



UMRESTTE

Université Claude Bernard



Lyon 1

Actualisation des principaux résultats de l'étude SAM - Stupéfiants et Accidents Mortels (ActuSAM)

Référence de la convention	DSCR/IFSTAR n° 2200868646
Date de notification	12 août 2014
Responsable du suivi pour la DSCR	Sophie Fégueux
Responsable du suivi de l'opération pour l'Ifsttar	Jean-Louis Martin
Date de livraison du rapport	24 octobre 2016
Auteurs	Jean-Louis MARTIN Blandine GADEGBEKU Dan WU Vivian VIALON Bernard LAUMON

Synthèse du projet ActuSAM :

Actualisation des principaux résultats de l'étude SAM - Stupéfiants et Accidents Mortels

Jean-Louis MARTIN, Blandine GADEGBEKU, Dan WU, Vivian VIALON, Bernard LAUMON

Entre 2001 et 2003, dans le cadre de la loi « Gayssot », tous les conducteurs impliqués dans un accident mortel "immédiat" survenu sur le territoire français ont fait l'objet d'une procédure de dépistage des stupéfiants. L'étude Stupéfiants et Accidents Mortels basée sur les données recueillies a permis de quantifier le sur-risque attaché à une conduite sous cannabis (Stupéfiants et accidents mortels (Projet SAM). Analyse Épidémiologique, Rapport OFDT / IFSTTAR, ISBN 978-2-11-128263-2). Elle a aussi permis de confirmer le rôle prédominant de l'alcool dans la survenue des accidents. Concernant les autres familles de stupéfiants, aucun sur-risque de responsabilité de l'accident n'a pu être mis en évidence, sans doute du fait d'une prévalence faible, et donc d'une puissance statistique insuffisante. Depuis 2003, le dépistage et le dosage des stupéfiants se sont poursuivis de manière systématique pour les conducteurs impliqués dans un accident mortel "immédiat" et de manière irrégulière pour les accidents corporels.

La présente recherche a pour objectif principal de « mettre à jour » les résultats de l'étude SAM, en effectuant le même type d'analyse sur les accidents mortels de l'année 2011 codés à partir des procès-verbaux dans le cadre du projet VOIESUR. Les données proviennent de l'analyse complète et de la codification minutieuse des procédures de Police-Gendarmerie numérisées et centralisées par l'organisme TransPV. Le cas échéant, les services de recueil ont été directement contactés pour fournir des éléments manquants importants, tels que les plans de l'accident, les photos des véhicules impliqués et les bilans lésionnels. La collecte a porté sur tous les accidents mortels et un vingtième des accidents corporels sur le territoire métropolitain pour l'année 2011. La base ainsi constituée inclut 4059 conducteurs impliqués dans les accidents mortels pour lesquels sont codées les informations telles que la configuration de l'accident, la situation accidentelle, la défaillance fonctionnelle humaine, les manœuvres des usagers avant l'accident, les collisions lors de l'accident ainsi que les conflits identifiés comme ayant eu un rôle dans la survenue de l'accident. Les informations sur les stupéfiants sont tirées de la lecture des "fiches F" sur lesquelles sont notées les informations sur le cannabis, les opiacés, les amphétamines et la cocaïne, avec indication du mode de recueil et de la concentration sanguine mesurée pour tous les conducteurs tués et pour les survivants en cas de positivité au test de détection.

L'estimation des paramètres d'intérêt est faite selon une étude en responsabilité. Le principe est de considérer comme facteur de responsabilité de l'accident tout comportement du conducteur qui a pu contribuer (directement) à la survenue de celui-ci. Cette définition exclut bien sûr les facteurs d'intérêt (alcool et stupéfiants) et ceux qui peuvent être liés à leur consommation (âge et sexe, par exemple). La responsabilité a été codée par les experts du projet Voiesur selon cinq modalités. Le groupe des responsables comprend les conducteurs considérés comme "totalement responsables", "plutôt responsables" ou "avec une responsabilité partagée". En effet, même si un accident se produit souvent à cause de la conjonction de plusieurs facteurs, la suppression de l'un de ces facteurs suffit, la plupart du temps, pour que l'accident ne se produise pas. Le groupe des responsables est ainsi constitué des conducteurs qui ont fait une erreur considérée comme nécessaire à la survenue de l'accident (et non suffisante). Le groupe des non responsables comprend les autres conducteurs considérés comme fortuitement impliqués dans les accidents, ayant eu la malchance d'être « au mauvais endroit au mauvais moment ». Si cette hypothèse d'implication fortuite dans l'accident est vérifiée, alors ces conducteurs peuvent être considérés comme proches de l'immense majorité des conducteurs qui circulent, sans accident, sur le réseau routier (du moins,

les plus proches, et d'ailleurs les seuls pour lesquels nous disposons des informations utiles à la présente étude). Ainsi construite à partir du concept de responsabilité, cette étude peut être considérée d'un point de vue épidémiologique comme une étude cas-témoins.

Le risque d'être responsable d'un accident mortel associé à la conduite sous cannabis est multiplié par 1,65 (estimé par l'Odds-Ratio OR), soit une valeur peu différente de celle estimée dans l'enquête SAM, 1,78. La proportion de conducteurs roulant sous l'emprise du cannabis apparaît également stable : 3,4 % dans la présente étude, 2,8 % dans SAM. Il en résulte que la part d'accidents mortels qui seraient évités en absence de l'exposition est estimée à 4,2 %, proche de celle estimée dans SAM, 4,3 %. Pour être précis, certains choix méthodologiques étaient différents dans l'enquête SAM, mais leur application à cette étude ne modifie que très peu les résultats présentés.

Concernant les autres substances psychotropes recherchées (hors alcool), les résultats confirment la rareté de l'exposition aux amphétamines et à la cocaïne, et l'impossibilité à partir de nos données de mettre en évidence des risques significatifs. En revanche, la conduite sous opiacés apparaît associée à un risque significatif, avec un OR ajusté à 2,2, une prévalence de 0,6 % et un risque attribuable estimé à 0,7 %. Le faible nombre de conducteurs sous influence, et le doute sur la réelle positivité à ces produits au moment de l'accident (parfois utilisés par les secours comme antalgiques) impliquent cependant une certaine prudence dans l'interprétation de ce résultat.

Comme pour l'étude SAM, l'OR associé à l'alcool est très élevé (17,8 pour l'OR moyen), avec un effet-dose marqué allant de 6,4 pour une dose comprise entre 0,5g/l et 0,8 g/l, et jusqu'à 44,4 au-delà de 2 g/l. Cet effet-dose était présent dans SAM mais l'effet moyen était estimé à 8,51. Au-delà des quelques différences de méthodologies entre les deux recherches (détaillées dans le rapport), il est probable que l'estimation plus haute pour la présente étude vient en partie de la spécificité plus grande de la détermination de la responsabilité, car les manœuvres inappropriées du conducteur ou les défaillances identifiées juste avant la collision sont plus systématiquement prises en compte qu'en employant la méthode de détermination utilisée dans SAM. Ces faits étant beaucoup plus souvent observés chez les conducteurs alcoolisés, le risque associé est de ce fait plus élevé. Il faut cependant noter que les risques attribuables correspondants sont très similaires : 27,7 % dans ActuSAM (31 % avec la méthode type SAM) et 31,5 % dans SAM. La part des accidents mortels qui seraient évités si aucun conducteur ne dépassait le seuil réglementaire d'alcool est toujours aussi élevée, puisque cette étude l'estime à 28 %. Il est finalement important de noter que parmi les conducteurs circulant sous influence du cannabis, un sur deux est également sous influence de l'alcool (alors que 20 % sous influence alcool sont aussi sous influence cannabis). Les risques se multipliant entre eux, le message sur la dangerosité particulière d'une consommation conjointe d'alcool et de stupéfiants, en particulier de cannabis, est toujours pertinent.

Contenu

Synthèse du projet ActuSAM :	3
Actualisation des principaux résultats de l'étude SAM - Stupéfiants et Accidents Mortels	3
1 Introduction.....	6
2 Objectifs.....	7
3 État des connaissances.....	7
4 Données.....	8
5 Méthode.....	10
5.1 Détermination de la responsabilité.....	10
5.2 Constitution des deux groupes à comparer	11
5.3 Mesures d'association	13
6 Résultats	14
6.1 Réalisation du dépistage et de la mesure des stupéfiants et de l'alcool	14
6.1.1 Cannabis	14
6.1.2 Amphétamines	15
6.1.3 Opiacés	16
6.1.4 Cocaïne	17
6.1.5 Alcool.....	17
6.2 Risque d'être responsable d'un accident mortel	18
6.3 Comparaison avec la méthode et les résultats de l'étude SAM.....	23
6.3.1 Rappel des principaux résultats de l'étude SAM.....	23
6.3.2 Analyse avec sélection du groupe témoin identique à celle de l'étude SAM	24
6.4 Risque d'être responsable d'un accident corporel.....	27
7 Discussion.....	29
8 Conclusion	34
9 Remerciements	34
10 Références.....	35
11 Annexe : Résultats complémentaires.....	37
11.1 Utilisation des non responsables impliqués dans un accident corporel comme témoins des responsables impliqués dans un accident mortel.....	37
11.2 Pondération des non responsables impliqués dans un accident mortel à l'aide des non responsables impliqués dans un accident corporel	38
11.3 Analyse avec ou sans tenir compte de l'appariement des accidents à deux véhicules	39

1 Introduction

Entre 2001 et 2003, dans le cadre de la loi « Gayssot », tous les conducteurs impliqués dans un accident mortel “immédiat” survenu sur le territoire français ont fait l’objet d’une procédure de dépistage des stupéfiants. Les données recueillies ont été incluses dans une étude épidémiologique d’ampleur nationale, l’étude stupéfiants et accidents mortels SAM (Laumon et al., 2005). Elle a permis de quantifier le sur-risque attaché à une conduite sous cannabis. Elle a aussi permis de confirmer le rôle prédominant de l’alcool dans la survenue des accidents. Concernant les autres familles de stupéfiants, aucun sur-risque de responsabilité de l’accident n’a pu être mis en évidence, sans doute du fait d’une prévalence faible, et donc d’une puissance statistique insuffisante. Par ailleurs, dans le cadre du projet européen Driving under the influence of drugs and medicines (DRUID), une analyse des données de l’étude SAM restreinte aux conducteurs de voiture a été réalisée. Les résultats obtenus confirment les sur-risques mis en évidence pour l’ensemble des conducteurs et permettent une comparaison au plan européen.

Depuis 2003, le dépistage et le dosage des stupéfiants se sont poursuivis de manière systématique pour les conducteurs impliqués dans un accident mortel “immédiat”. Des fiches de recueil spécifiques au dosage des stupéfiants (« Fiches F ») ont été remplies par les Forces de l’Ordre, mais ces informations n’ont pas toujours été intégrées dans la base de données constituée à partir des procès-verbaux complets (BAAC), en partie du fait de la réception trop tardive des résultats en provenance des laboratoires chargés de réaliser les dosages. Des informations sur les stupéfiants sont donc disponibles dans les BAAC, mais uniquement depuis 2004 et de façon partielle. Ainsi, dans les données Forces de l’Ordre pour les accidents mortels, le pourcentage de conducteurs notés comme ayant fait l’objet d’une procédure de recherche des stupéfiants est de 22% en 2004, 33% en 2005, 48% en 2006, 50% en 2007 et atteint 65% en 2011. Par ailleurs, le codage des informations est simplifié et ne permet ni de distinguer les différentes familles de stupéfiants, ni d’avoir le niveau de la concentration sanguine. L’information est en effet résumée en deux variables qui contiennent, de manière agrégée, le résultat du dépistage et, en cas de positivité au dépistage, le résultat du dosage en ces termes : « positif pour au moins un produit » ou « négatif à tous les produits ».

Ainsi pour estimer de nouveau les risques associés à la conduite sous influence de stupéfiants, la mise en place d’une étude similaire à SAM a été envisagée. Le choix retenu a finalement été de s’appuyer sur le projet ANR intitulé Voiesur, qui a permis la constitution d’une nouvelle base de données accidentologiques à partir des procédures de Police-Gendarmerie numérisées et centralisées pour mise à disposition des sociétés d’assurance concernées (TransPV). Par rapport à la précédente étude, ce projet présente l’inconvénient de ne porter que sur une année (contre deux pour SAM), avec un nombre d’accidents annuel nettement réduit entre 2002-2003 et 2011. Deux points sont en revanche à l’avantage de cette nouvelle recherche :

- La responsabilité déterminée par des experts en accidentologie est disponible pour chaque accident de la base, ce qui devrait permettre d’avoir des résultats plus “spécifiques”.
- Les analyses faites sur les accidents mortels peuvent également être conduites sur un échantillon représentatif des accidents corporels de la même année.

2 Objectifs

L'objectif principal de cette recherche est de "mettre à jour" les résultats de l'étude SAM, en effectuant le même type d'analyse sur les accidents mortels de l'année 2011 codés à partir des procès-verbaux dans le cadre du projet VOIESUR. Il s'agit donc de confirmer (ou non) le risque relatif d'être responsable d'un accident mortel associé à une conduite sous l'influence de cannabis, la prévalence de cette influence chez les conducteurs circulants ainsi que la fraction de risque attribuable correspondante.

Un objectif secondaire est d'estimer les mêmes indicateurs sur les accidents corporels disponibles dans la base VOIESUR (échantillon au 1/20 des accidents corporels en France métropolitaine), sachant que l'information sur le cannabis y est très souvent manquante.

3 État des connaissances

De nombreuses recherches sur la question de la conduite sous influence de drogues, et en particulier du cannabis, ont été publiées ces dernières années. Un certain nombre d'études expérimentales ont montré la baisse de capacité des conducteurs sous l'emprise de cannabis (Battistella et al., 2013; Berghaus et al., 1995; Moskowitz, 1985), avec en particulier une baisse de l'attention, un temps de réaction augmenté et un suivi de trajectoire diminué (Ronen et al., 2008). Même si les variations interindividuelles sont importantes, les fonctions cognitives et motrices utilisées dans l'activité de conduite apparaissent globalement diminuées. De plus un effet dépendant de la dose de produit a été mis en évidence sur certains aspects du contrôle du véhicule, tels que le pilotage, la maîtrise de la distance avec le véhicule qui précède, la vitesse pratiquée, le temps de réaction et le maintien de la position latérale (Kelly et al., 2004).

Ces études expérimentales sont indispensables pour avoir une connaissance du mode d'action du produit consommé sur la conduite et sur l'intensité de son effet. Leur principal avantage est de permettre de contrôler à la fois la consommation réelle des conducteurs et les conditions de conduite dans lesquelles ils évoluent. A l'inverse, pour des raisons éthiques évidentes, les doses auxquelles les consommateurs sont soumis expérimentalement sont limitées à des niveaux raisonnables, ces niveaux étant souvent largement dépassés dans la réalité. D'autre part, les mises en situation de conduite sont forcément artificielles. Malgré les progrès constants des simulateurs de conduite, le conducteur peut difficilement oublier qu'il n'est pas sur la route, avec notamment le fait qu'une erreur commise par lui ne le met pas en danger comme dans des conditions réelles. La conduite sur piste, même si elle est plus proche de la réalité, n'échappe pas complètement à cette critique, avec des trajets préétablis et des conducteurs se sachant sous surveillance. Enfin dans ces conditions contrôlées, il n'est pas certain que les usagers adaptent leur conduite à leurs capacités perçues de la même manière qu'en situation réelle de conduite.

Pour toutes ces raisons, les études d'observation de la réalité sont également indispensables. Ces études présentent d'autres inconvénients en contrepoint des études expérimentales.

Tout d'abord, les effets du cannabis varient rapidement dans le temps, avec une montée rapide dans les quinze premières minutes après la consommation, puis une baisse assez rapide. L'estimation du degré d'intoxication est ainsi plus délicate que pour l'alcool. La variété des produits consommés et des modes de consommation peut également poser un problème de mesure. Cependant, le principe actif à l'origine de la plupart des effets du cannabis perturbant l'activité de conduite est le THC. Des métabolites du cannabis tel que le THC-COOH sont également présents et sont détectables à distance de la consommation de cannabis, mais n'ont pas d'effet psychoactif avéré pouvant perturber la conduite (Huestis et al., 2005). Concernant les mesures d'imprégnation cannabis, il convient donc d'être attentif au moyen de détection utilisé pour la procédure de test (test urinaire, test salivaire) et à celui utilisé pour la confirmation du niveau (par prise de sang en 2011).

Par ailleurs, un groupe de comparaison est nécessaire pour évaluer le sur-risque éventuel associé à la conduite sous influence de cannabis. Pour ce faire les recherches publiées utilisent différents

types d'études, avec là encore des points forts et faibles. Les designs d'étude utilisés sont essentiellement les suivants : étude en responsabilité, étude cas-témoins, étude de cohorte, étude en cross-over. Dans un article récent, Hartman fait une revue de la littérature en différenciant les études épidémiologiques selon leur design (Hartman and Huestis, 2013). Dix études cas-témoins sont examinées, les témoins étant des conducteurs non accidentés. Six d'entre elles évaluent la consommation de cannabis par auto-déclaration, ce qui d'après les auteurs, aurait tendance à minimiser les odds-ratios associés à la conduite sous influence, alors que les autres études ont une mesure directe de consommation de cannabis. Clairement, le problème d'interprétation de ces études cas-témoins vient de la comparabilité des témoins avec les cas, et surtout du recours à l'autoévaluation pour le cannabis qui est en France une substance illégale. Les études s'appuyant sur la détermination de la responsabilité et évaluant le sur-risque d'être responsable sous influence cannabis ne présentent pas cet inconvénient. Elles nécessitent en revanche une estimation de la responsabilité, ce qui exige de disposer de beaucoup d'éléments sur les circonstances des accidents. C'est le choix qui a été effectué pour l'enquête SAM et que nous avons également fait pour la présente étude.

Des méta-analyses ont été produites à partir des « meilleurs » papiers pour produire des estimations fiables des risques associés à la conduite sous influence. En particulier trois revues récentes (Asbridge et al., 2012; Elvik, 2013; Li et al., 2012) confirment l'ordre de grandeur du risque attaché à la conduite sous influence du cannabis estimé en France par l'étude SAM.

La revue d'Elvik notamment (Elvik, 2013) s'intéresse à l'influence de nombreuses drogues licites et illicites. L'OR attaché au cannabis est estimé à 1,26 (95% I.C. : 0,88-1,81) une fois pris en compte le biais de publication avec une méthodologie explicitée par les auteurs. Une autre revue de la littérature (Asbridge et al., 2012) recalcule les risques bruts pour les usagers n'ayant pas consommé d'alcool pour isoler l'effet cannabis sur l'ensemble des études sélectionnées selon des critères de qualité précisés dans l'article. L'OR ainsi ré-estimé est de 1,92 (95% I.C. : 1,35-2,73). Enfin la revue de Li (Li et al., 2012) estime l'OR brut à 2,66 (95% I.C. : 2,07 -3,41) à partir d'une sélection de 9 études qui comparent des accidentés à des non accidentés, avec une estimation de la consommation de cannabis auto-déclarée pour 5 d'entre elles.

L'avantage des estimations tirées des méta-analyses est de synthétiser quantitativement de nombreux résultats parfois contradictoires. L'inconvénient majeur est que les résultats pondérés dans ces méta-analyses le sont à partir de mesures relatives brutes (la plupart du temps sous forme d'odds-ratios), alors que l'ajustement sur de nombreux facteurs de confusion apparaît modifier sensiblement les OR.

En particulier, il paraît difficile pour le risque associé au cannabis de ne pas tenir compte de la consommation d'alcool qui lui est très souvent associée (Laumon et al., 2011). Ainsi dans l'étude SAM près de la moitié des conducteurs sous influence cannabis étaient aussi sous influence alcool. L'alcool étant associé à un OR élevé, le risque associé au cannabis en présence d'alcool est ainsi multiplié par cet OR même en absence d'interaction positive. Il est de plus montré expérimentalement que les conducteurs alcoolisés ont tendance à conduire plus vite (Ronen et al., 2010), ce qui va de pair avec une surestimation de leurs propres capacités (Ronen et al., 2008), alors que les conducteurs sous influence cannabis auraient tendance à conduire plus prudemment (Ramaekers et al., 2000; Robbe, 1998). Ainsi les études sur l'influence de la consommation de cannabis au volant sur les risques d'accident à retenir en priorité sont celles qui évaluent concomitamment l'influence de l'alcool.

4 Données

La base de données Voiesur a été constituée à partir de l'analyse complète et de la codification minutieuse des procédures de Police-Gendarmerie numérisées et centralisées par l'organisme TransPV pour mise à disposition des sociétés d'assurance concernées. Le cas échéant, les services de recueil ont été directement contactés dans le cadre du projet pour fournir des éléments manquants importants, tels que les plans de l'accident, les photos des véhicules impliqués et les bilans lésionnels. La collecte a porté sur tous les accidents mortels et un vingtième des accidents

corporels sur le territoire métropolitain pour l'année 2011, ainsi que sur toutes les procédures du département du Rhône, département pour lequel il est possible de s'appuyer sur le Registre du Rhône pour les descriptions lésionnelles. La base ainsi constituée inclut un peu moins de 9000 accidents décrits très précisément à travers plus de 300 variables. Sont ainsi codées les informations telles que la configuration de l'accident, la situation accidentelle, la défaillance fonctionnelle humaine, les manœuvres des usagers avant l'accident, les collisions lors de l'accident ainsi que les conflits identifiés comme ayant eu un rôle dans la survenue de l'accident.

Concernant les informations sur les stupéfiants, elles sont tirées de la lecture des "fiches F" sur lesquelles sont notées les informations sur le cannabis, les opiacés, les amphétamines et la cocaïne, avec indication du mode de recueil et de la concentration mesurée pour tous les tués et pour les survivants en cas de positivité au test de détection (avec quelques exceptions). La méthode de recueil de ces informations est explicitée au paragraphe suivant.

D'après les dispositions réglementaires¹, pour la détermination du statut stupéfiant, un conducteur est tout d'abord soumis à un test de dépistage urinaire ou salivaire, qui fournit un résultat « positif » ou « négatif ». En cas de positivité, ou d'impossibilité, le conducteur est soumis à un dosage sanguin qui fournit la concentration sanguine de la substance. Au final, seul le résultat du dosage sanguin fait foi d'une positivité. Ainsi, pour déterminer le statut stupéfiant du conducteur, la règle suivante est appliquée :

- Si un dosage sanguin a été effectué et que le résultat est connu, alors le statut stupéfiant est établi à partir de cette valeur. Si elle est supérieure ou égale au seuil autorisé, alors le conducteur est positif, dans le cas contraire il est négatif.
- Si le dosage n'a pas été réalisé (impossible, refusé, non fait), ou si le résultat n'est pas connu, et que le conducteur a fait l'objet d'un dépistage dont le résultat s'est avéré négatif, alors il est considéré comme négatif pour cette substance.
- Dans tous les autres cas, le statut stupéfiant est inconnu.

Les seuils minima de détection sont fixés par l'arrêté du 5 septembre 2001², modifié en 2008 puis en 2013.

Le dépistage, à partir d'un recueil urinaire ou salivaire, est réalisé au moyen de tests de dépistage respectant les seuils minima de détection indiqués dans le tableau suivant :

Tableau 1 : seuils de détection réglementaires définis pour les tests de dépistage

Famille	Produit	Seuil de détection	
		quantité par ml d'urine	quantité par ml de salive
cannabiniques	acide carboxylique du tétrahydrocannabinol (9 THCCOOH)	50 ng	15 ng
amphétaminiques	amphétamine	1 000 ng	50 ng / ml
	métamphétamine	1 000 ng	50 ng / ml
	méthylène dioxymétamphétamine (MDMA)	1 000 ng	50 ng / ml
cocaïniques	cocaïne ou benzoylecgonine	300 ng	10 ng / ml
opiacés	morphine	300 ng	10 ng / ml
	6 mono acétylmorphine		10 ng / ml

¹ [Code de la route : articles L235-1 à L235-5](#)

² Arrêté du 5 septembre 2001 modifié par l'arrêté du 24 juillet 2008 et celui du 19 novembre 2013, art. 4 et 11. <http://www.legifrance.gouv.fr>, textes législatifs et réglementaires, NOR : MESP0123164A.

Les seuils minima de détection réglementaires sont définis en fonction des performances des laboratoires accrédités et correspondent aux seuils de positivité. Est finalement considéré comme positif aux stupéfiants, tout conducteur dont le dosage sanguin est supérieur ou égal au seuil réglementairement fixé pour l'une ou l'autre des substances classées comme stupéfiant.

Comme le dépistage de l'alcool, le dépistage des stupéfiants est obligatoire³ pour tout conducteur impliqué dans un accident mortel ou corporel de la circulation. D'après les dispositions réglementaires, pour la détermination du statut alcool le conducteur doit d'abord être soumis à une épreuve de dépistage par éthylotest. En cas de positivité, de refus, d'impossibilité ou si le test n'a pas été réalisé, le conducteur est soumis à un dosage de l'alcoolémie, soit au moyen d'une prise de sang (dosage sanguin), soit au moyen d'un éthylomètre (dosage dans l'air expiré). Dans ce dernier cas, la valeur obtenue (en mg/l d'air) est multipliée par 2 afin d'obtenir une équivalence avec le dosage sanguin (en g/l de sang).

5 Méthode

La survenue d'un accident corporel pour un conducteur est un événement rare (Blazot et al., 2013). Le design d'étude le plus adapté pour mettre en évidence les facteurs associés à un événement rare est l'étude cas-témoins. Un autre design possible est l'étude en responsabilité (ou culpabilité) (Haight, 1973). Le principe est de considérer comme facteur de responsabilité de l'accident tout comportement du conducteur qui a pu contribuer (directement) à la survenue de celui-ci. Cette définition exclut bien sûr les facteurs d'intérêt (alcool et stupéfiants) et ceux qui peuvent être liés à leur consommation (âge et sexe, par exemple). La méthode de détermination de la responsabilité est un point déterminant dans la qualité de l'étude, tout comme la manière de constituer les deux groupes de comparaison.

5.1 Détermination de la responsabilité

La responsabilité d'un usager n'est pas définie dans un sens juridique : ici, est responsable celui qui contribue à l'accident, voire le déclenche, par une manœuvre inappropriée (circulation en sens interdit, non respect d'un feu tricolore, perte de contrôle manifeste, etc.) ou un manquement (freinage trop tardif, oubli d'allumage des feux de croisement, etc.). Il est bien sûr essentiel que la définition de la responsabilité repose directement sur ces comportements et non sur leurs causes que sont, par exemple, l'inexpérience du conducteur ou son âge avancé, une conduite sous influence ou l'usage du téléphone en conduisant. Dans le cas contraire les effets de ces facteurs sur le risque d'être responsable d'un accident de la route se trouveraient largement surestimés. De fait, cette responsabilité est déterminée sur des critères purement factuels.

Dans les BAAC, les Bulletins d'Analyse des Accidents Corporels qui décrivent l'ensemble des accidents corporels en France (ceux pour lesquels les forces de l'ordre ont été appelées), les forces de l'ordre déterminent pour chaque accident la responsabilité de chacun des usagers impliqués. Cependant, les critères retenus pour déterminer la responsabilité ne sont pas clairement établis et la validité de la responsabilité « forces de l'ordre » n'est donc pas garantie. On pourrait notamment craindre que les forces de l'ordre aient tendance à adopter un point de vue "trop réglementaire" pour déterminer la responsabilité des usagers, en tenant par exemple directement compte du taux d'alcoolémie.

Sur les données du projet VoieSur, ce sont des experts qui, après une phase de formation visant à assurer l'homogénéité de leur codage, ont déterminé la responsabilité des usagers en s'appuyant sur l'ensemble des éléments à leur disposition, y compris les plans des accidents et les commentaires des impliqués et des forces de l'ordre. Ceci permet d'espérer un critère de responsabilité fiable (au sens « contributeur ») et le plus objectif possible (basé sur les faits). Afin de

³ [Code de la route : articles L234-1 à L234-18 et L235-1 et L235-2](#)

s'assurer de la bonne qualité effective de la détermination de la responsabilité par les experts, deux points clés ont été examinés :

- *Le respect de la consigne donnée aux experts de ne pas tenir compte du fait que certains conducteurs étaient sous influence (positif au test d'alcoolémie ou au dépistage de drogues) :* Pour cela, une responsabilité a été statistiquement modélisée à partir d'un échantillon d'apprentissage comprenant les accidents impliquant deux véhicules, pour lesquels les deux conducteurs étaient négatifs au test d'alcoolémie et la responsabilité expert était connue (n=3878 conducteurs). Ce modèle a ensuite été appliqué à l'échantillon test composé des autres accidents impliquant deux véhicules (n=2648 conducteurs). Les nombres de responsables prédits (par le modèle) et observés (expert) sont proches aussi bien chez les conducteurs alcoolisés que non alcoolisés. Ce résultat montre que les experts n'ont effectivement pas directement tenu compte de l'état éventuellement alcoolisé des conducteurs.
- *La consistance entre experts pour attribuer la responsabilité :* Ce point a fait l'objet du développement d'une méthode particulière (Ollier and Viallon, 2014) nécessitée par le fait que chaque responsabilité n'est évaluée que par un seul des 18 experts sollicités. Le principe de la méthode est le suivant : une régression logistique "sparse" a été utilisée pour modéliser la probabilité pour chaque expert de déterminer la responsabilité à partir des 205 variables disponibles (décrivant les caractéristiques du conducteur et les circonstances de l'accident). Si les règles de détermination de la responsabilité sont les mêmes pour les différents experts, les paramètres théoriques de ces régressions doivent être les mêmes. Les 18 régressions ont été estimées conjointement selon la méthode faisant l'objet du papier. Une bonne concordance a été observée, ce qui suggère que les différents experts ont effectivement utilisé des règles similaires.

À côté de la responsabilité « experte », une autre responsabilité a par ailleurs été déterminée par le même processus d'affectation automatique de responsabilité que celui qui avait été utilisé dans l'enquête SAM, ceci afin de pouvoir effectuer des comparaisons de résultats à partir du même critère. Cependant deux des informations sur lesquelles cette affectation s'appuyait ont été modifiées entre 2003 (pour l'étude SAM) et 2011 (données de VOIESUR) : la variable "état de la chaussée" n'existe plus, et l'attribution de la lettre "A" au véhicule jugé responsable par les forces de l'ordre dans les accidents à plusieurs véhicules a été remplacée par le renseignement d'une variable responsabilité explicite. La nouvelle construction de cette responsabilité tient compte de ces deux changements. À noter que dans cette méthode, les infractions notées dans les procédures sont prises en compte sauf celles qui signalent la conduite sous influence.

5.2 Constitution des deux groupes à comparer

La responsabilité a été codée par les experts du projet Voiesur selon 5 modalités (1- Totalement responsable, 2- Plutôt responsable, 3- Responsabilité partagée, 4- Plutôt non responsable, 5- Totalement non Responsable). Le groupe des responsables comprend les conducteurs pour lesquels la responsabilité est égale à 1, 2 ou 3. Ce choix d'inclure les "plutôt responsables" ou "avec une responsabilité partagée" provient du raisonnement suivant : alors qu'un accident se produit souvent à cause de la conjonction de plusieurs facteurs, la suppression de l'un de ces facteurs suffit, la plupart du temps, pour que l'accident ne se produise pas. En d'autres termes, on considère que l'accident n'aurait pas eu lieu si l'un ou l'autre des conducteurs n'avait pas fait ce qui a conduit l'expert à lui attribuer tout ou partie de la responsabilité. Le groupe des responsables est ainsi constitué des conducteurs qui ont fait une erreur considérée comme nécessaire à la survenue de l'accident (et non suffisante). Avec cette approche on considère donc qu'il peut y avoir plusieurs responsables dans un même accident.

Le groupe des non responsables comprend les conducteurs pour lesquels la responsabilité est égale à 4 ou 5. Ces conducteurs sont considérés comme impliqués dans les accidents

fortuitement, ayant eu la malchance d'être au mauvais endroit au mauvais moment. Si cette hypothèse d'implication aléatoire dans l'accident est vérifiée, alors ces conducteurs ne doivent pas être différents de l'immense majorité des conducteurs qui circulent sur le réseau routier, et par conséquent très proches de l'immense majorité qui n'est pas impliquée dans un accident (pour la période d'observation donnée).

Ainsi construite à partir du concept de responsabilité, cette étude peut être considérée d'un point de vue épidémiologique comme une étude cas-témoin. En tant que telle elle doit donc respecter les recommandations à suivre pour la construction d'une étude cas-témoin. Une de ces recommandations est que les témoins doivent être issus de la même population source que les cas. La population source est constituée de tous les conducteurs qui circulent sur le réseau public ou privé mais ouvert à la circulation publique. Les deux groupes sont à l'évidence tirés de cette population puisqu'ils ont tous eu un accident répondant à ce critère d'inclusion.

Dans l'enquête SAM, un choix plus restrictif pour constituer le groupe témoin a été fait après avoir observé que la positivité à l'alcool ou aux différents stupéfiants favorisait le décès des conducteurs impliqués dans un accident mortel. Autrement dit, le conducteur circulant sous influence avait une plus grande probabilité d'être tué dans un accident dont il n'était pas responsable. Ce phénomène a conduit à exclure, parmi les non responsables a priori éligibles comme témoins, les conducteurs non responsables seuls décédés dans leur accident (et qui se trouvent donc seuls à l'origine du caractère mortel de l'accident, et donc de l'inclusion dudit accident par les forces de l'ordre). Cette exclusion permet a priori d'éviter que les conducteurs sous influence soient surreprésentés par rapport aux conducteurs circulants, mais il est malheureusement impossible d'évaluer la hauteur de cette surreprésentation. Nous n'avons pas fait le même choix pour la présente étude et les conséquences de cette décision seront évoquées dans la discussion. Afin de pouvoir néanmoins comparer les résultats entre les deux études, la méthodologie utilisée pour l'enquête SAM sera appliquée à la présente étude dans le paragraphe 6.3.2.

D'autres choix de groupes témoin sont également possibles avec les données de VOIESUR. Nous disposons en effet d'un échantillon au 1/20ème des accidents corporels survenus en France en 2011. Nous pouvons donc choisir comme échantillon témoin les non responsables impliqués dans ces accidents corporels, dont on peut penser a priori qu'ils sont plus proches de conducteurs non accidentés que les non responsables impliqués dans un accident mortel (si on suppose qu'il existe une sorte de continuum accident mortel-accident corporel-accident matériel-pas d'accident, la vitesse étant le principal facteur faisant passer d'un état à l'autre). Nous n'avons pas retenu ce choix principalement parce que les données sur le cannabis et les autres drogues sont très peu souvent disponibles, mais les résultats correspondants sont présentés en annexe (cf. 11.1).

Une autre méthode a également été mise en œuvre. Elle a consisté à utiliser une pondération sur le groupe témoin constitué des non responsables des accidents mortels, cette pondération étant calculée pour rapprocher les distributions d'un certain nombre de caractéristiques de ces non responsables de celles des non responsables dans les accidents corporels. Là encore la méthode et quelques résultats sont donnés en annexe (cf. 11.2), qui expliquent les raisons pour lesquelles cette méthode n'a pas été retenue.

Par ailleurs, une analyse du sous ensemble des accidents mortels impliquant deux véhicules a été réalisée. Sur ce sous ensemble, les conducteurs impliqués dans le même accident peuvent être considérés comme des données appariées, et il est possible de calculer les odds ratios correspondants par une régression logistique conditionnelle. La comparaison avec les résultats sans appariement est exposée en annexe 11.3.

Enfin il est intéressant d'estimer les paramètres d'intérêt sur les accidents corporels, ces derniers étant disponibles dans le présent projet, contrairement à SAM. Les résultats correspondants sont présentés en fin d'analyse (cf. paragraphe 6.4)

5.3 Mesures d'association

Les facteurs positivement liés à la responsabilité peuvent être interprétés comme des facteurs favorisant la survenue de l'accident (Davis and Gao, 1995; Lenguerrand et al., 2007), à condition qu'ils satisfassent, en plus de l'association statistique significative, à un certain nombre de critères (Rothman and Greenland, 1998). En pratique, l'importance d'un facteur de risque de survenue d'accident (mortel ou corporel) sera évaluée, comme pour une étude cas-témoins classique, par l'intermédiaire de l'estimation d'un odds-ratio (OR) et du risque attribuable (RA). L'OR est une bonne approximation du risque relatif correspondant (RR) à condition que le groupe témoin puisse être considéré comme représentatif des circulants (à noter que l'OR approxime correctement le RR pour les valeurs pas trop éloignées de 1, sinon il constitue un majorant pour les valeurs supérieures à 1, un minorant sinon). Plus précisément nous mettrons en œuvre une modélisation, la régression logistique, pour estimer l'effet de chaque variable seule (OR brut) ou ajusté sur les autres variables retenues dans le modèle (OR ajusté). L'effet global de chaque variable est testé par le rapport du maximum de vraisemblance au seuil de 5% entre le modèle avec cette variable et le modèle ne la contenant pas. Les risques relatifs sont estimés par l'intermédiaire des odds ratios (OR) accompagnés de leurs intervalles de confiance à 95%. Un OR est considéré significativement différent de 1 si son intervalle de confiance n'inclut pas la valeur 1. Les calculs sont réalisés au moyen du logiciel SAS, version 9.4 (SAS 2008).

La prévalence en population de la conduite sous influence (de l'alcool et de cannabis) sera estimée à partir de la population des témoins (toujours en s'appuyant sur le fait que chaque conducteur a une très faible probabilité d'avoir un accident lors d'un déplacement).

Le risque attribuable sera également estimé. Par définition, il s'agit de la proportion d'accidentés qui serait évitée en l'absence totale de l'exposition E considérée (la conduite sous influence du cannabis) :

$$RA = \frac{\Pr(Acc) - \Pr(Acc|E)}{\Pr(Acc)}$$

Le calcul du RA peut s'effectuer avec d'autres formulations⁴. Une formule plus générale (Benichou, 2001; Bruzzi et al., 1985) permet à la fois de tenir compte de l'estimation du RR par l'OR, d'une exposition à plusieurs niveaux, de l'ajustement sur des facteurs de confusion, et d'éventuelles interactions entre ces facteurs :

$$RA = 1 - \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I \rho_{ij} OR_{ij}^{-1}$$

Chaque terme ρ_{ij} représente la proportion de cas ayant un niveau i d'exposition et un niveau j des facteurs d'ajustement.

⁴ En remarquant que $\Pr(Acc) = \Pr(Acc|E) \Pr(E) + \Pr(Acc|\bar{E}) \Pr(\bar{E})$,
Et que $\Pr(Acc|E) = RR \times \Pr(Acc|\bar{E})$,

Le RA peut s'exprimer selon la formule qui dépend de la prévalence de l'exposition dans la population d'intérêt et du risque relatif :

$$RA = \frac{\Pr(E)(RR-1)}{1+\Pr(E)(RR-1)} \quad (1)$$

Une autre formulation qui se déduit de la définition du RA en utilisant le théorème de Bayes ne fait apparaître que la prévalence parmi les cas, et le risque relatif:

$$RA = \Pr(E|Acc) \frac{RR-1}{RR} \quad (2)$$

Pour utiliser la formule (1), il faut avoir une estimation de la prévalence dans la population, qu'on estime à travers celle des témoins (puisque l'accident est un événement rare pour chaque personne). Pour la formule (2), on peut n'utiliser que les cas. Dans ces deux formules le RR est approximé par l'OR.

6 Résultats

La première partie des résultats porte sur la réalisation effective des dépistages des stupéfiants et de l'alcool et celle de leur mesure. La deuxième partie donne les estimations des prévalences des conduites sous influence selon les différents produits testés. Ces différents résultats sont présentés séparément selon que les conducteurs sont décédés ou non car la réalisation du dépistage et/ou du dosage en dépendent fortement. La troisième partie donne les estimations des risques associés aux conduites sous influence à partir des accidents mortels. La quatrième partie est une comparaison des résultats de la présente étude avec ceux de l'étude SAM. Enfin la dernière partie donne les estimations des risques à partir des accidents corporels.

6.1 Réalisation du dépistage et de la mesure des stupéfiants et de l'alcool

La réalisation du dépistage de l'alcool et des stupéfiants est à l'évidence tributaire du statut vital des conducteurs puisqu'impossible à réaliser en cas de mort "sur le coup". C'est pourquoi les résultats des dépistages et des dosages sanguins sont présentés selon que le conducteur est décédé ou non, permettant d'observer les éventuelles différences.

6.1.1 Cannabis

Les conducteurs décédés font la plupart du temps l'objet d'un dosage sanguin sans dépistage préalable (Cf. Tableau 2).

Tableau 2 : Résultats du dépistage et du dosage du cannabis pour les conducteurs impliqués dans un accident mortel selon leur état vital (données Voiesur, 2011)

conducteurs	dépistage du cannabis	dosage sanguin du cannabis			total
		négatif	positif	inconnu	
décédés	négatif	251	0	109	360
	positif	15	48	17	80
	non effectué ou inconnu	1431	190	704	2325
	<i>total</i>	<i>1697</i>	<i>238</i>	<i>830</i>	<i>2765</i>
non décédés	négatif	338	1	1085	1424
	positif	24	40	12	76
	non effectué ou inconnu	635	70	720	1425
	<i>total</i>	<i>997</i>	<i>111</i>	<i>1817</i>	<i>2925</i>

Cases grisées : conducteurs n'ayant pas fait l'objet d'une procédure réglementaire

Certains conducteurs n'ont pas de dosage sanguin, mais comme ils ont fait l'objet d'un dépistage négatif, ils sont considérés comme négatifs. Cette procédure est fréquente chez les conducteurs survivants dans un accident mortel. Il est à noter le faible nombre de conducteurs présentant un dépistage positif du cannabis. Parmi eux, certains n'ont pas de résultat de dosage. Leur statut stupéfiant est considéré comme inconnu car la procédure n'est pas complète. Enfin, certains conducteurs n'ont ni dosage ni dépistage. Ils sont de statut cannabis inconnu.

Tableau 3 : statut cannabis des conducteurs impliqués dans un accident mortel selon leur état vital (données Voiesur, 2011)

Statut cannabis	décédés		non décédés	
	Effectif	%	Effectif	%
inconnu	721	26,1 %	732	25,0 %
connu	2044	73,9 %	2193	75,0 %
<i>total</i>	<i>2765</i>	<i>100,0 %</i>	<i>2925</i>	<i>100,0 %</i>

Ainsi, le statut cannabis est inconnu pour environ un quart des conducteurs impliqués dans un accident mortel : 26,1% des conducteurs décédés et 25,0% des conducteurs survivants (Cf. Tableau 3).

Tableau 4 : conducteurs impliqués dans un accident mortel au statut cannabis manquant : motifs selon leur état vital (données Voiesur, 2011)

Motifs	décédés	non décédés
	(n=721) %	(n=732) %
dosage sanguin impossible	37,0 %	4,2 %
dosage réalisé sans résultat connu	19,0 %	10,1 %
dosage et dépistage non réalisés	14,7 %	48,5 %
dépistage impossible ou inconnu et dosage non réalisé	8,7 %	2,7 %
dosage et dépistage refusés	0,0 %	0,0 %
aucune précision	20,5 %	34,4 %
<i>total</i>	<i>100,0 %</i>	<i>100,0 %</i>

Lorsque le conducteur est décédé, l'absence de statut cannabis s'explique principalement par l'impossibilité de réaliser le dosage sanguin (37,0%), alors que cette raison est relativement rare pour les conducteurs vivants (moins de 5%) (Cf. Tableau 4). Pour les conducteurs survivants impliqués dans un accident mortel, le motif principal est l'absence de réalisation du dépistage et du dosage (pour près de la moitié des conducteurs).

Parmi ces conducteurs au mode de dépistage précisé et au résultat du dépistage connu, très peu ont un résultat positif pour le cannabis : 44 (17 urinaires et 27 salivaires). Ces conducteurs doivent faire l'objet d'un dosage sanguin pour confirmer ou non leur positivité au cannabis.

Tableau 5 : résultat du dosage sanguin du cannabis pour les conducteurs impliqués dans un accident mortel et positifs au dépistage urinaire ou salivaire, en fonction du mode de dépistage (données Voiesur, 2011)

mode de dépistage du cannabis	dosage sanguin du cannabis			total
	négatif	positif	inconnu	
urinaire	6	8	3	17
salivaire	11	9	7	27
total	17	17	10	44

Environ un conducteur sur deux positif après un dépistage du cannabis est confirmé positif après un dosage sanguin (Cf. Tableau 5). Il n'est pas possible, sur des effectifs aussi faibles, d'étudier une éventuelle différence entre les tests urinaires et salivaires dans leur capacité à confirmer la positivité au cannabis.

6.1.2 Amphétamines

Le statut amphétamines est déterminé à partir de la même procédure que le cannabis : un dépistage (urinaire ou salivaire) suivi d'un dosage sanguin, en cas de valeur positive ou inconnue (Cf. Tableau 6). Le test étant réalisé à partir des mêmes échantillons biologiques prélevés sur le conducteur, le statut amphétamines est connu à peu près sur les mêmes individus que le statut cannabis.

Tableau 6 : Résultats du dépistage et du dosage des amphétamines pour les conducteurs impliqués dans un accident mortel selon leur état vital (données Voiesur, 2011)

conducteurs	dépistage des amphétamines	négatif	positif	inconnu	total
décédés	négatif	303	0	120	423
	positif	0	2	0	2
	non effectué ou inconnu	1589	7	744	2340
	total	1892	9	864	2765
non décédés	négatif	393	0	1097	1490
	positif	1	1	1	3
	non effectué ou inconnu	692	1	739	1432
	total	1086	2	1837	2925

Cases grisées : conducteurs n'ayant pas fait l'objet d'une procédure réglementaire

Ainsi, pour les amphétamines, le statut est connu pour 73,1% des conducteurs tués (vs 73,9% pour le cannabis) et 74,7% des survivants dans un accident mortel (vs 75,0%) (Cf. Tableau 7 et Tableau 3).

Tableau 7 : statut amphétamines des conducteurs impliqués dans un accident mortel selon leur état vital (données Voiesur, 2011)

statut amphétamines	décédés		non décédés	
	Effectif	%	Effectif	%
inconnu	744	26,9 %	740	25,3 %
connu	2021	73,1 %	2185	74,7 %
total	2765	100,0 %	2925	100,0 %

6.1.3 Opiacés

Les opiacés ne sont que rarement détectés chez les conducteurs, un peu plus souvent que les amphétamines, mais beaucoup moins souvent que le cannabis. Ainsi, 12 cas de dépistage positif sont enregistrés chez les décédés, 8 cas chez les survivants dans un accident mortel (Cf. Tableau 8).

Tableau 8 : Résultats du dépistage et du dosage des opiacés pour les des conducteurs impliqués dans un accident mortel selon leur état vital (données Voiesur, 2011)

conducteurs	dépistage des opiacés	dosage sanguin des opiacés			total
		négatif	positif	inconnu	
décédés	négatif	296	2	117	415
	positif	5	6	1	12
	non effectué ou inconnu	1580	19	739	2338
	total	1881	27	857	2765
non décédés	négatif	385	3	1094	1482
	positif	4	3	1	8
	non effectué ou inconnu	675	11	749	1435
	total	1064	17	1844	2925

Cases grisées : conducteurs n'ayant pas fait l'objet d'une procédure réglementaire

Environ 1 cas sur 2 est confirmé positif au dosage sanguin. Au final, le nombre de conducteurs positifs après dosage sanguin s'élève à 27 pour les conducteurs décédés et 17 pour les non décédés.

Tableau 9 : statut opiacés des conducteurs impliqués dans un accident mortel selon leur état vital (données Voiesur, 2011)

statut opiacés	décédés		non décédés	
	Effectif	%	Effectif	%
inconnu	740	26,8 %	750	25,6 %
connu	2025	73,2 %	2175	74,4 %
total	2765	100,0 %	2925	100,0 %

Le statut opiacés des conducteurs est connu pour une proportion proche de celle observée pour le cannabis : 73,2% pour les décédés et 74,4% pour les non décédés (Cf. Tableau 9).

6.1.4 Cocaïne

Tout comme les amphétamines, la positivité à la cocaïne est relativement rare, que ce soit à la suite d'un dépistage (8 cas chez les décédés, 3 cas chez les non décédés dans un accident mortel) ou d'un dosage sanguin (10 cas chez les décédés, 2 cas chez les non décédés) (Cf. Tableau 10).

Tableau 10 : Résultats du dépistage et du dosage de la cocaïne pour les conducteurs impliqués dans un accident mortel selon leur état vital (données Voiesur, 2011)

conducteurs	dépistage de la cocaïne	dosage sanguin de la cocaïne			total
		négatif	positif	inconnu	
décédés	négatif	299	0	120	419
	positif	2	3	3	8
	non effectué ou inconnu	1594	7	737	2338
	total	1895	10	860	2765
non décédés	négatif	389	0	1096	1485
	positif	2	0	1	3
	non effectué ou inconnu	690	2	745	1437
	total	1081	2	1842	2925

Cases grisées : conducteurs n'ayant pas fait l'objet d'une procédure réglementaire

Globalement, le statut cocaïne est connu pour 73,2% des conducteurs décédés et 74,5% des non décédés dans un accident mortel (Cf. Tableau 11).

Tableau 11 : statut cocaïne des conducteurs impliqués dans un accident mortel selon leur état vital (données Voiesur, 2011)

statut cocaïne	décédés		non décédés	
	Effectif	%	Effectif	%
inconnu	740	26,8 %	746	25,5 %
connu	2025	73,2 %	2179	74,5 %
total	2765	100,0 %	2925	100,0 %

6.1.5 Alcool

En cas de décès immédiat, le test de dépistage est évidemment impossible et l'alcoolémie des conducteurs ne peut être connue qu'à partir d'un prélèvement sanguin. Les conducteurs non décédés font l'objet d'un test de dépistage dans plus de 75% des cas (Cf. Tableau 12).

Tableau 12 : Résultats du dépistage et du dosage de l'alcool pour les conducteurs impliqués dans un accident mortel selon leur état vital (données Voiesur, 2011)

conducteurs	dépistage de l'alcool	dosage sanguin de l'alcool			total
		négatif	positif	inconnu	
décédés	négatif	154	2	64	220
	positif	3	66	2	71
	non effectué ou inconnu	1372	670	432	2474
	total	1529	738	498	2765
non décédés	négatif	513	3	1644	2160
	positif	18	132	8	158
	non effectué ou inconnu	337	88	182	607
	total	868	223	1834	2925

Cases grisées : conducteurs n'ayant pas fait l'objet d'une procédure réglementaire

Pour ces conducteurs, si le dépistage est négatif, la procédure ne prévoit pas de dosage plus précis de l'alcoolémie. Ainsi, 56,2% des conducteurs non décédés dans un accident mortel sont dans ce cas, contre seulement 2,3% des conducteurs décédés.

Le statut alcool est connu pour tous les conducteurs ayant fait l'objet d'une procédure réglementaire (Cf. cases non grisées du Tableau 12). Ainsi, le statut alcool n'a pas pu être déterminé pour 6,5% des conducteurs non décédés impliqués dans un accident mortel et 15,7% des conducteurs décédés (Cf. Tableau 13).

Tableau 13 : statut alcool des conducteurs impliqués dans un accident mortel selon leur état vital (données Voiesur, 2011)

Statut alcool	décédés		non décédés	
	Effectif	%	Effectif	%
inconnu	434	15,7 %	190	6,5 %
connu	2331	84,3 %	2735	93,5 %
<i>total</i>	<i>2765</i>	<i>100,0 %</i>	<i>2925</i>	<i>100,0 %</i>

Au total, pour l'ensemble des conducteurs impliqués dans un accident mortel, le statut alcool est connu pour 89,9% des conducteurs.

Lorsque le statut alcool n'est pas connu, la principale raison évoquée pour les conducteurs décédés est l'impossibilité de réalisation du dosage par prise de sang ou par éthylomètre (55,6%) (Cf. Tableau 14).

Tableau 14 : conducteurs impliqués dans un accident mortel au statut alcool manquant : motifs selon leur état vital (données Voiesur, 2011)

Motifs	décédés	Non décédés
dosage sanguin ou par éthylomètre impossible	55,6 %	15,8 %
dosage réalisé sans résultat connu	16,6 %	10,6 %
dosage et dépistage non réalisés	6,2 %	31,6 %
dépistage impossible ou inconnu et dosage non réalisé	5,3 %	7,4 %
dosage et dépistage refusés	0,0 %	0,0 %
aucune précision	16,4 %	34,7 %
<i>total</i>	<i>100,0 %</i>	<i>100,0 %</i>

Pour les conducteurs non décédés impliqués dans un accident mortel, les épreuves de dosage et de dépistage n'ont simplement pas été réalisées (31,6%) ou le motif n'est pas précisé (34,7%).

6.2 Risque d'être responsable d'un accident mortel

Comme indiqué dans le paragraphe "Méthode", le risque d'être responsable d'un accident mortel pour un conducteur sous influence par rapport à un conducteur non sous influence est estimé en comparant le groupe des responsables (les cas) et les non responsables (les témoins) par l'intermédiaire de l'odds-ratio (OR).

Le Tableau 15 montre les estimations des ORs bruts selon les différents produits détectés.

Tableau 15 : Prévalences et OR bruts de responsabilité liés à la conduite sous influence (n=4059 conducteurs impliqués dans un accident mortel ayant fait l'objet d'une procédure réglementaire de recherche d'alcool et de stupéfiants et d'une détermination de la responsabilité experte) (données Voiesur 2011)

Concentrations sanguines	Effectifs	Conducteurs		OR	IC 95 %
		Responsables	Non responsables		
	Effectifs	4059	2569	1490	
Cannabis, THC ≥ 1 ng/ml	325	10,7%	3,4%	3,45	2,84 – 5,82
Amphétamines ≥ 50 ng/ml	10	0,4%	0,1%	(5,22)	0,62 – 41,2
Cocaïne ≥ 50 ng/ml	12	0,4%	0,1%	(6,40)	0,83 – 49,6
Opiacés ≥ 20 ng/ml	43	1,3%	0,6%	2,21	1,06 – 4,61
Alcool ≥ 0,5 g/l	788	29,5%	2,1%	19,7	20,1 – 56,3

Avec ces ORs bruts, il apparaît que le risque d'être responsable d'un accident mortel est très élevé pour les conducteurs sous influence d'alcool (x 19,7). Il est multiplié par 3,45 sous l'influence du cannabis, et par 2,2 sous l'influence des opiacés. Les risques associés à l'influence des amphétamines et à la cocaïne sont élevés, mais non significativement différents de 1. A noter que les intervalles de confiance correspondants sont très larges du fait de la faible prévalence de ces produits.

Le tableau suivant détaille les prévalences et les ORs selon les doses d'alcool et de cannabis mesurées.

Tableau 16 : Prévalences et OR bruts de responsabilité liés à la conduite sous influence de l'alcool et du cannabis en doses détectées (données Voiesur 2011, accidents mortels)

	conducteurs			OR	IC 95%
	effectifs	responsables			
		effectifs	Non responsables		
	4059	2569	1490		
cannabis					
THC < 1	3734	89,3%	96,6%	1,00	
1 ≤ THC < 3 ng/ml	159	5,0%	2,1%	2,59	1,74 – 3,86
3 ≤ THC < 5 ng/ml	64	2,3%	0,3%	7,41	2,97 – 18,5
THC ≥ 5 ng/ml	102	3,4%	0,9%	3,95	2,24 – 6,96
alcool					
ALC-	3271	70,5%	97,9%	1,00	
0,5 ≤ Alc < 0,8 g/l	65	2,3%	0,4%	7,92	3,41 – 18,4
0,8 ≤ Alc < 1,2 g/l	163	5,9%	0,8%	10,13	5,61 – 18,3
1,2 ≤ Alc < 2 g/l	293	11,1%	0,5%	28,68	14,2 – 58,1
Alc ≥ 2 g/l	267	10,2%	0,3%	42,15	17,4 – 102,3

Comme attendu, le risque augmente avec la dose d'alcool mesurée. Il est à remarquer que les risques très élevés pour une dose supérieure ou égale à 1,2 g/l correspondent à une prévalence élevée (21,3%), soit 71% des conducteurs au-dessus du seuil légal. Cet effet dose ne se retrouve pas pour le cannabis, avec un risque plus élevé pour la classe "intermédiaire".

Le Tableau 17 présente les ORs ajustés sur les trois produits ayant une influence significative sur le risque d'être responsable d'un accident mortel.

Tableau 17 : ORs ajustés* de responsabilité liés à la conduite sous influence de l'alcool et du cannabis en doses, et des opiacés (données Voiesur 2011, accidents mortels)

	OR	95% IC
cannabis		
THC < 1 ng/ml	1,00	
1 ≤ THC < 3 ng/ml	1,70	1,11 – 2,62
3 ≤ THC < 5 ng/ml	4,75	1,84 – 12,3
THC ≥ 5 ng/ml	2,30	1,25 – 4,23
alcool		
Alc < 0,5g/l	1,00	
0,5 ≤ Alc < 0,8 g/l	7,10	3,05 – 16,6
0,8 ≤ Alc < 1,2 g/l	9,24	5,10 – 16,7
1,2 ≤ Alc < 2 g/l	26,18	12,9 – 53,1
Alc ≥ 2 g/l	40,22	16,6 – 97,7
opiacés		
< 20 ng/ml	1,00	
≥ 20 ng/ml	2,56	1,21 – 5,44

* Ajustement sur les trois facteurs du tableau

Les trois produits restent significatifs avec l'ajustement, avec des valeurs un peu moins élevées qu'en univarié. L'interaction entre l'alcool et le cannabis a été testée et s'est avérée non significative ($\chi^2=1,09$, p-value=0,29).

Le Tableau 18 montre les prévalences cannabis et alcool selon les facteurs qui vont être introduits dans la modélisation à des fins d'ajustement.

Tableau 18 : Prévalences cannabis et alcool chez les cas (responsables) et les témoins (non responsables) selon les modalités des co-facteurs (données Voiesur 2011, accidents mortels)

	<i>effectifs</i>	Prévalence cannabis (≥ 1 ng/ml)		Prévalence alcool (≥0,5 g/l)		
		<i>effectifs</i>	responsables	non responsables	responsables	non responsables
	effectifs	4059	2569	1490	2569	1490
Sexe						
	homme	3323	12,2%	3,8%	32,7%	2,2%
	femme	736	3,0%	1,6%	13,1%	1,6%
Âge*						
	≤ 24 ans	893	15,7%	8,8%	31,0%	2,2%
	25-34 ans	876	19,1%	7,0%	35,5%	2,3%
	35-69 ans	2007	5,0%	1,3%	30,0%	2,1%
	≥ 70 ans	271	-	-	4,3%	-
Catégorie de véhicule						
	cyclo	149	17,1%	15,6%	47,9%	6,3%
	moto	557	13,9%	8,9%	32,6%	4,8%
	VL	2367	10,9%	3,5%	31,7%	2,7%
	VU	313	3,8%	1,3%	17,6%	-
	PL	471	5,8%	1,2%	1,5%	-
	autre	202	4,6%	2,1%	16,7%	3,2%
Jour et heure						
	journée de semaine	2339	7,4%	2,6%	14,6%	1,1%
	journée du samedi	448	8,5%	4,5%	28,9%	1,9%
	journée du dimanche	403	7,0%	3,0%	34,4%	1,5%
	nuit de semaine	451	19,6%	4,1%	48,4%	4,8%
	nuit de vendredi à samedi	209	22,0%	12,0%	65,4%	8,0%
	nuit de samedi à dimanche	209	21,0%	4,3%	77,8%	8,5%

*Âge manquant pour 12 conducteurs qui sont ensuite exclus de l'analyse.

Le Tableau 19 décrit les ORs, leurs intervalles de confiance et la p-value du test global pour chaque facteur pour les facteurs d'influence ajustés entre eux et sur les trois facteurs précédents.

Tableau 19 : ORs ajustés de responsabilité liés à la conduite sous influence de l'alcool et du cannabis en doses, et des opiacés. Ajustement sur le sexe et l'âge du conducteur, la catégorie d'usager et la période jour/heure dans la semaine (données Voiesur 2011, accidents mortels)

Facteur	Modalités	OR	IC-	P>Wald χ^2
cannabis				0,019
	THC < 1	1,00		
	1 ≤ THC < 3 ng/ml	1,35	0,86 – 2,13	
	3 ≤ THC < 5 ng/ml	3,59	1,36 – 9,48	
	THC ≥ 5 ng/ml	1,59	0,85 – 2,97	
alcool				<0,001
	Alc-	1,00		
	0,5 ≤ Alc < 0,8 g/l	6,40	2,70 – 15,2	
	0,8 ≤ Alc < 1,2 g/l	8,28	4,52 – 15,2	
	1,2 ≤ Alc < 2 g/l	24,43	11,9 – 50,1	
	Alc ≥ 2 g/l	44,38	18,1 – 109	
opiacés				0,04
	Négatif	1,00		
	≥ 20 ng/ml	2,21	1,02 - 4,77	
Sexe				0,03
	Femme	1,00		
	Homme	1,23	1,02 - 1,49	
Âge*				<0,001
	≤ 24 ans	2,87	2,33 – 3,53	
	25-34 ans	1,41	1,17 – 1,70	
	35-69 ans	1,00		
	≥ 70 ans	3,29	2,42 – 4,46	
Catégorie de véhicule				<0,001
	cyclo	0,80	0,51 – 1,25	
	moto	1,62	1,27 – 2,07	
	VL	1,00		
	VU	0,63	0,49 – 0,82	
	PL	0,32	0,26 – 0,41	
	autre	0,67	0,49 – 0,93	
Jour et heure				0,04
	journée de semaine	1,00		
	journée du samedi	0,86	0,68 – 1,09	
	journée du dimanche	0,85	0,66 – 1,09	
	nuit de semaine	0,97	0,75 – 1,25	
	nuit de vendredi à samedi	0,77	0,51 – 1,15	
	nuit de samedi à dimanche	0,51	0,33 – 0,79	

Les effets du cannabis, de l'alcool et des opiacés restent significatifs après ajustement sur l'ensemble des co-facteurs susceptibles d'avoir une influence sur la responsabilité. Toutes les interactions d'ordre 1 ont été testées. Aucune n'est significative. En particulier, nous ne mettons pas en évidence d'interaction alcool x cannabis.

Le tableau suivant résume ces résultats sur les facteurs d'intérêt en termes d'ORs et des prévalences associées chez les cas, prévalences qui vont intervenir dans le calcul des risques attribuables estimés ensuite.

Tableau 20 : Sur-risques de responsabilité du conducteur liés à une conduite sous influence (seuils réglementaires) : OR ajustés sur l'ensemble des co-facteurs* et prévalences (n=4047, données Voiesur 2011, accidents mortels)**

	Prévalence chez les non responsables	Prévalence chez les responsables	OR	IC 95%
THC < 1 ng/l	96,7%	89,3%	1	
1 ≤ THC < 3 ng/l	2,0%	5,0%	1,35	0,86 -2,14
3 ≤ THC < 5 ng/l	0,3%	2,3%	3,59	1,36 -9,48
THC ≥ 5 ng/l	0,9%	3,4%	1,59	0,85 -2,97
Toutes doses THC ≥ 1 ng/ml	3,3%	10,7%	1,65	1,16 -2,34
Alc < 0,5 g/l	97,9%	70,6%	1	
0,5 ≤ Alc < 0,8 g/l	0,4%	2,3%	6,40	2,70 -15,2
0,8 ≤ Alc < 1,2 g/l	0,8%	5,9%	8,30	4,52 -15,2
1,2 ≤ Alc < 2 g/l	0,5%	11,0%	24,4	11,9 -50,1
Alc ≥ 2 g/l	0,3%	10,2%	44,4	18,1 -109
Toutes doses ALC ≥ 0,5 g/l	2,1%	29,4%	17,8	12,1 -26,1
OPI < 20 ng/ml	99,4%	98,7%	1	
OPI ≥ 20 ng/ml	0,6%	1,3%	2,21	1,02 -4,78

* Co-facteurs inclus dans le modèle : âge, sexe, catégorie de véhicule, moment de l'accident

** Statuts alcool et stupéfiant connus, responsabilité experte déterminée et âge connu (2562 cas et 1485 témoins)

Le Tableau 21 contient les estimations des risques attribuables calculés à partir des estimations ajustées précédentes. En considérant le THC en quatre catégories, le test global est significatif, mais on ne met pas en évidence un effet-dose, contrairement à l'alcool pour lequel cet effet-dose est très net. A noter que parmi les conducteurs qui dépassent le seuil réglementaire pour l'alcool, plus de 70% égalent ou dépassent le seuil de 1,2g/l.

Tableau 21 : Fractions de risque attribuables à une conduite sous influence (seuils réglementaires) obtenues à partir des OR ajustés sur l'ensemble des co-facteurs* (n=4047, données Voiesur 2011, accidents mortels)**

	Risque attribuable	IC 95%
THC ≥ 1 ng/ml	4,20%	3,71 % - 4,75 %
ALC ≥ 0,5 g/l	27,7%	26,0 % -29,4 %
OPI ≥ 20 ng/ml	0,7%	0,5 % - 1,0 %

* Co-facteurs inclus dans le modèle : âge, sexe, catégorie de véhicule, moment de l'accident

** Statuts alcool et stupéfiant connus, responsabilité experte déterminée et âge connu (2562 cas et 1485 témoins)

Rappelons que les risques attribuables (RA) pour chacun des facteurs sont obtenus à partir de la formule $RA=1- \sum(P_i/RR_i)$ où P_i représente la prévalence du niveau i d'exposition chez les cas et RR_i l'OR attaché au niveau i d'exposition.

Ainsi le risque attribuable, c'est-à-dire la proportion d'accidentés qui serait évitée en l'absence totale de l'exposition, est estimé à 27,7% pour l'alcool et à 4,2% pour le cannabis (et 0,7% pour les opiacés).

Comme déjà indiqué ci-dessus, il n'y a pas d'interaction significative alcool x cannabis. Ceci signifie que l'élévation du risque d'être responsable d'un accident mortel due à l'alcool n'est pas significativement différente selon que le conducteur est ou n'est pas sous influence d'une consommation de cannabis (et vice et versa). Cela signifie également que l'odds-ratio pour un conducteur sous influence alcool et cannabis peut être estimé par le produit de l'OR relatif à l'alcool avec l'OR relatif au cannabis. Le tableau ci-dessous (Tableau 22), avec les consommations alcool et

cannabis en deux catégories, distingue les conducteurs selon qu'ils sont sous influence alcool seul, cannabis seul, alcool et cannabis ou aucun de ces deux produits.

Tableau 22 : Effectifs et prévalences des consommations uniques ou conjointes chez les responsables et les non responsables (n=4047*, données Voiesur 2011)

	N	Prévalence chez les non responsables	Prévalence chez les responsables
Ni THC ni Alcool	3104	94,9%	65,8%
THC seul	167	3,0%	4,8%
Alcool seul	630	1,8%	23,5%
THC et Alcool	158	0,3%	6,0%

* Statut alcool et stupéfiants connu

Ainsi environ la moitié des 325 conducteurs sous influence de cannabis est aussi sous influence de l'alcool, et cette part est encore plus élevée parmi les conducteurs responsables.

6.3 Comparaison avec la méthode et les résultats de l'étude SAM

La méthode d'analyse que nous avons utilisée dans le paragraphe précédent diffère de celle que nous avons utilisée pour l'étude SAM sur un certain nombre de points. Ce paragraphe est fait pour expliquer les différents choix que nous avons effectués pour la présente étude, concernant la sélection du groupe témoin et le choix des niveaux de référence pour les substances psychoactives.

6.3.1 Rappel des principaux résultats de l'étude SAM

Les trois tableaux ci-dessous sont extraits du rapport SAM (Laumon et al., 2011), avec les numérotations de tableaux originelles.

Tableau 67 - Familles de stupéfiants et alcool : prévalences et odds ratios (rapports de cotes) bruts de responsabilité du conducteur (N = 6 766 conducteurs responsables et 3 006 témoins).

Concentrations sanguines	Effectifs	Conducteurs		OR	IC 95 %
		Responsables	Témoins		
	9 972	6 766	3 006		
Cannabis, THC \geq 1 ng/ml	681	8,8 %	2,8 %	3,32	2,63 - 4,18
Amphétamines \geq 50 ng/ml	47	0,6 %	0,2 %	3,75	1,48 - 9,47
Cocaïne \geq 50 ng/ml	22	0,3 %	0,1 %	4,44	1,04 - 19,0
Opiacés \geq 20 ng/ml	83	0,8 %	0,9 %	(0,92)*	0,58 - 1,46
Alcool \geq 0,5 g/l	2 096	29,8 %	2,7 %	15,5	12,4 - 19,5

Tableau 71 - Cannabis et alcoolémie : odds ratios (rapports de cotes) de responsabilité du conducteur ajustés sur l'ensemble des co-facteurs***
(N = 6 766 conducteurs responsables et 3 006 témoins).

Concentrations sanguines	Effectifs	OR	IC 95 %
Cannabis, THC (ng/ml)			
Négatif*	9 013	1,00	-
THC < 1,0	78	1,57	0,84 - 2,94
1,0 ≤ THC < 3,0	298	1,54	1,09 - 2,18
3,0 ≤ THC < 5,0	143	2,13	1,22 - 3,73
THC ≥ 5,0	240	2,12	1,33 - 3,39
<i>Toutes doses</i>	759	1,78	1,40 - 2,25
Alcoolémie (g/l)			
Négative**	7 181	1,00	-
Alc < 0,5	495	2,70	2,10 - 3,48
0,5 ≤ Alc < 0,8	211	6,29	3,74 - 10,6
0,8 ≤ Alc < 1,2	304	7,58	4,76 - 12,1
1,2 ≤ Alc < 2,0	739	13,2	9,12 - 19,1
Alc ≥ 2,0	842	39,6	22,7 - 68,9
<i>Toutes doses</i>	2 591	8,51	7,15 - 10,1

* Dépistage urinaire négatif ou dosage sanguin affirmé négatif sans autre précision.

** Éthylotest négatif ou dosage sanguin affirmé négatif sans autre précision.

*** Co-facteurs inclus dans le modèle : âge, type de véhicule, moment de l'accident.

Tableau 72 - Part de la responsabilité des accidents mortels (et intervalle de confiance à 95 %) attribuable à un conducteur positif au cannabis ou à l'alcool (RA)
(après ajustement sur l'âge du conducteur, le type de véhicule et le moment de l'accident).

Concentrations sanguines	RA	IC 95 %
Cannabis, THC > 0,0 ng/ml	4,3 %	2,9 % - 5,8 %
Alcoolémie > 0,0 g/l	31,5 %	30,7 % - 32,3 %

Ainsi, l'OR "toutes doses" associé au cannabis (1,65) est proche de celui estimé dans l'étude SAM, mais le gradient mis en évidence n'est pas retrouvé dans la présente étude. Le risque attribuable au cannabis est très proche dans les deux études.

Le risque associé à l'alcool est nettement plus élevé dans la présente étude, puisqu'il est environ deux fois plus élevé toutes doses confondues. Cependant le risque attribuable correspondant est peu différent de celui calculé dans SAM, principalement du fait de la différence entre les prévalences et au seuil choisi pour la positivité (les faibles alcoolémies étaient considérées comme positives dans SAM).

Pour pouvoir évaluer ce qui, des données ou des différences dans la méthode utilisée, peut expliquer les différences dans les résultats des deux études, les choix de sélection et d'analyse utilisés dans SAM vont être appliqués à la présente étude.

6.3.2 Analyse avec sélection du groupe témoin identique à celle de l'étude SAM

Le groupe témoin de l'étude SAM est constitué des conducteurs non responsables impliqués dans les accidents mortels, desquels ont été exclus les non responsables qui étaient les seuls personnes décédées dans leur accident. Cette exclusion était motivée par le fait que la probabilité d'être tué était observée plus élevée parmi les conducteurs positifs à l'alcool et/ou au cannabis. Ainsi des conducteurs non responsables, donc censés être proches de conducteurs circulants non accidentés, avaient un risque plus élevé d'être inclus dans le groupe témoin car leur risque d'être tué, et donc d'être sélectionné en tant qu'impliqué dans un accident mortel, était plus élevé.

Afin de pouvoir évaluer l'effet de ce choix différent pour le groupe témoin, les résultats suivants comparent, sur les données actuelles, les responsables aux non responsables en excluant du groupe témoin les non responsables seuls décédés.

Tableau 23 : Prévalences et OR bruts de responsabilité liés à la conduite sous influence. Exclusion du groupe témoin des non responsables seuls décédés dans l'accident (données Voiesur 2011, accidents mortels)

Concentrations sanguines	Effectifs	Conducteurs		OR	IC 95 %
		Responsables	Témoins		
Effectifs	3792	2569	1223		
Cannabis, THC ≥ 1 ng/ml	310	10,7%	2,9%	4,07	2,84 – 5,82
Amphétamines ≥ 50 ng/ml	9	0,4%	0%	-	
Cocaïne ≥ 50 ng/ml	11	0,4%	0%	-	
Opiacés ≥ 20 ng/ml	42	1,3%	0,7%	2,04	0,94 – 4,41
Alcool ≥ 0,5 g/l	772	29,5 %	1,2 %	33,6	20,1 – 56,3

L'exclusion des non responsables seuls décédés du groupe témoin a comme conséquences de faire baisser la prévalence cannabis et opiacés, plus nettement la prévalence alcool (de 2,1% à 1,2%, et 2,8% dans SAM). Les ORs bruts sont modifiés, passant de 3,45 à 4,07 pour le cannabis (3,32 dans SAM) et de 2,21 à 2,04 pour les opiacés (non significatif dans SAM). Le changement le plus net est observé pour le risque associé à l'alcool qui passe de 19,7 à 33,6 (15,5 dans SAM). Les effets des amphétamines et de la cocaïne ne peuvent pas être évalués faute de témoins positifs à ces substances (ce qui donne un risque théorique "infini" mais non estimable du fait des faibles nombres observés).

Le Tableau 24 montre les estimations des ORs ajustés sur les autres substances trouvées significatives ainsi que sur les mêmes co-facteurs que précédemment.

Tableau 24 : Sur-risques de responsabilité du conducteur liés à une conduite sous influence : OR ajustés sur l'ensemble des co-facteurs* et prévalences. Exclusion des non responsables seuls décédés dans l'accident du groupe témoin (n=3783, données Voiesur 2011, accidents mortels)

	Prévalence chez les témoins	Prévalence chez les responsables	OR	IC 95%
THC < 1	97,1%	89,3%	1	
1 ≤ THC < 3	1,8%	5,0%	1,55	0,91 -2,65
3 ≤ THC < 5	0,4%	2,3%	2,70	0,98 -7,40
THC ≥ 5	0,7%	3,4%	2,17	0,97 -4,88
Toutes doses THC ≥ 1	2,9%	10,7%	1,86	1,23 -2,82
Alc < 0,5	98,8%	70,6%	1	
0,5 ≤ Alc < 0,8	0,2%	2,3%	9,62	2,90 -31,8
0,8 ≤ Alc < 1,2	0,2%	5,9%	27,7	8,70 -88,2
1,2 ≤ Alc < 2	0,7%	11,0%	18,4	8,95 -38,1
Alc ≥ 2	0,1%	10,2%	175,1	24,4 ->999
Toutes doses ALC ≥ 0,5	1,2%	29,4%	28,9	16,9 -49,3

*Co-facteurs inclus dans le modèle : âge, sexe, catégorie de véhicule, moment de l'accident

**Statuts alcool et stupéfiant connus, responsabilité experte déterminée et âge connu (2562cas et 1221 témoins)

Une fois ajusté, l'OR associé au cannabis (1,86) est un peu plus élevé que dans notre première analyse (1,65) et proche de la valeur estimée dans SAM (1,78). Le risque associé à l'alcool est encore plus élevé (28,9 vs 17,8), et toujours bien supérieur à la valeur estimée dans SAM (8,51).

Le Tableau 25 contient les estimations des risques attribuables calculés à partir des estimations ajustées précédentes.

- **Tableau 25 : Fractions de risque attribuables à une conduite sous influence (obtenues à partir des OR ajustés sur l'ensemble des co-facteurs). Exclusion des non responsables seuls décédés dans l'accident du groupe témoin (données Voiesur 2011, accidents mortels)**

	Risque attribuable	IC 95%
THC \geq 1 ng/ml	5,1%	4,5-5,6
ALC \geq 0,5 g/l	28,3%	26,6-30,0

* Co-facteurs inclus dans le modèle : âge, sexe, catégorie de véhicule, moment de l'accident

** Statuts alcool et stupéfiant connus, responsabilité experte déterminée et âge connu (2562 cas et 1221 témoins)

Les valeurs des prévalences et des ORs ajustés associés au cannabis varient peu selon la définition du groupe témoin et par rapport à l'étude SAM. Il en est de même des risques attribuables (4,2% vs 5,1% avec cette sélection du groupe témoin, et 4,3% dans SAM).

Concernant l'alcool, les risques ajustés sont assez différents du fait de la baisse des prévalences (chez les non responsables). Cependant les risques attribuables ajustés sont proches, puisque l'estimation est de 27,7% avec le premier groupe témoin, de 28,3% en restreignant le groupe témoin (seuils réglementaires) et 31,5% dans l'étude SAM (seuils 0).

Pour être complet dans la comparaison avec l'étude SAM, il convient de faire l'analyse avec le même groupe témoin que précédemment en utilisant les mêmes seuils, c'est-à-dire en considérant les faibles doses (supérieures à zéro mais inférieures aux seuils légaux) comme positives. Les résultats sont alors les suivants :

Tableau 26 : Sur-risques de responsabilité du conducteur liés à une conduite sous influence (seuils 0 et exclusion des non responsables seuls décédés dans l'accident) : OR ajustés sur l'ensemble des co-facteurs* et prévalences (n=3783, données Voiesur 2011, accidents mortels)**

	Prévalence chez les témoins	Prévalence chez les responsables	OR	IC 95%
THC \leq 0	96,6%	87,2%	1	
0 < THC < 1	0,6%	2,0%	1,58	0,64 – 3,91
1 \leq THC < 3	1,8%	5,0%	1,49	0,87 – 2,55
3 \leq THC < 5	0,4%	2,3%	2,66	0,96 – 7,33
THC \geq 5	0,7%	3,4%	2,17	0,96 – 4,90
Toutes doses THC \geq 0	3,4%	12,7%	1,78	1,21 – 2,61
Alc \leq 0	97,5%	66,9%	1	
0 < Alc < 0,5	1,3%	3,7%	3,58	2,04 – 6,28
0,5 \leq Alc < 0,8	0,2%	2,3%	10,1	3,05 – 33,6
0,8 \leq Alc < 1,2	0,2%	5,9%	28,9	9,07 – 92,2
1,2 \leq Alc < 2	0,7%	11,0%	19,5	9,46 – 40,4
Alc \geq 2	0,1%	10,2%	185,3	25,7 – >999
Toutes doses ALC \geq 0	2,5%	33,1%	16,2	11,0 – 23,8

* Co-facteurs inclus dans le modèle : âge, catégorie de véhicule, moment de l'accident, âge*catégorie de véhicule

** Statuts alcool et stupéfiant connus, responsabilité experte déterminée et âge connu (2562 cas et 1221 témoins)

Tableau 27 : Fractions de risque attribuables à une conduite sous influence (seuils 0 et exclusion des non responsables seuls décédés dans l'accident) obtenues à partir des OR ajustés sur l'ensemble des co-facteurs* (n=3783, données Voiesur 2011, accidents mortels)**

	Risque attribuable	IC 95%
THC > 0 ng/ml	5,7%	5,1-6,3
ALC > 0 g/l	31,0%	29,4-32,7

* Co-facteurs inclus dans le modèle : âge, catégorie de véhicule, moment de l'accident, âge*catégorie de véhicule

** Statuts alcool et stupéfiant connus, responsabilité experte déterminée et âge connu (2562 cas et 1221 témoins)

Ainsi l'OR associé au THC supérieur à zéro n'est pas très différent de celui obtenu en prenant les seuils réglementaires : OR= 1,8 vs 1,9. Le risque associé à l'alcool est beaucoup plus faible : OR=16,2 vs 28,9. Ceci s'explique par le fait qu'il s'agit d'un effet « moyen » alcool englobant des faibles doses au sur-risque assez faible comparé aux autres doses (OR=3,6 alors que la première dose au-delà du seuil réglementaire a déjà un OR > 10), ce qui fait baisser le sur-risque global alcool. Par ailleurs, la suppression de quelques faibles alcoolémies au niveau d'une classe de référence composée de nombreux conducteurs négatifs ne modifie pas sensiblement le niveau de risque de ce groupe de référence (dans le cas contraire, cela aurait pu provoquer une hausse de l'OR). Quant aux risques attribuables, ils sont un peu plus élevés, mais pas très différents de ceux obtenus en prenant les seuils réglementaires.

6.4 Risque d'être responsable d'un accident corporel

Dans les accidents corporels, le statut alcool est connu pour 82,1% des conducteurs, ce qui est comparable avec ce qui est observé dans les accidents mortels : 84,3% pour les conducteurs décédés, et 93,5% pour les survivants (Cf. Tableau 13). En revanche, le statut cannabis n'est connu que pour 17,7% des conducteurs, ce qui est nettement inférieur à ce qui est observé pour les accidents mortels où le statut cannabis est déterminé pour 73,9% des conducteurs décédés et 75,0% des conducteurs survivants (Cf. Tableau 3). Il en est de même pour les autres stupéfiants où le statut n'est connu que pour 17,6% des conducteurs impliqués dans un accident corporel.

Dans ces conditions, estimer le sur-risque lié aux stupéfiants d'être responsable d'un accident corporel, ne peut se faire que sur un sous-échantillon de l'ensemble des conducteurs au statut connu (781 conducteurs inclus dans l'analyse parmi les 4660 recensés dans Voiesur, soit 16,8%). Si la réalisation des épreuves de dépistage et de dosage des stupéfiants n'est pas réalisée de manière aléatoire, mais sur les conducteurs ayant un profil particulier, cette analyse peut être biaisée.

Tableau 28 : Prévalences et OR bruts de responsabilité liés à la conduite sous influence (données Voiesur 2011, accidents corporels, responsabilité, alcool et stupéfiant déterminés)

Concentrations sanguines	Effectifs	Conducteurs		OR	IC 95 %
		Responsables	Non responsables		
Effectifs	781	495	286		
Cannabis, THC ≥ 1 ng/ml	30	5,3%	1,4%	3,91	1,35-11,3
Amphétamines ≥ 50 ng/ml	1	0,2%	-		
Cocaïne ≥ 50 ng/ml	1	0,2%	-		
Opiacés ≥ 20 ng/ml	1	0,2%	-		
Alcool ≥ 0,5 g/l	120	23,6%	1,0%	29,2	9,19-92,8

Les prévalences cannabis et alcool sont plus faibles pour les conducteurs impliqués dans un accident corporel que dans un accident mortel, aussi bien chez les responsables que chez les non responsables. Ainsi, chez les responsables, la prévalence du cannabis est de 5,3% dans les accidents corporels vs 10,7% dans les mortels et celle de l'alcool de 23,6% vs 29,5% (Cf. Tableau 26 et Tableau 15). Pour les non responsables, la prévalence du cannabis est de 1,4% vs 3,4% dans les mortels, et celle de l'alcool de 1,0% vs 2,1%. Cette prévalence de l'alcool dans le groupe témoin de 1,0% est très faible.

L'OR obtenu sur les accidents corporels est similaire avec ce que l'on observe pour les accidents mortels pour le cannabis : 3,9 vs 3,5. Pour l'alcool, l'OR est supérieur : 29,2 vs 19,7 pour les accidents mortels, du fait de la prévalence très faible dans le groupe témoin.

La taille réduite de l'échantillon et les prévalences relativement faibles des conduites sous influence notamment chez les non responsables, conduisent à considérer des groupes de très petite taille. Ainsi, seulement 4 conducteurs témoins sont positifs au cannabis et 3 à l'alcool. Au vu de ces faibles effectifs, l'analyse en dose présente peu d'intérêt. L'analyse multivariée est réalisée uniquement sur les variables dichotomiques.

Tableau 29 : Sur-risques de responsabilité du conducteur liés à une conduite sous influence : OR ajustés sur l'ensemble des co-facteurs* (données Voiesur 2011, accidents corporels)

	OR	IC 95%
Cannabis, THC \geq 1 ng/ml	1,80	0,55 – 5,88
Alcool \geq 0,5 g/l	27,0	8,24 – 88,6

Co-facteurs inclus dans le modèle : âge, sexe, catégorie de véhicule, moment de l'accident
 **Statuts alcool et stupéfiant connus, responsabilité experte déterminée et âge connu 495 cas et 286 témoins)

Sur les données d'accidents corporels, une fois ajusté sur l'alcool et l'ensemble des autres co-facteurs, l'OR attaché au cannabis est de 1,8 (Cf. Tableau 24). Il n'est plus significatif, mais reste du même ordre de grandeur que celui observé sur les accidents mortels (OR=1,7 - Cf. Tableau 20). Cette absence de significativité peut s'expliquer par une faible puissance liée aux petits effectifs. L'effet alcool est très élevé (OR=27,0). Il est plus prononcé que celui estimé sur les accidents mortels (OR=17,8 - Cf. Tableau 20), mais avec un intervalle de confiance très large du fait de la prévalence alcool très faible sur cet échantillon de non responsables au statut stupéfiant connu.

7 Discussion

Le risque d'être responsable d'un accident mortel associé à la conduite sous cannabis est multiplié par 1,65, soit une valeur peu différente de celle estimée dans l'enquête SAM, 1,78. La proportion de conducteurs roulant sous l'emprise du cannabis apparaît également stable : 3,4% dans la présente étude, 2,8% dans SAM. Il en résulte que la part d'accidents mortels qui serait évitée en absence de l'exposition est estimée à 4,2%, proche de celle estimée dans SAM, 4,3%.

Concernant les autres substances psychotropes recherchées (hors alcool), les résultats confirment la rareté de l'exposition aux amphétamines et à la cocaïne, et l'impossibilité à partir de nos données de déterminer les risques associés. En revanche, la conduite sous opiacés apparaît associée à un risque significatif, avec un OR ajusté à 2,2, une prévalence de 0,6% et un risque attribuable estimé à 0,7%. Le faible nombre de conducteurs sous influence implique cependant une certaine prudence dans l'interprétation de ce résultat, qui n'est pas retrouvé avec les autres méthodes d'analyse mises en œuvre.

La plus grande différence avec l'étude SAM est observée pour l'OR associé à l'alcool, dont l'estimation dans SAM était égale à 8,51 alors qu'elle est de 17,8 dans la présente étude (16,2 quand on applique la même méthode que dans SAM). Des hypothèses pour interpréter ces différences sont formulées plus loin, mais il faut noter que les risques attribuables correspondants sont très similaires : 27,7% dans ActuSAM (31% avec la méthode type SAM) et 31,5% dans SAM.

Au-delà des fluctuations d'échantillonnage, les méthodes d'analyse des deux études diffèrent sur les seuils de positivité retenus, la méthode de détermination de la responsabilité et la composition du groupe témoin. Il importe donc de discuter de l'influence de ces trois points sur la similitude ou les différences de résultats entre les deux périodes, afin de pouvoir interpréter ensuite la stabilité ou l'évolution des paramètres d'intérêt.

Choix des seuils de positivité

Le choix des seuils correspondant à ceux définis pour la positivité des tests est le plus logique et supprime le problème du différentiel entre les victimes décédées et les survivantes, provenant du fait que la dose supérieure à 0 mais inférieure au seuil légal n'est connue que pour les premières. Dans l'étude SAM, le choix de prendre comme niveau de référence le niveau zéro (en tenant compte de l'incertitude de la mesure) et d'étudier la classe intermédiaire (>0 et inférieure au seuil du test de détection) était principalement motivé par l'étude des "faibles doses" l'alcool. Cette analyse a fait l'objet d'une analyse spécifique qui n'a pas montré d'élévation du risque d'être responsable d'un accident mortel pour les faibles doses alcool, une fois pris en compte le problème évoqué ci-avant (rapport SAM, p 90-96). En pratique, les calculs faits en 6.3.2 montrent que les ORs toutes doses sont peu modifiés par le changement de niveau de référence.

Choix de la détermination de la responsabilité

Comme expliqué dans la méthode (cf. 5.1) la détermination de la responsabilité utilisée est basée sur l'examen de l'ensemble des informations disponibles sur chaque accident, en analysant ce qui a pu déclencher ou au minimum contribuer à la survenue de chaque accident.

Dans l'étude SAM, la responsabilité a été estimée par des experts pour un sous ensemble d'accidents, ce qui a permis de valider une responsabilité calculée pour l'ensemble des accidents à partir d'un algorithme qui suivait les recommandations de l'article de Robertson et Drummer. C'est cette responsabilité "Robertson et Drummer" qui a ensuite été utilisée, avec deux conséquences. La première est que la qualité de cette détermination était forcément moindre que celle de la responsabilité expert, car elle utilisait beaucoup moins d'informations. La deuxième conséquence est qu'elle a pu être évaluée sur l'ensemble des accidents corporels légers des données BAAC, ce qui a

permis une comparaison entre les non responsables impliqués dans les accidents corporels légers, et le groupe de témoins retenu.

Pour la présente étude, la responsabilité expert a été déterminée pour l'ensemble des accidents. Comme indiqué dans le paragraphe méthode, il a été statistiquement établi que les experts n'ont pas tenu compte de l'état éventuellement alcoolisé des conducteurs. L'OR plus élevé associé à l'alcool ne s'explique donc pas par le biais qui aurait été induit dans le cas contraire. L'explication la plus vraisemblable de l'obtention d'un OR beaucoup plus élevé vient à notre avis de la meilleure spécificité de la détermination de la responsabilité : celle-ci est plus établie par rapport au comportement du conducteur, c'est-à-dire que les manœuvres inappropriées ou les défaillances identifiées juste avant la collision sont plus systématiquement prises en compte que en utilisant la méthode de détermination de Robertson et Drummer. Ces faits étant beaucoup plus souvent observés chez les conducteurs alcoolisés, le risque associé est de ce fait plus élevé. En d'autres termes, le risque associé à l'alcool toutes doses confondues trouvé dans l'étude SAM était sans doute sous-estimé.

Choix du groupe témoin

Ainsi que résumé par Wahlberg, l'analyse en responsabilité se base sur l'hypothèse que les conducteurs estimés non responsables après un accident constituent un échantillon aléatoire de la population générale des conducteurs. Ces non responsables ont été sélectionnés dans l'accident par un processus indépendant de leur propre contrôle, et présentent donc le même profil à risque que d'autres conducteurs présents sur la route au même moment et qui n'ont pas eu d'accident. Si cette hypothèse de constitution aléatoire du groupe des non responsables est valide, l'interprétation des ORs est celle que l'on recherche, à savoir la multiplication du risque d'être responsable d'un accident mortel parmi l'ensemble des conducteurs circulants (ce qui est un événement rare, condition nécessaire pour que l'OR soit une bonne approximation du RR), et non pas parmi les conducteurs impliqués dans un accident mortel.

Cependant, en toute rigueur, cette hypothèse est impossible à valider, puisqu'il faudrait pour cela disposer des données sur des non accidentés qui auraient les mêmes caractéristiques d'exposition. A défaut de disposer d'un tel groupe, le groupe de témoins peut être constitué de différentes façons.

Le premier choix possible, qui est celui que nous avons retenu pour produire nos résultats, est de prendre tous les conducteurs non responsables impliqués dans les accidents mortels. L'avantage de ce choix est d'avoir la même qualité d'information que pour les responsables. C'est aussi pour les accidents à deux ou plusieurs véhicules d'avoir une homogénéité sur certaines circonstances des accidents (même lieu, même heure, même conditions de circulation). Pour ces accidents à deux ou plusieurs véhicules il est possible de faire une analyse appariée, qui permet d'ajuster les estimations sur des facteurs non mesurés explicitement (mais communs aux impliqués dans le même accident). Les résultats détaillés en annexe montrent que les ORs cannabis et alcool sont peu différents des résultats globaux. Ils sont aussi peu différents des résultats obtenus sur le même sous ensemble d'accidents sans tenir compte de l'appariement (cf. annexe 11.3), ce qui est un argument en faveur du côté aléatoire du processus de sélection des impliqués non responsables.

Cependant, choisir comme groupe témoin les non responsables impliqués dans les accidents mortels implique qu'on sélectionne le groupe témoin en fonction de la gravité de l'accident (mortel en l'occurrence), alors que cette gravité est en grande partie causée par la vitesse du ou des véhicules au moment de la collision. Or un certain nombre de facteurs d'intérêt sont également liés à ce facteur vitesse, comme la conduite sous influence (en particulier de l'alcool), le sexe ou l'âge du conducteur par exemple.

C'est en partie l'observation de la sur-létalité des conducteurs alcoolisés dans l'étude SAM qui nous avait conduits à exclure du groupe témoin les non responsables seuls décédés dans les accidents mortels (en supprimant ainsi les témoins qui sont à l'origine de l'inclusion dans l'étude). Sur les données de la présente étude les non responsables alcoolisés décèdent également plus

fréquemment que les non responsables non alcoolisés, mais la différence est moins forte que dans SAM.

Nous avons choisi de conserver l'ensemble des non responsables, car l'exclusion des non responsables seuls décédés du groupe témoin a des inconvénients : groupe témoin de petite taille (encore plus gênant que dans SAM puisque nous n'avons qu'une seule année d'observation), élimination des usagers vulnérables qui sont presque toujours les seuls décédés, impossibilité d'étudier l'effet des amphétamines et de la cocaïne (car aucun conducteur parmi les non responsables non seuls décédés contrairement à SAM). L'analyse présentée en 6.3.2 montre que ce choix de restriction ou non du groupe de référence n'a que peu de répercussions sur les principaux résultats produits.

Deux autres façons de constituer un groupe témoin ont été également envisagées et réalisées, en utilisant les données des accidents corporels codés dans la base Voiesur. A noter que cette possibilité n'existait pas dans SAM qui ne portait que sur les accidents mortels⁵. L'idée est évidemment d'atténuer la sélection par la vitesse comme évoqué ci-dessus. On observe qu'effectivement les non responsables impliqués dans les accidents corporels diffèrent des non responsables impliqués dans les accidents mortels sur un certain nombre de caractéristiques. Ils sont ainsi plus souvent de sexe féminin, moins souvent usagers de deux-roues motorisés, etc.

Un premier choix a consisté à prendre comme groupe témoin l'ensemble des non responsables impliqués dans les accidents corporels. Un deuxième a consisté à utiliser le groupe des non responsables impliqués dans les accidents mortels en les pondérant par des quantités estimées sur les différences de distribution observées entre les deux types d'accidents sur un certain nombre de facteurs liés aux circonstances des accidents. Choisir comme groupe témoin l'ensemble des non responsables impliqués dans les accidents corporels a deux conséquences importantes. La première est d'augmenter, pour les accidents à plusieurs véhicules, la variabilité des circonstances d'accidents. La deuxième conséquence est d'utiliser des données de moins bonne qualité, car en pratique les PV des accidents corporels sont nettement moins bien renseignés que ceux des accidents mortels pour des raisons faciles à comprendre (le PV est avant tout un document rédigé à l'intention de la justice et des assurances). De plus la mesure de la conduite sous stupéfiant y est beaucoup moins souvent effectuée et très probablement de façon non aléatoire par rapport à l'ensemble des accidents corporels (sans qu'on ait pu caractériser ce biais). Les résultats présentés en annexe (cf. 11.1) montrent les limites de cette approche que nous n'avons donc pas retenue.

Enfin la tentative de pondération des non responsables impliqués dans les accidents mortels (cf. 11.2) s'est avérée peu réaliste, essentiellement parce que le nombre de facteurs pertinents pour calculer les poids est trop élevé compte tenu du nombre d'observations disponibles, ce qui rend peu fiables les poids estimés.

Au final, il apparaît que les choix différents faits dans la présente analyse comparés à ceux effectués dans l'étude SAM ont peu de conséquences sur les estimations associées à l'effet du cannabis.

Comparaison avec les résultats obtenus à partir des accidents corporels

Les résultats obtenus à partir des accidents corporels sont assez difficiles à interpréter en raison du nombre très élevé de valeurs manquantes pour le cannabis, ce qui a pour conséquence une faible puissance statistique et un probable biais. Comme évoqué ci-dessus, il est en effet très possible que les forces de l'ordre ne fassent la mesure des stupéfiants que dans certains contextes, en fonction par exemple du niveau de gravité de l'accident, ou chez des conducteurs négatifs à l'alcool mais dont le comportement peut faire penser à une consommation de produits stupéfiants. Il apparaît en fait que les conducteurs alcoolisés sont plus souvent dépistés pour les stupéfiants que les

⁵ Même si les données des BAAC avaient été utilisées pour valider le groupe témoin en le comparant aux non responsables impliqués dans les accidents corporels légers, ce qui était possible pour l'alcool mais pas pour les autres conduites sous influence.

non alcoolisés, ce qui infirme la conjecture précédente. Autrement dit, si le biais évoqué est très probable, le sens de ce biais est impossible à déterminer.

En étant conscient de ce biais, le risque associé à la conduite sous influence de cannabis est de 1,78, non significatif sans doute du fait du petit nombre de conducteurs pour lesquels la mesure a été effectuée, mais de valeur très proche de celle estimée pour les accidents mortels. Le risque associé à l'alcool est significatif et supérieur à celui obtenu pour les accidents mortels (27 vs. 17,8). En première approche, c'est l'inverse (un OR moins élevé) qui était attendu si d'une part on fait l'hypothèse que, à configuration de choc égale, ce qui fait d'un accident corporel un accident mortel est la vitesse au choc plus élevée (cette vitesse étant fortement corrélée aux vitesses de déplacement des véhicules impliqués), et que d'autre part les conducteurs alcoolisés ont tendance à rouler à vitesse plus élevée. Autrement dit, il est difficile de tirer des conclusions à partir de l'échantillon des accidents corporels pour lesquels les tests alcool et cannabis ont été effectués.

L'effet de l'alcool sur la responsabilité et sur la vitesse pratiquée, assez peu documenté dans la littérature (Kelly et al., 2004; Sewell et al., 2009), fera l'objet d'une publication spécifique pour mettre en évidence le double effet de l'alcool, qui entraîne à la fois une baisse des capacités du conducteur et une vitesse de déplacement plus élevée, l'importance relative de ces deux effets dépendant différemment de la dose d'alcool.

Éléments qui ont changé entre les périodes de recueil 2002-2003 et 2011

Concernant le test de dépistage des drogues utilisé, seul le test urinaire était pratiqué en 2002-2003 au moment de l'enquête SAM, alors que près des deux tiers des tests étaient des tests salivaires en 2011. Les deux types de test recherchent la présence de THC-COOH qui est réputé détectable jusqu'à 12 heures après la dernière consommation dans la salive et jusqu'à trois semaines dans l'urine. Ainsi le test salivaire apparaît plus pertinent pour détecter les consommateurs récents, et donc possiblement sous influence du produit. Le test urinaire devrait lui conduire à plus de faux positifs, c'est-à-dire à plus de tests positifs non confirmés par l'analyse sanguine. Il n'est malheureusement pas possible de confirmer ce point à partir de nos données, les nombres de conducteurs pour lesquels on dispose de toutes les informations nécessaires étant trop faible (cf. Tableau 5).

Au-delà des nombreuses évolutions qui se sont produites au cours des presque dix années qui séparent les deux études, avec notamment la baisse généralisée des vitesses pratiquées sur le réseau routier, le sur-risque estimé pour les conducteurs sous influence du cannabis reste du même ordre de grandeur. La prévalence des conducteurs sous influence est également stable. Selon l'OFDT (Beck, 2015), la proportion des consommateurs de cannabis est restée stable entre les années 2000 et 2014. En faisant l'hypothèse que la proportion de consommateurs qui conduisent alors qu'ils ont eu une consommation récente ne varie pas sensiblement, il est donc attendu que la prévalence des conducteurs sous influence varie peu.

C'est ce que nous observons, avec une prévalence estimée de 3,4%, mais aucun chiffre n'est disponible dans la littérature pour appuyer ce résultat. Comme déjà évoqué, la détermination de cette prévalence dépend grandement de la constitution du groupe témoin. Or c'est aussi à partir de ce même groupe que l'estimation de la prévalence alcool (2,1%) a été obtenue, ce qui est assez proche (2,7%) de la prévalence trouvée en Belgique dans une grande enquête menée auprès des conducteurs circulant sur le réseau routier (Focant, 2016). Les pratiques de consommation entre les deux pays sont sans doute différentes, mais la similitude des prévalences estimées va dans le bon sens quant à la pertinence de l'utilisation du groupe de non responsables pour approximer les conducteurs circulants.

Par rapport à la littérature

Le risque d'être responsable d'un accident mortel pour un conducteur ayant dépassé le seuil défini pour le cannabis (1ng/l) est estimé à 1,62 une fois ajusté sur l'alcool et tous les facteurs de confusion disponibles. Cette valeur apparaît en accord avec les principaux résultats publiés récemment, même si la comparaison est délicate car, au-delà des différences de populations cibles et d'échantillonnages, les designs d'études, les moyens de dépistage (et de confirmation du résultat des dépistages) et la prise en compte des différents facteurs de confusion divergent parfois fortement (Asbridge et al., 2012; Elvik, 2013; Kelly et al., 2004; Li et al., 2012).

Parmi les facteurs de confusion, l'alcool doit impérativement être pris en compte puisque la consommation de cannabis s'accompagne très souvent (plus d'une fois sur deux d'après nos données) d'une consommation d'alcool. Autrement dit une étude qui ne tient pas compte de l'alcool a toutes les chances de surestimer l'effet cannabis, puisque l'effet sur la conduite du cannabis va être aussi, pour environ la moitié des conducteurs, le reflet de la consommation d'alcool elle-même associée à une élévation forte du risque d'être responsable.

Par ailleurs, comme déjà évoqué au début de ce document, les résultats peuvent varier selon la structure même des études, les deux principales catégories étant : (1) les études de type cas-témoin "standard", avec des témoins qui sont des conducteurs en général interrogés alors qu'ils circulaient sur le lieu ou à proximité d'un lieu où avait eu lieu un accident, le ou les conducteurs accidentés constituant le groupe des cas; (2) les études "en responsabilité" similaires à la présente étude. Ces deux types d'études présentent des points forts et des points faibles qui s'opposent.

Pour les premières, la difficulté est d'obtenir une information fiable sur les drogues. La plupart du temps il s'agit d'auto déclaration, ce qui risque de minimiser la prévalence de ces drogues parmi les témoins, et donc de conduire à une surestimation du risque attaché à ces consommations. Cependant le groupe témoin est souvent constitué de l'ensemble des accidentés, ce qui permet d'éviter la définition de la responsabilité, mais ce qui minimise le risque à évaluer en considérant de la même façon des conducteurs qui sont tout ou partie responsables de la survenue de l'accident avec les autres. Ainsi le sens d'un éventuel biais dû à ce type d'étude est impossible à donner.

Deux difficultés principales sont présentes pour les études en responsabilité. La détermination de la responsabilité doit être la meilleure possible. C'est le cas dans le présent travail, avec notamment une bonne validation de la non prise en compte de l'alcoolisation éventuelle par les experts dans l'attribution de cette responsabilité. Le deuxième est plus problématique : on ne peut pas affirmer que les non responsables forment un groupe de parfaits témoins, c'est-à-dire un échantillon représentatif de l'ensemble des conducteurs circulant sur le réseau routier. Les différentes analyses conduites (avec d'autres choix pour le groupe témoin) montrent que les résultats concernant la conduite sous influence du cannabis varient peu, mais sans écarter complètement le problème.

De manière plus générale si l'effet de la consommation d'alcool sur la conduite est établi aussi bien à partir des études expérimentales que des études d'observation, l'effet de la consommation de cannabis est plus controversé. L'instabilité des résultats relatifs au cannabis provient de plusieurs éléments : Les effets du cannabis varient plus que ceux de l'alcool selon les individus, du fait de la tolérance individuelle, des différences dans les techniques de consommation et des différents niveaux de concentration du produit utilisé (Sewell et al., 2009). De plus la preuve de la consommation est plus difficile à établir, et l'effet sur la conduite est sans aucun doute moindre.

8 Conclusion

Cette étude montre que les conducteurs sous influence d'une consommation de cannabis multiplient leur risque d'être responsable d'un accident mortel par 1,65. La proportion des conducteurs roulant sous influence cannabis est estimée à 3,4%, et la proportion des accidents mortels qui seraient évités en absence de cette consommation à 4,2%. Ces résultats sont très similaires à ceux obtenus dans l'étude SAM, ce qui suggère que la consommation et le risque associé n'ont pas sensiblement varié entre 2002 et 2011.

Un sur risque associé à la consommation d'opiacés a également été trouvé significatif, mais la faible prévalence observée et le doute sur la réelle positivité à ces produits au moment de l'accident, qui sont parfois utilisés par les secours comme antalgiques, impliquent cependant une certaine prudence dans l'interprétation de ce résultat. Les autres familles de stupéfiants ont des prévalences faibles, et les éventuels sur-risques associés ne peuvent pas être mis en évidence à partir d'une seule année de recueil.

La part des accidents mortels qui seraient évités si aucun conducteur ne dépassait le seuil réglementaire d'alcool est toujours aussi élevée, puisque cette étude l'estime à 28%. Il est finalement important de noter qu'un conducteur (circulant) sur deux étant estimé sous influence du cannabis est également sous influence de l'alcool (alors que 20 % sous influence alcool sont aussi sous influence cannabis). Les risques se multipliant entre eux, le message sur la dangerosité particulière d'une consommation conjointe d'alcool et de stupéfiants, en particulier de cannabis, est toujours pertinent.

9 Remerciements

Cette recherche s'est fortement appuyée sur les données du projet VOIESUR (Véhicule Occupant Infrastructure Etudes de la Sécurité des Usagers de la Route) soutenu par l'ANR dans le cadre du programme Transports Terrestres Durables, édition 2011 (ANR-11-VPTT-0007), et qui impliquait l'IFSTTAR, le LAB (GIS PSA-Renault), le CEESAR et le Cerema. Ce sont en particulier les experts du LAB et du CEESAR qui ont estimé les niveaux de responsabilité sur lesquels ce travail se base.

Cette recherche a également bénéficié d'un soutien de la part de la DSCR dans le cadre de la convention 2200868646 signée entre le ministère de l'intérieur, l'IFSTTAR et le CEESAR.

10 Références

- Asbridge, M., Hayden, J.A., Cartwright, J.L., others, 2012. Acute cannabis consumption and motor vehicle collision risk: systematic review of observational studies and meta-analysis. *BMJ* 344, e536.
- Battistella, G., Fornari, E., Thomas, A., Mall, J.-F., Chtioui, H., Appenzeller, M., Annoni, J.-M., Favrat, B., Maeder, P., Giroud, C., 2013. Weed or wheel! FMRI, behavioural, and toxicological investigations of how cannabis smoking affects skills necessary for driving. *PloS One* 8, e52545.
- Beck, F., 2015. Drogues, chiffres clés. Observatoire Français des Drogues et Toxicomanies.
- Benichou, J., 2001. A review of adjusted estimators of attributable risk. *Stat. Methods Med. Res.* 10, 195–216.
- Berghaus, G., Sheer, N., Schmidt, P., 1995. Effects of cannabis on psychomotor skills and driving performance, a meta-analysis of experimental studies, in: C N Kloeden, A.J.M., Road accident research unit, the university of Adelaide (Ed.), *Proceedings of 13th International Conference on Alcohol, Drugs and Traffic Safety*. Adelaide, pp. 403–9.
- Blaizot, S., Papon, F., Haddak, M.M., Amoros, E., 2013. Injury incidence rates of cyclists compared to pedestrians, car occupants and powered two-wheeler riders, using a medical registry and mobility data, Rhone County, France. *Accid Anal Prev* 58, 35–45. doi:10.1016/j.aap.2013.04.018
- Bruzzi, P., Green, S.B., Byar, D.P., Brinton, L.A., Schairer, C., 1985. Estimating the population attributable risk for multiple risk factors using case-control data. *Am. J. Epidemiol.* 122, 904–914.
- Davis, G.A., Gao, Y., 1995. Statistical methods to support induced exposure analyses of traffic accident data. *Transp. Res. Rec.* 1401, 43–9.
- Elvik, R., 2013. Risk of road accident associated with the use of drugs: A systematic review and meta-analysis of evidence from epidemiological studies. *Accid. Anal. Prev.* 60, 254–267.
- Focant, N., 2016. Boire et conduire : le faisons-nous trop souvent? Mesure nationale de comportement Conduite sous influence d'alcool" 2015 (Rapport de Recherche No. 2016-R-01-FR), Institut Belge pour la Sécurité Routière – Centre de Connaissance Sécurité Routière. IBSR.
- Haight, F.A., 1973. Induced exposure. *Accid. Anal. Prev.* 5, 111–126. doi:http://dx.doi.org/10.1016/0001-4575(73)90019-5
- Hartman, R.L., Huestis, M.A., 2013. Cannabis Effects on Driving Skills. *Clin. Chem.* 59, 10.1373/clinchem.2012.194381. doi:10.1373/clinchem.2012.194381
- Huestis, M.A., Barnes, A., Smith, M.L., 2005. Estimating the time of last cannabis use from plasma delta9-tetrahydrocannabinol and 11-nor-9-carboxy-delta9-tetrahydrocannabinol concentrations. *Clin. Chem.* 51, 2289–2295. doi:10.1373/clinchem.2005.056838
- Kelly, E., Darke, S., Ross, J., 2004. A review of drug use and driving: epidemiology, impairment, risk factors and risk perceptions. *Drug Alcohol Rev.* 23, 319–344.
- Laumon, B., Gadegbeku, B., Martin, J.L., Biecheler, M.B., 2005. Cannabis intoxication and fatal road-traffic crashes in France: population based case-control study. *BMJ* 331, 1371–4. doi:10.1136/bmj.38648.617986.1F
- Laumon, B., Gadegbeku, B., Martin, J.L., SAM, G., 2011. Stupéfiants et accidents mortels (Projet SAM). Analyse Épidémiologique (ISBN 978-2-11-128263-2). Rapport OFDT / IFSTTAR.

- Lenguerrand, E., Martin, J.L., Moskal, A., Gadegbeku, B., Laumon, B., 2007. Limits of the quasi-induced exposure method when compared with the standard case-control design. Application to the estimation of risks associated with driving under the influence of cannabis and alcohol. *Accid Anal Prev* 40, 861–868.
- Li, M.-C., Brady, J.E., DiMaggio, C.J., Lusardi, A.R., Tzong, K.Y., Li, G., 2012. Marijuana use and motor vehicle crashes. *Epidemiol. Rev.* 34, 65–72.
- Moskowitz, H., 1985. Marijuana and driving. *Acc Anal Prev* 17, 323–45.
- Ollier, E., Viallon, V., 2014. Joint estimation of K related regression models with simple L₁-norm penalties. *ArXiv Prepr. ArXiv14111594*.
- Ramaekers, J.G., Robbe, H.W., O’Hanlon, J.F., 2000. Marijuana, alcohol and actual driving performance. *Hum Psychopharmacol* 15, 551–558. doi:10.1002/1099-1077(200010)15:7<551::AID-HUP236>3.0.CO;2-P
- Robbe, H., 1998. Marijuana’s impairing effects on driving are moderate when taken alone but severe when combined with alcohol. *Hum. Psychopharmacol Clin* 13, 70–8.
- Ronen, A., Chassidim, H.S., Gershon, P., Parmet, Y., Rabinovich, A., Bar-Hamburger, R., Cassuto, Y., Shinar, D., 2010. The effect of alcohol, THC and their combination on perceived effects, willingness to drive and performance of driving and non-driving tasks. *Accid. Anal. Prev.* 42, 1855–1865. doi:10.1016/j.aap.2010.05.006
- Ronen, A., Gershon, P., Drobiner, H., Rabinovich, A., Bar-Hamburger, R., Mechoulam, R., Cassuto, Y., Shinar, D., 2008. Effects of {THC} on driving performance, physiological state and subjective feelings relative to alcohol. *Accid. Anal. Prev.* 40, 926–934. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2007.10.011
- Rothman, K.J., Greenland, S., 1998. *Modern Epidemiology*. Lippencott-Raven, Philadelphia.
- Sewell, R.A., Poling, J., Sofuoglu, M., 2009. The effect of cannabis compared with alcohol on driving. *Am. J. Addict. Am. Acad. Psychiatr. Alcohol. Addict.* 18, 185–193. doi:10.1080/10550490902786934

11 Annexe : Résultats complémentaires

Deux autres façons de constituer un groupe témoin ont été mises en œuvre, qui permettent dans la discussion d'étayer le choix du groupe témoin finalement effectué. La troisième annexe montre l'analyse restreinte aux accidents impliquant deux conducteurs et deux seulement, avec prise en compte ou non de l'appariement.

11.1 Utilisation des non responsables impliqués dans un accident corporel comme témoins des responsables impliqués dans un accident mortel

Il est logique de considérer que les non responsables impliqués dans un accident corporel sont plus proches des conducteurs circulants hors accidents que les non responsables impliqués dans un accident mortel. Ainsi, ils constitueraient un meilleur groupe témoin. L'inconvénient de ce groupe témoin, c'est l'absence de détermination du statut stupéfiant pour plus de 80% des conducteurs. Dans cette partie, nous présentons donc deux analyses : la première en prenant comme témoins l'ensemble des non responsables impliqués dans un accident corporel avec les statuts stupéfiant et alcool déterminés. La seconde, en exigeant uniquement la détermination du statut alcool, pour vérifier sur l'alcool, la concordance des résultats en prenant ce groupe témoin.

Tableau 30 : Prévalences et OR bruts de responsabilité liés à la conduite sous influence : cas=responsables d'un accident mortel et témoins=non responsables d'un accident corporel au statut alcool et stupéfiant connu (données Voiesur 2011, accidents mortels et corporels)

Concentrations sanguines	Conducteurs		OR	IC 95 %
	Responsables (accident mortel)	Témoins : non responsables (accident corporel)		
Effectifs	2569	286		
Cannabis, THC \geq 1 ng/ml	10,7%	1,4%	8,45	3,13 – 22,8
Amphétamines \geq 50 ng/ml	0,4%	-		
Cocaïne \geq 50 ng/ml	0,4%	-		
Opiacés \geq 20 ng/ml	1,3%	-		
Alcool \geq 0,5 g/l	29,5%	1,0%	39,4	12,6 – 123

n=2569 conducteurs responsables impliqués dans un accident mortel et n=286 conducteurs non responsables impliqués dans un accident corporel, et ayant fait l'objet d'une procédure réglementaire de recherche d'alcool et de stupéfiants et d'une détermination de la responsabilité experte

Comme attendu, les ORs obtenus avec le groupe témoin constitué des conducteurs non responsables impliqués dans un accident corporel sont beaucoup plus élevés que ceux obtenus en prenant ceux impliqués dans un accident mortel : 8,5 vs 3,5 pour le cannabis et 39,4 vs 19,7 pour l'alcool (Cf. Tableau 15). Il en est de même pour les ORs ajustés : 5,6 vs 1,7 pour le cannabis et 39,1 vs 17,8 pour l'alcool (Cf Tableau 20).

Tableau 31 : Sur-risques de responsabilité du conducteur liés à une conduite sous influence : OR ajustés sur l'ensemble des co-facteurs* cas=responsables d'un accident mortel et témoins=non responsables d'un accident corporel au statut alcool et stupéfiant connu (données Voiesur 2011, accidents mortels et corporels)

	OR	IC 95%
Cannabis, THC \geq 1 ng/ml	5,57	2,02 – 15,4
Alcool \geq 0,5 g/l	39,1	12,3 – 124

Co-facteurs inclus dans le modèle : âge, sexe, catégorie de véhicule, moment de l'accident

L'échantillon des non responsables impliqués dans un accident corporel, au statut alcool et stupéfiant connu, est certainement biaisé puisque présentant une prévalence alcool très faible. Une

analyse restreinte au test de l'effet alcool est réalisée en retenant l'ensemble des conducteurs au statut alcool connu.

Tableau 32 : Prévalences et OR bruts de responsabilité liés à la conduite sous influence : cas=responsables d'un accident mortel et témoins=non responsables d'un accident corporel au statut alcool connu (données Voiesur 2011, accidents mortels et corporels)

Concentrations sanguines	Conducteurs		OR	IC 95 %
	Responsables (accident mortel)	Témoins : non responsables (accident corporel)		
Effectifs	2569	1608		
Alcool \geq 0,5 g/l	29,5%	0,7%	39,4	12,6 – 123

n=2569 conducteurs responsables impliqués dans un accident mortel et n=1608 conducteurs non responsables impliqués dans un accident corporel, et ayant fait l'objet d'une procédure réglementaire de recherche d'alcool et d'une détermination de la responsabilité experte

La prévalence alcool obtenue sur ce groupe des non responsables impliqués dans un accident corporel au statut alcool connu est encore plus faible : 0,7%. L'OR correspondant est donc encore plus élevé. Une fois ajusté sur les co-facteurs des analyses précédentes (âge, sexe, type de véhicule et moment de l'accident), l'OR est de 60,6 (33,3-110,2). Des analyses complémentaires comparant les conducteurs au statut alcool connu et inconnu suggèrent que la prévalence alcool estimée sur les conducteurs au statut connu est certainement sous-estimée. Elle est en effet évaluée sur des conducteurs d'âge plus souvent intermédiaire et moins souvent usagers de deux-roues motorisés.

11.2 Pondération des non responsables impliqués dans un accident mortel à l'aide des non responsables impliqués dans un accident corporel

L'idée est donc de reproduire, sur les non responsables « mortels », la distribution des caractéristiques des non responsables « corporels ». D'autant que la prévalence alcool sur ces derniers est plus faible que celle sur les mortels, soupçonnée d'être trop élevée, notamment dans SAM. Pour ce faire, des poids sont affectés à chaque conducteur non responsable impliqué dans un accident mortel. Ils sont calculés à partir de leurs homologues impliqués dans un accident corporel à partir des caractéristiques d'âge, de sexe, de catégorie de véhicule, de moment de la journée et de catégorie de voie.

Comparés aux non responsables impliqués dans un accident mortel, ceux impliqués dans un accident corporel sont davantage des jeunes, plus souvent de sexe féminin, plus souvent conducteurs de 2RM et moins souvent d'engins lourds, plus rarement accidentés la nuit et plus fréquemment sur rue.

La pondération appliquée sur les non responsables impliqués dans un accident mortel accorde donc désormais un poids plus important aux jeunes et aux usagers de deux-roues motorisés, qui sont davantage concernés par la conduite sous influence. Ainsi, après pondération, les prévalences alcool et cannabis augmentent dans le groupe témoin des non responsables impliqués dans un accident mortel. Comparées aux prévalences non pondérées, celles obtenues après pondération sont de 3,7% vs 2,1% pour l'alcool et 7,2% vs 3,4% pour le cannabis.

Ainsi, la pondération ne permet pas de supprimer les biais du groupe témoin. Pourtant, les non responsables impliqués dans un accident corporel ont une prévalence alcool plus faible que ceux impliqués dans un accident mortel (Cf. Tableau 15 et Tableau 23). Mais on n'applique pas cette prévalence issue des corporels, on recalcule une prévalence sur les données pondérées des accidents mortels, ce qui provoque l'effet inverse de celui escompté.

11.3 Analyse avec ou sans tenir compte de l'appariement des accidents à deux véhicules

L'analyse appariée porte sur tous les accidents à deux véhicules ayant tous les conducteurs avec une responsabilité déterminée et parmi eux, au moins un responsable et un non responsable par accident. Ainsi, 1912 conducteurs sont concernés, 916 responsables et 996 non responsables.

Tableau 33 : Sur-risques de responsabilité du conducteur liés à une conduite sous influence (seuils réglementaires), en analyse appariée et non appariée : OR ajustés sur l'ensemble des co-facteurs* (n=1912, données Voiesur 2011)**

Concentrations sanguines	Avec prise en compte de l'appariement		Sans prise en compte de l'appariement	
	OR	IC 95 %	OR	IC 95%
THC < 1	1		1	
1 ≤ THC < 3	2,34	1,13 – 4.86	1,44	0,75 – 2.76
3 ≤ THC < 5	1,96	0,43 – 8.50	2,23	0,55 – 9.01
THC ≥ 5	0,85	0,34 – 2.14	0,80	0,36 – 1.79
Toutes doses THC ≥ 1	1,65	0,94 – 2.89	1.25	0.77 – 2.03
Alc < 0,5	1		1	
0,5 ≤ Alc < 0,8	8,23	2,42 – 28.0	5,85	1,89 – 18.1
0,8 ≤ Alc < 1,2	7,52	2,84 – 20.0	7,27	2,99 – 17.7
1,2 ≤ Alc < 2	9,97	3,94 – 25.3	9,39	3,91 – 22.5
Alc ≥ 2	23,43	7,60 – 72.3	15,7	6,10 – 40.6
Toutes doses ALC ≥ 0,5	11,3	6,42 – 19.9	9.56	5.86 – 15.6

* Co-facteurs inclus dans le modèle : âge, sexe, catégorie de véhicule et moment de l'accident (ce dernier facteur, uniquement pour l'analyse non appariée)

** Statuts alcool et stupéfiant connus, responsabilité experte déterminée et âge connu, responsabilité déterminée pour TOUS les conducteurs d'un accident, au moins 1 responsable et 1 non responsable par accident (916 cas et 996 témoins)

Sur ce sous-groupe de conducteurs, les prévalences de conduite sous influence chez les témoins sont très proches de celles observées sur l'ensemble des témoins inclus dans l'analyse en responsabilité : pour le cannabis, 3,2% vs 3,4% et pour l'alcool, la prévalence est identique, 2,1%. En revanche, pour les responsables, les prévalences sont plus faibles dans cette analyse restreinte aux conducteurs appariés : 7,5% vs 10,7% pour le cannabis, 17,0% vs 29,5% pour l'alcool. Ce phénomène s'explique par le fait que les conducteurs impliqués dans un accident à un seul véhicule ne sont pas inclus dans l'analyse appariée. Or, ils présentent des prévalences plus élevées.

Après ajustement sur les mêmes facteurs que dans le modèle retenu dans l'analyse principale (à l'exception du moment de l'accident qui n'est plus utile puisque les cas et les témoins sont impliqués dans le même accident), l'OR obtenu pour le cannabis est identique à celui observé dans l'analyse principale : 1,65 (0,94-2,89) vs 1,65 (1,16-2,34). Pour l'alcool, l'OR de l'analyse appariée reste élevé, mais il est plus faible que celui observé dans l'analyse principale : 11,3 (6,42-49,9) vs 17,8 (12,1-26,1), ce qui est assez logique puisque l'alcool est particulièrement connu comme facteur de risque des accidents à 1 seul véhicule, qui ne sont plus présents dans cette analyse.

La comparaison avec l'analyse non appariée effectuée sur les mêmes conducteurs, avec les mêmes facteurs d'ajustement (en ajoutant simplement le facteur moment de l'accident pour tenir compte du fait que les données ne sont plus appariées), ne met pas en évidence de différences notables. Les OR sont très proches, juste un peu moins élevés, ce qui correspond à la perte de précision dès lors qu'on ne tient plus compte de l'appariement.