

## **Cyclistes Victimes d'Accidents (CVA), Partie 2: Effet du casque sur les blessures à la tête, à la face, et au cou**

Emmanuelle Amoros, Mireille Chiron, Amina Ndiaye, Bertrand Thélot,  
Bernard Laumon

► **To cite this version:**

Emmanuelle Amoros, Mireille Chiron, Amina Ndiaye, Bertrand Thélot, Bernard Laumon. Cyclistes Victimes d'Accidents (CVA), Partie 2: Effet du casque sur les blessures à la tête, à la face, et au cou. INRETS/RR/10-549-FR. Cette étude (CVA 2) constitue la première étude cas-témoins en France sur l'effet propre du casqu.. 2009, pp.52. <hal-00511698v2>

**HAL Id: hal-00511698**

**<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00511698v2>**

Submitted on 24 Jun 2011

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

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

# Cyclistes Victimes d'Accidents (CVA)

## Partie 2 : Études cas-témoins

### Effet du casque sur les blessures à la tête, à la face et au cou

Emmanuelle Amoros<sup>1</sup>, Mireille Chiron<sup>1</sup>, Amina Ndiaye<sup>1</sup>,  
Bertrand Thélot<sup>2</sup>, Bernard Laumon<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Unité Mixte de Recherche Épidémiologique et de Surveillance  
Transport Travail Environnement (UMRESTTE)  
INRETS – UCBL – InVS

<sup>2</sup>Unité Traumatismes,  
Département Maladies Chroniques et Traumatismes (DMCT),  
Institut de Veille Sanitaire (InVS)

Rapport UMRESTTE N°0912  
Décembre 2009

Unité Mixte de Recherche Épidémiologique et de Surveillance Transport Travail Environnement  
INRETS – UCBL – InVS  
25 avenue François Mitterrand  
Case 24  
69675 BRON cedex

Contact : [emmanuelle.amoros@inrets.fr](mailto:emmanuelle.amoros@inrets.fr)

Unité Traumatismes, Département Maladies Chroniques et Traumatismes (DMCT),  
Institut de Veille Sanitaire (InVS)  
12 rue du Val d'Osne  
94415 Saint-Maurice cedex

Contact : [b.thelot@invs.sante.fr](mailto:b.thelot@invs.sante.fr)

Le questionnement autour du casque à vélo se résume souvent à « faut-il ou non porter un casque à vélo ? ». **Il est utile de distinguer :**

**1) la question de l'efficacité propre du casque : le casque protège-t-il des blessures à la tête ?**

**2) celle de l'efficacité d'actions de sensibilisation ou d'obligation autour du casque : de telles actions permettraient-elles de diminuer la proportion de cyclistes blessés à la tête** (et sans entraîner de baisse de la pratique du vélo par exemple ?) seule la première question est traitée ici : le port du casque au moment de l'accident diminue-t-il la probabilité d'avoir des blessures à la tête ? graves ou pas ? au visage aussi ? Et sans augmenter le risque de blessures au cou ? nous étudions les blessures dans ces trois régions corporelles.

Nous présentons ici les principaux résultats de la première étude cas-témoins réalisée en France sur ce sujet. Elle se base sur les années 1996 à 2006, avec un effectif total de 14500 blessés à vélo. Ceux-ci ont été identifiés par le **Registre des victimes d'accidents de la circulation dans le Rhône**. Ce registre s'appuie sur les services hospitaliers publics et privés susceptibles d'accueillir de telles victimes. Il couvre ceux qui sont tués, hospitalisés, ou traités aux urgences seulement. les blessures sont codées à l'aide d'une classification internationale de traumatologie (Abbreviated Injury Scale). À chaque blessure correspond un niveau de gravité, noté AIS, qui va de 1 à 6 ; 1= gravité mineure, 2= modérée, 3= sérieuse, 4= sévère, 5= critique, et 6= au-delà des ressources thérapeutiques.

**Il nous manque les personnes qui ont eu un accident de vélo mais qui n'ont pas été blessées :**

- ils peuvent notamment être indemnes grâce au casque : c'est le cas en particulier s'ils n'ont cogné que la tête et que le casque les a protégés. Cela conduit à minimiser l'effet protecteur du casque sur la tête.
- ils peuvent notamment être indemnes malgré le casque ; on « manque » les casqués qui n'ont pas eu de blessure. Cela conduit à exagérer l'effet néfaste du casque, s'il existe.

En bref, ne pas connaître ces accidentés indemnes donne une vision distordue (on parle de « biais ») de la réalité accidentologique. Pour contourner ce problème, nous choisissons de **restreindre le groupe étudié aux cyclistes qui ont au moins une blessure en dehors de la zone d'intérêt tête-face-cou** (c'est-à-dire la zone potentiellement liée à l'effet, protecteur ou néfaste, du casque). Autrement dit, nous travaillons sur **un sous-ensemble de cyclistes blessés, qui est construit indépendamment de l'effet potentiel du casque**. Ce groupe contient 11189 blessés.

Le tableau 1, ci-dessous, donne les résultats selon la méthodologie la plus exempte de biais de sélection et ajustant sur la fragilité des cyclistes et sur la violence subie lors du choc, à travers les variables suivantes : âge, sexe, gravité des blessures hors tête-face-cou, type d'antagoniste, milieu rural/urbain, type de route, jour/nuit et type de trajet (privé/lié au travail).

Tableau 1: odd-ratios ajustés (≈risque des casqués par rapport aux non-casqués), sur le groupe restreint aux 11889 cyclistes ayant au moins une blessure hors de la zone tête-face-cou ; analyse multivariée

Blessures étudiées :	Odds-ratio ajusté associé au port du casque	Intervalle de confiance à 95%
Blessures toutes gravités (AIS1+) à la tête	OR=0,75 risque divisé par 1,3	[0,62-0,91 [1,1-1,6]
Blessures toutes gravités (AIS1+) à la face	OR=0,71 risque divisé par 1,4	[0,58-0,86 [1,2-1,7]
Blessures toutes gravités (AIS1+) au cou (y compris colonne cervicale)	OR=1,34 risque multiplié par 1,3	[1,01-1,77] [1,01-1,77]
Blessures modérées et plus (AIS2+) au cou (y compris colonne cervicale)	OR=1,51 pas de lien significatif	[0,56-3,82] [0,56-3,82]
Blessures sérieuses et plus (AIS3+) à la tête	OR=0,29 risque divisé par 3,4	[0,13-0,56] [1,8-7,7]

**Avoir un casque au moment de l'accident est associé à :**

- **une division par plus de 3 du risque de blessures au moins sérieuses à la tête,**
- une division par 1,3 du risque de blessures toutes gravités à la tête
- **une division par 1,4 du risque de blessures toutes gravités à la face.**

On ne met pas évidence de lien entre porter un casque et risque de blessures modérées et plus au cou. En revanche, **toujours selon cette analyse, porter un casque au moment de l'accident à vélo est associé à une multiplication par 1,3 du risque de blessures toutes gravités au cou.**

Ces résultats sont valables « toutes choses égales par ailleurs » ; autrement dit, ils sont valables indépendamment de l'âge du blessé, de son sexe, de la gravité des blessures hors de la zone tête-face-cou, du caractère rural ou urbain du lieu de l'accident ...

Cela signifie en particulier que **l'effet protecteur du casque envers les blessures sérieuses à la tête semble être le même (baisse de 71% du risque) selon que le cycliste ait heurté ou non un véhicule motorisé, ou selon que l'accident ait eu lieu en milieu urbain ou rural.**

De la même façon, l'effet protecteur du casque envers les blessures toutes gravités à la face semble être le même (baisse de 29% du risque) selon que le cycliste ait heurté ou non un véhicule motorisé, ou selon que l'accident ait eu lieu en milieu urbain ou rural.

Enfin, l'effet néfaste du casque envers les blessures toutes gravités au cou semble être le même (hausse de 34% du risque) selon que le cycliste ait heurté ou non un véhicule motorisé, ou selon que l'accident ait eu lieu en milieu urbain ou rural.

D'un point de vue biomécanique, il est acquis que l'énergie d'un choc direct à la tête va en partie être absorbée par l'écrasement du casque dans son épaisseur. En revanche, il est peu plausible que le casque (actuel en tout cas) ait un effet contre les mécanismes d'accélération-décélération linéaire et/ou rotationnelle aussi impliqués dans la survenue de toute blessure accidentelle. En ce qui concerne le visage, il est tout à fait plausible que le casque de par son épaisseur protège les zones du visage qui sont proches du bord du casque (front, tempes...).

Concernant le cou, certains arguent que le « poids » du casque (en toute rigueur sa masse) pourrait empirer l'accélération linéaire et/ou rotationnelle subie par la tête. Il reste donc à vérifier, par des études supplémentaires si porter un casque augmente ou non le risque de blessures au cou.

Parallèlement à cela, il faut avoir l'ordre de grandeur des fréquences de telles blessures (cf. Tableau 2).

Tableau 2: fréquence des blessures tête, face, cou, chez les cyclistes blessés et non-casqués lors de l'accident

Blessures étudiées :	Ados-adultes blessés en ville non-casqués n=2378	Ado-adultes blessés hors ville, non-casqués n=544	Enfants blessés, non-casqués n=908
Toutes gravités (AIS1+) à la tête	15,7%	21,3%	12,4%
Toutes gravités (AIS1+) à la face	15,5%	16,9%	17,3%
Toutes gravités (AIS1+) au cou	6,8%	3,3%	0,9%
Au moins modérées (AIS2+) au cou	0,3%	0,6%	0,1%
Au moins sérieuses (AIS3+) à la tête	1,8%	4,2%	0,4%

NB : par type de cycliste, afin que cela ne soit pas lié au caractère urbain du département du Rhône.

**Les blessures au cou sont nettement moins fréquentes que les blessures à la tête et à la face.** Globalement, avoir un casque sur la tête lors d'un accident à vélo est donc bénéfique.

## Références :

Amoros E, Chiron M, Ndiaye A, Thélot B, Laumon B, 2009, CVA 2 : études cas-témoins ; effet du casque sur les blessures à la tête, à la face, et au cou, rapport UMRESTTE n°0912, 52 p.

Repères en épidémiologie, 2009, Inserm, 12 p.

## Sommaire

Introduction .....	7
Matériel et méthode.....	9
Résultats .....	17
Effet sur les blessures sérieuses à la tête (AIS3+).....	17
Effet sur les blessures à la tête, toutes gravités (AIS1+).....	19
Effet sur les blessures à la face, toutes gravités (AIS1+).....	21
Effet sur les blessures modérées et au-delà au cou (AIS2+).....	23
Effet sur les blessures au cou, toutes gravités (AIS1+).....	25
Discussion .....	27
Références .....	33
Annexes .....	37



## Introduction

Dans le cadre de l'augmentation de la pratique du vélo dans certaines villes se pose la question de l'augmentation du nombre des blessés à vélo. Selon certains, la réponse serait toute trouvée : rendre le casque obligatoire pour les cyclistes. D'autres, notamment des cyclistes, s'en offusquent. Entre ces deux extrêmes, il y a toute une polémique sur le sujet. Nous tentons ici de distinguer et d'éclaircir les différents aspects du sujet, afin notamment de replacer et préciser la question de l'efficacité du casque dans un contexte plus large.

Premièrement, l'augmentation du nombre de blessés à vélo est à quantifier. Il apparaît que l'augmentation du nombre de blessés à vélo est en général moindre que l'augmentation du trafic vélo. Ainsi à Lyon, entre 2004 et 2006, le trafic vélo a augmenté de 67%, et le nombre de blessés de 39% d'après le Registre du Rhône (Comte G et al. 2008). Cela correspond à une « sécurité par le nombre » (Jacobsen 2003) : plus il y a de cyclistes, plus ils sont visibles en tant que groupe d'usagers de la route et plus ils sont visibles individuellement, dans le sens où les autres usagers ne sont plus surpris de les rencontrer. Ainsi leur risque d'accident diminue ; le risque étant mesuré par le nombre d'accidents rapporté à l'exposition : au nombre de cyclistes, et/ou kilomètres parcourus à vélo, et/ou temps passé à vélo.... Il n'en reste pas moins que, même si le nombre de blessés augmente moins vite que le trafic vélo, ce nombre augmente, et il n'est pas aberrant de s'en préoccuper.

Deuxièmement, en termes de région corporelle à protéger, est-il pertinent de cibler la tête ? Il nous faut des réponses aux questions : de quelles lésions les cyclistes meurent-ils ? dans quelles zones corporelles sont-ils gravement atteints ? Quelques études ont montré que les lésions potentiellement mortelles chez les cyclistes se concentrent essentiellement sur la tête. Le Registre des victimes d'accidents de la circulation routière survenus dans le Rhône a apporté des éléments, en se basant sur l'ensemble des cyclistes blessés dans le département du Rhône entre 1996 et 2006, soit environ 14500. Les blessés ayant une ou des lésions AIS4+, c'est-à-dire des blessures mettant en jeu le pronostic vital, sont essentiellement touchés à la tête (72,8% d'entre eux) et dans une deuxième mesure au thorax (24,1% d'entre eux) (Amoros et al. 2009a). Il est donc tout à fait pertinent de chercher à protéger la tête.

Ensuite, le questionnement autour du casque à vélo se résume souvent à « faut-il ou non porter un casque à vélo ? ». Il convient en fait de distinguer la question de l'efficacité propre du casque, et la question de l'efficacité d'actions de prévention autour du casque (information, sensibilisation voire réglementation). La question qui nous intéresse dans la présente étude est seulement la première : le casque protège-t-il en soi contre les blessures à la tête ? La deuxième question se pose ultérieurement. Quelques éléments de réponse seront d'ailleurs apportés dans la troisième partie de l'étude CVA, sur un des aspects : celui de l'acceptabilité du casque par les cyclistes.

Par ailleurs, si l'on regarde l'ensemble des études épidémiologiques abordant la question du casque, deux types d'études coexistent : des études sur données individuelles et des études sur données groupées. Les études sur données groupées portent essentiellement sur des pays ou sur de plus petites entités administratives, où le casque a été rendu obligatoire. Elles apportent plutôt des éléments de réponse à la question de l'efficacité des actions de prévention (incluant la réglementation). Les études



épidémiologiques sur données individuelles sont essentiellement des études cas-témoins. Elles apportent des éléments de réponse à la première question : il s'agit d'évaluer l'efficacité propre du casque, toutes choses égales par ailleurs (à condition de pouvoir tenir compte des possibles effets de confusion).

Enfin, les régions corporelles affectées par le port du casque ne se limitent peut-être pas à la tête ; on peut envisager que les lésions à la face soient aussi affectées, et on doit aussi se poser la question d'un éventuel effet néfaste sur le cou.

Les lésions à la tête peuvent être causées par différents mécanismes : une atteinte directe (la tête heurtant quelque chose : le sol, un véhicule motorisé, du mobilier urbain,...), une accélération linéaire et une accélération rotationnelle. Ces deux-dernières sont générées par l'arrêt brutal du cycliste alors qu'il se déplaçait (cela peut aussi se produire si le cycliste est à l'arrêt et qu'il est projeté par la puissance du choc).

On peut imaginer que le casque peut amortir une atteinte directe, en absorbant l'énergie par son épaisseur. En revanche, son effet bénéfique envers une accélération linéaire ou rotationnelle paraît peu envisageable. On peut d'ailleurs imaginer un éventuel effet néfaste du casque sur ces mécanismes-là : le poids, même léger du casque pourrait-il amplifier cette accélération ?

Plusieurs revues de la littérature existent (Attewell et al. 2001; Lastennet et al. 2001). Celle qui fait référence est la méta-analyse Cochrane (Thompson et al. 2006). Elle est notamment basée sur des critères explicites de sélection des études. Il s'agit : 1) d'une identification correcte des cas, 2) d'une bonne mesure de l'exposition (port du casque au moment de l'accident), 3) d'une sélection appropriée du groupe des témoins, 4) de l'élimination ou contrôle des biais tels que biais de sélection, de classement et de confusion. Seulement cinq études cas-témoins ont été retenues (Maimaris et al. 1994; McDermott et al. 1993; Thomas et al. 1994; Thompson et al. 1996a;1996b; Thompson et al. 1989). La quasi-totalité des études cas-témoins indiquent un effet protecteur sur les blessures à la tête ; les autres études ont des résultats non significatifs (Attewell et al. 2001).

Les lésions à la face sont très vraisemblablement causées par une atteinte directe. Et il se pourrait que le casque, de par son épaisseur, protège les zones de la face proches du bord du casque. Un certain nombre d'études existent sur le sujet. La majorité d'entre elles indiquent un effet protecteur ; les autres ont des résultats non significatifs (Attewell et al. 2001). Trois études ont été sélectionnées dans la revue Cochrane. Elles indiquent toutes les trois un effet protecteur, notamment sur la partie haute du visage (McDermott et al. 1993; Thompson et al. 1996b; Thompson et al. 1990).

Enfin, il se pourrait que le casque ait des effets néfastes sur les blessures au cou. Certains mettent en avant le poids du casque (notamment pour les casques à coque rigide), ou son frottement sur le sol ; ils pourraient engendrer des torsions du cou. Nous ajoutons un possible effet de cisaillement de la peau par la sangle du casque.

Très peu d'études cas-témoins (trois) se sont penchées sur les lésions au cou ; elles ont été reprises dans une seule méta-analyse (Attewell et al. 2001). Une de ces trois études a mis en évidence un plus grand risque de lésions au cou chez les cyclistes casqués par rapport aux non-casqués (McDermott et al. 1993); les deux autres études n'ont pas mis en évidence de tel effet (Rivara et al. 1997; Wasserman and Buccini 1990), mais l'une d'elle a sans doute une puissance statistique faible (faible effectif de sujets , n=191). Il est indispensable d'avoir plus de connaissances sur ce sujet.

Les études cas-témoins sur l'effet du casque ont essentiellement été réalisées dans des pays anglo-saxons. Elles portent sur des données des années 90. Une critique de ces études concerne le type de casque : le casque à coque rigide était bien plus répandu alors que maintenant, et il se peut qu'il ait un effet protecteur bien plus grand que le casque à coque souple, qui s'est largement répandu depuis (Curnow 2005). Une étude réalisée en Norvège s'est intéressée au type de casque (Hansen et al. 2003) mais il est difficile d'en tirer des conclusions (cette étude souffrant de trop faibles effectifs de sujets). Il est donc important qu'une étude sur des données récentes soit réalisée.

Nous proposons la première étude cas-témoins en France sur ce sujet. Elle se base sur les années 1996 à 2006, avec un effectif total de 14 400 blessés à vélo, identifiés grâce à un registre, en l'occurrence le Registre des victimes d'accidents de la circulation survenus dans le département du Rhône. Le Registre recense les tués et les blessés qui consultent un service hospitalier (public ou privé) suite à leur accident. Pour chaque victime, le bilan lésionnel est basé sur l'ensemble des diagnostics posés par les différents services que la personne a consulté. Ce bilan est ensuite transcrit selon la classification traumatologique AIS (Abbreviated Injury Scale), révision de 1990 (AAAM 1990). Chaque blessure est ainsi codée selon la région corporelle, la structure anatomique, le type d'atteinte lésionnelle. À chaque blessure / code est associé un niveau de gravité immédiate (1=gravité mineure, 2=modérée, 3=sérieuse, 4=sévère, 5=critique, 6=au-delà des ressources thérapeutiques, et 9=indéterminé, lorsque la description lésionnelle est imprécise).

Les événements de santé que nous étudions dans cette étude sont : les blessures sérieuses à la tête, les blessures toutes gravités à la tête, les blessures toutes gravités à la face, les blessures modérées ou plus graves au cou, et les blessures toutes gravités au cou.

Enfin, nous avons choisi de construire cette étude selon la même méthodologie que les études sélectionnées par la revue Cochrane (design cas-témoins et application des critères de sélection).

## Matériel et méthode

Nous conduisons une étude cas-témoins, basée sur l'ensemble des cyclistes identifiés dans le registre des victimes d'accidents de la circulation routière du Rhône. Nous déclinons l'étude en sous-études en fonction de l'évènement de santé étudié : blessures à la tête, blessures à la face, et blessures au cou, en distinguant éventuellement selon la gravité. Le tableau 1 décrit ces sous-études.

Population cible : il s'agit de l'ensemble des personnes roulant à vélo et subissant un accident (seul ou avec tiers), qu'elles en ressortent indemnes, blessées ou tuées.

Population source : il s'agit de l'ensemble des personnes roulant à vélo, subissant un accident et qui en ressortent blessées ou tuées.

Population d'étude : il s'agit des personnes roulant à vélo, subissant un accident, qui en ressortent blessées ou tuées, et identifiées dans le Registre des victimes d'accidents de la circulation routière du Rhône (Amoros et al. 2009a)

Période d'étude : 1996 à 2006.

Critères d'exclusion : sont exclus les tués n'ayant pas de description lésionnelle. Cela concerne 5 tués sur un total de 55. L'étude se base donc sur 14432 blessés ou tués à vélo.

Événement de santé :

L'évènement de santé étudié est la présence de blessures à la tête, ou à la face ou au cou (y compris colonne cervicale). Chaque évènement de santé analysé est détaillé dans chaque sous-étude ci-après. Il est identifié grâce au code AIS des blessures (révision 1990).

Blessures sérieuses à la tête (AIS3+)

Nous étudions en premier lieu les blessures les plus préoccupantes c'est-à-dire les blessures au moins sérieuses à la tête. Nous définissons celles-ci comme des blessures AIS 3+. La tête est identifiée par la région 1 de la classification AIS.

Blessures à la tête, toutes gravités (AIS1+)

Afin que cette étude soit directement comparable à des études publiées, nous étudions aussi l'évènement de santé « blessures à la tête toutes gravités (AIS 1+) », souvent présent dans la littérature.

Blessures à la face, toutes gravités (AIS1+)

Quelques études ont étudié l'effet du casque sur les blessures à la face. Il est en effet plausible que le casque puisse protéger les parties de la face proche du bord du casque. Pourrait-il y avoir à l'inverse un effet néfaste du casque, de « report » des blessures de la tête vers la face ?

Nous étudions seulement les blessures toutes gravités confondues (AIS1+) car la très grande majorité des blessures à la face (93%) sont de gravité AIS 1. Les effectifs ne sont pas suffisants pour étudier un sous-ensemble de blessures plus graves à la face. La face est identifiée par la région 2 de la classification AIS.

Blessures AIS2+ au cou (y compris colonne cervicale)

Certains chercheurs ont évoqué un possible effet néfaste du casque sur les blessures au cou. Cela a été mentionné à cause de la masse du casque ou à cause du frottement du casque sur la surface touchée (typiquement la chaussée). Nous définissons les blessures au cou à l'aide de la classification AIS, en regroupant celles définies dans la région 3 (cou) et les lésions de la colonne cervicale (définies dans la région « colonne vertébrale » (R=6), et structure anatomique spécifique « colonne cervicale » (S=02).

Nous souhaiterions étudier l'effet du casque sur le risque de blessures sérieuses au cou, c'est-à-dire AIS3+. Cependant l'effectif des blessés concernés par de telles blessures dans le Registre du Rhône est de 16 blessés, ce qui est insuffisant pour conduire une telle analyse. Nous nous contentons donc d'étudier l'effet du casque sur les blessures modérées et au-delà au cou, c'est-à-dire de gravité AIS2+.

Blessures au cou, toutes gravités (AIS1+)

Nous pouvons imaginer que la sangle du casque puisse produire un effet de cisaillement de la peau au niveau du cou, qui serait de gravité mineure (AIS 1). Nous étudions donc dans un second temps si le port du casque a un effet sur le risque de blessure(s) au cou toutes gravités confondues.

### Prévalence :

Nous mesurons la fréquence de tel ou tel événement de santé étudié par la proportion de cyclistes concernés, parmi l'ensemble des cyclistes blessés. Cette fréquence étant supposée associée au port du casque nous posons comme fréquence de base la fréquence de tel événement de santé parmi les cyclistes qui ne portaient pas de casque lors de l'accident (et toujours parmi les cyclistes blessés du Registre).

### Exposition étudiée :

L'exposition étudiée est le port du casque lors de l'accident. Cette information n'est cependant pas disponible pour la moitié des victimes à vélo. Nous choisissons d'en faire une modalité en tant que telle ; nous utilisons donc un découpage de la variable « port du casque » en 3 modalités : 1) oui, 2) non et 3) non renseigné. Les effectifs respectifs de cyclistes blessés sont de 1432, 5559 et 7741.

### Facteurs de confusion :

Les facteurs de confusion que nous souhaitons prendre en compte dans l'analyse multivariée sont les facteurs liés à la gravité lésionnelle : l'âge et le sexe du cycliste et la violence subie lors du choc. Celle-ci peut être approchée par différentes caractéristiques de l'accident et /ou de la victime. Nous détaillons cela ci-après.

### Analyses multivariées de type Cochrane

Les études incluses dans la méta-analyse Cochrane mettaient en œuvre des analyses multivariées en ajustant le plus souvent sur l'âge, le sexe, et sur le type d'antagoniste comme indicateur de la violence du choc, en distinguant antagoniste motorisé ou non-motorisé. Nous réalisons une première analyse statistique avec ces seules trois variables d'ajustement, afin d'obtenir des résultats directement comparables à ceux de la méta-analyse Cochrane.

### Analyses multivariée avec ajustement plus complet

Nous conduisons une analyse multivariée en ajustant sur les variables âge, sexe, et d'autres variables pour caractériser la violence subie lors du choc. Il s'agit du type d'antagoniste et éventuellement de variables mises en évidence précédemment comme facteurs de risque de gravité lésionnelle globale des victimes (Amoros et al. 2009a). Ces variables sont les suivantes :

- le type de zone où l'accident s'est produit : zones d'aires urbaines et zones de l'espace rural (ZAUER), regroupées en trois catégories : 1) urbain, 2) rural, 3) péri-urbain,
- le type de réseau où l'accident s'est produit, en regroupant les modalités en 4 catégories 1) autoroutes<sup>1</sup> (AR), routes nationales (RN) et routes départementales (RD), 2) rues et/ou voies communales 3) parking, privés ou publics... 4) non renseigné ou réseau routier sans autre précision ;
- l'éclairage au moment de l'accident (évalué dans le Registre en fonction de l'heure de l'accident et de la saison) en deux modalités : jour/nuit ;
- le type de trajet du cycliste au moment de l'accident : trajet à caractère privé, ou trajet lié au travail (les faibles effectifs de ces dernières observations ne permettent pas de distinguer accident de mission et accident de trajet domicile-travail).

Nous introduisons une nouvelle variable afin de mesurer indirectement la violence du choc : il s'agit de la gravité des blessures situées en dehors de la zone tête-face-cou (puisque c'est la zone concernée par les effets protecteur ou néfaste du port du casque). Cette approche semble nouvelle ; elle a notamment été mise en œuvre dans l'étude d'un possible effet néfaste du casque sur le cou chez les usagers de deux-roues à moteur (Moskal et al. 2008; Rutledge and Stutts 1993). Nous mesurons cette

---

<sup>1</sup> il y a en effet quelques rares cyclistes blessés sur autoroute

gravité hors tête-face-cou par l'ISS (Injury Severity Score) hors tête-face-cou. Cela correspond donc à la somme des carrés des scores de gravité AIS des 3 blessures les plus graves, dans 3 régions corporelles distinctes parmi les régions suivantes : thorax / contenu abdomino-pelvien / membres ou ceinture pelvienne / externe (toute la surface cutanée).

Les variables sur lesquelles nous voulons ajuster (en les « forçant » dans le modèle multivarié) sont : âge, sexe, type d'antagoniste, ISS hors tête-Face-Cou, et ZAUER (urbain / rural / péri-urbain). En d'autres termes : les variables éclaircissement, type de trajet ou réseau ne seront incluses que si chaque variable apporte une contribution significative à 5% au modèle.

### Tests d'interaction et analyses séparées

La question se pose souvent, notamment dans la littérature, d'un possible effet différent du casque selon que l'antagoniste de l'accident soit motorisé ou non, ou selon le type de pratique cycliste (sportive/utilitaire...) et/ou selon que l'accident ait lieu en milieu urbain ou rural. Des analyses séparées en fonction de ces caractéristiques, voire restreintes à une seule de ces configurations ont déjà été conduites (Thompson et al. 2006), etc.

Nous traitons ici les deux questions « l'effet du casque est-il le même avec un antagoniste motorisé que sans ? » et « l'effet du casque est-il le même en urbain qu'en rural ? » grâce à un test d'interaction : respectivement interaction entre port du casque et type d'antagoniste (motorisé : oui / non) et interaction entre port du casque et milieu (ZAUER= pôle urbain / zone péri-urbaine / zone rurale).

Nous conduisons aussi des analyses séparées sur ces caractéristiques afin d'obtenir des résultats directement comparables à ceux de la littérature.

Les analyses séparées selon que l'antagoniste est motorisé ou non portent d'un côté sur les accidents avec antagoniste motorisé (quel qu'il soit : deux-roues motorisé, voiture, poids lourd, mais aussi tram, tracteur...) et de l'autre, sur les accidents sans antagoniste, contre obstacle fixe ou contre un antagoniste non-motorisé : cycliste ou piéton, mais aussi animal (regroupés en une seule catégorie dénommée « homme, animal »).

Les effectifs de blessés à vélo contre un antagoniste motorisé étant plutôt faibles, il n'est pas possible d'ajuster sur le type de l'antagoniste motorisé ; en revanche les effectifs de blessés à vélo sans antagoniste motorisé sont suffisamment élevés pour que l'on puisse ajuster sur le type de ces accidents : aucun antagoniste / obstacle fixe / homme ou animal.

Les analyses séparées selon l'antagoniste portent d'une part sur 3394 blessés (ou tués) AVEC antagoniste motorisé et d'autre part sur 11038 blessés (ou tués) SANS antagoniste motorisé.

Les analyses séparées selon le caractère urbain ou rural du lieu sont conduites en utilisant la variable ZAUER. Cette caractéristique est regroupée en trois modalités : 1) pôle urbain, 2) zone péri-urbaine (=communes monopolarisées et multipolarisées) et 3) espace rural=pôle d'emploi de l'espace rural, couronne de ces pôles d'emploi, et autres communes de l'espace rural.

Les analyses séparées selon le milieu urbain ou rural portent d'un côté sur 9927 blessés (ou tués) en urbain, sur 1371 en péri-urbain et sur 269 en rural.

Les résultats de ces analyses séparées, secondaires, sont donnés en annexe.

#### Analyse restreinte à ceux au moins blessés en dehors de la zone tête-face-cou

L'étude se base sur les personnes blessées dans un accident ; elle « manque » ainsi les personnes subissant un accident à vélo mais qui en ressortent sans blessure. Celles-ci peuvent être indemnes notamment parce qu'elles auraient bénéficié d'un effet protecteur du casque. La non-connaissance de ces « indemnes grâce au casque » conduit alors à une sous-estimation de l'effet protecteur du casque.

Une façon de contourner ce biais de sélection est d'inclure dans l'étude les personnes de façon indépendante de la présence de blessure(s) sur la zone tête-face-cou (puisque que c'est la zone supposée en lien avec le port du casque : protégée ou surexposée). Pour ce faire, comme nous ne disposons dans le Registre que des blessés (ou tués), nous posons comme critère d'inclusion : les personnes au moins blessées dans une zone autre que tête-face-cou. En d'autres termes, leur inclusion dans l'étude ne dépend pas d'un effet protecteur ou délétère du casque, à condition de faire l'hypothèse que le port du casque n'engendre pas / ne protège pas de blessure(s) dans ces zones corporelles hors tête-face-cou.

Ce critère de sélection a été appliqué dans une étude récente de l'effet du casque sur les blessures au cou chez les usagers de deux-roues motorisés (Moskal et al. 2008).

L'analyse restreinte aux blessés avec au moins une blessure en dehors de la zone tête-face-cou porte sur 11889 blessés.

Nous estimons que cette analyse est la plus pertinente puisqu'elle permet de contourner un biais de sélection. Nous la mettons en avant dans la présentation des résultats.

#### Identification des cas et des témoins

Pour l'événement de santé « blessures AIS3+ à la tête » les cas sont les personnes atteintes de blessures(s) AIS 3+ à la tête. Les témoins sont définis comme les personnes ne souffrant pas de blessures AIS 3+ à la tête. En d'autres termes : les témoins sont atteints de blessures AIS 1 ou 2 à la tête ou exempts de blessures à la tête.

Nous rappelons que cas et témoins sont définis parmi des blessés (ceux identifiés dans le Registre). Les témoins sont donc les personnes atteintes d'une blessure dans une autre région que la tête et/ou d'une blessure légère ou modérée à la tête. En définissant cas et témoins ainsi, nous mesurons si le casque permet de diminuer la fréquence des blessures sérieuses à la tête, en faisant baisser leur gravité : au lieu de blessures sérieuses et au-delà, le casque « transformerait » ces blessures, en des blessures modérées ou mineures, voire en l'absence de blessures (à la tête).

Dans l'analyse que nous mettons en œuvre pour contourner un biais de sélection, nous restreignons la population d'étude (cas et témoins) aux personnes avec au moins une blessure hors de la zone tête-face-cou.

Le tableau ci-après donne la définition des cas et des témoins pour chaque événement de santé étudié (blessures sérieuses à la tête, blessures toutes gravités à la tête, blessures toutes gravités à la face, blessures modérées et plus au cou, blessures toutes gravités au cou) et en fonction de la population d'étude choisie.

Tableau 3 : description des cas et témoins selon l'événement de santé étudié et selon la population d'étude disponible

	<b>Étude Tête AIS3+</b>	<b>Étude Tête AIS1+</b>	<b>Étude Face AIS1+</b>	<b>Étude Cou AIS2+</b>	<b>Étude Cou AIS1+</b>
<b>Événement de santé</b>	<b>Avoir une blessure AIS 3+ à la tête</b>	<b>Avoir une blessure AIS 1+ à la tête</b>	<b>Avoir une blessure AIS 1+ à la face</b>	<b>Avoir une blessure AIS 2+ au cou</b>	<b>Avoir une blessure AIS 1+ au cou</b>
Question posée	Risque différent (plus faible ?) de blessures sérieuses ou plus (AIS3+) à la tête avec le port du casque ?	Risque différent (plus faible ?) de blessures à la tête avec le port du casque ?	Risque différent (plus faible ?) de blessures à la face avec le port du casque ?	Risque différent (plus grand ?) de blessures modérées ou plus (AIS2+) au cou avec le port du casque ?	Risque différent (plus grand ?) de blessures au cou avec le port du casque ?
<b>Pop d'étude (I=idéale)</b>	<b>Cyclistes subissant un accident, tués, blessés ou indemnes suite à cet accident</b>				
Cas (I)	Cyclistes ayant une blessure sérieuse (AIS3+) à la tête	Cyclistes ayant une blessure (AIS1+) à la tête	Cyclistes ayant une blessure (AIS1+) à la face	Cyclistes ayant une blessure modérée (AIS 2+) au cou	Cyclistes ayant une blessure (AIS1+) au cou
Témoins (I)	Cyclistes ayant une blessure légère (AIS1) ou modérée, ou aucune, à la tête	Cyclistes non blessés à la tête	Cyclistes non blessés à la face	Cyclistes ayant une blessure légère (AIS 1) au cou, ou aucune (au cou)	Cyclistes non blessés au cou
<b>Pop d'étude B (B=blessés)</b>	<b>Cyclistes blessés ou tués suite à un accident de vélo (identifiés par le Registre) N=14432</b>				
Cas (B)	Cyclistes ayant une blessure sérieuse (AIS 3+) à la tête N=151	Cyclistes ayant une blessure (AIS1+) à la tête N=2445	Cyclistes ayant une blessure (AIS 1+) à la face N=3367	Cyclistes ayant une blessure modérée (AIS2+) au cou N=66	Cyclistes ayant une blessure (AIS1+) au cou N=823
Témoins (B)	Cyclistes ayant une blessure légère (AIS1) ou modérée à la tête (AIS 2) OU : Cyclistes n'ayant aucune blessure à la tête ET blessés hors de la tête N=14213	Cyclistes non blessés à la tête ET blessés hors de la tête N=11987	Cyclistes non blessés à la face ET blessés en dehors de la face N=11065	Cyclistes ayant une blessure légère au cou, OU : Cyclistes n'ayant aucune blessure au cou, ET blessés en dehors du cou N=14366	Cyclistes non blessés au cou ET blessés en dehors du cou N=13609

CVA2 – Effet du casque à vélo sur les blessures à la tête, à la face et au cou

	Étude Tête AIS3+	Étude Tête AIS1+	Étude Face AIS1+	Étude Cou AIS2+	Étude cou AIS1+
<b>Événement de santé</b>	<b>Avoir une blessure AIS 3+ à la tête</b>	<b>Avoir une blessure AIS 1+ à la tête</b>	<b>Avoir une blessure AIS 1+ à la face</b>	<b>Avoir une blessure AIS 2+ au cou</b>	<b>Avoir une blessure AIS 1+ au cou</b>
<b>Pop d'étude (R=restreinte)</b>	<b>Cyclistes blessés ou tués dans un accident, ayant au moins une blessure en dehors de la zone tête-face-cou N=11889</b>				
Cas (R)	Cyclistes ayant une blessure (AIS 1+) à la tête ET une blessure hors de la zone tête-face-cou N= 133	Cyclistes ayant une blessure sérieuse (AIS 3+) à la tête ET une blessure hors de la zone tête-face-cou N= 1462	Cyclistes ayant une blessure (AIS 1+) à la face ET une blessure hors de la zone tête-face-cou N= 1566	Cyclistes ayant une blessure (AIS 1+) au cou, ET une blessure hors de la zone tête-face-cou N=30	Cyclistes ayant une blessure modérée (AIS 2+) au cou, ET une blessure hors de la zone tête-face-cou N=529
Témoins (R)	Cyclistes non blessés à la tête ET blessés hors de la zone tête-face-cou N=11756	Cyclistes ayant une blessure légère (AIS 1+) ou modérée à la tête (AIS 2+), ou aucune, ET blessés hors de la zone tête-face-cou N=10427	Cyclistes non blessés à la face ET blessés hors de la zone tête-face-cou N=10323	Cyclistes non blessés au cou ET blessés hors de la zone tête-face-cou N=11859	Cyclistes ayant une blessure légère (AIS 1+) au cou, ou aucune, ET blessés hors de la zone tête-face-cou N=11360

NB : « ayant une blessure »= ayant au moins une blessure



### Régression logistique

L'analyse multivariée de l'effet du casque est obtenue par une régression logistique, conduite avec le logiciel SAS version 9.1 et la procédure LOGISTIC. L'adéquation du modèle est testée avec le test de Hosmer et Lemeshow ; nous ne gardons que les modèles satisfaisant à ce critère. L'hypothèse d'absence d'effet d'une variable est testée au niveau global de la variable, par un test du Chi-deux.

### Valeurs manquantes :

Pour certaines variables, les valeurs manquantes sont fréquentes ; nous constituons alors une catégorie en soi. Les variables traitées de cette façon sont les suivantes : ZAUER, réseau, éclairage, port du casque, type de trajet.

Les valeurs manquantes sont extrêmement rares pour les variables âge et sexe (0,1% dans les deux cas). Pour les quelques victimes concernées, nous utilisons la méthode de l'imputation simple (et nous imputons la modalité la plus fréquente).

Pour rappel, nous avons exclu les tués sans description lésionnelle (5 victimes). Il n'y a donc pas de valeur manquante sur l'événement de santé étudié ni sur la variable ISS hors tête-face-cou.

### Critères de sélection de la revue Cochrane

Nos sous-études satisfont aux quatre critères de sélection de la revue Cochrane :

- 1) « identification correcte et prospective des cas » : les blessures sont décrites en clair sur les fiches de notification, par le personnel soignant de l'hôpital, lors de l'arrivée des blessés aux urgences et dans chaque service visité. Une fois que la description lésionnelle est consolidée, elle est codée selon la classification AIS par le médecin du registre.
- 2) « bonne mesure de l'exposition » : la question du port du casque lors de l'accident fait partie des items de la fiche de notification du Registre.
- 3) « sélection appropriée du groupe des témoins » : les témoins sont sélectionnés parmi les blessés cyclistes, comme étant indemnes respectivement : de blessure(s) AIS3+ à la tête, de blessure(s) AIS 1+ à la tête, de blessure AIS1+ à la face, de blessure AIS2+ au cou et enfin de blessure AIS1+ au cou. Ils sont identifiés à l'aide des codes AIS des blessures consolidées et enregistrées. Il est à noter qu'il n'y a pas de limite sur le nombre maximum de blessures qui sont enregistrées par blessé dans le Registre. Par conséquent, le risque qu'une blessure ait été omise est très faible.
- 4) « élimination ou contrôle des biais de sélection, et de confusion » : comme nous l'avons indiqué, nous contournons le biais de sélection lié à l'existence des données pour les seuls blessés ou tués, en mettant en place le critère d'inclusion « avoir au moins une blessure hors de la zone tête-face-cou ». Les biais de confusion ont été pris en compte par la conduite d'analyses multivariées, qui incluent plusieurs caractéristiques pour approcher la violence subie lors du choc : milieu urbain/péri-urbain/rural, type de réseau, type de trajet, type d'antagoniste, ...

## Résultats

### Effet sur les blessures sérieuses à la tête (AIS3+)

En termes d'ampleur, les blessures sérieuses à la tête ne sont pas très fréquentes. Parmi les cyclistes blessés qui ne portaient pas de casque lors de l'accident (population de « base ») les blessures sérieuses à la tête concernent 2,1% d'entre eux (IC=[1,7% - 2,5%]).

Nous donnons ci-dessous les résultats détaillés de l'analyse la plus pertinente, i.e. l'analyse multivariée sur la population d'étude restreinte (aux blessés ayant au moins une blessure en dehors de la zone tête-face-cou).

Tableau 4 : analyse multivariée du risque de **blessures sérieuses à la tête (AIS3+)**, chez les cyclistes blessés avec au moins une blessure hors de la zone tête-face-cou ; données du Registre du Rhône (1996-2006), n=11889.

Variable		OR	IC à 95%	
Port du casque	Oui	0,29	0,13	0,56
	Non	1,00	.	.
	Non renseigné	0,54	0,36	0,81
ZAUER	Pôle urbain	1,00	.	.
	Péri-urbain	1,39	0,79	2,35
	Zone rurale	2,39	0,95	5,26
	Non renseigné	0,78	0,34	1,71
Réseau	AR, RN, RD	3,19	1,27	8,81
	Rue, v. communale	1,62	0,77	3,97
	Parking...	1,00	.	.
	Non renseigné	1,08	0,45	2,89
Éclairage	Jour	1,00	.	.
	Nuit	1,31	0,69	2,33
	Non renseigné	0,58	0,32	1,00
Antagoniste	Aucun	1,00	.	.
	Homme, animal	0,71	0,17	2,00
	Véhicule motorisé	2,39	1,57	3,65
	Obstacle fixe	1,91	0,89	3,69
Type de trajet	Privé	3,17	1,28	9,77
	Lié au travail	1,00	.	.
	Non renseigné	4,17	1,64	13,05
Sexe	Féminin	1,00	.	.
	Masculin	1,69	1,02	2,96
Age	0-14 ans	1,00	.	.
	15-24 ans	1,34	0,70	2,53
	25-34 ans	1,41	0,62	3,00
	35-44 ans	1,90	0,88	3,89
	45-54 ans	2,78	1,32	5,65
	55-64 ans	2,71	1,24	5,70
	65 ans et +	4,53	2,46	8,28
ISS hors Tête-Face-Cou	1-3	1,00	.	.
	4-8	2,92	1,87	4,59
	9-15	6,90	4,13	11,41
	16-75	33,48	16,79	65,97

Le modèle satisfait au test d'adéquation de Lemeshow-Hosmer

Selon cette analyse multivariée et restreinte aux blessés ayant au moins une blessure hors de la zone tête-face-cou, le port du casque est associé à une diminution de la fréquence des blessures sérieuses et plus (AIS3+) à la tête : ce risque de blessures sérieuses est divisé<sup>2</sup> par 3,4, IC à 95% =[1,7 – 7,2]. Rappelons que cette restriction de la population d'étude a pour but de contourner le biais de sélection lié au fait que nous ne disposons que de cyclistes blessés, autrement dit d'aucun cycliste impliqué dans un accident mais non-blessé.

L'estimation de l'odds-ratio est ajustés sur les autres variables présentes dans le modèle ; en d'autres termes cette réduction du risque est valable « toutes choses égales par ailleurs », c'est-à-dire à circonstances égales : à zone urbaine ou rurale égale, à type de réseau égal, éclairage égal, type d'antagoniste égal, type de trajet égal, sexe égal, âge égal et à gravité égale des blessures hors zone tête-face-cou. En même temps on peut quantifier l'influence de ces caractéristiques sur le risque de blessures sérieuses à la tête, toutes choses égales par ailleurs notamment à situation égale vis-à-vis du casque. Le risque de blessures sérieuses à la tête est augmenté pour les cyclistes se blessant sur les réseaux des autoroutes, routes nationales et routes départementales, quand l'antagoniste est un véhicule motorisé, chez les hommes, chez les plus de 45 ans, et enfin il est augmenté en fonction de la gravité croissante des blessures hors de la zone tête-face-cou.

Le tableau ci-après donne les résultats de différents modèles de régression logistique en ce qui concerne l'estimation de l'odds ratio associé au port du casque (comparé au non-port), vis-à-vis du risque de blessures sérieuses à la tête.

Tableau 5 : analyses cas-témoins du risque de **blessures sérieuses à la tête (AIS3+)** ; odds ratio des cyclistes casqués comparés aux non-casqués ; données du Registre du Rhône (1996-2006)

Type d'analyse	nombre de sujets	nombre de cas	OR casque	IC à 95%
Univariée	14432	219	0,46	0,26-0,80
Multivariée type Cochrane (ajustée sur type d'antagoniste, âge, sexe)	14432	219	0,35	0,20-0,61
Multivariée (ajustée sur ZAUER, réseau, éclairage, type antagoniste, type de trajet, âge, sexe, ISS hors tête-face-cou)	14432	219	0,33	0,17-0,57
<b>Restreinte aux cyclistes ayant au moins une blessure hors de la zone de tête-face-cou (ajusté sur les mêmes 8 variables)</b>	<b>11889</b>	<b>133</b>	<b>0,29</b>	<b>0,13-0,56</b>

Les trois analyses multivariées concluent à un effet protecteur du casque envers les blessures sérieuses et au delà de la tête. L'ampleur de l'effet protecteur est similaire entre les analyses et assez fort.

L'effet du casque sur les blessures sérieuses à la tête est-il différent selon que l'accident ait lieu en milieu urbain ou en milieu rural ? selon que l'accident implique un antagoniste motorisé ou pas ? toutes choses égales par ailleurs, on ne met pas en évidence d'effet différent du casque selon ces situations (les tests d'interaction donnent des p-values supérieures au risque d'erreur de 5%, respectivement de 0,07 et 0,51)

<sup>2</sup> « multiplié par 0,29 » est équivalent à « divisé par 3,4 » (=1/0,29), ou encore : réduction de 71% (=100%-29%)

### **Effet sur les blessures à la tête, toutes gravités (AIS1+)**

En termes d'ampleur, les blessures toutes gravité à la tête sont fréquentes. Parmi les blessés qui ne portaient pas de casque lors de l'accident, 19,4% sont concernés par une telle blessure (IC à 95%=[18,4% - 20,4%]). Parmi ces derniers, la moitié (50,3%) ont une blessure de gravité maximale AIS 1, 38,8% une blessure de gravité maximale AIS 2, et 11,0% une blessure de gravité maximale égale ou supérieure à AIS 3.

Le tableau ci-dessous donne les résultats détaillés du modèle le plus pertinent : modèle multivarié du risque de blessures toutes gravités à la tête (ajusté sur sexe, âge, violence du choc) et portant sur la population restreinte des cyclistes blessés ayant au moins une blessure hors de la zone tête-face-cou.

Tableau 6 : analyse cas-témoins multivariée du risque de **blessures toutes gravités (AIS 1+) à la tête**, chez les cyclistes ayant au moins une blessure hors tête-face-cou ; données du Registre du Rhône (1996-2006), n=11889

Variable		OR	IC à 95%	
Port du casque	Oui	0,75	0,61	0,91
	Non	1,00	.	.
	Non renseigné	0,74	0,66	0,84
ZAUER	Pôle urbain	1,00	.	.
	Péri-urbain	1,25	1,04	1,51
	Zone rurale	1,35	0,93	1,91
	Non renseigné	0,89	0,72	1,10
Réseau	(AR) RN, RD	1,56	1,15	2,11
	Rue, v. com	1,03	0,84	1,27
	Parking...	1,00	.	.
	Non renseigné	0,85	0,67	1,08
Éclairément	Jour	1,00	.	.
	Nuit	1,18	0,96	1,45
	Non renseigné	0,67	0,57	0,77
Antagoniste	Aucun	1,00	.	.
	Homme, animal	1,21	0,91	1,58
	Véhicule motorisé	1,96	1,71	2,24
	Obstacle fixe	1,15	0,90	1,46
Type de trajet	Privé	1,49	1,18	1,90
	Lié au travail	1,00	.	.
	Non renseigné	1,63	1,28	2,09
Sexe	Féminin	1,00	.	.
	Masculin	1,22	1,06	1,40
Age	0-14 ans	1,00	.	.
	15-24 ans	0,97	0,81	1,15
	25-34 ans	1,00	0,81	1,24
	35-44 ans	1,06	0,84	1,32
	45-54 ans	1,36	1,07	1,73
	55-64 ans	1,54	1,18	1,99
	65 ans et +	2,50	1,94	3,21
ISS hors Tête-Face-Cou	1-3	1,00	.	.
	4-8	0,73	0,63	0,83
	9-15	0,87	0,69	1,10
	16-75	2,60	1,54	4,35

(le modèle satisfait au test d'adéquation de Lemeshow-Hosmer)

Selon cette analyse, le port du casque est associé à une diminution de la fréquence des blessures toutes gravités à la tête ; cette fréquence est divisée par 1,3<sup>3</sup>, IC à 95%=[1,1, -1,6].

On note en même temps que le risque de blessures toutes gravités à la tête dépend d'autres caractéristiques. Toutes choses égales par ailleurs, notamment à situation égale vis-à-vis du casque, ce risque est augmenté dans les zones péri-urbaines, sur les routes nationales et départementales, dans les accidents où l'antagoniste est motorisé, chez les hommes, et en fonction de l'âge croissant, à partir de 45 ans.

On note une association positive de la présence de blessures sévères (ISS 16-75) hors tête-face-cou avec le risque de blessures à la tête et une association inverse de la présence de blessures modérées (ISS 4-8) hors tête-face-cou avec ce même risque de blessures à la tête (par rapport à la présence de blessures seulement mineures hors de la zone tête-face-cou, prise comme classe de référence).

Le tableau ci-dessous donne les résultats des différentes analyses réalisées sur l'effet du casque vis-à-vis des blessures toutes gravités à la tête (univariée ou multivariées, population d'étude restreinte ou non).

Tableau 7 : analyses cas-témoins du risque de **blessures toutes gravités à la tête (AIS1+)** ; odds ratio des cyclistes casqués comparés aux non-casqués ; données du Registre du Rhône (1996-2006)

Type d'analyse	Nb total	Nb cas	OR casque	IC à 95%
Univariée	14432	2445	0,83	0,71-0,97
Multivariée type Cochrane (ajusté sur type d'antagoniste, âge, sexe)	14432	2445	0,80	0,68-0,93
Multivariée (ajusté sur ZAUER, réseau, éclairage, type d'antagoniste, type de trajet, âge, sexe, ISS hors Tête-Face-Cou)	14432	2445	0,79	0,67-0,93
Restreinte aux cyclistes ayant au moins une blessure hors de la zone de tête-face-cou (ajusté sur les mêmes 8 variables)	<b>11889</b>	<b>1462</b>	<b>0,75</b>	<b>0,62-0,91</b>

Tous les modèles multivariés indiquent un effet protecteur du casque envers les blessures toutes gravités à la tête. De plus, cette réduction de risque est du même ordre de grandeur entre les trois modèles.

On ne met pas en évidence d'effet différent du casque sur les blessures toutes gravités à la tête selon que l'accident ait lieu en milieu urbain ou en rural (p=0,20), ou selon que l'accident implique un véhicule motorisé ou non (p=0,29), toutes choses égales par ailleurs (p-values supérieures au risque d'erreur de 5%).

<sup>3</sup> « multipliée par 0,75 » équivaut à « divisée par 1,3 » (=1/0,75), ou encore « réduite de 25% » (=100%-75%)

## Effet sur les blessures à la face, toutes gravités (AIS1+)

En termes d'ampleur, les blessures toutes gravités à la face sont fréquentes. Parmi les blessés qui ne portaient pas de casque lors de l'accident, 24,4% sont concernés par de telles blessures (IC à 95%=[23,2% - 25,5%]). Parmi ces derniers, la très grande majorité (93,9%) ont une blessure de gravité maximale AIS 1, 5,5% une blessure de gravité maximale AIS 2, et très peu (0,6%) une blessure de gravité maximale AIS 3+.

Le tableau ci-dessous donne les résultats détaillés de l'analyse la plus pertinente : analyse multivariée portant sur la population des blessés restreinte à ceux ayant au moins une blessure hors de la zone tête-face-cou.

Tableau 8 : analyse multivariée du risque de **blessures à la face toutes gravités (AIS1+)** chez les cyclistes blessés au moins hors de la zone tête-face-cou ; données du Registre du Rhône (1996-2006)

Variable		OR	IC à 95%	
Port du casque	Oui	0,71	0,58	0,86
	Non	1,00	.	.
	Non renseigné	0,94	0,84	1,05
Réseau	(AR) RN, RD	1,58	1,16	2,14
	Rue, v. communale	1,08	0,90	1,32
	Parking...	1,00	.	.
	Non renseigné	0,72	0,59	0,89
Antagoniste	Aucun	1,00	.	.
	Homme, animal	1,30	1,00	1,67
	Véhicule motorisé	1,30	1,14	1,48
	Obstacle fixe	1,59	1,29	1,95
Sexe	Féminin	1,00	.	.
	Masculin	1,17	1,03	1,34
Age	0-14 ans	1,29	1,11	1,49
	15-24 ans	1,00	.	.
	25-34 ans	1,23	1,02	1,48
	35-44 ans	1,04	0,84	1,28
	45-54 ans	1,25	0,99	1,57
	55-64 ans	1,27	0,96	1,66
	65 ans et +	1,69	1,26	2,24
ISS hors Tête-Face-Cou	1-3	1,00	.	.
	4-8	0,43	0,37	0,50
	9-15	0,66	0,51	0,83
	16-75	0,94	0,49	1,70

NB : les variables ZAUER, éclairage, type de trajet ne sont pas incluses dans le modèle ; sinon le test de Lemeshow-Hosmer rejette l'adéquation du modèle aux données.

Selon cette analyse, le casque est associé à une diminution de la fréquence des blessures à la face ; cette fréquence est divisée par 1,4<sup>4</sup> (IC à 95%=[14%-42%], toutes choses égales par ailleurs. En effet, cette réduction du risque est ajustée sur les variables réseau, type d'antagoniste, âge, sexe, gravité des blessures hors tête-face-cou.

On note par ailleurs que le risque de blessures toutes gravités à la face est accru pour les cyclistes blessés sur les réseaux à grande vitesses, dans les accidents avec un antagoniste motorisé, chez les

<sup>4</sup> « multiplié par 0,71 » équivaut à « divisé par 1,4 » (=1/0,71), ou encore « réduction de 29% » (100%-0.71%)

enfants, chez les plus de 65 ans. Enfin, avoir des blessures modérées ou sérieuses en dehors de la zone tête-face-cou est associé à un moindre risque de blessure à la face. Autrement dit, les blessures à la face concernent essentiellement les blessés légers.

Le tableau ci-dessous donne les résultats des différentes analyses réalisées (uni ou multivariées, avec ou sans restriction de la population d'étude).

Tableau 9 : analyses cas-témoins des **blessures à la face (AIS1+)**, odds ratio des cyclistes casqués comparés aux non-casqués, données du Registre du Rhône (1996-2006)

Type d'analyse	Nb total	Nb cas	OR	IC à 95%
			casque	
univariée	14432	3367	0,71	0,61-0,82
Multivariée type Cochrane (ajusté sur type d'antagoniste, âge, sexe)	14432	3367	0,78	0,67-0,90
Multivariée (ajusté sur réseau, type d'antagoniste, âge, sexe, ISS hors Tête-Face-Cou)	14432	3367	0,80	0,67-0,95
<b>Restreinte aux cyclistes ayant au moins une blessure hors de la zone de tête-face-cou</b> (ajusté sur les mêmes 5 variables)	<b>11889</b>	<b>1566</b>	<b>0,71</b>	<b>0,58-0,86</b>

NB : Les variables éclairément, ZAUER et type de trajet ne sont pas incluses dans le modèle ; sinon le test de Lemeshow-Hosmer rejette l'adéquation du modèle.

Les analyses multivariées indiquent toutes un effet protecteur du casque sur le risque de blessures toutes gravités à la face ; selon l'analyse la plus pertinente, la réduction du risque est de 29%.

Concernant un possible effet différent du casque sur les blessures à la face selon que l'accident ait lieu en milieu urbain, péri-urbain ou rural (toutes choses égales par ailleurs) : le test d'interaction rejette l'hypothèse d'égalité des effets au casque selon les trois zones. Cependant, le modèle incluant l'interaction est rejeté par le test d'adéquation (de Lemeshow-Hosmer). Par ailleurs, les analyses séparées selon la zone (urbaine, péri-urbaine ou rurale) produisent des odds ratios très proches les uns des autres (respectivement : 0,69 ; 0,72 et 0,55) ; seul l'odds-ratio en zone urbaine est significativement inférieur à 1 (cf. annexes) ; les deux autres ne le sont pas mais sont estimés sur des échantillons de petite taille où la puissance statistique est plus faible. Nous en concluons que l'effet (protecteur) du casque envers les blessures à la face n'est pas différent que l'accident ait lieu en zone urbaine, péri-urbaine ou rurale.

Nous ne mettons pas en évidence d'effet différent du casque sur les blessures à la face selon que l'accident impliquait un antagoniste motorisé ou non ( $p=0,29$ ), toutes choses égales par ailleurs.

## Effet sur les blessures modérées et au-delà au cou (AIS2+)

Pour rappel, les blessures au cou incluent celles de la colonne cervicale.

En termes d'ordre de grandeur, les blessures modérées et au-delà au cou sont rares. Parmi les cyclistes blessés qui ne portaient pas de casque lors de l'accident, 0,5% sont concernés par une telle blessure (IC à 95% = [0,3% - 0,7%]). Parmi ces derniers, au nombre de 26, seuls quatre présentaient une blessure de gravité maximale AIS 3+.

Le tableau ci-dessous donne les résultats détaillés du modèle le plus pertinent : modèle multivarié et restreint aux cyclistes ayant au moins une blessure hors de la zone tête-face-cou.

Tableau 10 : analyse multivariée du risque de **blessures modérées au cou (AIS2+)**, chez les cyclistes blessés au moins hors de la zone tête-face-cou ; données du Registre du Rhône ( 1996-2006)

Variable		OR	IC à 95%	
Port du casque	Oui	1,51	0,56	3,82
	Non	1,00	.	.
	Non renseigné	0,48	0,18	1,14
ZAUER	Pôle urbain	1,00	.	.
	Péri-urbain	0,95	0,26	2,77
	Zone rurale	4,42	0,91	15,32
	Non renseigné	1,04	0,29	2,98
Antagoniste	Aucun	1,00	.	.
	Homme, animal	1,84	0,10	10,48
	Véhicule motorisé	4,75	1,92	12,52
	Obstacle fixe	4,81	1,25	15,79
Sexe	Féminin	1,00	.	.
	Masculin	6,20	1,30	111,18
Age	0-14 ans	1,00	.	.
	15-24 ans	2,20	0,61	8,78
	25-34 ans	2,63	0,65	11,16
	35-44 ans	2,12	0,47	9,41
	45-54 ans	3,50	0,93	14,53
	55-64 ans	1,92	0,33	9,83
	65 ans et +	1,18	0,15	6,93
ISS hors Tête-Face-Cou	1-3	1,00	.	.
	4-8	4,93	1,85	14,45
	9-15	11,21	3,42	36,67
	16-75	67,57	19,22	242,18

(le modèle satisfait au teste d'adéquation de Lemeshow-Hosmer)

Cette analyse n'indique pas d'effet néfaste du casque sur les blessures au moins modérées au cou (l'odds-ratio n'est pas significativement différent de 1). Cette estimation de l'odds-ratio est ajustée sur les caractéristiques suivantes : zone urbaine ou rurale, type d'antagoniste, âge, sexe, et gravité lésionnelle hors tête-face-cou.

Par ailleurs, on peut noter un risque bien plus grand de blessures AIS2+ au cou chez les hommes par rapport aux femmes, chez les cyclistes blessés dans un accident contre un obstacle fixe ou contre un véhicule motorisé par rapport aux cyclistes blessés dans un accident sans antagoniste. Le risque de blessures au moins modérées au cou est très fortement augmenté en fonction de la gravité des



blessures hors de la zone tête-face-cou, avec un gradient : plus les blessures hors tête-face-cou sont graves, plus le risque de blessure au cou est grand.

Le tableau ci-dessous donne l'effet du casque sur les blessures modérées et au delà au cou, selon les différentes analyses menées (multivariées ou non, restreinte ou non).

Tableau 11 : analyses cas-témoins des **blessures modérées et au delà au cou (AIS2+)**, odds ratio des cyclistes casqués comparés aux non-casqués, données du Registre du Rhône (1996-2006)

Type d'analyse	Nb total	Nb cas	OR casque	IC à 95%
Univariée	14432	66	2,41	1,29-4,50
Multivariée de type Cochrane (ajusté sur type d'antagoniste, âge, sexe)	14432	66	1,44	0,76-2,73
Multivariée (ajusté sur ZAUER, antagoniste, âge, sexe, ISS hors Tête-Face-Cou)	14432	66	1,60	0,81-3,10
<b>Restreinte aux cyclistes ayant au moins une blessure hors de la zone de tête-face-cou (ajusté sur les mêmes 5 variables)</b>	<b>11889</b>	<b>30</b>	<b>1,51</b>	<b>0,56-3,82</b>

NB : Type de trajet, éclairage, réseau ne sont pas inclus dans le modèle multivarié (et suivants) car leur contribution est non significative.

Les différentes analyses n'aboutissent pas aux mêmes conclusions. L'analyse univariée indique un sur-risque de blessures AIS2+ au cou chez les blessés casqués par rapport aux non-casqués (risque multiplié par 2,4<sup>5</sup>). Lorsque l'on prend en compte les facteurs de confusion par les analyses multivariées, on ne retrouve pas ce sur-risque (odds-ratio non significativement différent de 1). Cela reste valable sur la population d'étude restreinte aux blessés ayant au moins une blessure hors de la zone tête-face-cou.

On ne met pas en évidence d'effet différent du casque sur les blessures modérées au cou selon que l'accident ait lieu en zone urbaine, péri-urbaine ou rurale ( $p=0,66$ ), toutes choses égales par ailleurs.

En revanche, le casque n'a pas le même effet selon que l'accident implique un antagoniste motorisé ou non ( $p=0,03$ ). On ne met pas en évidence d'effet du casque sur les blessures AIS2+ au cou chez les cyclistes blessés contre un antagoniste motorisé, toutes choses égales par ailleurs (OR=0,57, non significativement différent de 1). En revanche, on trouve un risque accru de blessures AIS2+ au cou associé au port du casque, chez les cyclistes blessés sans antagoniste motorisé. Pour rappel, cela regroupe les accidents contre un antagoniste piéton ou cycliste, contre un obstacle fixe et les chutes seules.

<sup>5</sup> « multiplié par 2,4 » équivaut à une « hausse de 140% » (=240%-100%)

### **Effet sur les blessures au cou, toutes gravités (AIS1+)**

En termes d'ampleur, les blessures toutes gravités au cou ne sont pas très fréquentes ; parmi les cyclistes blessés qui ne portaient pas de casque lors de l'accident, 6,0% sont concernés par une telle blessure (IC à 95% = [5,4% - 6,6%]. Parmi ceux-ci, la très grande majorité (92,2%) présentaient une blessure de gravité maximale AIS 1, et 6,6% une blessure de gravité maximale AIS 2.

Le tableau ci-dessous donne les résultats détaillés du modèle multivarié et restreint aux blessés ayant au moins une blessure hors tête-face-cou.

Tableau 12 : analyse multivariée du risque de **blessures toutes gravités au cou (AIS1+)**, chez les cyclistes blessés ; données du Registre du Rhône (1996-2006)

Variable		OR	IC à 95%	
Port du casque	Oui	1,34	1,01	1,77
	Non	1,00	.	.
	Non renseigné	0,92	0,75	1,13
ZAUER	Pôle urbain	1,00	.	.
	Péri-urbain	0,80	0,54	1,14
	Zone rurale	1,08	0,50	2,05
	Non renseigné	1,03	0,81	1,30
Antagoniste	Aucun	1,00	.	.
	Homme, animal	2,34	1,51	3,51
	Véhicule motorisé	4,20	3,42	5,17
	Obstacle fixe	1,68	1,10	2,47
Type de trajet	Privé	0,75	0,57	0,98
	Lié au travail	1,00	.	.
	Non renseigné	0,69	0,52	0,92
Sexe	Féminin	1,00	.	.
	Masculin	0,74	0,60	0,91
Age	0-14 ans	1,00	.	.
	15-24 ans	2,40	1,76	3,28
	25-34 ans	2,31	1,64	3,27
	35-44 ans	2,44	1,70	3,51
	45-54 ans	2,92	1,98	4,27
	55-64 ans	2,30	1,44	3,59
	65 ans et +	2,13	1,26	3,47
ISS hors Tête-Face-Cou	1-3	1,00	.	.
	4-8	0,47	0,36	0,60
	9-15	0,43	0,24	0,69
	16-75	1,24	0,53	2,54

(le modèle satisfait au teste d'adéquation de Lemeshow-Hosmer)

Cette analyse multivariée montre un risque accru de blessures au cou associé au port du casque ; ce risque est multiplié par 1,3<sup>6</sup>.

Ce risque est estimé « toutes choses égales par ailleurs » ; il est en effet ajusté sur les facteurs de confusion suivants : ZAUER, type d'antagoniste, type de trajet, âge, sexe, et gravité lésionnelle hors tête-face-cou.

<sup>6</sup> « multiplié par 1,34 » équivaut à « une hausse de 34% ».

Par ailleurs, on peut noter que les blessés dans un accident contre obstacle fixe, ou contre un antagoniste motorisé, ont un risque plus grand de blessures au cou par rapport aux cyclistes blessés seuls (i.e. aucun antagoniste).

En revanche, chez les cyclistes blessés lors d'un trajet à caractère privé, le risque de blessure au cou est diminué (par rapport à un trajet lié au travail) ; il est également plus faible chez les hommes (par rapport aux femmes), et chez les enfants (0-14 ans).

Le tableau ci-dessous donne les résultats des différents modèles concernant le possible effet néfaste du casque envers les blessures au cou.

Tableau 13 : analyses cas-témoins du risque de **blessures toutes gravités au cou (AIS1+)**, odds ratio des cyclistes casqués comparés aux non-casqués, données du Registre du Rhône (1996-2006)

Type d'analyse	Nb total	Nb cas	OR casque	IC à 95%
Univariée	14432	823	1,34	1,08-1,68
Multivariée type Cochrane (ajusté sur type d'antagoniste, âge, sexe)	14432	823	1,13	0,90-1,43
Multivariée « complet » (ajusté sur ZAUER, type d'antagoniste, type de trajet, âge, sexe, ISS hors Tête-Face-Cou,)	14432	823	1,24	0,98-1,58
<b>Restreinte aux cyclistes ayant au moins une blessure hors de la zone de tête-face-cou (ajusté sur les mêmes 6 variables)</b>	<b>11889</b>	<b>529</b>	<b>1,34</b>	<b>1,01-1,77</b>

NB : les variables éclairément, réseau ne sont pas dans le modèle multivarié car leur contribution est non significative.

Les différentes analyses n'aboutissent pas aux mêmes conclusions. L'analyse la moins sujette aux biais de sélection, c'est-à-dire celle sur la population d'étude restreinte aux cyclistes ayant au moins une blessure en dehors de la zone tête-face-cou, indique un risque accru associé avec le port du casque de blessures toutes gravités au cou ; ce risque est multiplié par 1,34.

On ne met pas en évidence d'effet différent du casque sur les blessures toutes gravités au cou selon que le cycliste se soit blessé en zone urbaine, péri-urbaine ou rurale ( $p=0,56$ ), toutes choses égales par ailleurs. On ne met pas non plus en évidence un effet différent du casque sur les blessures au cou selon que l'accident impliquait un antagoniste motorisé ou non ( $p=0,07$ ), toutes choses égales par ailleurs.

## Discussion

### Forces et faiblesses de l'étude

L'étude porte sur les cyclistes identifiés dans le Registre des victimes d'accidents de la circulation routière survenus dans le département du Rhône. Il inclut les personnes blessées au sens de l'AIS. En ce sens, l'étude exclut les personnes qui ont eu un accident de vélo mais qui n'ont pas été blessées. Il se peut que certaines soient indemnes parce qu'elles ont justement été protégées par un casque. Ne pas disposer de ces observations signifie que si effet protecteur du casque il y a, nous allons sous-estimer son ampleur.

Par rapport à un éventuel effet néfaste du casque sur les blessures au cou : ne disposer que des cyclistes blessés signifie que l'on « manquera » en particulier les cyclistes impliqués dans un accident, qui avaient un casque et n'ont eu aucune blessure, et notamment aucune blessure au cou. Autrement dit, on sous-représente des situations où le casque n'a pas eu d'effet néfaste. Si le casque a un effet néfaste, ne pas disposer de ces observations conduit à sur-estimer l'ampleur de cet effet néfaste.

Pour que la sélection des sujets ne dépende pas de l'objet étudié (le casque) et donc de la zone corporelle supposée liée à l'effet du casque (bénéfique : tête-face ou délétère : cou), nous avons restreint la population des blessés à ceux qui avaient au moins une blessure en dehors de cette zone corporelle. Ainsi, l'inclusion dans l'étude n'est pas liée à la présence de blessure dans la zone étudiée (tête-face-cou). En revanche, les sujets inclus sont plus souvent polytraumatisés. Cela devrait donc conduire à une gravité lésionnelle globale un peu plus élevée (c'est particulièrement le cas si l'on mesure la gravité lésionnelle globale avec l'ISS ou le NISS, qui prend en compte les 3 blessures les plus graves, de zones corporelles distinctes ou non). Cela renforce la nécessité d'ajuster sur la gravité, et en particulier sur l'intérêt d'ajuster sur la variable ISS hors tête-face-cou (ce que nous avons fait).

La restriction de la population d'étude signifie aussi une diminution des effectifs (de 14 432 à 11 889 sujets) ce qui conduit à une petite perte de puissance statistique. Ici, cela n'est pas apparu comme un problème : les résultats qui étaient significatifs avec une analyse multivariée sur la population de cyclistes blessés non restreinte sont restés significatifs sur la population restreinte.

Il est à noter que, ne pas disposer des cyclistes impliqués dans un accident mais qui en ressortent indemnes, est une critique souvent faite aux études cas-témoins existantes (elles ne portent en effet que sur des blessés sauf exception (Thompson et al. 1989)). Nous avons ici pris soin d'éviter ce biais de sélection en imposant un critère d'inclusion supplémentaire. Ici, sur les données dont nous disposons, nous constatons que les analyses avec ou sans restriction de la population d'étude donnent des résultats très proches.

Par ailleurs, il se pourrait que des erreurs de classement affectent la variable « port du casque ». En effet, il est fort possible que le personnel soignant, face à un cycliste blessé à la tête, cherche plus volontiers à savoir si un casque était porté lors de l'accident, que s'il se trouve face à un cycliste blessé dans d'autres zones corporelles que la tête.

Nous avons regardé le taux de valeurs manquantes de la variable port du casque en fonction de l'absence ou la présence de blessures à la tête. Nous constatons que ce taux de valeurs manquantes est moindre chez les cyclistes blessés à la tête que chez ceux non blessés dans cette zone. Cela peut impliquer une meilleure identification des situations où le port du casque n'aurait pas ou peu protégé et au contraire à une moindre identification des situations où le casque aurait pleinement protégé contre des blessures à la tête. Cela va donc dans le sens d'une sous-estimation de l'effet protecteur du casque.

Les biais potentiels de confusion ont été pris en compte par la mise en œuvre d'analyses multivariées : nous avons ajusté sur la violence subie lors du choc en utilisant plusieurs caractéristiques : le type d'antagoniste, le milieu urbain ou rural, le type de réseau (et donc la vitesse limite autorisée), mais nous ne disposons de la vitesse du ou des impliqués lors du choc.

Il s'est avéré que dans notre population d'étude, les cyclistes casqués étaient de gravité lésionnelle supérieure à celle des cyclistes non-casqués, en analyse univariée (Ndiaye 2009). Cette association entre cyclistes casqués et gravité peut s'expliquer de deux façons opposées, mais pas nécessairement exclusives l'une de l'autre. Premièrement, les cyclistes ou tout au moins une partie d'entre eux, en mettant un casque, se sentiraient alors moins vulnérables et pourraient alors prendre davantage de risques (que lorsqu'ils n'étaient casqués) ; ils auraient donc des accidents plus graves en moyenne que les cyclistes non casqués. Il s'agit d'une sorte d'effet secondaire pervers d'un équipement de protection (on trouve cet effet pervers chez les automobilistes par exemple : les conducteurs de voitures récentes, qui sont plus équipées en airbags et freins ABS, semblent prendre plus de risques (Martin and E 2008)). Deuxièmement, les cyclistes qui utilisent un casque sont surtout des cyclistes avec une pratique sportive du vélo (Amoros et al. 2009b) : pratique du vélo de route ou du « vélo tout terrain », où le port du casque est fortement recommandé voire rendu obligatoire par les clubs cyclo-sportifs. L'exemple (et l'image positive) a aussi été donné par l'apparition puis l'obligation du port du casque chez les coureurs cyclistes professionnels, et en particulier dans le cadre du Tour de France. Or ces pratiques sportives sont exposées à une plus grande gravité des accidents. Pour le vélo de route, la vitesse du cycliste et la vitesse de l'éventuel antagoniste sont plus élevées et donc la gravité est plus élevée. Pour le « vélo tout terrain », le terrain est accidenté (dénivelé, cailloux, état du chemin, ...) et la vitesse parfois élevée (notamment en « vélo de descente »), et donc là-aussi la gravité est plus élevée en moyenne.

Cette association entre cyclistes casqués et plus grande gravité lésionnelle ne devrait cependant pas interférer dans les estimations de l'effet protecteur ou non du casque, dans la mesure où la gravité est prise en compte dans les analyses multivariées. En effet, en ajustant sur des indicateurs de la violence du choc, tels que le caractère urbain ou rural du lieu de l'accident, le type de réseau mais aussi la gravité lésionnelle hors de la zone tête-face-cou, l'âge, et le sexe (liés à la prise de risque), on limite ce possible biais de confusion. Ce biais (corrélation positive entre cyclistes casqués et gravité lésionnelle) va dans le sens inverse de l'effet protecteur du casque c'est-à-dire dans le sens d'une sous-estimation de l'effet protecteur (ou encore d'une sur-estimation de son effet néfaste si cet effet néfaste existe).

La présente étude constitue la première étude cas-témoins en France sur le sujet de l'efficacité propre du casque. Elle est basée sur un échantillon de grande taille (14432 personnes), et cet échantillon est l'ensemble des cyclistes blessés identifiés par un registre. Cet échantillon est donc proche de l'exhaustivité. En outre, le Registre du Rhône inclut à la fois les blessés hospitalisés et ceux qui ont été traités dans les services d'urgences seulement, alors que la plupart des études existantes incluent soit les uns soit les autres.

Cette étude porte sur les années 1996 à 2006. Par rapport aux études cas-témoins publiées dans la littérature, qui portaient sur des années où les casques à coque rigide étaient répandus, cette étude porte sur des années où les casques à coque souple sont devenus largement majoritaires. L'effet protecteur mis en avant n'est donc pas réservé aux casques à coque rigide.

Enfin nous avons pris soin à ce que cette étude satisfasse aux quatre critères de sélection de la méta-analyse Cochrane, qui sont, pour rappel : 1) une identification correcte des cas, 2) une bonne mesure de

l'exposition (port du casque au moment de l'accident), 3) une sélection appropriée du groupe des témoins, 4) l'élimination ou contrôle des biais tels que biais de sélection et de confusion.

### Interprétation des résultats

#### Blessures à la tête

L'étude montre un effet protecteur du casque envers les blessures à la tête. La réduction du risque est bien plus importante pour les blessures sérieuses et au delà (AIS 3+) que pour les blessures toutes gravités confondues : respectivement une réduction du risque de 71% et de 25%. Cela peut s'interpréter comme un effet d'atténuation de la gravité des blessures plutôt que de leur présence. En d'autres termes, une partie des blessures qui seraient sérieuses sans le casque pourraient être « transformées » par le port du casque en blessures modérées ou mineures, et cela plus souvent que des blessures modérées ou mineures seraient « transformées » en l'absence de blessures.

Cela correspond très vraisemblablement au mécanisme d'absorption des chocs par le casque : une partie de l'énergie du choc est absorbée par l'écrasement du casque dans son épaisseur.

Les analyses où la population d'étude a été restreinte aux blessés ayant au moins une blessure hors de la zone tête-face-cou donnent des estimations d'odds-ratios un peu plus loin de la valeur 1 pour le risque de blessures à la tête. Autrement dit ces analyses estiment que l'effet protecteur est plus fort envers les blessures à la tête que les analyses sur l'ensemble des blessés. Cela est conforme à l'idée de départ : en restreignant la population d'étude aux blessés ayant au moins une blessure hors de la zone tête-face-cou, on contourne le biais de sélection dû à l'absence des cyclistes accidentés mais non-blessés, qui peuvent notamment l'être par un effet protecteur du casque.

L'ampleur de l'effet protecteur sur les blessures à la tête est moindre que celui publié dans la méta-analyse Cochrane. Pour le risque de blessures AIS3+ à la tête, l'analyse de type Cochrane (i.e. analyse multivariée ajustée sur âge, sexe et type d'antagoniste) appliquée à notre population d'étude (blessés du Registre du Rhône) conduit à un odds-ratio de 0,35 [0,20-0,61]. Dans la revue Cochrane, l'étude qui s'intéresse aux blessures sérieuses du cerveau (blessures qui recoupent en grande partie les « blessures AIS 3+ tête ») produit un odds-ratio moyen de 0,26 [0,14-0,48] (cf. tableaux synthétiques de la littérature en annexes).

Pour le risque de blessures AIS1+ à la tête, l'analyse de type Cochrane appliquée à notre population d'étude (Registre du Rhône) estime un odds ratio de 0,80 [0,68-0,93] associé au port du casque, alors que la revue Cochrane estime un odds-ratio moyen de 0,31 [0,23-0,42] pour les « blessures à la tête incluant scalp, cerveau et crâne » i.e. de toutes gravités.

Le fait que nous trouvons des effets moindres (i.e. que les odds ratios soient plus proches de la valeur 1) peut provenir d'un effet protecteur moindre des casques à coque souple, de plus en plus utilisés, au détriment des casques à coque rigide, majoritairement utilisés dans les années couvertes par l'étude Cochrane. Cela est soutenu par une plausibilité bio-mécanique : on peut effectivement penser qu'un casque à coque rigide donc plus épais absorbe plus d'énergie de choc qu'un casque à coque souple.

Même si ce n'est pas directement l'objet de cette étude, il est intéressant de noter que les caractéristiques de l'accident ou du blessé peuvent avoir un effet de même ampleur que le casque sur l'augmentation ou la diminution du risque de blessures au moins sérieuses à la tête. Ainsi les cyclistes

blessés sur routes nationales ou départementales ont 3 fois plus de risque de blessures AIS3+ à la tête que ceux blessés sur un parking. De la même façon, les cyclistes de plus de 65 ans ont un risque de telles blessures multiplié par 4,5 par rapport aux enfants blessés à vélo (0-14 ans). Cela est sans doute dû à une grande fragilité physiologique. Ce sur-risque s'observe aussi chez les piétons âgés (Evrard AS et al. 2009).

L'analyse multivariée a aussi montré que les blessures AIS3+ à la tête sont liées avec la gravité des blessures en dehors de la zone-tête-face-cou : plus ces dernières sont graves, plus le risque de blessures sérieuses à la tête est augmenté. Cela se conçoit bien : des blessures sérieuses hors tête-face-cou dénotent une forte violence lors du choc, et il est donc fort probable que la tête en subisse aussi la conséquence.

### Blessures à la face

L'étude sur les blessés du Registre du Rhône montre un effet protecteur du casque contre les blessures à la face, toutes gravités confondues. L'étude restreinte aux blessés avec au moins une blessure hors de la zone tête-face-cou donne un odds-ratio associé au port du casque de 0,71 [0,58-0,86].

L'analyse de type Cochrane donne un odds-ratio très similaire de 0,78 [0,67-0,90]. Dans la méta-analyse Cochrane, trois études sur l'effet au visage sont incluses ; l'une d'elle fournit un odds-ratio brut de 0,64 [0,49-0,84] et les deux autres études trouvent un effet protecteur pour le haut et le milieu du visage en comparaison avec le bas du visage avec un odds ratio compris entre 0,27 et 0,36.

L'odds ratio estimé ici indique un effet de moindre ampleur, mais la catégorie de référence n'est pas la même que dans la méta-analyse Cochrane. Il serait intéressant de conduire ultérieurement une analyse sur les blessés du Registre en découpant le visage en trois zones : haut, milieu et bas du visage.

Il est en effet tout à fait plausible que le casque de par son épaisseur offre une certaine protection aux zones du visage qui sont très proches du bord du casque.

Ici aussi, on note que des caractéristiques de l'accident ou du cycliste peuvent avoir un effet d'une ampleur équivalente au casque en termes d'augmentation ou de réduction du risque de blessure(s) à la face. Ainsi les cyclistes se blessant sur routes nationales ou départementales ont un risque augmenté de 58% par rapport à ceux se blessant sur un parking. Les cyclistes se blessant contre un obstacle fixe ont un risque augmenté de 59% de blessures à la face par rapport à une chute de vélo, seul ; ceux qui se blessent contre un antagoniste motorisé ont un risque augmenté de 30% (toujours par rapport à une chute de vélo, seul). Les cyclistes les moins à risque de blessure à la face sont les 15-24 ans ; et, par rapports à ceux-ci les cyclistes de plus de 65 ans ont un risque augmenté de 69% de blessure(s) à la face.

La présence de blessures à la face est en revanche associée inversement avec la présence de blessures de gravité modérée ou sérieuse hors de la zone tête-face-cou. Les blessures à la face sont très majoritairement des blessures de gravité mineure (AIS 1) : correspondent-elles essentiellement à un certain type d'accidents peu graves ? ou sont-elles moins souvent notifiées lorsque la victime souffre par ailleurs de blessures modérées ou plus graves ?

## Blessures au cou

Nos analyses ne permettent pas d'écarter un effet néfaste du port du casque envers les blessures au cou. L'analyse restreinte aux sujets ayant au moins une blessure en dehors de la zone tête-face-cou indique un sur-risque de blessures au cou toutes gravités confondues (risque augmenté de 34%). On ne retrouve pas ce sur-risque pour les blessures AIS2+ au cou, sauf pour une situation particulière : les cyclistes blessés dans un accident sans antagoniste motorisé (avec une augmentation du risque de 152%). Est-ce un artefact ? Nous avons conduit de nombreuses analyses et nous sommes donc dans la situation de tests multiples. Ou bien existe-t-il vraiment un sur-risque dans ces situations spécifiques ? Quel serait le mécanisme lésionnel sur ces situations spécifiques ? il serait intéressant de distinguer blessures internes et blessures externes ; nous sommes ici limités par les faibles effectifs concernés par ces blessures. Il nous faudrait plus d'observations. De même il serait intéressant d'identifier si une seule pratique est concernée : par exemple du vélo tout terrain ?

Nous rappelons que peu d'études ont été conduites sur l'effet du casque envers les blessures au cou. Trois ont été trouvées dans la littérature : sur les trois odds-ratios bruts, l'un était significativement supérieur à 1, deux ne l'étaient pas, mais l'un provenait d'une étude de puissance statistique faible (population d'étude : 191 cyclistes blessés dont 20 blessés au cou).

Cette étude indique un effet protecteur du port du casque envers les blessures à la tête, notamment envers les blessures sérieuses ou plus graves, un effet protecteur envers les blessures toutes gravités à la face, et un effet néfaste envers le risque de blessures toutes gravités au cou. D'une part, les blessures toutes gravités au cou sont moins fréquentes que les blessures toutes gravités à la tête, d'autre part, la diminution du risque de blessures sérieuses à la tête est relativement forte (-71%) ; on peut donc conclure que l'effet propre du casque est globalement protecteur.



### **Synthèse des résultats sur l'effet propre du casque**

#### Blessures sérieuses et au delà à la tête (AIS3+)

Cela concerne 2,1% des cyclistes blessés du Registre qui ne portaient pas le casque (% brut sur le Registre du Rhône).

Le port du casque est associé à une diminution de 71% du risque de telles blessures. Il n'est pas mis en évidence de différence selon le lieu de l'accident : milieu urbain ou rural, ni selon le type d'antagoniste : motorisé ou non.

#### Blessures toutes gravités à la tête (AIS1+)

Cela concerne 19,4% des cyclistes blessés du Registre qui ne portaient pas le casque.

Le port du casque est associé à une diminution de 25% du risque.

Il n'est pas mis en évidence de différence selon le lieu de l'accident : milieu urbain ou rural, ni selon le type d'antagoniste : motorisé ou non.

#### Blessures toutes gravités à la face

Cela concerne 24,4% des cyclistes blessés du Registre qui ne portaient pas le casque.

Le port du casque est associé à une diminution de 29% du risque.

Il n'est pas mis en évidence de différence selon le lieu de l'accident : milieu urbain ou rural, ni selon le type d'antagoniste : motorisé ou non.

#### Blessures de gravité modérée et au-delà au cou (inclut colonne cervicale)

Cela concerne 0,5% des cyclistes blessés du Registre qui ne portaient pas le casque

Pas d'augmentation du risque mise en évidence, à l'exception des accidents sans antagoniste motorisé (risque accru de 152%).

#### Blessures toutes gravités au cou (AIS1+)

Cela concerne 6% des cyclistes blessés qui ne portaient pas le casque

Le port du casque est associé à une augmentation de 34% du risque.

Il n'est pas mis en évidence de différence selon le lieu de l'accident : milieu urbain ou rural, ni selon le type d'antagoniste : motorisé ou non.

(rappel : tous ces résultats sont au risque d'erreur de 5%)

## Références

- AAAM. (1990), "Association for the Advancement of Automotive Medicine, The Abbreviated Injury Scale (1990 revision)."
- Amoros, E., Chiron, M., Ndiaye, A. and Laumon, B. (2009a), "Cyclistes Victimes d'Accident (CVA), partie 1 : caractéristiques et bilan lésionnel."
- Amoros, E., Supernant, K., Guérin, A. and Chiron, M. (2009b), "CVA 3- Enquête auprès de 900 usagers de vélo ; utilisation du casque et des équipements de conspécuité."
- Attewell, R., Glase, K. and McFadden, M., 2001. Bicycle helmet efficacy: a meta-analysis. *Accident Analysis and Prevention* 33, 345-352.
- Comte G, Ndiaye A, Chiron M, Gallon M, Bagou G and P., P., 2008. Vélos en libre service : plus d'accidents ? . In: Congrès de la Société française de Médecine d'Urgence. , Paris, Porte de Maillot,
- Curnow, W., 2005. The Cochrane Collaboration and bicycle helmets. *Accident Analysis and Prevention* 37, 569-573.
- Evrard AS, Martin JL, NDiaye A and Laumon B, 2009. L'accident de piéton et la victime "piéton". In: 2ème colloque francophone international de la PFI COPIE, Le Piéton : Nouvelles connaissances, nouvelles pratiques et besoins de recherche, , Lyon-Ecully (France),
- Hansen, K., Engesaeter, L. and Viste, A., 2003. Protective effect of different types of bicycle helmets. *Traffic Injury Prevention* 4, 285-290.
- Jacobsen, P., 2003. Safety in numbers: more walkers and bicyclists, safer walking and bicycling. *Injury Prevention* 9 (3), 205-209.
- Lastennet, F., Sizun, J., Dobrzynski, M. and de Parscau, L., 2001. Interet du casque cycliste chez l'enfant : analyse qualitative de la litterature. *Archives de Pediatrie* 8 (11), 1246-1250.
- Maimaris, C., Summer, C., Browning, C. and Palmer, C., 1994. Injury patterns in cyclists attending an accident and emergency department: a comparison of helmet wearers and non-wearers. *Bristish Medical Journal* 308, 1537-1540.
- Martin, J. L. and E, L., 2008. A population based estimation of the driver protection provided by passenger cars: France 1996-2005. *Accident Analysis and Prevention* 40 (6), 1811-1821.
- McDermott, F., Lane, J., Brazenor, G. and Debney, E., 1993. the effectiveness of bicycle helmets: a study of 1710 casualties. *the journal of Trauma* 34 (6), 834-845.
- Moskal, A., Martin, J. and Laumon, B., 2008. Does helmet use increase the risk of neck or cervical spine injury among users of motorized two-wheel vehicles? A population-based study, the Rhône road trauma registry, France, 1996-2005. *Injury Prevention* 14, 238-244.
- Ndiaye, A., 2009. Typologie des lésions crâniennes ou faciales liées à l'utilisation de la bicyclette (données du Registre du Rhône). In: journée spécialisée INRETS Vélo et Casque, Bron, 24-27
- Rivara, F., Thompson, D. and Thompson, R., 1997. Epidemiology of bicycle injuries and risk factors for serious injury. *Injury Prevention* 3, 110-114.
- Rutledge, R. and Stutts, J., 1993. The association of helmet use with the outcome of motorcycle crash injury when controlling for crash/injury severity. *Accident Analysis and Prevention* 25 (3), 347-353.
- Thomas, S., Acton, C., Nixon, J., Battistutta, D., Pitt, W. and Clark, R., 1994. Effectiveness of bicycle helmets in preventing head injury in children: case-control study. *Bristish Medical Journal* 308, 173-176.
- Thompson, D., Rivara, F. and Thompson, R. (2006), "Helmets for preventing head and facial injuries in bicyclists.," *The Cochrane Database of Systematic Reviews*.
- Thompson, D., Rivara, F. and Thompson R, 1996a. Effectiveness of bicycle safety helmets in preventing head injuries. *JAMA* 276 (24), 1968-1973.

- Thompson, D., Rivara, F. and Thompson R, 1996b. Effectiveness of bicycle safety helmets in preventing serious facial injuries. *JAMA* 276 (24), 1974-1975.
- Thompson, D., Thompson, R., Rivara, F. and Wolf, M., 1990. A case-control study of the effectiveness of bicycle safety helmets in preventing facial injury. *American Journal of Public Health* 80 (12), 1471-1474.
- Thompson, R., Rivara, F. and Thompson, D., 1989. A case-control study of the effectiveness of bicycle safety helmets. *The New England Journal of Medicine* 320 (21), 1361-1367.
- Wasserman, R. and Buccini, R., 1990. Helmet protection from head injuries among recreational bicyclists. *American Journal of Sport Medicine* 19, 96-97.

## Financement

convention InVS N°J06-24

## Remerciements

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont participé au recueil ou à l'informatisation des données, pour l'Association pour le Registre des Victimes d'Accidents de la Circulation du Rhône (ARVAC : président E Javouhey) et l'INRETS-UMRESTTE (B. Laumon, responsable scientifique du Registre et A. Ndiaye, médecin responsable technique du Registre) : Ait Idir T, Ait Si Selmi T, Alloatti D, Amoros E, Andrillat M, Artru F, Asencio Y, Assossou I, Auzaneau F, Bagès-Limoges F, Bagou G, Balogh C, Banssillon G, Banssillon V, Barnier N, Barth X, Basset M, Bec JF, Bejui J, Bel JC, Bérard E, Bérard J, Bernard JC, Berthet N, Bertrand JC, Besson L, Biot B, Biot V, Blanc C, Blanchard J, Bœuf C, Boisson D, Bonjean M, Bost J, Bouchedor C, Bouletreau P, Boyer V, Breda Y, Brilland R, Bussery S, Cabet N, Caillot L, Caillot JL, Cannamela A, Caregnato B, Carre M, Catala Y, Chagnon PY, Chambost M, Chantran C, Chardon P, Charnay P, Chatelain P, Chattard S, Chauvin F, Chavane H, Chazot G, Chettouane I, Chevreton N, Chevrillon E, Chevrillon S, Chiron M, Chotel P, Cochard P, Combe C, Contamin B, Coppard E, Cot T, Crettenet Z, Cristini A, Cunin V, Dal Gobbo B, De Angelis MP, Decourt L, Delfosse A, Demazière J, Deruty R, Desjardins G, Devaux J, Dohin B, Emonet A, Escarment J, Eyssette M, Fallavier L, Fanton L, Felten D, Feuglet P, Fifis N, Figura J, Fisher G, Fischer LP, Floccard B, Floret D, Fournier G, Fraisse P, Fredenucci JF, Freidel M, Fuster P, Gadegbeku B, Galin L, Gaillard P, Gallon M, Garnier N, Garzanti A, Gaussorgues P, Gautheron V, Genevrier M, Gibaud F, Gillet Y, Goubisky A, Granger M, Grattard P, Gueniaud PY, Guenot C, Guérin AC, Guignand M, Guillaumée F, Haddak M, Hamel D, Heckel T, Herzberg G, Jacquemard C, Joffre T, Kohler R, Lablanche C, Lafont S, Lagier C, Lapierre B, Laplace MC, La Rosa C, Laurent R, Lebel M, Leblay G, Le-Xuan I, Lieutaud T, Lille R, Linné M, Lucas R, Machin B, Maello E, Malicier D, Mangola B, Marduel YN, Marie-Catherine M, Martin JL, Martin YN, Martinand G, Marty F, Mazouzi S, Messikh C, Meyer F, Meyrand S, Molard S, Monneuse O, Morel-Chevillet E, Mioulet E, Minjaud F, Mollet C, Monnet J, Moyen B, Neidhart JP, Ngandu E, Ny S, Ould T, Paget P, Paillot JC, Paris D, Patay B, Pauget P, Peillon D, Perrin G, Perrin-Blondeau D, Petit P, Piton JL, Plantier M, Pornon P, Pramayon C, Quelard B, Raquin L, Rezig M, Richard A, Rigal F, Robert D, Rode G, Romanet JP, Rongieras F, Roset C, Rousson A, Roussouli P, Roux H, Ruhl C, Salamand J, Salord F, Sametzky P, Sayegh K, Sbraire N, Scappaticci N, Schiele P, Schneider M, Simonet C, Sindou M, Soldner R, Soudain M, Stagnara J, Stamm D, Suc B, Supernant K, Taesch MC, Tasseau F, Tell L, Thomas M, Tilhet-Coartet S, Tissot E, Toukou JC, Trifot M, Vallee B, Vallet G, Vancuyck A, Vergnes I, Verney MP, Voiglio EJ, Vourey G, Vuillard J, Westphal M, Willemen L.

mais aussi :

Patricia Chapuis et Jean-Louis Martin (INRETS-UMRESTTE).



## **Annexes**



Tableau 14 : Cochrane review, HEAD injuries

Author, Year	Country (year)	Restriction	Data origin (police, hospital...)	Nb of subjects	Type of study : case-control	Ajusted on	Helmet OR	95% CI	Notes
1) Maimaris 1994	UK, Cambridge		Emergency departments	1040	Cases= head injury Controls= other injury	Stratified on type of crash : motor veh / other bike / pedestrian / fall	Adj OR=0.3	0.11-0.85	
2) Thomas, 1994	Australia, Brisbane	Children <15	Hospital	445	Cases= head injury Controls= set1=other injury Set2= face injury only		Adj OR=0.37	0.20-0.66	
3)McDermott, 1993	Australia, Melbourne	Exclusion of died at scene or on arrival	Hospital	1710	Cases= head injury Controls= other injury		Crude OR=0.61	0.47-0.84	
4)Thompson, 1989	Seattle, USA, 5 hospitals, dec 1986-nov 87		hospital	668	Cases=head injuries Controls: Set1=non-head injuries Set2=non-injured (local health organization)	Age, sex, education and income, crash severity =motor vehicle involved or not, damage to bicycle or not, and cycling experience	Using set 1: Adj OR=0.26  Using set2: Adj OR=0.15	0.14-0.49  0.07-0.29	
5)Thompson, 1996	Seattle, USA, 7 hospitals, march 1992 -august 94			3388	Cases=head injuries Controls= other injuries	Age, motor vehicle collision	Adj OR=0.31	0.26-0.37	3 types of helmet
Summary 1,2,4,5					Meta-analysis		Adj OR=0.31	0.26-0.37	
Hansen , 2003, To be included in the Cochrane review	Norway, 15 months (when?)		Emergency Care and hospital	991	Controls= injuries other than head and neck	Age, sex, collision with a car	foam helmet, adj OR=0.6 hard shell: OR=0.43	0.41-1.11  0.28-0.66	



Tableau 15: Cochrane review, BRAIN injuries

Author, Year	Country,	Restriction	Data origin (police, hospital)	Nb of subjects	Type of study : Case-control	Ajusted on	Helmet OR	95% CI	notes
Thomas, 1994	Australia, Brisbane	Children <15	hospital	445	Cases= head injury Controls= set1=other injury Set2= face injury only		Adj OR=0.14	0.05-0.38	
Thompson, 1989	Seattle, USA, 5 hospitals, dec 1986-nov 1987		hospital	668	Cases=head injuries Controls: Set1=non-head injuries Set2=non-injured (local health organization)	Age, sex, education and income, crash severity =? and cycling experience	Using set 1: Adj OR=0.19  Using set 2: Adj OR=0.12	0.06-0.57  0.04-0.40	
Thompson, 1996	Seattle, USA, 7 hospitals, march 92 – aug. 94			3388	Cases=head injuries Controls= other injuries	Age, sex, crash force= ?	Adj OR=0.35 Severe brain injury: Adj OR=0.26	0.25-0.48  0.14-0.48	3 types of helmet
summary					Meta-analysis		0.31	0.23-0.42	
<i>Hansen , 2003, To be included in the Cochrane review</i>	<i>Norway, 15 months (when?)</i>		<i>Emergency Care and hospital</i>	<i>991</i>		<i>Age, sex, collision with a car</i>	<i>foam helmet, adj OR=1.98 hard shell: OR=1.20</i>	<i>1.26-3.20  0.83-1.74</i>	

Tableau 16 : Cochrane review, FACE injuries

Author, Year	Country	Restriction	Data origin (police, hôpital...)	Nb of subjects	Type of study : Case-control	Ajusted on	Helmet OR or RR	95% CI	Notes
McDermott, 1993	Australia, Melbourne	Exclusion of died at scene or on arrival	Hospital	1710	Cases= face injury Controls= other injury		Crude OR=0.64	0.49-0.84	
Thompson, 1990	Seattle, USA, 5 hospitals, dec 1986-nov 87		hospital	531	Cases=serious facial injuries Controls= Injuries other area	Age, sex, education and income, crash severity =? and cycling experience	Adj OR=0.81 Upper face vs lower Adj OR=0.27	0.45-1.50 0.10-0.80	
Thompson, 1996a	Seattle, USA, 7 hospitals, march 1992 - august 1994		hospital	3390	Cases=serious facial injuries Controls= Set 1= non-facial and non-head injuries Set2=non facial injuries	Age, sex, crash force=?	upper face vs lower: Adj OR=0.36 middle face vs lower: Adj OR=0.35	0.26-0.49 0.24-0.50	
<i>summary</i>									
<i>Hansen , 2003, To be included in the Cochrane review</i>	<i>Norway, 15 months (when?)</i>		<i>Emergency Care and hospital</i>	<i>991</i>		<i>Age, sex, collision with a car</i>	<i>adj OR=1.98(S) foam helmet, OR=1.20(NS) hard shell</i>	<i>Helmet type</i>	

Tableau 17: NECK injuries (from Attewell meta-analysis)

author, year	country	restriction	Data origin (police, hospital...)	Nb of subjects	Type of study : Case-control	Adjusted on	Helmet OR or RR	95% CI	Notes
Wasserman and Buccini, 1990	USA	Adults		191			Crude OR=1.87	0.68-5.09	
McDermott, 1993	Australia	Exclusion of died at scene or on arrival	Hospital	1710	Cases= neck injury Controls= other injury	?	Higher proportion of neck injuries in helmeted than in non-helmeted (5,7% vs 3.3%) Crude OR=1.75	P<0.05  1.06-2.90	Neck definition? Most were AIS1 injuries
Rivara, Thompson DC and RS, 1997	USA, Seattle		7 ED & 2 medical examiner's offices	3384		?	Crude OR=1.09	0.72-1.65	

Résultats supplémentaires sur le risque de blessures sérieuses à la tête (AIS 3+)Tableau 18 : analyse multivariée du risque de **blessures sérieuses à la tête (AIS 3+)**, chez les cyclistes blessés ; données du Registre du Rhône (1996-2006), n=14432

Variable	Modalité	OR	IC à 95%	
Port du casque	Oui	0,33	0,17	0,57
	Non	1,00	.	.
	Non renseigné	0,59	0,43	0,80
ZAUER	Pôle urbain	1,00	.	.
	Péri-urbain	1,15	0,73	1,77
	Zone rurale	3,17	1,64	5,74
	Non renseigné	0,74	0,40	1,33
	Réseau	AR, RN, RD	3,02	1,46
Éclairage	Rue, v. com	1,77	1,01	3,37
	Parking...	1,00	.	.
	Non renseigné	1,54	0,81	3,10
	Jour	1,00	.	.
Antagoniste	Nuit	1,43	0,89	2,23
	Non renseigné	0,56	0,36	0,84
	Aucun	1,00	.	.
Type de trajet	Homme, animal	0,93	0,38	1,90
	Véhicule motorisé	2,45	1,76	3,41
	Obstacle fixe	1,47	0,81	2,50
	Privé	2,42	1,19	5,48
	Lié au Travail	1,00	.	.
Sexe	Non renseigné	3,30	1,61	7,55
	Féminin	1,00	.	.
Age	Masculin	1,53	1,05	2,30
	0-14 ans	1,00	.	.
	15-24 ans	1,23	0,74	1,98
	25-34 ans	1,24	0,65	2,25
	35-44 ans	2,04	1,14	3,54
	45-54 ans	3,10	1,75	5,34
	55-64 ans	3,60	1,99	6,33
	65 ans et +	4,42	2,69	7,14
ISS hors Tête-Face-Cou	0	8,56	5,80	12,85
	1-3	1,00	.	.
	4-8	2,94	1,89	4,61
	9-15	6,82	4,10	11,23

v. com= voies communales

En particulier, le risque de blessures sérieuses à la tête est associé positivement à l'absence de blessures dans d'autres régions corporelles : cela s'explique par la construction de la population d'étude : celle se restreignant aux blessés. Les blessés qui ne sont pas blessés dans une région autre que tête, face, cou, sont donc, nécessairement, blessés dans la zone tête-face-cou, et donc avec une probabilité non négligeable pour que ce soit une blessure sérieuse à la tête, la tête étant une région parmi ces trois.

Tableau 19 : analyses cas-témoins du risque de **blessures sérieuses et au delà à la tête (AIS 3+)** ; odds ratio des cyclistes casqués comparés aux non-casqués ; données du Registre du Rhône (1996-2006)

Type d'analyse	Nombre de sujets	Nombre de cas	OR casque	IC à 95%
Multivariée (pour rappel) (ajustée sur ZAUER, réseau, éclairement, type antagoniste, type de trajet, âge, sexe, ISS hors tête-face-cou)	14432	219	0,33	0,17-0,57
<u>Analyses séparées selon les ZAUER</u> (test interaction entre casque et ZAUER : p= 0,07)				
Pôle urbain (ajustée sur les mêmes 8 variables, sauf ZAUER)	9227	151	0,42	0,20-0,86
Zone péri-urbaine (ajustée sur les mêmes 8 variables, sauf ZAUER et âge)	1371	33	0,06	0,01-0,47
Zone rurale (ajustée sur les mêmes 8 variables, sauf ZAUER ; âge en 3 catégories)	269	15	0,40	0,04-4,38
<u>Analyses séparées selon l'antagoniste :</u> (test interaction entre casque et antagoniste : p= 0,51)				
Antagoniste motorisé (ajustée sur mêmes 8 variables sauf antagoniste)	2927	97	0,33	0,13-0,83
Antagoniste non-motorisé, ou autre (ajustée sur les mêmes 8 variables)	11505	122	0,32	0,15-0,70

Résultats supplémentaires sur le risque de blessures toutes gravités à la tête (AIS 1+)Tableau 20 : analyse multivariée du risque de **blessures toutes gravités à la tête (AIS1+)**, chez les cyclistes blessés ; données du Registre du Rhône (1996-2006), n=14432.

Variable	Modalité	OR	IC à 95%	
Port du casque	Oui	0,79	0,67	0,93
	Non	1,00	.	.
	Non renseigné	0,78	0,71	0,87
ZAUER	Pôle urbain	1,00	.	.
	Péri-urbain	1,15	0,98	1,35
	Zone rurale	1,36	0,99	1,84
	Non renseigné	0,95	0,81	1,12
	Réseau	AR, RN, RD	1,59	1,22
Éclairage	Rue, v. com	1,02	0,87	1,20
	Parking...	1,00	.	.
	Non renseigné	0,94	0,78	1,12
	Antagoniste	Jour	1,00	.
Type de trajet	Nuit	1,15	0,97	1,37
	Non renseigné	0,67	0,60	0,76
	Aucun	1,00	.	.
	Homme, animal	1,28	1,02	1,59
Sexe	Véhicule motorisé	1,77	1,57	1,99
	Obstacle fixe	1,04	0,85	1,26
	Privé	1,38	1,12	1,70
	Lié au Travail	1,00	.	.
	Non renseigné	1,52	1,23	1,89
Age	Féminin	1,00	.	.
	Masculin	1,23	1,10	1,38
	0-4 ans	1,00	.	.
	5-9 ans	1,38	1,08	1,77
	10-14 ans	1,89	1,49	2,42
	15-19 ans	1,67	1,29	2,19
	20-24 ans	1,77	1,33	2,36
	25-29 ans	1,72	1,27	2,33
	30-34 ans	1,70	1,25	2,32
	35-44 ans	1,81	1,36	2,41
	45-54 ans	2,38	1,77	3,20
	55-64 ans	2,62	1,91	3,60
	65-74 ans	3,60	2,55	5,08
	75 ans et +	5,01	3,18	7,85
ISS hors Tête-Face-Cou	0	5,17	4,62	5,79
	1-3	1,00	.	.
	4-8	0,72	0,62	0,82
	9-15	0,88	0,69	1,10

v. com= voies communales

Le risque de blessures à la tête est associé positivement à l'absence de blessures dans les régions corporelles autres que tête-face-cou. L'explication est toujours la construction de la population d'étude : en se restreignant aux blessés, ceux qui ne sont pas blessés dans une région autre que tête, face, cou, sont donc nécessairement blessés dans la zone tête-face-cou, et donc avec une forte probabilité pour que ce soit à la tête, une région parmi ces trois.

Tableau 21 : analyses cas-témoins du risque de **blessures à la tête (AIS 1+)** ; odds ratio des cyclistes casqués comparés aux non-casqués ; données du Registre du Rhône (1996-2006)

Type d'analyse	Nb total	Nb cas	OR casque	IC à 95%
Multivariée (pour rappel) (ajusté sur ZAUER, réseau, éclairage, type d'antagoniste, type de trajet, âge, sexe, ISS hors Tête-Face-Cou)	14432	2445	0,79	0,67-0,93
<u>Analyses séparées selon ZAUER</u>				
(test interaction casque avec ZAUER : p= 0,20)				
En urbain (ajusté sur les mêmes 8 variables, sauf ZAUER)	9227	1673	0,73	0,59-0,91
En péri-urbain (ajusté sur les mêmes 8 variables, sauf ZAUER et âge)	1371	294	0,69	0,47-1,00
En rural (ajusté sur les mêmes 8 variables, sauf ZAUER ; âge en 3 catégories)	269	65	0,61	0,22-1,69
<u>Analyses séparées selon l'antagoniste</u>				
(test interaction casque avec antagoniste : p= 0,29)				
Antagoniste motorisé (ajusté sur mêmes 8 variables sauf antagoniste)	2927	690	0,74	0,54-1,03
Antagoniste non-motorisé, autre (ajusté sur les mêmes 8 variables)	11505	1755	0,79	0,65-0,97

Résultats supplémentaires sur le risque de blessures toutes gravités à la face (AIS1+)Tableau 22 : analyse multivariée du risque de **blessures toutes gravités à la face (AIS1+)**, chez les cyclistes blessés ; données du Registre du Rhône (1996-2006), n=14432.

Variable	Modalité	OR	IC à 95%	
Port du casque	Oui	0,80	0,67	0,95
	Non	1,00	.	.
	Non renseigné	0,96	0,87	1,05
Réseau	AR, RN, RD	1,41	1,07	1,86
	Rue, v. com	1,10	0,94	1,28
	Parking...	1,00	.	.
	Non renseigné	0,79	0,68	0,93
Antagoniste	Aucun	1,00	.	.
	Homme, animal	1,11	0,88	1,39
	Véhicule motorisé	1,14	1,01	1,29
	Obstacle fixe	1,51	1,25	1,80
Sexe	Féminin	1,00	.	.
	Masculin	1,10	0,99	1,23
Age	0-4 ans	2,45	1,90	3,17
	5-9 ans	1,91	1,57	2,33
	10-14 ans	1,21	1,00	1,48
	15-19 ans	1,26	1,03	1,56
	20-24 ans	1,00	.	.
	25-29 ans	1,19	0,93	1,51
	30-34 ans	1,27	0,99	1,63
	35-44 ans	1,19	0,95	1,49
	45-54 ans	1,30	1,02	1,66
	55-64 ans	1,29	0,97	1,70
	65-74 ans	1,68	1,19	2,34
	75 ans et +	1,49	0,88	2,44
ISS hors Tête-Face-Cou	0	11,89	10,67	13,26
	1-3	1,00	.	.
	4-8	0,43	0,37	0,50
	9-15	0,68	0,53	0,86

v. com= voies communales

Ne pas avoir de blessures hors tête-face-cou est positivement associé à un fort risque de blessure à la face ; pour rappel, cela s'explique par la construction de la population d'étude : elle est limitée aux cyclistes blessés, et donc ne pas avoir de blessure hors tête-face-cou augmente la probabilité d'en avoir à la face, une région parmi ces trois.



Tableau 23 : analyses cas-témoins des **blessures à la face (AIS1+)**, odds ratio des cyclistes casqués comparés aux non-casqués, données du Registre du Rhône (1996-2006)

	<i>Nb total</i>	<i>Nb cas</i>	<i>OR casque</i>	<i>IC à 95%</i>
Multivariée (pour rappel) (ajusté sur réseau, type d'antagoniste, âge, sexe, ISS hors Tête-Face-Cou)	14432	3367	0,80	0,67-0,95
<u>Analyses séparées selon ZAUER :</u>				
(test interaction casque avec ZAUER : p=0.001 mais modèle rejeté par le test d'adéquation)				
En urbain (ajusté sur les mêmes 5 variables)	9227	2322	0,69	0,56-0,86
En péri-urbain (ajusté sur les mêmes 5 variables ; âge en 4 catégories)	1371	368	0,72	0,48-1,08
En rural (ajusté sur les mêmes 5 variables ; âge en 4 catégories)	269	66	0,55	0,21-1,48
<u>Analyses séparées selon l'antagoniste :</u>				
(test interaction casque avec antagoniste : p=0,89)				
Antagoniste motorisé (ajusté sur les mêmes 5 variables sauf antagoniste)	2927	623	0,81	0,57-1,14
Antagoniste non-motorisé, autre (ajusté sur les mêmes 5 variables)	11505	2744	0,81	0,66-0,99

NB : Les variables éclairément, ZAUER et type de trajet ont été enlevées du modèle afin que le test de Lemeshow-Hosmer ne rejette pas l'adéquation aux données.

Résultats supplémentaires sur le risque de blessures modérées et au-delà au cou (AIS2+)Tableau 24 : analyse multivariée du risque de **blessures modérées et au-delà au cou (AIS2+)**, chez les cyclistes blessés ; données du Registre du Rhône (1996-2006), n=14432.

Variable		OR	IC à 95%	
Port du casque	Oui	1,60	0,81	3,10
	Non	1,00	.	.
	Non renseigné	0,75	0,42	1,33
ZAUER	pôle urbain	1,00	.	.
	péri-urbain	1,06	0,48	2,12
	zone rurale	3,19	0,89	8,73
	Non renseigné	0,65	0,26	1,41
Antagoniste	Aucun	1,00	.	.
	Homme, animal	0,87	0,14	3,03
	Véhicule motorisé	2,43	1,35	4,36
	Obstacle fixe	2,97	1,28	6,32
Sexe	Féminin	1,00	.	.
	Masculin	5,13	1,87	21,16
Age	0-14 ans	1,00	.	.
	15-24 ans	5,74	2,05	18,44
	25-34 ans	11,88	4,40	37,62
	35-44 ans	11,45	4,03	37,30
	45-54 ans	14,54	5,17	47,14
	55-64 ans	8,46	2,22	32,03
	65 ans et +	14,37	4,44	50,55
	ISS hors Tête-Face-Cou	0	29,08	13,05
	1-3	1,00	.	.
	4-8	4,52	1,71	13,20
	9-15	10,38	3,20	33,68

Ne pas avoir de blessures hors tête-face-cou est positivement associé à un fort risque de blessure AIS2+ au cou ; pour rappel, cela s'explique par la construction de la population d'étude : elle est limitée aux cyclistes blessés, et donc ne pas avoir de blessure hors tête-face-cou augmente la probabilité d'avoir une blessure au cou, une région parmi ces trois.

Tableau 25 : analyses cas-témoins des **blessures modérées et au-delà au cou (AIS2+)**, odds ratio des cyclistes casqués comparés aux non-casqués, données du Registre du Rhône (1996-2006)

	Nb total	Nb cas	OR casque	IC à 95%
Multivariée (pour rappel) (ajusté sur ZAUER, antagoniste, âge, sexe, ISS hors Tête-Face-Cou)	14432	66	1,60	0,81-3,10
<u>Analyses séparées selon les ZAUER :</u>				
(test interaction casque avec ZAUER : p=0,66)				
En urbain (ajusté sur les 5 memes sauf ZAUER)	9227	45	1,3	0,56-2,87
En péri-urbain (ajuste sur réseau, antagoniste, âge)	1371	10	6,32	0,74-54,47
En rural (ajuste sur antagoniste, âge)	269	4	<0,001 ?	
<u>Analyses séparées selon l'antagoniste :</u>				
(test interaction casque avec antagoniste : p=0,03)				
Antagoniste motorisé (ajusté sur les mêmes 5 variables sauf antagoniste)	2927	28	0,57	0,12-2,71
Antagoniste non-motorisé, autre (ajusté sur les mêmes 5 variables)	11505	38	2,52	1,14-5,59

NB : Type de trajet, éclairement, réseau ne sont pas inclus dans le modèle multivarié (et suivants)  
car leur contribution au modèle est non significative.

Résultats supplémentaires sur le risque de blessures toutes gravités au cou (AIS1+)Tableau 26 : analyse multivariée du risque de **blessures au cou (AIS 1+)**, chez les cyclistes blessés ; données du Registre du Rhône (1996-2006), n=14432.

Variable		OR	IC à 95%	
Port du casque	Oui	1,24	0,98	1,57
	Non	1,00	.	.
	Non renseigné	0,89	0,76	1,05
ZAUER	pôle urbain	1,00	.	.
	péri-urbain	1,01	0,77	1,31
	zone rurale	1,10	0,60	1,88
	Non renseigné	1,02	0,83	1,23
Antagoniste	Aucun	1,00	.	.
	Homme, animal	1,90	1,34	2,64
	Véhicule motorisé	3,40	2,87	4,04
	Obstacle fixe	1,44	1,04	1,96
Type de trajet	Privé	0,77	0,61	0,98
	Lié Trav	1,00	.	.
	Non renseigné	0,72	0,57	0,92
Sexe	Féminin	1,00	.	.
	Masculin	0,75	0,63	0,88
Age	0-14 ans	1,00	.	.
	15-24 ans	3,24	2,53	4,16
	25-34 ans	3,94	3,00	5,17
	35-44 ans	3,76	2,81	5,04
	45-54 ans	4,42	3,23	6,02
	55-64 ans	3,32	2,26	4,82
	65 ans et +	2,90	1,88	4,36
ISS hors Tête-Face-Cou	0	3,79	3,20	4,50
	1-3	1,00	.	.
	4-8	0,46	0,35	0,59
	9-15	0,42	0,24	0,68

Le risque de blessures au cou est associé positivement à l'absence de blessures dans les régions corporelles autres que tête-face-cou. L'explication est toujours la construction de la population d'étude : en se restreignant aux blessés, ceux qui ne sont pas blessés dans une région autre que tête, face, cou, sont donc nécessairement blessés dans la zone tête-face-cou, et donc avec une probabilité assez forte pour que ce soit au cou, une région parmi ces trois.

Tableau 27 : analyses cas-témoins du risque de **blessures toutes gravités au cou (AIS1+)**, odds ratio des cyclistes casqués comparés aux non-casqués, données du Registre du Rhône (1996-2006)

	Nb total	Nb cas	OR casque	IC à 95%
Multivariée (pour rappel) (ajusté sur ZAUER, type d'antagoniste, type de trajet, âge, sexe, ISS hors Tête-Face-Cou,)	14432	823	1,24	0,98-1,58
<u>Analyses séparées selon les ZAUER :</u>				
(test interaction du casque avec ZAUER : p=0,56)				
En urbain (ajusté sur les mêmes 6 variables sauf ZAUER)	9227	578	1,12	0,84-1,51
En péri-urbain (ajusté sur les mêmes 6 variables sauf ZAUER)	1371	72	1,85	0,98-3,46
En rural (ajusté sur les 6 mêmes sauf ZAUER)	269	14	0,84	0,15-4,60
<u>Analyses séparées selon l'antagoniste :</u>				
(test interaction du casque avec antagoniste : p=0,07)				
Antagoniste motorisé (ajusté sur mêmes 6 variables sauf antagoniste)	9227	372	1,18	0,81-1,73
Antagoniste non-motorisé, obstacle fixe, ou aucun (ajusté sur mêmes 6 variables )	11505	451	1,27	0,94-1,73

NB : les variables éclairément, réseau ne sont pas dans le modèle multivarié car leur contribution est non significative.



INRETS/RR/10-550-FR