues pour augmenter le nombre de victimes, ne sont pas incluses dans l'échantillon. Toutefois, la période retenue pour l'enquête offre l'avantage de couvrir toutes les variétés de climats (mars : grande saison sèche, avril et août : saison sèche, mars à juillet : grande saison des pluies et septembre : petite saison des pluies) permettant de garantir la diversité des types d'accidents inclus.

Au final, la taille de notre échantillon est de 893 victimes incluses dans l'étude sur une période de 6 mois. Elle a été réduite d'un tiers relativement à ce qui était attendu au départ, ce qui a un effet sur la puissance des tests statistiques mis en œuvre. Les moyens de mesurer les éventuels biais de sélection ne sont pas très nombreux mais il n'y a pas de raisons majeures de penser que notre échantillon soit très différent des victimes d'AVP admises habituellement aux CHU d'Abidjan.

⇒ *La non-réponse aux items des questionnaires*

L'analyse de la non-réponse pour les variables relatives aux analyses toxicologiques, montre que les victimes non-répondantes (résultats toxicologiques inconnus) ne sont pas significativement différentes des répondants (résultats toxicologiques connus et disponibles). En effet, la majorité des caractéristiques des victimes sont uniformément distribuées entre les deux groupes. Toutefois, on note que les variables *sexe*, *âge* et *devenir de la victime* sont significativement associées à la non-réponse au test éthylométrique. La proportion relativement plus élevée de résultats manquants chez les sujets hospitalisés pourrait s'expliquer par l'état plus grave de ces derniers qui ne leur permettaient pas de se soumettre au test éthylométrique. L'état de santé de la victime compte pour 15,6% des motifs de non-réponses au test éthylométrique. Par contre, dans plus d'un tiers des cas, la non-réponse est liée à l'indisponibilité du matériel qui était très probablement aléatoire et indépendante du niveau d'alcool dans l'air expiré de la victime. Ceci dit, nous ne pouvons pas totalement écarter la probabilité d'un biais de sélection qui pourrait notamment être induit par le refus des victimes de se soumettre au test éthylométrique (20,6% des non-réponses) ou la gravité de leur état.

Il en est de même pour les victimes ayant effectivement subi un dépistage urinaire de substances psychoactives qui ne diffèrent de celles qui n'ont pas de résultats de dépistage que par le *type d'usager* et le *devenir de la victime*. On pourrait s'interroger sur les raisons pour lesquelles les conducteurs étaient deux fois plus nombreux à ne pas subir de dépistage pour les substances psychotropes que ceux qui sont dépistés. Nos résultats indiquent que la raison majeure de l'absence de résultats de dépistage de substances chez les victimes est le défaut de traçabilité des

échantillons (perdus, mal étiquetés, détériorés). Nous pouvons raisonnablement estimer que la répartition de la présence de substances dans les échantillons intraçables est la même que pour les échantillons analysés. Autrement dit, la non traçabilité des échantillons n'est pas associée au résultat du dépistage.

Toutefois, vu le pourcentage élevé de données manquantes et afin de nous prémunir d'un biais éventuel pouvant être induit par les refus (14,1%) ou le manque d'envie d'uriner (16,5%), nous envisagerons deux possibilités: 1) Exclure la variable de nos analyses ou, 2) Créer une modalité « données manquantes » pour voir si elle se comporte plutôt comme les positifs ou comme les négatifs.

En ce qui concerne le dosage de l'alcoolémie par CPG-FID, la proportion de données manquantes est de 24,9%, dont 51,8% sont attribués à des échantillons intraçables. La proportion d'alcoolémies inconnues dans notre étude est comparable à celle observée dans une large étude française conduite par le SETRA qui rapporte un taux de 21,3% (153).

Pour l'évaluation de la prévalence d'alcoolisation, nous envisagerons soit la restriction des analyses aux victimes ayant des valeurs pour l'alcoolémie, soit de créer une modalité « données manquantes » en fonction de nos objectifs.

⇒ *La concordance entre la source hospitalière et la source policière*

Une seule source de données ne peut fournir suffisamment d'informations afin d'offrir une image complète sur le traumatisme routier et une compréhension approfondie des mécanismes sous-jacents (154, 155).

En outre, il s'agit d'une recommandation pour améliorer la méthodologie de collecte de données sur les accidents qui entraînent des traumatismes non mortels. Nous nous sommes donc attelés à étudier la convergence des données hospitalières et policières, afin de déterminer la faisabilité et la validité du couplage de ces deux sources dans le cadre de notre étude.

Le taux de couplage entre les sources hospitalière et policière est de 27,7%, ce qui représente un taux plus élevé que celui retrouvé dans une étude menée en France entre 2005 et 2008. En effet, Orriols et al, dans une étude évaluant le risque d'AVP associé aux médicaments de prescription chez les conducteurs en France, ont couplé les données de l'assurance maladie et les données policières. Le taux d'extraction et d'appariement des données entre les deux sources était de seulement 20% (114).

En revanche, dans une étude réalisée en Nouvelle Zélande sur une période de 5 ans incluant des 2-roues motorisés victimes d'un AVP non mortel, 46% des victimes admises aux urgences avaient pu être couplées aux données policières (156).

Bien que supérieur à celui rapporté par Orriols, le pourcentage d'appariement des victimes dans notre étude reste relativement faible. Cela pourrait, en partie, s'expliquer par le fait que l'enregistrement des AVP par la police se heurte en Côte d'Ivoire à un certain nombre de difficultés, parmi lesquelles les règlements à l'amiable entre protagonistes, même dans les cas de blessures graves, et le manque de ressources des forces de l'ordre (véhicules, carburant, formulaires, imprimantes, encre, etc).

Nous avons conduit une étude de concordance de l'information entre les deux sources sur des variables qui sont des facteurs de confusion potentiels dans l'évaluation du risque d'AVP en fonction de l'usage de substances. Il était donc important de s'assurer de la fiabilité de l'information relative à ces facteurs de risque.

Concernant les facteurs comme le sexe, l'âge et le type d'usager la concordance entre les données hospitalières et policières étaient quasi-parfaite.

Toutefois, des écarts notables entre les deux sources subsistent, principalement en raison du fait que certains concepts ne sont pas explicités clairement (la notion d'antagoniste), que les sources ne sont pas les mêmes et qu'il peut y avoir des confusions/approximations au niveau de certaines définitions de concepts (type de véhicule, profession). Pour les études futures, Il conviendra d'harmoniser les concepts et variables enregistrées aux urgences et par la police, afin d'optimiser le couplage des données et leurs analyses.

Enfin, l'évaluation de la convergence des deux sources sur l'heure de l'accident était primordiale pour la suite de notre étude. En effet, les écarts entre l'heure de l'AVP et l'heure du prélèvement sanguin aux urgences, jouent un rôle critique dans l'évaluation de l'alcoolémie au moment de l'AVP. Si l'heure du prélèvement relevée par le personnel médical peut être jugée comme fiable, en revanche l'heure de l'accident rapportée par la victime peut être affectée par l'état de choc, le traumatisme ou l'oubli.

Notre étude révèle que dans 79,2% des cas, l'écart entre les deux sources était inférieur à 60 minutes, avec un écart moyen de 40 minutes pour l'ensemble des victimes. Cet écart nous paraît acceptable et n'entraîne pas a priori une variation (erreur) trop importante dans l'estimation rétrograde de l'alcoolémie, sachant que l'alcool s'élimine de l'organisme à une vitesse d'environ 0,15 g/L/h. Les données hospitalières pourraient éventuellement être utilisées pour l'heure de l'AVP en l'absence de données policières (a priori plus fiables).

5. CONCLUSION

Notre étude de faisabilité a permis de répondre aux interrogations suivantes : 1) Est-il possible de mener une telle enquête au sein d'un service des urgences dans un pays africain à revenus faibles comme la Côte d'Ivoire ? 2) Les données policières sont-elles exploitables en complément des données hospitalières ?

Suite à une analyse situationnelle du contexte de pratique hospitalière en Côte d'Ivoire, un protocole de collecte de données médicales et toxicologiques adapté aux contraintes locales a alors été mis en place. Ces contraintes étaient essentiellement liées au manque de ressources humaines et matérielles existant, aggravé par le conflit socio-politique qui a précédé la collecte de données. Les limites étaient également d'ordre organisationnel, essentiellement liées à l'inexistence de procédures systématiques de collecte d'information et de système de traçabilité des victimes d'AVP admises aux urgences. Nous avons été contraints de travailler sur un échantillon de taille plus faible qu'attendu. Malgré cela, dans l'ensemble, la qualité des données recueillies était bonne avec relativement peu de données manquantes et très peu de différence entre les répondants et les non-répondants. Nous avons, toutefois, pu noter que les variables relatives à l'évaluation de l'usage d'alcool et d'autres substances psychoactives étaient associées à un niveau relativement élevé de non-réponse. L'analyse des motifs justifiant la non-réponse pour les tests toxicologiques a révélé qu'ils étaient dominés par l'absence de matériel et le défaut de traçabilité des échantillons. Nous estimons, néanmoins, que la non-traçabilité des échantillons n'était pas associée au résultat du test toxicologique et par conséquent n'induisait pas de biais de sélection dans notre échantillonnage. Par ailleurs, nous avons constaté une très bonne convergence entre les données hospitalières et policières, en dépit d'un taux de couplage relativement faible, mais confirmé par la littérature. Ce couplage pourrait être amélioré par l'harmonisation des concepts et définitions au niveau des instances hospitalières et policières. Enfin, l'heure de l'AVP, telle que rapportée par la victime aux urgences, semblait suffisamment fiable pour être utilisée dans une procédure d'approximation de l'alcoolémie de la victime au moment de l'AVP.

TROISIÈME PARTIE :

**VALIDATION D'UNE PROCÉDURE TOXICOLOGIQUE
DE QUANTIFICATION DE L'ALCOOLÉMIE CHEZ LES
VICTIMES D'ACCIDENTS CORPORELS DE LA CIRCU-
LATION ROUTIÈRE À ABIDJAN**

1. INTRODUCTION

Classiquement, le dosage de l'alcoolémie (concentration d'éthanol dans le sang) est réalisé dans le cadre de contrôles des forces de l'ordre pour confirmer un cas de conduite sous influence de l'alcool ou en état d'ébriété, ou de manière systématique en cas d'AVP conduisant à des traumatismes graves ou des décès.

Dans la grande majorité des pays développés, il existe des lois *per se* qui donnent une description détaillée des procédures de prélèvement sanguin, des conditions de conservation et d'analyse des échantillons en vue de la détermination de l'alcoolémie. En France, l'arrêté du 27/09/1972 (J.O. du 30/11/1972) et l'article R. 235-8 du code de la route précisent les méthodes et sites anatomiques de prélèvement in vivo et post-mortem. L'arrêté du 06/03/1986 stipule que la méthode par CPG est reconnue au plan légal pour le dosage de l'alcoolémie. Ces lois et procédures ont été élaborées à partir de données validées dans des laboratoires de recherche et de méthodes adaptées à la réalité du terrain.

En Côte d'Ivoire, la Loi n°63-527 du 26 décembre 1963 portant fixation des peines applicables à certaines infractions commises en matière de police de la circulation stipule :

Article 17 : « La preuve de l'état d'ivresse ou de l'état alcoolique sera déduite souverainement par le juge, des circonstances de fait constatées par l'agent verbalisateur et des tests, institués par décret en vue de déterminer l'existence ou la non-existence de cet état, auquel aura été soumis l'auteur de l'infraction. S'il y'a présomption de conduite en état d'ivresse, délit de fuite, homicide ou blessure involontaire ou contravention grave à la police du roulage, l'auteur de l'infraction sera tenu à se soumettre à ces tests.

Sera puni des peines de l'article 3 quiconque se refusera à cette obligation. Les contraventions ci-dessus visées sont celles prévues au 2^{ème} alinéa de l'article 9 ».

Par ailleurs, l'Arrêté n°3599/MTPTCU/DCTT du 3 juin 1978 stipule : « Toute personne qui aura conduit un véhicule alors qu'elle se trouvait, même en l'absence de tout signe d'ivresse manifeste, sous l'empire d'un état alcoolique caractérisé, **par la présence dans le sang d'un taux d'alcool pur supérieur ou égal à 0,80 gramme pour mille**, fera l'objet d'une suspension de son permis de conduire pour une durée de 3 mois ».

Cependant, pour être réprimée, la conduite sous l'empire d'un état alcoolique doit être très précisément chiffrée. Le taux relevé conditionne la qualification d'état alcoolique.

Malheureusement, tous ces textes de loi restent sans effets en raison de l'absence de décret/texte précisant les tests et procédures analytiques à exécuter en vue d'un dosage fiable de l'alcoolémie chez les potentiels contrevenants.

En outre, la détermination de l'alcoolémie peut s'avérer d'un grand intérêt dans une procédure en vue d'une réparation du dommage corporel ou matériel par les compagnies d'assurances.

Malheureusement, la législation actuellement en vigueur pêche par l'absence de directives ou d'instructions relatives aux procédures analytiques en vue du dosage de l'alcoolémie à des fins médico-légales. En outre, la présente loi ne donne aucune instruction concernant le prélèvement des échantillons sanguins ainsi que les conditions de transport et de conservation de ceux-ci avant le dosage au laboratoire.

Pourtant, la détermination de la concentration d'éthanol dans le sang et son interprétation chez les conducteurs, ou les victimes blessées ou tuées suite à un AVP ne sont pas simples/évidentes. La qualité et la fiabilité des résultats de l'alcoolémie dépendent étroitement à la fois de la qualité de la phase pré-analytique et de la qualité de la phase analytique.

D'un point de vue médico-légal, chacune des étapes conduisant à la détermination de l'alcoolémie doivent être prises en compte dans la validation de la fiabilité de la valeur de l'alcoolémie rapportée. Cet aspect est d'une importance capitale, en particulier dans les pays du sud en développement où les conditions de prélèvement et de conservation des échantillons sanguins sont souvent inadéquates. Par exemple, le climat chaud et humide, les délais d'acheminement des échantillons congelés, les coupures d'électricité et les fluctuations de tension, et les ouvertures fréquentes des réfrigérateurs peuvent entraîner la perte ou la génération d'alcool dans les échantillons sanguins (157).

Les conditions optimales de transport et de conservation des spécimens biologiques pour un dosage différé de l'alcoolémie, doivent être déterminées en prenant en compte tous ces facteurs.

Au niveau analytique, plusieurs méthodes utilisant des appareillages de plus en plus sophistiqués ont été développées au cours des dernières années. Cependant, étant donné le statut économique de la Côte d'Ivoire, il convient d'opter pour une procédure d'analyse qui soit peu coûteuse, fiable, valide, facile à mettre en œuvre, en fonction des moyens humains et matériels disponibles.

Dans notre étude (ASMA-CI), les victimes d'AVP étaient évacuées vers les urgences (survivants) ou l'Institut de Médecine Légale (décédés), où un échantillon de sang était prélevé en vue du dosage de l'alcoolémie. Une fois le prélèvement effectué sur la victime, celui-ci devait subir plusieurs étapes avant que le dosage de l'alcoolémie ne soit réalisé.

L'objectif de notre étude est de valider une procédure analytique/toxicologique de dosage de l'alcoolémie en tenant compte des spécificités et contraintes évoquées précédemment.

Après avoir décrit le matériel et les critères de validation de la procédure de dosage de l'alcoolémie, nous présentons les résultats obtenus sur des prélèvements effectués en Côte d'Ivoire. Ces résultats sont discutés en fonction des standards de référence et de la littérature internationale, afin d'émettre des recommandations en matière de transport, de conservation et d'analyse des échantillons de sang prélevés sur des victimes impliquées dans un AVP.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODE

2.1 Matériels et réactifs

- Système de Chromatographie en Phase Gazeuse (CPG) SHIMADZU 14A
- Détecteur à ionisation de flamme (FID)
- Colonne capillaire Porapak Q 100-120 mesh (~ 0,150 à 120 mm)
- Standard Ethanol pour test de linéarité : solution d'éthanol 100 ml à 10g/L (Reference : ethyl alcohol 96,2°, RPE de Carlo Erba)
- Standard Ethanol dans du sang total : étalons commerciaux à 1,1g/L et 0,5 g/L (Medidrug Ethanol VB-plus, ME 61113 and ME 61053, 10 x 3 ml, lot AS021023-1)
- Etalon interne (EI) : N-propanol 100 mL à 4 g/L (propanol-1 pureté 90-99%, Prolabo)
- TCA pour déprotéinisation ou agent déféquant : solution d'acide trichloracétique (TCA) 300 mL à 100 g/L (10%) (acide trichloracétique pureté 97%, Carlo Erba)
- Solution de déprotéinisation/EI (TCA-N-propanol) : 300 mL TCA + 30 mL N-propanol

2.2 Méthode d'analyse de l'alcoolémie

2.2.1. Protocole de préparation des échantillons (Figure 16)

La procédure de préparation et d'extraction sur les échantillons de sang total a été adaptée à partir de la méthode développée par Szymanowicz et al (158). Elle se décrit comme suit :

- deux aliquotes de **250 µl de sang total (échantillon et standard)** sont réparties dans des tubes de plastique de 5 ml en vue d'un dosage en duplicata
- **Défécation** : Chaque échantillon de **250 µl** est additionné de **500 µl** de la solution de TCA contenant l'étalon interne (TCA-N-propanol)
- **Homogénéisation** : Les tubes sont rebouchés et agités au vortex pendant **10 secondes**
- **Centrifugation** : Les tubes sont alors centrifugés à **+ 4°C** pendant **10 minutes à 3500 rpm** à l'aide d'une centrifugeuse réfrigérée SIGMA 2-16 PK

- **Injection** : le **surageant** est injecté manuellement sur CPG (stable à + 4°C au moins 3 mois)

2.2.2. Conditions analytiques

Tous les échantillons préalablement préparés comme décrit précédemment, seront injectés en CPG selon les conditions chromatographiques suivantes :

- Volume d'injection : 1 μ L
- Température de l'injecteur : 200 °C
- Température de la colonne : de 140 °C à 220 °C, 10 °C/min
- Nature et débit du gaz vecteur : Hélium, 2,5 ml/min
- Température du détecteur : 250 °C

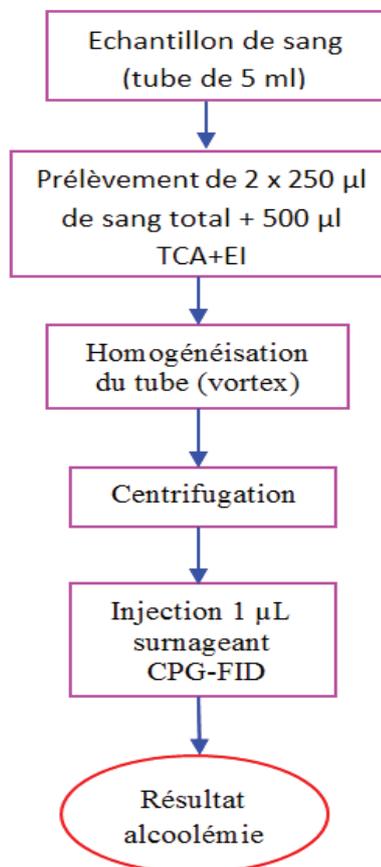


Figure 16: Protocole de préparation des échantillons de sang total avant analyse par chromatographie en phase gazeuse (CPG-FID)

2.2.3. Validation de la chaîne de conservation des échantillons

L'introduction non conventionnelle mais indispensable de glacières dans la chaîne de froid, a exigé un contrôle et une validation de l'ensemble de la chaîne de conservation, de stockage et de transport des échantillons. La maîtrise de la chaîne de froid conditionne la fiabilité des résultats d'alcoolémie obtenus au moment du dosage.

Le circuit complet des échantillons biologiques à travers la chaîne de froid est décrit en détail sur la Figure 17.

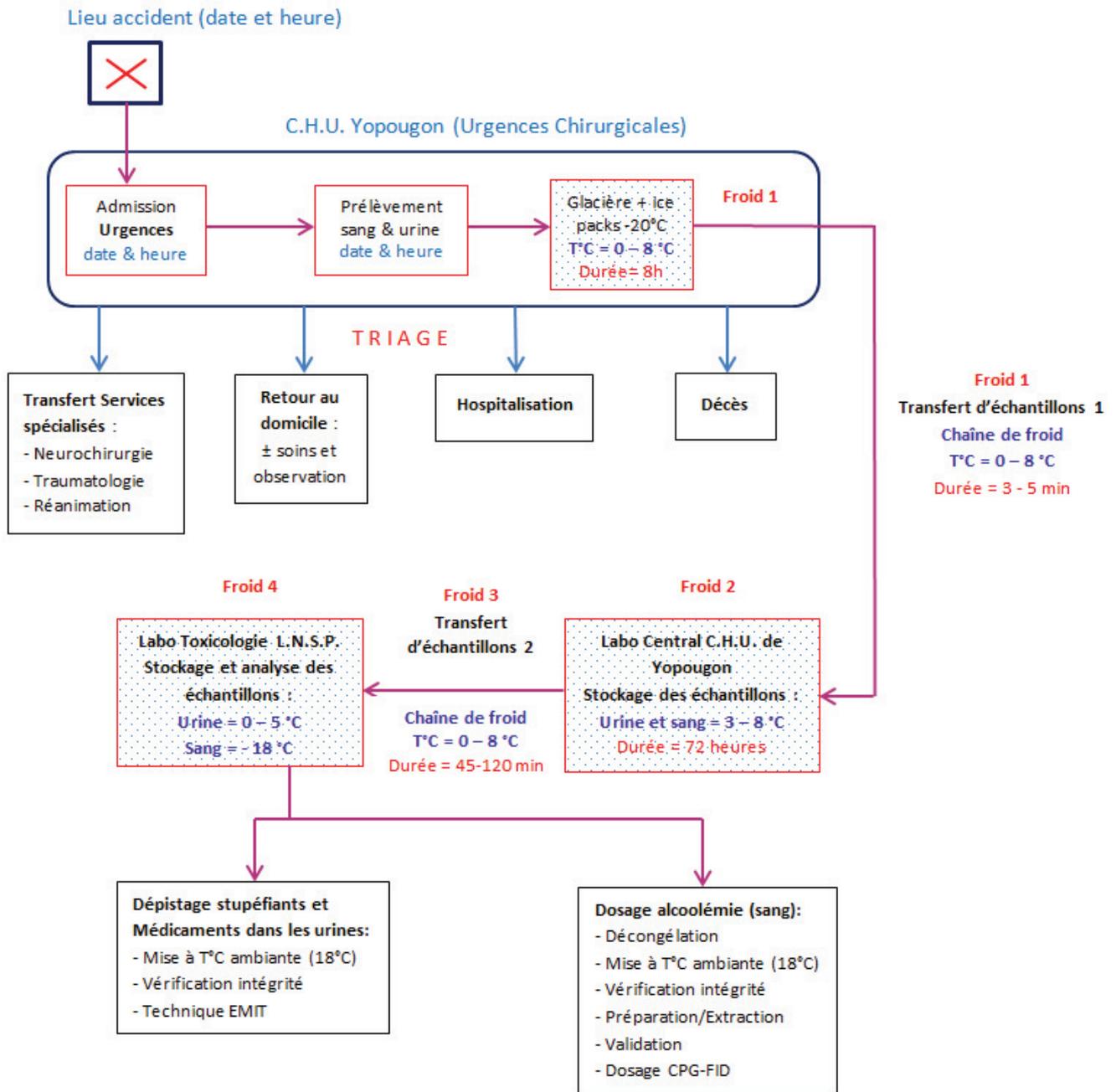


Figure 17 : Circuit des échantillons biologiques, chaîne de froid et traçabilité des échantillons étude ASMA-CI

Les conditions dans chaque enceinte de froid ayant fait l'objet d'une pré-validation sont ainsi décrites :

⇒ Stockage Glacière (Froid1 et Froid3)

Les accumulateurs de froid (gel) sont congelés à -20°C pendant 48 heures, maintenus à T°C ambiante 15 minutes et placés dans la glacière en évitant le contact direct avec les échantillons. La

température à l'intérieur de l'enceinte est mesurée à l'aide d'un thermomètre digital *Brannan*TM (capteur interne : -20°C à + 70°C ; Résolution : 0,1 °C ; précision : ±1°C). Les mesures sont relevées manuellement chaque heure pendant une période de deux semaines consécutives incluant trois week-ends.

⇒ Stockage Réfrigérateur Labo Central C.H.U. Yopougon (Froid2)

La température à l'intérieur du réfrigérateur (Medline-Liebherr LKv 3910), au niveau de l'étagère de stockage des échantillons, est mesurée à l'aide d'un thermomètre digital *Brannan*TM (capteur interne : -20°C à + 70°C ; Résolution : 0,1 °C ; précision : ±1°C). Les mesures sont relevées manuellement chaque heure de 8 à 18 heures pendant une semaine.

⇒ Stockage Réfrigérateur Laboratoire de Toxicologie – LNSP (Froid4)

Le congélateur de marque Liebherr GP 2733 (232 litres) est muni d'un système intégré d'affichage de la température, grâce à des capteurs de températures, et d'une alarme en cas de dépassement de la température préprogrammée (-20°C à -15°C). Les mesures sont relevées manuellement chaque heure de 8 à 18 heures du lundi au vendredi pendant deux semaines.

2.2.4. Validation de la méthode d'analyse

Le dosage de l'alcoolémie a été réalisé au Laboratoire de Toxicologie du LNSP. La méthode de dosage a été validée à partir d'une méthode développée par Szymanowicz (2007) suivant les recommandations de Harmonized Guidelines for Single Laboratory Validation of Methods of Analysis (159).

Les paramètres suivants ont été étudiés :

- linéarité
- répétabilité intra et inter essais / fidélité
- justesse/biais
- recouvrement (% de récupération)
- limites de détection et de quantification
- Limite de linéarité
- stabilité de l'échantillon en rapport avec différents scénarios de conservation des échantillons dans le contexte de l'étude : durée, réfrigération, congélation-décongélation et température ambiante

⇒ **Etude de la linéarité de la méthode**

Pour l'évaluation de la linéarité de notre méthode nous avons construit une droite d'étalonnage à 7 niveaux de concentration. Pour chaque niveau nous avons utilisé des standards d'éthanol dans de l'eau distillée (Restek, USA) à 0,5 g/l, 0,8 g/l, 1,0 g/l, 1,5 g/l, 2,0 g/l, 3,0 g/l et 4,0g/l. Pour chaque niveau de concentration, nous avons effectué 3 dosages (replicats). Les standards d'éthanol ont été additionnés de N-propanol (étalon interne) à la concentration constante de 1 g/l.

Les différents points obtenus (21) seront ajustés à l'aide d'un modèle de régression simple avec estimation du coefficient de corrélation sous Excel 2010.

La droite obtenue a servi de droite d'étalonnage pour le dosage des échantillons.

⇒ **Précision ou répétabilité**

L'objectif de ce test est d'estimer la variabilité cumulée du système analytique et de la phase de préparation des échantillons de sang total.

La précision de la méthode a été évaluée par 10 injections indépendantes pour chaque étalon standard d'éthanol dans du sang total de 0,5 g/l et 1,1 g/l, au cours d'un même essai (répétabilité intra-essai) et pendant des jours différents dans les mêmes conditions d'analyses (répétabilité inter-essai).

La variabilité du système analytique est exprimée par le coefficient de variation (CV), qui se calcule de la manière suivante :

$$\text{CV (\%)} = (\text{moyenne} / \text{écart-type}) \times 100$$

⇒ **Exactitude/Justesse (biais)**

La justesse ou le biais est estimée en comparant la moyenne obtenue (m) lors de l'étude de répétabilité à la valeur cible attendue assimilée à la valeur "vraie" (v) de l'échantillon testé (standard éthanol dans sang total).

Elle est exprimée en pourcentage de la valeur cible, selon le calcul suivant :

$$\text{Exactitude en \%} = ((m - v)/v) \times 100$$

L'exactitude de notre méthode a été estimée par la différence entre la valeur nominale du standard analysé et la valeur mesurée. Nous avons analysés 10 échantillons de chaque standard d'éthanol dans du sang total à 0,5 g/l et 1,1 g/l.

⇒ **Taux de recouvrement ou de récupération de l'éthanol**

Un blanc-matrice (sang total sans trace d'éthanol) a été « spiké » (enrichie) avec une quantité connue d'un standard éthanol (concentrations cibles : 0,5 g/l et 1,1 g/l).

Ces échantillons (duplicata) ont subi les différentes phases du protocole de préparation des échantillons décrit plus haut et ont été injectés.

Le rapport entre la quantité d'éthanol mesurée dans les échantillons « spikés » et la quantité initialement ajouté (théorique), permet de définir le pourcentage de récupération ou de recouvrement de la méthode.

⇒ **Limites de détection (LOD)**

La LOD est le plus petit signal exprimé en quantité ou en concentration qui peut être distingué avec une probabilité donnée d'un blanc réalisé dans les meilleures conditions. La limite de détection (LOD) est déterminée à partir de la courbe d'étalonnage selon l'approche basée sur la formule suivante :

$$\text{LOD} = 3,3 * S/M$$

S représentant l'écart-type sur l'intercept de la droite d'étalonnage

M représentant la pente de la droite d'étalonnage

La fonction “*linest*” (anglais) ou “*droitereg*” (français) sous Excel 2010 permet d'obtenir la valeur de S.

⇒ **Limite de quantification (LOQ)**

La limite de quantification correspond à la plus petite valeur exprimée en concentration, rendue avec une confiance acceptable. C'est la valeur pour laquelle le CV et l'écart à la valeur théorique sont inférieurs à la limite d'acceptabilité.

La limite de quantification (LOQ) est déterminée à partir de la courbe d'étalonnage selon l'approche basée sur la formule suivante :

$$\text{LOQ} = 10 * S/M$$

S représentant l'écart-type sur l'intercept de la droite d'étalonnage

M représentant la pente de la droite d'étalonnage

⇒ **Limite de linéarité (LL)**

La limite de linéarité de notre méthode représente le plus haut niveau fiable de mesure que l'on puisse utiliser dans le cadre de notre étude, en tenant compte de tous les facteurs à considérer dans notre méthode (préparation des échantillons et analyse).

L'étendue de concentration des standards qui se situe entre la LOQ et la LL sera la zone quantifiable utilisée dans notre étude. Le coefficient de corrélation doit être supérieur à 0,995 pour respecter le critère de la limite de linéarité.

En pratique, nous avons réalisé une gamme d'étalonnage à partir de standards d'éthanol à des concentrations s'échelonnant de 0,5 g/L à 12 g/l en nous basant sur les données de la littérature (158, 160).

⇒ **Stabilité *in vitro* de l'éthanol dans l'échantillon de sang total**

L'étude ASMA-CI s'est déroulée en zone tropicale humide, avec des températures oscillant habituellement entre 25 et 35 °C. De plus, nous avons intégré l'utilisation d'une glacière dans la chaîne de conservation et de stockage des échantillons de sang.

Nous avons testé l'effet de quatre scénarios de stockage des échantillons sanguins sur la valeur de l'alcoolémie mesurée. Les standard d'éthanol dilué dans du sang total à 1,1 g/l d'un même lot (Medidrug Ethanol VB-plus, ME 61113) ont été préparés et soumis aux scénarios de conservation suivants :

* **1ère série** : 3 ml du standard éthanol sont soigneusement transvasés dans un tube EDTA et placés dans la glacière avec les autres échantillons pendant 8 heures et transférés au laboratoire de toxicologie pour dosage de l'alcoolémie immédiate, puis à 24, 48, 72, 120 heures et 15 jours (conservation au réfrigérateur entre 0 – 5°C)

* **2ème série** : un tube test de 3 ml du standard est transféré au labo de toxicologie après conservation pendant 8 heures dans la glacière aux urgences, laissés sur la paillasse à température ambiante ($18^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$) et analysés à 0, 24, 48, 72, 120 heures et 15 jours

* **3ème série** : un tube test de 3 ml du standard transféré au labo de toxicologie et précédemment conservé dans la glacière des urgences, va subir trois (3) cycles de congélation (24h à -18°C) et décongélation successifs avec dosage de l'alcoolémie après chaque cycle

* **4ème série** : 10 extraits réalisés à partir du standard éthanol conservés dans des vials entre 0 et 5°C et injectés immédiatement et à 24, 48, 72 et 120 heures

Nous avons testé si les moyennes des alcoolémies mesurées à différentes périodes étaient statistiquement différentes à celle de la période de référence à l'aide d'un test de Student sous Excel 2010.

3. RÉSULTATS

3.1 Chaîne de conservation et transport des échantillons de sang

⇒ Glacière de conservation des échantillons (Froid1)

Au niveau de la glacière des urgences (Froid1), la tranche de températures ciblées (0 à +8°C) était respectée durant toute la période de validation (15 jours), avec une moyenne de 3,6 °C ± 0,56 °C. La variabilité des températures relevées étaient modérément élevée avec un coefficient de variation (CV) de 15,5 %, probablement à cause de l'ouverture fréquente de la glacière pour y déposer ou retirer les échantillons prélevés. Toutefois, à aucun moment les températures n'ont excédées les +8°C, ce qui nous permet de conclure que les températures de stockage des échantillons dans la glacière étaient respectées (Figure 18). De même pour les températures enregistrées en fin de semaine, la température moyenne était de 3,8 °C ± 0,4 °C et le CV = 10,6% (Figure 19).

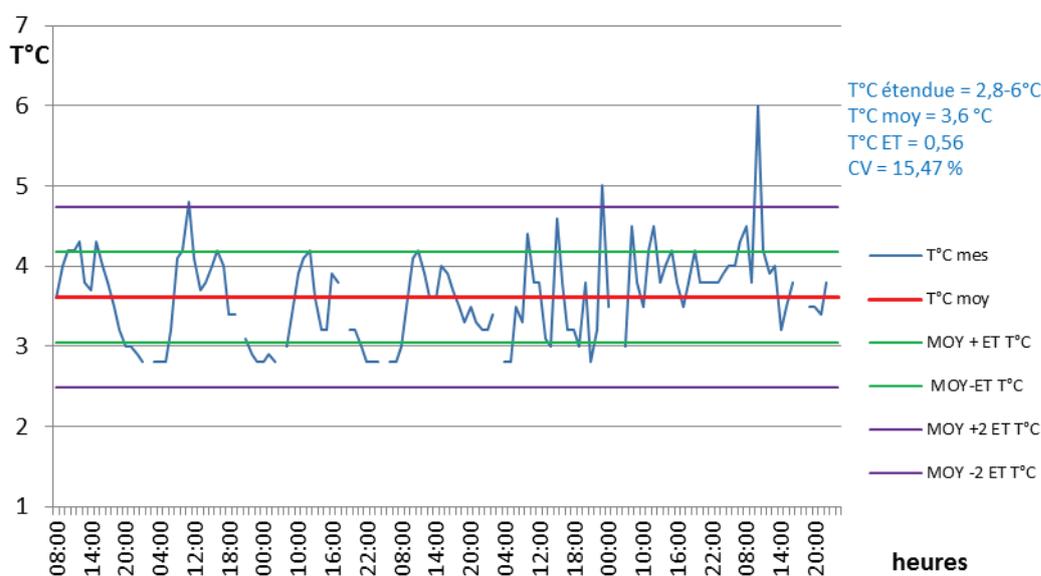


Figure 18 : Contrôle/Monitoring des températures dans l'enceinte de la glacière de stockage et transport des échantillons biologiques durant 15 jours successifs

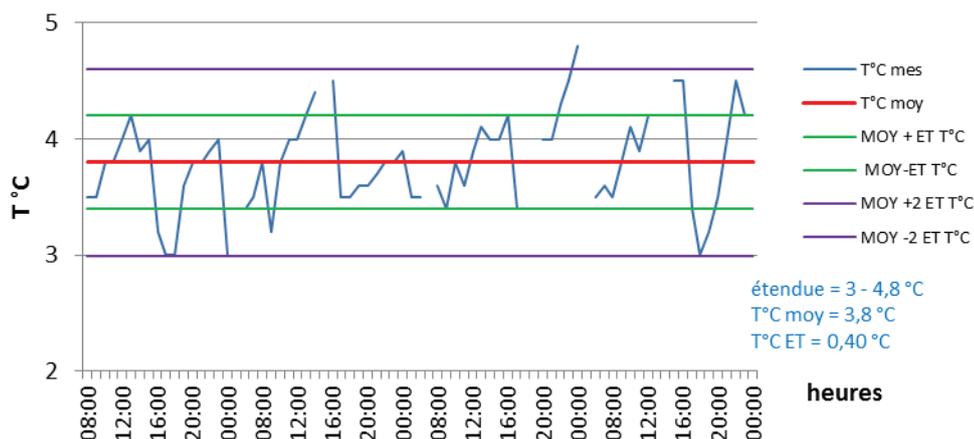


Figure 19 : Contrôle/Monitoring des températures dans l'enceinte de la glacière de stockage des échantillons biologiques durant 3 weekends successifs

⇒ **Réfrigérateur et congélateur (Froid2 et Froid4)**

Quant aux températures relevées au niveau du réfrigérateur du laboratoire central du C.H.U. de Yopougon, elles se situaient également dans la marge des températures attendues ($0 - +8^{\circ}\text{C}$) pendant toute la période de contrôle des températures (7 jours). La température moyenne enregistrée sur la période était de $4,5^{\circ}\text{C} \pm 0,76^{\circ}\text{C}$ et le $\text{CV} = 16,9\%$. Le CV traduit une variabilité modérément élevée qui traduit les ouvertures fréquentes du réfrigérateur utilisé par d'autres services pour le stockage de leurs échantillons et réactifs (Figure 20). Enfin, pour la température du congélateur du laboratoire de toxicologie du LNSP, les températures de congélations étaient très stables autour de $-18^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

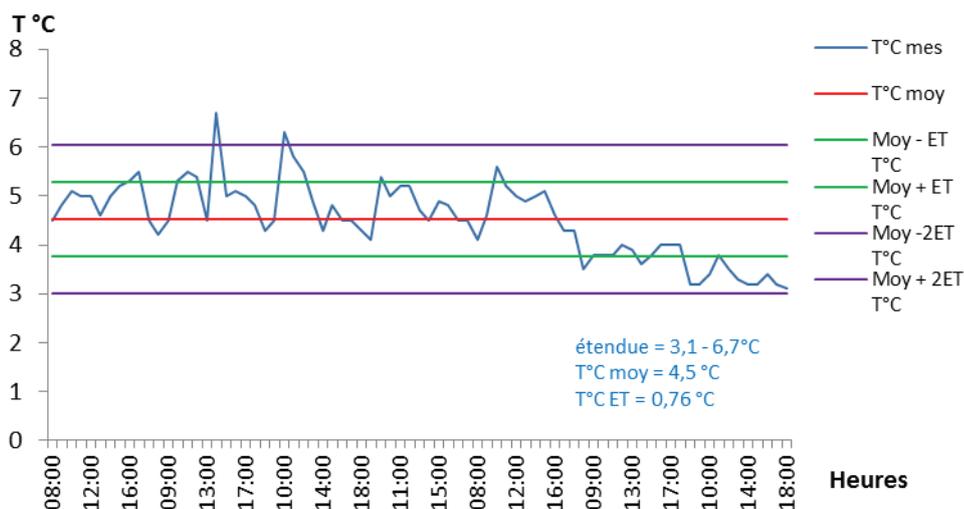


Figure 20: Monitoring des températures dans l'enceinte du réfrigérateur de stockage et conservation des échantillons biologiques au laboratoire Central du C.H.U. de Yopougon, pendant une semaine.

3.2 Temps de rétention de l'éthanol et du n-propanol (étalon interne)

La durée d'analyse pour chaque échantillon était de 10 min, avec un temps de rétention (TR) reproductible pour l'éthanol (TR = $3,4986 \pm 0,0191$ min, CV= 0,55%, n=10) et le n-propanol ($6,2526 \pm 0,0333$ min, CV=0,54%, n=10) (Figure 21). La séparation des pics étaient excellente avec une résolution R = 4,29 (Tableau 12).

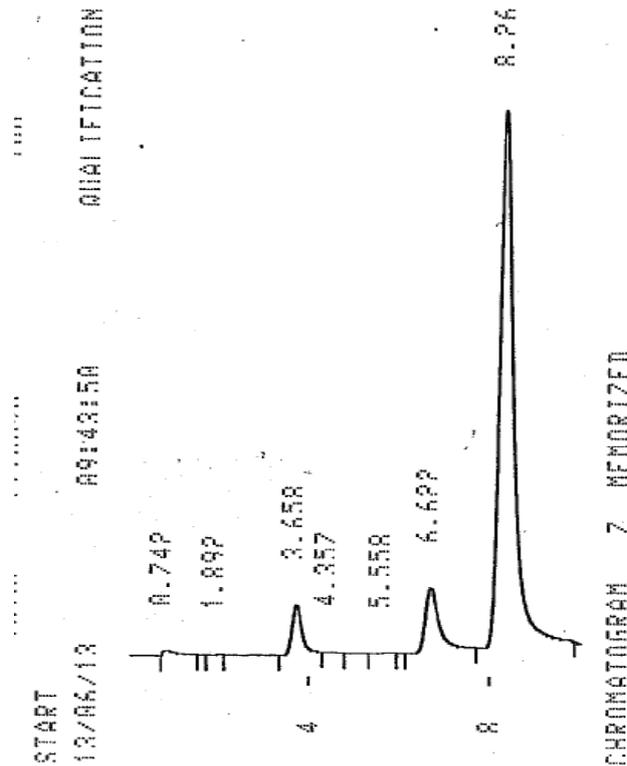


Figure 21 : Chromatogramme obtenu à partir d'un standard d'éthanol

Tableau 12 : Temps de rétention et reproductibilité du TR pour le dosage de l'alcoolémie

	Nombre d'échantillons	TR moyen (minutes)	Ecart-type du TR (minutes)	CV (%)
Ethanol	10	3,4686	0,0191	0,55
N-propanol	10	6,2526	0,0333	0,54

3.3 Linéarité de la méthode analytique

La courbe d'étalonnage à sept points obtenue est présentée à la [Figure 22](#) suivante :

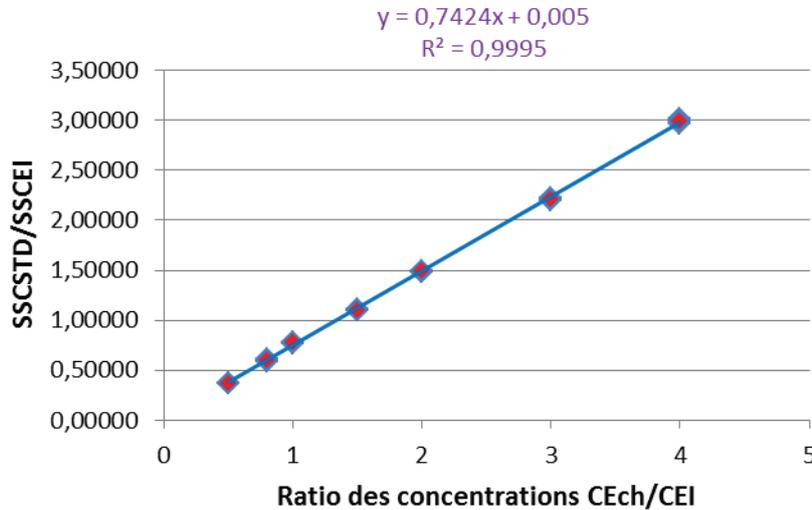


Figure 22 : Courbe d'étalonnage pour le dosage de l'éthanolémie par CPG-FID

Le coefficient de détermination de la courbe de régression était égal à 0,9995 témoignant d'une très bonne linéarité de notre méthode d'analyse.

L'équation de la fonction réponse est:

$$\text{AireEch/AireEI} = 0,7424 \cdot [\text{CEch/CEI}] + 0,0005$$

On en déduit la concentration d'éthanol dans le volume d'injection ($\mu\text{g}/\mu\text{l}$), puis dans l'échantillon de sang total (g/l) selon la formule détaillée en [Annexe 12](#):

$$[\text{CEch/CEI}] = \frac{[\text{AireEch/AireEI}] - 0,0005}{0,7424}$$

3.4 Précision ou répétabilité de la méthode analytique

Les paramètres de fidélité intra et inter-essais sont résumés dans le [Tableau 13](#).

La répétabilité intra-essais (n=4) était conforme aux critères d'acceptabilité recommandés par l'OMS (CV < 15%) avec un coefficient de variation CV toujours **inférieur à 5%** pour les niveaux de concentration de 0,5 g/l et 1,1 g/l. Quant à la répétabilité inter-essai, elle était également bonne avec un CV= **4%** pour les deux niveaux de concentration.

3.5 Justesse (biais) de la méthode

Les résultats des essais pour l'évaluation de l'exactitude de notre méthode sont résumés dans le [Tableau 13](#).

Le biais était de **0,030 g/l** pour le niveau de concentration 0,5 g/l et de **0,065g/l** pour le niveau de concentration 1,1 g/l. Ce qui correspond à une erreur relative (biais) de **6,0%** par rapport aux valeurs cibles. Ces résultats sont conformes aux critères d'acceptabilité de l'OMS dans le cadre de la validation d'une méthode analytique (< 15%)

3.6 Taux de recouvrement de la méthode

Les taux de récupération de l'éthanol dans les échantillons de sang total (blanc) enrichis à 0,5 g/l et 1,1 g/l étaient respectivement compris entre 93,69% et 94,15%, et 93,46% et 95,02%. C'est résultats sont conformes aux critères d'acceptabilité pour le taux de récupération qui doit se situer entre 80% et 120%.

Tableau 13 : Paramètres statistiques obtenus pour la validation de la méthode de dosage de l'alcoolémie (précision, biais, exactitude et taux de recouvrement)

	Essai 1 (N = 10)		Essai 2 (N = 10)		Essai 3 (N = 10)		Essai 4 (N = 10)		Total (inter-essai)	
	Niveau 1 0,5 g/l	Niveau 2 1,1 g/l	Niveau 1 0,5 g/l	Niveau 2 1,1 g/l	Niveau 1 0,5 g/l	Niveau 2 1,1 g/l	Niveau 1 0,5 g/l	Niveau 2 1,1 g/l	Niveau 1 0,5 g/l	Niveau 2 1,1 g/l
Moyenne (g/l)	0,469	1,034	0,468	1,029	0,470	1,028	0,471	1,045	0,469	1,034
Ecart-type (g/l)	0,016	0,043	0,023	0,041	0,022	0,041	0,017	0,044	0,019	0,041
Fidélité (% CV)	3,469	4,226	5,027	3,973	4,685	4,058	3,694	4,191	4,105	4,007
Biais (v – m)/m x 100	6,04	5,93	6,31	6,39	5,89	6,53	5,85	4,98	6,02	5,96
Récupération (m / v) x 100	93,96	94,06	93,68	93,60	94,10	93,46	94,15	95,02	93,97	94,038

3.7 Limites de détection (LOD) et limite de quantification (LOQ)

Les LOD et LOQ ont été obtenu par modélisation à partir de la droite d'étalonnage, sous Excel 2010.

Ainsi, la **LOD** de notre méthode était de **0,045 g/l** et la **LOQ** de **0,146 g/l**.

Les données de calcul de la LOD et de la LOQ sont contenues dans l'Annexe 11.

3.8 Limite de Linéarité et Domaine Quantifiable

La limite de linéarité de notre méthode, après avoir testé plusieurs gammes, était de **10 g/L** avec un coefficient de corrélation égal à **0,998**. Au-delà de cette valeur le coefficient de corrélation était inférieur à la limite d'acceptabilité de 0,995.

La zone quantifiable associée notre méthode s'étend donc de **0,146 g/L à 10 g/L**.

3.9 Etude de la stabilité des échantillons de sang total

Les résultats de l'étude de stabilité selon les différents scénarios de conservation ou de manipulation sont présentés dans le Tableau 14.

Tableau 14 : Variations de l'alcoolémie moyenne (g/l) dans les échantillons sanguins de contrôle (1,1 g/l) après passage par les différentes étapes de conservation et transport (tests de stabilité)

Temps (heure)	Série 1 Référence (0 – 5 °C)	Série 2 T°C ambiante (18 - 20°C)	Série 3 Re-congélation (-18°C)	Série 4 Extrait 0 – 5 °C
0	1,004 ± 0,034	1,009 ± 0,035	1,009 ± 0,035	1,000 ± 0,049
24	0,993 ± 0,036	0,989 ± 0,028	0,991 ± 0,040	0,988 ± 0,044
48	0,990 ± 0,041	0,978 ± 0,037	0,987 ± 0,045	0,994 ± 0,040
72	0,990 ± 0,055	0,976 ± 0,038	0,974±0,034**	0,979 ± 0,031
120	0,990 ± 0,046	0,955±0,024**		0,944± 0,028**
15 jours	0,931± 0,028**	0,899±0,029**		0,927± 0,029**
p-value*	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05

** Comparaison de l'alcoolémie moyenne pour chaque période par rapport à T0 par le test de Student

L'étude de stabilité suggère que :

- Lorsque l'échantillon est conservé entre 0-5°C, la perte d'éthanol n'est statistiquement significative qu'au bout de 15 jours et équivaut en moyenne à 0,07 g/l
- Pour un échantillon sanguin conservé à température ambiante au bout de 120 heures (5 jours) il y a une perte d'éthanol de l'ordre de 0,053 g/l qui est statistiquement significative. Au bout de 15 jours, la perte est en moyenne de 0,1 g/l et statistiquement significative
- Après 3 cycles de décongélation-recongélation, nous avons observé une baisse moyenne de l'alcoolémie statistiquement significative de 0,03 g/l
- Le surnageant obtenu après déprotéinisation et extraction est stable entre 0 et 5°C pendant 72 heures. Au-delà, on observe une perte statistiquement significative d'éthanol de l'ordre de 0,05 g/l après 120 heures de conservation et de 0,07 g/l après 15 jours.

4. DISCUSSION

En raison de la complexité du circuit des échantillons de sang total, du lit de la victime jusqu'à l'analyse au laboratoire de Toxicologie, il était indispensable d'avoir une maîtrise des principaux facteurs susceptibles d'influencer le résultat final de l'alcoolémie.

Nous avons utilisé une méthode adaptée à partir de celle de Szymanowicz (2007). Cette méthode a été validée au laboratoire de Biochimie du Centre Hospitalier de Roanne (France). Le choix de cette méthode a été dicté par la disponibilité du matériel et des réactifs nécessaires au niveau du LNSP et de la simplicité de sa mise en œuvre.

Etant donné la spécificité des conditions pré-analytique et analytique de l'étude ASMA-CI, il était indispensable de valider notre méthode en prenant en compte la réalité du contexte actuel.

Le premier facteur qu'il nous a paru important d'évaluer était le respect de la chaîne de conservation des échantillons tout au long des différentes étapes de transfert et de transport de ces échantillons.

Malgré les légères fluctuations de la température observées durant l'étude, à aucun instant la température de conservation de nos échantillons de sang ne se situait en dehors des valeurs cibles/de référence. Ces résultats sont d'un intérêt majeur pour les études futures et pour la validation d'une procédure de conservation des échantillons dans un contexte de toxicologie médico-légale. En effet, dans notre étude le délai de transport et conservation des échantillons au laboratoire était en moyenne de 80 heures. Nos données montrent que le dispositif mis en place permet d'assurer le respect des normes de températures exigées pour la conservation et le transport des échantillons de sang total.

Ce premier volet de l'étude montre que la chaîne de froid autour des échantillons de sang est bien maîtrisée. Dans un second volet, il était important de valider la méthode de dosage de l'alcoolémie dans les conditions de travail au laboratoire de toxicologie (LNSP).

Dans les conditions de réalisation de nos analyses, la méthode de dosage était spécifique pour l'éthanol comme l'indique l'excellente reproductibilité du temps de rétention (RT). La spécificité pour l'isopropanol (étalon interne) était également très bonne. La colonne utilisée (Porapak Q 100-120 mesh) permettait une très bonne sélectivité, avec une excellente séparation des pics entre l'éthanol et l'isopropanol (résolution = 4,3). Il convient de noter, cependant, qu'avec notre méthode les temps de rétention (TR) de l'éthanol (3,5 min) et du n-propanol (6,2 min) étaient

nettement plus longs qu'avec la méthode développée par Szymanowicz (éthanol: 1 min 48 s et n-propanol: 2 min 48 s). Cette différence s'explique par l'utilisation d'une colonne plus spécifique (élite1 : 30 m x 0,32 mm x 3 μ) par Szymanowicz. Pour une raison de coût et de disponibilité, nous avons opté pour une colonne Porapak avec une phase stationnaire composée de grains de diamètre plus élevé (100-120 mesh \sim 15 μ) et de composition différente ce qui pourrait expliquer les TR différés dans notre méthode.

Au niveau de la courbe d'étalonnage, le coefficient de corrélation supérieur à 0,999 indique une bonne linéarité et une relation directe entre les différentes concentrations des standards d'éthanol et la réponse de notre instrument. Nos résultats démontrent une linéarité pour le dosage de l'alcoolémie jusqu'à 10 g/L, ce qui couvre très amplement les besoins pour les applications en sécurité routière et en toxicologie médico-légale.

La fidélité (répétabilité) de notre méthode pour les niveaux de sang total contrôle de 0,5 g/L et 1,1 g/L était très bonne avec des CV qui restent inférieurs à 5% pour la répétabilité intra-essais et à 4% pour la répétabilité inter-essais (reproductibilité). Ces résultats respectent strictement les critères d'acceptabilité pour la fidélité (CV < 15%). Toutefois, encore une fois, nos résultats sont moins bons que ceux de Szymanowicz qui annonce un CV < 1% ou de Clerc (1995) avec un CV proche de 2%. Cette différence reflète très probablement une plus longue expérience des opérateurs/manipulateurs et une meilleure maîtrise du protocole d'analyse.

Nos résultats reflètent les incertitudes liées à la fois au système, au pipetage et à l'injecteur manuel. Nous pensons qu'il est possible d'améliorer très significativement la variabilité des résultats en recherchant de façon systématique les facteurs contribuant majoritairement aux incertitudes et en les corrigeant. Par exemple, l'adjonction d'un passeur d'échantillons et d'un injecteur automatique au système permettrait de réduire l'erreur aléatoire. Par ailleurs, l'évolution vers la chromatographie en espace de tête, permettrait de travailler directement sur le sang total en supprimant les étapes de pipetage.

En ce qui concerne la justesse de notre méthode, le biais entre les concentrations d'éthanol mesurées et les concentrations théoriques était d'environ 6% et en accord avec les critères d'admissibilité (biais de justesse < 15%). Le pourcentage de recouvrement de notre méthode se situait entre 93,9% \pm 0,2% (concentration théorique = 0,5 g/L) et 94,2% \pm 0,8% (concentration théorique = 1,1 g/L), en conformité avec les critères de validation qui recommandent un taux de recouvrement entre 80% et 120%.

Afin, de minimiser l'effet matrice, nous avons mixé notre échantillon de sang total avec un étalon interne (n-propanol). Cette approche a certainement contribué à l'amélioration de la répétabilité et de la justesse de notre méthode, mais n'a aucun effet sur la LOD ou la LOQ.

Les limites de détection (LOD = 0,045 g/L) et de quantification (LOQ = 0,146 g/L) de notre méthode étaient meilleures que celles obtenues par Dorubet et coll. (LOD = 0,053 g/L et LOQ = 0,177g/L) avec une méthode utilisant la chromatographie gazeuse avec espace de tête (161).

La limite de quantification de notre méthode est parfaitement adaptée aux besoins de la législation en Côte d'Ivoire (alcoolémie $\leq 0,8$ g/L). En outre, elle est en accord avec la législation Belge qui autorise une correction des résultats d'alcoolémie pour estimer l'alcoolémie au moment de l'accident (extrapolation rétrograde) lorsque l'alcoolémie mesurée est supérieure ou égale à 0,2 g/L.

Les incertitudes liées à l'effet des conditions de conservation d'échantillons prélevés chez des sujets vivants en vue du dosage de l'alcoolémie sont très peu discutées dans la littérature. Pourtant, la température et la durée de conservation, la présence d'air dans le tube de prélèvement, les cycles de congélation et décongélation peuvent avoir un impact plus ou moins important sur la mesure de l'alcoolémie. Nous avons donc réalisé une étude de la stabilité de l'éthanol dans les échantillons de sang contrôles, dans nos conditions de pratique : prélèvement, conservation, transport, manipulation, analyse.

Les résultats de notre étude montrent que, dans nos conditions de travail, la conservation des échantillons de sang total au réfrigérateur entre 0 et 5°C aboutit à une perte d'éthanol statistiquement significative de 7,3% au bout de 15 jours. La conservation des échantillons à température ambiante entraîne une perte significative d'éthanol de 5,3% au bout de 120 heures qui s'accroît encore plus au bout de 15 jours avec 11% de perte d'éthanol. Toutefois, cette perte d'éthanol est deux fois plus faible que celle observée par Mandic-Radic au cours d'une étude de stabilité de l'éthanol sur des échantillons de sang réalisée à Belgrade en Serbie (162).

En effet, après conservation des échantillons à température ambiante pendant 14 jours, la perte en éthanol était de 22,4% ($p < 0,001$).

La décongélation suivie de re-congélation entraîne une perte significative d'éthanol dans l'échantillon à partir de trois (3) cycles de décongélation-recongélation, correspondant à 3,5% de baisse par rapport à l'éthanolémie de départ. Il convient, cependant, de noter que cette baisse est inférieure à la variabilité de la méthode (répétabilité) qui est de l'ordre de 5%. En consé-

quence, la baisse de 3,5% au bout de trois cycles de décongélation peut être assimilée à la variabilité aléatoire de notre méthode de dosage et est donc non significative en pratique.

L'analyse de ces résultats suggère que la durée de conservation des échantillons ne peut être considérée indépendamment de la température de conservation. Les deux agissant de façon synergique pour entraîner une perte d'éthanol.

Finalement, nous avons testé la stabilité de l'éthanol dans l'extrait obtenu à partir d'un échantillon contrôle de sang total après les différentes étapes d'extraction. L'extrait conservé entre 0 et 5°C, présentait une baisse significative de la concentration en éthanol de 5,6% au bout de 120 heures, qui va s'accroître au bout de 15 jours avec une chute de 7,3%. En tenant compte de la variabilité de la méthode, on peut considérer que la perte d'éthanol est réellement significative au bout de 15 jours.

Globalement, notre étude ne montre pas de génération d'éthanol dans nos échantillons contrôles qui pourrait être due à la prolifération de bactéries ou champignons. Ce qui confirme bien l'efficacité de la chaîne de froid autour de nos échantillons. En revanche, on observe une perte d'éthanol qui est fonction de la température et de la durée de conservation des échantillons au laboratoire de Toxicologie. Cette déplétion de l'éthanol est probablement liée aux ouvertures des tubes (durée, fréquence) et au phénomène d'oxydation de l'éthanol liée au catabolisme de l'oxyhémoglobine présente dans les érythrocytes (157).

Nous n'avons pas évalué l'influence de l'oxydation due au volume d'air dans le tube de prélèvement sur la concentration d'éthanol. Toutefois, les études de Brown (1973) et Smalldon (1973) ont démontré que la perte d'éthanol est causée dans une large mesure par l'oxydation chimique de l'alcool plutôt que par l'évaporation physique (157, 163).

Plus récemment, Ferrari et coll. (2006) ont montré que la concentration d'éthanol décroissait de 33% dans des échantillons contenant 35% d'air, conservés pendant 15 jours à 25°C (164).

A la lumière des résultats obtenus et des données de la littérature, nous pouvons émettre les recommandations suivantes relatives aux conditions de manipulation, de conservation et d'analyse des échantillons en vue du dosage de l'alcoolémie chez les victimes d'AVP admises aux urgences:

- 1) Le tube de prélèvement doit être entièrement rempli : 0% d'air dans le tube lorsque les conditions le permettent

- 2) Les échantillons de sang total prélevés au lit de la victime peuvent être conservés entre 0°C et 5°C pendant une durée maximum de 80 heures avant le transfert au laboratoire de toxicologie pour analyse immédiate ou stockage à -20°C en cas d'analyse différée
- 3) Le délai de réalisation de l'analyse ne doit pas excéder 72 heures lorsque les échantillons sont conservés à température ambiante (18-20°C)
- 4) Lorsque les échantillons sont congelés, l'analyse devra être effectuée après la première décongélation pour éviter la perte d'éthanol due aux cycles de congélation/décongélation à répétition
- 5) Condition analytique : afin d'améliorer les performances analytiques liées à l'instrument, notamment la limite de quantification (LOQ), il faudra envisager l'utilisation de colonnes plus spécifiques (type Elite 1 ou BAC –WCOT)
- 6) Une fois les échantillons soumis à la phase de préparation et d'extraction, l'extrait obtenu doit être immédiatement injecté sur le CPG-FID. Au cas où l'injection doit être différée, l'extrait sera conservé au réfrigérateur entre 0 et 5°C au maximum pendant 72 heures

5. CONCLUSION

L'étude ASMA-CI a été réalisée dans un contexte spécifique de pays à revenus faibles. Aussi, la méthode que nous avons utilisée a été adaptée à la disponibilité des ressources matérielles et humaines. En outre, des dispositions particulières ont été prises afin d'assurer le maintien de la chaîne de froid dans une zone chaude avec un degré d'hygrométrie élevé (80%).

Le dispositif pour assurer le maintien de la chaîne de froid, du lit du malade jusqu'au laboratoire de Toxicologie, s'est montré très efficace. Pendant toute la procédure de conservation et de transport des échantillons aucune rupture de la chaîne de froid n'a été observée.

Tout au long du processus de validation, notre méthode a montré qu'elle possédait toutes les caractéristiques d'une méthode analytique fiable. Nos résultats démontrent que la méthode que nous avons utilisée, après modification, présente des performances analytiques acceptables en termes de sélectivité, de fidélité, de justesse et de linéarité.

Cette méthode permet d'atteindre une limite de quantification parfaitement adaptée aux besoins de la législation en Côte d'Ivoire (alcoolémie $\leq 0,8$ g/L) et peut être utilisée en routine pour évaluer l'alcoolémie chez des victimes d'AVP admises aux urgences.

Enfin, l'étude de la stabilité des échantillons de sang total donne des informations précieuses sur les conditions optimales de conservation et le délai de réalisation des analyses pour obtenir des résultats fiables de l'alcoolémie.

QUATRIÈME PARTIE :

**ÉTUDE DE FAISABILITÉ ET VALIDITÉ D'UNE PROCÉ-
DURE DE DÉPISTAGE DE LA CONSOMMATION
D'ALCOOL PAR ÉTHYLOMÈTRE CHEZ DES VICTIMES
D'AVP ADMISES AU SERVICE DES URGENCES**

1. INTRODUCTION

Les intoxications alcooliques représentent une cause fréquente d'admission aux urgences (165) et probablement un facteur de gravité des traumatismes consécutifs aux AVP (80, 82).

Elles comptent pour 4.7% de l'ensemble des admissions aux urgences en France et 7.9% aux États-Unis (166)

Chez des victimes de traumatismes routiers, le diagnostic différentiel entre l'intoxication alcoolique aiguë et un traumatisme crânien peut être difficile à établir sur le plan purement clinique. En effet, l'intoxication alcoolique peut simuler les signes d'un traumatisme crânien et par conséquent en compliquer le diagnostic et la prise en charge (167)

En outre, Holt (1980) et Gentilello (1999) ont démontrés que 10% à 23% des intoxications alcooliques aiguës n'étaient pas diagnostiquées à l'examen clinique seul, chez des patients admis aux urgences (168, 169).

Le dosage de l'éthanol dans le sang ou alcoolémie est généralement déterminé dans le but de confirmer et quantifier une intoxication alcoolique suspectée chez des patients admis aux urgences, des sujets impliqués dans un AVP ou faisant l'objet de poursuites judiciaires. Comme alternative au dosage sanguin, la mesure de l'éthanol dans l'air expiré permettrait d'obtenir des résultats immédiats, sans avoir à effectuer de prélèvement sanguin et sans avoir à réaliser des analyses longues et coûteuses en laboratoire. En effet, Jones et Anderson (2003) dans une étude contrôlée sur des volontaires ayant consommés des quantités connues d'alcool, ont montré une très bonne corrélation ($r = 0,95-0,98$) entre les mesures d'alcool dans le sang et dans l'air expiré lorsque ces spécimens sont prélevés quasi-simultanément (170). D'autres études menées sur des conducteurs appréhendés par la police pour conduite sous l'influence de l'alcool, montrent un ratio très constant des concentrations d'alcool entre le sang et l'air expiré (171, 172). En revanche, très peu d'études se sont intéressées à l'utilisation d'un éthylomètre portatif comme outil de diagnostic de l'intoxication alcoolique ou la mesure de l'imprégnation alcoolique chez des patients en milieu hospitalier en général et aux urgences en particulier. La grande majorité de ces études ont été réalisées dans des pays à revenu élevé, et une comparaison rigoureuse entre les concentrations obtenues par éthylomètre et par dosage sanguin faisait défaut (168).

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a conduit une étude collaborative incluant douze (12) pays membres, dont deux (2) pays d'Afrique non francophone (Mozambique et Afrique du Sud), dans le but d'estimer le niveau d'alcoolémie chez des patients admis aux urgences pour toutes causes de traumatismes (173). Au cours de cette étude, trois méthodes ont été utilisées afin de dé-

terminer le niveau d'imprégnation alcoolique : auto-déclaration, évaluation clinique et dépistage éthylométrique. Toutefois, cette étude internationale ne compare pas non plus les concentrations d'alcool affichées par l'éthylomètre à une méthode de référence « Gold Standard » comme le dosage sanguin par CPG-FID.

L'utilisation de l'éthylomètre en milieu hospitalier, si elle est validée, pourrait être très intéressante pour le diagnostic et la détermination du niveau d'intoxication/imprégnation alcoolique dans un contexte d'urgence hospitalière, dans un pays à revenu faible avec des ressources limitées comme la Côte d'Ivoire.

Cette approche pourrait également être très utile dans le cadre de la recherche pour évaluer l'imprégnation alcoolique des victimes d'AVP reçues aux urgences, en raison de son coût faible et sa rapidité en comparaison aux dosages sanguins. Toutefois, l'introduction d'un test éthylométrique dans la procédure habituelle de prise en charge des victimes, peut se heurter à quelques difficultés de mise en œuvre compte tenu du contexte d'urgence.

L'objectif de la présente étude est de tester la faisabilité de l'utilisation de l'éthylomètre comme outil non invasif pour un dépistage de routine de la consommation d'alcool chez des accidentés de la route admis aux urgences, dans le cadre de l'étude ASMA-CI.

La validité de l'utilisation de l'éthylomètre sera déterminée par comparaison de la valeur de l'éthanol dans l'air expiré à la valeur de l'alcoolémie obtenue chez le même patient par la méthode que nous avons validée dans la troisième partie de cette thèse.

2. MATÉRIELS ET MÉTHODE

2.1 Matériels

L'Ethylomètre utilisé est de marque BacTrack Select 80 (Alcootech Canada Inc). Il s'agit d'un éthylomètre professionnel portatif couramment utilisé au Canada et aux Etats-Unis dans le cadre de la sécurité routière et en milieu hospitalier.

Les caractéristiques de l'instrument sont les suivantes :

- Type de capteur : Xtend™ Fuel Cell Sensor (technologie avancée à pile combustible électrochimique XtendMD conforme à la norme FDA)
- Limite de détection : 0.000 à 0.500 % BAC (0-0.5 g/100 ml)
- Précision du capteur : +/- 0.005% BAC (+/- 0.005 g/100 ml) calibré à 0.050, 0.100 et 0.150 % BAC
- Unités de mesure programmables : %BAC, mg/L, µg/L

- Pompe d'aspiration interne automatique
- Re-calibration : une fois par an ou tous les 1500 prélèvements

2.2 Méthode d'estimation de l'alcoolémie

2.2.1. Détermination de l'éthanol dans l'air expiré

Dès l'admission du patient au service des urgences, l'enquêteur vérifiait rapidement que le patient répondait aux critères d'inclusion de l'étude ASMA-CI. Après obtention du consentement du patient, il procédait ensuite au test éthylométrique selon la procédure suivante :

- 1) S'assurer de l'absence de débris ou reste alimentaire dans la cavité buccale. Si nécessaire, rincer la bouche avec de l'eau de robinet
- 2) Placer un embout propre sur l'instrument
- 3) Allumer l'instrument en pressant sur le bouton de mise en marche « Start »
- 4) Mettre l'appareil en mode BAC (Blood Alcohol Concentration) à partir du menu
- 5) Attendre que l'instrument affiche un message avertissant qu'il est prêt à l'utilisation « Ready »
- 6) Demander au patient de prendre une inspiration et de souffler, de façon continue, dans l'embout pendant au minimum 6 secondes. Un message s'affiche indiquant que le volume d'air prélevé est suffisant. Sinon, faire souffler de nouveau le patient.
- 7) Attendre que la concentration d'alcool dans l'air expiré s'affiche sur l'écran
- 8) Reporter aussitôt la valeur de l'alcool lue sur la fiche d'enquête en g/100mL (gramme d'éthanol par litre de sang). Cette valeur représente l'alcoolémie estimée à partir de la concentration d'alcool dans l'air expiré.
- 9) Répéter le test après 3 minutes, afin d'obtenir une 2ème mesure
- 10) Reporter la valeur de la 2ème lecture sur la fiche d'enquête

2.2.2. Détermination de l'éthanol dans le sang total

Les prélèvements sanguins étaient réalisés systématiquement chez les victimes admises aux urgences, après vérifications des critères d'inclusion et obtention du consentement du patient ou d'un proche. Les échantillons de sang total collectés ont été analysés selon la méthode que nous avons validée dans la troisième partie de cette thèse. Le dosage a été fait par chromatographie en phase gazeuse couplé à un détecteur à ionisation de flamme.

2.3 Analyse statistiques des données

Les analyses ont été effectuées uniquement chez les patients qui avaient des valeurs à la fois pour le dosage sanguin par CPG et pour le dépistage éthylométrique.

Les données d'alcoolémie obtenues par dosage chromatographique et celles estimées à partir du dépistage par éthylomètre ont été ajustées à l'aide d'un modèle de régression linéaire. La valeur de l'éthanol à partir de l'air expiré (ALCair) est considérée, dans notre modèle, comme la variable indépendante (x) et l'alcoolémie (ALCsang) comme la variable dépendante (y). La pente et de l'intercept de la droite de régression indique respectivement la présence d'un facteur de proportionnalité et d'un biais de justesse entre l'alcoolémie et l'éthanol déterminée à partir de l'air expiré. L'erreur aléatoire est donnée par l'écart-type résiduel.

En outre, la méthode de Bland et Altman (174) a été utilisée afin de comparer les deux approches. Cette approche est basée sur la quantification de la variation de l'alcoolémie entre les deux méthodes de mesure utilisées individuellement sur des victimes d'AVP survivantes.

Pour ce faire, nous avons déterminé graphiquement la relation entre la différence individuelle des valeurs d'alcoolémie et des valeurs de l'éthylomètre (ALCsang – ALCair) en fonction de la moyenne de ces valeurs ($[ALCsang + ALCair]/2$). La moyenne et l'écart-type sur les différences individuelles (ALCsang – ALCair) sont des indicateurs du biais (justesse) et de la variabilité aléatoire.

La moyenne et l'écart-type des différences sont alors utilisés pour calculer la limite de concordance avec 95% de certitude et l'intervalle de confiance associé, comme suit :

$$\text{Biais} + 1.96 \text{ E.D.} \pm 1.96 \sqrt{3ED^2/N}$$

$$\text{Biais} - 1.96 \text{ E.D.} \pm 1.96 \sqrt{3ED^2/N}$$

Biais représente la moyenne des différences individuelles : Somme (ALCsang – ALCair)

ED représente l'Ecart-type des différences individuelles et N la taille de l'échantillon

La majorité des différences ALCsang – ALCair (soit 95%) devrait se retrouver dans l'intervalle $\pm 1.96 \text{ ED}$ qui constitue la limite de concordance. Toutefois, ces limites sont soumises à des incertitudes et l'intervalle de confiance sur ces incertitudes a été estimé par Bland et Altman par la formule $U = \pm 1.96 (3ED^2/N)^{1/2}$.

Au cas où une relation de proportionnalité est observée sur le diagramme de Bland et Altman, on procèdera à une transformation logarithmique (175).

3. RÉSULTATS

3.1 Analyse de régression sur les données alcoolémie (CPG) par rapport à l'éthylomètre

Au total, 477 victimes d'AVP inclus dans l'étude avaient des données complètes pour le dosage de l'alcoolémie et pour le dépistage éthylométrique. Sur cet échantillon, 103 victimes avaient des valeurs non nulles pour le dosage et le dépistage de l'alcool, en tenant compte des LOQ de notre méthode de dosage.

La majorité de ces victimes sont des hommes (80%) avec une moyenne d'âge de 35 ans \pm 11 ans (étendue = 16 à 75 ans). Les conducteurs représentent 34,3%, les piétons 23,2% et les passagers 42,4% de l'échantillon. Enfin, les hospitalisés représentaient 20,2% des victimes incluses dans cette étude de comparaison.

Nous avons donc comparé les 103 valeurs obtenues par dosage de l'alcoolémie par CPG-FID aux 103 valeurs obtenues suite au dépistage par l'éthylomètre. Trois valeurs extrêmes ont été exclues de l'analyse (ALCsang = 5,17 g/L, 5,27 g/L et 5,48 g/L). La valeur moyenne et la dispersion des alcoolémies pour chacune des méthodes sont présentés dans le Tableau 15 suivant :

Tableau 15 : Caractéristiques des valeurs de l'alcoolémie pour chacune des méthodes d'estimation

Méthode	Observations	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
CPG-FID	103	0,14	5,48	1,26	1,21
Ethylomètre	103	0,12	4,95	1,14	1,14

La distribution des valeurs obtenues par la méthode de dosage (axe des y) et par la méthode de dépistage (axe des x) de la consommation d'alcool sont représentées sur un diagramme de dispersion (Figure 23).

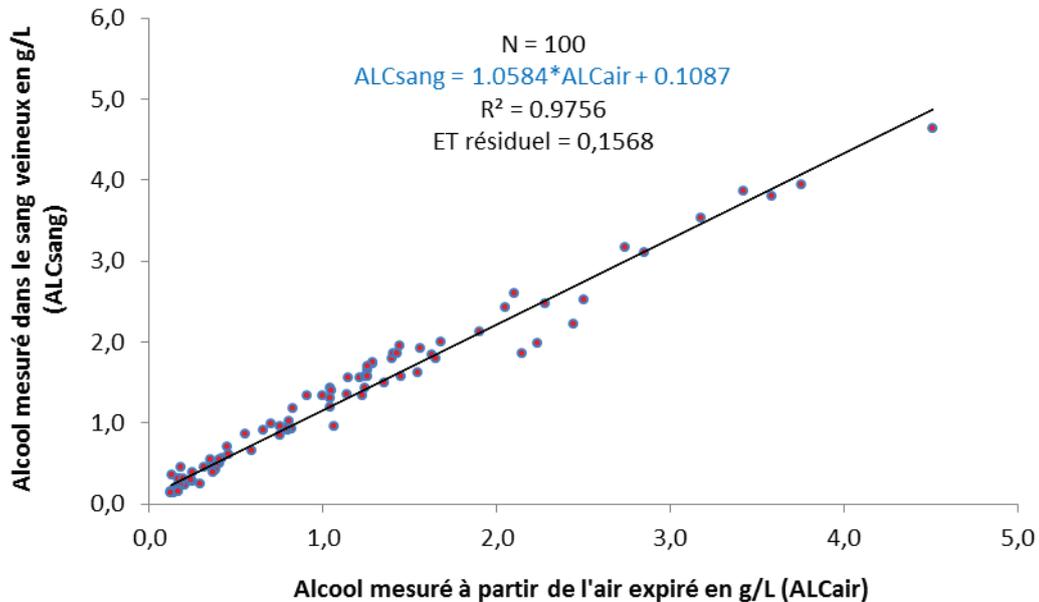


Figure 23: Relation entre les valeurs de l'alcoolémie mesurées par CPG et par éthylomètre chez les victimes d'AVP admises aux urgences du CHU de Yopougon (N = 100 paires)

Globalement, la corrélation entre l'alcoolémie déterminée par CPG-FID et l'alcool mesuré dans l'air alvéolaire des victimes paraît bonne si l'on se base sur le coefficient de détermination R^2 . En effet, 97,5% de la variance de l'alcoolémie (ALCsang) est expliquée par la régression linéaire sur l'alcool dans l'air expiré (ALCair). La pente de la droite de régression est proche de l'unité (pente = $1,06 \pm 0,017$) ce qui suggère que l'éthylomètre BacTrack Select 80 que nous avons utilisé est capable de donner en moyenne une valeur proche de l'alcoolémie moyenne déterminée par CPG-FID. Dans les conditions d'utilisation aux urgences du CHU de Yopougon, l'éthylomètre sous-estime en moyenne de 6% la valeur de l'alcool dans le sang des victimes. L'ordonnée à l'origine égale à $0,109 \pm 0,022$ g/L d'alcool indique la présence d'un biais de justesse (erreur systématique) qui traduit le fait que lorsque l'éthylomètre indique l'absence d'alcool dans l'air expiré, il est encore possible de quantifier l'alcool dans le sang. Par exemple, au moment où l'éthylomètre indique 0 g/L, on peut s'attendre à une alcoolémie moyenne de 0,11 g/L lors du dosage par CPG-FID (théoriquement, sachant que la LOQ = 0,145 g/L et LOD = 0,05g/L). Par contre, l'écart-type résiduel qui permet d'avoir une estimation de l'erreur aléatoire est relativement important (ET résiduel = 0,16). En nous basant sur l'équation de la droite de régression ($ALCsang = 1,058 * ALCair + 0,109$) et l'écart type résiduel, une mesure éthylométrique de 1g/L correspondrait à 1,17 g/L d'alcool dans le sang, mais avec un $IC_{95\%} = [0,85 - 1,48]$ relativement étendu.

3.2 Différences entre les concentrations d'éthanol dans le sang et l'air expiré

Nous avons comparé les deux méthodes (dépistage et dosage) à l'aide du diagramme des différences selon l'approche de Bland et Altman.

L'erreur systématique correspondant à la moyenne des différences entre alcool sanguin et alcool dans l'air expiré est égale à 0,16 g/L et l'erreur aléatoire ou écart-type sur la différence est de 0,166 g/L. A partir de ces deux statistiques nous pouvons déterminer les limites d'accord (LOA= Limit Of Agreement) de nos valeurs selon la méthode de Bland Altman. Les bornes de la limite de concordance (LOA) et les intervalles de confiance associés, ainsi que l'incertitude sur l'IC_{95%} s'expriment de la façon suivante :

LOA supérieure = $0,491 \pm 0,029$

LOA inférieure = $-0,160 \pm 0,029$

Les limites inférieures et supérieures de la LOA sont représentées sur la [Figure 24](#)

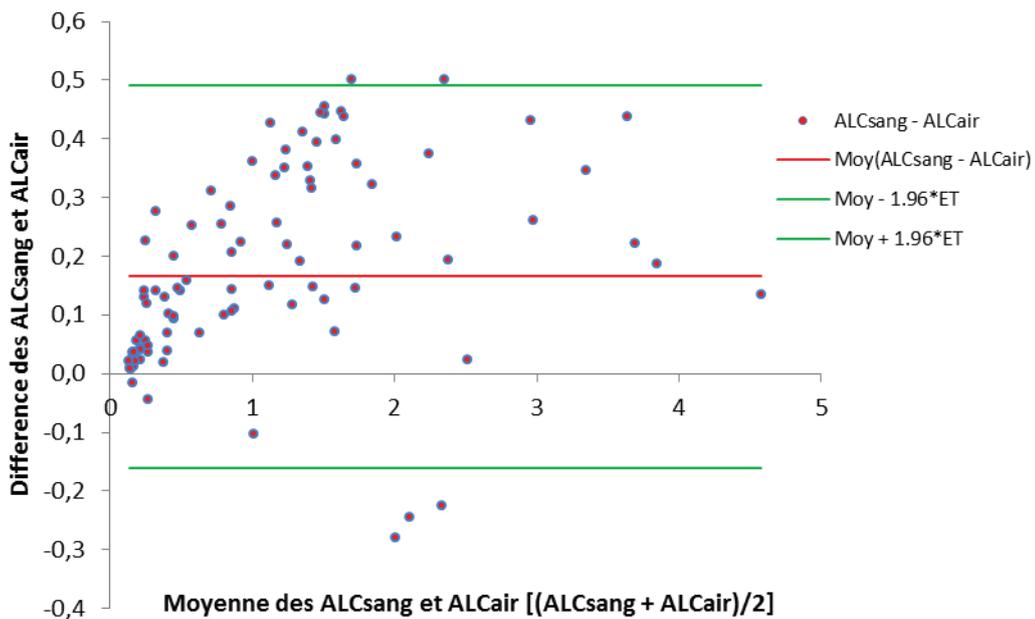


Figure 24 : Diagramme de Bland Altman représentant les différences de mesure de l'alcool par CPG-FID et éthylomètre (ALCsang – ALCAir) pour chaque victime par rapport à la somme des deux mesures (ALCsang + ALCAir)/2

Visuellement, la répartition des couples de points n'est pas totalement homogène autour de la moyenne. Il semblerait également que la différence entre les mesures d'alcoolémie varie en fonction du niveau de l'alcoolémie.

Nous avons procédé à une transformation logarithmique des données d'alcoolémie afin de réduire la relation entre la variabilité inter-méthode (ALCsang-ALCAir) et l'augmentation de l'alcoolémie mesurée.

Les résultats de cette transformation sont représentés sur la [Figure 25](#) et la [Figure 26](#).

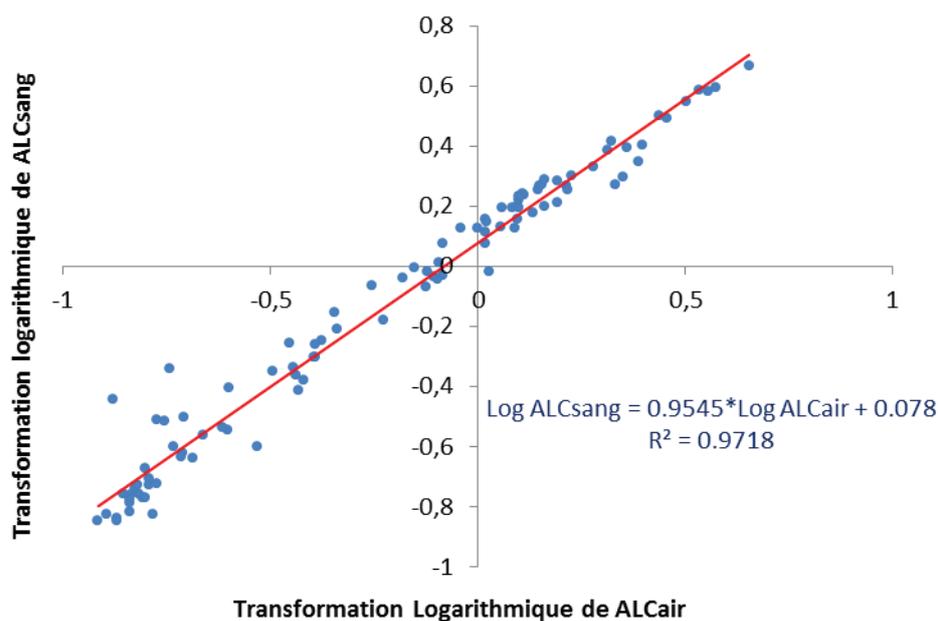


Figure 25: Relation entre les valeurs de l'alcoolémie mesurées par CPG et par éthylomètre après transformation logarithmique (N = 100)

En comparaison des données présentées à la [Figure 24](#), la transformation logarithmique a permis de produire un diagramme de Bland & Altman où les différences des mesures de l'alcoolémie ($\text{Log ALCsang} - \text{Log ALCair}$) ne semblent pas liées à la moyenne $[(\text{Log ALCsang} + \text{Log ALCair})/2]$.

La [Figure 26](#) présente les données transformées et le diagramme entre les différences et les moyennes des alcoolémies mesurées par les deux méthodes.

La répartition des différences autour de la moyenne est beaucoup plus homogène et permet une meilleure estimation de la moyenne et l'écart-type des différences. La différence moyenne ($\text{Log ALCsang} - \text{Log ALCair}$) est égale à 0,088 associée à des limites de concordance (LOA) à 95% entre -0,063 et 0,239. L'incertitude sur les limites d'accord est de $\pm 0,026$ pour la limite inférieure et supérieure.

Afin de pouvoir interpréter ces chiffres, nous avons procédé à une transformation inverse (anti-log ou exposant de base 10) qui donne un ratio $\text{ALCsang}/\text{ALCair}$ égal à 1,22 avec des limites de concordance à 95% entre 0,865 et 1,733. Par conséquent, la méthode de dépistage par éthylomètre sous-estime la valeur de l'alcoolémie donnée par le dosage sanguin en moyenne de 22%.

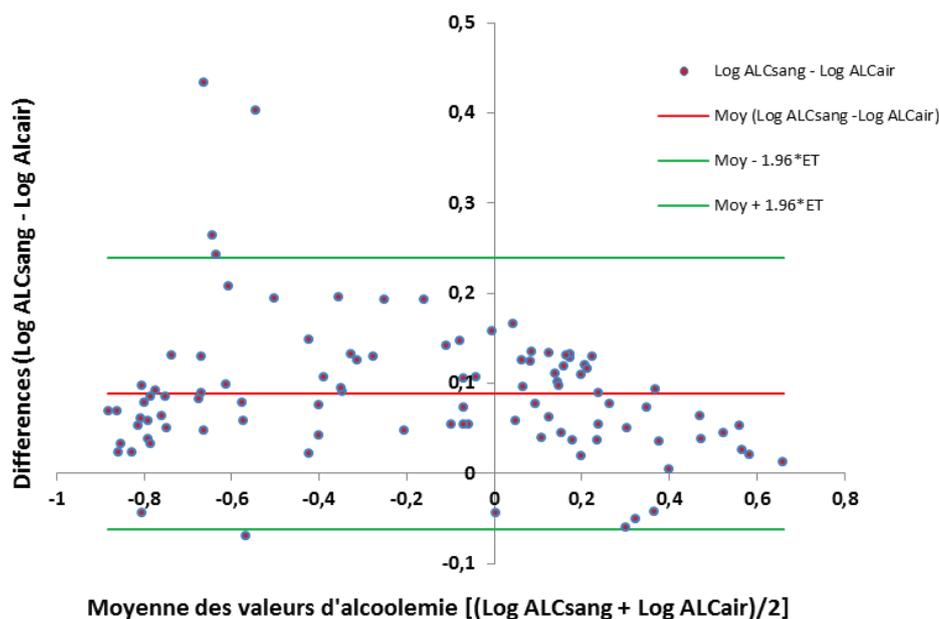


Figure 26: Différences entre les mesures de l'alcoolemie réalisées par CPG-FID et éthylomètre par rapport à la moyenne de ces valeurs après transformation logarithmique

4. DISCUSSION

Nous avons évalué l'utilisation de l'éthylomètre BacTrack Select 80 comme outil de mesure de l'alcoolemie dans un contexte de pratique hospitalière d'urgences chez des accidentés de la route en Côte d'Ivoire.

L'éthylomètre utilisé est de dernière génération et muni de capteurs électrochimiques qui permettent une bonne sélectivité de l'instrument pour le dépistage de l'éthanol.

En outre, ce modèle d'éthylomètre est doté d'une pompe à aspiration interne qui permet un échantillonnage automatique de l'air expiré. Cette option, permet de diminuer la variabilité sur le volume d'air échantillonné pour chaque analyse.

La calibration des cinq instruments portatifs utilisés a été assurée par le distributeur Canadien « Alcootech Canada inc » avant l'expédition des instruments en Côte d'Ivoire accompagnés des certificats de calibration. La calibration étant valide pour 1500 prélèvements ou une année, celle-ci couvrait toute la période d'étude. Toutefois, une mauvaise utilisation de l'instrument, notamment l'introduction de débris alimentaire dans la pompe ou une chute, peut altérer la calibration de l'instrument. Malheureusement, nous n'avons pas pu procéder à un contrôle de la calibration en cours d'étude pour nous assurer de la stabilité de notre calibration.

Ceci pourrait expliquer en partie l'écart-type résiduel relativement important de $\pm 0,16$ g/L, qui est un indicateur de la variabilité aléatoire. A titre de comparaison, Jones et Anderson (2003) rap-

porte un écart-type résiduel de $\pm 0,042$ mg/g (soit 0,044 g/L), alors qu'ils comparent les valeurs d'alcoolémie obtenues par un éthylomètre «Intoxilyser 5000 à Infrarouge » et par Chromatographie à espace de tête (CPG-FID-HS). Il convient de noter, cependant, que cette étude a été réalisée sur des volontaires sains ayant consommés des quantités connues et précises d'alcool dans des conditions expérimentales, d'où la variabilité aléatoire très faible observée par rapport à notre étude (170).

Par contre, *Kriikku et collaborateurs* (2014) aboutissent à un écart-type résiduel de $\pm 0,40$ g/kg (soit 0,42 g/L) dans une étude sur des conducteurs ayant subi des contrôles éthylométriques au bord de la route et une prise de sang pour un dosage par CPG-FID-HS. Dans cette dernière étude, le dépistage éthylométrique a été réalisé par des éthylomètres différents, provenant de fabricants très variés et avec des calibrations différentes pour la conversion de l'alcool dans l'air expiré en alcoolémie (176).

L'éthylomètre Bactrack Select 80 que nous avons utilisé est calibré avec un ratio de conversion alcool sanguin : alcool air (BBR) de 2100 : 1. Ce ratio est scientifiquement admis et légalement accepté aux Etats-unis et au Canada, ainsi que dans certains états Européens, pour obtenir directement la valeur de l'alcoolémie à partir de l'éthylomètre (177). Cependant, nous sommes partis de l'hypothèse que les victimes étaient en phase post-absorption au moment des prélèvements sanguins et de la réalisation du dépistage éthylométrique. Or, Jones (1978) démontre que durant la phase post-absorption le ratio BBR (Blood Breath Ratio) augmentait jusqu'à 2300 : 1 dans sa première phase, pour atteindre 3000 : 1 pour les alcoolémies faibles (178).

Ainsi, en appliquant un ratio BBR de 2100 : 1, les valeurs de l'alcoolémie affichées par les éthylomètres ont été probablement sous-estimées dans une proportion qui dépend de la partie de la phase post-absorption dans laquelle se situaient les victimes. Malheureusement, nous n'avons aucune information sur le profil d'élimination de l'alcool chez ces victimes.

L'analyse de régression linéaire montre une bonne corrélation entre les estimations de l'alcoolémie affichées par l'éthylomètre et l'alcoolémie mesurée dans le sang veineux. Toutefois, la forte corrélation observée avec cette analyse ($R^2 = 0,97$) ne signifie pas obligatoirement qu'il existe une concordance entre les deux méthodes évaluées. En effet, le coefficient de corrélation exprime la force de la relation entre deux variables et non la concordance entre elles. Néanmoins, l'étude de régression constitue une étape préliminaire utile pour gauger du degré de concordance entre les valeurs produites par les deux méthodes étudiées.

Nous avons utilisé, en plus de la régression, l'analyse par le diagramme des différences selon l'approche de Bland et Altman, pour estimer le biais de la méthode et l'erreur aléatoire associée.

Dans l'analyse de régression, l'erreur aléatoire est exprimée par l'écart-type résiduel qui est égal à $\pm 0,1568$ g/l et en parfaite concordance avec l'écart-type sur les différences (ALCsang – ALCair) égal à $\pm 0,166$ g/l.

L'analyse du diagramme de Bland et Altman révèle une erreur systématique de 0,16 g/l, ce qui signifie que l'éthylomètre sous-estime systématiquement la concentration d'alcool dans le sang veineux de 0,16 g/l.

Nous avons dû procéder à une transformation logarithmique afin de nous affranchir de la proportionnalité entre les différences (ALCsang - ALCair) et l'augmentation de l'alcoolémie. Le calcul du ratio ALCsang : ALCair par transformation inverse montre que l'éthylomètre sous-estime globalement l'alcoolémie mesurée à partir du sang veineux de 22%.

Ce biais systématique pourrait s'expliquer en premier lieu par l'utilisation d'un facteur de conversion inadapté/incorrect lors de la calibration de l'éthylomètre, comme discuté précédemment. Par ailleurs, l'absence de maîtrise du délai entre le test éthylométrique et la prise de sang pourrait expliquer les écarts entre les mesures. En effet, ce délai est conditionné par l'état du patient, la disponibilité de l'éthylomètre et la disponibilité de l'enquêteur entraîné pour faire pratiquer le test. La prise de sang, par contre, est plus systématique puisqu'elle fait partie des tâches pratiquées en routine par les infirmiers (IDE). Nous pensons que les prélèvements sanguins sont pratiqués plus volontiers peu après l'admission comme recommandé par le protocole d'étude, mais que le dépistage éthylométrique est réalisé un peu plus tard lorsque le patient est stable et que le matériel est disponible. Nous avons observé que la disponibilité de l'éthylomètre était un véritable problème et constituait près de 36,2% des dépistages non réalisés dans l'étude ASMA-CI (voir partie 2 du manuscrit).

Enfin, l'amplitude de l'erreur aléatoire ($\pm 0,166$ g/l) associé au biais de mesure de l'alcoolémie par l'éthylomètre (0,16 g/l), ne permettent pas l'utilisation de cet instrument dans un but médico-légal, étant données les implications judiciaires que peuvent engendrer ces erreurs.

Quant à la possibilité d'utilisation de cet instrument dans un contexte d'urgence pour évaluer le niveau d'imprégnation alcoolique des victimes d'AVP, elle reste également assez discutable aux vues de nos résultats. Si l'on peut envisager d'appliquer un facteur de correction sur les valeurs mesurées par l'éthylomètre d'environ 22%, il reste que l'imprécision ou l'erreur aléatoire est relativement importante ($\pm 0,166$ g/l). Par conséquent, nous avons choisi de ne pas utiliser les valeurs d'alcoolémie obtenues à l'aide de l'éthylomètre comme valeurs de substitution en l'absence du dosage sanguin de l'alcoolémie dans la suite de notre thèse.

5. CONCLUSION

Nous avons testé un modèle d'éthylomètre professionnel de dernière génération sur des victimes d'AVP dans le contexte de pratique aux urgences du CHU de Yopougon.

Les résultats de l'alcoolémie estimée à partir de l'éthylomètre sont bien corrélés aux valeurs de l'alcoolémie obtenues par le dosage sanguin qui nous sert de méthode de référence ($R^2 = 0,97$). Toutefois, l'ampleur de la variation aléatoire qui se traduit par un écart-type de $\pm 0,166$ pourrait entraîner une incertitude non négligeable/considérable si les résultats de l'éthylomètre devaient être utilisés pour estimer l'alcoolémie de façon individuelle chez les victimes. Cette erreur aléatoire relativement importante pourrait être liée à une instabilité de la calibration en rapport avec une mauvaise utilisation de l'instrument, ou à un défaut de maîtrise du délai entre le prélèvement sanguin et la réalisation du test éthylométrique.

Le biais systématique associé aux mesures de l'éthylomètre qui sous-estime l'alcoolémie mesurée dans le sang veineux de près de 22% pourrait s'expliquer par l'utilisation d'un ratio de conversion (Ratio alcool sang : alcool air = 2100 : 1) incorrect ou inadapté.

Vu l'importance des erreurs aléatoire et systématique associées à l'utilisation de l'éthylomètre chez les victimes admises aux urgences, nous estimons que l'alcoolémie affichée par l'instrument ne peut être substituée à celle du dosage sanguin dans nos analyses futures.

CINQUIÈME PARTIE :

DESCRIPTION ET CARACTÉRISTIQUES DES ACCIDENTS DE LA VOIE PUBLIQUE MORTELS ET NON MORTELS À ABIDJAN (ÉTUDE ASMA-CI)

1. INTRODUCTION

L'objectif principal de notre travail de thèse est d'étudier la relation entre la consommation de substances psychoactives et la survenue des AVP à Abidjan (Côte d'Ivoire). Cependant, l'interprétation de nos résultats exige une connaissance préalable du contexte et des spécificités des accidents qui surviennent en Côte d'Ivoire. En outre, la connaissance des facteurs accidentologiques et des caractéristiques des victimes, devrait nous permettre de mieux identifier les autres facteurs de risque (en dehors de l'alcool et les substances) à inclure dans nos modèles pour l'analyse multivariée de la relation entre l'usage de substances psychoactives et la gravité de l'AVP.

D'autre part, la connaissance approfondie du type et du contexte de survenue des AVP et leurs conséquences médicales (profil lésionnel et gravité), peuvent contribuer à l'élaboration de mesures de prévention plus efficaces des AVP en Côte d'Ivoire. Cette approche de la prévention primaire et secondaire est importante pour le secteur de la santé publique, car elle pourrait se traduire par une diminution des hospitalisations et une réduction de la gravité des traumatismes.

Cette étude exploratoire, qui se situe dans un contexte de rareté des données, a pour objectifs de décrire les caractéristiques et le contexte des AVP mortels ou non mortels en Côte d'Ivoire, et de déterminer le profil général et lésionnel des victimes de ces AVP.

Nous présentons, dans un premier temps, la méthode utilisée pour atteindre nos objectifs. Ensuite, dans la section résultats, nous présentons les différentes caractéristiques des AVP survenus au cours de la période d'étude, ainsi que le profil des victimes impliquées dans ces AVP. Ces résultats sont discutés en fonction de la littérature internationale actuelle, puis nous faisons une synthèse et des recommandations pour conclure ce chapitre.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODE

Les données concernant les victimes et leur accident ont été recueillies selon la méthodologie de collecte et les critères d'inclusion exposés en détail dans la deuxième partie de cette thèse.

Nous rappelons que les informations sur les AVP et les victimes sont extraites à partir des données recueillies par questionnaire auprès des victimes admises pour AVP au CHU de Yopougon et à l'IMLA dans le cadre de l'étude ASMA-CI.

3. RÉSULTATS

3.1 Caractéristiques des Accidents de la Voie Publique

3.1.1. Moyens de transport impliqués

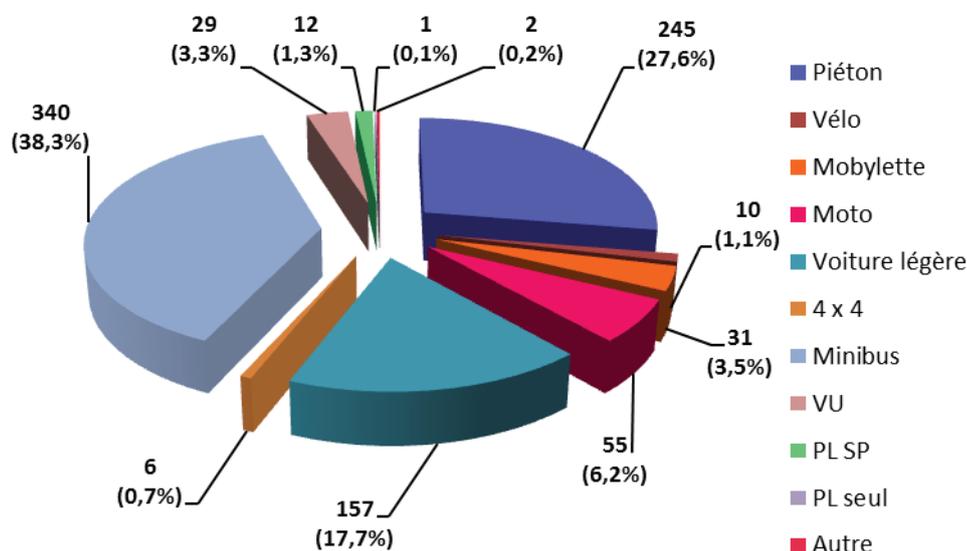


Figure 27: Distribution des victimes selon la catégorie de moyen de transport utilisée au moment de l'AVP et le type d'antagoniste (étude ASMA-CI, 2012, n = 888)

Les victimes d'AVP participant à l'étude sont en majorité des occupants de Minibus (38,3%), des piétons (27,6%) et des usagers de véhicules légers (17,7%). Les deux-roues (incluant vélos, mobylettes et motocyclettes) ne représentent que 10,8% des véhicules impliqués dans les AVP des victimes. Quant aux poids-lourds, leur contribution aux AVP est marginale dans le cadre de notre étude (1,5%) (Figure 27).

3.1.2. Types de collision

Les victimes sont le plus souvent impliquées dans les types de collisions corporelles suivants : piéton contre minibus (169 cas), piéton contre VL (122 cas) et minibus contre minibus (83 cas).

Plus spécifiquement, les piétons victimes d'AVP percutés par un minibus représentent environ un quart (24,3%) de toutes les collisions piéton contre minibus, les trois-quarts restant étant des occupants de minibus blessés dans ce même type de collision.

Par contre, les piétons percutés par un VL représentent 97,5% des victimes impliquées dans une collision piéton contre VL, alors que seulement 2,5% des occupants de VL sont blessés dans une collision entre leur véhicule et un piéton.

Les autres types de collisions survenues chez les victimes et leurs fréquences sont résumés dans le Tableau 16.

Tableau 16: Répartition des victimes selon le moyen de transport utilisé au moment de l'AVP et le type d'antagoniste (étude ASMA-CI, 2012)

Antagoniste ou autre usager impliqué	Catégories d'usagers victimes d'Accident de la Voie Publique et admis aux Urgences										
	Piétons	Vélos	Cyclos	Motos	VL	4 x 4	Minibus	VU	PL	Autres	Toutes catégories
Sans tiers	-	1	3	5	44	0	0	7	2	0	62
Contre piéton	-	0	3	4	3	0	128	0	0	1	139
Contre vélo	3	0	2	2	0	0	0	0	0	0	7
Contre cyclo	4	0	3	0	1	0	0	0	0	0	8
Contre moto	23	0	2	6	0	0	0	0	0	0	31
Contre VL	119	5	10	18	46	1	23	11	5	1	239
Contre 4 x 4	12	0	0	2	5	1	0	0	0	0	20
Contre VU	27	0	1	4	9	1	16	6	0	0	64
Contre PL	5	0	2	2	13	0	27	2	2	0	53
Contre minibus	41	4	1	9	17	1	83	0	1	0	157
Obstacle fixe		0	0	1	12	2	50	2	3	0	70
Véhicule en stationnement	-	0	1	2	2	0	8	0	0	0	13
Non précisé	11		3		5		4	1	0		24
Total toutes situations	245	10	31	55	157	6	340	29	13	2	888

VL = Véhicule à quatre roues léger, VU = Véhicule Utilitaire, PL = Poids Lourds

3.1.3. Type de réseaux routiers

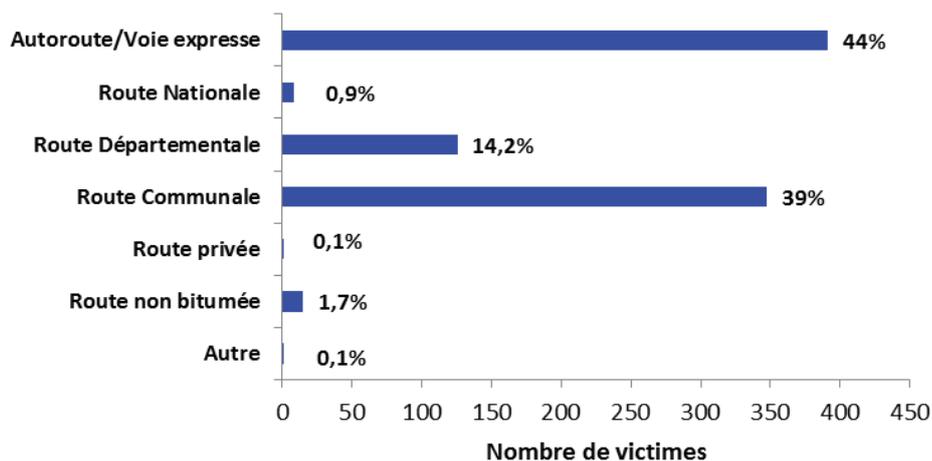


Figure 28 : Répartition des victimes d'AVP selon le type de réseau routier où s'est produit leur accident (étude asma-ci, 2012, n=889)

La majorité des victimes d'AVP étaient accidentées sur les autoroutes ou voies express (44%) et les petites rues communales (39%). Ces deux catégories de réseaux routiers dont la majorité est située en agglomération où la vitesse est théoriquement limitée à 90 et 60 km/h représentent en tout 83% des AVP dans notre étude (Figure 28).

3.1.4. Type de trajet ou motif du déplacement

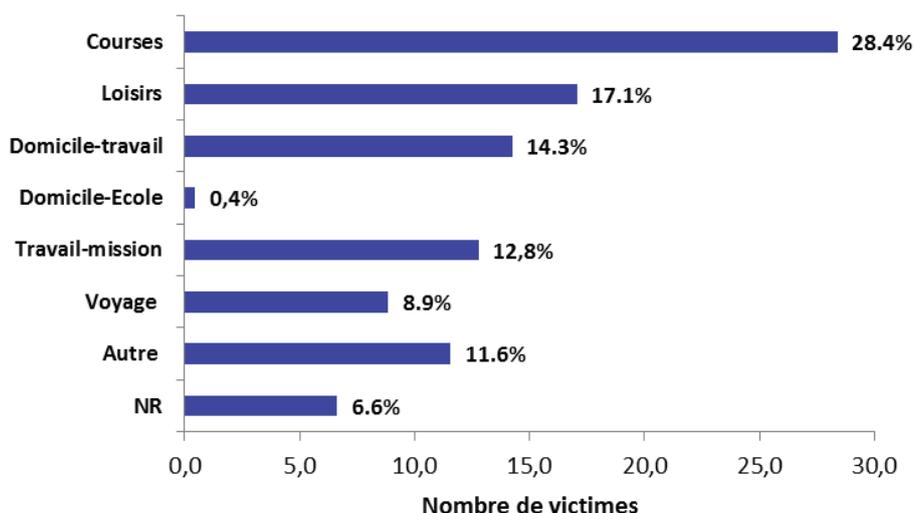


Figure 29: Répartition des victimes d’AVP en fonction de leur motif de déplacement (étude ASMA-CI, 2012, n=891)

La majorité des victimes d’AVP ont eu leur accident alors qu’elles se déplaçaient pour un trajet de courses (administratives, épicerie, marché, etc) soit 28,4% des victimes d’AVP, ou alors à l’occasion d’un trajet en lien avec le travail (trajet domicile-travail ou mission) soit 27,1% des victimes (Figure 29).

3.1.5. Jour de l’accident

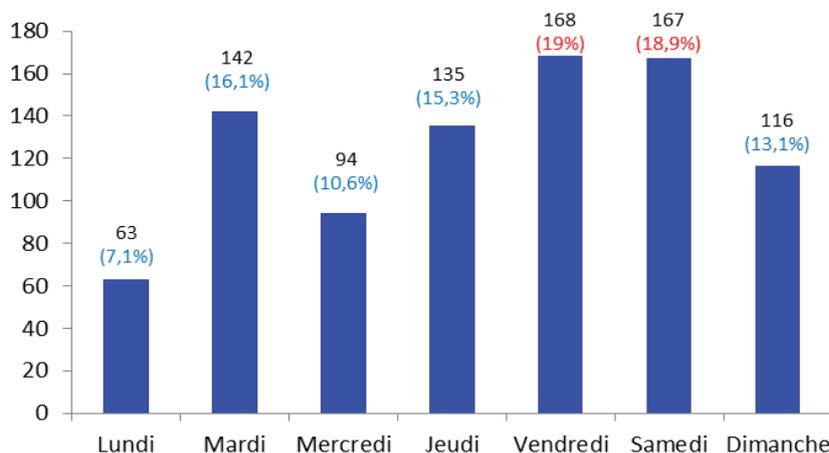
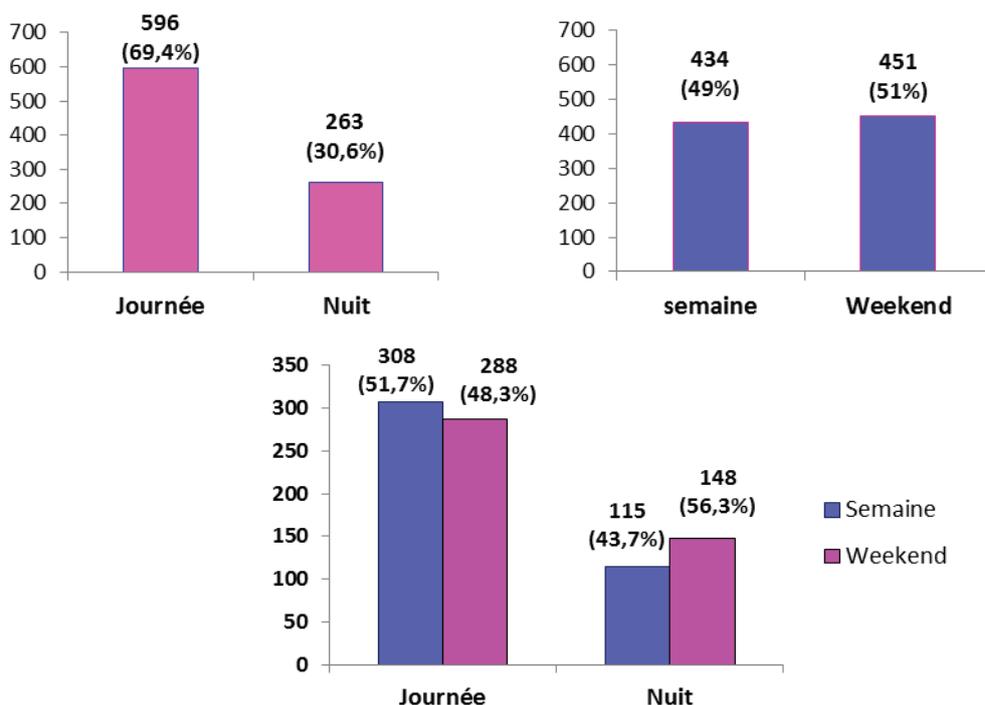


Figure 30: Distribution des victimes d’AVP en fonction du jour de la semaine où s’est produit l’évènement (étude ASMA-CI, 2012, n=885)

Le nombre de patients admis aux urgences suite à un AVP varie sensiblement selon le jour de la semaine où s’est produit l’accident. Ainsi, nous notons que le vendredi et le samedi, le nombre d’admission pour AVP était plus élevé en comparaison au reste de la semaine (Figure 30).

3.1.6. Période de la journée et moment de la semaine



* Note1 : *Journée* (06H00 – 17H59) et *Nuit* (18H00 – 05H59)

** Note2 : *Semaine* (Lundi 06H00 à Vendredi 17H59) et *Weekend* (Vendredi 18H00 à Lundi 05H59)

Figure 31: Distribution des victimes d’AVP en fonction du moment de la journée et de la semaine où s’est produit l’accident (étude ASMA-CI, 2012, n1=859 ; n2 =885 ; n3=859)

Pour deux victimes sur trois les AVP surviennent en pleine journée, tandis que pour la moitié des victimes l’accident a lieu durant le weekend. Lorsque la victime a un AVP au cours de la nuit (entre 18:00 PM et 06:00AM), celui-ci survient plus fréquemment le weekend (Figure 31).

3.1.7. Tranche horaire de survenue de l'AVP

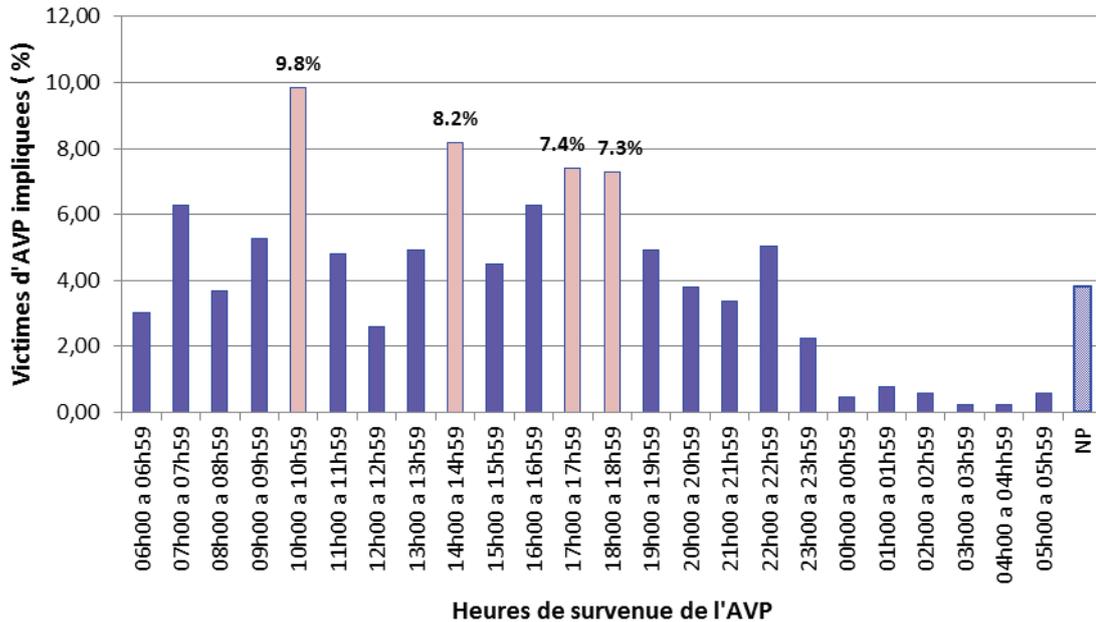


Figure 32: Répartition des victimes d'AVP en fonction des tranches horaires de survenue de l'évènement (étude ASMA-CI, 2012, n=893)

La distribution des victimes d'AVP en fonction de l'heure de l'accident, confirme que la majorité des AVP a lieu en pleine journée entre 06H00 et 18H00 (69,4%). En journée, les pics d'AVP surviennent entre 10H00 et 11H00 et entre 14H00 et 15H00. On observe également un pic en fin d'après-midi entre 17H00 et 19H00, essentiellement lié à la contribution des AVP du weekend. Dans notre étude les AVP du weekend comptent pour près de 58% des AVP qui se produisent entre 16H00 et 20H00 (Chi2, $p < 0,0001$).

Les AVP qui se produisent au-delà de minuit sont très rares (Figure 32).

3.1.8. Lieu de résidence

Plus de la moitié des victimes admises au CHU de Yopougon suite à un AVP, résidait à Yopougon dans un rayon de 7 km autour au CHU de Yopougon. Loin derrière Yopougon, la banlieue d'Abobo venait en deuxième position concernant le lieu de résidence des victimes qui se présentaient aux urgences suite à un AVP. Ces deux quartiers (ou communes) sont les plus peuplés d'Abidjan. Ils représentent à eux seuls plus de la moitié de la population de la ville (Yopougon : superficie = 150 Km², environ 2 000 000 d'habitants, Abobo : 100 Km², environ 1 500 000 d'habitants). Globalement, toutes les communes d'Abidjan, ainsi que 49 villes ou villages de l'intérieur du pays sont représentées comme lieux de résidence des victimes. Cinq victimes avaient leur résidence habituelle en dehors de la Côte d'Ivoire : Guinée, Mali, France (Tableau

17). La Carte 1 présente le bassin d'attractivité des victimes d'AVP par les urgences du CHU de Yopougon.

Tableau 17 : Répartition des victimes d'AVP admises aux urgences du CHU de Yopougon ou à l'IMLA en fonction de leur lieu de résidence (étude ASMA-CI, 2012)

Lieu de résidence	Nombre de victimes	Fréquence (%)
ABOBO	77	8,64
ADJAME	35	3,93
ATTECOUBE	25	2,81
COCODY	22	2,47
KOUMASSI	18	2,02
MARCORY	8	0,90
PLATEAU	0	0,00
PORT-BOUET	16	1,80
TREICHVILLE	7	0,79
YOPOUGON	483	54,21
INCONNU	52	5,84
HORS ABIDJAN (49 villes)	143	16,05
HORS CÔTE D'IVOIRE	5	0,56
TOTAL	891	100%

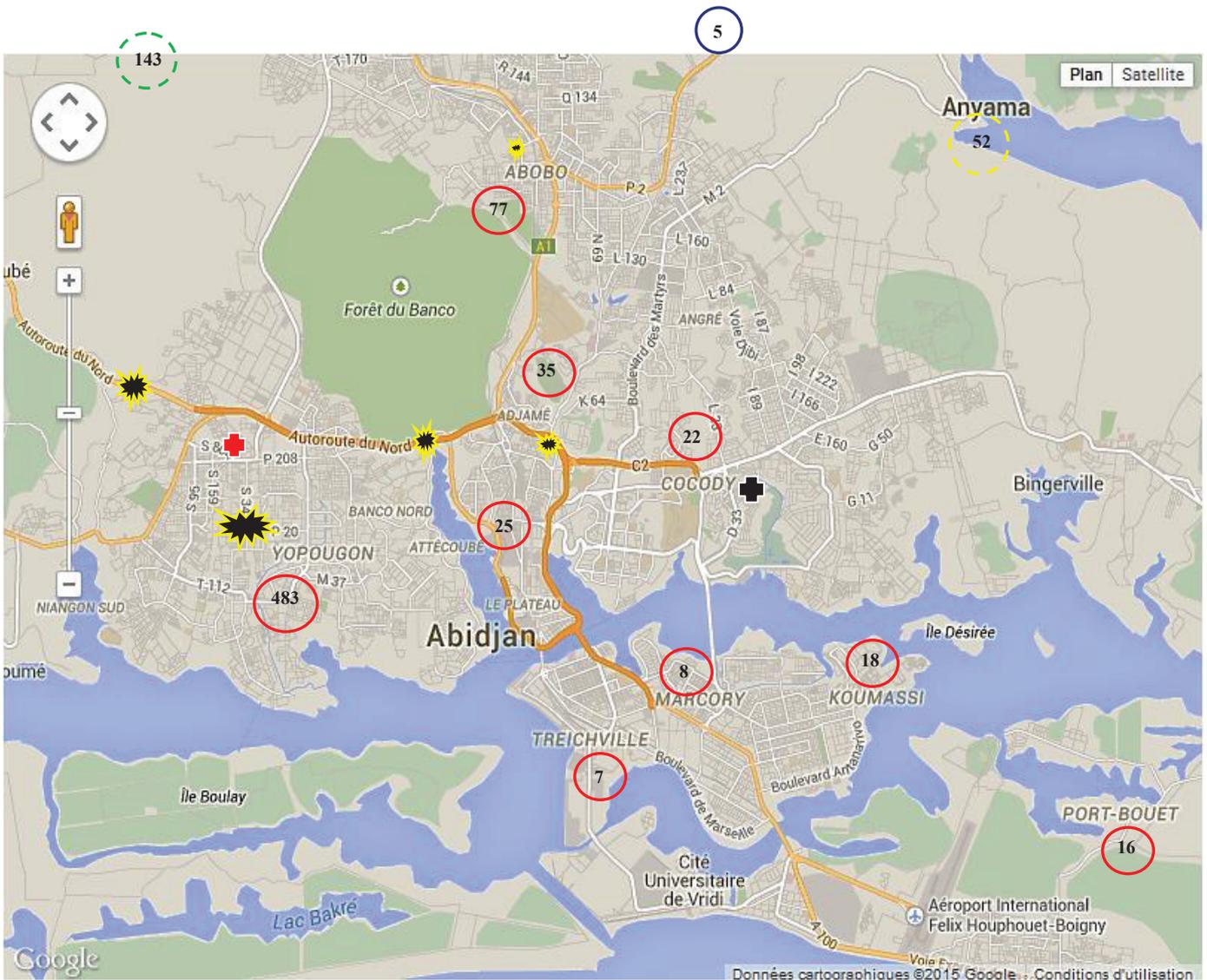
3.1.9. *Lieu de la collision*

Les communes d'Abidjan et de l'intérieur du pays, ainsi que les grands axes où surviennent les AVP associés au nombre de victimes occasionnées par ces AVP sont résumés dans le Tableau 18.

Pour la grande majorité des victimes, l'AVP a lieu dans la commune de Yopougon (40,1%) et sur l'Autoroute du Nord (33,3%). Les AVP sur l'Autoroute du Nord, interviennent sur la portion du réseau qui se trouve à Abidjan (Autoroute du Banco) et qui fait la liaison entre les autres communes (Abobo, Adjamé, etc) et Yopougon, mais également sur la portion en dehors d'Abidjan. L'Autoroute du Nord est longue de 230 Km et réalise la liaison entre Abidjan et Yamoussoukro (région Centre).

Tableau 18: Répartition des victimes d'AVP admises aux urgences du CHU de Yopougon ou à l'IMLA en fonction du lieu de l'accident (étude ASMA-CI, 2012)

Lieu de l'AVP	Nombre de victimes	Fréquence (%)
ABOBO	35	3.93
ADJAME	48	5.39
ATTECOUBE	8	0.90
COCODY	7	0.79
KOUMASSI	3	0.34
MARCORY	2	0.22
PLATEAU	2	0.22
PORT-BOUET	3	0.34
TREICHVILLE	11	1.23
YOPOUGON	357	40.07
AUTOROUTE DU NORD	184	20.65
ELIBOU (Autoroute du Nord)	56	6.29
AUTOROUTE DU BANCO	57	6.40
AUTOROUTE VERS NORD SP	29	3.25
HORS ABIDJAN (25 villes)	76	8.53
INCONNU	12	1.35
TOTAL	891	100%



Carte 1 : bassin d'attractivité des victimes d'AVP admises aux urgences du CHU de Yopougon en fonction du lieu de résidence (étude ASMA-CI, 2012)

3.2 Profil des victimes d'Accident de la Voie Publique

3.2.1 Âge des victimes

L'âge moyen des victimes d'AVP admises aux urgences du CHU de Yopougon et à l'IMLA est de $32,4 \pm 11,9$ ans et varie de 14 à 80 ans.

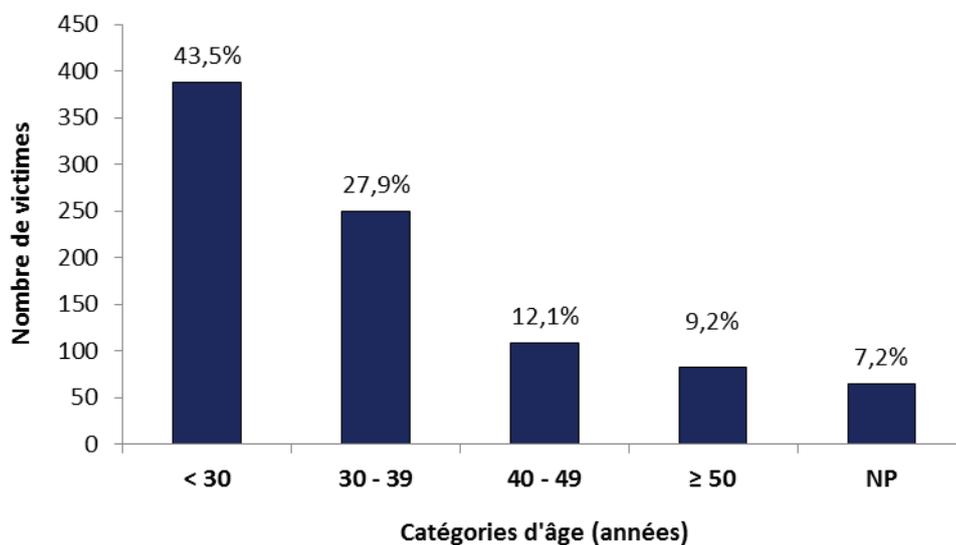


Figure 33 : Distribution des victimes d'AVP admises aux urgences du CHU de Yopougon et à l'IMLA par catégorie d'âge (étude ASMA-CI, 2012, n=891)

Les victimes d'AVP dans notre étude sont relativement jeunes avec 43,5% des patients âgés de moins de 30 ans et 28% entre 30 et 49 ans (Figure 33).

Chaque classe d'âge ayant tendance à se porter sur un mode de transport spécifique, l'analyse par catégorie d'usager de la route apporte un éclairage sur les modes de déplacement des victimes d'AVP selon l'âge (Figure 34).

Les moins de 30 ans sont particulièrement concernés par les modes « vulnérables » avec 32,8% qui sont victimes d'un AVP en tant que piéton. Par ailleurs, ils représentent 39,8 % des victimes d'AVP en tant qu'occupant de minibus (Gbaka).

Parmi les victimes âgées de 30 à 39 ans, nous observons une configuration avec 22,2% de victimes d'AVP en mode piéton, 37,1% qui sont des usagers de minibus et 25,0% accidentés au cours d'un trajet en véhicule léger.

Les victimes entre 40 et 49 ans présentent une répartition différente au niveau des modes de transport impliqués dans leur AVP, avec une moindre proportion de piétons (16,7%), une plus forte proportion d'usagers de minibus (43,5%) et à peu près un tiers d'usager de véhicules légers (30,6%).

Quant aux victimes de 50 ans et plus, le mode de transport utilisé au moment de l'accident se répartit de façon relativement égale entre piéton (28,0%), usager de minibus (33,0%) et usager de véhicule léger (29,3%).

Lorsqu'on s'intéresse plus particulièrement aux trois modes de déplacement les plus utilisés par les victimes, il apparaît que le mode de transport est significativement associé à la catégorie d'âge (Chi2, p = 0,0004).

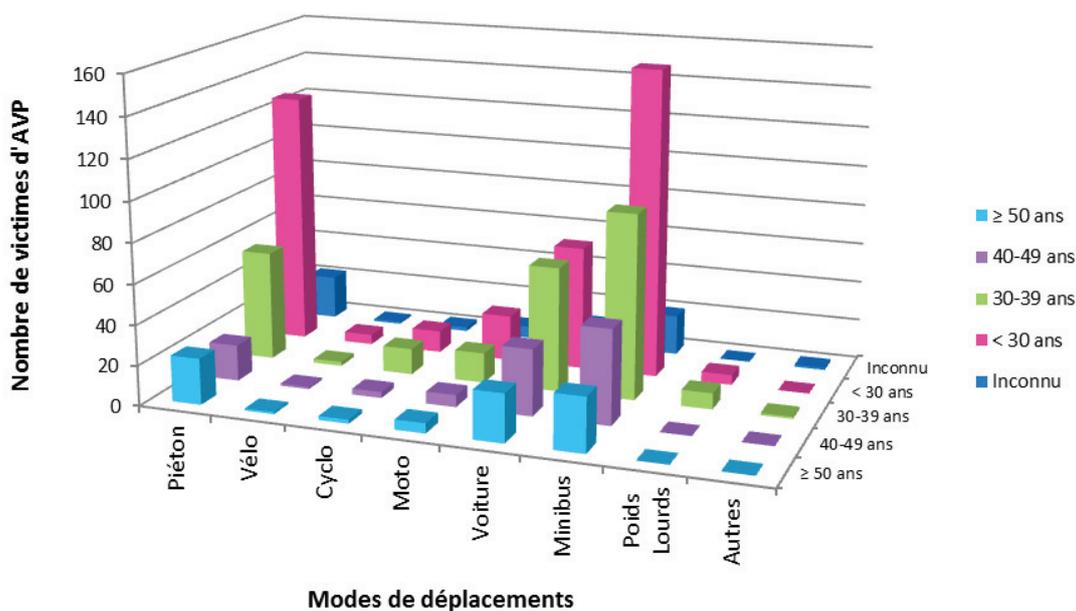


Figure 34: Répartition des victimes en fonction de leur moyen de transport et de leur catégorie d'âge (étude ASMA-CI, 2012, n=888)

3.2.2 Sexe des victimes

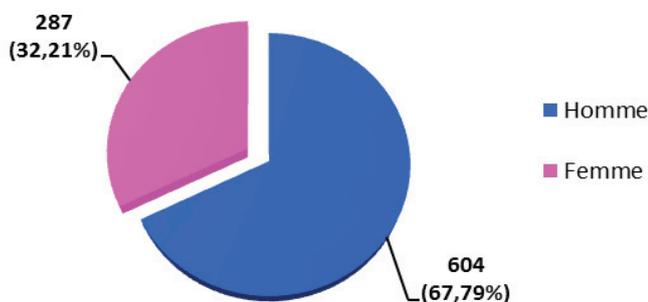


Figure 35: Répartition des victimes d'AVP admises aux Urgences et à l'IMLA en fonction du sexe (étude ASMA-CI, 2012, n=891)

Les victimes incluses dans notre étude sont en majorité des hommes dans 67,8% des cas, avec un ratio Homme : Femme égal à 2 : 1 (Figure 35).

Nous nous sommes intéressés à la répartition des hommes et des femmes par catégorie d'âge chez les victimes d'AVP. Chez les victimes les plus jeunes (< 30 ans), les femmes sont légèrement plus représentées que dans les autres tranches d'âge, tandis que chez les victimes plus âgées (≥ 50 ans) les femmes sont au contraire un peu moins représentées. Toutefois, la répartition des hommes et des femmes selon les différentes tranches d'âge n'est pas statistiquement significative dans l'ensemble (chi2, p= 0,06) (Figure 36).

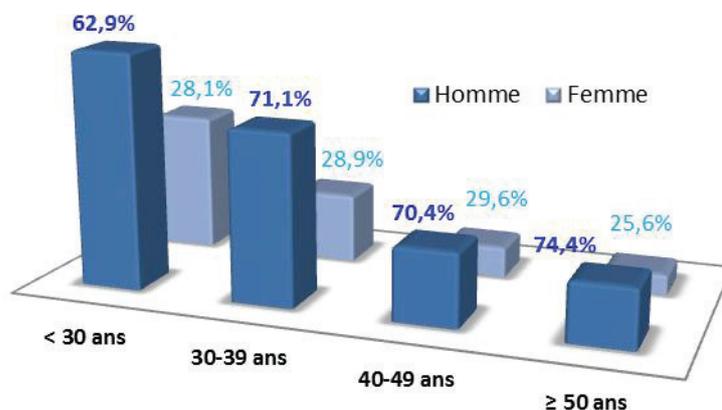


Figure 36: Distribution des victimes en fonction de l'âge et du sexe (étude ASMA-CI, 2012, n=827)

3.2.3 Type d'utilisateur

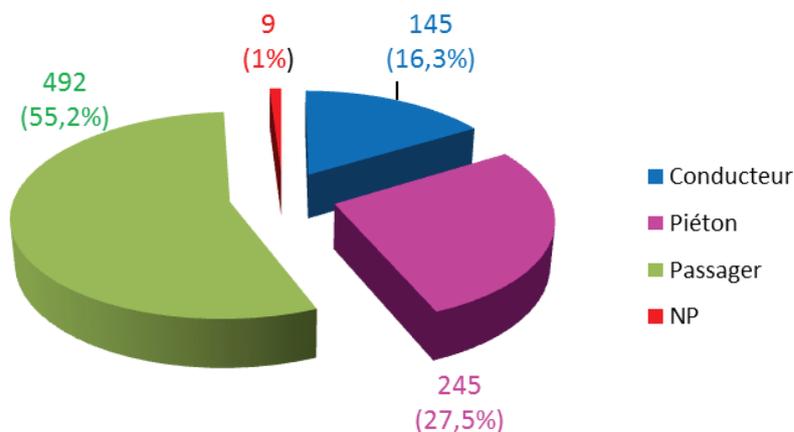


Figure 37: Distribution des victimes d'AVP admises aux urgences du CHU de Yopougon et à l'IMLA par type d'utilisateur de la route (étude ASMA-CI, 2012, n=891)

Les passagers de véhicules représentent plus de la moitié des victimes d'AVP admises aux Urgences du CHU de Yopougon et à l'IMLA (Figure 37).

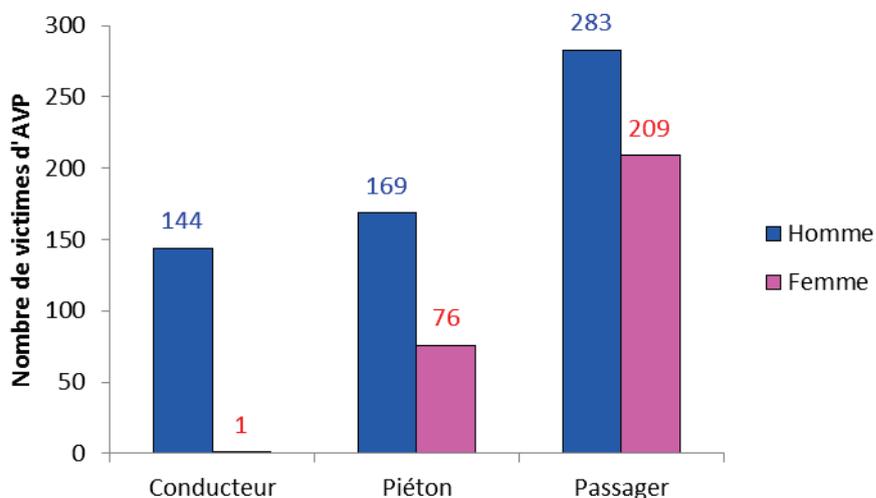


Figure 38: Distribution des victimes d'AVP en fonction du type d'usager de la route et du sexe (étude ASMA-CI, 2012)

Dans notre échantillon d'étude, près de 99% des conducteurs sont des hommes, 31% des piétons sont des femmes et 42% des passagers sont des femmes (Figure 38).

3.2.4 Catégorie socio-professionnelle

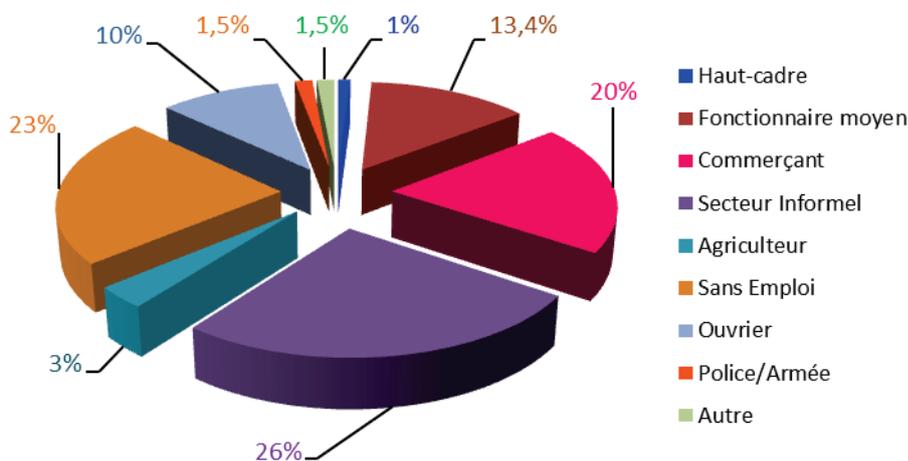


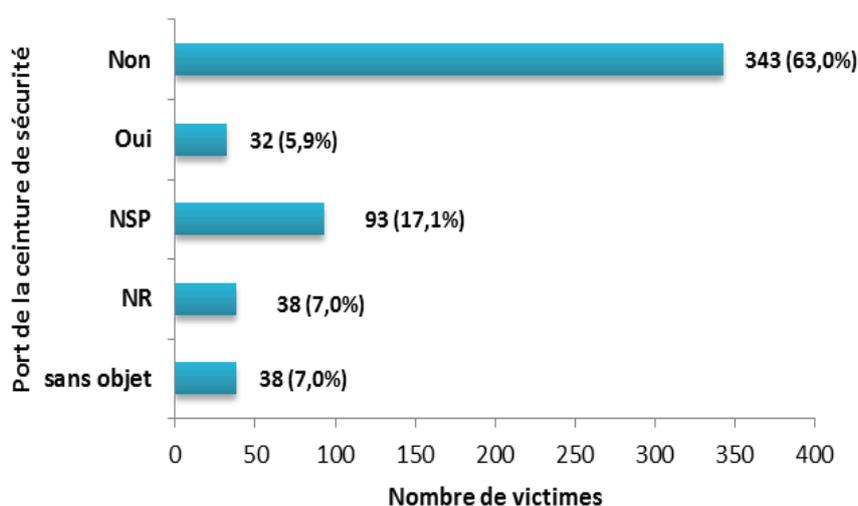
Figure 39: Distribution des victimes d'AVP selon la catégorie socio-professionnelle (étude ASMA-CI, 2012, n=891)

Les victimes d'AVP appartiennent principalement au secteur informel (26%), sont sans-emplois (23%) ou sont commerçants incluant les vendeurs ambulants (20%) (Figure 39). Les agriculteurs dont l'activité se situe habituellement en zone rurale (3%) et les agents de la police, de la gendarmerie ou de l'armée (sous-catégorie des fonctionnaires moyens) sont peu représentés dans notre échantillon d'étude ($\leq 1,5\%$).

3.2.5 Port des équipements de sécurité

Sur l'ensemble des 544 victimes d'AVP concernées par le port de la ceinture de sécurité (passagers et conducteurs de véhicules à quatre roues tous gabarits), 506 avaient l'information disponible dans le questionnaire.

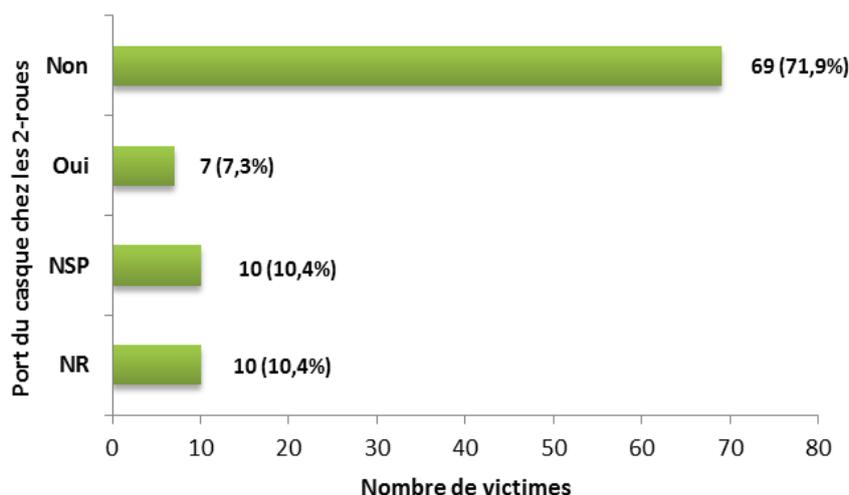
Seulement 6,3% des victimes (32/506) rapportent avoir leur ceinture de sécurité attachée au moment de l'accident. Près de 18,4% des victimes ne se souviennent pas si elles avaient attaché ou non leur ceinture et dans 7,5% des cas la ceinture n'était pas disponible ou fonctionnelle selon la victime (Figure 40).



** NSP = ne sais pas ; NR = non renseigné ; Sans objet = équipement non disponible

Figure 40 : Distribution des victimes d'AVP en fonction du port de la ceinture de sécurité (N = 544, étude ASMA-CI)

Quant aux victimes de la catégorie des usagers de deux-roues (vélo, mobylette et motocyclette), elles étaient au nombre de 96 dont 10 n'avaient aucune information sur le port du casque. Seulement 8,1% des victimes rapportent avoir leur casque au moment de l'accident, quand 11,6% disent ne pas se souvenir s'il le portait ou pas (Figure 41).



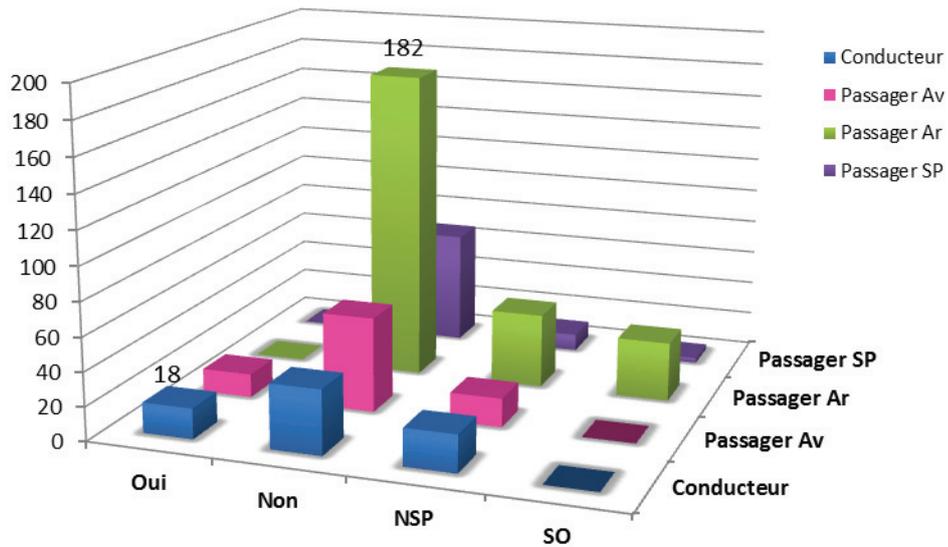
** NSP = ne sais pas ; NR = non renseigné ; Sans objet = équipement non disponible

Figure 41: Distribution des victimes usagers de deux-roues en fonction du port du casque de sécurité (N = 96, étude ASMA-CI)

Nous avons évalué si le port de la ceinture de sécurité pouvait être lié à la position de l'occupant dans le véhicule. La [Figure 42](#) montre bien que les passagers arrière (Ar) et les passagers dont la position n'est pas précisée (SP), sont les plus nombreux à déclarer ne pas avoir attaché leur ceinture de sécurité au moment de l'AVP. Aucun des passagers appartenant à ces deux catégories n'avait attaché sa ceinture de sécurité au moment de l'AVP.

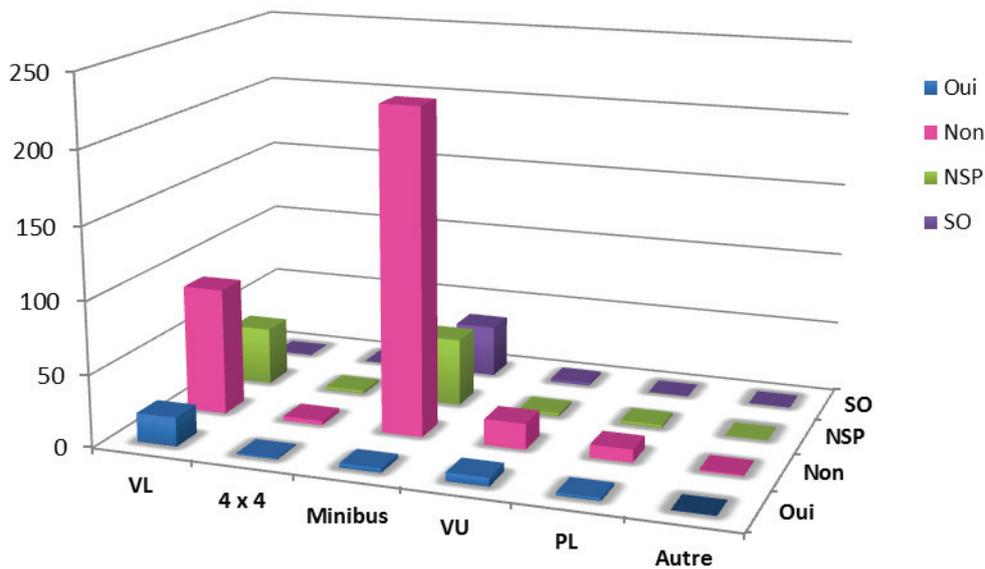
Parmi les conducteurs de quatre-roues (N = 78), 23,1% rapportent avoir leur ceinture de sécurité attachée au moment de leur AVP. Quant aux passagers avant (N = 87), 16,1% déclarent avoir leur ceinture de sécurité attachée au moment de leur accident.

Lorsqu'on analyse le port de la ceinture de sécurité en fonction du type de véhicule occupé par la victime au moment de l'AVP, on constate que ce sont les occupants de minibus ou « Gbaka » qui comptent le plus faible taux de port de la ceinture de sécurité avec 0,97% (3/310). Tandis que les occupants de véhicules légers (VL) comptent le taux de port de la ceinture de sécurité le plus élevé, soit 13,5% (20/188) ([Figure 43](#)).



** Av = Avant ; Ar = Arrière ; SP = Sans précision ; NSP = ne sais pas ; Sans objet = équipement non disponible

Figure 42: Distribution des victimes occupants de quatre-roues en fonction de la position dans le véhicule et du port de la ceinture de sécurité (N = 506, étude ASMA-CI)



** VL = Véhicule léger ; VU = Véhicule utilitaire ; PL = Poids lourds ; NSP = ne sais pas ; SO = Sans objet

Figure 43: Distribution des victimes d'AVP en fonction de la catégorie de véhicule et du port de la ceinture de sécurité (N = 506, étude ASMA-CI)

Par ailleurs, le port du casque de sécurité a été également étudié en fonction de la catégorie de deux-roues utilisée par les victimes. Chez les cyclistes (vélo) le taux de port du casque est de 0% (0/7), tandis que ce taux augmente à 7,1% (2/28) chez les cyclomotoristes, pour atteindre 9,8% (5/51) chez les motocyclistes victimes d'AVP (Figure 44).

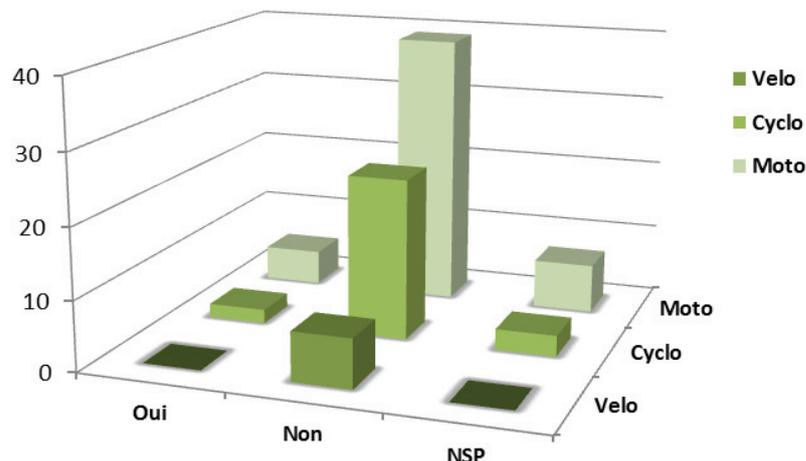


Figure 44: Répartition des usagers de deux-roues en fonction de la catégorie de véhicule et du port du casque de sécurité (N = 96, étude ASMA-CI)

Par ailleurs, l'analyse du port de la ceinture de sécurité parmi les victimes en fonction du niveau de gravité de leur blessures (classification NISS), montre que le taux de port de la ceinture de sécurité chez les victimes gravement blessées (NISS ≥ 9) est de 0% (0/23), tandis que pour les blessés légers (NISS < 9) il est de 6,6% (30/456) (Figure 45).

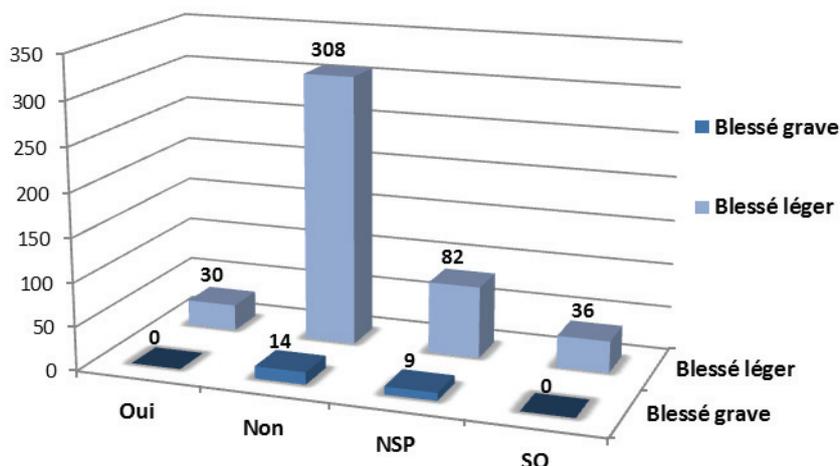


Figure 45 : Distribution des usagers de quatre-roues victimes d'AVP en fonction du port de la ceinture de sécurité et de la gravité des blessures (N= 479, étude ASMA-CI)

Parmi les victimes usagers de deux-roues, le taux de port du casque est de 0% (0/12) pour les blessés graves et de 9,7% (7/72) pour les blessés légers (Figure 46).

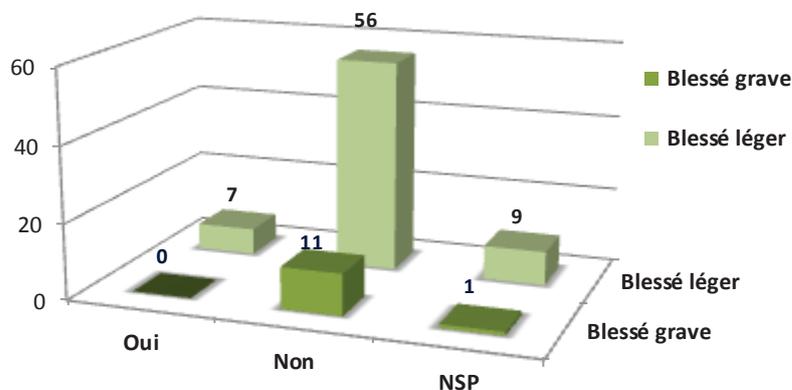


Figure 46: Distribution des victimes usagers de deux-roues en fonction du port du casque et de la gravité des blessures (N= 84, étude ASMA-CI)

3.2.6 Devenir après l'accident

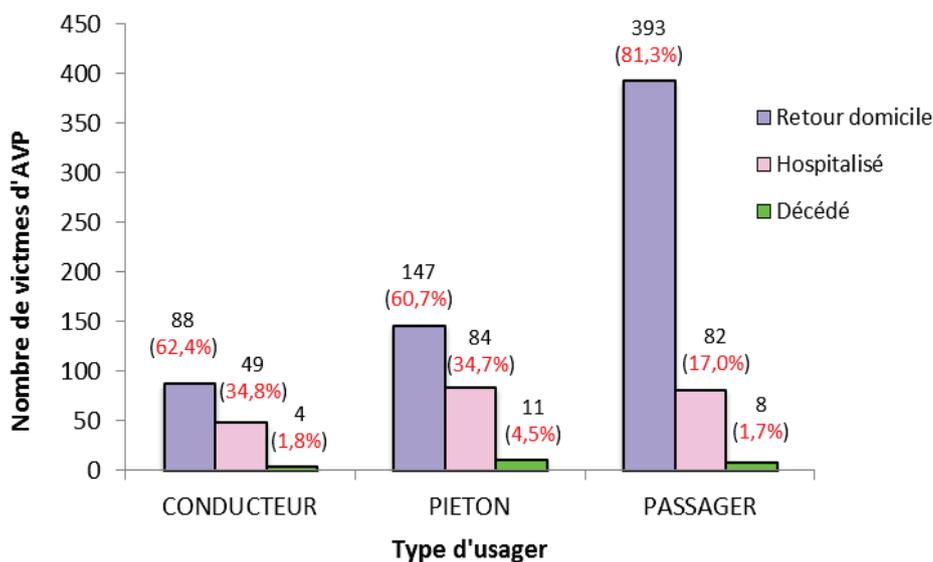


Figure 47: Distribution des victimes d'AVP en fonction du devenir de la victime après l'AVP et du type d'utilisateur de la route (étude ASMA-CI, 2012, n=867)

Parmi les victimes d'AVP, 2,7 % sont décédés, 24,8 % ont été hospitalisés et 72,5 % ont été libérées après une brève période d'observation et éventuellement des soins médicaux. Il convient de noter que pour 3 victimes décédées, le type d'utilisateur n'a pu être déterminé.

Chez les conducteurs 36,6% des victimes sont hospitalisées ou décédées, alors que chez les piétons la proportion d'hospitalisés et de décédés représente 39,2%. Par contre, chez les passagers les victimes hospitalisées ou tuées sont proportionnellement beaucoup moins nombreuses soit 18,7%. La proportion d'AVP mortels chez les piétons est plus élevée en comparaison avec les occupants de véhicules (Figure 47).

3.2.7 Sièges du traumatisme (territoire corporel)

Globalement, on observe une prédominance de lésions aux membres inférieurs (41%), aux membres supérieurs (32,9%), à la tête (20,5%) et à la face (23,4%) chez les victimes d'AVP. Toutefois, le profil des lésions diffère sensiblement en fonction du type d'usager. Ainsi, chez les piétons, les blessures aux membres inférieurs représentent plus de la moitié des lésions observées (52%) contre environ un tiers chez les occupants de véhicules (conducteurs et passagers). Par contre, les blessures à la tête et à la face (28% et 29%) sont plus fréquentes chez les conducteurs que chez les piétons ou les passagers de véhicules motorisés (Figure 48).

L'estimation de gravité des traumatismes selon l'échelle MAIS (Maximum Abbreviated Injury Scale) montre que 7% des victimes souffrent de blessures sérieuses (MAIS3+). Parmi les victimes non décédées présentant un score MAIS3+, 93,1% ont été hospitalisées. Le taux d'hospitalisation chez les victimes avec un score de gravité plus bas (MAIS1 et 2) est de 19,1%.

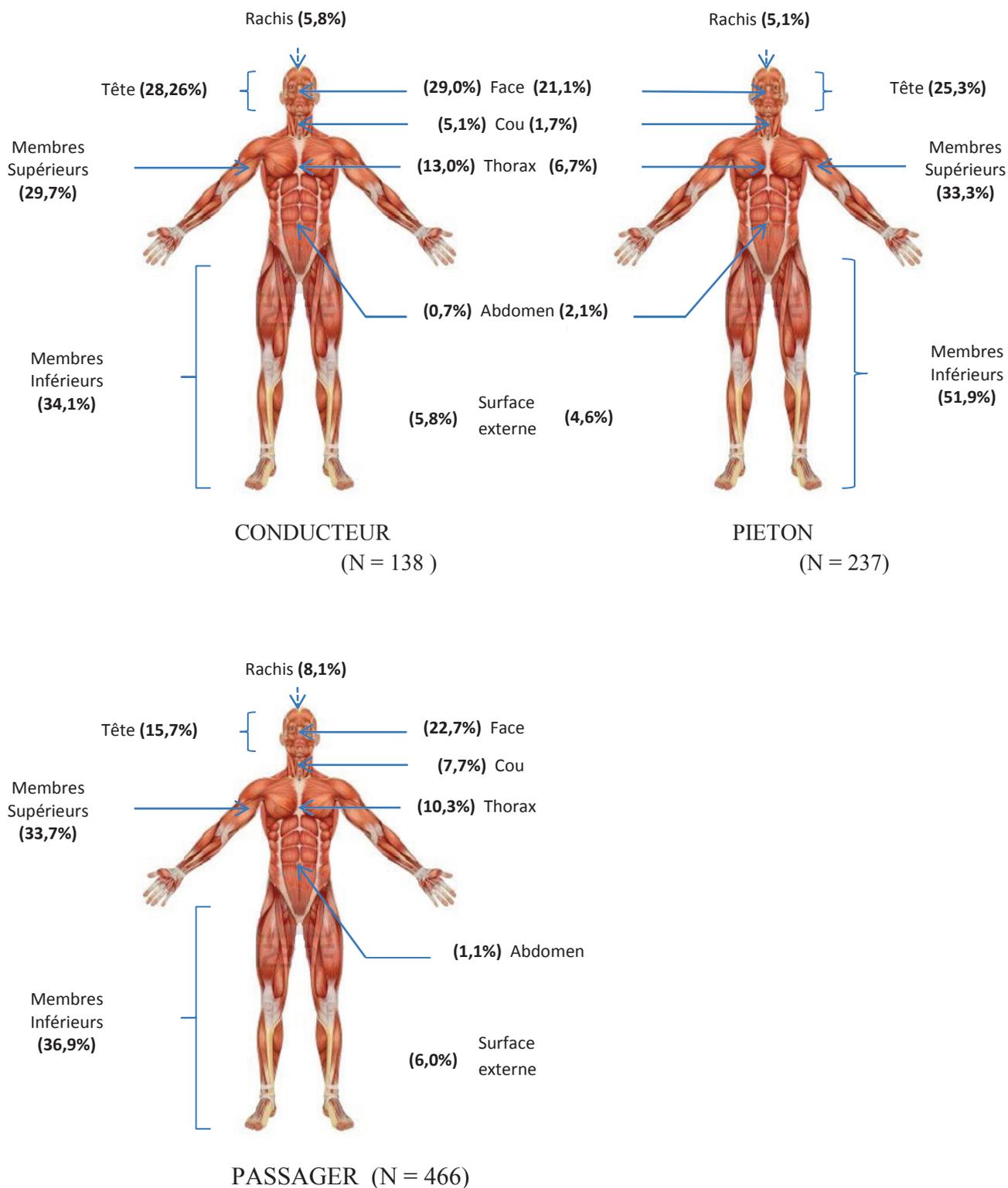


Figure 48: Répartition des territoires corporels atteints au moment de l'AVP selon le type d'utilisateur de la route (étude ASMA-CI, 2012)

4. DISCUSSION

L'objectif de cette étude descriptive était de mieux comprendre le contexte général de survenue des AVP et de connaître le profil des victimes d'AVP en Côte d'Ivoire.

Les victimes d'AVP évacuées au CHU de Yopougon durant notre étude, étaient en majorité des piétons (27,6%) et des passagers de minibus (38,3%). Cette tendance est caractéristique de la plupart des pays à revenus faibles, notamment les pays d'Afrique où les piétons et les passagers de véhicules de transport en commun sont les catégories d'usagers les plus fréquentes, particulièrement parmi les blessés graves (179, 180).

Elles représentaient 80% de la mortalité routière au Kenya en 1990 (181) et près de 67% des traumatismes enregistrés au Ghana entre 1989 et 1991 (182).

En Côte d'Ivoire, plusieurs facteurs peuvent expliquer le poids des passagers de minibus dans le bilan de l'accidentologie routière. Ces véhicules, communément dénommés « Gbaka » sont fréquemment utilisés par la population Abidjanaise. Les déplacements en « Gbaka » représentent près de 25% de la part du marché du transport routier urbain à Abidjan (183).

Par ailleurs, ces véhicules sont réputés pour leur défaut de maintenance et pour l'imprudence des chauffeurs qui veulent faire un maximum de voyages dans la journée. Ils sont souvent surchargés et en mauvais état, ne sont pas équipés de ceintures de sécurité pour les passagers et les conducteurs enchaînent de longues heures de conduite sans repos. Ainsi, dans notre étude, les collisions entre minibus et piétons représentent le type de collision corporelle le plus fréquent, ce qui confirme le danger que représentent ces véhicules dans l'accidentologie routière en Côte d'Ivoire.

Le type de réseau routier où survient le plus souvent l'AVP est la voie express, malgré les limitations de vitesse à 60 km/h en agglomération et entre 90-110 km/h hors agglomération et la mise en place de radars mobiles sur certains axes. La fréquence des accidents corporels sur ces voies est très probablement liée à la vitesse excessive qui constitue le premier facteur d'AVP partout dans le monde (184). Quant aux routes communales, elles constituent également un lieu où se produisent fréquemment les accidents corporels à Abidjan. Ce phénomène est très probablement lié au partage difficile du réseau routier communal entre usagers incompatibles (15). En effet, l'inexistence trottoirs (souvent occupés par des petits commerces informels), la dégradation des voies, les pannes fréquentes de feux tricolores, la présence de « Gbaka », favorisent la survenue d'AVP. La fréquence des AVP sur ces voies est le reflet d'un environnement hostile à la circulation des usagers particulièrement dans les quartiers populaires, doublé d'une exposition importante, puisque les voies communales regroupent habitations, commerces, administrations, marchés... autant de lieux très attractifs.

Par ailleurs, la majorité des AVP a lieu à l'occasion d'un trajet de courses ou en lien avec le travail. Ce qui suggère qu'ils interviennent lors de déplacements liés à des obligations domestiques ou professionnelles, donc des déplacements utilitaires.

Les victimes sont impliquées dans des AVP qui ont eu lieu en pleine journée (69,4%). Cette tendance est confirmée par Hajar (1998) dans une étude réalisée à Mexico avec 69% des victimes qui avaient eu un AVP sur une voie express en plein jour (185).

Marmor et al (2005) également rapportent que chez des victimes admises dans un centre de traumatologie à Tel Aviv, 51% des AVP ont lieu entre 8:00h et 16:00h (186).

Par contre, Osime et al rapporte que chez les victimes d'AVP dans un centre médical d'une banlieue du Nigéria, les accidents avait plutôt lieu en fin d'après-midi entre 16:00h et 19:00h (187).

Comme rapporté dans de nombreuses études à travers le monde, les AVP sont plus fréquent et/ou occasionnent plus de blessés ou de tués les jours de fin de semaine, et plus spécifiquement le vendredi et le samedi en Côte d'Ivoire (188, 189).

Ces AVP survenant le weekend pourraient s'expliquer par la consommation excessive d'alcool au cours des sorties nocturnes du weekend.

Dans notre étude ASMA-CI, 40% des collisions ont essentiellement lieu dans la banlieue très peuplée de Yopougon (2 000 000 d'habitants), où se situe également le CHU de Yopougon, et sur le plus grand axe autoroutier de Côte d'Ivoire dont une partie se trouve aux abords du CHU. Ces résultats suggèrent que les urgences du CHU de Yopougon attirent plus volontiers les victimes de Yopougon et ses environs, comme semble le confirmer la forte proportion de résidents de cette commune parmi les victimes. Toutefois, il convient de noter que Yopougon regroupe près de 2/5^{ème} de la population d'Abidjan et représente la commune où l'on observe le plus d'AVP à Abidjan. En effet, Bénié et collaborateurs (2013) rapportent que 24,4 % des AVP ayant fait l'objet d'un constat de la police à Abidjan entre 2002 et 2011 ont lieu à Yopougon (145).

La majorité des victimes admises aux urgences du CHU de Yopougon sont des hommes, plutôt jeunes. Les jeunes représentent la catégorie de la population la plus touchée par le traumatisme routier dans le monde, et cette tendance est accentuée dans les régions OMS de l'Afrique et de la méditerranée orientale (190).

Les hommes sont plus souvent impliqués dans un AVP que les femmes à Abidjan. Au-delà de la propension à prendre des risques qui est plus importante chez les hommes, cette différence pourrait davantage s'expliquer par leur plus forte fréquentation des routes pour des raisons socio-culturelles (190).

Les femmes étaient plus souvent victimes d'AVP en tant que passager de véhicule qu'en tant que piéton ou conducteur. Ce constat suggère que les femmes auraient plutôt tendance à avoir un rôle passif dans la survenue de l'AVP (grave) dont elles sont victimes. Toutefois, il ne faut pas perdre de vue la très faible proportion de conductrices dans la population et la faible exposition des femmes au trafic routier en tant que piéton en milieu urbain.

La victime d'AVP admise aux urgences était plus souvent un travailleur du secteur informel, un chômeur ou un petit commerçant. Ces personnes vivent dans une situation de précarité avec des revenus inexistantes ou irréguliers et comptent pour 69% des victimes d'AVP dans notre étude. Bien que ce chiffre soit peut-être légèrement surestimé dans notre étude du fait d'une possible surreprésentation des quartiers les plus populaires d'Abidjan, la relation entre le risque d'être victime d'un AVP et le niveau socio-économique est bien connue et a été rapportée dans plusieurs études, incluant les pays industrialisés. Au Royaume-Uni, Abdalla et al montrent que le nombre de blessés dans un AVP pour 100,000 habitants est deux fois plus élevé dans les milieux défavorisés par rapport aux milieux plus aisés (191).

En Suède, Hasselberg (2005) et Zambon (2006), rapportent également une augmentation du taux d'incidence d'AVP dans les couches les plus défavorisées par rapport aux populations avec un niveau social plus élevé (192, 193).

Le port des équipements de sécurité est négligé par la grande majorité des usagers de la route concernés à Abidjan. En effet, parmi les victimes, seulement 6,3% des occupants de véhicules à quatre roues avaient bouclé leurs ceintures et 8,1% des usagers de deux-roues portaient un casque au moment de l'AVP. Ces chiffres sont en contraste total avec ceux observés en France où 69,8% et 85,2% des occupants de quatre roues respectivement tués et blessés font usage de la ceinture de sécurité. Par ailleurs, chez les usagers de deux-roues en France, 78,3% et 87,8% de cyclomoteuristes respectivement tués et blessés font usage du casque, alors que plus de 92% des motocyclistes tués ou blessés font usage du casque (141).

Nous avons utilisé le pourcentage d'hospitalisation et la classification MAIS comme indicateurs de la gravité des traumatismes chez les victimes d'AVP. Nos résultats indiquent un taux d'hospitalisation relativement élevé (24,8%) et une proportion non négligeable de victimes présentant des blessures de niveau MAIS3+ ou sérieuses (7%). En comparaison, le taux d'hospitalisation chez les victimes d'AVP du *Registre des Victimes Corporelles d'Accident de la Circulation Routière dans le Département du Rhône* est de 14,0% avec 6,7 % de victimes classées MAIS3+.

Les lésions chez les victimes sont prédominantes aux extrémités, mais celles qui sont localisées à la tête sont relativement nombreuses (24,8%). Or, les blessures à la tête peuvent être longues à guérir et parfois la guérison complète n'est jamais acquise. Selon une étude conduite en 1995 par *l'European Federation of Road Traffic Victims*, seulement 37% des victimes atteintes à la tête ont complètement récupéré au bout de 3 ans, alors que 44% ont gardé des séquelles neurologiques et cérébrales permanentes (194)

Les facteurs associés aux différents types de lésions et à leur gravité feront l'objet d'une étude plus approfondies dans le dernier chapitre de notre thèse.

5. CONCLUSION

Nous avons décrit les caractéristiques accidentologiques, démographiques et lésionnelles des victimes d'AVP admises aux urgences du CHU de Yopougon et à l'IMLA. Bien qu'il s'agisse d'une étude purement descriptive, nous avons pu mettre en lumière les particularités de cette population.

La mobilité des victimes d'accidents corporels est centrée autour des modes collectifs de déplacement informel et de la marche. Les « Gbaka » apportent une contribution très importante au traumatisme routier en Côte d'Ivoire. Les piétons restent les usagers les plus vulnérables, en particulier lorsqu'ils appartiennent à des catégories professionnelles qui les exposent davantage que les autres au trafic routier (commerçants ambulants, secteur informel, chômeurs). Les voies express sont propices aux traumatismes routiers probablement à cause de l'excès de vitesse. Quant aux routes communales elles peuvent représenter un environnement hostile pour les usagers à cause des conditions déplorables et inadaptées de la voirie. Le weekend se révèle être une période à risque pour les accidents corporels. Les jeunes hommes paient le plus lourd tribut aux AVP. Le taux d'hospitalisation suite à un AVP est relativement élevé et les traumatismes localisés à la tête ne sont pas rares. Enfin, le taux de port des équipements de sécurité (ceinture et casque) est extrêmement faible parmi les victimes d'AVP.

Ces informations constituent une bonne base pour la sélection des facteurs de risque à prendre en compte dans l'analyse de la relation entre l'usage de substance psychoactives et la survenue ou la gravité des AVP. Plus important, elles permettent d'identifier les facteurs sur lesquels il serait possible d'agir pour réduire les traumatismes liés aux AVP à Abidjan.

SIXIÈME PARTIE :

**ESTIMATION DES PRÉVALENCES DE LA CONSOM-
MATION D'ALCOOL ET AUTRES SUBSTANCES PSY-
CHOACTIVES CHEZ LES VICTIMES D'AVP ADMISES
AUX URGENCES DU CHU DE YOPOUGON**

1. INTRODUCTION

L'augmentation du risque d'accident corporel associé à la consommation d'alcool chez les conducteurs et les piétons est bien documentée dans des études récentes conduites dans des pays à revenus élevés (195, 196).

Par ailleurs, certaines études sur les populations des pays développés, rapportent une association entre le niveau de l'alcoolémie chez des victimes d'AVP et la gravité des blessures subséquentes (79, 80).

S'il n'y a aucune raison de penser que l'alcool puisse avoir un effet différent sur les individus d'un pays à l'autre, en revanche les prévalences d'alcoolisation chez les victimes d'AVP peuvent varier en fonction du contexte social, économique ou culturel.

En Côte d'Ivoire, la relation entre le niveau de l'alcoolémie et la survenue d'un AVP n'a jamais fait l'objet d'étude systématique et la limite légale pour les conducteurs est de 0,8g/L alors même que l'OMS recommande de baisser ce seuil à 0,5 g/L (1).

La contribution de l'altération des fonctions due à l'alcool et aux autres substances psychoactives chez les usagers de la route reste inconnue en Côte d'Ivoire où la consommation d'alcool et de stupéfiant par la population représente un véritable problème (17, 149).

L'absence de données concernant deux facteurs importants impliqués dans la survenue des traumatismes liés aux AVP, pourrait constituer un obstacle majeur à la mise en place de mesures de prévention efficaces et cohérentes.

En outre, nous avons constaté que la proportion de passagers blessés dans les AVP à Abidjan était relativement élevée, d'où l'intérêt d'étudier la prévalence d'usage de substances psychoactives (incluant l'alcool) dans cette population à risque. En effet, Gonçalves (2012), dans une étude menée au Brésil rapporte que la consommation de plus de 5 unités d'alcool multiplie par 5 le risque d'être impliqué dans un AVP en tant que conducteur ou passager (197). En plus, il montre que, dans un pays à revenus moyens comme le Brésil, l'alcool est l'un des principaux facteurs de risque d'admission à l'hôpital ou de décès pour cause d'AVP.

Dans un contexte d'absence de données, nous avons initié une étude exploratoire visant à estimer la prévalence de l'usage de substances psychoactives chez tous les usagers de la route victimes d'AVP à Abidjan et ses environs.

Spécifiquement, nous voulons estimer la prévalence de traumatismes sous l'influence de l'alcool au moment de l'AVP ou en présence de substances psychoactives, en fonction des caractéristiques des victimes et des circonstances de l'accident.

Cette étude a fait l'objet d'une publication dont les aspects méthodologiques importants sont rappelés dans la section « **2. Matériel et Méthode** ».

Nous présentons également un résumé des principaux résultats rapportés dans la publication dans la section résultats et nous exposerons les résultats additionnels de cette étude dans une sous-section de la partie résultats intitulé « **3.2 résultats complémentaires** ». Enfin, l'intégralité de l'article est insérée dans la dernière sous-section des résultats.

Nous discuterons l'ensemble des résultats rapportés par rapport à la littérature internationale à la fin de cette partie.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODE

2.1 Cadre et population d'étude

Le cadre d'étude ainsi que les critères d'inclusion des victimes d'AVP dans notre étude (ASMA-CI) ont été largement détaillés dans la 2^{ème} partie de notre thèse.

2.2 Dosage et fenêtre de détermination de l'alcoolémie

La méthode de dosage de l'alcoolémie a été validée au Laboratoire National de la Santé Publique et les performances analytiques de cette méthode sont décrites dans la 3^{ème} partie de la thèse.

Les victimes survivantes admises aux urgences dans un délai excédant 6 heures après l'accident étaient exclues de l'étude, afin de s'assurer de la fiabilité des dosages toxicologiques. En effet, le dosage de l'alcoolémie est réalisé à partir des prélèvements effectués chez les patients au moment de l'admission aux urgences suite à un AVP. En revanche, chez les victimes décédées transférées à l'IMLA le délai était de 24 heures pour éviter la production post-mortem d'éthanol liée à la putréfaction.

2.3 Procédure d'extrapolation rétrograde et correction de l'alcoolémie

L'estimation de l'alcoolémie au moment de l'accident a été réalisée par extrapolation rétrograde à partir de l'alcoolémie mesurée par CPG-FID sur les prélèvements effectués au moment de l'admission des victimes aux urgences, et du délai entre l'accident et la réalisation du prélèvement sanguin.

La procédure d'extrapolation des valeurs de l'alcoolémie mesurée au moment de l'AVP repose sur les hypothèses et conditions suivantes :

- 1) Le sujet devait être vivant au moment du prélèvement sanguin
- 2) Le délai entre l'accident et le prélèvement sanguin n'excède pas les 6 heures
- 3) Les victimes ayant consommé de l'alcool sont en phase post-absorption au moment du prélèvement sanguin, soit 45 minutes après le dernier verre
- 4) L'alcoolémie mesurée est supérieure ou égale à 0,20g/L, ce qui permet d'appliquer une cinétique d'élimination d'ordre zéro
- 5) La vitesse d'élimination de l'éthanol dans le sang total au cours des quatre premières heures suivant l'accident est $\beta = 0,15 \text{ g/L/h}$, et pour les heures suivantes $\beta = 0,10 \text{ g/L/h}$

Le modèle de la cinétique d'élimination de l'alcool appliqué dans notre étude se base sur les études de Jones (2010) et sur les instructions de la législation Belge relative à méthode de recalcul de l'alcoolémie (47, 152)

L'estimation de l'alcoolémie au moment de l'accident est exprimée par les formules suivantes :

$$\text{Alcool corr} = \text{Alcool mes} + (0,15 \times \text{délai1}) \quad \text{si délai1} \leq 4 \text{ heures}$$

$$\text{Alcool corr} = \text{Alcool mes} + (0,15 \times 4) + [(\text{délai2} - 4) \times 0,10] \quad \text{si délai 2} > 4 \text{ heures}$$

Alcool corr : Alcoolémie corrigée

Alcool mes : Alcoolémie mesurée par CPG

Délai1: délai entre l'heure de l'accident et du prélèvement s'il est \leq à 4 heures

Délai 2: délai entre l'heure de l'accident et du prélèvement s'il est $>$ à 4 heures

Évidemment, cette procédure ne s'applique pas aux victimes décédées pour lesquelles la correction n'est pas nécessaire.

2.4 Victime sous l'influence de l'alcool

Nous nous sommes basés sur l'alcoolémie au moment de l'AVP, donc la valeur corrigée par extrapolation rétrograde. Une alcoolémie était considérée comme positive ou non nulle lorsqu'elle était supérieure ou égale à 0,20 g/l.

L'altération des facultés liée à la consommation de l'alcool a été estimée par rapport au seuil recommandé par l'OMS (**0,5 g/L**) et par rapport au seuil légal en Côte d'Ivoire (**0,8 g/L**). Même si ces limites ont été prévues pour les conducteurs, nous les avons appliquées aux piétons et aux passagers, considérant l'altération des facultés cognitives par rapport au danger routier, la diminution du réflexe d'autoprotection et la prise de risque associées à ces niveaux d'alcoolémie.

2.5 Victimes ayant fait usage de substances psychoactives

Un dépistage urinaire multi-drogues a été réalisé sur les victimes par méthode immuno-enzymatique (EMIT, OnSight™ DOA-10 DipSan, ref. 4410-25-SU, Amgenix International, Ca, USA). Les substances psychoactives suivantes ont été testées dans le cadre de l'étude ASMA-CI : amphétamines (AMP), méthamphétamines (MET), 3,4-méthylènedioxyméthamphétamine (MDMA), tétrahydrocannabinol (THC), cocaïne (COC), opiacés (OPI), barbituriques (BAR), benzodiazépines (BZO), antidépresseurs tricycliques (TCA) et méthadone (MTD).

2.6 Analyse statistique des résultats

Les principales variables d'intérêt dans cette étude étaient l'alcoolémie et l'usage de substances psychotropes.

Dans un premier temps, les victimes pour lesquelles les tests d'alcoolémie et de dépistage de substances ont été effectués sont comparées aux victimes sans réponse afin d'évaluer la représentativité de l'échantillon des victimes incluses dans cette étude. Ensuite, les proportions de victimes sous influence de l'alcool ou ayant fait usage de substances psychoactives avant l'AVP sont estimées. Elles sont détaillées selon différentes caractéristiques des victimes ou de leur accident et sont comparées par le test de Chi² ou de Fisher lorsqu'il était plus approprié.

3. RÉSULTATS

3.1 Article publié dans « *Universal Journal of Public Health* »

Cet article s'intitule: « Road Traffic Injuries Involving Illegal Blood Alcohol Levels and Psychoactive Drug Use in Côte d'Ivoire: A Hospital-based Study ».

Nous proposons un résumé des principaux résultats rapportés dans cette publication.

Résumé :

Nous avons conduit une étude transversale incluant 893 victimes d'AVP admises aux urgences du CHU de Yopougon ou à l'Institut de Médecine Légale d'Abidjan (IMLA) du 1^{er} mars au 30 septembre 2015. Les résultats des tests toxicologiques ont été couplés aux données hospitalières et aux données de la police. L'alcoolémie mesurée par CPG-FID a été corrigée par extrapolation rétrograde afin de déterminer si la victime était sous l'influence de l'alcool au moment de l'AVP.

L'alcoolémie moyenne chez les victimes alcoolisées (alcoolémie supérieure à 0,20g/L) suggère une consommation excessive d'alcool : conducteurs (1,9 g/L), piétons (2,1 g/L), passagers (1,5 g/L). La prévalence de l'alcool au moment de l'AVP (Alcoolémie \geq 0,5 ou 0,8 g/L) est significa-

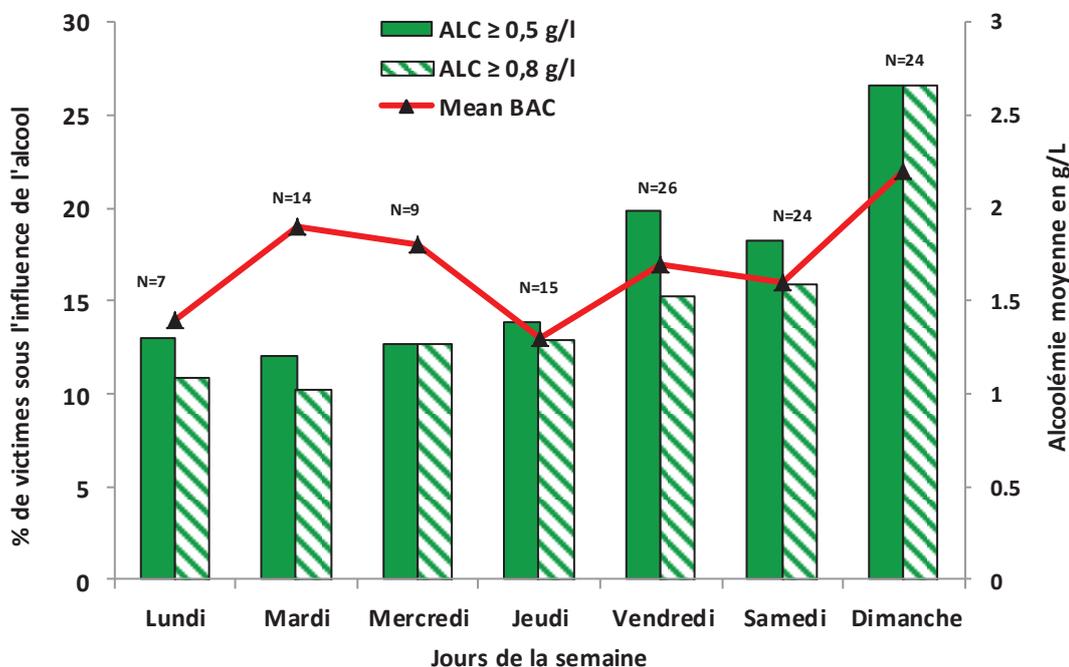
tivement plus élevée chez les conducteurs (41% ou 35%) et les deux-roues (27%) comparée aux piétons (17%) et aux passagers (13% ou 10%). Plus de 75% des victimes alcoolisées ont une alcoolémie supérieure à 0,8g/L au moment où se produit l'AVP.

La prévalence d'une alcoolémie supérieure aux limites étudiées chez les victimes n'est pas influencée par l'âge, mais plutôt par le statut socio-économique ($p = 0,02$). Chez les victimes impliquées dans des accidents de nuit, la prévalence d'une alcoolémie au-dessus des seuils étudiés est significativement plus élevée que dans les accidents se produisant en journée ($p = 0,0008$). De même, cette prévalence est presque deux fois plus élevée chez les victimes d'accident de weekend que chez les victimes d'accident de semaine ($p = 0,01$), à l'exception des piétons où aucune différence n'est observée pour ces deux périodes.

Enfin, la prévalence d'usage de substances psychoactives est de 22% chez les conducteurs, 14% chez les piétons et 8% chez les passagers. L'usage de substances psychoactives est deux fois plus prévalent chez les conducteurs alcoolisés ($\geq 0,8$ g/L) que chez les conducteurs sobres.

3.2 Résultats complémentaires

3.2.1 Prévalence de l'alcool en fonction du jour de la semaine (Figure 49)



Mean BAC = Moyenne des alcoolémies positives (supérieures à 0,2 g/L).

Figure 49 : Part des victimes sous l'influence de l'alcool en fonction du jour de l'AVP (étude ASMA-CI, n = 669)

Globalement, on note une tendance à l'augmentation de la prévalence d'une alcoolémie supérieure aux limites du lundi au dimanche. Cette augmentation est plus frappante pour les alcoolémies supérieures à 0,8 g/L. Toutefois, la moyenne des alcoolémies positives ne suit pas la même croissance régulière du lundi au dimanche.

Le dimanche est le jour de la semaine où la prévalence de victimes sous l'influence de l'alcool est la plus élevée (26,6%), alors que le mardi cette prévalence est la plus faible (12% et 11%).

3.2.2 Prévalence de l'alcool en fonction de l'heure de l'accident (Figure 50)

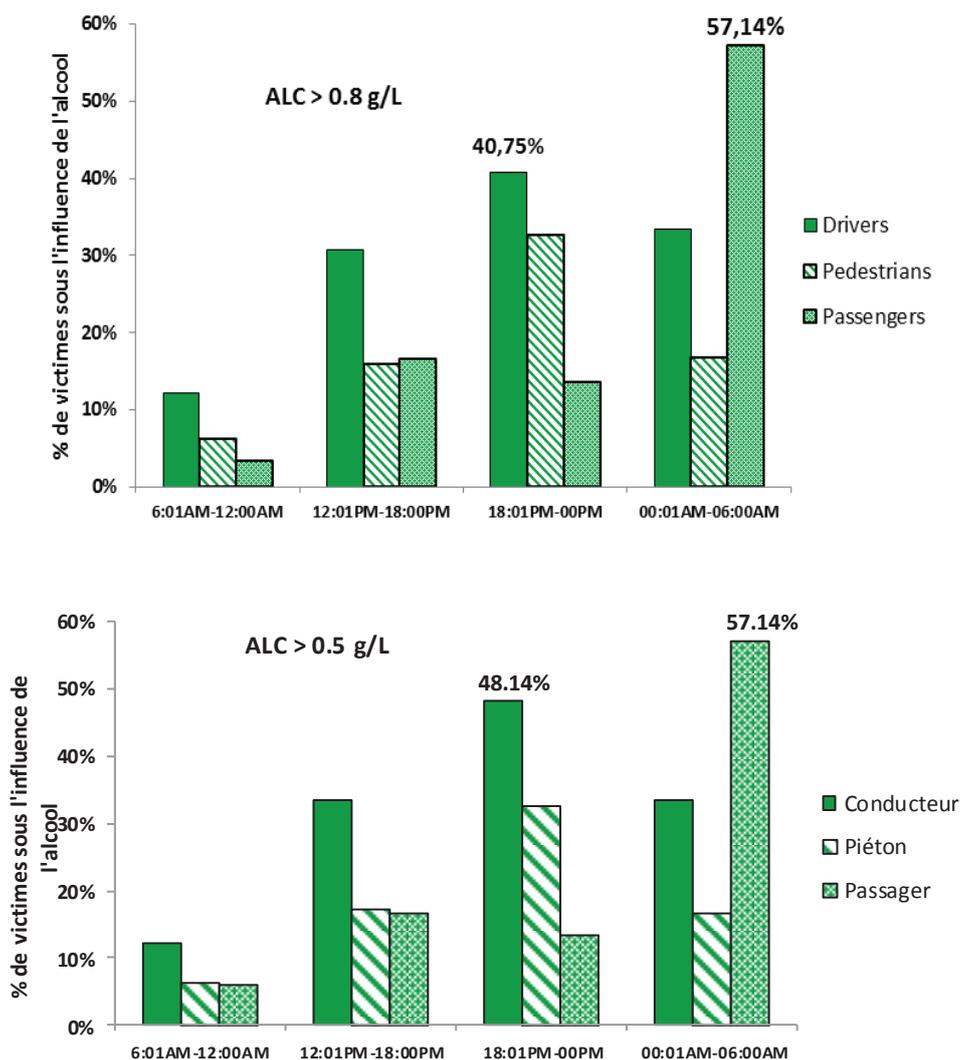


Figure 50: Part des victimes sous l'influence de l'alcool (0,8 g/L et 0,5 g/L) en fonction de l'heure de l'AVP (étude ASMA-CI, n = 649)

Chez les conducteurs et piétons, la prévalence d'alcoolémie excédant les seuils de 0,5 g/L ou 0,8 g/L est la plus élevée lorsque l'AVP se produit entre 18H01 et minuit. Par contre, chez les passagers c'est plutôt entre minuit et 6H00AM que cette prévalence est la plus élevée atteignant plus de 57%.

3.2.3 Prévalence d'usage de substances psychoactives

Le dépistage positif d'au moins une substance psychoactive dans les urines des victimes d'AVP a été observé chez 38 patients sur 340 testés soit 11,2%. La prévalence d'un test de dépistage urinaire positif chez les victimes d'AVP est de 22,2% chez les conducteurs, 14,0% chez les piétons et 8,2% chez les passagers de véhicules.

En ce qui concerne les substances illicites, les cannabinoïdes constituent la classe de psychotropes la plus fréquemment détectée dans les urines des victimes d'AVP, soit 21 sur 38 tests urinaires positifs (55,3%). Pour les substances psychotropes licites, la classe pharmacologique la plus fréquemment retrouvée dans les urines des victimes est celle des morphiniques dans 6 cas sur 38 testés soit 15,8%. Parmi les 672 victimes pour lesquelles un dosage d'alcoolémie a été effectué, 272 ont également subi un dépistage urinaire de substances psychoactives. Nous avons comparé le profil de substances psychoactives consommées chez les victimes sous l'influence de l'alcool à celui des victimes avec une alcoolémie nulle ou « admissible » au moment de l'accident (c'est-à-dire inférieure au seuil de positivité de 0,5 g/L ou 0,8 g/L).

Le dépistage urinaire de substances psychoactives était positif pour 8 victimes sur 40 sous l'influence de l'alcool (20,0%) contre 24 victimes sur 232 avec une alcoolémie inférieure au seuil légal (10,3%). Tous ces résultats sont présentés dans le Tableau 19.

Tableau 19 : Substances psychoactives identifiées dans les urines de victimes sous l'influence de l'alcool par rapport aux victimes sobres

Substances détectées (seuil de détection)	Victimes sous influence de l'alcool Alcoolémie ≥ 0,8 g/L (N = 40)			Victimes sous la limite légale Alcoolémie < 0,8 g/L (N = 232)			Total
	Conduct (N = 8)	Piéton (N = 17)	Passager (N = 15)	Conduct (N = 23)	Piéton (N = 61)	Passager (N = 148)	
THC (50ng/ml)	0	2	2	5	5	5	21
AMP (1000ng/ml)	2	0	0	1	0	1	4
OPI (0,3-2µg/ml)	0	0	1	0	1	2	4
BZO (300ng/ml)	0	1	0	0	3	0	4
ADT (1000ng/ml)	0	0	0	0	1	0	1
COC (300ng/ml)	0	0	0	0	0	1	1
Sous-total	2	3	3	6	7	11	35*
Total		8			24		32*

* Parmi les victimes avec dosage de l'alcoolémie, 32 échantillons d'urine étaient positifs au test de dépistage des drogues, parmi lesquels 3 échantillons étaient positifs à deux substances. Au total, 35 substances individuelles ont été détectées dans 32 échantillons.

3.3 Article complet



Universal Journal of Public Health Vol. 2(5), pp. 154 - 162
DOI: 10.13189/ujph.2014.020503
[Reprint \(PDF\) \(278Kb\)](#)

Road Traffic Injuries Involving Illegal Blood Alcohol Levels and Psychoactive Drug Use in Côte d'Ivoire: A Hospital-based Study

Aissata DIAKITE ^{1,2,*}, Blandine GADEGBEKEU ¹, Sébastien Djédjé DANO ², Hélène YAPO ETTE ³, Koffi BOTTI ³, AngladeKia MALAN ^{4,5}, Bernard LAUMON ⁶

¹ Université de Lyon, F-69622, France; IFSTTAR, UMRESTTE, UMRT 9405, F-69675 Bron; Université Lyon 1, F-69373 Lyon

² Laboratoire de Toxicologie et Hygiène Agro-Industrielle (LTHAI), Département de Santé Publique, Hydrologie et Toxicologie – UFR Sciences Pharmaceutiques – Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan Cocody, B.P. V34, Côte d'Ivoire

³ Unité de Médecine Légale d'Abidjan, Département de Médecine du Travail, Médecine Légale et Toxicologie, UFR Sciences Médicales, Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan, 22 B.P. 1066 Abj 22, Côte d'Ivoire

⁴ Laboratoire de Chimie Analytique, Chimie Minérale et Chimie Générale. UFR Sciences Pharmaceutiques – Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan Cocody, B.P. V34, Côte d'Ivoire

⁵ Laboratoire National de la Santé Publique (LNSP). 52 Boulevard de Marseille, 18 B.P. 2403, Abidjan 18, Côte d'Ivoire

⁶ Department of Transport, Health and Safety (TS2) - IFSTTAR, F-69675 Bron, France



Journals Information

- ▶ [Aims & Scope](#)
- ▶ [Editorial Board](#)
- ▶ [Guidelines](#)
- ▶ [Submit Manuscript](#)
- ▶ [Archive](#)
- ▶ [Article Processing Charges](#)
- ▶ [Call for Papers](#)
- ▶ [FAQ](#)

Road Traffic Injuries Involving Illegal Blood Alcohol Levels and Psychoactive Drug Use in Côte d'Ivoire: A Hospital-based Study

Aïssata DIAKITE^{1,2,*}, Blandine GADEGBEKU¹, Sébastien Djédjé DANO², Hélène YAPO ETTE, MD³, Koffi BOTTI, MD³, AngladeKla MALAN^{4,5}, Bernard LAUMON⁶

¹Université de Lyon, F-69622, France ; IFSTTAR, UMRESTTE, UMRT 9405, F-69675 Bron ; Université Lyon 1, F-69373 Lyon

²Laboratoire de Toxicologie et Hygiène Agro-Industrielle (LTHAI), Département de Santé Publique, Hydrologie et Toxicologie – UFR Sciences Pharmaceutiques – Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan Cocody, B.P. V34, Côte d'Ivoire

³Unité de Médecine Légale d'Abidjan, Département de Médecine du Travail, Médecine Légale et Toxicologie, UFR Sciences Médicales, Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan, 22 B.P. 1066 Abj 22, Côte d'Ivoire

⁴Laboratoire de Chimie Analytique, Chimie Minérale et Chimie Générale. UFR Sciences Pharmaceutiques – Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan Cocody, B.P. V34, Côte d'Ivoire

⁵Laboratoire National de la Santé Publique (LNSP). 52 Boulevard de Marseille, 18 B.P. 2403, Abidjan 18, Côte d'Ivoire

⁶Department of Transport, Health and Safety (TS2) - IFSTTAR, F-69675 Bron, France

*Corresponding Author: aissata.diakite@ifsttar.fr

Copyright © 2014 Horizon Research Publishing all rights reserved

Abstract In Côte d'Ivoire alcohol and drugs consumption in the general population is a serious issue. However, their role in Road Traffic Accidents (RTAs) has never been investigated. Our study aimed to estimate the prevalence of alcohol-impaired road users at the time of the RTA and report psychoactive drug use, in various categories of casualties, and in various circumstances of the crash. We conducted a cross-sectional study including 893 casualties involved in fatal or non-fatal RTAs and admitted at the Emergency Room or the Forensic Institute from March to September 2012. Blood alcohol dosage (BAC) and urine drug screening were carried out, and results were linked with hospital and police crash report data. The mean BAC in positive cases indicated heavy drinking before the crash: drivers (1.9 g/L), pedestrians (2.1 g/L), passengers (1.5 g/L). The prevalence of alcohol-impairment was significantly higher in drivers (41%) and riders (27%) compared to pedestrians (17%) and passengers (13%). Over 75% of casualties that tested positive for alcohol had a BAC largely above the legal limit. Psychoactive drug use was twice more prevalent in alcohol-impaired drivers than in sober drivers (20% vs 10%). Binge drinking is an emerging issue in African countries, which should be taken into account in the management or prevention of road traffic injuries.

Keywords Blood Alcohol Concentration, Drug Screening, Road Traffic Accident, Injuries, Prevalence, Côte d'Ivoire

1. Introduction

Injuries and deaths due to Road Traffic Accidents (RTAs) are considered as the silent epidemic of the African continent. According to the World Health Organization, road traffic injuries are increasing notably in African countries, where rates are twice those in high-income countries. The mortality rate due to RTAs in Africa is the highest one with 24.1 per 100,000 population, while in Europe this rate is the lowest one with 10.3 per 100,000 population [1].

Unfortunately, the paucity of data on casualties' characteristics, as well as the lack of studies on main risk factors involved in RTAs in African countries, especially in the sub-Saharan area, leads to uncertainties and probably to a major under-estimation of the size of the problem [2].

For example, the role of alcohol or psychoactive drugs consumption by road users in the occurrence of RTAs and the severity of subsequent injuries has not systematically been studied in this part of Africa. However, in many countries from sub-Saharan Africa alcohol and drugs consumption is a serious issue [3, 4].

In Côte d'Ivoire, adult per capita consumption for drinkers is estimated at 28 litres of pure alcohol, which is almost two times the consumption in France with 15 litres of pure alcohol [5]. Since 2000, Côte d'Ivoire has also been known as a major transit and traffic country for narcotic drugs in West Africa [6].

The increased risk of road traffic injuries associated with alcohol intake by drivers and pedestrians has been well-documented in recent studies conducted in populations from high-income countries [7-9]. However, the relation between Blood Alcohol Concentration (BAC) and RTAs has

not systematically been studied in Côte d'Ivoire, where the national drink-driving limit is 0.8 g/L, even though W.H.O. strongly recommends reducing this threshold to 0.5 g/L [1]. Specifically, the contribution of alcohol-impairment and of psychoactive drug use to RTA occurrence remains unknown.

This knowledge gap concerning two main factors involved in the occurrence of injuries due to RTAs, could represent a significant obstacle to an efficient and consistent road safety policy. Although the conditions of roads and vehicles might be a significant factor in the African region, psychoactive substances use is a factor that could be prevented using affordable strategies regarding the economic context in a low income country.

We conducted a cross-sectional study, based on various sources linking hospital data, police crash reports and toxicological findings, in an effort to gather the maximum of relevant and accurate information on casualties involved in fatal or non-fatal RTAs in Abidjan (Côte d'Ivoire).

The aim of this preliminary study was to estimate the prevalence of alcohol-impaired road users at the time of the RTA and report psychoactive drug use, in various categories of road crash casualties admitted at the Emergency Room (ER) or the Forensic Institute, and in various circumstances of the crash.

2. Materials and Methods

2.1. Settings and Study Population

From March 1st to September 30th 2012, consecutive RTA casualties attending the Emergency Room at the Teaching Hospital of Yopougon in Abidjan (non-fatal injuries) and National Institute of Forensic Medicine (fatal injuries) were enrolled.

Four-wheel motor drivers were included in our study if they were 18 years old and more according to the traffic law in Côte d'Ivoire. For the same reasons, we included two-wheel motor riders if they were 14 years old and over. Finally, for homogeneity and comparability concerns, we included all the other road users (pedestrian, cyclist, passenger), who are not submitted to age restriction by the traffic law, as from the age of 14. Swendsen (2012) reported that the median age for onset of abuse of either alcohol or illicit drugs was 14 years in US adolescents [10].

The accident in which the victim was involved in should have taken place on a traffic lane and have involved at least one vehicle.

Patients admitted to the ER more than six hours after the accident occurred were excluded for alcohol or drugs evaluation. This six-hour crash-to-sampling interval was set based on the well-established kinetic of ethanol elimination in human body (Widmark curve), which shows a quasi complete elimination of ethanol 6 hours after the last drink. Beyond this timeframe, we would not be able to assess if a victim with a BAC = 0 was sober at the time of the accident or if he/she was positive to alcohol at the time of the RTA but

had already totally eliminated alcohol at the time of the blood sampling in Emergency Room. However, if death had occurred at the crash site, casualties sent to the Institute of Forensic Medicine were all included regardless of the delay between the road traffic crash and admission.

2.2. Data Collection

2.2.1. Emergency Room Data and Police Reports

For each subject, comprehensive information related to sociodemographic profile, road user profile, clinical features, availability of biological samples and circumstances of the crash, was prospectively collected using a structured questionnaire administered by trained physicians in the Emergency Room 24/7.

Adherence to protocol was regularly checked by the project coordinator, meeting with medical staff every week to ensure completeness of information.

Additional information on the crash circumstances was retrieved from Police or Gendarmerie reports to compensate for unreported data in ER questionnaire. When a discrepancy was observed between Emergency and Police data, we gave the priority to Police data considered to be more reliable.

2.2.2. Determination of Blood Alcohol Concentration (BAC)

Blood samples were drawn from each consenting subject shortly after admission in the ER, and before any administration of medication or liquid infusion. The delay between admission and blood sampling was recorded. For forensic samples, peripheral blood was taken preferably from a femoral vein and if this was not possible from the heart.

Quantification of blood alcohol was achieved by Gas Chromatography coupled with Flame Ionization Detector (GC-FID) by a trained toxicologist according to a validated procedure at the National Laboratory of Public Health. A Shimadzu GC 14A was used with a 180 x 0.2 cm column packed with 100/120 mesh porapak Q. Sample was injected together with n-propanol as internal standard. The analytical procedure validation demonstrated a good linearity for calibration curve ($r = 0.997$), precision and accuracy were also good (RSD = 4% and 2,5%), LOD was 0.045 g/L and LOQ was 0.146 g/L.

2.2.3. Psychoactive Drugs Screening

In addition, urine samples were taken in order to perform amulti-drugs screening by immunoenzymatic technique (EMIT, OnSight™ DOA-10 DipSan, ref. 4410-25-SU, Amgenix International, Ca, USA). The following substances were tested: amphetamines (AMP), methamphetamines (MET), 3,4-Methylenedioxymethamphetamines (MDMA), tetrahydrocannabinol (THC), cocaine (COC), opiates (OPI), barbiturates (BAR), benzodiazepines (BZO), tricyclic antidepressant (TCA), methadone (MTD).

2.2.4. Informed Consent and Confidentiality

The study was carried out according to the Helsinki

Declaration and approved by the Hospital and the local ethical committee. Informed consent was obtained by patients or close relatives before samples collection. All nominative data was removed from the database to insure confidentiality.

2.3. Statistical Analysis

Statistical analyses were performed running SAS version 9.3 software. Mean values, standard deviations and frequencies were used to describe data distribution. The main outcomes in our study were positive BAC and positive drug testing. Comparisons between subgroups were carried out using Chi-square or Fisher test. A p-value less than 0.05 was considered for statistical significance.

Table 1. Characteristics of the study populations

	Eligible victims selected in the study (N = 893)		BAC analysis (N = 672) (Sub-group 1)			Psychoactive drugs analysis (N=340) (Sub-group 2)		
	Mean (range)	SD	N ^a	Mean (range)	SD	N ^a	Mean (range)	SD
Age (year)N = 831	32.14 (14-80)	11.9	623	31.99 (14 - 80)	11.75	322	32.2 (14 - 79)	11.78
	Frequency (N ^a)	Percentage (%col)	N ^a	% col ^f	% row ^g	N ^a	% col ^f	% row ^g
Gender								
Male	606	67.9	468	69.6	77.2	219	64.4	36.1
Female	287	32.1	204	30.4	71.1	121	35.6	42.2
Socio-Professional Category								
High executive officer	9	1.0	7	1.0	77.8	3	0.9	33.3
Middle civil officer	120	13.4	94	14.0	78.3	48	14.1	40.0
Trader	178	19.9	134	19.9	75.3	74	21.8	41.6
Informal worker ^e	233	26.1	172	25.7	73.8	93	27.3	39.9
Farmer	30	3.4	24	3.6	80.0	12	3.5	40.0
Unemployed	207	23.2	165	24.5	79.7	79	23.2	38.2
Factory worker	90	10.1	61	9.1	67.8	26	7.6	28.9
Police & Army	13	1.4	7	1.0	53.8	3	0.9	23.1
Other	13	1.4	8	1.2	61.5	2	0.6	15.4
Road User Type								
Pedestrian	246	27.6	204	30.4	82.9	86	25.3	34.9
2 wheels ^d	96	10.8	70	10.4	72.9	27	7.9	28.1
Light 4 wheels	193	21.7	143	21.3	74.1	68	20.0	35.2
Bus / Minibus	340	38.2	241	36.0	70.9	152	44.7	44.7
Heavy track	13	1.5	10	1.5	76.9	6	1.7	46.1
Other	2	0.2	2	0.3	100	1	0.3	50.0
Position in the vehicle								
Driver	146	22.9	110	23.9	75.3	36	14.2	24.6
Passenger	492	77.1	351	76.1	71.3	218	85.8	44.3
Casualty outcome								
Discharged	632	72.1	476	71.5	75.3	267	78.7	42.2
Hospitalized	218	24.9	167	25.1	76.6	64	18.9	29.3
Deceased	27	3.1	23	3.4	85.2	8	2.3	29.6
Road type(when RTA took place):								
Highway	392	44.0	292	43.6	74.5	158	46.5	40.3
County/Departmental road	135	15.2	86	12.8	63.7	53	15.6	39.2
Municipal Road	347	38.9	277	41.3	79.8	120	35.3	34.6
Unpaved Road	15	1.7	15	2.2	100	9	2.6	60.0
Time of the crash								
6:01AM-12:00AM	295	34.3	219	33.7	74.2	128	39.4	43.4
12:01PM-18:00PM	303	35.2	232	35.7	76.6	98	30.1	32.3
18:01PM-00:00PM	238	27.6	179	27.6	75.2	92	28.3	38.6
00:01AM-6:00AM	25	2.9	19	2.9	76.0	7	2.1	28.0
Weekday of the crash								
Working day	434	48.9	318	47.5	73.3	171	50.7	39.4
Weekend	453	51.1	351	52.5	77.5	166	49.2	36.6

^einformal worker =out of the legal working system according to the laws in Côte d'Ivoire (underground economy)

^d2 wheels = motorized 2 wheels and bicycles - ^aNtotal may vary for each studied variable due to missing data

% col^f =column percentage (calculated from column total for each variable), % row^g = row percentage (calculated from row total)

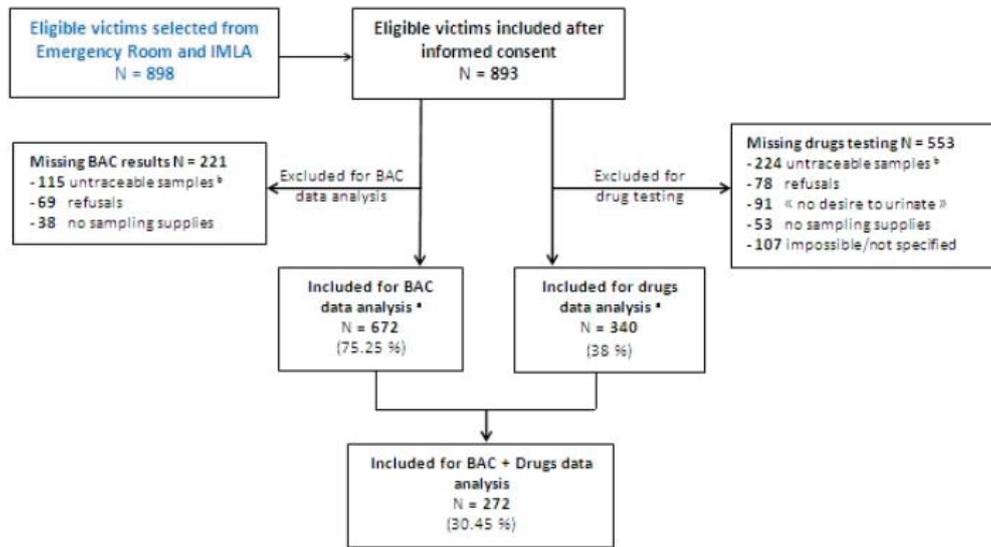


Figure 1. Process of casualties' inclusion in alcohol and/or psychoactive drugs data analysis

3. Results

3.1. Description of RTA Casualties Admitted at the Emergency Room (Table 1)

Except from psychoactive substance testing results, the response rate to the questionnaire was high with relatively few missing data (ranging from 0% for gender to 7% for age).

Overall, 893 patients admitted to the ER met our inclusion criteria. Mean age of casualties was 32 ± 12 years and the male-to-female sex ratio was 2:1; 16% were drivers, 28% pedestrians and 56% passengers. Regarding the profession of casualties, 26% were informal workers, 23% were unemployed, 20% were trader, 13% were middle civil officers and only 1% was high executive officers. The great majority of casualties were discharged from hospital after medical care and a short observation period (72%), 25% required hospitalization, and 3% were deceased. In 44% casualties, the crash had occurred on a highway and in 39% on a municipal road. More than half of crashes happened during the weekend and in daylight. The drivers were predominantly male (109 out of 110), relatively older than the other road users (mean age: 35 ± 11 years), with a greater proportion of high executive or middle civil officers (25%). Pedestrians were male in 70% of cases, relatively younger than drivers (mean age: 31 ± 13 years), and only 10% were high executive or middle civil officers. Passengers included a lower proportion of male (60%), mean age was 31 ± 11 years with 15% of high executive or middle civil officers.

3.2. Characteristics of the Study Sub-Populations

We included in our analysis only casualties who had

completed a BAC analysis (75%) or drug screening (38%). When considering testing for both BAC and drugs, the rate dropped to 30%. The whole process of patients' inclusion in data analysis, participating rate and reasons for non-inclusion are detailed in fig.1.

Main characteristics of casualties included in our study for BAC data analysis (sub-group 1) and psychoactive drugs data analysis (sub-group 2) are described in table 1.

Each sub-group was compared to non-participants (no results for both alcohol and drugs testing), and no significant difference was observed, except for road user type and patient outcome distributions which differed significantly.

The participating rate for each category of the studied variables was studied for sub-groups 1 and 2 (% row, table1). Police and Military officers were less likely to be included in alcohol and drug analyses compared to other professions. Drivers and 2-wheel riders were underrepresented in the drug analysis sub-group. Hospitalized and deceased casualties were less likely to be included for drug analysis compared to discharged patients. Finally, there were fewer patients having a drug testing when the RTA occurred between 00:00-06:00AM.

3.3. RTA Casualties' and Alcohol Consumption

3.3.1. Alcohol Impairment Definition

The delay between the RTA and blood sample collection varied across the casualties, ranging from 45 to 360 min, with an average of 182 min and a standard deviation of 101.5 min.

A reverse extrapolation and BAC correction were made to approach the theoretical BAC at the time of crash. We applied a metabolizing factor of 0.15 g/L/h during the first four hours following the crash, and then 0.10 g/L/h during

the two following hours. Correction was made only when measured BAC was greater than 0.20 g/L which represented our positivity threshold[11-13]. We used two cut-off values for corrected BAC to identify/classify casualties under the influence of alcohol, based on W.H.O. recommendation (0.5

g/L) and national legal limit (0.8 g/L). Although those limits are designed for drivers, we considered that they could be applied to pedestrians and passengers regarding cognitive impairments toward traffic danger, loss of self-protection reflex and risk-taking attitude related to these alcohol levels.

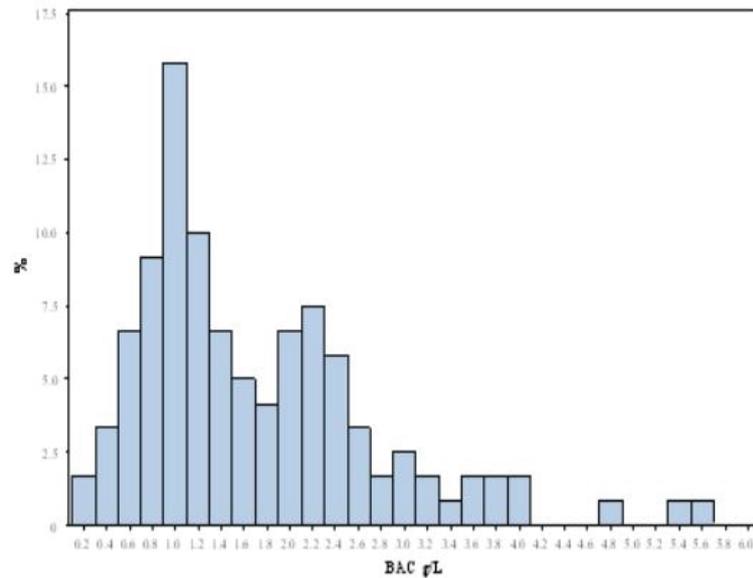


Figure 2. Relative frequency distribution of Blood Alcohol Concentrations in casualties admitted in the Emergency Room and IMLA after a RTA (N=126 with BAC \geq 0.2 g/L).

Table 2. Prevalence of casualties with BAC above recommended (0.5g/L) or legal(0.8g/L) limits in relation to characteristics and circumstances of the crash

	BAC > 0.5 g/L			BAC > 0.8 g/L		
	N	%	p-value	N	%	p-value
Age category (in year)						
< 30	41	13.4		35	11.44	
30-40	39	21.91		36	20.22	
40-50	16	20.51	0.0979	13	16.67	0.0870
> 50	11	22.92		10	20.83	
Unknown	7	14.29		7	14.29	
Gender						
Male	96	20.51	0.0007	87	18.59	0.0004
Female	20	9.80		16	7.84	
Road user type						
Driver	33	30.00		30	27.27	
Pedestrian	35	17.16	0.0002	34	16.67	<0.0001
Passenger	45	12.82		37	10.54	
Socio-professional category						
High-medium income	27	26.73		24	23.76	
Intermediate income	54	16.02	0.0227	48	14.24	0.0365
Low income & unemployed	35	14.96		31	13.25	
Patient outcome						
Less severely injured *	79	16.60	0.3767	69	14.50	0.2733
Severely injured **	37	19.47		34	17.89	
Time of the crash						
Day	63	13.97	0.0008	53	11.75	0.0002
Night	49	24.75		46	23.23	
Moment of the crash						
Week day	41	12.89	0.0051	37	11.64	0.0134
Weekend	74	21.08		65	18.52	
Total	116	17.26		103	15.33	

*Casualties discharged after medical care and a short observation period

**Hospitalized and deceased casualties

Table 3. Prevalence of victims with BAC above recommended (0.5 g/L) or legal (0.8 g/L) limits in relation to gender and road user category

Road user types	Low impairment (BAC > 0.5 g/l)			High impairment (BAC > 0.8 g/l)		
	No/Total	%	p-value	No/Total	%	p-value
Drivers	33/110	30.00		30/110	27.27	
Male	33/109	30.28		30/109	27.52	
Female	0/1	0	-	0/1	0	-
Pedestrians	35/204	17.16		34/204	16.67	
Male	28/143	19.58	> 0.05	27/143	18.88	> 0.05
Female	7/61	11.48	(NS)	7/61	11.48	(NS)
Passengers	45/351	12.82		37/351	10.54	
Male	32/210	15.24	> 0.05	28/210	13.33	< 0.05
Female	13/141	9.22	(NS)	9/141	6.38	
In total	116/672	17.26		103/672	15.33	
Male	96/468	20.51	< 0.005	87/468	18.59	
Female	20/204	9.80		16/204	7.84	< 0.005

3.3.2. Blood Alcohol Concentration in Positive Cases

The mean BAC in alcohol positive cases (N = 126) was 1.71 g/L (range 0.2-5.6 g/L) and 25th and 75th percentiles of 0.95 and 2.2g/L. Specifically, the mean BAC in drivers was 1.9 g/L (range 0.44-5.44 g/L, 25th and 75th percentiles of 1.05 and 2.2 g/L), exceeding 2.4 times the legal limit of 0.8 g/L. In pedestrians the mean BAC was 2.1 g/L (range 0.4-5.6 g/L, 25^e and 75 percentiles: 1.1 and 2.9 g/L), that is 2.6 times the legal limit. Regarding vehicle passengers, the mean BAC was 1.5 g/L (range 0.2-3.9 g/L, 25th and 75th percentiles: 0.8 and 1.8 g/L). The distribution of BAC in casualties tested positive for alcohol is shown on Fig.2.

3.3.3. Prevalence of Casualties under Alcohol Influence

Overall, the prevalence of road users under the influence of alcohol was 17.3% for BAC >0.5 g/L and 15.3% for BAC >0.8 g/L.

Specifically, the prevalence of casualties exceeding the 0.5 and 0.8 g/L limits was 30.0% and 27.3% for drivers, 17.2% for pedestrians, 12.8% and 10.5% for passengers. Prevalence of alcohol-impaired light 4-wheel drivers was 40.8% and 34.7% compared to 2-wheel riders with 27.1%. No alcohol impairment was observed for bus/minibus or heavy truck drivers.

Stratification by gender revealed that men were largely more often under alcohol influence than women for both levels of impairment. This difference was mainly attributable to male drivers with BAC above the limit (Table 3). Even restricted to men, the prevalence of alcohol-impaired was higher in drivers compared to pedestrians and passengers.

The prevalence of casualties with illegal BAC was not significantly influenced by age.

Regarding the socio-professional status, the prevalence of patients with BAC above the limit was significantly higher for “high executive and middle civil officers” patients. This difference was due to the significant contribution of drivers to the prevalence of alcohol in high-middle income category. Severity of injury didn’t show any significant influence on the prevalence of patient under the influence of alcohol, regardless of the road user status.

The prevalence of patients exceeding the 0.5 or 0.8 g/L

limits was significantly higher in night time accidents compared to daytime accidents.

Similarly, the prevalence was almost two times higher in patients involved in an accident at weekend compared to week day accident, with the exception of pedestrians for whom no significant difference was observed between the two periods (Table 2).

3.3.2. Psychoactive Substance Use amongst Casualties

Positive detection of at least one substance was observed in 38 out of 340 casualties tested (11%). Prevalence of positive drugs findings was 22% among drivers, 14% among pedestrians and 8% among passengers.

Regarding illegal drugs, cannabinoids (THC) was the class of drug the most frequently detected (21 out of 38 positive urine testing, i.e. 55%) followed by opiates in 6 cases out of 38 (16%). Of the 672 casualties who had results for BAC, 272 had undergone a multidrug testing as well. Screening was positive in 8 alcohol-impaired casualties out of 40 (20%) in contrast with 24 positive testing out of 232 non-alcohol-impaired casualties (10%).

4. Discussions

4.1. BAC Correction

We used retrograde extrapolation of measured BAC to estimate the blood alcohol levels at the time of crash. The elimination rate applied was 0.15 g/L/h, which is a conservative correction factor and can be applied to a wide diversity of people including Caucasians as well as Asians and Africans[11]. In our series, the mean BAC after reverse extrapolation was 1.70 g/L corresponding to a measured BAC in positive cases of 1.3 g/L. Only 13 cases out of 598 switched to BAC above 0.8 g/L after correction, which did not introduce a significant change in the results.

4.2. BAC Levels among RTA Casualties

The average BAC in injured drivers who tested positive for alcohol in our study was high (1.90 g/L) but consistent

with BAC reported for apprehended drunk drivers in most developed countries (1.50 to 1.80 g/L) [14]. This value was even higher in injured pedestrians with a mean BAC reaching 2 g/L.

Such high levels of BAC in road users are not totally surprising given the alcohol consumption pattern in the general population of Côte d'Ivoire.

The adult alcohol consumption is twice the consumption in France, where alcohol is clearly recognized as contributing to road safety problems. More significantly, in Côte d'Ivoire, 25% of alcohol consumers are binge drinkers and the Pattern of Drinking Score (PDS) is 3 (medium risk) compared to France with 8.5% of binge drinkers and a PDS of 1 (lowest risk) [5]. The high average BAC observed in our study suggests that injured drivers or pedestrians may be regular drinkers and likely to be dependent on alcohol. An occasional drinker would not be able to tolerate the amounts of alcohol necessary to reach such a high BAC without ill-effects, such as nausea and vomiting [11]. According to the World Health Organization, more than 6 drinks on any single occasion for men and 4 drinks for women is considered as a hazardous pattern of drinking, and is associated with increasing risk of diseases, neuropsychological troubles, trauma, negative social effects, etc. [15]. Consumption of 6 drinks within 2 hours translates in approximately 1 g/l of alcohol in blood for a man weighing 75 kg. The levels of BAC reached in injured road users suggest that a majority of them may be binge drinkers. Consequently, the medical staff should take into account alcohol related problems in the management of these specific patients in the Emergency Room.

4.3. Prevalence of Alcohol-Impaired Casualties

Our results indicate that alcohol use (BAC > 0.5 g/L) amongst RTA casualties involves not only light car drivers (41%) or riders (27%), but also pedestrians (17%) and passengers (13%). Interestingly, the prevalence of alcohol-impaired casualties was significantly higher in drivers and riders (who are directly in control of a vehicle) compared to pedestrians and passengers (not in control of a vehicle).

An Australian hospital-based study, showed that 24.3% of drivers, 11.04% of riders and 55.8% of pedestrians injured in a RTA were above the 0.5 limit [16]. The lower prevalence of impaired drivers in the Australian study probably reflects the effectiveness of drink-driving law enforcement in high-income countries. Very few studies examining the relation between BAC and RTA injuries have been conducted in Africa. The drunk-driving prevalence in our study (35%-41%) is consistent with that reported in South Africa so far well known for being in pole position regarding injured drivers with BAC exceeding the legal limit (26% to 52%) [17, 18].

4.4. Profile of Alcohol-Impaired Casualties

Male drivers were predominantly involved in alcohol-related crashes compared to women, and this trend is confirmed in many studies all over the world [19, 20]. In addition, drivers from the middle-to-high economic class (middle civil to high executive officers) tend to be more frequently involved in alcohol-related RTA in Côte d'Ivoire.

Our results suggest that this profile of road users have a distinct exposure to RTA risks.

In developing countries, the choice of mode of transport is largely influenced by socioeconomic factors, especially income [21, 22]. High income earners usually travel in private cars, while for lower income earners the most affordable options are minibus, bus, cycling and walking. Very likely, high-middle income male drivers, under the influence of alcohol, are more exposed to traffic risk compared to pedestrians and passengers. They are more often on the road after heavy alcohol consumption, at night when they are tired and the road is poorly lit on, the weekend when traffic is fluid so they could speed, etc.

Kockelman et al [23], in a large study on drivers' behaviors in the USA, showed that high-income and educated drivers were more likely to drive faster, and to drive after drinking.

Weekends and nights were critical periods for RTA involving drinking road users in Abidjan, as previously observed in many studies [24, 25].

Road safety prevention strategies should target this profile of road users and high risk periods.

Surprisingly, no professional driver (minibus, heavy truck) was under alcohol influence in our sample. We hypothesized that these drivers are usually not seriously injured and/or avoid hospital settings, especially when they are responsible for a RTA resulting in many severely injured casualties.

4.5. Recommended Versus Actual Drink-Driving Limits

We tested two levels of BAC in order to assess whether a reduction of the current national limit from 0.8 g/L to 0.5 g/L would have an impact on the prevalence of RTA involving alcohol consumption. Only 2.7% of drivers had a BAC between 0.5 g/L and 0.8 g/L, which is consistent with observation made in the French study with 2.2% of drivers being in this range [26]. More importantly, over 75% of casualties that tested positive for alcohol had a mean BAC above 1 g/L. These findings demonstrate the low level of the current drink-driving law enforcement and the urgent need for prevention campaigns on the risk of traffic injury associated with excessive alcohol drinking targeting all types of road users.

4.6. Psychoactive Drug Use

In our study, positive detection of substances in injured drivers urine was almost twice that of the French study SAM, with respectively 22.2% and 12.7% [27].

Drug use was much more frequent in casualties tested positive for alcohol compared to those tested negative.

However, literature on the concomitant use of alcohol and drugs among drivers is inconsistent [19, 28].

In the light of these preliminary findings, we recommend a more in-depth study based on substances blood measurement, to assess the relation between drug impairment and RTA in Côte d'Ivoire.

4.7. Study Limitations

Our final sample size was lower than expected, probably because we missed some cases during the recruitment in ER. Regarding fatally injured cases, we also missed many cases due to unavailability or busy schedule of forensic scientists who were in charge of autopsies.

Due to the poor quality of admission records, we could not ascertain the number of lost eligible cases. Nevertheless, we can reasonably make the assumption that all the cases were randomly missed and therefore did not significantly influence the final result.

The global alcohol testing rate in our study was high (75%) and consistent with the broad French study SETRA, which showed an availability of BAC results in 78.7% of casualties [29]. However, in Côte d'Ivoire, casualties were recruited on a voluntary basis and the refusal rate for alcohol testing was 8%. This could have biased our results towards non-alcohol-impaired casualties, and hence potentially resulted in under reporting of the prevalence of alcohol-impaired road users.

5. Conclusions

This study presents new data and a broad picture of the influence of alcohol and drugs on road traffic injury in relation to crashes characteristics in an African sub-Saharan country.

Alcohol was found at concentrations largely above the legal driving limit in more than 75% of injured alcohol-impaired drivers, clearly calling for a stricter enforcement of the current drink-driving law. Drivers and riders were predominantly represented in crashes involving illegal blood alcohol levels, especially at night and during the weekend. The use of cannabis among casualties was relatively frequent and often in relation with alcohol consumption.

Binge drinking is an emerging issue in African countries, which should not be neglected in injuries prevention, management and road safety policies.

Acknowledgements

The study was carried out with the financial support of IFSTTAR (Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux).

Special thanks to Colette EYA-MINTSA and Charline TOURNIER from UMRESTTE-IFSTTAR for their

assistance with database management and statistical analysis.

The authors are indebted to the Professor EHUA Somian Francis and the medical staff from the Emergency Room at CHU de Yopougon, and to Dr ABO Kausta (resident in Clinical Pharmacy) from the Emergency Pharmacy Department at CHU de Yopougon (Abidjan, Côte d'Ivoire), for their technical or/and scientific assistance.

REFERENCES

- [1] World Health Organization (W.H.O). Global status Report on Road Safety 2013 : Supporting a decade of action, Press WHO, Geneva, 318, 2013.
- [2] Lagarde E. Road traffic injury is an escalating burden in Africa and deserves proportionate research efforts, *PLoS medicine*, Vol 4, No. 6, e170, 2007.
- [3] Adu-Mireku S. The prevalence of alcohol, cigarette, and marijuana use among Ghanaian senior secondary students in an urban setting, *J Ethn Subst Abuse*, Vol 2, No., 53-65, 2003.
- [4] Obot IS. Alcohol use and related problems in sub-Saharan Africa., *African Journal of Drug & Alcohol Studies*, Vol 5, No. 1, 17-25, 2006.
- [5] World Health Organization (W.H.O). Global Status Report on alcohol and health 2011, Press WHO, Geneva, 85, 2011.
- [6] Tanoh K. Evolution du trafic de stupéfiants en Côte d'Ivoire de 1997 à 2007: données de saisies de la Police et Gendarmerie [Mémoire]. Abidjan: Université de Cocody; 2008.
- [7] Swedler BM, Biecheler, M.B., Laurell, H., Kroj, G., Lerner, M., Mathijssen, M.P.M., Mayhew, D. & Tunbridge, R.J. Worldwide trends in alcohol and drug impaired driving., *Traffic Injury Prevention*, Vol 5, No. 3, 10, 2004.
- [8] Holmgren P, Holmgren A, Ahlner J. Alcohol and drugs in drivers fatally injured in traffic accidents in Sweden during the years 2000-2002, *Forensic science international*, Vol 151, No. 1, 11-7, 2005.
- [9] Ahlm K, Bjornstig U, Ostrom M. Alcohol and drugs in fatally and non-fatally injured motor vehicle drivers in northern Sweden, *Accident; analysis and prevention*, Vol 41, No. 1, 129-36, 2009.
- [10] Swendsen J, Burstein M, Case B, Conway KP, Dierker L, He J, Merikangas KR. Use and abuse of alcohol and illicit drugs in US adolescents: results of the National Comorbidity Survey-Adolescent Supplement, *Archives of general psychiatry*, Vol 69, No. 4, 390-8, 2012.
- [11] Jones AW. Evidence-based survey of the elimination rates of ethanol from blood with applications in forensic casework, *Forensic science international*, Vol 200, No. 1-3, 1-20, 2010.
- [12] Fabbri A, Marchesini G, Dente M, Iervese T, Spada M, Vandelli A. A positive blood alcohol concentration is the main predictor of recurrent motor vehicle crash, *Annals of emergency medicine*, Vol 46, No. 2, 161-7, 2005.

- [13] Arrêté royal modifiant l'arrêté royal du 10 juin 1959 relatif notamment à la méthode de dosage de l'alcool dans le sang, (2007).
- [14] Jones AW, Kugelberg FC, Holmgren A, Ahlner J. Five-year update on the occurrence of alcohol and other drugs in blood samples from drivers killed in road-traffic crashes in Sweden, *Forensic science international*, Vol 186, No. 1-3, 56-62, 2009.
- [15] World Health Organization (W.H.O.). Alcohol Fact Sheet, W.H.O. Media C, Geneva, 2012.
- [16] Lyndsay VL. Characteristics of alcohol impaired road users involved in casualty crashes, *Research CfAS*, Adelaide, 46, 2012.
- [17] Peden MM. The sentinel surveillance of substance abuse and trauma, 1999-2000; Final Report, Tygerberg, South Africa, 2001.
- [18] Global Road Safety Partnership. *Drinking and Driving: a road safety manual for decision-makers and practitioners*, Geneva, Switzerland, 173, 2007.
- [19] Palmentier JP, Warren R, Gorczynski LY. Alcohol and drugs in suspected impaired drivers in Ontario from 2001 to 2005, *Journal of forensic and legal medicine*, Vol 16, No. 8, 444-8, 2009.
- [20] Elliott S, Woolacott H, Braithwaite R. The prevalence of drugs and alcohol found in road traffic fatalities: a comparative study of victims, *Science & justice : journal of the Forensic Science Society*, Vol 49, No. 1, 19-23, 2009.
- [21] Nantulya VM, Reich MR. The neglected epidemic: road traffic injuries in developing countries, *BMJ*, Vol 324, No. 7346, 1139-41, 2002.
- [22] Kapila S, Manundu M., Lamba, D. The "matatu" mode of public transport in metropolitan Nairobi., *Nairobi*, 424, 1982.
- [23] Kweon Y-J, Kockelman KM. Driver Attitudes and Choices: Speed Limits, Seat Belt Use, and Drinking-and-Driving, *Journal of the Transportation Research Forum*, Vol 45, No. 3, 18, 2006.
- [24] Gjerde H, Christophersen AS, Normann PT, Morland J. Toxicological investigations of drivers killed in road traffic accidents in Norway during 2006-2008, *Forensic science international*, Vol 212, No. 1-3, 102-9, 2011.
- [25] Ricci G, Majori S, Mantovani W, Zappaterra A, Rocca G, Buonocore F. Prevalence of alcohol and drugs in urine of patients involved in road accidents, *Journal of preventive medicine and hygiene*, Vol 49, No. 2, 89-95, 2008.
- [26] Laumon B, Gadegbeku B, Martin JL, Biecheler MB. Cannabis intoxication and fatal road crashes in France: population based case-control study, *BMJ*, Vol 331, No. 7529, 1371, 2005.
- [27] Laumon B, Gadegbeku B, Martin J, et le groupe SAM. Stupéfiants et accidents mortels : l'étude SAM, 2ème partie : analyse épidémiologique, OFDT, Paris, 166, 2011.
- [28] European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction. *Driving Under the Influence of Drugs, Alcohol and Medicines in Europe - Findings from the DRUID project*, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 57, 2012.
- [29] SETRA. Rôle de l'alcool dans la gravité des accidents de la route SETRA, France, 90, 2004.

4. DISCUSSION

⇒ Alcoolémie et extrapolation rétrograde

Nous avons appliqué une procédure d'extrapolation rétrograde sur les valeurs d'alcoolémies mesurées, afin d'estimer les concentrations d'alcool dans le sang des victimes au moment de l'AVP. Nous avons utilisé dans le modèle des vitesses d'élimination de 0,15 et 0,10 g/l/h, ce qui représente un facteur de correction très conservatif et pouvant être appliqué à une grande diversité d'individus de type Caucasien, Asiatique ou Africain (47).

En ajustant les alcoolémies mesurées en fonction du délai entre le prélèvement et l'accident, nous supposons que toutes les victimes sont dans la phase de post-absorption de la cinétique d'élimination de l'alcool. En dépit du fait que cette hypothèse ne soit probablement pas vérifiée pour l'ensemble des victimes, la plupart des études sur le statut d'absorption des conducteurs appréhendés pour alcool au volant suggèrent que cette approximation est vraie pour une grande proportion d'individus (198-200).

Par conséquent, nous pensons que la correction de l'alcoolémie en fonction du délai de prélèvement après l'accident donne une image plus représentative de la réalité que des valeurs d'alcoolémie qui n'auraient pas été ajustées.

Bien entendu, cette correction est largement en faveur d'une sous-estimation de l'alcoolémie chez les sujets alcooliques victimes d'AVP pour lesquels le coefficient d'élimination est de $0,22 \pm 0,62$ g/l/h selon *Jones (2010)* (47). Fabbri et collaborateurs optent, quant à eux, pour un coefficient d'élimination de 0,20 g/l/h pour évaluer l'alcoolémie de victimes d'AVP admises aux urgences dans un hôpital italien (5).

Dans notre série de victimes avec une alcoolémie positive (supérieure ou égale à 0,2g/L), l'alcoolémie moyenne après extrapolation rétrograde est de 1,70 g/L, ce qui équivaut à une alcoolémie mesurée de 1,30 g/L. Parmi les 598 victimes qui avaient une alcoolémie inférieure à 0,8 g/L, seulement 13 ont basculé au-dessus de cette limite après correction de l'alcoolémie, n'entraînant pas de changement significatif dans nos résultats.

⇒ Niveaux de l'alcoolémie chez les victimes d'AVP

L'alcoolémie moyenne estimée au moment de l'AVP chez les conducteurs alcoolisés est élevée, mais totalement en accord avec les alcoolémies rapportées chez les conducteurs inculpés pour conduite sous l'influence de l'alcool dans les pays développés (1,5 à 1,8 g/L) (201).

Chez les piétons, l'alcoolémie est encore plus élevée s'élevant jusqu'à 2 g/L en moyenne. Des niveaux d'alcoolémie aussi élevés chez les usagers de la route n'est pas totalement surprenant,

étant donné le profil de consommation d'alcool dans la population générale en Côte d'Ivoire. La consommation d'alcool chez les adultes non abstinents est deux fois plus élevée que celle de la France, où l'alcool est reconnu pour être un contributeur majeur à l'insécurité routière. De manière plus significative, 25% des consommateurs d'alcool en Côte d'Ivoire sont des « buveurs excessifs » ou « binge drinkers » en comparaison avec la France qui compte 8,5% de « binge drinkers ».

Les niveaux élevés d'alcoolémies observés dans notre étude suggèrent que les conducteurs et piétons sont des buveurs réguliers et probablement dépendants de l'alcool (alcoolisme chronique). Un consommateur occasionnel ne serait pas capable de tolérer les quantités d'alcool nécessaires pour atteindre des alcoolémies aussi élevées sans éprouver des malaises tels que la nausée ou des vomissements (47). Selon l'Organisation Mondiale de la Santé, la consommation de plus de six verres en une seule occasion pour les hommes et quatre verres pour les femmes est considérée comme un profil de consommation à risque. Ce profil est associé à une augmentation du risque de maladies, de trouble neuropsychologiques, de traumatismes de tous types et d'effets négatifs sur la vie sociale. La consommation de six verres dans un délai de deux heures se traduit par une concentration d'alcool dans le sang d'environ 1 g/L chez un homme de 75kg. Le protocole de notre étude ne nous a pas permis d'étudier le profil de consommation d'alcool chez nos victimes d'AVP (nombre de verres consommés, type d'alcool, degré alcoolique, délai de consommation). Toutefois, les niveaux d'alcoolémie que nous avons observés dans notre étude suggèrent qu'une majorité de victimes sont des buveurs excessifs. Par conséquent, le personnel médical devrait prendre en compte les problèmes liés à l'alcoolisme dans la prise en charge médicale de ces patients particuliers aux urgences.

⇒ **Prévalences de consommation élevée d'alcool**

Nos résultats indiquent que l'abus d'alcool (alcoolémie $\geq 0,5$) parmi les victimes d'AVP ne concerne pas uniquement les conducteurs de véhicules (41%) ou les deux-roues motorisés (27%), mais également les piétons (17%) et les passagers (13%). Il est intéressant de noter que la prévalence d'alcoolisation chez les victimes est significativement plus élevée chez les conducteurs de quatre roues et les motocyclistes (directement impliqués dans le contrôle du véhicule) que chez les piétons et passagers (qui ne contrôlent pas le véhicule impliqué dans l'AVP).

Une étude australienne conduite en milieu hospitalier, montre que 24,3% de conducteurs, 11,0% de motocyclistes et 55,8% des piétons blessés dans un AVP avaient une alcoolémie supérieure à 0,5 g/L (202).

La prévalence plus faible de conducteurs sous l'influence de l'alcool dans cette étude, est très probablement liée à une plus grande efficacité de l'application de la loi sur l'alcool au volant en Australie. En Côte d'Ivoire, malgré l'existence d'une telle loi, son application effective reste totalement inopérante.

Très peu d'études ont été menées sur la relation entre le niveau de l'alcoolémie des conducteurs et les traumatismes dus aux AVP en Afrique. Cependant, la prévalence d'une alcoolémie supérieure aux limites chez les conducteurs accidentés dans notre étude (35%-41%) est en accord avec les chiffres rapportés en Afrique du Sud, où la proportion de traumatismes routiers en rapport avec des alcoolémies illégales compte parmi les plus élevées au monde (26% à 52%) (203, 204).

⇒ **Profil des victimes sous l'influence de l'alcool**

Les conducteurs de sexe masculin étaient de loin plus représentés dans les AVP liés à la consommation d'alcool que les femmes. Si cette tendance est confirmée par plusieurs études à travers le monde (205, 206), dans notre étude elle est accentuée par la très faible représentation des femmes parmi les conducteurs victimes d'AVP. Il convient de rappeler que les femmes comptaient pour seulement 1,6% des conducteurs responsables d'AVP selon les constats de police établis pour 56 966 AVP survenus en Côte d'Ivoire de 2002 à 2011 (145).

En outre, les conducteurs appartenant aux classes socio-économiques élevées et moyennes ont tendance à se retrouver plus fréquemment impliqués dans des accidents liés à l'usage d'alcool. Nos résultats suggèrent que ce profil d'usagers de la route présente une exposition particulière au risque routier. En effet, dans les pays en développement, le mode de transport est fortement influencé par les facteurs socio-économiques (20, 207).

Les personnes ayant des revenus élevés se déplacent en majorité dans des véhicules privés/personnels, alors que pour les personnes à faibles revenus les options les plus accessibles sont les minibus (Gbaka) et les bus en tant que passagers, les vélos ou la marche. Il semblerait que les **conducteurs**, de **sexe masculin**, appartenant aux **classes moyennes et élevées** et **sous l'influence de l'alcool** sont plus exposés au risque routier que les piétons ou les passagers. Ils sont plus souvent sur la route après avoir consommé de fortes quantités d'alcool, la nuit alors qu'ils sont fatigués et que la route est mal éclairée, le weekend lorsque le trafic est fluide et qu'ils peuvent conduire plus vite, etc... *Kweon et Kockelman (2006)*, dans une grande étude sur le comportement des conducteurs aux USA, montrent que les conducteurs avec un niveau social

et d'éducation élevés avaient tendance à rouler plus vite et à conduire après avoir bu de l'alcool (208).

La nuit et la fin de semaine représentent des périodes à fort risque d'AVP relié à la consommation d'alcool à Abidjan, comme cela a pu être observé dans de nombreuses études, particulièrement dans les pays développés (209, 210).

Les stratégies de prévention devraient cibler le profil de d'usager de la route et les périodes à risque que nous avons décrits.

De façon assez surprenante, nous n'avons identifié aucun chauffeur de minibus ou de poids lourds sous l'influence de l'alcool dans notre échantillon de victime d'AVP qui en compte 13 sur 110 conducteurs inclus dans l'étude. Nous supposons que ces conducteurs ne sont en général pas très sérieusement blessés dans les collisions avec d'autres véhicules plus petits et/ou qu'ils évitent de se rendre à l'hôpital surtout lorsqu'ils sont responsables d'AVP qui font de nombreuses victimes gravement blessées.

⇒ **Alcoolémie recommandée par l'OMS contre seuil en vigueur**

Nous avons testé deux niveaux d'alcoolémie, afin d'évaluer si une réduction de la limite nationale actuelle de 0,8 g/L à 0,5 g/L pourrait avoir un impact sur les comportements en termes de consommation d'alcool avant d'effectuer un déplacement. Seulement 2,7% des conducteurs ont une alcoolémie comprise entre 0,5 et 0,8 g/L, ce qui est en concordance avec les observations de Laumon et collaborateurs (2005) qui rapportent que 2,2% de conducteurs blessés et alcoolisés en France sont situés dans cette fourchette (6).

De façon plus significative, plus de 75% des victimes alcoolisées ont une alcoolémie moyenne supérieure à 1 g/l. Ces résultats montrent le faible niveau d'application de la loi sur la conduite sous l'emprise de l'alcool et la nécessité de mettre en œuvre des campagnes de prévention sur les risques de traumatismes associés à la consommation excessive d'alcool qui visent tous les types d'usagers de la route.

⇒ **Usage de substances psychoactives**

Dans notre étude, la positivité au test de dépistage de substances psychoactives dans l'urine des conducteurs blessés est presque deux fois supérieure à celle rapportée dans l'étude française SAM, avec respectivement 22,2% et 12,7% (76).

L'usage de substances est beaucoup plus fréquent chez les victimes alcoolisées par rapport aux victimes sobres. Ce résultat est retrouvé dans différentes études. Dans l'étude Européenne

DRUID, les auteurs concluent que l'usage de substances psychoactives est plus fréquent chez les conducteurs alcoolisés que chez les conducteurs sobres (7). Il en est de même dans l'étude française SAM. Cependant, Palmentier et collaborateurs montrent que la détection positive de substances chez les conducteurs alcoolisés est moins élevée que chez les conducteurs sobres (205).

A la lumière de nos résultats préliminaires, nous recommandons une étude plus approfondie basée sur le dosage sanguin des substances identifiées, dans le but d'évaluer la relation entre l'altération des fonctions cognitives et la survenue d'AVP en Côte d'Ivoire. En effet, seule la connaissance des niveaux sanguins de ces substances permet d'apprécier si l'individu était sous l'influence de la substance au moment de l'accident.

⇒ **Limites de notre étude**

Notre échantillon final était plus faible qu'attendu, probablement parce que nous avons manqué quelques cas au cours du recrutement aux urgences.

En ce qui concerne les victimes décédées, nous avons manqué plusieurs cas à cause de l'indisponibilité des médecins légistes en charge des autopsies qui étaient nettement en sous-effectif au moment de l'étude.

En raison de dysfonctionnements récurrents dans l'enregistrement des patients à l'admission, nous n'avons pas réussi à vérifier le nombre de cas éligibles perdus. Toutefois, nous pouvons raisonnablement supposer que les cas ont été manqués au hasard et par conséquent ils n'ont pas influé sur le résultat final.

La fréquence des dosages d'alcoolémie réalisés est relativement élevée (75%) et se rapproche de celle de la grande étude française SETRA, qui montre une proportion de résultats d'alcoolémie disponibles chez 78,7% des victimes (153).

Il faut noter, cependant, qu'en Côte d'Ivoire, les victimes ont été recrutées sur une base de volontariat et que le pourcentage de refus était de 8%. Cela a pu biaiser nos résultats dans le sens du recrutement de plus de victimes non alcoolisées et conduire à une sous-estimation de la prévalence de victimes sous l'influence de l'alcool.

5. CONCLUSION

Notre étude présente de nouvelles données et une image globale de l'influence de l'alcool et des substances psychoactives sur le traumatisme routier en fonction des caractéristiques des AVP dans un pays d'Afrique sub-saharienne à faibles revenus.

L'alcool est présent à des concentrations sanguines largement supérieures à la limite légale chez plus de 75% des conducteurs alcoolisés, ce qui interpelle les autorités sur un renforcement de l'application de la loi relative à la conduite sous l'emprise de l'alcool. Les conducteurs de véhicules à quatre roues et les motocyclistes sont les usagers les plus fréquemment trouvés dans les accidents impliquant des concentrations sanguines illégales d'alcool, en particulier la nuit et pendant la fin de semaine. L'usage de substances psychoactives, en particulier le cannabis, est relativement fréquent et assez souvent associé à des niveaux d'alcoolémie supérieurs à 0,8 g/L. Toutefois, l'absence de dosages sanguins pour ces substances psychoactives ne permet pas de faire la relation entre l'altération des fonctions et la survenue d'un AVP, comme c'est le cas avec l'alcool.

La consommation excessive d'alcool et le *binge drinking*, qui est un phénomène émergent en Afrique, ne doivent pas être négligés dans la prise en charge médicale et la prévention des victimes d'AVP, ainsi que dans l'élaboration des politiques de sécurité routière en Côte d'Ivoire.

SEPTIÈME PARTIE :

**DESCRIPTION DU PROFIL LÉSIONNEL ET ESTI-
MATION DU RISQUE D'ÊTRE GRAVEMENT BLESSÉ
EN FONCTION DU
DEGRÉ D'ALCOOLISATION DES VICTIMES D'AVP**

1. INTRODUCTION

Nous avons montré dans la partie 6 de cette thèse que la prévalence de l'imprégnation alcoolique était élevée chez les victimes d'AVP admises aux urgences du CHU de Yopougon. Ces résultats confirment que l'alcool est l'un des principaux facteurs de risque d'admission à l'hôpital et de décès suite à un AVP (197).

A présent, nous voulons savoir si le degré d'alcoolisation est associé à un type particulier de traumatisme et s'il influence la gravité des traumatismes chez les victimes d'AVP. Ces connaissances sont d'un intérêt capital pour l'élaboration de mesures appropriées dans le cadre de la prévention primaire et secondaire des traumatismes liés aux AVP en Côte d'Ivoire.

L'analyse de la littérature internationale sur la relation entre la gravité des traumatismes et le niveau de d'alcoolémie chez les accidentés de la route aboutit à des résultats contradictoires. Comme largement discuté précédemment, ces divergences pourraient être attribuées à l'utilisation de critères très différents pour évaluer la consommation d'alcool ou pour mesurer la gravité des traumatismes d'une étude à l'autre. Une autre explication est l'absence de prise en compte de facteurs de confusion importants tels que l'usage d'autres substances psychoactives ou les circonstances de l'AVP dans la détermination du risque de traumatisme grave associé à l'alcool. Enfin, l'existence d'un biais de sélection résultant du triage ou du transfert des patients en milieu hospitalier pourrait expliquer l'absence de relation entre la gravité et le degré d'alcoolisation des victimes.

Nous avons donc recruté les victimes d'AVP dès leur admission aux urgences du CHU de Yopougon et avant toute procédure de triage ou de transfert vers d'autres unités de prise en charge médicale. L'évaluation de l'imprégnation alcoolique a été réalisée par le dosage de l'éthanol dans le sang veineux par CPG-FID et selon un protocole analytique validé. Quant à la gravité des traumatismes subis au cours de l'AVP, elle a été mesurée à l'aide d'échelles lésionnelles validées et reconnues au niveau international.

Les objectifs de la présente étude sont de:

- 1) décrire le profil lésionnel des victimes sous l'influence de l'alcool
- 2) évaluer l'association potentielle entre l'alcoolémie (dosée dans le sang veineux) et la sévérité des traumatismes (telle que mesurée par l'Abbreviated Injury Scale) après ajustement sur les caractéristiques des victimes et les circonstances de l'AVP

2. MATÉRIEL ET MÉTHODE

Cette étude a fait l'objet d'une publication qui a été soumise et est en cours d'évaluation par la revue *International Journal of Studies on Drug and Alcohol*.

La méthodologie de notre étude est décrite dans l'article. Néanmoins, nous rappelons ici quelques éléments méthodologiques qui n'ont pu être détaillés ou approfondis dans notre article.

2.1 *Évaluation et codage de la sévérité des traumatismes*

Suite à l'examen du patient par le médecin des urgences (victime survivante) ou à l'autopsie du corps par le médecin légiste (victime décédée), la description des lésions subies par chaque victime était enregistrée à l'aide du questionnaire approprié ([Annexe 2](#)). L'information recueillie incluait le type de lésion, le territoire corporel atteint et une description textuelle détaillée des lésions. Ces informations ont été par la suite analysées par un médecin-expert de l'Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux (IFSTTAR, Lyon, France), en vue de l'attribution d'un score de sévérité aux lésions selon les échelles AIS, MAIS et NISS.

Les lésions étaient catégorisées en neuf (9) territoires corporels selon l'échelle AIS (version révisée 1990) : Tête, Face, Cou, Thorax, Abdomen, Rachis, Membres supérieurs, Membres inférieurs et Surface externe.

Les lésions dans chaque territoire corporel étaient notées de 0 à 6 (**0** = absence de lésion; **1** = lésion mineure, **2** = lésion modérée, **3** = lésion sérieuse, **4** = lésion sévère, **5** = lésion critique, **6** = lésion mortelle). Ensuite, la lésion la plus sévère à l'intérieur de chaque territoire corporel était évaluée et notée pour aboutir à un score MAIS par territoire. Enfin, le score NISS a été calculé afin d'intégrer la sévérité des lésions chez les victimes souffrant de lésions multiples ou de polytraumatismes. Ce score prend en compte les 3 lésions les plus sévères quel que soit le territoire corporel atteint (211, 212). Le NISS est obtenu en calculant la somme des carrés des AIS (1990) des 3 lésions les plus sévères chez la victime, ce qui permet de créer une échelle ordinale qui s'étend de 1 à 75.

En nous basant sur cette échelle NISS, nous avons classé les victimes en deux catégories de blessés selon la gravité :

- « **blessés légers à modérés** » lorsque **NISS < 9**
- « **blessés sérieux** » lorsque **NISS ≥ 9**.

2.2 Analyses statistiques des données

Toutes les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel SAS version 9.3 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA), et le logiciel Microsoft Excel 2010 a été utilisé pour les représentations graphiques.

La proportion de victimes présentant des lésions dans un territoire corporel spécifique est comparée entre celles qui avaient une alcoolémie positive (supérieure à 0,20 g/l) et celles qui étaient sobres au moment de l'AVP à l'aide d'un test de Chi carré.

Afin d'évaluer l'association entre la gravité des blessures et le niveau de l'alcoolémie nous avons testé plusieurs modèles de régression logistique. Nous voulons modéliser la gravité des traumatismes dus à l'AVP en fonction de l'alcoolémie en ajustant sur les variables de confusion les plus pertinentes. La gravité est définie en deux catégories selon le niveau du NISS des victimes. Ainsi, les blessures sérieuses sont définies par un NISS ≥ 9 et les blessures légères par un NISS < 9 .

La variable d'exposition principale est représentée par l'alcoolémie en continu ou en catégories selon le modèle testé.

Après une phase préalable d'analyse descriptive, les odds ratios (OR) bruts ont été calculés en analyse univariée, afin d'identifier les variables à inclure dans le modèle initial de l'analyse multivariée (variables pour lesquelles $p \leq 0,20$). Ensuite, nous avons utilisé une procédure pas à pas descendante (backward elimination) incluant les variables retenues ainsi que certains facteurs de confusion bien connus comme l'âge et le sexe quel que soit leur niveau de significativité en analyse univariée. Les OR ajustés accompagnés de leurs intervalles de confiance à 95% ont été déterminés à l'issue de cette procédure.

3. RÉSULTATS

Les résultats de notre étude sont détaillés dans l'article suivant:

Revue: International Journal of Alcohol and Drug Research

Titre: Road Traffic Accident in Ivory Coast: Do Alcohol and Psychoactive Drugs Influence Pattern and severity of Injuries?

Statut de révision: soumis le 19 Novembre 2014, en cours de révision

Nous proposons un résumé des résultats les plus importants, suivi de l'intégralité de l'article.

Résumé

L'objectif de l'étude est d'évaluer le risque d'être sérieusement blessé en fonction du niveau de l'alcoolémie chez les victimes d'AVP, après avoir contrôlé les facteurs de confusion liés aux caractéristiques des victimes et aux circonstances de l'accident.

891 victimes (dont 32 % de femmes) survivantes ou décédées suite à un AVP ont été incluses dans l'étude. Parmi les victimes ayant subi un dosage de l'alcoolémie (672/891 soit 75%), 7,9% étaient sérieusement blessées avec un score NISS ≥ 9 . Les blessures les plus sévères (MAIS 5 et 6) étaient localisées à la tête et au rachis.

La majorité des victimes alcoolisées (ALC+) étaient atteintes à la face (ALC+ = 35% contre ALC- = 19,8%, $p < 0,05$) et étaient en grande partie des conducteurs. Inversement, la proportion de victimes présentant des blessures aux membres inférieurs était significativement plus faible chez les ALC+ que chez les victimes sobres ALC- (29% contre 45%, $p < 0,05$). Les ALC- avec des atteintes aux membres inférieurs étaient majoritairement des usagers de deux-roues.

L'analyse multivariée n'a pas permis de mettre en évidence de relation dose-réponse entre le niveau de l'alcoolémie et la gravité des blessures subies par les victimes. Nos résultats suggèrent que chez les victimes survivantes admises aux urgences suite à un AVP, les plus alcoolisées (alcoolémie $\geq 0,8$ g/l) ne sont pas nécessairement les plus sévèrement blessées (OR = 0,9, $p > 0,05$) en comparaison avec les consommateurs modérés ($0,2$ g/l $<$ alcoolémie $<$ $0,8$ g/l, OR = 7,7, $p < 0,05$).

En conclusion, parmi les victimes blessées qui ne sont pas immédiatement tuées lors de l'AVP, celles avec des alcoolémies modérées ont un risque plus élevé de souffrir de blessures sérieuses (NISS ≥ 9).

IJADR

ROAD TRAFFIC ACCIDENT IN IVORY COAST: DO ALCOHOL AND PSYCHOACTIVE DRUGS INFLUENCE PATTERN AND SEVERITY OF INJURIES?

Journal:	<i>International Journal of Alcohol and Drug Research</i>
Manuscript ID:	Draft
Manuscript Type:	Original Article
Date Submitted by the Author:	n/a
Complete List of Authors:	DIAKITE, Aissata; Institut Francais des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des réseaux (IFSTTAR), Transport, Health and Safety; Université de Lyon, Gadegbeku, Blandine; IFSTTAR, UMRESTTE N'Diaye, Amina; IFSTTAR, UMRESTTE Mintsa-Eya, Colette; IFSTTAR, UMRESTTE Malan, Kla Anglade; Laboratoire National de la Santé Publique (LNSP), Contrôle des Médicaments Laumon, Bernard; IFSTTAR, Department of Transport, Health and Safety (TS2)
Keywords:	Blood Alcohol Concentration, Psychoactive substances, Road Traffic Accident, Risk of severe injury, Ivory Coast

SCHOLARONE™
Manuscripts

“ROAD TRAFFIC ACCIDENT IN IVORY COAST: DO ALCOHOL AND
PSYCHOACTIVE DRUGS INFLUENCE PATTERN AND SEVERITY OF INJURIES?”

ABSTRACT

Objective: Although it is well established that alcohol increase the risk of being involved or dying in a Road Traffic Accident (RTA), whether alcohol increase the severity of injuries remains controversial. This could be attributed to differences in inclusion criteria and failure to take into account relevant confounding factors including substances use. The main purpose of our study was to assess the impact of Blood Alcohol Concentration (BAC) on the risk of being seriously injured, after controlling for casualties' characteristics, substances use and RTA circumstances. **Method:** 891 casualties (32% female) involved in a fatal or non-fatal RTA were enrolled at hospital or Forensic Institute in Ivory Coast. Blood alcohol dosage and urine drug screening were systematically performed, and linked with medical and police data. Injuries severity was coded using the New Injury Severity Score (NISS). We used multivariate logistic regression to model the risk of serious injury in relation to BAC. **Results:** Our study did not demonstrate any dose-response relationship between alcohol and the severity of injuries. Findings suggest that for surviving casualties attending the emergency room following a RTA, heavy drinkers (BAC > 0.08 %) are not necessarily more severely injured (odd ratio [OR] = 0.9, $p > 0.05$) compared to moderate drinkers (BAC \leq 0.08%, OR = 7.7, $p < 0.001$). **Conclusion:** Among injured casualties who are not immediately killed and are admitted to the hospital, those with moderate BAC are more at risk to suffer severe injuries. Health prevention and road safety policies should target this population.

Key words: Blood Alcohol Concentration; Ivory Coast; Psychoactive substances; Risk of severe injury; Road traffic accident.

1. Introduction

Mortality and morbidity due to Road Traffic Accident (RTA) are at an alarming rate in Africa. In this continent, mortality rate is the highest reaching 24.1/100,000 compared to 16/100,000 in North America and 10.3/100,000 in Europe. According to the World Health Organization, should the present trend continues, by the year 2020 mortality from RTA should be reduced by 30% in high income countries, while in low income countries it should increase by 80% (World Health Organization (W.H.O), 2013). It is also predicted that by 2020, Ministries of health in African countries will be spending 25% of their annual budgets on the treatment of physical injuries due to RTA (ISTED, 1999).

In Ivory Coast (Sub-Saharan Africa), 70% of casualties attending the emergency room in the largest teaching hospital of the capital are admitted for injuries sustained from a RTA (Konan, Assohoun, Kouassi, & Ehua, 2006).

Several studies have shown an association between the level of exposure to alcohol in road users and the severity of RTA injury or fatality (Castano, 2012; Phillips & Brewer, 2011). However, those results are balanced by studies showing no difference or even protective effect of alcohol on trauma outcomes (Plurad et al., 2010; Zeckey et al., 2011). The lack of positive association between alcohol and trauma severity could be explained by differences in outcomes definition and measurement (alcohol consumption evaluation and determination of injury severity) or the use of non-standardized parameters to assess injury severity. Also, studies do not usually control for the use or abuse of other psychoactive substances (defined as prescription medication or illicit substances). One episode of drug use may lead to alcohol consumption that could result in lack of coordination and a traffic-related injury (Borges et al., 2006).

Another explanation for the discrepancy in the literature has been attributed to selection bias resulting from triage and referral of participants in hospital-based studies (Li, Keyl, Smith, & Baker, 1997).

Finally, failure to take into account information regarding crash circumstances in hospital-based studies (Lin & Kraus, 2008) and unavailability of data on injury severity in studies based on police records (Cercarelli, Rosman, & Ryan, 1996) could have produced these inconsistent results.

In Ivory Coast alcohol consumption in the general population is a serious issue, with 25% of drinkers being *binge drinkers* (World Health Organization (W.H.O), 2013). The traffic of illicit substances and illegal selling of prescription drugs on the black market is also widespread in the country, notably for cannabis and benzodiazepines (Dano et al., 2013). However, there is no data examining the association between injury severity after RTA and alcohol/substances consumption in all the African Sub-Saharan area.

In this study we aim to describe the pattern of RTA-related injuries and to investigate the potential association between Blood Alcohol Concentration and severity of injuries (as measured by international validated scales) in Ivory Coast, after controlling for casualties' characteristics and crash circumstances.

2. Materials and methods

2.1. Ethical issue

The study was carried out according to the Helsinki Declaration and approved by the local ethical committee namely the *Comité Consultatif National de Bioethique de Côte d'Ivoire*. Informed consent was obtained from patients or close relatives prior to taking personal data or biological samples. All nominative data were removed from the database to ensure confidentiality.

2.2. Settings and study design

A cross-sectional study was conducted in collaboration with the Emergency Department (ED) in a large teaching hospital (C.H.U. de Yopougon) and the National Institute of Forensic Medicine (IMLA) in Ivory Coast.

The ED first admits all injured patients arriving at the setting regardless of the mechanism of the injury. Then ED physicians proceed to the triage of patients to provide them with appropriate care. The admission procedure allows for data collection on all RTA casualties admitted in the ED before any triage and thus contributes to avoid selection bias resulting from triage or referral. The IMLA performs autopsies with the aim to investigate causes of death upon request of police authorities. Thus we were able to obtain information on deaths related to RTA for our study population.

2.3. Study population

From March 2012 to September 2012, consecutive RTA casualties admitted to ED (non-fatally injured) and IMLA (fatally injured) were enrolled.

Casualties were included in the study if they were 14 years and older for pedestrians, passengers, motorized two wheel and bicycle riders. The age limit was 18 years and older when casualties were motorized four-wheel drivers.

The RTA in which the casualty was involved in should have taken place on a traffic lane and have involved at least one vehicle. Non-fatally injured patients admitted to the ED more than 6 hours after the crash occurred were excluded to ensure the reliability of alcohol and substances use assessment. Fatally injured casualties were included if death has occurred on the crash scene as a result of injuries suffered in the crash, and if the delay between the crash and arrival to IMLA was less than 24 hours.

2.4. Data sources

Information was collected through questionnaires and toxicological reports.

2.4.1. Alcohol use

Blood samples were drawn from the cubital vein of each consenting subject shortly after admission to ED, and before any administration of medication or liquid infusion. For fatal injured victims, peripheral blood was taken preferably from a femoral vein and alternately from the heart. Alcohol use was quantified in whole blood (BAC) using gas chromatography coupled with a flame ionization detector (GC-FID) by a trained Toxicologist. We have set a threshold at 0.02g/L to define blood alcohol positive testing based on the limit of quantification of our analytical method.

2.4.2. Illicit and medication drugs use

Also, urines samples were taken for multi-drugs screening by enzyme multiplied immunoassay technique (EMIT). The following substances were tested: amphetamines, barbiturates, benzodiazepines, cannabis, cocaine, methamphetamines, 3,4-methylenedioxymethamphetamines, methadone, opiates and tricyclic antidepressants. Medical records were examined to control for drugs administration in ED before urine sample was collected. Whenever a drug was administrated, the subject was considered to be negative for this drug.

2.5. Injury severity assessment

After a medical examination by the ED physicians or the Forensic scientist, the type, location and a full description of injury were recorded using a questionnaire.

This information was later analyzed and the severity of injuries was graded according to the *Abbreviated Injury Scale* (AIS), the *Maximum Abbreviated Injury Scale* (MAIS) and the *New Injury Severity Score* (NISS) by a Physician-Expert from the French Institute of Sciences and Technology of Transport, Development and Networks (IFSTTAR, Lyon, France).

Injuries were categorized into nine body regions according to the AIS: Head, Face, Neck, Thorax, Abdomen, spine, upper extremities, lower extremities and External. The injury from each region of the body was rated from 0 to 6 (0 = *absence of injury*; 1 = *slight injury [minor]*, 2 = *medium heavy injury [moderate]*, 3 = *heavy but not life-threatening [serious]*, 4 = *heavy and life-threatening [severe]*, 5 = *critical with uncertain outcome [critical]*, 6 = *deadly [non-survivable]*). The MAIS examines and classifies the most severe injury within each body region. Finally, the NISS was calculated to integrate the severity of RTA casualties sustaining multiple injuries. This score considers the three most severe injuries, regardless of body region (Brenneman, Boulanger, McLellan, & Redelmeier, 1998; Osler, Baker, & Long, 1997). The NISS is computed as the sum of squares of the three most severe AIS (1990 revision) injuries to create an ordinal scale ranging from 1 to 75. Based on the NISS scale, injuries were categorized into “slight-medium” when $NISS < 9$ and “serious” for $NISS \geq 9$.

2.6. Additional data collection (potential confounders)

2.6.1. Emergency and IMLA data

We collected casualties' characteristics at admission in ED or IMLA, which included: sociodemographic profile, road user type, vehicle type, circumstances and time of the crash and medical/clinical outcomes.

2.6.2. Data from Police crash report

More detailed and additional information on the crash circumstances was retrieved from Police reports, to compensate for unreported data in ED and IMLA questionnaires. When a discrepancy was observed between Emergency/IMLA and Police data, the priority was given to Police data considered to be more reliable.

2.7. Statistical analysis

All statistical analyses were performed using SAS version 9.3 software.

Proportions of casualties with specific injury location were compared between negative and positive BAC using Chi-square test. We used multivariable logistic regression to model the association between alcohol consumption and injury severity, controlling for potential confounding variables. Crude and adjusted odds-ratios with 95% confidence intervals are reported.

3. Results

3.1. Characteristics of the study sample (Table1)

Overall, 891 casualties met inclusion criteria and 672 (75.2%) completed a blood alcohol analysis. The population was rather young with 44% of participants being under 30 years old. More than half of injured were passengers and a majority of patients were involved in a RTA which happened on a highway (44.9%) or a municipal road (39%). There were 172 patients (18%) with a positive result for alcohol testing. Drivers, two-wheel riders, fatally injured casualties, and those involved in a night or weekend RTA were significantly more represented in the BAC+ subgroup than in the BAC- subgroup.

3.2. Patterns of injury in RTA casualties

Location of injuries

Lower extremity was the most frequent body region injured in 41% of casualties, followed by upper extremity injury in 32.9% of casualties. Face and head injuries represented respectively 23.4% and 20.5% of all injured patients.

Among pedestrians and “Two-wheel”, injuries were concentrated to the lower extremities (52.0% and 51.4%) and upper extremities (34.0% and 38.6%) compared to “Four-wheel” occupants (35.0% and 31.7%). Prevalence of injuries to the thorax and neck were significantly higher in “Four-wheel” occupants (14.9% and 7.3%) compared to pedestrians (6.5% and 5.7%) and “Two-wheel” occupants (1.5% and 2.9%). Proportions of patients injured to the head and face were high, but not statistically different across the different categories of road users (Table2).

Severity of injuries

Among RTA casualties tested for alcohol, 7.9% were seriously injured with a ISS \geq 9. The most severe injuries (MAIS6 and MAIS5) were located to the head and spine. Severe injuries to the head mainly combining skull multiple fractures along with loss of substance (craniocerebral injury) were always fatal. Severe injury to the spine included fracture of the cervical spine and paraplegia (Figure1) which resulted in paralysis or death. The most common causes of fatality in RTA casualties, were head injuries in 81.8%, followed by thorax (31.8%) and spine cord injuries (18.2%).

Pattern of injury associated with Blood Alcohol Concentration

Patients tested positive for alcohol (BAC+) were predominately injured to the face (BAC+ = 35% versus BAC- = 19.8%, $p < 0.05$). Conversely, the proportion of patients with injuries located at the lower extremity was significantly lower in BAC+ patients compared to BAC- patients (29% versus 45%). BAC- patients injured to the lower

extremity were in majority “Two-wheel” riders, while the BAC+ patients injured to the face were mostly drivers.

Excluding face and lower extremities, there were no significant differences between the pattern of injury in BAC+ and BAC- patients (Figure 2).

3.3. BAC and other determinants of injury severity

Crude OR suggested that we should adjust for road user type, time and place of the RTA and mean of transport, since these characteristics independently increase the risk of suffering from a serious injury (Table 3).

The main objective was to evaluate the impact of BAC on the risk of serious injury. The risk of serious injury in RTA casualties by BAC (3 levels) was adjusted for age, sex, road user type, profession, psychoactive substances use, time and place of RTA, and mean of transport (Table 4).

Positive BAC below 0.08% was associated with a strong increase in the injury severity. The adjusted OR was 7.7 [2.48-24.2]. However, BAC above 0.08% was not associated with more serious injury (OR = 0.98 [0.41-2.34]).

4. Discussion

Overall, 7.9% of casualties admitted to ED or IMLA after a RTA were severely injured (NISS \geq 9). These findings are consistent with the observations made in a South African trauma center where the number of severely road injured patients was reported to be low (Parkinson, Kent, Aldous, Oosthuizen, & Clarke, 2013). Head injury was the main cause of mortality in our study as previously reported in many studies (Eid et al., 2009; Yan-Hong et al., 2006).

Pattern of road injuries

The pattern of injuries differed across different road users, with pedestrian and “Two-wheel” occupants most often injured to lower and upper extremities, head and face.

While in “Four-wheel” occupants, thoracic and neck injuries were significantly more prevalent. These differences in injury patterns in relation to road user category could be related to the injury mechanism. During a collision against a vehicle, pedestrians classically sustain three impacts: the impact of the vehicle bumper, the impact with the bonnet and windscreen and the impact with the ground. This results into respectively: lower limb injuries, head and thorax injuries and, head and upper limb injuries (Bowley & Boffard, 2002; Parkinson et al., 2013). This pattern is similar in “Two-wheel” occupants.

Regarding “Four-wheel” occupants, a sudden deceleration of the vehicle results in neck injuries (whiplash effect), while impact against the steering wheel, dashboard or sides of the car results in face, thorax and upper arms injuries.

Injuries profiles in our study are consistent with the mechanism described above.

The substantial difference in the frequency of thoracic trauma among “Four-wheel” occupants and the other road users may be attributed to a low use of safety belt in Ivory Coast. This is particularly true with passengers of minibuses “*Gbaka*” which are not equipped with safety devices like belt or airbags.

Our results also suggest that alcohol may play a role in the pattern of injuries and favour face injuries, particularly in car drivers. This is consistent with the literature that shows a well-established correlation between alcohol and cranio-facial injuries (Hyder, Wunderlich, Puvanachandra, Gururaj, & Kobusingye, 2007; Wasserberg, 2002).

BAC and other determinants of injury severity

We found that positive BAC lower than 0.08% significantly increased the risk of sustaining a severe injury ($OR_{adjusted} = 7.7$). Conversely, higher levels of BAC were not associated with more severe injuries.

Our findings are consistent with observations made by Friedman in a recent study including 190,612 patients admitted to a trauma center after a RTA. This study showed that the proportion of patients suffering serious injuries ($ISS \geq 16$) was lower in the highest BAC group. In addition, it revealed a substantial inverse relationship between in-hospital mortality and BAC (Friedman, Sheppard, & Friedman, 2012). Similarly, Mann, in a study on 2,323 RTA casualties, has reported a trend for lower ISS score in high-alcohol group compared to lower-alcohol group. Moreover, the high-alcohol group demonstrated a lower adjusted risk of severe ($ISS > 15$) head injury (OR = 0.65), chest (OR = 0.58) and extremity injury (OR = 0.10) (Mann, 2001).

It is now well established that alcohol increases the risk of being involved in a RTA or being responsible for a RTA. In addition, drivers under the influence of alcohol are more likely to be fatally injured than sober drivers as they tend to drive faster which results in more violent collisions. However, when we focus on RTA casualties evacuated to the hospital, conflicting results arise. This could be attributed to differences in inclusion criteria and failure to take into account relevant confounding factors such as substances use, but also to a potential selection bias. We hypothesized that this selection bias could operate in two manners:

- Hospital-based studies do not allow assessing the overall mortality as the dead at the scene of the crash are not included. In addition, as heavy drinkers are more likely to die before getting to the hospital, it is difficult to demonstrate a relationship between high BAC and the severity of injuries from hospital data;
- When involved in a RTA, survivors with a high BAC are more likely to be evacuated to the hospital because they present an altered consciousness state that could be mistaken for a severe brain injury. However, after admission to the

hospital the anatomical assessment of injuries may not reveal any severe injury among these patients who are finally overrepresented in the high BAC subgroup. The use of psychoactive substances showed a trend for an increasing risk of serious injury (OR = 1.14 [0.26-4.85]). Also, missing drug testing results was strongly associated with an increase in injury severity (OR = 2.25 [1.01-4.36]). Missing drug testing data was mainly due to “refusals to provide urine sample” (14.1%) or “lack of desire to urinate” (16.45%) as reported in a previous paper (Diakité et al., 2014). It could be hypothesized that those patients are likely to have used illicit drugs and avoid drug testing. This could then explain the association between missing drug testing and injury severity.

Strengths of our study are based on the assessment of alcohol consumption by a precise and systematic measure of BAC, which directly reflects the level of impairment in injured patients. Particularly, we measured BAC for all categories of road users including passengers and also for drivers with low BAC who are usually not tested after a negative breath analyzer test in police records based studies. Moreover, our analysis produced data that adjusted for relevant confounders including drug use and crash circumstances by linking data from hospital, toxicology lab and police records.

The greatest potential limitation in our study is related to a selection bias that could have occurred if RTA casualties with high BAC were likely to decrease on the crash scene and were not sent to the Forensic Institute. The low proportion of fatally injured casualties in our study sample may be a result of this bias. Finally, when considering results for low BAC, the occurrence of serious injury was low and the confidence interval was wide suggesting that the estimate is statistically significant but lack precision.

Further study is needed, including a larger number of fatally injured casualties, to compare intra-hospital and extra-hospital alcohol related mortality. This will allow assessing the importance of a potential selection bias and ascertaining or refuting the paradoxical protective effect of high BAC.

For Review Only

REFERENCES

- Borges, G., Cherpitel, C. J., Orozco, R., Bond, J., Ye, Y., Macdonald, S., . . . Poznyak, V. (2006). Acute alcohol use and the risk of non-fatal injury in sixteen countries. [Meta-Analysis Research Support, N.I.H., Extramural Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Addiction*, *101*(7), 993-1002. doi: 10.1111/j.1360-0443.2006.01462.x
- Bowley, D., & Boffard, K. (2002). Pattern of Injury in Motor Vehicle Accidents. [Research]. *World Wide Wounds*.
- Brenneman, F. D., Boulanger, B. R., McLellan, B. A., & Redelmeier, D. A. (1998). Measuring injury severity: time for a change? [Comparative Study]. *J Trauma*, *44*(4), 580-582.
- Castano, R. (2012). The drink driving situation in Colombia. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Traffic Inj Prev*, *13*(2), 120-125. doi: 10.1080/15389588.2011.637096
- Cercarelli, L. R., Rosman, D. L., & Ryan, G. A. (1996). Comparison of accident and emergency with police road injury data. [Comparative Study Research Support, Non-U.S. Gov't]. *J Trauma*, *40*(5), 805-809.
- Dano, S. D., Manda, P., Ezoulin, M. J. M., Wandji, B., Diakité, A., & Sangar -Tigori, B. (2013). Trafficking and Consumption of hard Drugs in Côte d'Ivoire from 1999 to 2007. [Research]. *Journal of Public Health and Epidemiology*, *5*(5), 7. doi: 10.5897/JPHE2012.0001
- Diakité, A., Gadegbeku, B., Dano, D. S., Yapo-Ett , H., Botti, K., Malan, K. A., & Laumon, B. (2014). Road Traffic Injuries Involving Illegal Blood Alcohol Levels and Psychoactive Drug Use in Côte d'Ivoire: A Hospital-Based Study. *Universal Journal of Public Health*, *2*(5), 9.
- Eid, H. O., Barss, P., Adam, S. H., Torab, F. C., Lunsjo, K., Grivna, M., & Abu-Zidan, F. M. (2009). Factors affecting anatomical region of injury, severity, and mortality for road trauma in a high-income developing country: lessons for prevention. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Injury*, *40*(7), 703-707. doi: 10.1016/j.injury.2008.07.012
- Friedman, L. S., Sheppard, S., & Friedman, D. (2012). A retrospective cohort study of suspected child maltreatment cases resulting in hospitalization. *Injury-International Journal of the Care of the Injured*, *43*(11), 1881-1887. doi: DOI 10.1016/j.injury.2012.07.192
- Hyder, A. A., Wunderlich, C. A., Puvanachandra, P., Gururaj, G., & Kobusingye, O. C. (2007). The impact of traumatic brain injuries: a global perspective. [Review]. *NeuroRehabilitation*, *22*(5), 341-353.
- ISTED. (1999). French Cooperation in Sub-Saharan Africa: Road Safety Issues. [Review]. *La Lettre de l'Institut des Sciences et des Techniques de l'Equipement et de l'Environnement pour le Developpement*(16), 8.
- Konan, K. J., Assouhoun, K. T., Kouassi, F., & Ehua, S. F. (2006). Profil Epidemiologique des Traumatismes de la Voie Publique aux Urgences du CHU de Yopougon. [Recherche]. *Rev. Int. Sc. Med.*, *8*(3), 5.
- Li, G., Keyl, P. M., Smith, G. S., & Baker, S. P. (1997). Alcohol and injury severity: reappraisal of the continuing controversy. [Research Support, U.S. Gov't, P.H.S. Review]. *J Trauma*, *42*(3), 562-569.
- Lin, M. R., & Kraus, J. F. (2008). Methodological issues in motorcycle injury epidemiology. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Accid Anal Prev*, *40*(5), 1653-1660. doi: 10.1016/j.aap.2008.05.005

- Mann, B., Desapriya, E., Fujiwara, T., Pike, I. (2001). Is Blood Alcohol Level a Good Predictor for Injury Severity Outcomes in Motor Vehicle Crash Victims. [Research]. *Emergency Medicine International*, 2011, 6. doi: 10.1155/2011/616323
- Osler, T., Baker, S. P., & Long, W. (1997). A modification of the injury severity score that both improves accuracy and simplifies scoring. [Comparative Study Research Support, U.S. Gov't, P.H.S.]. *J Trauma*, 43(6), 922-925; discussion 925-926.
- Parkinson, F., Kent, S., Aldous, C., Oosthuizen, G., & Clarke, D. L. (2013). Patterns of injury seen in road crash victims in a South African trauma centre. *South African Journal of Surgery*, 51(4), 130-133. doi: Doi 10.7196/Sajs.1627
- Phillips, D. P., & Brewer, K. M. (2011). The relationship between serious injury and blood alcohol concentration (BAC) in fatal motor vehicle accidents: BAC = 0.01% is associated with significantly more dangerous accidents than BAC = 0.00%. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Addiction*, 106(9), 1614-1622. doi: 10.1111/j.1360-0443.2011.03472.x
- Plurad, D., Demetriades, D., Gruzinski, G., Preston, C., Chan, L., Gaspard, D., . . . Cryer, G. (2010). Motor vehicle crashes: the association of alcohol consumption with the type and severity of injuries and outcomes. [Multicenter Study]. *J Emerg Med*, 38(1), 12-17. doi: 10.1016/j.jemermed.2007.09.048
- Wasserberg, J. (2002). Treating head injuries. [Editorial Research Support, Non-U.S. Gov't]. *BMJ*, 325(7362), 454-455.
- World Health Organization (W.H.O). (2013). Global statut Report on Road Safety 2013 : Supporting a decade of action. In W. H. O. Press (Ed.), (2013 ed., pp. 318). Geneva.
- Yan-Hong, L., Rahim, Y., Wei, L., Gui-Xiang, S., Yan, Y., De Ding, Z., . . . Bing-Jie, Y. (2006). Pattern of traffic injuries in Shanghai: implications for control. *Int J Inj Contr Saf Promot*, 13(4), 217-225. doi: 10.1080/17457300600580779
- Zeckey, C., Dannecker, S., Hildebrand, F., Mommsen, P., Scherer, R., Probst, C., . . . Frink, M. (2011). Alcohol and multiple trauma: is there an influence on the outcome? *Alcohol*, 45(3), 245-251. doi: 10.1016/j.alcohol.2010.08.004

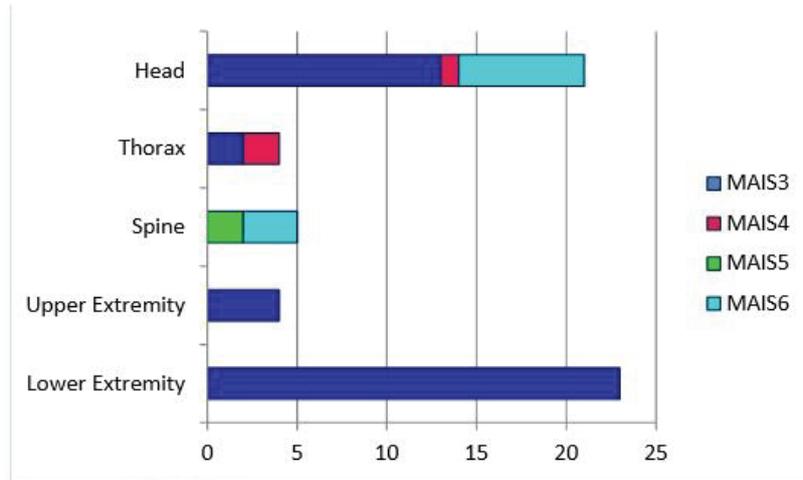
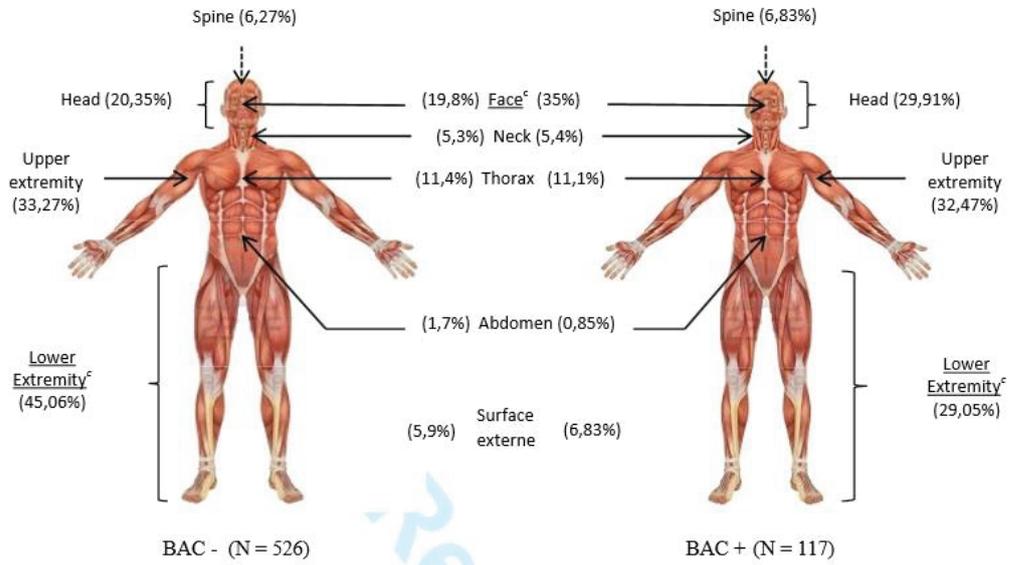


Figure1: Distribution of severe injuries (MAIS3 to MAIS6) by body regions



^c Chi square test: statistically significant difference (p -value < 0.05), comparing proportion of injuries to each body region between BAC+ ($BAC > 0.02\%$) and BAC- ($BAC < 0.02\%$)

Figure 2: Breakdown of overall injuries suffered by casualties in BAC+ and BAC- subgroups

Table 1: Characteristics and crash circumstances of injured casualties admitted to the Emergency Department and Forensic Institute following a road traffic accident (RTA)

Variables	Total casualties		BAC -		BAC +		p-value ^a
	N	%	N	%	N	%	
Age category (in year)	891		550		120		
< 30	388	43.5	260	47.3	46	38.3	0.270
30-40	249	28.0	138	25.1	40	33.3	
40-50	108	12.1	62	11.3	16	13.3	
> 50	69	7.7	37	6.73	9	7.5	
Unknown	77	8.6	53	9.6	9	7.5	
Gender	891		550		120		
Male	604	67.8	369	67.1	97	80.8	0.003*
Female	287	32.2	181	32.9	23	19.2	
Income category	891		550		120		
High-medium	128	14.4	74	13.4	26	21.7	0.062
Medium-low	453	50.8	278	50.5	58	48.3	
Very low & unemployed	310	34.8	198	36.0	36	30.0	
Road user type	886		548		118		
Driver	145	16.4	76	13.9	33	28.0	0.0005*
Pedestrian	249	28.1	170	31.0	36	30.5	
Passenger	492	55.5	302	55.1	49	41.5	
Casualty outcome	875		544		120		
Discharged	632	72.2	396	72.8	80	66.7	0.059
Hospitalized	217	24.8	134	24.6	32	26.7	
Deceased	26	2.9	14	2.6	8	6.7	
Psychoactive drug use	891		550		120		
Positive	38	4.3	23	4.2	8	6.7	0.052
Negative	301	33.8	203	36.9	37	30.8	
Not performed	552	61.9	324	58.9	75	62.5	
Road type (where RTA took place)	889		549		119		
Highway	399	44.9	245	44.6	50	42.0	0.724
County/Departmental road	126	14.2	63	11.5	18	15.1	
Municipal road	347	39	229	41.7	48	40.3	
Unpaved road	17	1.9	12	2.2	3	2.5	
Time of crash	859		531		116		
Day	596	69.4	383	72.1	66	56.9	0.005*
Night	263	30.6	148	27.9	50	43.1	
06:01AM-12:00AM	294	34.2	200	37.7	18	15.5	0.0002*
12:01PM-18:00PM	302	35.2	183	34.5	48	41.4	
18:01PM-00:00PM	238	27.7	137	25.8	42	36.2	
00:01AM-06:00AM	25	2.9	11	2.1	8	6.9	
	885		548		119		
Week day	434	49	273	49.8	45	37.8	0.022*
Weekend	451	51	275	50.2	74	62.2	
Mean of transport / vehicle	888		549		119		
Pedestrian	245	27.6	168	30.6	35	29.4	0.006*
Two-wheel	96	10.8	51	9.3	19	16.0	
Four-wheel	545	61.4	329	59.9	64	53.8	
Other	2	0.23	1	0.2	1	0.8	

^a p-value for the chi-square test comparing proportions in BAC- versus BAC+ subgroups

(*): Statistically Significant

Table 2: Distribution and prevalence of RTA overall severity injuries in relation to the road user type and injured body regions

Body regions	Number of injuries	Pedestrians (N = 200)		Two wheels (N = 70)		Four wheels (N = 369)		p-value ^b
		N	%	N	%	N	%	
Head	140	52	26.0	17	24.3	71	19.2	0.1555
Face	143	41	20.5	17	24.3	85	23.0	0.7245
Neck	32	3	1.5	2	2.9	27	7.3	0.0068*
Thorax	72	13	6.5	4	5.7	55	14.9	0.0030*
Abdomen	10	5	2.5	0	0.0	5	1.4	-
Spine	41	11	5.5	1	1.4	29	7.9	0.1076
Upper extremities	212	68	34.0	27	38.6	117	31.7	0.5119
Lower extremities	269	104	52.0	36	51.4	129	35.0	0.0001*
External	38	9	4.5	4	5.7	25	6.8	0.5467

^b p-value for Chi-square test comparing the proportions of injuries across the road user categories
 (*): Statistically Significant

Table 3: Univariate logistic regression analysis and injury severity risk by blood alcohol concentration and selected RTA characteristics

Studied factors	Total	Serious injury (NISS ²⁷)		Univariate analysis		
		N	%	crude OR	CI 95%	p-value
Age in continue	670	53	7.91	0.98	0.95-1.01	0.154
Age classes in year						
< 30 (ref.)	306	30	9.80	1		
[30-40[	178	9	5.06	0.49	0.22-1.05	0.069
[40-50[	78	4	5.13	0.49	0.17-1.45	0.202
> 50 ans	46	4	8.70	0.87	0.29-2.61	0.812
Unknown	62	6	9.68	0.98	0.39-2.48	0.975
Sex						
Male	466	43	9.23	1.97	0.97-4.00	0.060
Female (ref.)	204	10	4.90	1		
Road user type						
Driver	109	12	11.0	2.16	1.01-4.61	0.046
Pedestrian	206	21	10.2	1.98	1.04-3.78	0.037
Passenger (ref.)	351	19	5.41	1		
Income category						
High-medium (ref.)	100	4	4.0	1		
Medium-low	336	29	8.63	2.26	0.77-6.61	0.133
Very low & unemployed	234	20	8.55	2.24	0.74-6.73	0.150
BAC in continue	670	53	7.91	1.25	0.94-1.66	0.124
BAC						
Négative (ref.)	550	38	6.91	1		
Positive	120	15	12.5	1.92	1.02-3.62	0.042
BAC						
Négative (ref.)	550	38	6.91	1		
] 0.2 – 0.8] %	20	6	30.0	5.77	2.10-15.9	0.0007
> 0.8 %	100	9	9.00	1.33	0.62-2.85	0.459
Psychotropes substances						
Négative (ref.)	240	11	4.58	1		
Positive	31	3	9.68	2.23	0.58-8.48	0.189
Missing test results	399	39	9.77	2.25	1.13-4.49	0.019
Time of the crash						
Day (ref.)	449	39	8.69	1		
Night	198	13	6.57	0.73	0.38-1.41	0.362
Week day (ref.)	318	35	11.0	1		
Weekend	349	18	5.16	0.44	0.24-0.79	0.006
06:01AM-12:00AM (ref.)	218	21	9.63	1		
12:01PM-18:00PM	231	18	7.79	0.79	0.41-1.53	0.489
18:01PM-00:00PM	179	11	6.15	0.61	0.29-1.31	0.207
00:01AM-06:00AM	19	2	10.5	1.10	0.23-5.11	0.899
Place of the crash						
Highway	295	26	8.81	1.74	0.88-3.42	0.108
County/Departmental road	81	8	9.88	2.06	0.83-5.09	0.118
Municipal road (ref.)	277	16	5.78	1		
Unpaved road	15	3	20.0	4.69	1.19-18.5	0.027
Mean of transport						
Pedestrian	203	20	9.36	1.93	1.02-3.66	0.042
Two wheel user	70	10	12.9	2.95	1.32-6.57	0.008
Four wheel user (ref.)	393	21	5.1	1		
Antagonist/Collision type						
Roadway departure	148	12	8.11	0.99	0.50-1.97	0.994
Fixed obstacle	68	4	5.88	0.70	0.24-2.05	0.524
Other vehicle(s) (ref.)	443	36	8.13	1		

Table 4: Final adjusted multivariable logistic regression model of the risk of injury severity in road traffic accident casualties

Studied factors	Multivariate analysis ^{final}		
	adjusted OR	IC 95%	p-value
BAC			
Négative (ref.)	1		
] 0.02 – 0.08] %	7.70	2.48-24.2	0.0004
> 0.08 %	0.90	0.37-2.22	0.848
Psychotropes substances			
Négative (ref.)	1		
Positive	1.13	0.26-4.78	0.870
Missing test results	2.03	1.01-4.36	0.046
Age classes in year			
< 30 (ref.)	1		
[30-40 [	0.51	0.23-1.16	0.109
[40-50 [	0.53	0.17-1.67	0.276
> 50 ans	0.79	0.24-2.55	0.694
Unknown	0.70	0.22-2.18	0.542
Sexe			
Male	1.56	0.72-3.39	0.262
Female (ref.)	1		
Time of the crash			
Week day (ref.)	1		
Weekend	0.41	0.22-0.76	0.005
Place of the crash			
Highway	3.46	1.53-7.83	0.003
County/Departmental road	2.76	1.05-7.25	0.038
Municipal road (ref.)	1		
Unpaved road	5.66	1.27-25.2	0.023
Mean of transport			
Pedestrian	3.75	1.70-8.50	0.001
Two wheel user	4.75	1.85-12.5	0.001
Four wheel user (ref.)	1		

4. DISCUSSION

La sévérité des lésions dues aux AVP

Au total, 7,9% des victimes admises aux urgences ou transférées à l'Institut de Médecine Légale à la suite d'un AVP sont sérieusement blessées ($NISS \geq 9$). Ces résultats sont en accord avec les observations faites par Parkinson et al dans un centre de traumatologie en Afrique du sud où le nombre d'accidentés sérieusement blessés était équivalent (213). Cependant, nos résultats sont légèrement inférieurs à ceux rapportés dans le Registre du Rhône qui compte 9,0% de blessures sérieuses NISS3+ pour l'année 2011 (N = 7 460 victimes).

Les blessures à la tête sont la principale cause de décès dans notre étude comme cela a été rapporté dans plusieurs études (214, 215).

Le profil lésionnel des accidentés de la route

Le profil lésionnel varie en fonction du type d'usager. Chez les piétons et deux-roues les membres inférieurs et supérieurs, la tête et le visage sont plus fréquemment atteints. En revanche, chez les occupants de quatre roues motorisés les lésions aux thorax et au cou sont significativement plus prévalentes.

Ces différences dans le profil lésionnel des victimes en fonction de la catégorie d'usager pourraient être liées au mécanisme du traumatisme. Au cours d'une collision avec un véhicule, de façon assez classique, le corps du piéton est soumis à trois types d'impacts : l'impact contre le pare-chocs, l'impact contre le capot et le pare-brise, et l'impact contre la chaussée. Cela se traduit respectivement par : des lésions aux membres inférieurs, des lésions à la tête et au thorax, et des lésions à la tête et aux membres supérieurs (216). Ce profil lésionnel est similaire pour les occupants de deux-roues.

En ce qui concerne les occupants de quatre roues motorisés, une décélération brusque du véhicule entraîne des lésions au niveau du cou (coup du lapin ou whiplash effect), tandis qu'un impact contre la direction/volant, le tableau de bord ou les côtés du véhicule entraîne plutôt des lésions au visage, au thorax et aux membres supérieurs.

Les lésions que nous avons observées dans notre étude sont compatibles avec les mécanismes décrits précédemment.

La différence substantielle entre la fréquence des traumatismes thoraciques chez les occupants de quatre roues motorisés et leur fréquence chez les autres usagers pourrait être attribuée au faible

taux d'utilisation de la ceinture de sécurité en Côte d'Ivoire. Ceci est particulièrement vrai chez les passagers de minibus « Gbaka » qui ne sont pas équipés de dispositifs de protection tels que les ceintures de sécurité et les airbags.

L'examen du profil lésionnel de 5700 victimes d'AVP recensés par le *Registre des Victimes Corporelles d'Accident de la Circulation Routière dans le Département du Rhône (2011)* présente quelques points communs et certaines différences par rapport à notre étude. Ainsi, si la proportion d'atteintes à la tête est comparable chez les piétons et les occupants de quatre roues, celle-ci est largement plus faible chez les deux roues¹ en comparaison avec notre échantillon (24,3% contre 10,7%). Ceci est certainement imputable à l'obligation du port du casque pour les deux-roues motorisés en France qui est beaucoup plus respecté qu'en Côte d'Ivoire. La faible proportion d'atteintes au visage (face) chez les deux-roues semble confirmer cette hypothèse avec 6,8% dans le *Registre* et 24,3% dans notre étude. On constate également une plus faible proportion d'atteintes au visage chez les occupants de quatre roues dans le *Registre* (9,5%) par rapport à notre échantillon (23,0%). Nous pensons que cette observation s'explique par la sous-utilisation de la ceinture de sécurité et l'absence d'airbags chez nos victimes. Par contre, les atteintes au cou dans le *Registre* sont plus fréquentes (18,7%) que dans notre étude (7,3%) probablement à cause justement du port plus systématique de la ceinture de sécurité en France. En effet, puisque la cage thoracique est retenue par la ceinture, le cou sert de pivot autour duquel la tête va être projetée en arrière puis en avant lors d'un impact par l'arrière. C'est le traumatisme d'accélération craniocervical (TACC) ou « coup du lapin ».

Nos résultats suggèrent également que l'alcool pourrait jouer un rôle dans le profil lésionnel et favoriser les blessures au visage, en particulier chez les conducteurs. Cette hypothèse est en accord avec la littérature qui rapporte une corrélation bien établie entre l'alcool et les blessures cranio-faciales (217, 218).

L'alcool et les autres déterminants de la sévérité des traumatismes

Nous avons trouvé que les alcoolémies positives inférieures ou égales à 0,8 g/l augmentent significativement le risque de blessures sérieuses (OR ajusté = 7,7). Par contre, les niveaux plus élevés d'alcoolémie ne sont pas associés à des blessures plus graves.

¹ Dans notre étude asma-ci, le groupe « deux-roues » comprend 90% d'usagers de deux-roues motorisés et 10% de cyclistes. Il est comparé aux usagers de deux-roues motorisés du *Registre du Rhône*.

Nos résultats sont tout à fait en accord avec les observations faites par Friedmann (2012) dans une étude récente incluant 190 612 patients du Registre des traumatismes de l'Etat de l'Illinois (USA). Cette étude montre que la proportion de patients souffrant de blessures sérieuses ($ISS \geq 16$) était plus faible dans le groupe ayant les niveaux d'alcoolémies les plus élevées. En outre, l'étude révèle une relation inverse significative entre la mortalité pré-hospitalière et le niveau de l'alcoolémie des patients (219)

De façon similaire, Mann (2011), dans une étude sur 2 323 victimes d'AVP du Registre des traumatismes de la Colombie Britannique (Canada), rapporte une tendance à avoir des scores ISS plus faibles chez les victimes ayant une alcoolémie élevée en comparaison avec les victimes ayant une alcoolémie plus faible. De plus, le groupe de victimes présentant un niveau d'alcoolémie élevé avait un risque ajusté plus faible de lésion sévère ($ISS > 15$) à la tête ($OR = 0,65$), au thorax ($OR = 0,58$) et aux membres inférieurs et supérieurs ($OR = 0,10$) (220).

Il est aujourd'hui bien établi que l'alcool augmente le risque d'être impliqué dans un accident de la route ou d'en être responsable. En outre, les conducteurs sous l'influence de l'alcool sont plus susceptibles d'être mortellement blessés que les conducteurs sobres, car ils ont tendance à conduire plus vite ce qui a pour conséquences des collisions plus violentes. Toutefois, lorsqu'on s'intéresse spécifiquement à des victimes admises à l'hôpital suite à un AVP, des résultats assez contradictoires émergent. Outre les différences au niveau du choix des critères d'inclusion et l'absence d'ajustement sur des facteurs de confusion importants, nous pensons qu'un biais de sélection pourrait également être à l'origine de ces résultats discordants. Nous faisons l'hypothèse que ce biais de sélection pourrait opérer de deux manières :

1) Les études hospitalières ne permettent pas d'estimer la mortalité globale étant donné que les victimes décédées immédiatement sur la scène de l'accident ne sont pas incluses dans l'échantillon d'étude. De surcroît, comme les personnes fortement alcoolisées sont beaucoup plus susceptibles de mourir avant d'arriver à l'hôpital, il est très difficile de mettre en évidence une association entre les alcoolémies élevées et la sévérité des traumatismes à partir de données hospitalières ;

2) Lorsqu'elles sont impliquées dans un AVP, les victimes survivantes fortement alcoolisées ont plus de chance d'être évacuées à l'hôpital parce qu'elles présentent des signes d'altération de la conscience dus à l'alcool qui miment les signes d'un traumatisme crânien sévère. Cependant, après l'admission aux urgences l'évaluation anatomique des lésions peut ne révéler aucune atteinte sévère chez ces patients qui sont finalement surreprésentés dans le groupe des victimes avec une alcoolémie élevée.

Par ailleurs, nous sommes bien conscients du rôle important de la vitesse dans la gravité des traumatismes routiers (221, 222). Aussi, en l'absence de données sur la vitesse du véhicule au moment de la collision, nous avons ajusté le risque de blessures sérieuses sur le type de voie où a lieu l'AVP. Nos résultats montrent que le risque de blessures sérieuses est significativement plus élevé sur les voies rapides ($OR_{\text{voie express}} = 3,5$ et $OR_{\text{route départementale}} = 2,8$) en comparaison avec les voies municipales. Nous estimons que le type de voie permet de prendre en compte de façon indirecte ou en partie la vitesse de collision dans notre modèle de régression.

L'utilisation de substances psychoactives a tendance à augmenter le risque de blessures sérieuses chez les victimes ($OR = 1,14 [0,26 - 4,85]$). Par ailleurs, le fait de ne pas avoir de résultats de tests de dépistage de ces substances est fortement associé à l'augmentation de la sévérité des blessures chez les victimes ($OR = 2,25 [1,01 - 4,36]$). Les résultats manquants concernant les tests de dépistage des substances sont dus en partie au « refus de fournir un échantillon d'urine » (14,1%) et « au manque d'envie d'uriner » (16,4%) comme rapportée dans notre publication précédente (223). De ces observations, nous pouvons supposer que ces victimes pourraient avoir consommé des substances psychoactives illicites et évitent de subir le test de dépistage de ces substances. Cela pourrait expliquer l'association entre le fait de ne pas avoir de résultats de tests et la sévérité des blessures.

Les forces et limites de notre étude

La principale force de notre étude repose sur le fait que l'évaluation de la consommation d'alcool a été réalisée par un dosage précis et systématique de la concentration sanguine d'éthanol, qui a l'avantage de refléter directement le niveau d'altération des facultés lié à l'alcool chez les victimes. En particulier, nous avons mesuré l'alcoolémie pour tous les types d'usagers incluant les passagers, mais aussi les conducteurs avec de faibles alcoolémies qui ne sont généralement pas testés après un dépistage éthylométrique négatif et qui ne sont pas inclus dans les études basées sur des données policières. Nous avons vu que le profil lésionnel dépendait du type d'usagers, d'où l'intérêt de pouvoir évaluer le niveau de l'alcoolémie pour toutes les catégories d'usagers.

De plus, notre étude donne des estimations du risque de blessures graves ajustées sur des facteurs de confusion importants comme l'usage de substances et les circonstances de l'AVP grâce au couplage de données hospitalières, toxicologiques et policières.

La principale limite de notre étude est liée à la présence d'un biais de sélection potentiel qui aurait pu intervenir dans le cas où les victimes fortement alcoolisées étaient plus susceptibles de mourir sur la scène de l'accident et n'étaient pas envoyées à l'IMLA. La faible proportion de victimes

décédées dans notre échantillon d'étude pourrait être une conséquence de ce biais. Enfin, lorsqu'on considère les résultats pour les alcoolémies faibles, la proportion de victimes sérieusement blessées est faible et l'intervalle de confiance autour du risque est large, suggérant que nos risques estimés sont certes statistiquement significatifs mais manquent de précision.

5. CONCLUSION

Les blessures observées chez les victimes d'AVP dans notre étude sont dominées par des atteintes aux extrémités inférieures et supérieures, à la tête et à la face. La typologie des lésions est caractéristique du type d'utilisateur impliqué dans l'AVP (piéton, deux-roues ou quatre roues) et traduit la faible utilisation de la ceinture de sécurité chez les occupants de quatre roues et l'absence de port de casque chez les deux-roues. La consommation d'alcool semble être associée à une augmentation des blessures crânio-faciales chez les conducteurs, probablement à cause du manque de résistance des victimes alcoolisées et/ou la tendance à ne pas porter de ceinture de sécurité.

L'évaluation du risque de blessures sérieuses en fonction du degré d'alcoolisation ne montre pas de relation dose-réponse. Nos résultats suggèrent plutôt que les alcoolémies modérées (entre 0,2 et 0,8 g/L) sont associées à des blessures plus sévères en comparaison avec les alcoolémies plus élevées (> 0,8 g/L). Ce résultat pas très intuitif mais confirmé par deux grandes études américaine et canadienne, est très probablement lié à un biais de sélection propre aux études hospitalières qui n'arrivent pas à capter les victimes décédées et fortement alcoolisées. Il met également en évidence la difficulté à obtenir un échantillon représentatif des décès liés à l'alcool dans notre étude.

En conséquence, notre message n'est pas ici d'encourager la consommation excessive d'alcool, mais plutôt attirer l'attention sur le fait que même les alcoolémies considérées comme modérées peuvent entraîner des traumatismes sérieux/graves chez les victimes d'AVP.

**SYNTHÈSE, RECOMMANDATIONS
ET PERSPECTIVES**

Notre étude conduite dans une région du monde où les traumatismes liés aux AVP ont atteint des proportions inquiétantes, apporte des éléments nouveaux à la connaissance sur l'accidentalité et sur le rôle de l'alcool et autres substances psychoactives dans les traumatismes routiers en Afrique Sub-saharienne.

En l'absence de bases de données ou de registre des accidentés de la voie publique en Côte d'Ivoire, nous avons initié un recueil de données sur les victimes d'AVP survivantes et décédées admises aux urgences du CHU de Yopougon et à l'Institut de Médecine Légale d'Abidjan. Afin de prendre en compte la dimension multifactorielle des AVP, nous avons couplé ces données avec les informations incluses dans les procès-verbaux de la police (lorsqu'elles étaient disponibles) et les résultats des analyses toxicologiques effectuées sur les victimes.

Etant donné le caractère inédit de ce recueil, l'une des questions importantes de notre travail était de nous assurer de la qualité, de la fiabilité et de la représentativité des données recueillies dans le cadre de l'étude ASMA-CI.

Dans un premier temps, nous avons dû redimensionner notre protocole d'étude initial pour tenir compte des contraintes du terrain. Celles-ci étaient principalement liées à la fermeture imprévue des urgences des CHU de Treichville et Cocody et à la perte/détérioration des lots de réactifs prévus pour les dosages toxicologiques de stupéfiants et médicaments suite au conflit post-électoral de 2011.

Les données recueillies sur 893 victimes, entre mars et septembre 2012, montrent que globalement le taux de réponses aux différents items des questionnaires hospitaliers est très satisfaisant ($\geq 90\%$), à l'exception des variables relatives à l'usage de l'alcool (75%) et d'autres substances psychoactives (40%). Toutefois, nous avons montré que l'absence de résultats de dosage de l'alcoolémie et de dépistage d'autres substances dans notre étude est comparable à celle d'autres études réalisées dans des pays développés. Dans le contexte de notre étude, la non-disponibilité des résultats toxicologiques (alcoolémie et dépistage de substances) s'expliquait dans la majorité des cas par la non-traçabilité des échantillons biologiques (41 à 54%) et par l'indisponibilité du matériel de prélèvement (7 à 10%). Ces motifs s'apparentant à des données manquant de manière aléatoire, nous avons estimé que cela n'introduisait pas de biais majeur de sélection dans notre échantillon d'étude.

Malgré un faible taux d'extraction et d'appariement entre les données policières et hospitalières (20%), nous avons observé une bonne concordance entre ces deux sources en particulier pour l'heure de l'AVP. Il est généralement admis que les sources policières sont plus fiables que les

sources hospitalières en ce qui concerne l'heure de survenue de l'AVP. Cependant, compte-tenu de la faible disponibilité des procès-verbaux et la nécessité d'ajuster les valeurs d'alcoolémie mesurées par rapport au délai entre le prélèvement sanguin et le moment de l'AVP, il était important de s'assurer de la concordance entre l'heure rapportée par les victimes et celle enregistrée par la police. Nos résultats suggèrent que l'heure de l'AVP, telle que rapportée par les victimes est suffisamment fiable pour être utilisée pour l'approximation de l'alcoolémie de la victime au moment de l'AVP.

En ce qui concerne l'exhaustivité des données recueillies aux urgences, notre échantillon final était réduit d'un tiers par rapport à ce qui était attendu. Toutefois, nous estimons qu'il représente relativement bien la population de victimes d'AVP habituellement admises dans les différents CHU d'Abidjan en termes de gravité des blessures, de profil d'utilisateur de la route et de caractéristiques sociodémographiques. Le nombre de victimes tuées recrutées au niveau de l'IMLA était faible avec seulement 22 cas recrutés en 6 mois sur environ 78 attendus à l'IMLA et 300 attendus à l'échelle nationale selon l'OSER.

La collecte continue des données sur les AVP et leur analyse représentent une priorité en Côte d'Ivoire comme dans la majorité des pays à revenus faibles. En effet, ces données sont essentielles pour comprendre la situation réelle sur le terrain, convaincre les pouvoirs politiques d'envisager des mesures à prendre et d'évaluer les effets.

Nous avons montré dans le cadre de notre étude et à travers notre collaboration avec l'OSER qu'il est possible de collecter des données pertinentes, précises et détaillées sur les circonstances de survenue des AVP à Abidjan. L'exhaustivité des données reste une limite qu'il faudrait améliorer.

Nous avons également montré que le rapprochement entre les données policières et hospitalières était possible dans le cadre de notre étude. Certes, le taux d'appariement n'est pas élevé, mais il reste dans les proportions observées dans d'autres pays plus développés.

Il est important que la police et la gendarmerie puissent avoir accès aux données hospitalières, en particulier aux informations concernant les blessés graves qui sont admis aux urgences ou à l'hôpital pour connaître précisément leur état médical après l'AVP. Il est également essentiel que les forces de l'ordre puissent avoir accès aux informations sur la consommation de substances psychoactives des victimes d'AVP. Bien entendu, l'accès à ces informations sensibles et confidentielles devra être strictement encadré par la loi, afin d'éviter les abus et dérives. L'accès à ces informations devra se limiter à identifier les victimes qui décèdent à l'hôpital, celles qui restent invalides et leur statut toxicologique. Cela pourra se faire par réquisition du procureur de la république ou d'un juge, comme cela se fait déjà pour les victimes décédées immédiatement.

Ce suivi post-accident permet de faire un constat complet des conséquences de chaque accident.

Pour l'instant, la collecte des données sur les accidentés de la voie publique n'est pas systématique dans les CHU et formations sanitaires du pays. Toutefois, nous avons initié et validé un système de collecte de données en milieu hospitalier, notamment aux urgences et à l'IMLA.

Le questionnaire est court, adapté à un contexte d'urgence et intègre des indicateurs pertinents permettant d'évaluer les conséquences sanitaires des AVP. Nous avons également conçu une application de saisie des données hospitalières et policières, très conviviale qui permet de réaliser un couplage des deux sources de données. Toutefois, il faudrait qu'un certain nombre de conditions soient remplies pour rendre possible la collecte de ces informations personnelles et la constitution d'une base de données hospitalières à laquelle l'OSER et les forces de l'ordre pourraient avoir accès :

- 1) Une politique du Ministère de la Santé qui rend obligatoire la collecte systématique et informatisée des renseignements et la réalisation de prélèvements biologiques chez les accidentés admis aux urgences
- 2) La disponibilité d'un financement pour la réalisation des dosages
- 3) Une loi ou réquisition qui autorise l'accès par les forces de l'ordre aux données hospitalières ou toxicologiques

L'évaluation du degré d'alcoolisation de l'utilisateur au moment de l'AVP est centrale dans notre étude. Afin de nous assurer de la fiabilité du dosage de l'alcoolémie, nous avons choisi d'utiliser la méthode de référence, à savoir la chromatographie en phase gazeuse couplée à un détecteur à ionisation de flamme (CPG-FID). Par ailleurs, la complexité du circuit des échantillons jusqu'au laboratoire de Toxicologie (LNSP) et le contexte climatique local nous ont conduits à évaluer la qualité de la chaîne de conservation des échantillons avant le dosage de l'alcoolémie. Nos résultats montrent que le maintien de la chaîne du froid autour des échantillons de sang total, du lit de la victime jusqu'au laboratoire, est bien maîtrisée. Le processus de validation de la méthode de quantification de l'alcoolémie a démontré qu'elle répond parfaitement aux critères de performances analytiques recommandés en termes de fidélité, d'exactitude et de linéarité. La limite de quantification (LOQ = 0,146 g/L) est parfaitement adaptée aux besoins de la législation en Côte d'Ivoire, puisqu'elle permet largement de déterminer des alcoolémies supérieures au seuil légal en vigueur de 0,8 g/L. En outre, l'étude de la stabilité des échantillons précise les conditions optimales de conservation des échantillons pour des analyses différées ou une contre-expertise en prenant en compte les conditions de travail dans notre laboratoire.

Nous avons ainsi validé une procédure de quantification de l'alcoolémie au laboratoire de toxicologie du LNSP, incluant la phase pré-analytique et analytique, qui pourrait être utilisée aussi bien dans un cadre médico-légal qu'en routine hospitalière.

Nos résultats pourraient donc servir de base au législateur dans le but de renforcer et de rendre opérationnelle la loi existante sur la conduite sous l'emprise de l'alcool en Côte d'Ivoire. En effet, l'une des faiblesses de la législation ivoirienne est assurément l'absence de directives claires sur les méthodes de prélèvement, d'analyse et de conservation des échantillons en vue de la détermination de l'alcoolémie chez les conducteurs suspects.

Nous voulions également déterminer s'il était possible d'évaluer l'alcoolémie chez les victimes aux urgences par un moyen plus rapide, moins coûteux et moins invasif tel que l'éthylomètre. Nous avons estimé que dans les conditions de pratique aux urgences, sur notre échantillon d'étude et avec le modèle d'éthylomètre testé, la variabilité aléatoire ($\pm 0,16$ g/L) et l'erreur systématique (0,22 g/L) étaient trop importants pour utiliser de façon interchangeable les valeurs de l'éthylomètre en l'absence de dosage sanguin de l'alcoolémie. Une meilleure maîtrise et la prise en compte du délai entre le moment du prélèvement sanguin et la réalisation du dépistage éthylométrique aurait sans doute permis de réduire de façon substantielle l'incertitude sur le résultat de l'éthylomètre. En effet, la possibilité d'utiliser les données de l'éthylomètre dans notre étude aurait permis d'améliorer le pourcentage de résultats d'alcoolémie disponibles de 17,8% et d'augmenter la puissance des tests statistiques.

Par conséquent, l'utilisation de l'éthylomètre pour estimer l'alcoolémie chez les victimes d'AVP aux urgences reste à standardiser davantage.

L'étude de la relation entre l'usage de substances psychoactives et la survenue ou la gravité des AVP ne peut se passer d'une bonne compréhension préalable du contexte général de survenue des AVP à Abidjan et des particularités de notre population cible.

Nous avons montré que la mobilité des victimes d'AVP dans notre étude est dominée par les modes de déplacement collectifs informels (Gbaka) et la marche. Plus de 55% des victimes sont des passagers de véhicules, et 7 passagers tués ou blessés sur 10 se déplaçaient en « Gbaka ». Les piétons, quant à eux, représentent près de 28% des victimes, et les conducteurs seulement 16%. À titre de comparaison, en France, en 2012, moins de 1% des tués et blessés dans un AVP étaient des usagers de transport en commun, alors que les piétons représentaient 14,8% des victimes toutes gravités (224). Cette singularité des AVP en Côte d'Ivoire, impliquant en grande majorité des passagers, est liée à la sur-occupation des véhicules qui est une caractéristique générale des pays africains en rapport avec le faible niveau économique des populations. La sur-occupation des

véhicules constitue en elle-même un facteur de risque de gravité des AVP en plus des facteurs de risque connus comme la vitesse, l'alcool, etc.

Quant aux collisions entre piétons et « Gbaka », elles représentent la cause la plus fréquente de traumatismes chez les piétons dans notre étude.

Nos résultats ont également permis de cerner les autres particularités des AVP à Abidjan, tels que le type de réseau où surviennent les AVP, les périodes à risque (weekend, nuit), le taux d'utilisation des équipements de sécurité ainsi que le profil sociodémographique et lésionnel des victimes.

Ces données détaillées sur l'accidentalité à Abidjan et ses environs sont inédites en Côte d'Ivoire et constituent des éléments précieux pour définir les priorités en matière de prévention des traumatismes routiers en Côte d'Ivoire. En particulier, nous pensons que les passagers, très souvent exclus des campagnes de prévention en sécurité routière, doivent faire l'objet d'une plus grande attention. Le problème des « Gbaka » et de l'insécurité routière à Abidjan, doit faire l'objet d'une réflexion approfondie de la part des autorités de l'Office de Sécurité Routière (OSER) et du Ministère des Transports. La réorganisation et le contrôle des transports collectifs doivent être une priorité.

Par ailleurs, les trottoirs dans les quartiers populaires comme Yopougon et Abobo devraient être restitués aux piétons afin d'éviter les collisions avec les « Gbaka » omniprésents dans ces communes. Les pouvoirs publics doivent trouver des solutions durables afin de faire respecter l'interdiction d'installer des commerces ou des marchés sur les trottoirs.

Enfin, ces informations sur les caractéristiques des AVP nous ont servi de base pour la sélection des facteurs à prendre en compte pour une analyse plus pertinente de la relation entre les substances psychoactives et la survenue ou la gravité des AVP.

Afin de pouvoir évaluer le degré d'alcoolisation des victimes au moment de l'AVP, nous avons procédé à une extrapolation rétrograde en appliquant un taux d'élimination de l'alcool très conservateur de 0,15 g/h/L. Compte-tenu de la population à risque qu'ils représentent (majoritairement impliqués dans les AVP, souvent en sur-occupation dans les véhicules, etc), nous avons inclus les passagers dans notre échantillon d'étude. Gonçalves a d'ailleurs montré que la consommation de plus de cinq unités d'alcool multipliait par 5 le risque d'être impliqué dans un AVP en tant que conducteur mais aussi en tant que passager (197). Dès lors il nous a paru important de vérifier la prévalence de l'alcoolisation dans cette catégorie d'utilisateur.

Les alcoolémies moyennes au moment de l'AVP chez les conducteurs (1,9 g/L) et piétons alcoolisés (2,1 g/L) sont élevées, mais en parfait accord avec la littérature internationale. Chez les pas-

sagers alcoolisés, l'alcoolémie est également relativement élevée (1,5g/L). Ces niveaux d'alcoolisation sont compatibles avec une consommation excessive d'alcool, c'est-à-dire plus de 6 verres en une occasion chez un homme de 75 kg (150). Sur l'ensemble des victimes de notre étude, les prévalences d'alcoolémie au-delà de la limite de 0,8 g/L sont de 41% chez les conducteurs de véhicules légers à 4 roues, 35% chez les 2-roues, 17% chez les piétons et 13% chez les passagers. De façon inattendue, aucun conducteur de « Gbaka » admis aux urgences pour AVP n'avait une alcoolémie supérieure à 0,8 g/L. Une explication pourrait être que les conducteurs de « Gbaka » alcoolisés ne sont que légèrement ou pas blessés lors de collisions avec des véhicules plus petits et/ou qu'ils évitent de se rendre aux urgences lorsqu'ils sont responsables d'AVP qui font des victimes graves. Ceci étant, sur l'ensemble des conducteurs alcoolisés, plus de 75% ont une alcoolémie supérieure à 1 g/L, traduisant clairement le faible niveau d'application de la loi actuelle sur l'alcool au volant en Côte d'Ivoire.

Dans notre étude, les hommes d'un niveau socioéconomique moyen à élevé ont plus souvent tendance à conduire sous l'influence de l'alcool par rapport aux classes moins favorisées, comme le confirme Kweon qui rapporte une relation forte entre les hauts-revenus, la vitesse excessive et la conduite sous l'influence de l'alcool aux États-Unis (208).

La prévalence d'alcoolémie au-dessus de 0,8 g/L, parmi les victimes d'AVP, est deux fois plus élevée la nuit (23%) que pendant la journée (12%), or les AVP de nuit représentent un peu plus de 30% de tous les AVP. De même, la part des victimes d'AVP de weekend avec plus de 0,8 g/L d'alcoolémie est significativement plus élevée qu'en semaine (19% contre 12%). Ces périodes à risque devraient être ciblées lors des campagnes de contrôle de l'alcoolémie par les forces de l'ordre.

Quant à l'usage de substances psychoactives (stupéfiants et médicaments), il est relativement fréquent chez les victimes (11%), en particulier pour le cannabis, et souvent associé à des niveaux d'alcoolémie supérieurs à 0,8 g/L. Toutefois, les effectifs sont trop faibles pour permettre des comparaisons selon les différentes catégories de victimes avec une puissance suffisante. En outre, l'absence de dosages sanguins ne permet pas de déterminer si les usagers dépistés positifs étaient sous l'influence de ces substances au moment de leur AVP.

Nous proposons donc d'approfondir l'étude sur le rôle des stupéfiants et des benzodiazépines dans la survenue des AVP en augmentant la période de recrutement des victimes (1 à 2 ans).

L'imprégnation alcoolique chez les victimes d'AVP était très élevée. Aussi, nous voulions savoir si cette alcoolisation était associée à un type particulier de traumatisme et si elle influençait la gravité des traumatismes chez les victimes d'AVP.

Au préalable, nous avons étudié la répartition des traumatismes en fonction des régions corporelles atteintes chez l'ensemble des victimes d'AVP.

Le profil des lésions observées chez les victimes est lié au type d'utilisateur et correspond au mécanisme lésionnel classique décrit dans la littérature. Toutefois, nous avons noté quelques différences importantes entre la fréquence de certaines lésions observée dans notre étude et celle rapportée par des études réalisées dans des pays plus développés comme la France. En effet, les proportions d'atteintes à la tête et au visage toutes gravités confondues chez les deux-roues étaient respectivement deux fois et quatre supérieures à celles de leurs homologues du *Registre des Victimes Corporelles d'Accident de la Circulation Routière dans le Département du Rhône 2011*. Ces différences très significatives sont certainement imputables au faible taux d'utilisation du casque en Côte d'Ivoire par rapport à la France.

De même, nous avons constaté une plus forte proportion d'atteintes au visage chez les occupants de quatre roues (conducteurs et passagers) dans notre étude (23%) en comparaison à ceux du *Registre* (9%). Cette différence pourrait s'expliquer par la sous-utilisation de la ceinture de sécurité et l'absence d'airbags dans les véhicules des victimes de notre étude.

En effet, notre étude révèle que, pour les victimes, le taux de port de la ceinture de sécurité chez les occupants de véhicule est de 6,3% et que le taux de port du casque est de 8,1% chez les deux-roues. En comparaison, en France, 85,2% des occupants de quatre-roues blessés (vs. 69,8% des occupants tués) font usage de la ceinture, et plus de 85% des deux-roues blessés (vs. 70% des deux-roues tués) portent le casque (225).

Un tel constat doit interpeller les forces de l'ordre sur un renforcement du contrôle de routine des équipements de sécurité chez les usagers, mais également sur la nécessité d'informer les usagers sur les bénéfices du port de la ceinture et du casque dans la prévention des traumatismes crâniens.

Finalement, nous avons évalué la relation entre le degré d'alcoolisation et la gravité des traumatismes subis par les victimes d'AVP. À l'aide d'un modèle de régression logistique, nous avons modélisé le risque d'être sérieusement blessé ($NISS \geq 9$) en fonction du degré d'alcoolisation des victimes (sobriété, $< 0,8$ g/L et $\geq 0,8$ g/L) en ajustant sur les facteurs de risques les plus pertinents identifiés précédemment. Nos résultats n'indiquent pas de relation dose-réponse entre la gravité du traumatisme et le niveau de l'alcoolémie. Comparé aux victimes sobres, les victimes avec une alcoolémie modérée ont un risque plus élevé de blessures sérieuses (OR= 7,7; IC_{95%}: 2,5-24,2), ce qui n'est pas le cas pour les victimes avec une alcoolémie élevée (OR= 0,9; IC_{95%}: 0,4-2,2). Ces résultats sont confirmés par deux grandes études américaine et canadienne réalisées sur des données hospitalières (219, 220). Nous avons émis l'hypothèse que l'absence de relation entre la gra-

tivité des traumatismes et les fortes alcoolémies dans notre étude est probablement liée à un biais de sélection propres aux études hospitalières qui n'arrivent pas à capter les victimes décédées et fortement alcoolisées. Dans notre protocole d'étude nous avons tenté d'anticiper cette éventualité en recrutant des victimes décédées à l'IMLA. Seulement, le nombre de victimes décédées immédiatement était beaucoup plus faible qu'attendu et probablement peu représentatif de l'ensemble des victimes d'AVP tuées à Abidjan ou ses environs.

Ces derniers résultats attirent l'attention sur le fait que même les alcoolémies considérées comme modérées peuvent entraîner des traumatismes sérieux/graves chez les victimes d'AVP.

Afin de mieux préciser le rôle de l'alcool dans la survenue des AVP et la mortalité routière, nous suggérons des études complémentaires ayant pour objectifs :

- 1) de déterminer l'alcoolémie chez les conducteurs circulants (non-accidentés) dans le but d'estimer le risque d'être impliqué dans un AVP lié à l'alcool,
- 2) d'évaluer spécifiquement la mortalité liée à l'alcool par l'inclusion des principales morgues à Abidjan en plus de l'IMLA et sur une plus longue période d'étude (1 à 2 ans).

Nous avons opté pour une approche transdisciplinaire afin d'apporter une réponse plus globale à la question de l'implication des substances psychoactives dans les AVP à Abidjan.

L'approche toxicologique a permis de réaliser des mesures de l'alcoolémie dans un pays aux revenus faibles et au climat tropical, selon les standards en vigueur au niveau international, d'estimer l'incertitude sur ces mesures et d'en tenir compte dans l'interprétation des résultats. En outre, la connaissance de la toxicocinétique de l'éthanol chez l'homme a permis d'estimer si l'utilisateur était sous l'influence de l'alcool au moment où se produisait l'AVP. Quant à l'approche épidémiologique, elle a permis de replacer l'alcoolisation et l'usage de substances psychoactives des victimes d'AVP à Abidjan au sein d'un échantillon de taille importante, permettant d'envisager une généralisation. Par ailleurs, la prise en compte de nombreuses caractéristiques sociodémographiques et accidentologiques est d'une importance capitale pour définir la cible des interventions de prévention en sécurité routière.

En conclusion, notre thèse a permis d'identifier quelques leviers sur lesquels il est possible d'agir afin de réduire les traumatismes liés aux AVP en Côte d'Ivoire, répondant ainsi en partie aux objectifs des Nations Unies en rapport avec la Décennie d'Action pour la Sécurité Routière 2011-2020.

RÉFÉRENCES

1. World Health Organisation. Global Status Report on Road Safety 2013: Supporting a decade of action. Geneva: WHO, 2013.
2. Organisation Mondiale de la Santé. Rapport de Situation sur la Sécurité Routière dans le Monde: il est temps d'agir. Rapport. Genève, Suisse: OMS, 2009 2009. Report No.
3. Organisation Mondiale de la Santé. Accident de la Route, Aide-mémoire. Genève: OMS, 2013 Mars 2013. Report No.
4. Adolehoume B. Coopération Française en Afrique subsaharienne : Les enjeux de la sécurité routière. La Lettre de l'ISTED. 1999;16:2-5.
5. Fabbri A, Marchesini G, Dente M, Iervese T, Spada M, Vandelli A. A Positive Blood Alcohol Concentration Is the Main Predictor of Recurrent Motor Vehicle Crash. *Annals of Emergency Medicine*. 2005;46(2):161-7.
6. Laumon B, Gadegbeku B, Martin JL, Biecheler MB. Cannabis intoxication and fatal road crashes in France: population based case-control study. *BMJ*. 2005;331(7529):1371. Epub 2005/12/03.
7. European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction. Driving Under the influence of Drugs, Alcohol and Medicines in Europe - Findings from the DRUID project. In: Publications Office of the European Union, editor. Luxembourg 2012. p. 57.
8. Blomberg RD, Peck RC, Moskowitz H, Burns M, Fiorentino D. The Long Beach/Fort Lauderdale relative risk study. *Journal of safety research*. 2009;40(4):285-92. Epub 2009/09/26.
9. Mura P, Kintz P, Ludes B, Gaulier JM, Marquet P, Martin-Dupont S, et al. Comparison of the prevalence of alcohol, cannabis and other drugs between 900 injured drivers and 900 control subjects: results of a French collaborative study. *Forensic science international*. 2003;133(1-2):79-85. Epub 2003/05/14.
10. Neale J, McKeganey N, Hay G, Oliver J. Recreational Drug Use and Driving : A qualitative study. Edinburgh: Scottish Executive Central Research Unit, 2000.
11. Smink BE, Egberts AC, Lusthof KJ, Uges DR, de Gier JJ. The relationship between benzodiazepine use and traffic accidents: A systematic literature review. *CNS drugs*. 2010;24(8):639-53. Epub 2010/07/28.
12. Orriols L, Salmi LR, Philip P, Moore N, Delorme B, Castot A, et al. The impact of medicinal drugs on traffic safety: a systematic review of epidemiological studies. *Pharmacoepidemiology and drug safety*. 2009;18(8):647-58. Epub 2009/05/07.
13. Drummer OH, Gerostamoulos J, Batziris H, Chu M, Caplehorn J, Robertson MD, et al. The involvement of drugs in drivers of motor vehicles killed in Australian road traffic crashes. *Accident; analysis and prevention*. 2004;36(2):239-48. Epub 2003/12/04.
14. Kopits E, Cropper M. Traffic fatalities and economic growth. *Accident; analysis and prevention*. 2005;37(1):169-78. Epub 2004/12/21.
15. Lagarde E. Road traffic injury is an escalating burden in Africa and deserves proportionate research efforts. *PLoS medicine*. 2007;4(6):e170. Epub 2007/06/28.
16. World Health Organisation (WHO). Global status report on alcohol and health 2012. Report. Geneva: WHO, 2012 2012. Report No.: Contract No.: ISBN 978 92 4 156415 1.

17. Dano SD, Manda P, Ezoulin MJM, Wandji B, Diakité A, Sangaré-Tigori B. Trafficking and Consumption of hard Drugs in Côte d'Ivoire from 1999 to 2007. *Journal of Public Health and Epidemiology*. 2013;5(5):7.
18. Konan KJ, Assouhoun KT, Kouassi F, Ehua SF. Profil épidémiologique des traumatisés de la voie publique aux urgences du CHU de Yopougon, Abidjan, . *Rev Int Sc Méd*. 2006;8(3):44-8.
19. Institut National de Statistiques et des Etudes Economiques (INSEE). Accidents Coeporels de la Circulation. [web]: INSEE; 2014 [cited 2014 September 10th 2014]; Definitions].
20. Nantulya VM, Reich MR. The neglected epidemic: road traffic injuries in developing countries. *BMJ*. 2002;324(7346):3.
21. Krug E. How can road safety be improved? More people die on the roads than from malaria, says WHO chief. *BMJ*. 2002;324(7346):1116. Epub 2002/05/11.
22. Jorgensen SH, Abane AM. A comparative study of urban traffic accidents in developing and developed countries: empirical observations and problems from Trondheim (Norway) and Accra (Ghana). *Bulletin of the Ghana Geographical Association*. 1999;21:113-28.
23. Moguen-Toursel M. Innovation, demande de sécurité et régulation étatique — Présentation. L'Atelier du Centre de Recherches Historiques [en ligne] [Internet]. 2008 [cited 2014 15 Août 2014]; (02). Available from: <http://acrh.revues.org/443>
24. Hamel D. Evolution des Traumatismes au Québec de 1991 à 1999. report. Québec: Institut national de santé publique du Québec Québec Indspd; 2001 Contract No.: N15,712.
25. Beaulé G, Bellot S. Les Traumatismes Routiers en Abitibi-témiscamingue: un aperçu de la morbidité hospitalière en 2004-2005 et la mortalité en 2003. Québec: Agence de la santé et des services sociaux de l'Abitibi-Témiscamingue, l'Abitibi-Témiscamingue Adlsedssd; 2007.
26. Jones AW, Holmgren A, Kugelberg FC. Concentrations of scheduled prescription drugs in blood of impaired drivers: considerations for interpreting the results. *Therapeutic drug monitoring*. 2007;29(2):248-60. Epub 2007/04/10.
27. Schwilke EW, Sampaio dos Santos MI, Logan BK. Changing patterns of drug and alcohol use in fatally injured drivers in Washington State. *Journal of forensic sciences*. 2006;51(5):1191-8. Epub 2006/10/05.
28. Walsh JM, Flegel R, Atkins R, Cangianelli LA, Cooper C, Welsh C, et al. Drug and alcohol use among drivers admitted to a Level-1 trauma center. *Accident; analysis and prevention*. 2005;37(5):894-901. Epub 2005/06/02.
29. Steinmeyer S, Ohr H, Maurer HJ, Moeller MR. Practical aspects of roadside tests for administrative traffic offences in Germany. *Forensic science international*. 2001;121(1-2):33-6. Epub 2001/08/23.
30. Deveaux M. Alcool éthylique. In: Masson E, editor. *Toxicologie et Pharmacologie Médicolégale de Pascal Kintz*. France1998. p. 111-26.
31. Girre C, Hispard E, Tuszynski T. Toxicité de l'éthanol. *Pathologie Professionnelle et de l'Environnement*. 1995;16(47):8 pages.
32. Wilkinson PK, Sedman AJ, Sakmar E, Lin YJ, Wagner JG. Fasting and nonfasting blood ethanol concentrations following repeated oral administration of ethanol to one adult male subject. *Journal of pharmacokinetics and biopharmaceutics*. 1977;5(1):41-52. Epub 1977/02/01.

33. Wilkinson PK, Sedman AJ, Sakmar E, Kay DR, Wagner JG. Pharmacokinetics of ethanol after oral administration in the fasting state. *Journal of pharmacokinetics and biopharmaceutics*. 1977;5(3):207-24. Epub 1977/06/01.
34. Vaubourdolle M, Guechot J, Chazouilleres O, Poupon RE, Giboudeau J. Effect of dihydrotestosterone on the rate of ethanol elimination in healthy men. *Alcoholism, clinical and experimental research*. 1991;15(2):238-40. Epub 1991/03/01.
35. Lammers SM, Mainzer DE, Breteler MH. Do alcohol pharmacokinetics in women vary due to the menstrual cycle? *Addiction*. 1995;90(1):23-30. Epub 1995/01/01.
36. Mezey E. Influence of sex hormones on alcohol metabolism. *Alcoholism, clinical and experimental research*. 2000;24(4):421. Epub 2000/05/08.
37. Lands WE. A review of alcohol clearance in humans. *Alcohol*. 1998;15(2):147-60. Epub 1998/02/26.
38. Jones AW, Hahn RG, Stalberg HP. Pharmacokinetics of ethanol in plasma and whole blood: estimation of total body water by the dilution principle. *European journal of clinical pharmacology*. 1992;42(4):445-8. Epub 1992/01/01.
39. Vogel-Sprott M, Barrett P. Age, drinking habits and the effects of alcohol. *Journal of studies on alcohol*. 1984;45(6):517-21. Epub 1984/11/01.
40. Dufour MC, Archer L, Gordis E. Alcohol and the elderly. *Clinics in geriatric medicine*. 1992;8(1):127-41. Epub 1992/02/01.
41. Jones AW, Hahn RG, Stalberg HP. Distribution of ethanol and water between plasma and whole blood; inter- and intra-individual variations after administration of ethanol by intravenous infusion. *Scandinavian journal of clinical and laboratory investigation*. 1990;50(7):775-80. Epub 1990/11/01.
42. Hak EA, Gerlitz BJ, Demont PM, Bowthorpe WD. Determination of serum alcohol: blood alcohol ratios. *Can Soc Forensic Sci J*. 1995;28:123-6.
43. Lim RT, Jr., Gentry RT, Ito D, Yokoyama H, Baraona E, Lieber CS. First-pass metabolism of ethanol is predominantly gastric. *Alcoholism, clinical and experimental research*. 1993;17(6):1337-44. Epub 1993/12/01.
44. Crabb DW. Ethanol oxidizing enzymes: roles in alcohol metabolism and alcoholic liver disease. *Progress in liver diseases*. 1995;13:151-72. Epub 1995/01/01.
45. Edenberg HJ. The genetics of alcohol metabolism: role of alcohol dehydrogenase and aldehyde dehydrogenase variants. *Alcohol research & health : the journal of the National Institute on Alcohol Abuse and Alcoholism*. 2007;30(1):5-13. Epub 2007/08/28.
46. Zakhari S. Overview: how is alcohol metabolized by the body? *Alcohol research & health : the journal of the National Institute on Alcohol Abuse and Alcoholism*. 2006;29(4):245-54. Epub 2007/08/28.
47. Jones AW. Evidence-based survey of the elimination rates of ethanol from blood with applications in forensic casework. *Forensic science international*. 2010;200(1-3):1-20. Epub 2010/03/23.
48. Wurst FM, Kempter C, Metzger J, Seidl S, Alt A. Ethyl glucuronide: a marker of recent alcohol consumption with clinical and forensic implications. *Alcohol*. 2000;20(2):111-6. Epub 2000/03/17.
49. Helander A, Beck O. Ethyl sulfate: a metabolite of ethanol in humans and a potential biomarker of acute alcohol intake. *Journal of analytical toxicology*. 2005;29(5):270-4. Epub 2005/08/18.

50. Whitfield JB. Meta-analysis of the effects of alcohol dehydrogenase genotype on alcohol dependence and alcoholic liver disease. *Alcohol Alcohol*. 1997;32(5):613-9. Epub 1997/11/28.
51. Thomasson HR, Beard JD, Li TK. ADH2 gene polymorphisms are determinants of alcohol pharmacokinetics. *Alcoholism, clinical and experimental research*. 1995;19(6):1494-9. Epub 1995/12/01.
52. Osier MV, Pakstis AJ, Soodyall H, Comas D, Goldman D, Odunsi A, et al. A global perspective on genetic variation at the ADH genes reveals unusual patterns of linkage disequilibrium and diversity. *American journal of human genetics*. 2002;71(1):84-99. Epub 2002/06/07.
53. Wall TL, Garcia-Andrade C, Thomasson HR, Carr LG, Ehlers CL. Alcohol dehydrogenase polymorphisms in Native Americans: identification of the ADH2*3 allele. *Alcohol Alcohol*. 1997;32(2):129-32. Epub 1997/03/01.
54. Hurley TD, Edenberg HJ, Li T-K. The pharmacogenomics of alcoholism. *Pharmacogenomics: The Search for Individualized Therapies*. Weinheim, Germany: Wiley-VCH; 2002. p. 417-41.
55. Oota H, Pakstis AJ, Bonne-Tamir B, Goldman D, Grigorenko E, Kajuna SL, et al. The evolution and population genetics of the ALDH2 locus: random genetic drift, selection, and low levels of recombination. *Annals of human genetics*. 2004;68(Pt 2):93-109. Epub 2004/03/11.
56. Jones AW. Disappearance rate of ethanol from the blood of human subjects: implications in forensic toxicology. *Journal of forensic sciences*. 1993;38(1):104-18. Epub 1993/01/01.
57. al-Lanqawi Y, Moreland TA, McEwen J, Halliday F, Durnin CJ, Stevenson IH. Ethanol kinetics: extent of error in back extrapolation procedures. *British journal of clinical pharmacology*. 1992;34(4):316-21. Epub 1992/10/01.
58. Winek CL, Murphy KL. The rate and kinetic order of ethanol elimination. *Forensic science international*. 1984;25(3):159-66. Epub 1984/07/01.
59. Breslin FC, Hayward M, Baum A. Effect of stress on perceived intoxication and the blood alcohol curve in men and women. *Health psychology : official journal of the Division of Health Psychology, American Psychological Association*. 1994;13(6):479-87. Epub 1994/11/01.
60. Friel PN, Baer JS, Logan BK. Variability of ethanol absorption and breath concentrations during a large-scale alcohol administration study. *Alcoholism, clinical and experimental research*. 1995;19(4):1055-60. Epub 1995/08/01.
61. Deveaux M, Hedouin V, Marquet P, Kintz P, Mura P, Pépin G. Conduite automobile de dépistage et de dosage, accréditation des laboratoires. *Toxicorama*. 1996;8(2):11-6.
62. Widmark EMP. Principles and applications of medicolegal alcohol determination. Davis, California: Biomedical Publications; 1981 1932.
63. Goullé JP, Lacroix C. Alcoolémie : aspects médico-légaux. *Toxicorama*. 1999;11(4):54-66.
64. Gullberg RG, Jones AW. Guidelines for estimating the amount of alcohol consumed from a single measurement of blood alcohol concentration: re-evaluation of Widmark's equation. *Forensic science international*. 1994;69(2):119-30. Epub 1994/12/01.
65. U.S. Department of Agriculture and U.S. Department of Health and Human Services. Dietary Guidelines for Americans. Report. Washington, DC: 2010.

66. Organisation Mondiale de la Santé. Comité OMS d'Expert des Problèmes Liés à la Consommation d'Alcool. Rapport. Genève: OMS, 2006 10-13 Octobre 2006. Report No.: Contract No.: 944.
67. Saunders JB, Lee NK. Hazardous alcohol use: its delineation as a subthreshold disorder, and approaches to its diagnosis and management. *Comprehensive psychiatry*. 2000;41(2 Suppl 1):95-103. Epub 2000/04/04.
68. U.S. Department of Health and Human Services. National Institute of Health. NIAAA Council Approves Definition of Binge Drinking. *NIAAA Newsletter*. 2004;Winter 2004(3):4
69. Banks S, Catcheside P, Lack L, Grunstein RR, McEvoy RD. Low levels of alcohol impair driving simulator performance and reduce perception of crash risk in partially sleep deprived subjects. *Sleep*. 2004;27(6):1063-7. Epub 2004/11/10.
70. Hurst PM, Harte D, Frith WJ. The Grand Rapids dip revisited. *Accident; analysis and prevention*. 1994;26(5):647-54. Epub 1994/10/01.
71. Mura P, Kintz P. *Drogues et Accidentalité*. France: EDP Sciences; 2012. 350 p.
72. Schnabel E, Hargutt V, Krüger H-P. *Meta-analysis of empirical studies concerning the effects of alcohol on safe driving*. Germany: *Driving under the Influence of Drugs, Alcohol and Medicines*, 2010.
73. Borkenstein RF, Crowther RF, Shumate RP, Ziel WB, Zylman R. *The Role of the Drinking Driver in Traffic Accidents*. Bloomington, Indiana: Department of Police Administration, Indiana University, 1964.
74. Donelson AC, Beirness DJ, Haas GC, Walsh PJ. *The Role of Alcohol in Fatal Traffic Crashes: British Columbia, 1985-1986*. Ottawa, Ontario: Traffic Injury Research Foundation of Canada; 1989.
75. Lowenstein SR, Koziol-McLain J. Drugs and traffic crash responsibility: a study of injured motorists in Colorado. *The Journal of trauma*. 2001;50(2):313-20. Epub 2001/03/10.
76. Laumon B, Gadegbeku B, Martin JL, et le Groupe SAM. *Stupéfiants et Accidents Mortels : l'étude SAM, 2ème partie : analyse épidémiologique* Paris: OFDT, 2011.
77. National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA). *Traffic Safety Facts 2006 : Alcohol-Impaired Driving*. In: NHTSA, editor. Washington (DC): Department of Transportation (US); 2008.
78. Wilson RJ, Fang M, editors. *Alcohol and drug impaired pedestrians killed or injured in motor vehicle collisions*. 15th ICADTS International Conference; 2000; Stockholm: Laurell H Edition.
79. Castano R. The drink driving situation in Colombia. *Traffic injury prevention*. 2012;13(2):120-5. Epub 2012/03/31.
80. Phillips DP, Brewer KM. The relationship between serious injury and blood alcohol concentration (BAC) in fatal motor vehicle accidents: BAC = 0.01% is associated with significantly more dangerous accidents than BAC = 0.00%. *Addiction*. 2011;106(9):1614-22. Epub 2011/06/22.
81. Ristic B, Rancic N, Maksimovic M, Ignjatovic-Ristic D. The Influence of Alcohol Intoxication on the Severity of Injuries Suffered by Drivers in a Road Traffic Accidents. *EUR J Trauma Emerg Surg*. 2013;39:363-8.
82. Stubig T, Petri M, Zeckey C, Brand S, Muller C, Otte D, et al. Alcohol intoxication in road traffic accidents leads to higher impact speed difference, higher ISS and MAIS, and higher preclinical mortality. *Alcohol*. 2012;46(7):681-6. Epub 2012/07/24.

83. Plurad D, Demetriades D, Gruzinski G, Preston C, Chan L, Gaspard D, et al. Motor vehicle crashes: the association of alcohol consumption with the type and severity of injuries and outcomes. *The Journal of emergency medicine*. 2010;38(1):12-7. Epub 2008/06/13.
84. Zeckey C, Dannecker S, Hildebrand F, Mommsen P, Scherer R, Probst C, et al. Alcohol and multiple trauma: is there an influence on the outcome? *Alcohol*. 2011;45(3):245-51. Epub 2010/09/17.
85. Lin MR, Kraus JF. Methodological issues in motorcycle injury epidemiology. *Accident; analysis and prevention*. 2008;40(5):1653-60. Epub 2008/09/02.
86. Cercarelli LR, Rosman DL, Ryan GA. Comparison of accident and emergency with police road injury data. *The Journal of trauma*. 1996;40(5):805-9. Epub 1996/05/01.
87. Mura P, Chatelain C, Dumestre V, Gaulier JM, Ghysel MH, Lacroix C, et al. Use of drugs of abuse in less than 30-year-old drivers killed in a road crash in France: a spectacular increase for cannabis, cocaine and amphetamines. *Forensic science international*. 2006;160(2-3):168-72. Epub 2005/10/19.
88. Raes E, van den Neste T, Verstraete AG, Griffiths P, Drugs EMCf, Addiction D. *Drug Use, Impaired Driving and Traffic Accidents: Office for Official Publications of the European Communities; 2008.*
89. Pelissier AL, Leonetti G, Villani P, Cianfarani F, Botta A. Cannabis : toxicokinetic focus and methodology of urinary screening. *Therapie*. 1997;52:213-8.
90. Huestis MA, Sampson AH, Holicky BJ, Henningfield JE, Cone EJ. Characterization of the absorption phase of marijuana smoking. *Clinical pharmacology and therapeutics*. 1992;52(1):31-41. Epub 1992/07/01.
91. Huestis MA, Henningfield JE, Cone EJ. Blood cannabinoids. II. Models for the prediction of time of marijuana exposure from plasma concentrations of delta 9-tetrahydrocannabinol (THC) and 11-nor-9-carboxy-delta 9-tetrahydrocannabinol (THCCOOH). *Journal of analytical toxicology*. 1992;16(5):283-90. Epub 1992/09/01.
92. Ellis GM, Jr., Mann MA, Judson BA, Schramm NT, Tashchian A. Excretion patterns of cannabinoid metabolites after last use in a group of chronic users. *Clinical pharmacology and therapeutics*. 1985;38(5):572-8. Epub 1985/11/01.
93. Kintz P. *Matrices Alternatives et Toxicologie Médicolégale*. In: Kintz P, ed., editor. *Toxicologie et Pharmacologie Médicolégales*. Paris: Elsevier; 1998. p. 685-710.
94. O'Hanlon JF, Volkerts ER. Hypnotics and actual driving performance. *Acta psychiatrica Scandinavica Supplementum*. 1986;332:95-104. Epub 1986/01/01.
95. Smiley A. Effects of minor tranquilizers and antidepressants on psychomotor performance. *The Journal of clinical psychiatry*. 1987;48 Suppl:22-8. Epub 1987/12/01.
96. Moskowitz H. Marijuana and driving. *Accident; analysis and prevention*. 1985;17(4):323-45. Epub 1985/08/01.
97. Ramaekers JG, Berghaus G, van Laar M, Drummer OH. Dose related risk of motor vehicle crashes after cannabis use. *Drug and alcohol dependence*. 2004;73(2):109-19. Epub 2004/01/17.
98. Sewell RA, Poling J, Sofuoglu M. The effect of cannabis compared with alcohol on driving. *The American journal on addictions / American Academy of Psychiatrists in Alcoholism and Addictions*. 2009;18(3):185-93. Epub 2009/04/03.

99. O'Kane CJ, Tutt DC, Bauer LA. Cannabis and driving: a new perspective. *Emerg Med (Fremantle)*. 2002;14(3):296-303. Epub 2002/12/19.
100. Heishman S, Arasteh K, Stilzer M. Comparative effects of alcohol and marijuana on mood, memory and performance *Pharmacology, biochemistry, and behavior*. 1997;58:93-101.
101. Robbe HWJ, O'Hanlon JF. Marijuana and actual driving performance. Final report DOT HS 808078. Springfield, Virginia: US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, 1993.
102. Smiley A. The Health Effects of Cannabis. In: Kalant H e, editor. *Marijuana : On-Road and Driving Simulator Studies*. Toronto: Kalant H, editor; 1983.
103. Sutton LR. The effects of alcohol, marihuana and their combination on driving ability. *Journal of studies on alcohol*. 1983;44(3):438-45. Epub 1983/05/01.
104. MacDonald S, Mann R, Chipman M, Pakula B, Erickson P, Hathaway A, et al. Driving behavior under the influence of cannabis or cocaine. *Traffic injury prevention*. 2008;9(3):190-4. Epub 2008/06/24.
105. Asbridge M, Hayden JA, Cartwright JL. Acute cannabis consumption and motor vehicle collision risk: systematic review of observational studies and meta-analysis. *BMJ*. 2012;344:e536. Epub 2012/02/11.
106. Blows S, Ameratunga S, Ivers RQ, Lo SK, Norton R. Risky driving habits and motor vehicle driver injury. *Accident; analysis and prevention*. 2005;37(4):619-24. Epub 2005/06/14.
107. Longo MC, Hunter CE, Lokan RJ, White JM, White MA. The prevalence of alcohol, cannabinoids, benzodiazepines and stimulants amongst injured drivers and their role in driver culpability: part i: the prevalence of drug use in drive the drug-positive group. *Accident; analysis and prevention*. 2000;32(5):613-22. Epub 2000/07/25.
108. Gjerde H, Beylich KM, Morland J. Incidence of alcohol and drugs in fatally injured car drivers in Norway. *Accident; analysis and prevention*. 1993;25(4):479-83. Epub 1993/08/01.
109. Soderstrom CA, Smith GS, Dischinger PC, McDuff DR, Hebel JR, Gorelick DA, et al. Psychoactive substance use disorders among seriously injured trauma center patients. *Jama*. 1997;277(22):1769-74. Epub 1997/06/11.
110. Morland J. [Driving under the influence of medication and various substances other than alcohol]. *Tidsskrift for den Norske laegeforening : tidsskrift for praktisk medicin, ny raeke*. 2000;120(18):2148-50. Epub 2000/09/28. Kjoring under pavirkning av medikamenter og andre rusmidler enn alkohol.
111. Movig KL, Mathijssen MP, Nagel PH, van Egmond T, de Gier JJ, Leufkens HG, et al. Psychoactive substance use and the risk of motor vehicle accidents. *Accident; analysis and prevention*. 2004;36(4):631-6. Epub 2004/04/20.
112. Ramaekers JG. Antidepressants and driver impairment: empirical evidence from a standard on-the-road test. *The Journal of clinical psychiatry*. 2003;64(1):20-9. Epub 2003/02/20.
113. Ch'ng CW, Fitzgerald M, Gerostamoulos J, Cameron P, Bui D, Drummer OH, et al. Drug use in motor vehicle drivers presenting to an Australian, adult major trauma centre. *Emergency medicine Australasia : EMA*. 2007;19(4):359-65. Epub 2007/07/28.
114. Orriols L, Delorme B, Gadegbeku B, Tricotel A, Contrand B, Laumon B, et al. Prescription medicines and the risk of road traffic crashes: a French registry-based study. *PLoS medicine*. 2010;7(11):e1000366. Epub 2010/12/03.

115. Drummer OH. The role of drugs in road safety. *Aust Prescr* 2008(31):33-5.
116. Burns M. *Medical-legal Aspects of Drugs*. 2nd ed. Tucson (AZ): Lawyers & Judges Publishing Company; 2007. 255 p.
117. Levine B. *Principles of Forensic Toxicology, Revised and Updated 2nd Edition USA*: American Association for Clinical Chemistry; 2nd edition 2006. 428 p.
118. SOFT / AAFS. *Forensic Toxicology Laboratory Guidelines 2006 version*. In: AAFS S, editor. *AAFS Toxicology Section Business Meeting Seattle, USA: SOFT / AAFS; 2006*. p. 24.
119. Boiteau HL, Nicolas G, Gelot S, Robin M, Desjars P. [Effect of skin disinfection using ethanol on blood alcohol levels]. *Medecine legale et dommage corporel*. 1974;7(1):51-2. Epub 1974/01/01. Influence de la desinfection de la peau par l'ethanol sur le taux de l'alcoolemie.
120. Tucker A, Trethewy C. Lack of effect on blood alcohol level of swabbing venepuncture sites with 70% isopropyl alcohol. *Emergency medicine Australasia : EMA*. 2010;22(1):9-12. Epub 2009/12/18.
121. Jones AW. Biomarkers of recent drinking, retrograde extrapolation of blood-alcohol concentration and plasma-to-blood distribution ratio in a case of driving under the influence of alcohol. *J Forensic Leg Med*. 2011;18(5):213-6. Epub 2011/06/15.
122. Logan BK. *Toxicological Considerations in Impaired Driving Research and Enforcement: Sample Selection* In: *The International Council on Alcohol DTSsl, editor. Developing Standards for Research in Drugged Driving; Talloires, France: The International Council on Alcohol, Drugs & Traffic Safety's (ICADTS); 2006*. p. 17-22.
123. Aps JK, Martens LC. Review: The physiology of saliva and transfer of drugs into saliva. *Forensic science international*. 2005;150(2-3):119-31. Epub 2005/06/10.
124. Pelissier-Alicot AL, Gaulier JM, Champsaur P, Marquet P. Mechanisms underlying postmortem redistribution of drugs: a review. *Journal of analytical toxicology*. 2003;27(8):533-44. Epub 2003/12/13.
125. Sturner WQ, Coumbis RJ. The quantitation of ethyl alcohol in vitreous humor and blood by gas chromatography. *American journal of clinical pathology*. 1966;46(3):349-51. Epub 1966/09/01.
126. Caughlin JD. Correlation of postmortem blood and vitreous humor ethanol levels. *Can Soc Forensic Sci J*. 1983;16:61-8.
127. Caplan YH, Levine B. Vitreous humor in the evaluation of postmortem blood ethanol concentrations. *Journal of analytical toxicology*. 1990;14(5):305-7. Epub 1990/09/01.
128. Hedouin V, Deveaux M, Revuelta E, Gosset D, editors. *A comparison of bile and blood alcohol concentration. AAFS 46th meeting; 1994; San Antonio, Etats-unis: Proceeding of the AAFS 46th meeting*.
129. Simpson D, Braithwaite RA, Jarvie DR, Stewart MJ, Walker S, Watson IW, et al. Screening for drugs of abuse (II): Cannabinoids, lysergic acid diethylamide, buprenorphine, methadone, barbiturates, benzodiazepines and other drugs. *Annals of clinical biochemistry*. 1997;34 (Pt 5):460-510. Epub 1997/09/18.
130. Johansson E, Noren K, Sjoval J, Halldin MM. Determination of delta 1-tetrahydrocannabinol in human fat biopsies from marihuana users by gas chromatography-mass spectrometry. *Biomedical chromatography : BMC*. 1989;3(1):35-8. Epub 1989/01/01.
131. Kintz P, Cirimele V, Pepin G, Marquet P, Deveaux M, Mura P. Identification et dosage des cannabinoides dans le sang total. *Toxicorama*. 1996;8:29-33.

132. Moeller MR, Doerr G, Warth S. Simultaneous quantitation of delta-9-tetrahydrocannabinol (THC) and 11-nor-9-carboxy-delta-9-tetrahydrocannabinol (THC-COOH) in serum by GC/MS using deuterated internal standards and its application to a smoking study and forensic cases. *Journal of forensic sciences*. 1992;37(4):969-83. Epub 1992/07/01.
133. Marquet P, Lachâtre G, Kintz P, Pépin G, Deveaux M. Identification et dosage des principales drogues amphétaminiques dans le sang total par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse. *Toxicorama*. 1996;8(2):23-8.
134. Baselt RC. Amphetamine. In: Publication B, editor. *Drug Effects on Psychomotor Performance*. Foster City, California: Biomedical Publication; 2001. p. 30-5.
135. Skopp G, Klingmann A, Potsch L, Mattern R. In vitro stability of cocaine in whole blood and plasma including ecgonine as a target analyte. *Therapeutic drug monitoring*. 2001;23(2):174-81. Epub 2001/04/11.
136. Fernandez P, Morales L, Vazquez C, Bermejo AM, Tabernero MJ. HPLC-DAD determination of opioids, cocaine and their metabolites in plasma. *Forensic science international*. 2006;161(1):31-5. Epub 2005/11/23.
137. Isenschmid DS, Levine BS, Caplan YH. The role of ecgonine methyl ester in the interpretation of cocaine concentrations in postmortem blood. *Journal of analytical toxicology*. 1992;16(5):319-24. Epub 1992/09/01.
138. Ceder G, Jones AW. Concentration ratios of morphine to codeine in blood of impaired drivers as evidence of heroin use and not medication with codeine. *Clinical chemistry*. 2001;47(11):1980-4. Epub 2001/10/24.
139. Longo MC, Hunter CE, Lokan RJ, White JM, White MA. The prevalence of alcohol, cannabinoids, benzodiazepines and stimulants amongst injured drivers and their role in driver culpability: part ii: the relationship between drug prevalence and drug concentration, and driver culpability. *Accident; analysis and prevention*. 2000;32(5):623-32. Epub 2000/07/25.
140. Lacroix C, Saussereau E, Bodin G, Goullé JP. Quantification des opiacés, cocaïniques et amphétaminiques par chromatographie liquide haute performance/spectrométrie de masse tandem après préparation en ligne de l'échantillon. *Ann Toxicol Anal*. 2008;20:25-38.
141. Observatoire National Interministériel de la Sécurité Routière (ONISR). *La Sécurité Routière en France: Bilan de l'accidentalité de l'année 2012*. Paris: ONISR, 2013.
142. Leveau P. *Score et outils de mesure en médecine d'urgence*. Paris: Edition Maloine; 2006. 192 p.
143. The World Bank. *Africa Development Indicators 2012/13*. Washington DC: World Bank, 2013.
144. Assum T. *La Sécurité Routière en Afrique : évaluation des initiatives de sécurité routière dans cinq pays africains*. Oslo: Programme de politiques de transport en Afrique subsaharienne (SSATP), (SSATP) PdpdteAs; 1998 Contract No.: SSATP No 33F.
145. Bénié J, Tiembré I, Ano M, Ekra KD, Ka O, Dagnan S, et al. *Prévalence des Accidents de la Voie Publique (AVP) en Côte d'Ivoire*. IXème Colloque de Biologie et Santé Publique; 17-18 Juillet 2014; Abidjan, Côte d'Ivoire: Université Félix Houphouët Boigny; 2014.
146. Reference Group to the United Nations on HIV and Injecting Drug Use. *Consensus Statement of the Reference Group to the United Nations on HIV and Injecting Drug Use 2010*. In: Centre VI, editor. *Meeting of Reference Group members*; March 2010; Vienna. Vienna: Vienna International Centre; 2010. p. 152 pages.

147. Biecheler MB, Cauzard JP. Conducteurs et réglementation : le cas de l'alcool au volant en Europe. Marne la Vallée: Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux (IFSTTAR), 1997.
148. World Health Organisation. Global Status Report on Road Safety: time for action. Geneva, Switzerland: WHO (VIP) DoVIPD; 2009.
149. World Health Organisation. Global Status Report on Alcohol and Health. Geneva: WHO, 2011.
150. World Health Organisation. Global status report on alcohol and health 2014. Report. Geneva, Switzerland: WHO, 2014.
151. Swendsen J, Burstein M, Case B, Conway KP, Dierker L, He J, et al. Use and abuse of alcohol and illicit drugs in US adolescents: results of the National Comorbidity Survey-Adolescent Supplement. Archives of general psychiatry. 2012;69(4):390-8. Epub 2012/04/05.
152. Arrêtés Royaux, AR 10-06-59, Annexe II Arrêté Royal du 27 Avril 2007 relatif notamment à la méthode de dosage de l'alcool dans le sang, (2007).
153. SETRA. Rôle de l'alcool dans la gravité des accidents de la route. France: Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements, 2004.
154. Lujic S, Finch C, Boufous S, Hayen A, Dunsmuir W. How comparable are road traffic crash cases in hospital admissions data and police records? An examination of data linkage rates. Australian and New Zealand journal of public health. 2008;32(1):28-33. Epub 2008/02/23.
155. Clark DE, Winchell RJ. Risk adjustment for injured patients using administrative data. The Journal of trauma. 2004;57(1):130-40; discussion 40. Epub 2004/07/31.
156. Wilson SJ, Begg DJ, Samaranayaka A. Validity of using linked hospital and police traffic crash records to analyse motorcycle injury crash characteristics. Accident; analysis and prevention. 2012;49:30-5. Epub 2012/10/06.
157. Brown GA, Neylan D, Reynolds WJ, Smalldon KW. The stability of ethanol in stored blood. I. Important variables and interpretation of results. Analytica chimica acta. 1973;66(2):271-83. Epub 1973/09/01.
158. Szymanowicz A, Magdinier S, Cuenca S, Neyron M-J, Denis I. Étude comparative des alcoolémies obtenues par la méthode officielle par chromatographie en phase gazeuse sur sang total versus méthode enzymatique-ADH automatisée Integra 800 sur plasma. Immunoanalyse & Biologie Spécialisée. 2007;22(5):329-38.
159. Thompson M, Ellison SLR, Wood R. Harmonized Guidelines for Single Laboratory Validation of Methods of Analysis. Pure Appl Chem. 2002;74(5):835-55.
160. Clerc Y, Huart B, Charlotte JM, Pailler FM. [Validation of blood ethanol determination method by gas chromatography]. Annales de biologie clinique. 1995;53(4):233-8. Epub 1995/01/01. Validation d'une méthode de dosage de l'éthanol sanguin par chromatographie en phase gazeuse.
161. Dorubet D, Moldoveanu S, Mircea C, Butnaru E, Astarastoe V. Development and validation of a quantitative determination method of blood ethanol by gas chromatography with headspace (GC-HS). Romanian Journal of Legal Medicine. 2009;4:303-8.
162. Mandic-Radic S, Dzingalasevic G, Lukovic N. Stability of Ethanol in Blood and Urine Samples. Journal of Medical Biochemistry. 2007;26(3):241-4. STABILNOST ETANOLA U UZORCIMA KRVI I URINA.

163. Smalldon KW, Brown GA. The stability of ethanol in stored blood. II. The mechanism of ethanol oxidation. *Analytica chimica acta*. 1973;66(2):285-90. Epub 1973/09/01.
164. Ferrari LA, Triszcz JM, Giannuzzi L. Kinetics of ethanol degradation in forensic blood samples. *Forensic science international*. 2006;161(2-3):144-50. Epub 2006/07/29.
165. Whiteman PJ, Hoffman RS, Goldfrank LR. Alcoholism in the emergency department: an epidemiologic study. *Academic emergency medicine : official journal of the Society for Academic Emergency Medicine*. 2000;7(1):14-20. Epub 2000/07/14.
166. Sebbane M, Claret PG, Jreige R, Dumont R, Lefebvre S, Rubenovitch J, et al. Breath analyzer screening of emergency department patients suspected of alcohol intoxication. *The Journal of emergency medicine*. 2012;43(4):747-53. Epub 2012/03/13.
167. Jagger J, Fife D, Vernberg K, Jane JA. Effect of alcohol intoxication on the diagnosis and apparent severity of brain injury. *Neurosurgery*. 1984;15(3):303-6. Epub 1984/09/01.
168. Holt S, Stewart IC, Dixon JM, Elton RA, Taylor TV, Little K. Alcohol and the emergency service patient. *British medical journal*. 1980;281(6241):638-40. Epub 1980/09/06.
169. Gentilello LM, Villaveces A, Ries RR, Nason KS, Darancieng E, Donovan DM, et al. Detection of acute alcohol intoxication and chronic alcohol dependence by trauma center staff. *The Journal of trauma*. 1999;47(6):1131-5; discussion 5-9. Epub 1999/12/23.
170. Jones AW, Andersson L. Comparison of ethanol concentrations in venous blood and end-expired breath during a controlled drinking study. *Forensic science international*. 2003;132(1):18-25. Epub 2003/04/12.
171. Jones AW, Andersson L. Variability of the blood/breath alcohol ratio in drinking drivers. *Journal of forensic sciences*. 1996;41(6):916-21. Epub 1996/11/01.
172. Gainsford AR, Fernando DM, Lea RA, Stowell AR. A large-scale study of the relationship between blood and breath alcohol concentrations in New Zealand drinking drivers. *Journal of forensic sciences*. 2006;51(1):173-8. Epub 2006/01/21.
173. World Health Organization. Alcohol and injury in emergency departments : summary of the report from the WHO collaborative study on alcohol and injuries. Geneva: WHO, 2007.
174. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*. 1986;1(8476):307-10. Epub 1986/02/08.
175. Bland JM, Altman DG. Measuring agreement in method comparison studies. *Statistical methods in medical research*. 1999;8(2):135-60. Epub 1999/09/29.
176. Kriikku P, Wilhelm L, Jenckel S, Rintatalo J, Hurme J, Kramer J, et al. Comparison of breath-alcohol screening test results with venous blood alcohol concentration in suspected drunken drivers. *Forensic science international*. 2014;239:57-61. Epub 2014/04/22.
177. Jones AW. Measuring alcohol in blood and breath for forensic purposes—A historical review. *Forensic Science Review*. 2000;12(1/2):151-81.
178. Jones AW. Variability of the blood:breath alcohol ratio in vivo. *Journal of studies on alcohol*. 1978;39(11):1931-9. Epub 1978/11/01.

179. Odero W, Garner P, Zwi A. Road traffic injuries in developing countries: A comprehensive review of epidemiological studies. *Trop Med Int Health* 1997;2:16.
180. Organisation Mondiale de la Santé. Rapport Mondial sur la prévention des traumatismes dus aux accidents de la circulation. Genève: OMS, 2004.
181. Odero W, Khayesi M, Heda PM. Road traffic injuries in Kenya: Magnitude, causes and status of intervention. *Inj Control Saf Promot.* 2003;10:9.
182. Gorell R, editor. Accident data collection and analysis: The use of MAAP in the sub-Saharan region of Africa. 3rd African Road Safety Congress; 1997 April 1997; Pretoria, South Africa. Pretoria; 1997.
183. CERTU & STC. Coûts des dysfonctionnements du système de transports urbains d'Abidjan. Rapport final. Lyon: Certu, 2002.
184. Peden MM, et al. Rapport mondial sur la prévention des traumatismes dus aux accidents de la circulation. Genève: Organisation Mondiale de la Santé, 2004.
185. Hajar M, Flores M, Lopez MV, Rosovsky H. Alcohol intake and severity of injuries on highways in Mexico: a comparative analysis. *Addiction.* 1998;93(10):1543-51. Epub 1999/02/02.
186. Marmor M, Parnes N, Aladgem D, Birshan V, Sorkine P, Halpern P. Characteristics of road traffic accidents treated in an urban trauma center. *The Israel Medical Association journal : IMAJ.* 2005;7(1):9-12. Epub 2005/01/22.
187. Osime OC, Elusoji SO, O. E. Pattern and outcome of road traffic accidents in a suburban community in Nigeria. *Annal Of Biomedical Sciences.* 2009;8(1).
188. Farmer CM, Williams AF. Temporal factors in motor vehicle crash deaths. *Injury prevention : journal of the International Society for Child and Adolescent Injury Prevention.* 2005;11(1):18-23. Epub 2005/02/05.
189. Plug C, Xia JC, Caulfield C. Spatial and temporal visualisation techniques for crash analysis. *Accident; analysis and prevention.* 2011;43(6):1937-46. Epub 2011/08/09.
190. Toroyan T, Peden M. Les jeunes et la sécurité routière. Genève: Organisation Mondiale de la Santé, 2007.
191. Abdalla IM, Barker D, Raeside R. Road accident characteristics and socio-economic deprivation. *Traffic Engineering and Control.* 1997b;38:672-5.
192. Hasselberg M, Vaez M, Laflamme L. Socioeconomic aspects of the circumstances and consequences of car crashes among young adults. *Soc Sci Med.* 2005;60(2):287-95. Epub 2004/12/14.
193. Zambon F, Hasselberg M. Socioeconomic differences and motorcycle injuries: age at risk and injury severity among young drivers. A Swedish nationwide cohort study. *Accident; analysis and prevention.* 2006;38(6):1183-9. Epub 2006/06/30.
194. Haegi M, Chaudhry B, Barry J. Impact of death and injury. Research into the principal causes of the decline in quality of life and living standards suffered by road crash victims and victim families. Proposals for Improvements. Geveva: Fédération Européenne des Victimes de la Route, 1997.

195. Sweedler BM, Biecheler MB, Laurell H, Kroj G, Lerner M, Mathijssen MP, et al. Worldwide trends in alcohol and drug impaired driving. *Traffic injury prevention*. 2004;5(3):175-84. Epub 2004/07/28.
196. Ahlm K, Bjornstig U, Ostrom M. Alcohol and drugs in fatally and non-fatally injured motor vehicle drivers in northern Sweden. *Accident; analysis and prevention*. 2009;41(1):129-36. Epub 2008/12/31.
197. Gonçalves PD, Cunha PJ, Malbergier A, Abrantes do Amaral R, Garcia de Oliveira L, Yang JJ, et al. The association between low alcohol use and traffic risk behaviors among Brazilian college students. *Alcohol*. 2012;46:673-9.
198. Jones AW. Status of alcohol absorption among drinking drivers. *Journal of analytical toxicology*. 1990;14(3):198-200. Epub 1990/05/01.
199. Levine B, Smialek JE. Status of alcohol absorption in drinking drivers killed in traffic accidents. *Journal of forensic sciences*. 2000;45(1):3-6. Epub 2000/01/21.
200. Neuteboom W, Jones AW. Disappearance rate of alcohol from the blood of drunk drivers calculated from two consecutive samples; what do the results really mean? *Forensic science international*. 1990;45(1-2):107-15. Epub 1990/03/01.
201. Jones AW, Kugelberg FC, Holmgren A, Ahlner J. Five-year update on the occurrence of alcohol and other drugs in blood samples from drivers killed in road-traffic crashes in Sweden. *Forensic science international*. 2009;186(1-3):56-62. Epub 2009/02/24.
202. Lindsay VL. Characteristics of alcohol impaired road users involved in casualty crashes. Adelaide: Centre for Automotive Safety Research, 2012.
203. Peden MM. The sentinel surveillance of substance abuse and trauma, 1999-2000. Final report. Tygerberg, South Africa 2001.
204. Global Road Safety Partnership. Drinking and Driving: a road safety manual for decision-makers and practitioners. Geneva, Switzerland: 2007.
205. Palmentier JPPF, Warren R, Gorczynski LY. Alcohol and drugs in suspected impaired drivers in Ontario from 2001 to 2005. *Journal of Forensic and Legal Medicine*. 2009;16(8):444-8.
206. Elliott S, Woolacott H, Braithwaite R. The prevalence of drugs and alcohol found in road traffic fatalities: a comparative study of victims. *Science & justice : journal of the Forensic Science Society*. 2009;49(1):19-23. Epub 2009/05/08.
207. Kapila S, Manundu M, Lamda D. The "matutu" mode of public transport in metropolitan Nairobi. *Nairobi* 1982. p. 424.
208. Kweon Y-J, Kockelman KM. Drivers Attitudes and Choices: Speed Limits, Seat Belt Use, and Drinking-and-Driving. *Journal of the Transportation Research Forum*. 2006;45(3):18.
209. Gjerde H, Christophersen AS, Normann PT, Morland J. Toxicological investigations of drivers killed in road traffic accidents in Norway during 2006-2008. *Forensic science international*. 2011;212(1-3):102-9. Epub 2011/06/15.
210. Ricci G, Majori S, Mantovani W, Zappaterra A, Rocca G, Buonocore F. Prevalence of alcohol and drugs in urine of patients involved in road accidents. *Journal of preventive medicine and hygiene*. 2008;49(2):89-95. Epub 2008/10/14.

211. Osler T, Baker SP, Long W. A modification of the injury severity score that both improves accuracy and simplifies scoring. *The Journal of trauma*. 1997;43(6):922-5; discussion 5-6. Epub 1998/01/07.
212. Brenneman FD, Boulanger BR, McLellan BA, Redelmeier DA. Measuring injury severity: time for a change? *The Journal of trauma*. 1998;44(4):580-2. Epub 1998/04/29.
213. Parkinson F, Kent S, Aldous C, Oosthuizen G, Clarke DL. Patterns of injury seen in road crash victims in a South African trauma centre. *South African Journal of Surgery*. 2013;51(4):4.
214. Eid HO, Barss P, Adam SH, Torab FC, Lunsjo K, Grivna M, et al. Factors affecting anatomical region of injury, severity, and mortality for road trauma in a high-income developing country: lessons for prevention. *Injury*. 2009;40(7):703-7. Epub 2009/01/02.
215. Yan-Hong L, Rahim Y, Wei L, Gui-Xiang S, Yan Y, De Ding Z, et al. Pattern of traffic injuries in Shanghai: implications for control. *International journal of injury control and safety promotion*. 2006;13(4):217-25. Epub 2007/03/10.
216. Bowley D, Boffard K. Pattern of Injury in motor Vehicle Accidents. *World Wide Wound*. 2002.
217. Hyder AA, Wunderlich CA, Puvanachandra P, Gururaj G, Kobusingye OC. The impact of traumatic brain injuries: a global perspective. *NeuroRehabilitation*. 2007;22(5):341-53. Epub 2007/12/29.
218. Wasserberg J. Treating head injuries. *BMJ*. 2002;325(7362):454-5. Epub 2002/08/31.
219. Friedman LS. Dose-response relationship between in-hospital mortality and alcohol following acute injury. *Alcohol*. 2012;46(8):769-75. Epub 2012/10/23.
220. Mann B, Desapriya E, Fujiwara T, Pike I. Is blood alcohol level a good predictor for injury severity outcomes in motor vehicle crash victims? *Emergency medicine international*. 2011;2011:616323. Epub 2011/11/03.
221. Aarts L, van Schagen I. Driving speed and the risk of road crashes: a review. *Accident; analysis and prevention*. 2006;38(2):215-24. Epub 2005/11/01.
222. Elvik R. To what extent can theory account for the findings of road safety evaluation studies? *Accident; analysis and prevention*. 2004;36(5):841-9. Epub 2004/06/19.
223. Diakité A, Gadegbeku B, Dano DS, Yapo-Etté H, Botti K, Malan KA, et al. Road Traffic Injuries Involving Illegal Blood Alcohol Levels and Psychoactive Drug Use in Côte d'Ivoire: A Hospital-Based Study. *Universal Journal of Public Health*. 2014;2(5):9.
224. Observatoire National Interministériel de la Sécurité Routière (ONISR). Sécurité Routière en France (Pré-édition): Bilan de l'accidentalité de l'année 2013. Paris: ONISR, 2014.
225. Observatoire National Interministériel de la Sécurité Routière (ONISR). La sécurité routière en France: Bilan de l'année 2011. France: ONISR, 2012.

ANNEXES

Annexe 1 : Procédures de collecte et de conservation des échantillons biologiques pour le CHU de Yopougon (urgences chirurgicales) – Etude ASMA-CI



ALCOOL, STUPEFIANTS, MEDICAMENTS ET ACCIDENTS DE LA ROUTE
EN COTE D'IVOIRE : ETUDE ASMA-CI

SITE 1 : URGENCES CHIRURGICALES/CHU DE YOPOUGON

PROCEDURE DE COLLECTE ET DE CONSERVATION DES ECHANTILLONS BIOLOGIQUES

1- Nature des échantillons

- Sang total prélevé sur tube EDTA (bouchon **VIOLET**)
- Urine prélevée dans un pot à urine (Couvercle à vis **ROUGE**)

2- Identification des flacons et tubes de prélèvement

- Tube **EDTA** : l'étiquette doit porter le **NOM, PRENOMS, AGE** de la victime et la mention **TOXICOLOGIE**
- **Pot à urine** : l'étiquette doit porter le **NOM, PRENOMS, AGE** de la victime et la mention **TOXICOLOGIE**

N.B.1 : des étiquettes individuelles sont disponibles pour l'étiquetage des pots à urine

N.B.2 : les tubes EDTA et les pots à urines sont disponibles à la Pharmacie des urgences

3- Conditions de prélèvement des échantillons

- Le sang devra être prélevé sur **tube EDTA** dès l'admission du patient aux urgences pour AVP
- Les urines devront être recueillies dans **un pot à urines** dès l'admission du patient aux urgences pour AVP
- Prendre soin de **BIEN REBOUCHER** le tube EDTA contenant le sang et **BIEN VISSER** le couvercle du pot à urine

N.B. : ne pas oublier d'étiqueter et d'identifier les différents prélèvements

4- Conservation des échantillons

- Une **GLACIERE** contenant des accumulateurs de froid (ICE PACK) identifiée ETUDE ASMA-CI est disponible aux urgences
- Les prélèvements (sang et urines) doivent être déposés immédiatement après la collecte à l'intérieur de la glacière

5- Transfert des échantillons au Laboratoire Central du CHU de YOPOUGON

- Les échantillons conservés dans la glacière devront être transféré au **Laboratoire Central du CHU de Yopougon DEUX FOIS PAR JOUR**
- Les heures de collecte des échantillons pour le transfert sont à **8 heures** (le matin) et à **16 heures** (l'après-midi)
- L'interne de la Pharmacie des urgences est responsable de la collecte et du transfert de ces échantillons au Laboratoire Central
- L'interne de la Pharmacie des urgences veillera également au remplacement des ICE PACKS dans la glacière après le transfert des échantillons
- La réception des échantillons au niveau du Laboratoire Central est placée sous la responsabilité du **Dr MEITE**

- La réception des échantillons sera consignée dans le **cahier d'enregistrement** prévu à cet effet
- Les échantillons seront **congelés à – 20°C** en attendant leur transfert vers le LNSP

1- Transfert des échantillons vers le LNSP

- Les échantillons congelés seront collectés au laboratoire Central du CHU de Yopougon **deux fois par semaine** pour leur transfert vers le LNSP
- Le transfert des échantillons vers le LNSP est sous la responsabilité du coordinateur du projet **DIAKITE A**.
- Les échantillons seront transférés le **MARDI** et le **VENDREDI** en direction du LNSP dans des glacières
- Le responsable de la réception des échantillons au niveau du Laboratoire Central du CHU de Yopougon, devra consigner **la sortie des échantillons** dans le **cahier d'enregistrement**

2- Réception des échantillons au LNSP

- Les échantillons seront réceptionnés au **Laboratoire de Toxicologie** du Laboratoire National de la Santé Publique (LNSP)
- Les échantillons seront immédiatement congelés pour analyses différées à **-20°C**



PROCEDURE DE COLLECTE ET CONSERVATION DES ECHANTILLONS AU LABORATOIRE CENTRAL DU C.H.U. DE YOPOUGON

1-Nature des échantillons

- Sang total prélevé sur tube EDTA (bouchon **VIOLET**)
- Urines prélevées dans un pot à urine (Couvercle à vis **ROUGE**)

2-Identification des flacons et tubes de prélèvement

- Tube **EDTA** : l'étiquette doit porter le **NOM, PRENOMS, ID, AGE** de la victime et la mention **TOXICOLOGIE**
- **Pot à urine** : l'étiquette doit porter le **NOM, PRENOMS, ID, AGE** de la victime et la mention **TOXICOLOGIE**

3-Transfert des échantillons des Urgences vers le Laboratoire Central du CHU de YOPOUGON

- Les échantillons conservés dans la glacière devront être transféré au **Laboratoire Central du CHU de Yopougon DEUX FOIS PAR JOUR**
- Les **heures de collecte** des échantillons pour le transfert sont à **8 heures** (le matin) et à **16 heures** (l'après-midi)
- L'interne de la Pharmacie des urgences est responsable de la collecte et du transfert de ces échantillons au Laboratoire Central
- La **réception** des échantillons au niveau du laboratoire centrale est placée sous la responsabilité du **Dr MEITE**
- La **réception** des échantillons sera consignée dans le **cahier d'enregistrement** prévu à cet effet (ID, date, heure, nature et nombre d'échantillons)
- Les échantillons seront **congelés à - 20°C** en attendant leur transfert vers le LNSP

4-Récupération des échantillons pour transfert vers le Laboratoire de Toxicologie (LNSP)

- Les échantillons congelés seront collectés au laboratoire Central du CHU de Yopougon **deux fois par semaine** pour leur transfert vers le LNSP
- Le transfert des échantillons vers le LNSP est sous la responsabilité du coordinateur du projet **DIAKITE A.**
- Les échantillons seront transférés le **MARDI** et le **VENDREDI** en direction du LNSP dans des glacières
- Le responsable de la réception des échantillons au niveau du Laboratoire Central du CHU de Yopougon, devra consigner **la sortie des échantillons** dans le **cahier d'enregistrement**

Annexe 2 : Questionnaire de collecte de données chez les victimes survivantes d'Accident de la Voie Publique (AVP) – Étude ASMA-C



Alcool, Stupéfiants, Médicaments et Accidents de la route en Côte d'Ivoire : Etude ASMA-CI
Fiche « Victimes Survivantes »



Fiche n° 00..... Date/...../..... C.H.U. Enquêteur

I. LA VICTIME

1. IDENTIFICATION DU PATIENT

Nom :
Prénoms :
Date de naissance : JJ / MM / AAAA
Sexe : Homme Femme
Lieu de résidence :
Catégorie socioprofessionnelle : haut cadre
fonctionnaire moyen commerçant informel
agriculteur sans emploi autre :

3. EXAMEN CLINIQUE

Date et heure d'admission : JJ / MM / AAAA HH : MM
Constantes physiologiques (RTS)
- Score de Glasgow :
- TA systolique : mmHg
- Fréquence respiratoire : cycles/min
Siège de la/ des lésions :
Description précise de(s) lésion(s) :
Devenir de la victime :
Hospitalisation : oui non
Décès : oui non

2. PROFIL DE L'USAGER

Type d'usager : Piéton vélo cyclomoteur
motocyclette voiture 4x4 minicar/bus
PL seul PL + remorque autre :
Position dans le véhicule : Conducteur
Passager avant Passager arrière
Catégorie de permis : A B C
D E F BCDE
Date d'obtention du permis : JJ / MM / AAAA
Expérience de conduite :
Trajet : domicile-travail domicile-école
loisir courses travail autre :

4. TOXICOLOGIE

Test éthylométrique : oui non
Prélèvement sang : oui non
Prélèvement urinaire : oui non
Heure du pv sanguin : HH : MM
Heure du pv urinaire : HH : MM

DEPISTAGE	DOSAGE
Alcool (éthanol)	
Ethylomètre : Heure : HH : MM Test 1 =g/l	CPC :g/l
Stupéfiants	
EMIT: + ou - THC = MOR = AMP = COC =	CPC (ng/l)
Médicaments	
EMIT: + ou - BZD = BAR = ADT = .....	..... ..... .....

II. L'ACCIDENT

- Date et heure de l'accident : J J M M A A H H M M
- Lieu précis de l'accident :
- Catégorie de voie : Route nationale Route départementale Route urbaine ou communale
Route urbaine Autre (préciser) :
- Antagoniste (directement en contact avec la victime et/ou son véhicule) :
Piéton Vélo Cyclomoteur Motocyclette VU 4 x 4 PL seul (1.5-3 tonnes)
PL seul (PTAC > 7.5 tonnes) PL + remorque Minicar/Bus Obstacle fixe
Véhicule en stationnement Autre (préciser) :
- Y a-t-il eu d'autres victimes ? oui combien ? : non nsp
- Si passager blessé, le conducteur a-t-il été blessé ? : oui non nsp



Annexe 3 : Questionnaire de collecte de données chez les victimes décédées suite à un Accident de la Voie Publique (AVP) – Étude ASMA-CI



Alcool, Stupéfiants, Médicaments et Accidents de la route en Côte d'Ivoire : Etude ASMA-CI
Fiche « Victimes décédées »



Fiche n° 00..... Date/...../..... C.H.U. Enquêteur

I. LA VICTIME

1. IDENTIFICATION DE LA VICTIME

Nom :
Prénoms :
Date de naissance : JJ/MM/AAAA
Sexe : Homme Femme
Lieu de résidence :
Catégorie socioprofessionnelle: haut cadre
fonctionnaire moyen commerçant informel
agriculteur sans emploi autre:

3. EXAMEN ANATOMIQUE /AUTOPSIE

Date et heure du décès :
JJ/MM/AAAA HH:MM:SS
Date et heure de l'autopsie :
JJ/MM/AAAA HH:MM:SS
Siège de la/ des lésion(s) :
- Lésion 1 :
- Lésion 2 :
- Lésion 3 :
Description précise de(s) lésion(s) :
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. PROFIL DE L'USAGER

Type d'usager: Piéton vélo cyclomoteur
motocyclette voiture 4x4 minicar/bus
PL seul PL + remorque autre:
Position dans le véhicule: Conducteur
Passager avant. Passager arrière
Catégorie de permis : A B C
D E F BCDE
Date d'obtention du permis: JJ/MM/AAAA
Expérience de conduite :
Trajet : domicile-travail domicile-école
loisir courses travail autre:

4. TOXICOLOGIE

Prélèvement sang : oui non
Si non, raison :
Prélèvement urinaire : oui non
Si non, raison :
Heure du pv sanguin : HH:MM:SS
Heure du pv urinaire : HH:MM:SS

DEPISTAGE	DOSAGE
Alcool (éthanol)	
CPG :g/l	
Stupéfiants	
EMIT: + ou -	CPG (ng/l)
THC = .....	.....
MOR = .....	.....
AMP = .....	.....
COC = .....	.....
Médicaments	
EMIT: + ou -	
BZD = .....	.....
BAR = .....	.....
ADT = .....	.....

II. L'ACCIDENT

- Date et heure de l'accident : J J M M A A H H M M
- Lieu précis de l'accident :
- Catégorie de voie : Route nationale Route départementale Route urbaine ou communale
Route urbaine Autre (préciser) :
- Antagoniste (directement en contact avec la victime et/ou son véhicule) :
Piéton Vélo Cyclomoteur Motocyclette VU 4 x 4 PL seul (1.5-3 tonnes)
PL seul (PTAC > 7.5 tonnes) PL + remorque Minicar/Bus Obstacle fixe
Véhicule en stationnement Autre (préciser) :
- Y a-t-il eu d'autres victimes ? oui combien ? : non nsp
- Si passager blessé, le conducteur a-t-il été blessé ? : oui non nsp



Annexe 4 : Lexique / Définition des variables Etude ASMA-CI

- Fiche n°** : numéro de la fiche d'enquête – pré numérotation
Date : format JJ/MM/AA – date de renseignement du questionnaire
C.H.U. : nom du site d'enquête, nom du Centre Hospitalier Universitaire
Enquêteur : nom de l'enquêteur qui renseigne le questionnaire

CHAPITRE I : LA VICTIME

SECTION 1 : IDENTIFICATION DU PATIENT

- Nom** : nom de famille, patronyme de la victime
Prénom(s) : prénom(s) de la victime
Date de naissance : format JJ/MM/AAAA ou à défaut l'**âge de la victime**
Sexe : genre de la victime, masculin (homme) ou féminin (femme)
Lieu de résidence : quartier, secteur, commune, district, ville de résidence de la victime
Téléphone : numéro de téléphone fixe ou portable de la victime pour complément d'information
Catégorie socio-professionnelle : six modalités + autre profession (texte)

SECTION 2 : PROFIL DE L'USAGER

- Type d'usager** : piéton ou utilisant un moyen de locomotion parmi les 8 modalités citées
Position dans le véhicule : la position de la victime dans le véhicule lors de l'accident
Catégorie de permis : la catégorie de permis de conduire de la victime (y compris passager et piéton)
Date d'obtention du permis : date d'obtention du permis format JJ/MM/AA ou à défaut la durée
Expérience de conduite : quatre modalités pour l'expérience de conduite (aucune, occasionnel, régulier, professionnel)
Trajet : la nature du trajet de la victime au moment de l'accident, 5 modalités + autre (texte)

SECTION 3 : EXAMEN CLINIQUE

- Date et heure d'admission** : date format JJ/MM/AA et heure d'admission urgences format HH/MM
Constantes physiologiques (RTS) : Constantes physiologiques mesurées sur la victime lors de l'examen clinique le plus tôt possible après l'admission. Nécessaire pour la détermination du score RTS (Revised Trauma Score) : **Echelle physiologique (de 0 à 8)** permettant d'apprécier la gravité du traumatisme et la probabilité de survie de la victime.
Siège de la ou des lésions : Siège de la lésion/traumatisme en fonction des 9 territoires décrits dans la classification AIS (Abbreviated Injury Scale) : tête, face, cou, thorax, abdomen, rachis, membres inférieurs, supérieurs, surface externe.

Description précise de(s) lésion(s) : Description de la typologie de la lésion et attribution d'un score pour l'AIS. L'AIS permet l'**évaluation anatomique des traumatismes** sur une échelle de **1 à 6**.

Devenir de la victime : la victime a-t-elle été libéré sans soins (Exeat), Hospitalisée ou décédée à la suite de son admission pour AVP aux urgences.

SECTION 4 : TOXICOLOGIE

Test éthylométrique : le test à l'éthylomètre a-t-il été pratiqué sur la victime oui ou non ?

Prélèvement sang : un prélèvement de sang sur tube EDTA a-t-il été effectué oui ou non ?

Prélèvement urinaire : un prélèvement d'urine dans un pot à urine a-t-il été effectué oui ou non ?

Heure du pv sanguin : si le prélèvement de sang a été effectué, à quelle heure a-t-il eu lieu ?

Heure du pv urinaire : si le prélèvement d'urine a été effectué, à quelle heure a-t-il eu lieu ?

Tableau des résultats d'analyse toxicologique : résultat du test éthylométrique et heure du test

La suite du tableau est réservée aux toxicologues chargés du dépistage et dosage des substances

CHAPITRE II : L'ACCIDENT

Date et heure de l'accident : date et heure approximative de l'accident selon la victime, les parents de la victime ou l'accompagnateur

Lieu précis de l'accident : quartier, secteur, commune, district et nom de la voie (autoroute, route)

Catégorie de voie : selon le décret de classification des voies du Ministère des Transports de la République de Côte d'Ivoire (voir document en annexe)

Antagoniste : il s'agit de la partie adverse directement en contact avec la victime et/ou son véhicule

Y a-t-il eu d'autres victimes ?: **oui** ou **non**, selon les dires de la victimes. Si oui préciser le nombre de victimes. Si l'information n'est pas disponible, cocher **nsp** (ne sais pas)

Si passager blessé, le conducteur a-t-il été blessé ?: si la victime reçue aux urgences est un passager, lui demander si à sa connaissance le chauffeur du véhicule a été blessé dans le même accident. Réponses possibles : **oui**, **non** ou **nsp** (ne sais pas)

Annexe 5: Formulaire de constat d'accident de la circulation routière de la Préfecture de Police

REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE
 MINISTERE DE LA SECURITE
 PREFECTURE DE POLICE
 D' _____

COMMISSARIAT
 DE POLICE

CONSTAT D'ACCIDENT

d' _____
 N° _____
 mention _____
 N° _____

DATE : _____ HEURE : _____ LIEU : _____

NATURE DE L'ACCIDENT : _____

1° - VEHICULE N° _____ **MARQUE :** _____ **TYPE :** _____

Etat général apparent : neuf - très bon - bon - moyen - passable - médiocre - mauvais.
 Pneumatiques : gravures très apparentes - état moyen - pneus lisses.

Conducteur M. _____ né le _____ à _____

Fils de _____ et de _____

Profession : _____ Domicile : _____

Permis de conduire n° _____ délivré le _____ à _____

Catégorie : _____ valable jusqu'au _____

Propriétaire M. _____

Boîte Postale : _____ Tel. : _____

Assurance : _____ Valable du _____ au _____

Police n° _____ Dégâts _____

2° - VEHICULE N° _____ **MARQUE :** _____ **TYPE :** _____

Etat général apparent : neuf - très bon - bon - moyen - passable - médiocre - mauvais.
 Pneumatiques : gravures très apparentes - état moyen - pneus lisses.

Conducteur M. _____ né le _____ à _____

Fils de _____ et de _____

Profession : _____ Domicile : _____

Permis de conduire n° _____ délivré le _____ à _____

Catégorie : _____ valable jusqu'au _____

Propriétaire M. _____

Boîte Postale : _____ Tel. : _____

Assurance : _____ Valable du _____ au _____

Police n° _____ Dégâts _____

VICTIME :

Nom et Prénoms : _____ Age : _____

Fils de _____ et de _____

Lieu de naissance : _____ Profession : _____

Boîte Postale : _____

Blessures : _____

Passager du véhicule n° _____ Non passager _____

TEMOINS :

M. _____ Age : _____ Profession : _____

Domicile _____ Non passager - passager : _____

M. _____ Age : _____ Profession : _____

Domicile _____ Non passager - passager : _____

ETAT DES LIEUX :

VISIBILITE : Aube - jour - crépuscule - nuit - temps clair - sombre - soleil vif - couchant - forte pluie - fine pluie - brouillard.

Eclairage public : efficace - éblouissant - faible inexistant - zone d'ombre.

Obstacle à la visibilité : arbres - constructions - angles dégagés.

CHAUSSEE : goudronnée - sablée - bon état - mauvais état - sèche - mouillée - glissante - boueuse - gravillonnée.

Déclivité :

Largeur :

TRACE DE FREINAGE :

Voiture n° Longueur :

Voiture n° Longueur :

DECLARATIONS DES PARTIES :

DECLARATIONS DES TEMOINS :

CIRCONSTANCES :

INFRACTIONS RELEVÉES :

FONCTIONNAIRE CONSTATATEUR :

Nom et Prénoms :

Grade :

Matricule :

Signature,

PLAN DES LIEUX :

Constat délivré le.....

à M.

Reçu n°.....

Fait à....., le..... 20.....

Annexe 6 : Fiche d'extraction de données à partir des procès-verbaux de la police et de la gendarmerie

I. IDENTIFICATION DU PROCES VERBAL

Préfecture de Police : NumPV1 :

Commissariat de Police/Brigade de Gendarmerie :

II. INFORMATIONS SUR L'ACCIDENT

Date et heure de l'accident : JJ/MM/AAAA HH/MM

Lieu précis de l'accident :

Zonage : Agglomération Hors agglomération

Antagoniste (directement en contact avec la victime et/ou son véhicule) :

Vélo Mobylette Moto Voiture 4x4 Poids Lourd Minicar/Bus

Obstacle fixe Véhicule en stationnement Autre.....

III. IDENTIFICATION DES PERSONNES IMPLIQUEES DANS L'ACCIDENT

Code ASMA : 00.....

Nom : Prénoms :

Date de naissance /Age :

Profession : Domicile :

Type d'usager : *Conducteur Piéton

Catégorie de permis : A B C D E F BCDE

Date d'obtention du permis : JJ/MM/AAAA

Propriétaire du véhicule* : oui non

IV. CIRCONSTANCES DE L'ACCIDENT

1. L'Etat du véhicule

• Catégorie de véhicule :

• Etat général : neuf bon moyen mauvais

• Etat pneumatiques : neufs bons moyens mauvais

• Visite technique à jour : oui non nsp

• Assurance à jour : oui non nsp

2. L'Etat du réseau routier

• Visibilité : Jour Crépuscule Nuit avec éclairage Nuit sans éclairage

Beau temps Pluie fine Forte pluie Brouillard/vent

• Chaussée : bonne bitumée mouillée dégradée gravillonnée

• Intersection : en intersection hors intersection passage a niveau

• Profil en long: plat sommet de cote

• Tracé en plan : ligne droite virage chaussée rétrécie

3. Infraction au code de la route : oui non

Préciser l'infraction :

4. Manœuvre d'évitement : oui non

5. Victimes (nombre): Blessées Tuées Indemnes

IV. RESPONSABILITE (selon les témoins et l'agent de constat)

Témoïn : responsable partiellement responsable non responsable

Agent de Constat : responsable partiellement responsable non responsable

Annexe 7 : Fiches de requête de matériel de prélèvements sanguins et urinaires pour l'étude ASMA-CI

<u>FICHE DE REQUÊTE DE MATERIEL DE PRELEVEMENT</u>	
<u>ETUDE ASMA-CI</u>	
<u>PATIENT :</u>	
TUBE VIOLET	01 EO
GANTS PROPRES	01 PAIRE
POT A URINE	01EO
AIGUILLE DE PRELEVEMENT	01EO
ETIQUETTE D'IDENTIFICATION	01EO
CACHET ET SIGNATURE DU MEDECIN	

<u>FICHE DE REQUÊTE DE MATERIEL DE PRELEVEMENT</u>	
<u>ETUDE ASMA-CI</u>	
<u>PATIENT :</u>	
TUBE VIOLET	01 EO
GANTS PROPRES	01 PAIRE
POT A URINE	01EO
AIGUILLE DE PRELEVEMENT	01EO
ETIQUETTE D'IDENTIFICATION	01EO
CACHET ET SIGNATURE DU MEDECIN	

<u>FICHE DE REQUÊTE DE MATERIEL DE PRELEVEMENT</u>	
<u>ETUDE ASMA-CI</u>	
<u>PATIENT :</u>	
TUBE VIOLET	01 EO
GANTS PROPRES	01 PAIRE
POT A URINE	01EO
AIGUILLE DE PRELEVEMENT	01EO
ETIQUETTE D'IDENTIFICATION	01EO
CACHET ET SIGNATURE DU MEDECIN	

<u>FICHE DE REQUÊTE DE MATERIEL DE PRELEVEMENT</u>	
<u>ETUDE ASMA-CI</u>	
<u>PATIENT :</u>	
TUBE VIOLET	01 EO
GANTS PROPRES	01 PAIRE
POT A URINE	01EO
AIGUILLE DE PRELEVEMENT	01EO
ETIQUETTE D'IDENTIFICATION	01EO
CACHET ET SIGNATURE DU MEDECIN	

<u>FICHE DE REQUÊTE DE MATERIEL DE PRELEVEMENT</u>	
<u>ETUDE ASMA-CI</u>	
<u>PATIENT :</u>	
TUBE VIOLET	01 EO
GANTS PROPRES	01 PAIRE
POT A URINE	01EO
AIGUILLE DE PRELEVEMENT	01EO
ETIQUETTE D'IDENTIFICATION	01EO
CACHET ET SIGNATURE DU MEDECIN	

<u>FICHE DE REQUÊTE DE MATERIEL DE PRELEVEMENT</u>	
<u>ETUDE ASMA-CI</u>	
<u>PATIENT :</u>	
TUBE VIOLET	01 EO
GANTS PROPRES	01 PAIRE
POT A URINE	01EO
AIGUILLE DE PRELEVEMENT	01EO
ETIQUETTE D'IDENTIFICATION	01EO
CACHET ET SIGNATURE DU MEDECIN	

<u>FICHE DE REQUÊTE DE MATERIEL DE PRELEVEMENT</u>	
<u>ETUDE ASMA-CI</u>	
<u>PATIENT :</u>	
TUBE VIOLET	01 EO
GANTS PROPRES	01 PAIRE
POT A URINE	01EO
AIGUILLE DE PRELEVEMENT	01EO
ETIQUETTE D'IDENTIFICATION	01EO
CACHET ET SIGNATURE DU MEDECIN	

<u>FICHE DE REQUÊTE DE MATERIEL DE PRELEVEMENT</u>	
<u>ETUDE ASMA-CI</u>	
<u>PATIENT :</u>	
TUBE VIOLET	01 EO
GANTS PROPRES	01 PAIRE
POT A URINE	01EO
AIGUILLE DE PRELEVEMENT	01EO
ETIQUETTE D'IDENTIFICATION	01EO
CACHET ET SIGNATURE DU MEDECIN	

Annexe 8 : Procédure d'acquisition du matériel pour les victimes d'accident de la voie publique



ALCOOL, STUPEFIANTS, MEDICAMENTS ET ACCIDENTS DE LA ROUTE EN COTE D'IVOIRE : ETUDE ASMA-CI

SITE 1 : URGENCES CHIRURGICALES/CHU DE YOPOUGON

PROCEDURE D'ACQUISITION DU MATERIEL POUR LES VICTIMES D'ACCIDENTS DE LA ROUTE

1- MATERIEL DISPONIBLE POUR L'ETUDE

- **Kit de prélèvement**
 - 1 Tube EDTA
 - 1 Pot à urine
 - 1 Aiguille
 - 1 paire de gants
- **Matériel de mesure**
 - 1 Ethylomètre
 - 1 Tensiomètre
- **Matériel de collecte de données**
 - Questionnaire ASMA-CI

2- PROCEDURE DE REQUETE DE MATERIEL

- **Questionnaire** : disponible aux *urgences*, au *bureau de la surveillante d'unité* et à la *Pharmacie des urgences*
- **Matériel de prélèvement**
 - Les *fiches de requête de matériel* sont mises à la disposition de l'équipe médicale
 - Les *kits de prélèvements* seront délivrés par la Pharmacie des urgences sur présentation de la fiche de requête de matériel
- **Tensiomètre et Ethylomètre**
 - Un tensiomètre et un éthylomètre seront mis à la disposition du médecin/Interne par la Pharmacie des urgences dans le cadre de l'étude
 - Un *cahier de suivi du matériel* devra être rempli par le médecin/Interne à chaque sortie et retour du matériel
 - Les renseignements suivants doivent figurer sur le cahier de suivi :
 - ⇒ *Noms et Prénoms*
 - ⇒ *Qualité*
 - ⇒ *Matériel*
 - ⇒ *Date et heure de sortie*
 - ⇒ *Date et heure de retour*
 - ⇒ *Emargement*

Le Responsable de la Pharmacie

Annexe 9 : Masque de saisie des données hospitalières pour les victimes survivantes (Étude ASMA-CI)

PAGE DE SAISIE DES DONNÉES DE LA VICTIME SURVIVANTE																															
FICHE N°00	DATE (collecte informations) : / / 2015 C.H.U. ENQUÊTEUR :																														
LA VICTIME																															
1. IDENTIFICATION DU PATIENT : Nom : <input type="text"/> Prénoms : <input type="text"/> Date de naissance : / / Age : ans Sexe : <input type="text"/> Lieu de résidence : <input type="text"/> Téléphone : <input type="text"/> Catégorie socioprofessionnelle : <input type="text"/>	2. PROFIL DE L'USAGER : Type d'usager : <input type="text"/> Place dans véhicule : <input type="text"/> Cocher si la victime n'a AUCUN permis de conduire : <input type="radio"/> Catégorie de permis et date d'obtention A : <input type="text"/> date : / / B : <input type="text"/> date : / / C : <input type="text"/> date : / / D : <input type="text"/> date : / / E : <input type="text"/> date : / / F : <input type="text"/> date : / / BCDE : <input type="text"/> date : / / Expérience de conduite : <input type="text"/> Trajet : <input type="text"/> Equipements de sécurité : Port de ceinture : <input type="radio"/> oui <input type="radio"/> non <input type="radio"/> ne sait pas <input type="radio"/> sans objet Port de casque : <input type="radio"/> oui <input type="radio"/> non <input type="radio"/> ne sait pas <input type="radio"/> sans objet																														
3. EXAMEN CLINIQUE Date et heure d'admission : / / 2015 : Constantes physiologiques (RTS) : Score de Glasgnw : <input type="text"/> TA systolique : mmHg Fréquence respiratoire : cycles/min Cliquez pour préciser le nombre de lésions à décrire Devenir de la victime : Exeat : <input type="text"/> Hospitalisation : <input type="text"/> Décès : 2-NON	4. TOXICOLOGIE : Test éthylométrique : <input type="text"/> Prélèvement sang : <input type="text"/> Prélèvement urinaire : <input type="text"/> I heure du pv sanguin : : Heure du pv urinaire : : <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">DEPISTAGE</th> <th style="width: 50%;">DOSAGE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center; background-color: #ffff00;">Alcool (éthanol)</td> </tr> <tr> <td>Ethylomètre :</td> <td>CPG :</td> </tr> <tr> <td>Heure : : Test 1 = g/l</td> <td><input type="text"/> g/l</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center; background-color: #ffff00;">Stupéfiants</td> </tr> <tr> <td>EMIT : (+ ou -)</td> <td>CPG (ng/l)</td> </tr> <tr> <td>THC : <input type="text"/></td> <td>thc <input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>MOR : <input type="text"/></td> <td>mor <input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>AMP : <input type="text"/></td> <td>amp <input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>COC : <input type="text"/></td> <td>coc <input type="text"/></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center; background-color: #ffff00;">Médicaments</td> </tr> <tr> <td>EMIT : (+ ou -)</td> <td>CPG (ng/l)</td> </tr> <tr> <td>BZD : <input type="text"/></td> <td>bzd <input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>BAR : <input type="text"/></td> <td>bar <input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>ADT : <input type="text"/></td> <td>adt <input type="text"/></td> </tr> </tbody> </table>	DEPISTAGE	DOSAGE	Alcool (éthanol)		Ethylomètre :	CPG :	Heure : : Test 1 = g/l	<input type="text"/> g/l	Stupéfiants		EMIT : (+ ou -)	CPG (ng/l)	THC : <input type="text"/>	thc <input type="text"/>	MOR : <input type="text"/>	mor <input type="text"/>	AMP : <input type="text"/>	amp <input type="text"/>	COC : <input type="text"/>	coc <input type="text"/>	Médicaments		EMIT : (+ ou -)	CPG (ng/l)	BZD : <input type="text"/>	bzd <input type="text"/>	BAR : <input type="text"/>	bar <input type="text"/>	ADT : <input type="text"/>	adt <input type="text"/>
DEPISTAGE	DOSAGE																														
Alcool (éthanol)																															
Ethylomètre :	CPG :																														
Heure : : Test 1 = g/l	<input type="text"/> g/l																														
Stupéfiants																															
EMIT : (+ ou -)	CPG (ng/l)																														
THC : <input type="text"/>	thc <input type="text"/>																														
MOR : <input type="text"/>	mor <input type="text"/>																														
AMP : <input type="text"/>	amp <input type="text"/>																														
COC : <input type="text"/>	coc <input type="text"/>																														
Médicaments																															
EMIT : (+ ou -)	CPG (ng/l)																														
BZD : <input type="text"/>	bzd <input type="text"/>																														
BAR : <input type="text"/>	bar <input type="text"/>																														
ADT : <input type="text"/>	adt <input type="text"/>																														

IDENTIFIANT DE LA VICTIME DANS LA BASE ASMA-CI : **ASMA00930**

L'ACCIDENT

Vous n'avez pas saisi la position dans le véhicule de la victime. S'il s'agit d'un oubli, cliquez pour revenir à la page de la saisie de la victime

Retour

Date et heure de l'accident : / / 2015 :

Lieu précis de l'accident :

Catégorie de voie :

Antagoniste :
(directement en contact avec la victime et/ou son véhicule)

Y a -t-il eu d'autres victimes? oui non ne sait pas

FinSaisieAccident

Annexe 10 : Masque de saisie des données pour victimes décédées recrutées à l'Institut de Médecine Légale d'Abidjan (Etude ASMA-CI)

PAGE DE SAISIE DES DONNÉES DE LA VICTIME DÉCÉDÉE																													
FICHE N°00	DATE (collecte informations) : / / 2015 C.H.U. : IML ENQUÊTEUR :																												
LA VICTIME																													
1. IDENTIFICATION DU PATIENT : Nom : <input type="text"/> Prénoms : <input type="text"/> Date de naissance : / / Age : ans Sexe : <input type="text"/> Lieu de résidence : <input type="text"/> Catégorie socioprofessionnelle : <input type="text"/>	2. PROFIL DE L'USAGER : Type d'usager : <input type="text"/> Place dans véhicule : <input type="text"/> Cocher si la victime n'a AUCUN permis de conduire : <input type="checkbox"/> Catégorie de permis et date d'obtention A : <input type="text"/> date : / / B : <input type="text"/> date : / / C : <input type="text"/> date : / / D : <input type="text"/> date : / / E : <input type="text"/> date : / / F : <input type="text"/> date : / / BCDE : <input type="text"/> date : / / Expérience de conduite : <input type="text"/> Trajet : <input type="text"/> Equipements de sécurité : Port de ceinture : <input type="radio"/> oui <input type="radio"/> non <input type="radio"/> ne sait pas <input type="radio"/> sans objet Port de casque : <input type="radio"/> oui <input type="radio"/> non <input type="radio"/> ne sait pas <input type="radio"/> sans objet																												
3. EXAMEN CLINIQUE Date et heure du décès : / / 2015 : Date et heure de l'autopsie : / / 2015 : <input type="button" value="Cliquez pour préciser le nombre de lésions à décrire"/>	4. TOXICOLOGIE : Prélèvement sang : <input type="text"/> Prélèvement urinaire : <input type="text"/> Heure du pv sanguin : : Heure du pv urinaire : : <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">DEPISTAGE</th> <th style="width: 50%;">DOSAGE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center; background-color: #ffff00;">Alcool (éthanol)</td> </tr> <tr> <td colspan="2">CPG : <input type="text"/> g/l</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center; background-color: #ffff00;">Stupéfiants</td> </tr> <tr> <td>EMIT : (+ ou -)</td> <td>CPG (ng/l)</td> </tr> <tr> <td>THC : <input type="text"/></td> <td>thc <input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>MOR : <input type="text"/></td> <td>mor <input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>AMP : <input type="text"/></td> <td>amp <input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>COC : <input type="text"/></td> <td>coc <input type="text"/></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center; background-color: #ffff00;">Médicaments</td> </tr> <tr> <td>EMIT : (+ ou -)</td> <td>CPG (ng/l)</td> </tr> <tr> <td>BZD : <input type="text"/></td> <td>bzd <input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>BAR : <input type="text"/></td> <td>bar <input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>ADT : <input type="text"/></td> <td>adt <input type="text"/></td> </tr> </tbody> </table>	DEPISTAGE	DOSAGE	Alcool (éthanol)		CPG : <input type="text"/> g/l		Stupéfiants		EMIT : (+ ou -)	CPG (ng/l)	THC : <input type="text"/>	thc <input type="text"/>	MOR : <input type="text"/>	mor <input type="text"/>	AMP : <input type="text"/>	amp <input type="text"/>	COC : <input type="text"/>	coc <input type="text"/>	Médicaments		EMIT : (+ ou -)	CPG (ng/l)	BZD : <input type="text"/>	bzd <input type="text"/>	BAR : <input type="text"/>	bar <input type="text"/>	ADT : <input type="text"/>	adt <input type="text"/>
DEPISTAGE	DOSAGE																												
Alcool (éthanol)																													
CPG : <input type="text"/> g/l																													
Stupéfiants																													
EMIT : (+ ou -)	CPG (ng/l)																												
THC : <input type="text"/>	thc <input type="text"/>																												
MOR : <input type="text"/>	mor <input type="text"/>																												
AMP : <input type="text"/>	amp <input type="text"/>																												
COC : <input type="text"/>	coc <input type="text"/>																												
Médicaments																													
EMIT : (+ ou -)	CPG (ng/l)																												
BZD : <input type="text"/>	bzd <input type="text"/>																												
BAR : <input type="text"/>	bar <input type="text"/>																												
ADT : <input type="text"/>	adt <input type="text"/>																												

IDENTIFIANT DE LA VICTIME DANS LA BASE ASMA-CI : **ASMA00930**

L'ACCIDENT

Vous n'avez pas saisi la position dans le véhicule de la victime. S'il s'agit d'un oubli, cliquez pour revenir à la page de la saisie de la victime

Retour

Date et heure de l'accident : / / 2015 :

Lieu précis de l'accident :

Catégorie de voie :

Antagoniste :
(directement en contact avec la victime et/ou son véhicule)

Y a-t-il eu d'autres victimes? oui non ne sait pas

FinSaisieAccident

Annexe 11 : Résultats des calculs de la limite de détection (LOD) et la limite de quantification (LOQ) sous Excel 2010

	fonction "pente"	pente (M)	0,74240824		fonction "droitereg"	
	fonction "ordonee.origine"	intercept	0,0050254		0,74240824	0,0050254
	fonction "coefficient.determination"	Rsq	0,99948477		0,00386705	0,00841409
		SD pente	0,0050254		0,99948477	0,02089743
		SD intercept	0,00841409			
		S / M	0,01133351			
		LOD (SSC)	0,0374006			
		LOQ (SSC)	0,11333514			
		LOD alcool	0,04360834		LIMITE DE DETECTION	
		LOQ alcool	0,14588972		LIMITE DE QUANTIFICATION	

Annexe 12 : Formule de calculs de la concentration d'éthanol dans les échantillons sanguins

Solution mère de N-propanol (SM): 4 g/L

Solution de déprotéinisation : 0,3636 g/L soit 0,3636 mg/mL

0,3636 mg N-propanol —————> 1 mL TCA-EI

0,1818 mg N-propanol —————> 500 µL TCA-EI

0,1818 mg N-propanol —————> 750 µL TCA-EI

0,2424 µg N-propanol —————> 1µL TCA-EI (volume d'injection)

$$[CEch/CEI] = [(AireEch/AireEI) - 0,0005] / 0,7424$$

$$CEch = [[(AireEch/AireEI) - 0,0005] / 0,7424] \times CEI$$

CEch en µg d'éthanol —————> 1µL (volume d'injection)

CEch x 750 en µg d'éthanol —————> 750 µL PE + TCA-EI

CEch x 750 en µg d'éthanol —————> 250 µL PE (sang total)

(CEch x 750)/250 en µg d'éthanol —————> 1 µL (ou en g d'éthanol par litre de sang)

AN :

CEI = 0,2424 µg/µL dans le volume d'injection

TCA-EI : Solution de déprotéinisation

CEch : Concentration de l'échantillon en éthanol dans le volume d'injection

CEI : Concentration en N-propanol dans le volume d'injection

AireECH : Surface du pic pour l'échantillon

AireEI : Surface du pic pour l'étalon interne

Annexe 13 : Communication orale au IX^{ème} Colloque Scientifique de Biologie,
Santé Publique et Sciences Pharmaceutiques (livre des résumés)

IX^{ème} Colloque
de Biologie, Santé Publique et Sciences
Pharmaceutiques

Abidjan, 17 et 18 juillet 2014
UFR Sciences pharmaceutiques et Biologiques

Thème

PLACE DE LA RECHERCHE DANS
LE DEVELOPPEMENT SOCIAL & SANITAIRE

LIVRE DES RÉSUMÉS

www.ufrspb.ci
colloque@ufrspb.ci

ACCIDENTS DE LA VOIE PUBLIQUE, DEGRE D'ALCOOLISATION ET USAGE DE STUPEFIANTS CHEZ LES VICTIMES SURVIVANTES OU DECEDEES ADMISES AUX URGENCES DU C.H.U. DE YOPOUGON ET A L'IMLA

Aïssata Diakite^{1,2}, Blandine Gadegbeku², Sébastien D. Dano¹, Hélène Yapo-Etté³, Anglade K. Malan⁴, Bernard Laumon².

1. *Laboratoire de Toxicologie et Hygiène Agro-Industrielle (LTHA), Département de Santé Publique, Hydrologie et Toxicologie – UFR Sciences Pharmaceutiques – Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan Cocody, B.P. V34, Côte d'Ivoire*
2. *Université de Lyon, F-69622, France : IFSITAR, UMRESTE, UMR 9405, F-69675 Bron ; Université Lyon 1, F-69373 Lyon*
3. *Unité de Médecine Légale d'Abidjan, Département de Médecine du Travail, Médecine Légale et Toxicologie, UFR Sciences Médicales, Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan, 22 B.P. 1066 Abj 22, Côte d'Ivoire*
4. *Laboratoire de Chimie Analytique, Chimie Minérale et Chimie Générale, UFR Sciences Pharmaceutiques – Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan Cocody, B.P. V34, Côte d'Ivoire*

Introduction: En Côte d'Ivoire, l'abus de substances psychoactives licites ou illicites dans la population générale constitue un véritable problème sanitaire et social. Toutefois, l'implication de ces substances dans les Accidents de la Voie Publique (AVP) n'a jamais fait l'objet d'étude systématique. L'objectif de notre étude était d'estimer la prévalence de sujets sous l'influence de l'alcool au moment de l'AVP et de rapporter l'usage de substances psychoactives parmi différentes catégories de victimes et circonstances d'AVP.

Méthodes: Nous avons conduit une étude transversale incluant 893 victimes impliquées dans des AVP mortels ou non mortels et admises aux Urgences du CHU de Yopougon ou à l'IMLA, de Mars à Septembre 2012. Des dosages de l'alcoolémie par CPG-FID et des dépistages de substances psychoactives par méthode immunoenzymatique EMIT ont été réalisés. Ces données toxicologiques ont été couplées aux données hospitalières, médico-légales et aux procès-verbaux d'AVP des victimes. L'alcoolémie au moment de l'AVP a été estimée par extrapolation rétrograde.

Résultats: L'alcoolémie moyenne chez les victimes positives à l'alcool était élevée, suggérant une consommation excessive d'alcool avant l'accident : conducteurs (1,9 g/L), piétons (2,1 g/L) et passagers (1,5 g/L). La prévalence d'usager sous l'influence de l'alcool (alcoolémie > 0,8 g/L) au moment de l'accident était significativement plus élevée chez les conducteurs de quatre-roues (41%) et de deux roues (27%) par rapport aux piétons (17%) et passagers (13%). Plus de 75% des victimes alcoolisées présentaient une alcoolémie supérieure à la limite légale en Côte d'Ivoire. L'usage de substances psychoactives était deux fois supérieur chez les conducteurs sous l'influence de l'alcool par rapport aux conducteurs sobres.

Conclusion: La forte prévalence de conducteurs sous l'influence de l'alcool interpelle les autorités sur l'urgence de la mise en place d'un dispositif efficace de contrôle de la conduite sous l'influence de l'alcool. En outre, le "binge drinking" est un phénomène émergent qui doit être pris en compte dans les politiques de sécurité routière en Côte d'Ivoire.

Annexe 14 : Profils de consommation de l'alcool en Côte d'Ivoire (Données de l'OMS, 2012)

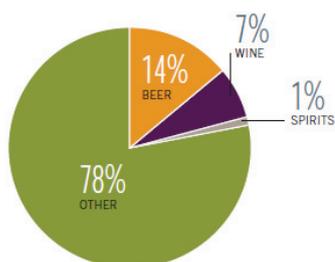
Côte d'Ivoire

SOCIOECONOMIC CONTEXT

Total population: 18 914 000 > Population 15+ years: 59% > Population in urban areas: 45% > Income group (World Bank): Low income

Data source: United Nations, data range 1990–2006.

RECORDED ADULT (15+) ALCOHOL CONSUMPTION BY TYPE OF ALCOHOLIC BEVERAGE (IN % OF PURE ALCOHOL), 2005



Beer includes malt beers. Wine includes wine made from grapes. Spirits include all distilled beverages. Other includes one or several other alcoholic beverages, such as fermented beverages made from sorghum, maize, millet, rice, or cider, fruit wine, fortified wine, etc.

Adult (15+) per capita consumption, average 2003–2005 (in litres of pure alcohol):

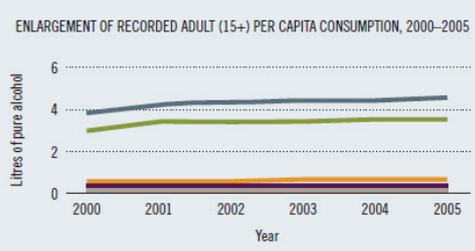
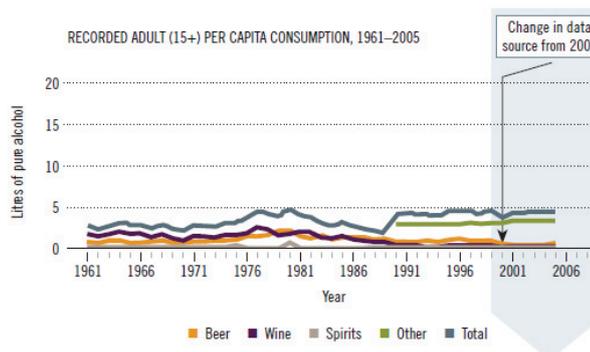
Recorded	4.5
Unrecorded	2.0
Total	6.5
WHO African Region	6.2

Robust estimate of five-year change in recorded adult (15+) per capita consumption, 2001–2005:

INCREASE
 > **STABLE**
 DECREASE
 INCONCLUSIVE

ALCOHOL CONSUMPTION

Population data (refer to the population 15 years and older and are in litres of pure alcohol).



PATTERNS OF DRINKING

ABSTAINERS (15+ years), 2003			
	Males	Females	Total
Lifetime abstainers	52.0%	73.0%	62.2%
Former drinkers	13.3%	14.8%	14.1%
Abstainers*	65.3%	87.8%	76.3%

* Persons who did not drink in the past 12 months.

DRINKERS ONLY	
Adult (15+ years) per capita consumption*, total	27.29
Adult (15+ years) per capita consumption*, males	31.00
Adult (15+ years) per capita consumption*, females	16.49
Heavy episodic drinkers** (15–85+ years), males, 2003	24.9%
Heavy episodic drinkers** (15–85+ years), females, 2003	6.9%

* (Recorded + unrecorded) in litres of pure alcohol, average 2003–2005.

** Had at least 60 grams or more of pure alcohol on at least one occasion weekly.

PATTERNS OF DRINKING SCORE

Patterns of drinking score* LEAST RISKY 1 2 3 4 5 MOST RISKY

* Given the same level of consumption, the higher the patterns of drinking score, the greater the alcohol-attributable burden of disease for the country.

HEALTH CONSEQUENCES

MORBIDITY		
Prevalence estimates (12-month prevalence for 2004):	Males	Females
Alcohol use disorders (15+ years)	0.80%	0.08%

ALL CAUSE MORTALITY

Age-standardized deaths rates, 15+ years (per 100,000 population)												
	2000		2001		2002		2003		2004		2005	
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
Liver cirrhosis	No information available											
Road traffic accidents (I)	No information available											

Data source: WHO Mortality Database, data as reported by countries (I) refer to transport accidents.

ALCOHOL POLICY

Excise tax on beer / wine / spirits	Yes / Yes / Yes
National legal minimum age for off-premise sales of alcoholic beverages (selling) (beer / wine / spirits)	18 / 18 / 18
National legal minimum age for on-premise sales of alcoholic beverages (serving) (beer / wine / spirits)	18 / 18 / 18
Restrictions for on/off-premise sales of alcoholic beverages:	
Time (hours and days) / location (places and density)	No / No
Specific events / intoxicated persons / petrol stations	Yes / Yes / No
National maximum legal blood alcohol concentration (BAC) when driving a vehicle (general / young / professional), in %	0.08 / 0.08 / 0.08
Legally binding regulations on alcohol advertising / product placement	Yes / Yes
Legally binding regulations on alcohol sponsorship / sales promotion	No / No