HAL
open science

Vélo et casque, journée spécialisée jeudi 28 mai 2009, actes

Emmanuelle Amoros

To cite this version:

Emmanuelle Amoros. Vélo et casque, journée spécialisée jeudi 28 mai 2009, actes. 2009, pp.50. hal-00511787

HAL Id: hal-00511787

https://hal.science/hal-00511787

Submitted on 26 Aug 2010

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.

Vélo et casque

Journée spécialisée

Jeudi 28 mai 2009

Actes

Rapport UMRESTTE 0908
Mai 2009

Journée spécialisée Vélo et casque

Introduction de la journée

Hubert Peigné, Coordonnateur Interministériel pour le Développement de l'Usage du Vélo

Session 1 –Mobilité à vélo et risque d'accident

Modérateur: François Tasseau, France Traumatisme Crânien

Effets bénéfiques de l'exercice physique sur la santé Anne Vuillemin, École de santé publique, Université de Nancy

Bilan des effets et de la pratique du vélo Francis Papon, Département Économie et Sociologie des Transports (DEST), INRETS

Accidents mortels de cyclistes: circonstances, configurations types Claude Got

Description épidémiologique des accidents de vélo d'après l'Enquête permanente sur les accidents de la vie courante (EPAC), Cécile Ricard, UnitéTraumatismes, InVS

Épidémiologie descriptive des blessés àvélo à partir du Registre du Rhône Mireille Chiron, UnitéMixte de Recherche Épidémiologique et de Surveillance Transport Travail Environnement (UMRESTTE), INRETS-UCBL-InVS

Physiopathologie du traumatisme crânien ; épidémiologie générale des traumatismes crâniens David Plantier, France Traumatisme Crânien

Typologie des lésions crâniennes ou faciales liées à l'utilisation de la bicyclette (données du Registre du Rhône) Amina Ndiaye, UMRESTTE, INRETS-UCBL-InVS

Session 2 -Le casque à vélo

Modérateur: David Plantier, France Traumatisme Crânien

Normes actuelles des casques, Rémy Willinger, Institut de Mécanique des Fluides et des Solides (IMFS), Universitéde Strasbourg

Comparaison de cas observés de cyclistes accidentés sans casque, et de cas reconstruits numériquement, avec casque Rémy Willinger, IMFS, Universitéde Strasbourg

Analyse d'une base de données de 800 casques cyclistes endommagés, Thierry Serre, Laboratoire de Biomécanique Appliquée (LBA), INRETS-Universitéde Méditerranée

Bibliographie sur l'obligation du port du casque dans différents pays, et ses effets en termes de traumatologie et de pratique du vélo, AymeryConstant, Equipe Avenir Prévention et Prise en Charge des Traumatismes (PPCT), INSERM U897

Études cas-témoins sur l'effet du casque: bibliographie et résultats issus du Registre du Rhône, Emmanuelle Amoros, UMRESTTE, INRETS-UCBL-InVS

Session 3-Attitudes, comportements, prévention

Modérateur: Bertrand Thélot, UnitéTraumatismes, InVS

Perception du risque accidentel et bonnes pratiques àvélo : les leviers d'action pour la prévention, Delphine Girard, INPES

Acceptabilitédu casque (enquête 2008 auprès de 900 cyclistes), Emmanuelle Amoros, UMRESTTE, INRETS-UCBL-InVS

Présentation de l'étude CASC: Comportements et Attitudes des Cyclistes vis-à-vis de la SécuritéRoutière et port du Casque Aymery Constant, Equipe Avenir PPCT, INSERM U897

Table ronde-Bilan des connaissances et des besoins de recherche

E. Lagarde (INSERM), N. Nuyttens(CERTU), F. Papon (INRETS), B. Thélot(InVS), JF. Verlhiac(Universitéparis 10), R. Willinger(Universitéde Strasbourg)

Modérateur: B. Laumon (INRETS)

Table des matières

Effets bénéfiques de l'exercice physique sur la santé 3
Bilan des effets et de la pratique du vélo.....5
Accidents mortels de cyclistes : circonstances, configurations types 9
Description épidémiologique des accidents de vélo d'après l'Enquête permanente sur les accidents de la vie courante 2004-2007 13
Description des blessés à vélo, à partir du Registre du Rhône.....17
Epidémiologie générale, physiopathologie des traumatismes crâniens.....21
Typologie des lésions crânio-faciales des cyclistes.....25
Normes actuelles relatives au casque de cycliste 29
Comparaison de cas observés de cycliste accidenté sans casque, puis reconstruits numériquement avec casque 33
Analyse d'une base de données de 800 casques cyclistes endommagés 36
Bibliographie sur l'obligation du port du casque dans différents pays, et ses effets en termes de traumatologie et de pratique du vélo 40
Études cas-témoins sur l'effet du casque : bibliographie et résultats issus du Registre du Rhône 41
Perception du risque accidentel et bonnes pratiques à vélo : les leviers d'action pour la prévention.....45
Acceptabilité du casque (enquête 2008 auprès de 900 usagers de vélo) : résultats préliminaires 47
Présentation de l'étude CASC : Comportements et Attitudes des Cyclistes vis-à-vis de la Sécurité Routière et port du Casque 49

Effets bénéfiques de l'exercice physique sur la santé

Anne Vuillemin[1]
[1] Nancy-Université, EA 4003, Ecole de Santé Publique, Vandœuvre-lès-Nancy, France

Introduction

De nombreux travaux permettent aujourd'hui de montrer que l'activité physique a des effets bénéfiques sur la santé. En effet, l'activité physique joue un rôle dans la prévention de nombreuses maladies ou leurs complications. A l'image de l'immunisation qui a permis de réduire l'incidence des maladies infectieuses, l'activité physique permet de réduire l'incidence des maladies chroniques et agit sur d'autres facteurs de risque de maladies. Elle permet également d'en limiter leurs conséquences lorsqu'elle fait partie de la prise en charge thérapeutique. Les risques de maladies portent plus spécifiquement sur les personnes ayant un faible niveau d'activité physique ou une faible condition physique. L'augmentation du niveau d'activité physique ou l'amélioration de la condition physique contribue à la réduction du risque de décès prématuré et engendre des bénéfices multiples sur la santé quel que soit l'âge. Même si l'activité physique, à l'image d'un médicament, peut avoir une action ciblée, il est difficile d'en limiter le retentissement sur l'ensemble de l'organisme. Ainsi, de par ses effets direct et indirects, pratiquer une activité physique revient à s'exposer à des bénéfices tant sur le plan physique, mental que social.

Activité physique et pathologies

La pratique d'une activité physique régulière permet de réduire le risque de mortalité toutes causes. Plus spécifiquement, le risque de mortalité par maladie cardiovasculaire est réduit chez les sujets les plus physiquement actifs comparés au moins actifs et des résultats similaires sont retrouvés chez les personnes diabétiques ou les sujets atteints de certains cancers.

Le mode de vie sédentaire est le premier facteur de risque de maladies cardiaques mais l'activité physique est un déterminant majeur de leur prévention. Elle réduit le risque de développer un cancer du côlon, du sein chez les femmes ménopausées mais aussi de l'endomètre. Les preuves sont encore insuffisantes pour les autres formes de cancer. L'activité physique permet de prévenir certaines maladies mentales ou troubles psychiques, d'améliorer le bien-être, de limiter la prise de poids et de mieux le contrôler. Mais l'activité physique est également favorable dans la prise en charge des maladies cardiovasculaires, respiratoires (broncho-pneumopathie obstructive) mais aussi ostéo-articulaires (lombalgie chronique, polyarthrite rhumatoïde, fibromyalgie, arthrose), dégénératives neurologiques (sclérose en plaques, maladies de Parkinson et d'Alzheimer) ou de troubles psychiatriques. L'activité physique permet de prévenir la survenue du diabète de type 2 chez les sujets présentant une intolérance au glucose et est utilisé comme traitement des diabètes de type 1 et 2. Elle permet de prévenir ou de retarder le développement de complications liées au diabète (neuropathie, rétinopathie, néphropathie) mais aussi de ralentir la progression de complications existantes.

Bénéfices associés à la pratique du vélo

Le vélo est une activité physique aérobie c'est-à-dire qui utilise l'oxygène et améliore la consommation d'oxygène par le corps. Le vélo vise particulièrement le développement de la condition cardio-vasculaire qui dépend de l'état du muscle cardiaque, du système vasculaire, du système respiratoire, du sang et de la capacité des tissus musculaires à utiliser l'oxygène. Une bonne condition cardiovasculaire est donc nécessaire pour réduire les risques de maladies et de décès prématuré. La pratique du vélo permet de renforcer le muscle cardiaque ce qui améliore la circulation du sang et réduit la fréquence cardiaque de repos. En devenant plus fort, le cœur peut pomper le sang de manière plus efficace ce qui entraîne une augmentation de l'apport d'oxygène. Le cœur se muscle et augmente donc sa force de contraction et de ce fait le débit du sang envoyé aux organes ce qui explique la réduction du rythme cardiaque et la baisse de la pression sanguine. Le mouvement de flexion-extension de la jambe relance la circulation, fait travailler les muscles profonds et améliore donc significativement la circulation. Le pédalage augmente le retour veineux ce qui contribue à faire régresser le phénomène de lourdeurs de jambes. Les œdèmes se résorbent et l'état des coronaires s'améliore. La circulation du sang est également améliorée par le maintien de l'élasticité des vaisseaux et une capacité de transport de sang plus grande du fait d'un diamètre plus

important et de la croissance de vaisseaux sanguins collatéraux qui alimentent le muscle cardiaque et contribuent ainsi également à réduire le risque d'infarctus, ou limite les conséquences. La pratique contribue à la prévention de l'athérosclérose qui joue un rôle majeur dans la survenue de maladies cardiaques car elle réduit le débit sanguin et donc l'apport en oxygène vers les tissus. En effet, du fait d'une meilleure circulation, il existe une probabilité plus faible de formation d'un caillot obstruant les artères, à l'origine d'une crise cardiaque.
Les muscles assurent le mouvement en transformant l'énergie biochimique en énergie mécanique et l'apport en oxygène conditionne leur fonctionnement. Le maintien d'une bonne fonction musculaire est donc indispensable. Le vélo sollicite les principaux groupes musculaires du corps de façon rythmique, alternant des périodes d'activité et des périodes d'inactivité. Plus particulièrement, les muscles des jambes sont responsables du mouvement de pédalage, cuisses et mollets étant les segments du corps les plus sollicités par la pratique ; les muscles de l'abdomen et du dos stabilisent le corps sur le vélo et atténuent les influences externes ; le système musculaire des bras et des épaules supporte le corps au niveau du guidon. Tout ceci stimule le système musculaire, le rendant plus fort et capable de fonctionner efficacement.
Les muscles s'insèrent sur le squelette et induisent des contraintes mécaniques nécessaires à la construction du tissu osseux alors que l'immobilisation lui est néfaste. L'activité physique contribue par ce biais à la formation du tissu osseux au cours de la croissance et à ralentir la perte osseuse à l'âge adulte. Les activités physiques à impact élevé ou en charge, telles que la course à pieds ou la gymnastique, semblent plus efficaces que les activités à impact faible ou en décharge, comme le vélo ou la natation. Cependant, elles ont l'avantage de préserver les articulations. Le vélo est une activité à faible impact puisque le poids corporel se distribue entre la selle (70 % du poids du corps), le guidon et les pédales ce qui ne génère pas de force de réaction au sol contrairement à la course. Le vélo n'est donc pas traumatisant pour les articulations et peut les renforcer grâce au mouvement de pédalage qui fournit un apport nutritif optimal aux cartilages articulaires. Par ailleurs, le vélo réduit le risque d'arthrite, ou inflammation des articulations, causé par le cartilage usé.
Le mal de dos peut être réduit en faisant du vélo. Comme pour les autres articulations, le vélo permet de fournir la nourriture nécessaire aux disques vertébraux. De plus, les grands muscles du dos se renforcent tout comme les petits muscles responsables du soutien des vertèbres qui permettent la stabilisation des vertèbres les unes par rapport et améliore la posture.

CONCLUSION

L'activité physique régulière est associée à de nombreux bénéfices sur la santé, d'autant plus importants que le niveau d'activité physique de départ est faible. Ainsi, toute modification de comportement, dans le sens d'une augmentation du niveau d'activité physique est bénéfique.
L'activité physique permet de réduire les risques de survenue de nombreuses maladies ou de limiter leurs conséquences. Plus spécifiquement, le vélo est une activité physique simple, accessible à tous qui peut être vu comme une activité physique de loisir (compétitif ou non) ou comme un moyen de locomotion. Elle a un faible impact traumatique sur l'organisme si la position adoptée pour pédaler est adéquate. Le vélo a de nombreux avantages qui peuvent directement affecter la santé et le bien-être et a donc potentiellement un effet bénéfique généralisé. L'intérêt spécifique du vélo réside dans sa capacité à s'intégrer dans la vie quotidienne des citoyens sans qu'ils aient à trouver du temps supplémentaire pour faire de l'exercice. Le vélo permet des exercices d'intensité variable qui vont du pédalage lent à des sprints explosifs. De ce fait, les personnes de tous âges et de toute condition physique peuvent bénéficier des atouts de cette pratique qui est un excellent moyen d'avoir du plaisir, de passer du temps entre amis ou en famille, de rencontrer d'autres gens et de découvrir de nouveaux endroits. Plus de vélo apporterait des bénéfices de santé substantiels par ses effets directs sur l'individu et ses effets indirects sur la société en raison de la qualité de l'air améliorée, la réduction du bruit et du danger ainsi qu'une plus grande indépendance des enfants. Dans une politique de santé publique, agir sur la santé des individus à travers la promotion du vélo permet d'actionner simultanément deux leviers, celui des transports et celui des loisirs. Le vélo, de par sa multiplicité de ses formes et contextes de pratique, peut potentiellement jouer un grand rôle dans la promotion de la santé par l'activité physique.

Bilan des effets et de la pratique du vélo

Francis Papon, Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité
INRETS "Le Descartes 2", 2 rue de la Butte Verte, 93166 NOISY LE GRAND CEDEX France
francis.papon@inrets.fr

Notre communication est en quatre parties. Les deux premières étudient les effets de la pratique du vélo, en proposant une monétarisation, respectivement du point de vue de l'individu (valorisation du temps, dépenses monétaires, gains de santé et risques d'accidents) et de la collectivité (espace, environnement, économique et social). La troisième partie donne des données empiriques sur la pratique de l'exercice physique, et notamment dans les déplacements à vélo. La dernière partie fait une synthèse des données d'enquête sur la mobilité à vélo.

Intégrer le vélo dans les comptes de déplacement et l'évaluation de politiques de transport

Nous avons dans un premier temps estimé les valeurs du temps, du plaisir et de l'inconfort des cyclistes ainsi que leurs coûts monétaires. Dans un deuxième temps, nous avons tenu compte des effets positifs sur la santé dont ils bénéficient, et des effets négatifs dont ils pâtissent du fait de l'insécurité routière ou de la pollution, pour établir un bilan du point de vue de l'usager. Dans un troisième temps, nous avons effectué un bilan du vélo du point de vue de la collectivité, en tenant compte en plus des aspects précédents, des autres effets à la charge ou au bénéfice de la collectivité. Finalement, compte-tenu des seuls effets quantifiés, le bilan pour la collectivité diffère peu de celui pour l'usager, mais est plus favorable, car certains effets dont souffrent les usagers non motorisés, notamment l'insécurité routière, ne doivent pas leur être imputés au plan collectif.

Des calculs pas si négligeables : Nous avons proposé une évaluation économique de la bicyclette. Ce travail repose sur de nombreuses disciplines : économie pour les valeurs du temps ou les notions de surplus, comptabilité pour les différentes dépenses, sciences physiques (mécanique, aérodynamique, biochimie) pour la consommation énergétique ou l'impact sur l'environnement, médecine pour les effets sur la santé, et aussi accidentologie, psychologie, sociologie. Si beaucoup de phénomènes peuvent être décrits qualitativement, leur attribuer une valeur monétaire est un exercice ardu. Les sources utilisées ne sont pas si rares, mais sont très éparses et lacunaires, et souvent divergentes. La construction d'évaluations est un gigantesque puzzle. Nous pensons avoir établi un certain nombre d'ordres de grandeur, mais il faut garder à l'esprit que ce sont des ordres de grandeurs, et ne pas s'appesantir sur les décimales. Dans de nombreux cas, de nouvelles recherches seraient utiles pour préciser certains points, ou introduire d'autres valorisations. Pour résumer l'impact de la bicyclette, on pourra retenir les points suivants .

Un mode pénible ou agréable : La bicyclette demande en premier lieu du temps à ses usagers. La valorisation de ce temps est complexe, car elle fait intervenir l'inconfort subi au cours au déplacement qui peut doubler la valeur du temps, ou au contraire le plaisir de se déplacer par ses propres moyens, qui peut annuler cette valeur dans le cas où l'on ne se déplace que pour le plaisir. Des études restent à mener pour identifier plus précisément la répartition des valeurs du temps des cyclistes selon les situations, et ne pas s'en tenir à des facteurs d'inconfort relativement arbitraires. Par ailleurs, les cyclistes souffrent des effets de coupure qui les obligent à des détours ou à des attentes, et donc une partie du temps de déplacement supportée par l'usager est en fait pour la collectivité un coût à imputer aux circulations motorisées. La monétarisation de ces effets de coupure est encore embryonnaire.

Bilan des coûts et avantages moyens kilométriques privés des cyclistes

valeurs moyennes (¤2000/km)	vélo-sport	vélo
coûts, total	**0,75**	**1,62**
temps (tutélaire)	0,40	0,63
inconfort		0,63
coûts monétaires	0,12	0,12
insécurité subie nette	0,23	0,23
pollution inhalée		0,007
bruit subi		0,003
avantages, total	**0,97**	**3,49**
mobilité		2,92
plaisir	0,40	
avantage cardio-vasculaire	0,57	0,57
solde	**0,22**	**1,87**

Bilan des coûts et avantages kilométriques moyens, collectifs des cyclistes

valeurs moyennes (¤2000/km)	vélo
total coûts	**1,40**
temps	0,63
-moins solde de congestion	-0,007
inconfort	0,63
-moins bruit subi	-0,003
-pollution subie	-0,007
dépenses privées hors taxes	0,10
dépenses publiques	0,01
insécurité émise	0,02
pollution émise	0,03
effet de serre	0,00
total avantages	**3,50**
mobilité	2,92
santé	0,58
solde	**2,10**

Le premier tableau donne les évaluations retenues pour les différents éléments de coût ou d'avantage à la charge (surtout le temps et l'inconfort) ou au profit (avantage à réaliser le déplacement, plaisir et santé) des cyclistes, en moyenne par kilomètre parcouru (en France).
Le deuxième tableau déduit du précédent les externalités dont souffrent les cyclistes sans en être responsables et ajoute les charges (faibles) qu'ils imposent à la collectivité sans les supporter. Ainsi par exemple, l'insécurité qu'ils produisent pour la collectivité est bien moindre que celle dont ils souffrent à titre privé. Ce bilan collectif plus favorable que celui à titre privé justifie des dépenses publiques plus élevées pour améliorer le confort, l'efficacité et la sécurité du vélo.

Un mode bon marché : La bicyclette a des coûts monétaires supportés par l'usager, qu'ils ne faut pas négliger. Parmi ces coûts, les taxes payées par les usagers sont faibles, mais il semblerait qu'elles compensent les dépenses des collectivités publiques pour la voirie spécifiques pour les usagers non motorisés. Mais une comptabilité plus détaillée de ces dépenses serait nécessaire. L'espace occupé les cyclistes est faible, par suite la congestion qu'ils créent est limitée et sa valeur est inférieure à celle dont ils souffrent du fait de l'effet de coupure.

Un mode sain et vulnérable : La bicyclette a un effet bénéfique très significatif sur la santé de l'usager, essentiellement par réduction du risque cardio-vasculaire. Cet effet est largement documenté dans les milieux médicaux, mais encore peu médiatisé dans les milieux transport en France. Il reste donc là essentiellement un effort de communication à faire. L'insécurité routière qui frappe les cyclistes est sérieuse, mais reste largement inférieure à l'avantage en terme de santé. Si cette insécurité est un risque supporté par les usagers non motorisées, ce risque est essentiellement dû aux véhicules à moteur. Les cyclistes engendrent un risque beaucoup plus réduit pour eux-mêmes et encore plus pour autrui.

Un mode écologique et citoyen : Si les cyclistes souffrent de la pollution de l'air ou du bruit, ces effets sont relativement faibles par rapport à l'insécurité. Inversement, les piétons et les cyclistes ont un impact environnemental très réduit et améliorent même l'environnement urbain. Les cyclistes peuvent contribuer à améliorer l'emploi, le développement économique, les inégalités, l'urbanisme et les relations sociales, mais s'il existe déjà des études descriptives, sociologiques, ou urbanistiques sur le sujet, l'évaluation de ces effets reste à faire.

Transport quotidien, activités physiques et santé : données statistiques et évaluation

L'activité physique non compétitive a une influence bénéfique sur la santé. Le problème est d'insérer cette activité physique dans le programme quotidien d'activité de la population. L'analyse des enquêtes nationales sur les transports en France montre que l'activité " faire du sport " ne représente que 7 minutes

par jour en moyenne, tandis que le temps passé à marcher ou à faire du vélo tout en se déplaçant est de 16,5 minutes. Première conclusion, il est plus facile d'insérer l'activité physique dans le cadre des déplacements habituels, que d'en faire une activité à part. Une analyse plus détaillée montre aussi que les personnes qui se déplacent en voiture passent beaucoup moins de temps à marcher ou à faire du vélo (seulement 8 minutes), en raison de la relative constance du temps total de déplacement. Deuxième conclusion, encourager les moyens de transport alternatifs à la voiture est un moyen d'accroître l'exercice physique.

Nous étudions la pratique d'activités physiques par la population résidant en France métropolitaine, d'après les données de l'enquête nationale sur les transports et communications, menée par l'INRETS et l'INSEE en 1993-1994. Cette enquête donne l'ensemble des déplacements d'une personne de 6 ans et plus résidant en France métropolitaine au cours d'une journée de semaine. Nous nous penchons sur les seules activités qui ont un caractère physique. Les activités qui ont un caractère physique peuvent être des activités de déplacement ou des activités statiques.
Les activités de déplacement ayant un caractère physique sont les suivantes :
MAR : séquences de marche dans les déplacements faits par d'autres modes, que nous avons estimées (marche pour rejoindre le bus ou la voiture, correspondances) ;
MAP : marche dans les déplacements entièrement à pied, connue dans l'enquête ;
BIC : bicyclette (essentiellement seule, exceptionnellement combinée, connue dans l'enquête).
Les activités statiques ayant un caractère physique sont les suivantes :
SPO : faire du sport (la totalité de l'activité correspondante) ;
ACH : achats (on suppose que le temps de cette activité est passé à marcher) ;
EPS : éducation physique et sportive (sixième du temps passé pour l'activité études) ;
LAB : labeur (par hypothèse la moitié du temps passé pour l'activité travail pour les agriculteurs, les artisans, les policiers et militaires et les ouvriers).

Bien sûr, les données de l'enquête transport sont totalement insuffisantes pour déterminer l'exercice physique pratiqué au cours de chacune des activités. Les variables ci-dessus ne sont qu'une première estimation. En particulier la marche pratiquée au domicile, ou sur le lieu de travail pour les cols blancs, ou au cours d'activités professionnelles, de loisir ou diverses n'est pas prise en compte. L'activité autre motif personnel peut également consister en marche s'il s'agit de promenade non recensée comme déplacement. En moyenne, pour un jour de semaine donné, la part physique du temps de déplacement s'élève à 16 minutes et demi, dont 9 minutes et demi de marche isolée. Les autres activités physiques se chiffrent à 57 minutes, dont un tiers de labeur, un tiers d'achats, et un tiers de sport scolaire ou non. Il est intéressant de noter que le temps passé à faire des achats est supérieur au temps de marche dans les déplacements. L'enquête transport cerne donc très mal la marche en général, et les pérégrinations dans les centres commerciaux en particulier.

Plus les déplacements se concentrent sur la ville-centre, plus l'activité physique est importante, surtout à cause de la marche et des achats. Cela montre que la vie n'est pas forcément plus saine à la campagne, où l'on doit prendre sa voiture pour tous les déplacements, et que l'on fait plus d'exercice physique en ville. Au total, l'activité physique est insuffisante (moins d'une heure par jour) pour les cadres et autres actifs sédentaires, les personnes effectuant des visites personnelles ou professionnelles, les personnes âgées, les personnes captives de la marche, les personnes dépendantes ou gênées dans leurs déplacements. Ces trois dernières catégories doivent se recouper, et pour elles, la pratique de la marche correspond sûrement autant à un besoin d'exercice ou à un besoin de sociabilité qu'à un besoin de déplacement.

L'usage du vélo dans les déplacements

Cette recherche fait le point sur la mobilité à bicyclette selon les différentes enquêtes sur les transports auprès des ménages en France : l'enquête nationale sur les transports et communications INRETS-INSEE de 1993-1994 et les enquêtes nationales sur les transports depuis 1967, les 69 enquêtes ménages dans les villes de province de 1966 à 1998, et les trois enquêtes générales de transport menées en Île-de-France.

Une évolution continue sur l'ensemble des villes françaises : Nous avons exploité et analysé les 69 enquêtes de transport auprès des ménages réalisées dans les villes de province de 1966 à 1998 et plus en détail les trois enquêtes générales de transport en Île-de-France de 1976, 1983 et 1991 en distinguant trois zones de résidence : Paris, Petite Couronne et Grande Couronne. Ces enquêtes ont été réalisées suivant des méthodologies similaires. Les analyses effectuées permettent de mettre en évidence quelques points. La diminution de la part de la bicyclette a commencé avant 1976. Ce mode a été concurrencé non seulement par la voiture (surtout en périphérie) mais aussi par l'amélioration de l'offre en transports en commun. La mobilité autonome des enfants et adolescents se fait maintenant plus au travers de l'utilisation des transports en commun que par la marche ou la bicyclette. La diminution spectaculaire de l'utilisation du cyclomoteur a néanmoins entraîné une croissance de la part de la marche chez les garçons de 15 à 17 ans. Les 11-14 ans demeurent les utilisateurs principaux de la bicyclette, en dépit d'une forte baisse pour cette classe d'âge.

Tableau de l'évolution nationale de l'usage de la bicyclette en France : Les enquêtes nationales sur les transports de 1981-1982 et de 1973-74 et les données sur les trajets domicile-travail de 1967 et 1959 permettent d'esquisser ce tableau. L'équipement des ménages en bicyclettes s'est amélioré, passant d'un peu plus de 9 millions de bicyclettes d'adultes en 1967 à plus de 21 millions en 1993-94. Cette dernière valeur est essentiellement provoquée par le boom du VTT, surtout pratiqué hors voirie, et pas pour se déplacer. Au contraire du parc, la mobilité à bicyclette a diminué. Cette diminution est plus forte pour les usages utilitaires, en particulier domicile-travail pour lesquels la part modale de la bicyclette serait passée d'environ 9% en 1959 à 2% en 1993-94, avec comme pour la marche, une baisse plus rapide dans les années 1960. Tous motifs confondus, la mobilité à bicyclette est passée de 0,13 déplacement par personne et par jour en 1973-74 à 0,08 en 1993-94. La distance parcourue par personne et par an serait passée selon nos rétropolations de 116 kilomètres en 1967 à 83 kilomètres en 1993-94. Ainsi, l'analyse de la mobilité non motorisée en France depuis une quarantaine d'année fait apparaître un recul de l'usage utilitaire de la bicyclette qui s'est détournée des usages utilitaires vers des usages de loisirs.

Les données sont rares pour mettre cette évolution de la fin du vingtième siècle dans une perspective historique et asseoir une prospective. La bicyclette était un moyen de transport important dans la première moitié de ce siècle, et a culminé vers 1943. Son efficacité énergétique et environnementale lui assure son avenir face aux enjeux du développement durable.

Références

Carré J.R., Julien A. (1999). Séquences piétonnières et mesure de l'exposition au risque. Rapport de convention DSCR/INRETS. Juin.

Papon F. (1997) "Les modes oubliés : marche, bicyclette, cyclomoteur, motocyclette". *RTS*, n°56. Juillet-Septembre.

Papon F. (1999) *La marche et la bicyclette dans les enquêtes ménages*. Rapport de convention pour le Ministère de l'Aménagement du territoire et l'Environnement. Octobre. 5 volumes.

Papon, F (2001). "Towards the end of the decline of walking and cycling in France". 9th WCTR conference. Seoul, 7/25-27.

Papon, F (2002) " La marche et le vélo : quels bilans économiques pour l'individu et la collectivité ? 1ère partie : le temps et l'argent " *Transports*, n°412, 84-94.

Papon, F (2002) " La marche et le vélo : quels bilans économiques pour l'individu et la collectivité ? 2ème partie : la santé et la sécurité" *Transports*, n°413. 187-197.

Papon, F (2002) " La marche et le vélo : quels bilans économiques pour l'individu et la collectivité ? 3ème partie : la collectivité " *Transports*, n°414. 232-242

Papon, F (2002) " Mûrissement social et pratique de la bicyclette " - in *Démographie et demande de transport : villes du nord et villes du sud* – L'Harmattan - Paris. pp.263-288

Papon, F (2003) " La ville à pied et à vélo " *Données Urbaines* Pumain, D & Mattei, M-F (Eds.) Economica. pp. 75-85.

Papon, F. (2003) " Transport quotidien, activités physiques et santé : données statistiques et évaluation " Conférence *Velo-City*, Paris, 23-26 septembre.

Recherche Transports Sécurité, n°56-57 (1997). "Spécial enquête Transports et Communications INSEE-INRETS". Juillet-Septembre.

Accidents mortels de cyclistes : circonstances, configurations types

Claude Got et Claude-Marie Got

Matériel et méthodes

L'étude SAM sur la présence de stupéfiants dans les accidents mortels, dirigée par Bernard Laumon, a exploité les procès verbaux des accidents survenus entre le 1er octobre 2001 et le 30 septembre 2003. Cette source de données a été utilisée par comparaison avec une étude identique faite en 1990 de 375 accidents ayant entrainé la mort de 378 cyclistes. Nous disposions des versions numérisées de 385 accidents mortels impliquant au moins un cycliste et dans lesquels au moins un impliqué était décédé. Dans cette série, aucun cycliste n'a été tué dans 11 accidents et au moins un cycliste a été tué dans 374 accidents responsables de 376 décès.

La responsabilité des impliqués a été fondée sur les infractions aux règles du déplacement des véhicules sur la chaussée, ce qui excluait les résultats concernant l'alcool et les stupéfiants. Les deux « analystes » établissaient séparément un niveau de responsabilité par un code avec cinq possibilités allant de l'absence complète de responsabilité à la responsabilité complète.
Les 11 accidents dans lesquels la victime décédée n'était pas le cycliste ne sont pas inclus dans les divers dénombrements présentés (3 accidents avec un piéton, 3 accidents avec des deux roues motorisées, 4 accidents complexes d'intersection à plus de 2 véhicules dans lesquels l'implication du cycliste était secondaire et une perte de contrôle d'un VL qui avait heurté le cycliste par l'arrière).

Description des accidents en fonction des critères qui nous sont apparus les plus intéressants à commenter

Sexe : 60 femmes (16%) et 316 hommes (84%) ont été tués dans ces accidents, soit une femme pour 5,3 hommes. Nous pouvons comparer ce rapport à celui des membres de la Fédération française de cyclotourisme (1 femme pour 4,7 hommes), ou à celui observé chez les non-responsables (1 femme pour 3,8 hommes). Ces deux comparaisons vont dans le sens d'un excédent de risque d'être tué chez les hommes par rapport aux femmes. Les proportions respectives étaient de 24,8% et 76,2% en 1990.

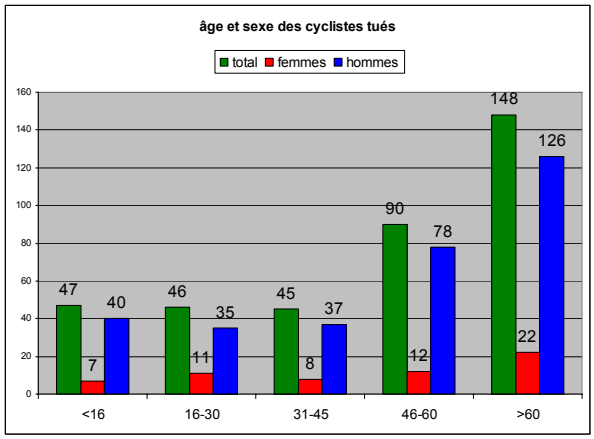
L'âge

Le graphique 1 présente un histogramme de l'ensemble des cyclistes tués dans les accidents étudiés et la distribution par classes d'âges. C'est dans la tranche d'âge 16/30 ans que le rapport entre les deux sexes est le plus faible (légère réduction de l'excédent de risque masculin), il s'accroît ensuite et nous verrons qu'il faut rapprocher cette évolution de la notion de responsabilité dans l'accident et non de l'exposition au risque.

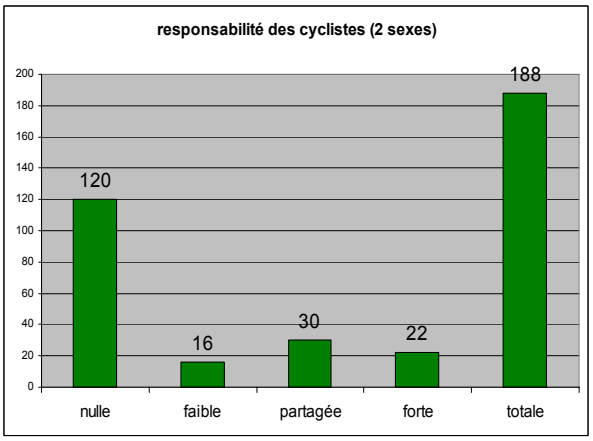
La responsabilité

Le graphique 2 représente la distribution de la notion de responsabilité évaluée sur une échelle à 5 niveaux. Comparer les seules responsabilités nulles ou totales ou associer les fortes responsabilités aux totales et les faibles responsabilités aux nulles ne modifie pas sensiblement les proportions qui sont proches de 1,5.

Graphique 1



Graphique 2



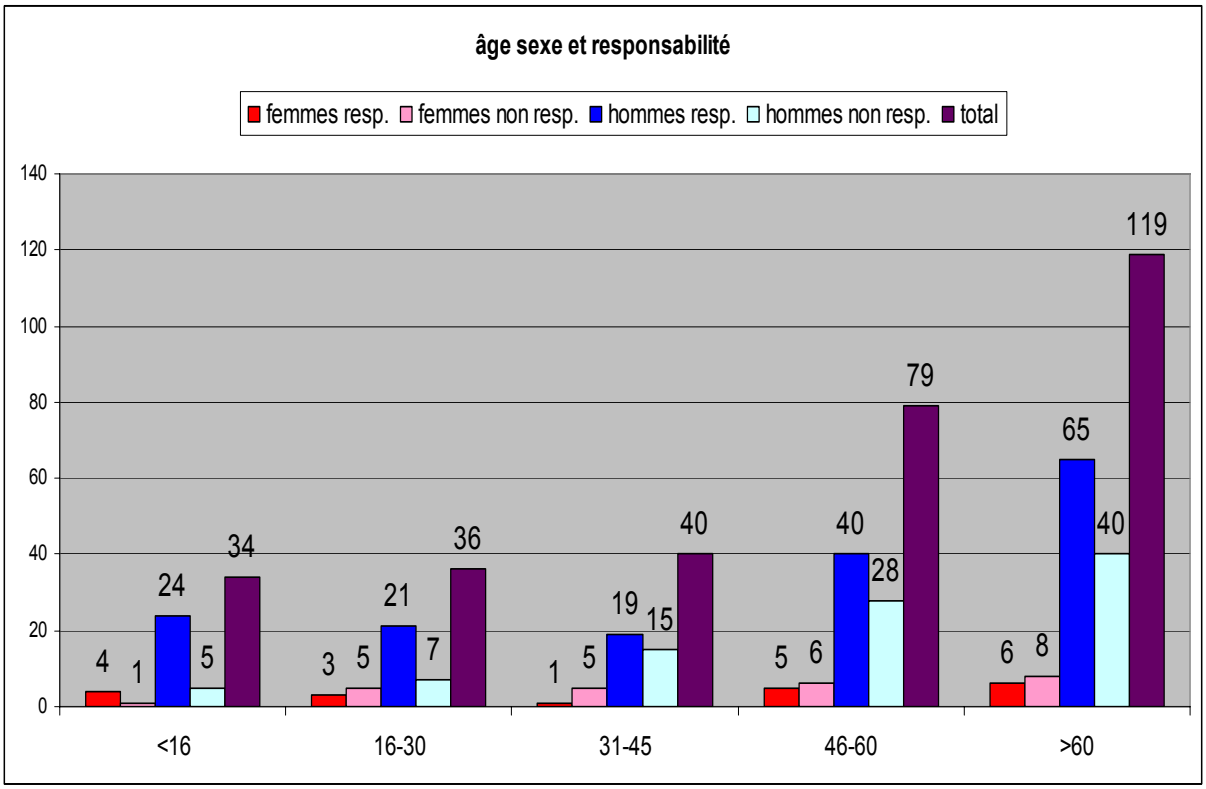
Sexe et responsabilité

	Hommes	Femmes	Total
Responsables	169	19	188
Non responsables	95	25	120
Total	264	44	308

Il y a 1,78 homme responsable de l'accident pour un non responsable et 0,76 femme responsable pour une non responsable, soit 2,3 fois plus de risque pour un homme d'être responsable de l'acciden

Age sexe et responsabilité

Graphique 3



t.

Les relations entre ces trois variables sont très apparentes sur le graphique 3 qui utilise seulement les accidents avec une responsabilité totale ou nulle, notamment :

- la responsabilité très fréquente des enfants et adolescents (environ quatre fois plus souvent responsables que non responsables),
- la rareté des accidents impliquant une femme responsable de 16 à 45 ans
- le fait que les hommes responsables de l'accident sont plus nombreux que les non responsables dans toutes les classes d'âge. C'est dans la tranche d'âge 31/45 ans que le risque d'être responsable est le plus faible (2 responsables pour un non esponsable).

Les typologies des accidents

1/ les chutes : 41 soit 10,9%, incluant les accidents dans lesquels la chute du cycliste a été suivie d'un écrasement par un véhicule à quatre roues qui n'avait pas heurté le cycliste en le faisant tomber (5 cas). Une seule fois la victime de la chute était une femme. Le port du casque était attesté dans cinq accidents, dont quatre fois à des vitesses élevées dans des déclivités importantes (trois descentes de cols).

2/ cycliste heurté par l'arrière : **115 accidents et 116 décès, soit 30,8 %.** Les véhicules vont dans le même sens. 20 fois l'accident s'est produit la nuit avec un cycliste non éclairé.

3/ le cycliste se déporte vers la gauche : 12 soit 3,2%

4/ le véhicule à moteur se déporte vers la gauche : 18 soit 4,8%

5/ le cycliste quitte sa voie ou traverse une voie hors intersection : 12 soit 3,2%

6/ cycliste prioritaire dans un carrefour, **heurté par un véhicule venant d'une autre voie : 19 soit 5%.**

7/ véhicule prioritaire dans un carrefour, heurté par un véhicule venant d'une autre voie : 64 soit 17%

8/ le cycliste tourne à gauche dans un carrefour : 41 soit 10,9%.

9/ le véhicule adverse tourne à gauche dans un carrefour : 5 soit 1,3%. Il heurte le cycliste venant en face sur la même voie.

10/ cycliste tué par un poids lourd qui tourne à droite : 13 soit 3,5%. Le poids-lourd s'est habituellement arrêté à un feu. Le cycliste va dans le même sens et il est à la droite du PL.

11/ les autres configurations : 35 soit 9,3%. A noter quatre accidents de passage à niveau et 3 sorties sans précaution d'une propriété privée.

La comparaison entre les résultats de 1990 et ceux de 2001/2003

L'évolution de la typologie des accidents de vélo a été dans l'ensemble faible entre les deux études alors que la mortalité des cyclistes à été divisée par deux. L'évolution des chutes est importante à prendre en considération car il s'agit d'accidents indépendants du comportement des autres usagers. Dans l'étude de 1990 nous avions dénombré 28 chutes simples (7,4%) et 9 chutes suivies d'un écrasement par un véhicule (2,4%), les valeurs respectives pour 2001/2003 sont de 36 chutes simples (9,6%) et 5 chutes suivies d'un écrasement (1,3%). Donc réduction de 32% du nombre de cyclistes se tuant seuls et de 50% de la mortalité globale des cyclistes. Nous pouvons donc conclure que le risque lié à l'interaction entre le cycliste et les autres usagers de la route (sans prendre en considération la responsabilité) a été proportionnellement plus réduit que le risque propre du cycliste.

La proportion de moins de 16 ans était de 24,8% en 1990, elle est de 12,2% dans l'étude récente (5 filles et 42 garçons, soit 47 enfants et adolescents sur 376 victimes). Il y a donc là une évolution considérable sur une période relativement courte de 11 ans. Il n'y pas d'évolution significative de la responsabilité des cyclistes entre 1990 (52,9 % de totalement responsables) et la dernière étude (50%).

Comparaisons des typologies suivant le lieu de l'accident (en agglo et hors agglo)

	En agglo	Hors agglo	Total
Chutes du cycliste seul	9	27	36
Chutes complexes (groupes, écrasement après chute)	4	1	5
Cycliste heurté par l'arrière	26	90	116
Cycliste prioritaire en intersection	14	5	19
Cycliste heurté par un PL qui tourne à droite	13	0	13
Véhicule prioritaire en intersection	31	33	64
Cycliste traversant une voie hors intersection	5	7	12
Véhicule se déportant sur sa G cycliste en face	4	14	18
Véhicule tourne à G cycliste venant en face	1	4	5
Cycliste tourne à G (12 fois véhicule même sens)	14	27	41
Cycliste se déportant sur sa G (sans tourner)	1	11	12
Configurations rares			35
Toutes configurations	122	219	376

Le poids lourd qui tourne à droite et écrase un cycliste qu'il n'a pas vu sur sa droite est un accident spécifique de l'intersection en agglomération, le plus souvent avec des feux de signalisation. Les cyclistes tués en intersection alors que leur voie est prioritaire, le sont plus souvent en agglomération qu'hors agglomération.

Conclusions

Nous retenons que :

- 50% des cyclistes impliqués dans un accident où ils ont trouvé la mort étaient responsables en regard des règles du code de la route, 31,4% n'avaient aucune responsabilité dans l'accident et dans 18,6% des cas la responsabilité était partagée,
- la faible visibilité des cyclistes, de jour comme de nuit, est une cause majeure d'accidents mortels,
- le non respect des règles de priorité est plus fréquent chez les cyclistes que chez les autres usagers de la route (stop, céder le passage, priorité à droite),
- les cyclistes de plus de soixante ans prennent souvent des risques élevés en tournant à gauche sans précautions suffisantes. L'absence de rétroviseur associée aux limitations de l'ouïe et de la capacité de regarder derrière soi semblent les facteurs les plus importants de cet excédent de risque,
- l'alcool et les stupéfiants ont un rôle moins important dans les accidents mortels de vélo que dans les autres accidents mortels :
    - 32 résultats illicites pour l'alcool sur 221 résultats connus (14,5 %)
    - 6 présences de THC chez le cycliste sur 133 résultats connus (4,5%) dont 2 avec alcool associé.
- les femmes sont proportionnellement moins souvent victimes d'accidents mortels de vélo et cette situation favorable est manifestement liée à un meilleur respect des règles de circulation. Elles sont beaucoup plus rarement responsables des accidents dans lesquels elles sont impliquées que les hommes (2,3 fois moins).

Une version détaillée de cette étude est disponible sur www.securite-routiere.org avec des différences minimes sur les effectifs des différentes typologies. Les rectifications seront effectuées dans les semaines à venir sur le site.

Description épidémiologique des accidents de vélo d'après l'Enquête permanente sur les accidents de la vie courante 2004-2007

C. Ricard, B. Thélot
Institut de veille sanitaire

Introduction

La pratique du vélo en tant que loisir ou comme moyen de transport est très répandue en France : selon l'enquête Baromètre santé 2005 réalisée par l'Institut national de prévention et d'éducation pour la santé, 52 % des personnes âgées de 12 à 75 ans ont déclaré avoir fait du vélo dans les 12 derniers mois, 59 % chez les hommes et 45 % chez les femmes [1].

Les systèmes de location ou de mise à disposition de vélo dans les grandes villes se développent :

- à Lyon, 39 650 000 km ont été parcourus en vélo'v entre juin 2005 et octobre 2008 [2] ;
- à Paris, au premier anniversaire des vélib', en juillet 2008, 26 millions de trajets avaient été effectués [3]

Cette pratique massive, encouragée pour lutter contre la sédentarité ou la pollution, est susceptible d'entraîner une morbidité et une mortalité par accident importantes [4;5] :

- la mortalité liée à la pratique du vélo est connue par les recueils effectués par les forces de l'ordre sur le lieu de l'accident : on connaît chaque année le nombre de décès, l'âge et le sexe des personnes décédées à la suite d'un accident de vélo. Les accidents de vélo ont entraîné 142 décès en France métropolitaine en 2007. Ce nombre en diminution régulière depuis les années 70 a baissé de 21,5 % de 2006 à 2007.
- peu de données sont disponibles concernant la morbidité liée à la pratique du vélo : 4 638 blessés ont été comptabilisés en 2007 (dont 1 614 ont entraîné une hospitalisation). Cet effectif ne tient compte que des accidents qui ont provoqué l'intervention des forces de l'ordre.

Une description des recours aux urgences pour accidents de vélo a été établie à partir des données de l'Enquête permanente sur les accidents de la vie courante (Epac) recueillies de 2004 à 2007.

Méthodes

L'enquête Epac repose sur l'enregistrement exhaustif, dans certains hôpitaux en France, des recours aux urgences pour accidents de la vie courante. Les données collectées concernent la personne accidentée (âge, sexe, résidence, profil social), sa prise en charge (date et heure d'arrivée aux urgences, traitement, hospitalisation éventuelle), les caractéristiques de l'accident (mécanisme, lieu, activité, type de lésion, partie du corps lésée), les produits (agents, éléments) impliqués dans l'accident. Une description de l'accident est enregistrée en texte libre. Tous les accidents de vélo sont recueillis dans Epac, y compris lorsqu'il s'agit d'accidents de la circulation ou d'accident du travail [6]. Des analyses de qualité sont effectuées chaque année, dans tous les hôpitaux du réseau, afin de vérifier et de garantir la qualité du recueil, dont l'exhaustivité est proche de 100 %.

On a sélectionné tous les accidents enregistrés par les hôpitaux métropolitains entre 2004 et 2007, dès lors qu'un vélo (ou une partie de vélo : guidon, pédale, etc.) était impliqué dans l'accident.

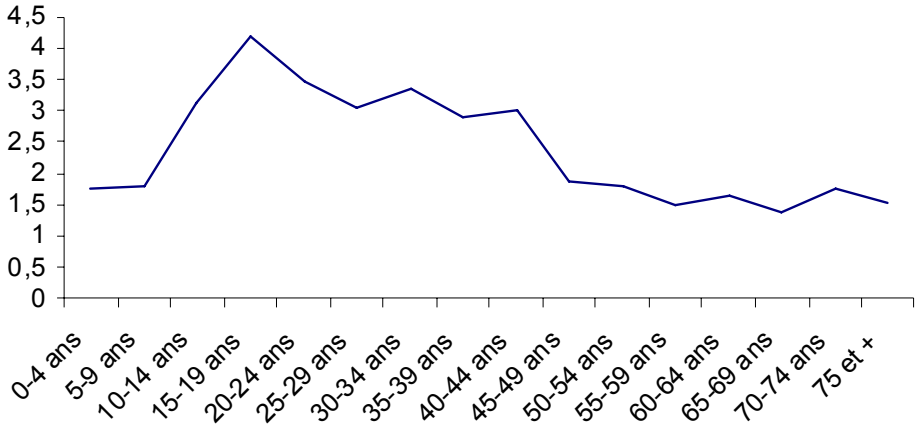
Entre 2004 et 2007 les établissements qui ont collecté des données pour Epac sont :

- le CHG d'Annecy, le Groupe hospitalier du Havre ;
- les CHU de Bordeaux, Limoges, Besançon (pédiatrie), la Timone à Marseille (pédiatrie), Cochin à Paris (adultes) ;
- les CH de Béthune, Blaye, Fontainebleau, Saint-Paul à la Réunion, Vannes ;
- la Clinique des Franciscaines à Versailles.

Résultats

Parmi les 404 311 enregistrements de la base Epac 2004-2007, 13 001 (3,2 %) étaient des accidents impliquant un vélo. La moyenne d'âge des accidentés était de 21,5 ans et il y avait plus d'hommes que de femmes (71 % vs 29 %). Le sex ratio (hommes/femmes) variait avec l'âge : 1,7 chez les enfants et les personnes âgées, jusqu'a 4,2 chez les adolescents de 15 à 19 ans (Figure 1).

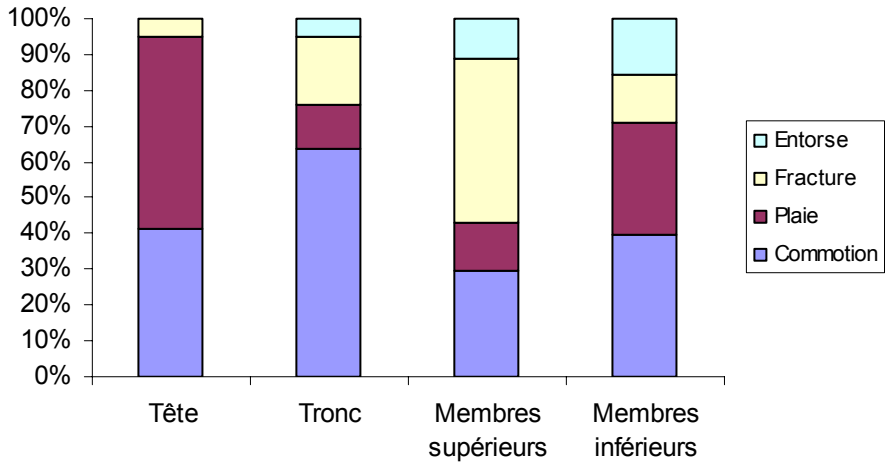
Figure 1. Sex ratio des accidentés avec un vélo en fonction de l'âge. Epac 2004-2007



Ces accidents sont survenus plus souvent entre mai et septembre (64 % des accidents ont eu lieu dans cette période). Dans 6 % des cas un véhicule motorisé était impliqué (645 véhicules légers, 36 poids lourds, 43 deux roues motorisés et 32 autres). Une présence d'alcool était mentionnée pour 137 accidents (1 %).

Le mécanisme accidentel était une chute dans 89 % des cas, un coup 8 % et une coupure ou un écrasement 2 %. Les lésions consécutives à ces accidents étaient le plus souvent des contusions (ou commotions, 37 %), des plaies (29 %) et des fractures (22 %). Les membres supérieurs étaient atteints dans 38 % des cas, la tête 28 %, les membres inférieurs 23 % et le tronc 9 %. Cette répartition variait en fonction des lésions (Figure 2) : la tête était principalement le siège de plaies (53 %) et de contusions (41 %) ; pour le tronc, il s'agissait surtout de contusions (60 %) ; pour les membres supérieurs de fractures (43 %) ; et pour les membres inférieurs de contusions (38 %) et de plaies (31 %).

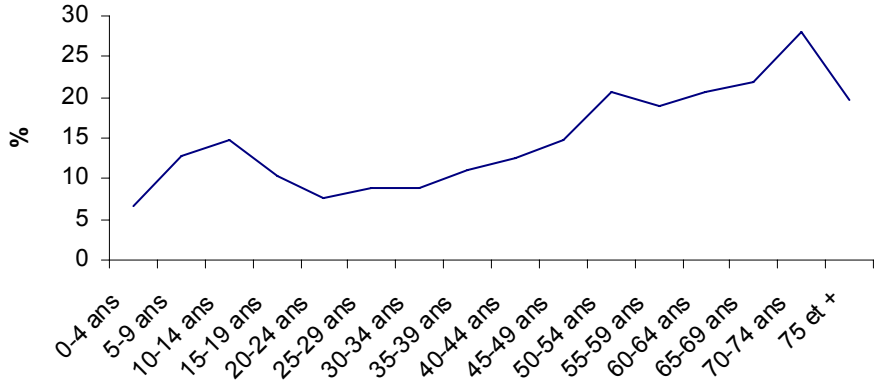
Figure 2. Répartition des parties lésées des accidentés avec un vélo en fonction des lésions. Epac 2004-2007.



Les blessures au niveau de la tête étaient plus fréquentes chez les enfants : plus de 53 % des accidents chez les 0-4 ans, pour décroître avec l'âge jusqu'à ne plus représenter que le quart des blessures après 65 ans.

Parmi les 13 001 victimes d'accident de vélo, 13 % ont été hospitalisées, ce taux variant avec l'âge (Figure 3), et avec la localisation de la lésion : 15 % quand la tête était atteinte, 19 % quand c'était le tronc, 12 % les membres supérieurs et 8 % les membres inférieurs.

Figure 3. Taux d'hospitalisation des accidentés avec un vélo en fonction de l'âge.
Epac 2004-2007.



La durée moyenne d'hospitalisation était de 3,4 jours, elle augmentait avec l'âge, passant de 2 jours chez les moins de 15 ans à plus de 8 jours chez les 60 ans et plus.

Six personnes (deux femmes et quatre hommes) sont décédées suite à un accident de vélo dans la base Epac :

- deux ont été renversées par une voiture (42 et 62 ans) ;
- quatre ont fait une chute de vélo. Dans deux de ces cas (76 et 79 ans), cette chute a provoqué des blessures importantes à l'origine du décès ; les deux autres personnes accidentées ont présenté en plus un problème médical : l'une (70 ans) a fait un accident vasculaire cérébral après la chute, l'autre (44 ans) a fait une convulsion qui a entraîné la chute, qui a été suivie d'un arrêt cardiaque.

Discussion

Le choix de la sélection des accidents impliquant un vélo à introduit des biais dans cette analyse [7] :

- Malgré les recommandations de codage, il arrive que le vélo ne soit pas toujours codé comme produit impliqué dans l'accident alors qu'il s'agit bien d'un accident de vélo. Le nombre de faux négatifs qui résultent de ce biais (accidents non inclus qui auraient dû l'être) a pu être estimé à environ 12 % des accidents de vélo.
- Parmi les 13 001 accidentés décrits ici, tous n'étaient pas des cyclistes. Comme la sélection a été faite à partir de la présence d'un vélo dans l'accident, cela inclut les accidents de bricolage de vélo, les personnes ayant trébuché sur un vélo, les piétons renversés par des cyclistes, etc.

Par ailleurs, dans Epac, on ne connait pas le type de pratique (loisir, sport, déplacement) des utilisateurs de vélo et l'information sur le port du casque au moment de l'accident n'est pas recueillie.

Certains hôpitaux du réseau ne recueillent des données que pour la pédiatrie (la Timone et le CHU de Besançon), ou que pour les adultes (Cochin). Les analyses ont été faites avec les données de l'ensemble des hôpitaux. Si on ne tient pas compte des données de ces trois hôpitaux, la moyenne d'âge des accidentés avec un vélo est de 23 ans au lieu de 21,5.

Malgré ces réserves, les données Epac ont permis de décrire les accidentés avec un vélo. Ainsi, on constate l'importance en nombre de lésions de la tête et du membre supérieur pour ces accidents, ces blessures étant plus souvent à l'origine d'hospitalisation (15 % et 19 %). Il a été montré aussi que dans 1 % des cas, l'alcool était impliqué dans l'accident. Ce taux est probablement très sous-estimé car les alcoolémies ne sont pas systématiquement réalisées aux urgences en cas d'accident de vélo.

Des études spécifiques sur ces différents aspects (alcool, port du casque) ainsi que sur la survenue d'accidents en fonction de l'intensité de la pratique, du type de vélo, du profil social, du réseau cyclable, etc. méritent d'être développées.

Références.

1 - Bourdessol H, Janvrin MP, Baudier F. Accidents. Baromètre Santé 2000. Résultats ; volume 2 : 359-87.

2 – Site http://www.velov.grandlyon.com/Newsletter-Velo-v-numero-34.130.0.html consulté le 13 mai 2009.

3 – Site http://www.velib.paris.fr/ consulté le 17 juillet 2008.

4 – Chapelon J, Machu C. La sécurité routière en France, bilan de l'année 2007. Observatoire national interministériel de sécurité routière, mai 2005.

5 - Site http://www2.securiteroutiere.gouv.fr/infos-ref/observatoire/accidentologie/categories-d-usagers.html. Consulté le 14 mai 2009.

6 – Thélot B, Ricard C, Nectoux M. Guide de référence pour le recueil des données de l'Enquête permanente sur les accidents de la vie courante. Réseau EPAC, Institut de veille sanitaire, décembre 2004.

7 – Ricard C, Thélot B Ricard C, Rigou A, Thélot B, description et incidence des accidents de sport. Enquête permanente sur les accidents de la vie courante 2004-2005. Réseau Epac. Saint Maurice (France) : Institut de veille sanitaire, décembre 2007.

Description des blessés à vélo, à partir du Registre du Rhône

Mireille Chiron, Emmanuelle Amoros

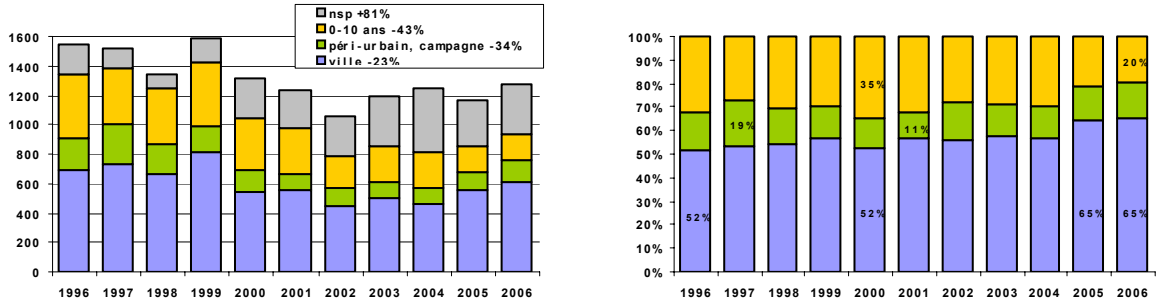
L'analyse porte sur 14 478 cyclistes recensés durant les années 1996 à 2006 par le Registre du Rhône. Les effectifs annuels ont accusé une nette baisse en 2002 (concomitante à la baisse globale des effectifs du Registre), et si l'on compare les 2 périodes 1996-2001 et 2002-2006, les effectifs annuels moyens sont inférieurs de 16% dans la deuxième période (1189 contre 1422, fig 1A). Afin de distinguer les différents types d'usage du vélo, une variable à 3 modalités a été créée, séparant les enfants de moins de 10 ans d'une part, et distinguant les autres victimes selon que leur accident a eu lieu en milieu urbain (pôles urbains restreints aux communes de plus de 5000 habitants ou densité >=500 hab/km^2) ou en milieu périurbain/rural.

Caractéristiques des victimes et de leurs accidents

Les données sont insuffisantes (méconnaissance de la commune d'accident) pour 19% des victimes qui ne peuvent être classées selon cette grille (proportion croissante). En ne considérant que les cyclistes classables selon ce critère, la part des enfants est de 29%, celle des cyclistes « urbains » de 56% et celle des « ruraux » de 15% sur l'ensemble de lapériode. La part des urbains a crû de 52% en 1996 à 65% sur les 2 dernières années.

Figure 1-Répartition des victimes en fonction des 3 types de pratique

effectifs annuels et pourcentages hors nsp



Les cyclistes sont en grande majorité de sexe masculin, ce taux variant selon le type de pratique : 69% chez les enfants, 78% en urbain, 85% en rural. En ville, la prédominance masculine est un peu moindre entre 20 et 64 ans (73%).

La part des jeunes adultes (15-29 ans) est plus importante en ville (38%) qu'à la campagne (26%), tandis que les moins de 15 ans et surtout les 35-74 ans sont mieux représentés en rural (respectivement 25% contre 23% en ville, et 41% contre 30% en ville).

La part des accidents liés au travail est remarquable en ville : 31% lorsque l'information est connue (21% en trajet domicile-travail, 5% au travail proprement-dit, et 5% en lien avec le travail sans autre précision). En rural ou périurbain les victimes accidentées en lien avec le travail ne comptent que pour 6%.

Les blessures des cyclistes

Gravité globale

Au total, la gravité immédiate et la gravité des séquelles prévues sont présentées au Tableau 1.

La gravité immédiate des lésions des cyclistes varie beaucoup d'une catégorie à l'autre : les enfants sont les moins gravement touchés, puis les cyclistes urbains et enfin les cyclistes ruraux ou périurbains, qui ne sont devancés que par les piétons pour les niveaux les plus graves, et sont même plus rarement atteints de blessures « mineures » (AIS1) que les piétons. Le niveau AIS2 est très représenté chez ce type de cycliste (fracture simple en général).

Tableau 1- gravité globale des atteintes corporelles chez les différents types de cyclistes et chez les principaux autres types d'usagers

	cyclistes					
	Ville n=6584	péri-urbain, campagne n=1726	0-10 ans n=3364	Piétons n=10131	Voitures n=53151	2RM n=21831
Gravité immédiate MAIS 1	63,7%	**53,7%**	72,5%	60,4%	81,6%	61,7%
Gravité immédiate MAIS 2	28,7%	**35,3%**	22,4%	24,7%	13,4%	27,0%
Gravité immédiate MAIS 3	5,8%	7,9%	4,2%	**10,0%**	2,8%	**8,6%**
Gravité immédiate MAIS 4 & 5	0,9%	2,0%	0,3%	**2,3%**	1,0%	1,5%
morts	0,6%	0,8%	0,1%	**2,6%**	1,2%	1,1%
Survivants : aucune séquelle prévue	**78,4%**	**73,8%**	**88,2%**	66,1%	55,3%	73,7%
Survivants : séquelles légères (MIIS1-2)	20,2%	23,8%	11,1%	**29,6%**	**42,8%**	**23,8%**
Survivants : séquelles lourdes (MIIS3-6)	0,6%	1,2%	0,2%	**1,6%**	**0,7%**	**1,3%**

Les cyclistes sont la catégorie de victimes qui ont survécu le plus souvent (plus de 99%), en comparaison avec les autres types d'usagers. Parmi les cyclistes, les ruraux ou périurbains ont le plus fort taux de létalité (0,8%).

Ce sont aussi les cyclistes qui ont le plus survécu sans séquelles selon l'indice prédictif de séquelles IIS (74 à 88% selon les catégories), et ceci surtout pour les enfants et les cyclistes urbains, tandis que les cyclistes accidentés en milieu rural ou périurbain sont au même niveau que les usagers de deux-roues à moteur (74%). Les automobilistes et piétons sont les moins nombreux dans ce cas (respectivement 55 et 70%).

Les cyclistes sont aussi ceux qui ont le moins survécu avec des séquelles lourdes, mais les ruraux et périurbains se distinguent encore avec un taux supérieur à celui des automobilistes, et proche de celui des usagers de deux-roues à moteur.

Déterminants de la gravité globale (MAIS3+) chez les cyclistes

En prenant par exemple comme indicateur de gravité globale « MAIS3+ ou décès », on peut analyser les déterminants de la gravité chez les cyclistes. Dans le tableau 2 on constate que la gravité globale est liée aux circonstances de l'accident : la gravité est supérieure la nuit, sur les routes départementales, lorsqu'il y a collision avec un véhicule motorisé. Les accidents en lien avec le travail (trajet ou mission) sont moins graves que les accidents en trajet privé. Les jeunes adultes (20-24 ans) sont les moins gravement touchés, la gravité augmente continûment avec l'âge chez l'adulte. Enfin, même après prise en compte de tous ces facteurs, les cyclistes de sexe masculin sont plus souvent gravement touchés.

L'influence du port du casque sur la gravité est complexe puisqu'il existe une interaction avec le type de pratique de la bicyclette (ici représenté par 3 catégories géographiques mesurées au niveau de l'Iris du lieu d'accident). En prenant comme référence les cyclistes urbains casqués, les péri-urbains et les ruraux non-casqués sont significativement plus gravement blessés.

L'effet du casque pour chacun des lieux est le suivant : en ville les cyclistes non-casqués sont 1,27 fois plus souvent gravement blessés que les non casqués, en périurbain le rapport est de 1,56, et en rural de 4,41. On n'atteint pas la significativité.

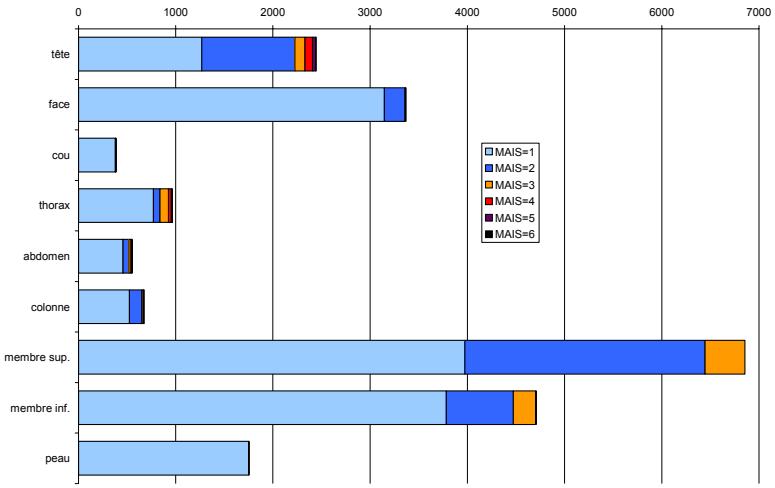
Tableau 2-Déterminants de la gravité globale (MAIS3+ ou mort)

régression logistique

	OR	*Intervalle de confiance 95%*
Jour	1	
nuit	**1,39**	1,08 ; 1,78
Voie communale	1	
Voie privée	1,01	ns
Autoroute, nationale	1,09	ns
Hors réseau	1,18	ns
Réseau sans précision	1,40	ns
Parking	1,59	ns
Route départementale	**1,90**	1,37 ; 2,63
Aucun antagoniste	1	
Véhicule motorisé	**1,44**	1,22 ; 1,71
Homme, animal	0,81	ns
Obstacle fixe	1,12	ns
Sexe féminin	1	
Sexe masculin	**1,20**	1,01 ; 1,43
0-4 ans	1,20	ns
5-9 ans	**1,74**	1,14 ; 2,66
10-14 ans	**2,79**	1,89 ; 4,14
15-19 ans	**1,63**	1,08 ; 2,46
20-24 ans	1	
25-29 ans	**1,62**	1,02 ; 2,60
30-34 ans	**2,46**	1,57 ; 3,85
35-44 ans	**2,48**	1,65 ; 3,73
45-54 ans	**4,28**	2,85 ; 6,41
55-64 ans	**6,17**	4,08 ; 9,36
65-74 ans	**7,24**	4,55 ; 11,53
75 ans et plus	**8,27**	4,68 ; 14, 61
Trajet lié au travail	1	
Trajet privé	**1,47**	1,07 ; 2,03
Rural casqué	0,60	ns
Péri-urbain, casqué	0,91	ns
Urbain casqué	1	
Urbain non-casqué	1,27	ns
Péri-urbain non-casqué	**1,42**	0,96 ; 2,11
Rural non-casqué	**2,71**	1,57 ; 4,67

Zones corporelles atteintes

Figure 2- Effectifs des victimes selon la gravité immédiate des lésions dans chaque région corporelle



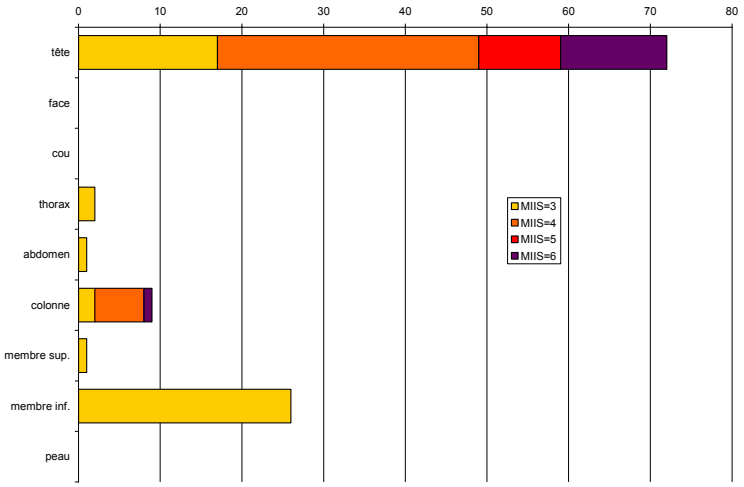
Les lésions des membres sont les plus nombreuses, les lésions mettant en jeu le pronostic vital (AIS4+) sont les plus fréquentes à la tête, puis à la colonne vertébrale (Figure 2).

Tableau 3- Taux et effectifs de blessés toutes gravités et au moins sévères (AIS3+) pour chaque zone corporelle, selon le port du casque

	casqués 1461		**non casqués 5620**		**casqués 1461**		**non casqués 5620**	
	%oui	%AIS3+	oui %	AIS3+%	oui	AIS3+	oui	AIS3+
tête	**16,6%**	**1,0%**	**19,5%**	**2,3%**	242	15	1095	128
face	**18,3%**	**0,1%**	**24,3%**	**0,2%**	268	1	1367	9
cou	3,3%	-	2,7%	0,0%	48	0	152	1
thorax	**9,6%**	**1,8%**	**6,3%**	**1,0%**	140	26	355	55
abdomen	3,9%	0,1%	3,6%	0,2%	57	2	200	14
colonne	**7,5%**	0,3%	**5,0%**	0,1%	110	5	281	8
membre sup.	**53,5%**	3,2%	**44,7%**	3,4%	781	47	2513	189
membre inf.	33,7%	1,8%	31,2%	1,9%	493	27	1751	107
peau	17,8%	-	15,2%	-	260	0	857	0

On voit au tableau 3 que les cyclistes casqués sont significativement moins souvent blessés à la tête, moins souvent blessés gravement à la tête, moins souvent blessés à la face et moins souvent blessés gravement à la face que les cyclistes casqués. En revanche ils sont plus souvent blessés au thorax, plus souvent gravement blessés au thorax, plus souvent blessés à la colonne et plus souvent blessés au membre supérieur, ce qui suggère qu'ils ont subi des chocs plus graves.

Figure 3 Répartition des victimes selon la gravité immédiate des lésions dans chaque région corporelle



Une victime peut être touchée dans plusieurs zones

Les lésions pour lesquelles des séquelles lourdes sont prévisibles sont les plus nombreuses et les plus graves la tête.

Synthèse

Les cyclistes sont au total moins grièvement blessés que les autres types d'usagers, car ils sont inclus dans le registre même s'ils tombent seuls (pas de collision avec un tiers), ce qui est très souvent le cas, et particulièrement chez les enfants. Les cyclistes accidentés en dehors de la ville, particulièrement sur les départementales, font exception et ont un niveau de gravité lésionnelle nettement supérieur. Pour ce type de cyclistes, l'effet du casque est significatif sur la gravité générale.
L'effet spécifique du casque sur les lésions à la tête et à la face sera développé par Amina Ndiaye et Emmanuelle Amoros.

Epidémiologie générale, physiopathologie des traumatismes crâniens

Journée Casque et vélo, 28 mai 2009.
Dr D PLANTIER

Introduction, Epidémiologie générale des traumatismes crâniens :

Le traumatisme crânio-encéphalique (TC) est un enjeu de Santé publique. C'est ***la plus fréquente des affections du système nerveux central***. Quatrième cause de décès aux Etats-Unis. L'incidence globale est de 150 à 300 pour 100 000 habitants selon les études avec un taux de mortalité globale entre 7 et 17%. Malgré un effort réel et efficace de la prévention des accidents de la circulation, les patients porteurs de séquelles de TC graves continuent de constituer une "***épidémie silencieuse***". Les conséquences humaines, sociales et économiques sont dramatiques car la population la plus touchée est ***jeune***.
Il existe environ 16 000 décès par traumatisme crânien par an en France, la mortalité est de 40 à 60% pour les TC sévères. La classification des traumatismes crâniens selon leur gravité fait habituellement appel au score de Glasgow initial [1], à l'évaluation de la durée de la perte de Connaissance initiale et la durée de l'amnésie post-traumatique.

Sévérité du TC	**Score de Glasgow Initial**	**Durée de la perte de connaissance initiale**	**Durée de l'amnésie Post traumatique**
TC « léger »	Entre 13 et 15	Inférieure à 30 minutes	Inférieure à 24 heures
TC sévérité moyenne	Entre 9 et 12	Entre une heure et 5 jours	Entre 1 et 7 jours
TC sévère	Inférieur ou égal à 8	Plus de 5 jours (coma)	Supérieure à 7 jours

L'approche épidémiologique et économique est mal connue en France. Les études se font attendre… Celle de l'INSERM Aquitaine de 1986 fait état de 281 TC pour 100 000 habitants avec un sex ratio de 2.1 homme pour une femme (384 pour 100 000 hommes et 185 pour 100 000 femmes). Ce sont principalement les tranches d'âge des 15-25 ans (accident de la voie publique) et des plus de 75 ans (chutes) qui sont les plus concernées [2]. Environ 80% sont des TC « légers », 11% de sévérité moyenne et 9% des TC réputés sévères. Les séquelles sont physiques mais surtout cognitives et comportementales.
Ricbourg B et al, 2006 [3], présente une série de TC légers et modérés de la ville de Besançon. Les accidents de la voie publique sont en baisse de 10% entre 2003 et 2005 et laisse préjuger de l'efficacité des mesures de prévention routière. Par contre, les agressions semblent plus fréquentes (+ 12%) tandis que les chutes ou les accidents de sport et loisirs varient peu (hausse relative liée à la baisse des accidents de la voie publique).

Comprendre le traumatisme crânien : physiopathologie

Il y a maintenant plus de 60 ans qu'un physicien, Holbourn, décrivait la vulnérabilité singulière du cerveau à la déformation et au cisaillement. La masse cérébrale possède un coefficient d'allongement très bas et un très haut coefficient de compressibilité [4]. Ces propriétés mécaniques sont responsables de la majorité des dommages cérébraux et le principal moyen pour les déclencher est la ***rotation de la tête***. Un grand nombre de données expérimentales est venu valider cette hypothèse du cerveau « tournoyant », masse molle à l'intérieur d'une boîte osseuse dure inextensible pendant un impact ou une accélération brutale. Il était établi que la profondeur du cerveau pouvait être atteinte tandis que sa surface pouvait ne pas l'être et que la zone maximale de cisaillement devenait plus profonde avec l'augmentation de la durée de l'accélération angulaire. Les ***lésions axonales diffuses*** sont des conséquences de ce mécanisme de cisaillement [5-8]**).**

Les mécanismes traumatiques sont de deux ordres et peuvent être mixtes : ***l'impact direct*** sur le crâne (coup / contrecoup) et les ***lésions par décélération*** (lésions axonales diffuses).

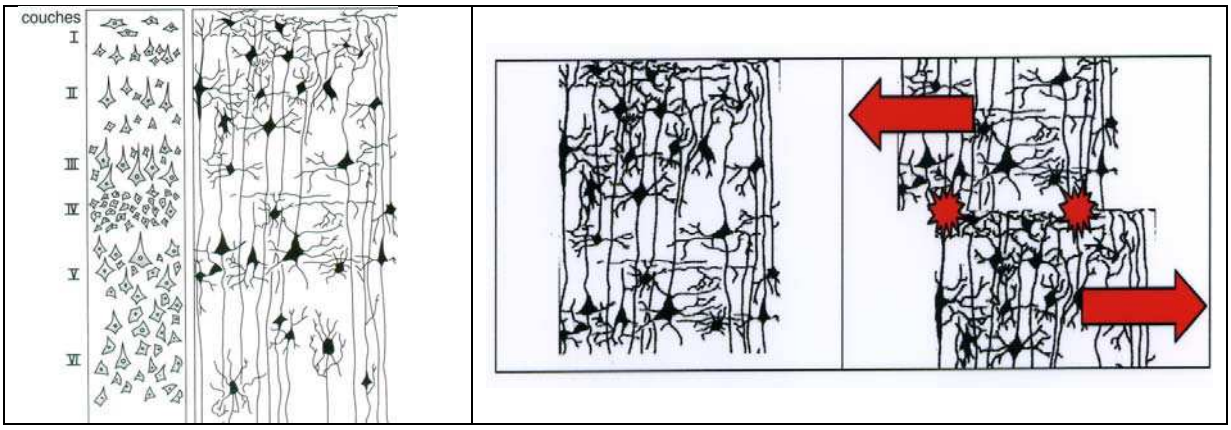
Les lésions par impact direct sont responsables de fractures du crâne, de plaies crânio-cérébrales et de saignements intra cérébraux divers. Elles réalisent à la surface cérébrale des contusions hémorragiques ***des pôles cérébraux.*** Les lésions indirectes de contrecoups, par absorption de l'onde de choc initiale sont dues à des oscillations du cerveau au point d'impact qui traversent le crâne et blesse le cerveau contre l'os diamétralement opposé (contrecoup).

Les lésions par décélération avec ou sans impact sur le crâne réalisent une déformation tridimensionnelle de cerveau avec attrition et cisaillement axonal (figure suivante).

Représentation de la physiopathologie d'un traumatisme crânien.

Le cortex cérébral a une épaisseur de 2 à 4 mm. Son organisation en 3 dimensions est celle de la substance grise, des circonvolutions et des sillons cérébraux. Les neurones sont disposés en six couches superposées. Chaque neurone communique avec d'autres par les axones au moyen d'une synapse. Ces prolongements axonaux peuvent passer d'une couche à l'autre dans la substance grise et constituent en dessous la substance blanche. Lors de l'ébranlement de la masse cérébrale par une force physique brutale avec ou sans impact sur le crâne, le cerveau subit une accélération sous forme de **translation** et/ou de **rotation**. Chaque couche est structurellement différente de sa voisine. La substance grise et structurellement différente de la substance blanche. Chacune possède une masse, une densité et une inertie propre. Chaque couche ou structure cérébrale répond à la force d'accélération de manière différente avec une latence différente. En fonction de l'accident, c'est donc une ou plusieurs couches qui glissent l'une sur l'autre. Le différentiel d'énergie entre les constituants du cerveau réalise le cisaillement. Il se produit un mouvement architectonique des couches et structures en particulier à la jonction substance grise / substance blanche.

Les prolongements axonaux échangés entre les couches ou structures sont cisaillés et rompus de manière diffuse, réalisant ***les lésions axonales diffuses (LAD).***



Courville C, 1942 [9], rapporte l'histologie de 206 sujets victimes d'un TC et décédés. Il décrit 145 lésions directes temporales, 84 frontales, 51 occipitales de contrecoup (25%), toutes ces lésions de coup et de contrecoup sont des lésions des **pôles cérébraux**.

Oppenheimer DR, 1968 [5], retrouve 4 types de lésion après étude de 59 cas de patients décédés après traumatisme crânien de toute sévérité. Il décrit des lésions par :

1. **Écrasement de surface ou contusion cérébrale**
2. **Étirement de petits vaisseaux : distorsion subite, saignements et micro-saignements**
3. **Torsion, étirement, cisaillement de fibres nerveuses sans hémorragie (LAD),**
4. **Déchirure de fibres nerveuses croisées par un vaisseau sanguin lui-même étiré ou distordu**

Les méthodes actuelles de cartographie des dommages axonaux (immuno marquage) décrivent la topographie des lésions axonales diffuses : à la jonction cortex / substance blanche, sur les trajets des voies longues et les commissures. Il s'agit de la substance blanche sous corticale des lobes cérébraux et

en particulier les centres semi ovales, la capsule interne, le corps calleux, l'hippocampe, le tegmentum (mésencéphale), les pédoncules…

La littérature médicale internationale s'enrichit d'études biomécaniques, biochimiques, biocellulaire, de méthodologies rigoureuses qui démontrent l'existence de lésions objectives après un TC réputé léger [10-13]. Un TC, quelque soit sa sévérité est à l'origine d'une cascade de réponses aiguës ou chroniques qui incluent :

- des lésions cérébrales microscopiques à type de dommage axonal diffus, rupture du cytosquelette axonal, des hémorragies capillaires et des ruptures de fibres nerveuses sans hémorragie,
- des réactions inflammatoires avec augmentation de la perméabilité membranaire axonale (œdème),
- un dérangement de la vascularisation cérébrale avec dysfonction endothéliale,
- des perturbations des phosphorylations oxydatives liées au fonctionnement mitochondrial avec altérations du métabolisme cérébral énergétique,
- des perturbations délétères de l'homéostasie de l'ion calcium, des perturbations du système de transport axonal et des possibilités de dégénérescence secondaire.

Il est désormais retenu un véritable ***continuum lésionnel*** entre TC sévère et TC léger. Qu'ils soient légers ou sévères les TC doivent être considérés comme un label non spécifique d'un groupe d'évènements physiopathologiques qui partagent seulement un évènement initial d'intensité différente. ***Les lésions axonales diffuses*** (LAD) représentent le ***dommage le plus typique.*** C'est un déterminant pronostique majeur du devenir en phase initiale qui représente une ***donnée universelle*** après TC quelle que soit sa sévérité [14-15]. Les altérations métaboliques et cellulaires suivent un déroulement précis dans le temps et impliquent des changements morphologiques et fonctionnels dont certains peuvent être mesurés par l'imagerie médicale réalisée au bon moment [16].

A distance de l'accident, en phase chronique, la conséquence des lésions axonales diffuses est le développement d'une ***atrophie cérébrale*** qu'elle soit focale ou diffuse (perte de masse cérébrale locale ou globale).

Enfin, en dehors de aspects de coups / contrecoups et des LAD, des ***lésions cérébrales secondaires*** sont toujours possibles a distance du TC. Ainsi, l'œdème cérébral peut être majeur et réaliser une hypertension intra crânienne, elle-même génératrice de lésions cérébrales surajoutées. De même, des lésions associées à un traumatisme du thorax avec une contusion pulmonaire peuvent réaliser une hypoxie, c'est-à-dire un manque d'oxygène nuisible à un cerveau déjà lésé. Un choc hémorragique ou un arrêt cardiaque peut réaliser une anoxie (il n'y a plus d'oxygène pour le cerveau) aux lourdes conséquences cérébrales…

BIBLIOGRAPHIE indicative :

[1] Teasdale G, Jennett B. Assessement and pronosis of coma after head inlury. Acta Neurochir 1976;34:45-55.

[2] Tiret L, Hausherr E, Thicoipe M et al. The epidemiology of head trauma in Aquitaine (France), 1986: a community-based study of hospital admissions and deaths. International journal of epidemiology 1990;19:133-40.

[3] Ricbourg B, Chatelain B, Epidémiologie des traumatismes crâniens légers et modérés vus en chirurgie maxillo-faciale, Rev stomatol Chir Maxillofac 2006, 206-10.

[4] Holbourn AHS. Mechanics of head injuries. Lancet 1943;438-441.

[5] Oppenheimer DR. Microscopic lesions in the brain following head injury. JNNP 1968;31:299-306.

[6] Adams JH, Graham DI, Murray LS, Scott G. Diffuse axonal injury due to non missile head injury in humans: an analysis of 45 cases. Ann Neurol 1982;12:557-63.

[7] Gennarelli TA, Thibault LE, Adams JH, Graham DI, Thompson CJ, Marcincin RP. Diffuse axonal injury and traumatic coma in the primate. Ann Neurol 1982;12:564-74.

[8] Zhang L, Yang KH, King AI. Biomechanics of neurotrauma. Neurol Res 2001;23:144-56.

[9] Courville CB, Coup-contrecoup mechanism of cranio-cerebral injuries. Arch Surg 1942;45:19-43.

[10] Xiong Y, Peterson PL, Lee CP. Alterations in cerebral energy metabolism induced by traumatic brain injury. Neurol Res 2001;23:129-138.

[11] Zwienenberg M, Muizelaar JP. Cerebral perfusion and blood flow in neurotrauma. Neurol Res 2001;23:167-74.

[12] Jane JA, Steward O, Gennarelli T. Axonal degeneration induced by experimental noninvasive minor head injury. J Neurosurg 1985;62:96-100

[13]. Gentleman SM, Roberts GW, Gennarelli TA, Maxwell WL, Adams JH, Ker S et al. Axonal injury: a universal consequence of fatal closed head injury ? Acta Neuropathol (Berl) 1995;89:537-43.

[14] Povlishock JT, Becker DP, Cheng CL, Vaughan GW. Axonal change in minor head injury. J Neuropathol Exp Neurol 1983;42:225-42.

[15] Medana IM, Esiri MM. Axonal damage: a key predictor of outcome in human CNS diseases**.** Brain 2003;126:515-530.

[16] Plantier D, Bussy E, Rimbot A, Maszelin P et al, « La neuroimagerie après TC léger : mise au point et recommandations pratiques » Rev stomatol Chir Maxillofac, 218-32, 2006.

Typologie des lésions crânio-faciales des cyclistes

Données du registre du Rhône des victimes d'accidents de la circulation

Amina Ndiaye, Mireille Chiron

Pour les 11 années 1996-2006, on dénombre dans le Registre du Rhône 14 437 cyclistes (sauvegarde octobre 2008), dont 6994 (48%) pour lesquels l'information sur le casque était connue : 1432 portaient un casque, et 5562 non.

Tableau 4- Gravité et localisation des lésions chez les cyclistes (MAIS par zone)
nombre de victimes pour chaque niveau de gravité et chaque zone corporelle

Zone	MAIS=1	MAIS=2	MAIS=3	MAIS=4	MAIS=5	MAIS=6	Total victimes
tête	**1268**	**958**	**104**	**77**	**31**	**7**	**2445**
face	**3146**	**212**	**7**	**2**	**0**	**0**	**3367**
cou	379	3	2	1	0	0	385
thorax	772	66	88	30	5	3	964
abdomen	459	60	21	8	3	0	551
colonne	524	128	15	1	5	1	674
membre sup.	3974	2472	408	0	0	0	6854
membre inf.	3783	690	233	1	0	0	4707
peau	1752	1	0	0	0	0	1753

Une victime peut être atteinte sur plusieurs zones

Toutes gravités confondues, les membres sont les zones les plus fréquemment touchées. Viennent ensuite la face et la tête .
En revanche les lésions mettant en cause le pronostic vital (AIS4+) sont les plus fréquentes à la tête (0,8% des victimes).
Les cyclistes sont particulièrement exposés aux lésions de la face mais elles sont de gravité mineure.
Parmi les cyclistes 5 045 victimes présentaient des lésions à la tête et/ou face, toutes gravités confondues soit 35% des cyclistes blessés. Leur gravité globale était majoritairement mineure ou modérée (93 % MAIS 1-2), et grave dans 6% des cas (MAIS 3-4-5), tandis que 1% sont morts.
Les cyclistes âgés, peu nombreux, sont ceux qui ont le plus fréquemment des lésions à la tête (40% chez les 70 ans et plus), tandis que les lésions à la face sont les plus fréquentes chez les enfants (30% chez les 0-14 ans), la tranche d'âge la plus représentée.

On observe (Tableau 5) que les cyclistes non casqués sont un peu plus souvent touchés à la tête, et que la gravité dans cette zone est supérieure. A la face, les cyclistes non-casqués sont plus souvent touchés dans l'ensemble et pour les lésions sévères (AIS3+). Toutefois la fréquence des lésions modérées (AIS 2) est supérieure chez les casqués.

Tableau 5- Atteintes à la tête et à la face en fonction du port du casque

	Non casqués N=5562		**Casqués N=1432**	
Blessés à la tête	1078	**19,4%**	238	**16,6%**
Tête AIS 3+	118	**2,1%**	14	**1,0%**
Tête AIS 4+	60	1,1%	8	0,6%
Blessés à la face	1354	**24,3%**	265	**18,5%**
Face AIS2+	83	1,5%	28	2,0%
Face AIS3+	8	**0,14%**	1	**0,07%**

Lésions crânio encéphaliques

Parmi les 5045 cyclistes blessés au niveau de l'extrémité céphalique (tête et face), 2445 ont des atteintes à la tête.

Tableau 6 : Lésions crânio encéphaliques des cyclistes (2445 victimes, 2964 lésions)

	N lésions	%
perte de connaissance sans description lésionnelle ou traumatisme crânien sans précision	1558	52,6
lésions cutanées	983	33,2
lésions intracrâniennes	259	8,7
crâne	133	4,5
cervelet	8	0,3
nerfs	8	0,3
destruction massive crâne cerveau	7	0,2
tronc cérébral	6	0,2
plaie pénétrante	2	0,1

Les *pertes de connaissances sans lésion anatomique décrite* sont les atteintes les plus fréquentes, ce sont des traumatismes généralement bénins. Viennent ensuite les *lésions cutanées* (abrasions, contusions, plaies, perte de substance) les atteintes intracrâniennes (hémorragies péri-cérébrales ou intra-parenchymateuses), puis les lésions osseuses qui ne représentent que 4,5% des lésions.
Les lésions cutanées sont en grande majorité (99%) mineures (AIS1). Seules 21 plaies sont majeures (plus de 10cm, AIS2), et 3 hémorragiques (<20% de perte sanguine, AIS3).
Par la suite on s'intéressera aux lésions touchant le crâne et/ou son contenu, qui concernent 1,5% des cyclistes du Registre (n=222), et 9,0% des cyclistes touchés à la tête. Parmi eux 74, soit 3,0% des cyclistes touchés à la tête ont une association des deux, dont 7 destructions massives.
Les lésions intracrâniennes sont en fait majoritairement extra-cérébrales, et atteignent un peu moins souvent directement le parenchyme cérébral (Tableau 7).

Tableau 7- Nature et effectifs des lésions crânio-encéphaliques des cyclistes

Lésions intracrâniennes extracérébrales	
hématome extra-dural	37
hématome sous-dural	32
hémorragie sous arachnoïdienne	50
pneumoencéphalie	21
Cerveau : lésions parenchymateuses	
contusion	42
œdème	45
hématome intracérébral	26
lésions axonales diffuses, hémorragies intraventriculaires	6
Tronc cérébral	
contusion	1
lésion hémorragique	5
Cervelet	
contusion	4
Hématome intracérébelleux	1
Hématome sous-dural	2
Hémorragie sub-arachnoïdienne	1
Lésions osseuses (crâne)	
voûte	54
base	76
crâne sans précision	3
Destruction massive du crâne et du cerveau	7

Les hémorragies méningées et les œdèmes sont les lésions unitaires les plus fréquemment observées, puis les contusions et les hématomes extraduraux. Les hématomes extraduraux s'observent surtout chez les sujets jeunes (les ¾ ont moins de 45 ans), les hématomes sous-duraux chez les âgés (7 sur 10 ont plus de 45 ans
Les fractures concernent le plus souvent la base du crâne.
Les lésions du tronc cérébral, les plus graves, sont très rares, ainsi que celles du cervelet.

On observe que les lésions touchant le tronc cérébral, le cervelet, les nerfs crâniens, ainsi que les destructions massives du cerveau et du crâne ont concerné exclusivement des cyclistes non casqués. Les pertes de connaissance sans lésion décrite représentent la grande majorité des atteintes des cyclistes casqués, qui sont moins touchés à la peau, au crâne et au cerveau.

Tableau 8- cyclistes blessés à la tête ou à la face : nature des lésions à la face en fonction du port du casque

	238 cyclistes casqués		1078 cyclistes non casqués	
	N lésions	% lésions	N lésions	% lésions
perte de connaissance sans description lésionnelle ou traumatisme crânien sans précision	194	73,5%	668	49,3%
Lésions cutanées	43	16,3%	459	33,9%
cerveau	21	8,0%	150	11,1%
crâne	6	2,3%	65	4,8%
cervelet	0	-	4	0,3%
nerfs	0	-	4	0,3%
tronc cérébral	0	-	2	0,1%
Destruction crâne et cerveau	0	-	2	0,1%
Total	*264*	*100%*	*1354*	*100%*

Parmi les 222 victimes atteintes au crâne et/ou son contenu, 30 sont décédées, 42 conserveront probablement des séquelles cérébrales lourdes (IIS 3+), et 146 des séquelles cérébrales légères.
Ainsi 0,3% des cyclistes accidentés en 11 ans présentaient des lésions cérébrales susceptibles de laisser des séquelles sévères, et 1,0% des séquelles cérébrales légères.

Lésions faciales

Parmi les 5045 cyclistes blessés au niveau de l'extrémité céphalique, 3367 ont des atteintes à la face.

Tableau 9- Lésions faciales des cyclistes (3367 victimes, 4103 lésions)

	n lésions	%
peau	3203	78,1%
os	675	16,5%
bouche, dents	187	4,6%
yeux	29	0,7%
oreille interne	8	0,2%
nerf optique	1	0,0%

Les lésions cutanées sont les plus fréquentes et bénignes (en général), puis les atteintes osseuses.

Les fractures se répartissent ainsi :

Tableau 10- Fractures faciales

	n lésions	%
dents (fracture ou perte)	379	47,8%
nez	195	24,6%
mandibule	59	7,4%
maxillaire supérieur	44	5,5%
orbite	39	4,9%
zygoma	34	4,3%
articulation temporo-mandibulaire	29	3,7%
os faciaux SAP	10	1,3%
arcade alvéolaire	4	0,5%

Les fractures dentaires sont les plus fréquentes, suivies par le nez.
Seules 2 victimes présentaient une fracture avec un niveau de gravité sévère (AIS4), il s'agit de fractures de LeFort de type 3 (maxillaire) avec perte de sang > 20 % du volume.

Devenir

Tableau 11 - Devenir des cyclistes casqués et non-casqués

	non-casqués	casqués
Morts (n)	15	0
% morts sur total cyclistes	0,3%	-
% morts sur cyclistes touchés à la tête	1,4%	-
Séquelles lourdes IIS3+ à la tête chez les survivants (n)	20	3
% séquelles lourdes sur total cyclistes	0,4%	0,2%
% séquelles lourdes sur cyclistes blessés à la tête	1,9%	1,3%
% séquelles lourdes sur cyclistes blessés à la tête survivants	19,8%	21,4%

La totalité des morts (pour lesquels on connait le statut du casque) étaient non casqués.

Tableau 12 – Nature des lésions de la tête avec séquelles lourdes (IIS3+) prévisibles chez les cyclistes survivants casqués et non casqués

		Casqués 3 victimes	non-casqués 20 victimes
cerveau	hématome sous-dural	3	10
	contusion	0	2
	œdème	0	1
	hématome intracérébral	1	5
	lésions axonales diffuses, hémorragies intraventriculaires	1	1
tronc cérébral	lésion hémorragique	0	1
cervelet	hématome sous-dural	0	1
crâne	fractures complexe de voûte avec perte de tissu cérébral		1

Les séquelles lourdes sont majoritairement attribuables aux hématomes sous duraux.

Conclusion

Les lésions crâniofaciales du cycliste sont généralement peu graves, les atteintes les plus fréquentes concernent les téguments et les pertes de connaissance sans lésion anatomique décrite.
Les lésions mettant en jeu le pronostic vital et fonctionnel siègent principalement au niveau de la tête. Leur gravité est moindre chez les cyclistes casqués. Les hématomes sous-duraux sont des lésions sévères mettant en jeu très rapidement le pronostic vital et fonctionnel.
Le cycliste est particulièrement exposé aux lésions de la face ; elles sont souvent mineures (plaies cutanées ou des muqueuses), ou modérées au premier rang desquelles fractures dentaires ou des os du nez.

Normes actuelles relatives au casque de cycliste

Willinger R, Bourdet N, Deck D, Tournier J.

Université de Strasbourg, IMFS-CNRS, 2 rue Boussingault, 67000 Strasbourg
willi@imfs.u-strasbg.fr

Introduction

Elément de sécurité essentiel du cycliste, le casque est tout naturellement soumis à un contrôle de qualité et de performances dans le cadre de tests d'homologation. Parmi les tests normatifs exposés plus loin, ceux relatifs à la capacités d'absorbation du choc sont de toute première importance puisqu'ils mesure directement la pertinence de la protection vis-à-vis du traumatisme crânien. Dans la mesure où, du point de vue mécanique, un choc correspond à un changement de vitesse dans un court laps de temps, il est rappelé ici qu'un choc appliqué à la tête est d'abord caractérisée par la vitesse initiale relative entre la tête et la structure impactée et l'espace rendu disponible par le système de sécurité (épaisseur du casque) ainsi que les propriétés mécaniques de ce dernier. Ces trois grandeurs conditionnent alors le pulse d'accélération appliqué à la tête, lui même étant à l'origine du chargement inertiel intra-cérébral. Il apparaît ainsi que pour faire le point sur les aspects normatifs relatifs à un système de protection de la tête qu'elle qu'il soit, il nous faut comprendre, définir et éventuellement critiquer successivement :

- Les critères de blessure de la tête, appelées aussi limites de tolérance,
- Les conditions initiales des chocs à prendre en considération.

Couplés aux capacités technologiques actuelles, un compromis peut ensuite être défini entre scientifiques, industriels et politiques pour établir ou faire évoluer une norme.
Cet exposé propose de faire le point sur les critères de blessures de la tête et sur les conditions d'impacts considérés dans les normes actuelles puis analyse les limites et développements futurs possibles.

Critères de blessure de la tête

Depuis les années 1950 le monde de l'automobile s'est beaucoup intéressé aux limites de tolérances de la tête. Basé sur l'hypothèse qui consiste à dire que la tête humaine peut être modélisée par une masse de l'ordre de 4.8 kg et que les lésions sont directement reliées à l'accélération (ou la décélération) subie par la tête, la WSU (Wayne State Université) a conduit, dans les années1960 une série de tests sur pièce anatomique pour établir la fameuse WSU head tolerance curve rappelée en figure 1. Depuis cette époque il est admis que l'accélération que peut supporter la tête humaine dépend directement de la durée du pulse d'accélération. Des considérations sur l'énergie appliquée à la tête ont ensuite amenée la comunanté scientifique à accepter, en 1972, une mise en équation de l'intégrale de l'accélération subie par la tête durant le choc, à savoir le HIC (Head Injury Criteria) dont l'équation est rappelée ci-dessous. La limite de tolérance à des lésions sérieuse est alors établie à HIC=1000 depuis cette époque.

$$HIC = (t_2 - t_1)\left[\frac{1}{(t_2 - t_1)}\int_{t_1}^{t_2} a\,dt\right]^{2.5}$$

Cependant, depuis plus de trente ans, ce critère fait l'objet de sévères critiques parce qu'il ne rend pas compte des différents mécanismes de lésions possibles, parce qu'il n'intègre pas la direction de l'impact et surtout parce qu'il n'est basé que sur l'accélération linéaire alors que dès 1950 Omaya démontra l'importance de la composante rotatoire sur la survenue des lésions neurologiques. Enfin, notons qu'il

n'existe à ce jour que peu de travaux sur la limite de tolérance au choc de la tête de l'enfant et que les critères considérés ne sont basés que sur des hypothèses utilisant des facteurs d'échelle.

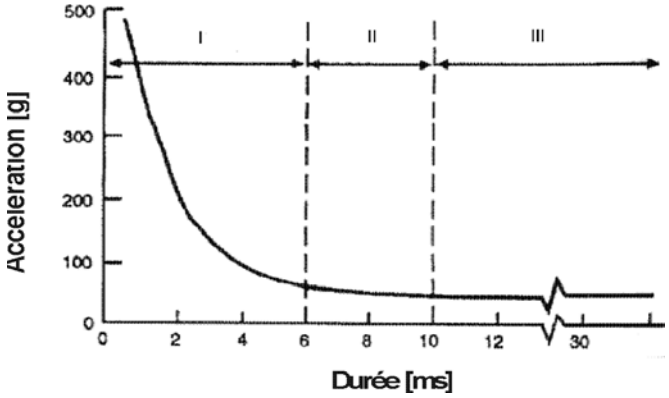


Figure 1 : Courbe de tolérance au choc WSUTC, proposée par la « Wayne State University » donnant l'accélération linéaire de la tête en fonction du temps. La lésion apparaît au-dessus de la courbe.

Aspects Normatifs de la protection du cycliste

Avant de préciser les termes des tests normatifs relatifs au caque du cycliste il est intéressant de rappeler comment les normes sur les systèmes de protections de la tête ont évoluées autour de la problématique du traumatisme crânien.

Pour le conducteur automobile, donc à l'intérieur de la voiture, la sévérité d'un éventuel impact crânien est mesurée grâce à des accéléromètres placés au centre de gravité de la tête d'un mannequin. En cas d'impacte de la tête le HIC est calculé sur la période du choc et le HIC doit être inférieur à 1000.

A l'extérieur de la voiture, donc pour le piéton, les tests normatifs prévoient depuis 2005, de catapulter une fausse tête de 4.5 kg à une vitesse initiale de 11m/s (39.6 km/h) contre un capot de voiture. Dans ce cas, l'espace de déformation sous capot est de l'ordre de 7 cm et le HIC autorisé varie de 1000 à 1700 selon les zones considérées.

En ce qui concerne le casque de motocycliste la norme prévoie des chocs utilisant une fausse tête de 4.5 kg, casquée et lâchée à une vitesse initiale de 7.5 m/s (27 km/h) contre une enclume plate ou en forme de cornière. Dans ce cas, l'espace d'arrêt disponible est de l'ordre de à 5 cm. Initialement le critère adopté lors de ce test était une limite en terme de pique d'accélération (limité à 200 G ou à 300 G sur une durée très courte). Depuis 2002, la nouvelle règlementation impose une limite en termes de HIC, avec une valeur maximale admise de … 2400. Depuis cette date un choc tangentiel est également imposé avec cependant une limitation exprimée en termes de force tangentielle maximum et non en termes d'accélération rotatoire.

Dans ce contexte, la norme relative au casque du cycliste EN 1078 considère une fausse tête casquée subissant deux types de chocs, l'un contre une enclume rigide plate à une vitesse initiale de 5.42 m/s (19.5 km/h) et l'autre contre une enclume de type cornière reproduisant la géométrie d'une bordure de trottoir, à une vitesse initiale de 4.57 m/s (16.5 km/h). Le critère de blessure adopté pour cette norme est un critère basé uniquement sur l'accélération maximum, puisqu'une limite d'accélération de 250 G est imposée pour ces tests. La figure 2 illustre ces conditions de choc de façon schématique et donne un aperçu du test réel. D'autres standards existent de part le monde mais ceux-ci sont assez semblables dans la mesure où les vitesses initiales sont proches de 5 à 6 m/s et que les limites de tolérances restent basées sur l'accélération, même si cette dernière est parfois limitée à 300 G sur un très court laps de temps (pas plus de 3 ms au dessus de 200 G).

Figure 2 : Illustration schématique du test de choc normatif relatif au casque de cycliste et configuration réelle du test.

En plus de la vérification des capacités de dissipation d'énergie lors du choc, le casque de cycliste est également soumis à des contrôles relatifs à son système de rétention comme montré en figure 3a. Ces essais consistent à laisser tomber une masse de 4kg jusqu'à une butée de chargement de la rétention et à mesurer les déplacements dynamique et résiduel de la fausse mâchoire.

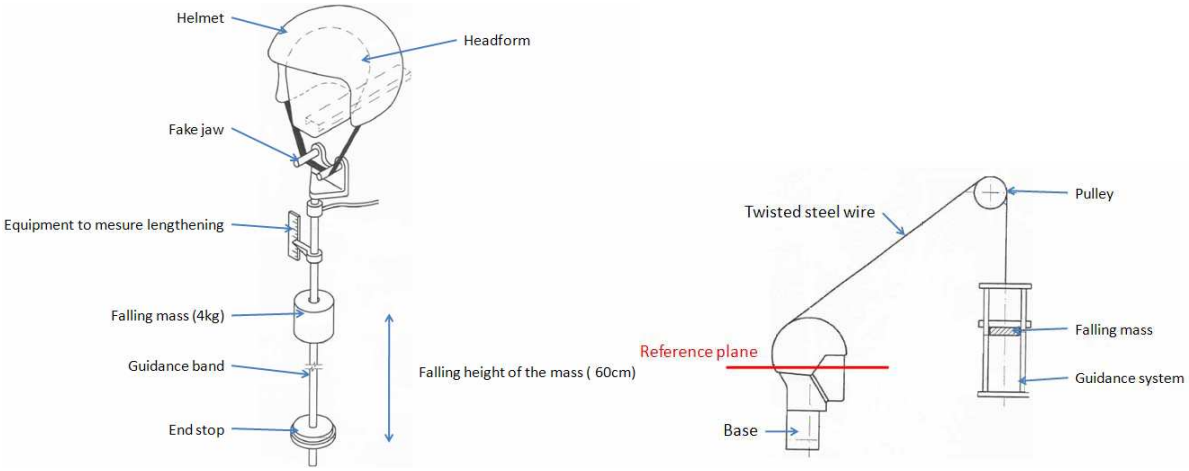


Figure 3 : Test du système de rétension 3a) et de la stabilité du casque sur la tête 3b)

Enfin un dernier test vérifie la stabilité du casque sur la tête comme illustré en figure 3b. Cet essai consiste à laisser tomber une masse de 10kg d'une hauteur de 175 mm et à vérifier que le casque ne se désolidarise pas de la tête.

Limites et développements futurs

Les limites des normes actuelles se situent d'abord au niveau des critères de blessure pris en considération. Une première avancée serait de considérer le HIC plus tôt que l'accélération maximale, tout comme dans les autres normes de protections de la tête. Ensuite il faut rappeler que des considérations sur les mécanismes de lésions et l'élaboration de modèles numériques ont permis d'établir des critères de blessures plus réalistes. En effet, ces modèles ayant été utilisés de façon intensive pour la simulation de nombreux traumatismes crâniens réels, il a été possible de dériver des limites de tolérance spécifiques à des mécanismes de lésions donnée. Ainsi un risque de 50% d'apparition des lésions suivantes a été déterminé pour les paramètres mécaniques correspondants :

- Fracture du crâne : Energie de déformation de 0.86 J
- Hématome sous dural : Pression minimale de 135 kPa

- Lésion neurologique modérée : Cisaillement de 25 % (ou 26 kPa)
- Lésion neurologique sévère : Cisaillement de 35 % (ou 33 kPa)

Cet outil numérique de prédiction des lésions peut alors être couplé à l'essai de choc normatif afin de calculer non seulement le HIC, mais aussi le niveau de risque de fracture, d'hématome sous dural et de lésion neurologique. Une première proposition dans ce sens est illustrée en figure 4 pour le choc piéton et le casque de motocycliste. Une approche équivalente est possible pour le casque cycliste.

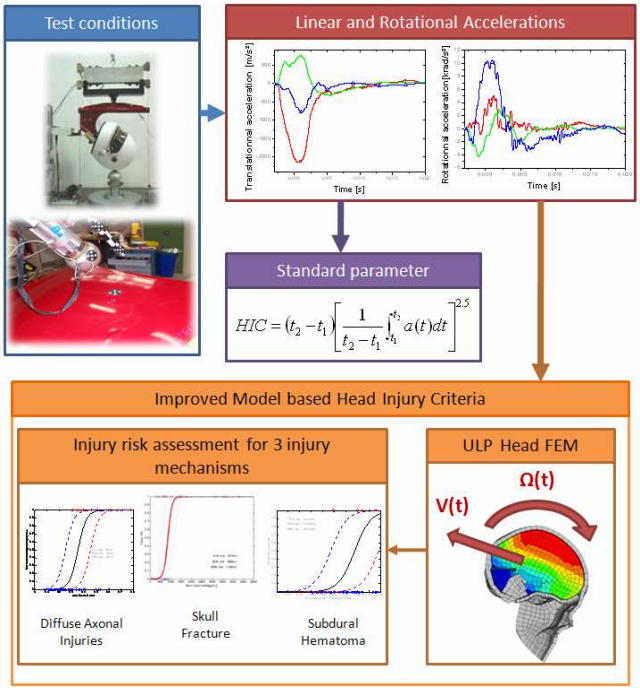


Figure 4 : Méthode couplée, expérimentale - numérique d'évaluation et d'optimisation d'un système de protection qui peut être appliqué au casque de cycliste.

Concernant la vitesse initiale du choc retenu pour les normes de casque de cycliste, la vitesse de 5,42 m/s est proche des vitesses rencontrées en cas de chute seul. Néanmoins, en cas de collision avec une voiture, ces vitesses peuvent être bien plus élevées. Otte 2000 rapporte que 90 % des accidents ont lieu à des vitesses inférieures à 11 m/s. D'après l'étude de Ching et al 1997, 57 % des collisions ont lieu à des vitesses inférieures à 6.7 m/s. Par ailleurs les vitesses d'impactes issus de la littérature ne sont qu'un premier élément du problème, dans la mesure où la cinématique du cycliste est rarement calculée et peut déférée de façon sensible de la vitesse des véhicules. Enfin, pour fixer une vitesse dans le cadre d'un choc normatif, il est essentiel aussi de définir avec précision la limite théorique d'une protection maximale pour l'épaisseur de casque considéré. Pour finir, une réflexion doit être menée pour intégrer également dans les normes futures, la composante tangentielle de l'impact, ce qui conduira à terme à intégrer la protection à l'accélération angulaire dans la conception des casques futurs.

Comparaison de cas observés de cycliste accidenté sans casque puis reconstruits numériquement avec casque

Willinger R, Bourdet N, Deck C, Munsh M, Tournier J

Université de Strasbourg, IMFS-CNRS, 2 rue Boussingault, 67000 Strasbourg
willi@imfs.u-strasbg.fr

Introduction

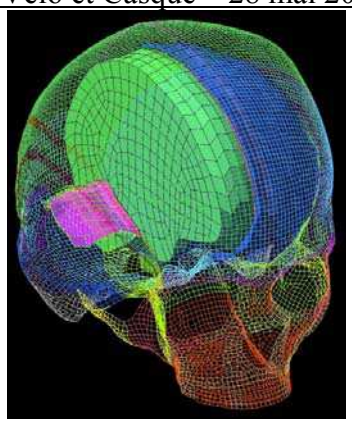
Le traumatisme crânien du cycliste a fait l'objet de peu d'études, comparativement à celui du piéton ou du motocycliste, surtout quant à son analyse biomécanique. Ainsi la protection apportée par le casque, si elle apparaît comme évidente n'a cependant pas été chiffrée et les limites du niveau de protection offert par ce système de protection sont encore mal connues.
Dans le but de chiffrer l'efficacité du casque de cycliste en situation d'accident réel en termes de risque lésionnel, il est proposé dans cette étude de reconstruire numériquement l'impact crânien dans une configuration d'accident classique de chute seule pour un cycliste casqué et non casqué. Cet exposé s'articule autour de la description générale de la méthodologie adoptée puis se focalise sur deux cas d'accidents précis avant de conclure et d'envisager des développements futurs.

Méthode

La reconstruction d'un traumatisme crânien de cycliste passe par trois phases essentielles faisant appel à des méthodologies propres.
L'analyse détaillée de l'accident est traitée par des équipes spécialisées qui recueillent les informations relatives aux conditions de l'accident, au matériel et à son endommagement ainsi qu'aux caractéristiques de la victime et à ses blessures.
La reconstruction de la cinématique de la victime fait appel à la simulation multi corps. Cette première simulation est essentielle pour connaître les conditions de choc exactes de l'impact de la tête en termes de position, de vitesse relative et de structure impactée. Elle suppose l'élaboration de modèles articulés du corps humain puis de positionner ce modèle dans des conditions initiales de position et de vitesse qui sont celles de l'accident réel. Cette simulation nécessite dans le cas présent le développement d'un modèle de vélo et, le cas échéant, d'un modèle de face avant de véhicule automobile. Un exemple de ce type de simulation est illustré en figure 1.

Figure 1 : Exemple de simulation de la cinématique du cycliste dans le but de définir les conditions initiales du traumatisme crânien.

La dernière étape qui consiste à simuler le traumatisme crânien lui-même nécessite un modèle éléments finis détaillé de la tête humaine tel qu'illustré en figure 2.



Figue 2 : Modèle éléments finis de la tête humaine développé par l'Université de Strasbourg.

Ce modèle ayant été utilisé de façon intensive pour la simulation d'une centaine de traumatismes crâniens réels, il a été possible de dériver des limites de tolérance spécifiques à des mécanismes de lésions donnée. Ainsi un risque de 50% d'apparition des lésions suivantes a été déterminé pour les paramètres mécaniques correspondants :

- Fracture du crâne : Energie de déformation de 0.86 J
- Hématome sous dural : Pression minimale de 135 kPa
- Lésion neurologique modérée : Cisaillement de 25 % (ou 26 kPa)
- Lésion neurologique sévère : Cisaillement de 35 % (ou 33 kPa)

Chute d'un cycliste seul

Une simulation de chute seule de cycliste a été réalisée. Elle n'est pas basée sur un cas d'accident réel mais correspond à un cas typique. Pour réaliser cette simulation, un vélo de ville pour homme a été développé sous Madymo et le modèle TNO pedestrian 50 percentiles de Madymo a été utilisé comme cycliste. Le vélo a des roues d'un diamètre de 68cm et le modèle de piéton debout a été mis à l'échelle d'un homme de 1m80 pesant 80 kg avant d'être positionné sur le vélo. L'accident étudié correspond à l'impact d'un cycliste arrivant à 4m/s sur la bordure d'un trottoir avec un angle de 11.5° par rapport à la normale. Cet accident se produit sur route sèche, le cycliste est droit sur son vélo et les roues sont alignées. Suite à l'impact de la roue avant sur le trottoir, différentes zones du cyclistes heurtent le vélo. Le premier impact entre le cycliste et le sol a lieu au niveau de son pied gauche. Ensuite son flanc gauche va heurter le sol (bras et épaule) avant que la tête elle-même impacte le trottoir. Cet impact concerne la zone pariétale gauche de la tête et la vitesse verticale de la tête à cet instant est de 3.4 m/s. Pour finir c'est la hanche gauche du cycliste qui va heurter le sol. Cette cinématique est illustrée en figure 3 alors que les figures 4 et 5 représentent respectivement la simulation du traumatisme crânien sans et avec casque.

Figure 3. Simulation numérique multi corps de l'accident du cycliste en chute seule.

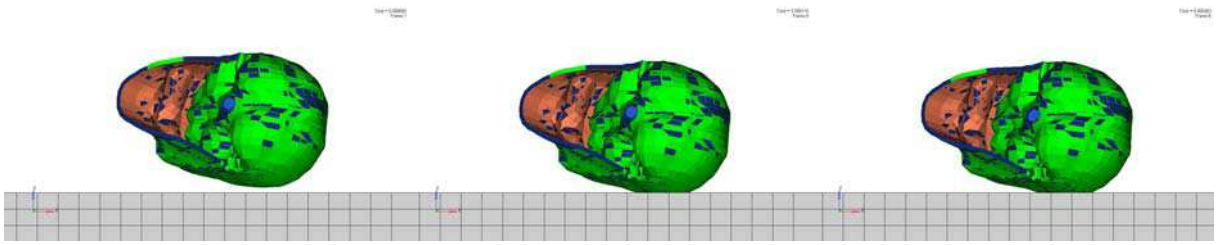


Figure 4. Simulation numérique par éléments finis de l'impact de la tête sans casque de vélo.

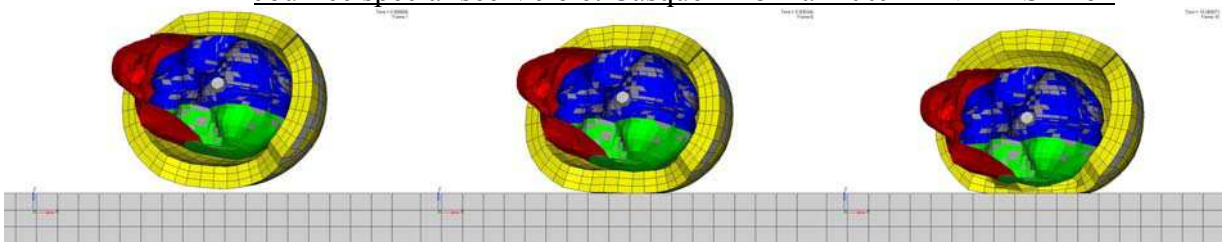


Figure 5. Simulation numérique par éléments finis de l'impact avec casque de vélo.

Les résultats de cette simulation en termes de réponse de la tête sont résumés au tableau 1 où sont rapportés aussi les risques de traumatisme crânien. Il y apparaît très clairement que pour ce cas de chute relativement classique de traumatisme crânien modéré est quasi inéluctable et le risque de blessure grave est de l'ordre de 30%. Dans le cas où le casque est porté, au contraire, le risque de lésion est quasi nul.

Tableau 1 : Présentation synthétique de la réponse mécanique de la tête en cas de chute seul sans et avec casque de cycliste.

Configuration accident	Paramètre mécanique	Risque lésionnel
Sans casque	$\sigma_{von\ mises}$ = 30 kPa	82% risque DAI modérée 29% risque DAI sevère
	$P_{min\ CSF}$ = -149 kPa	73% risque SDH
Avec casque	$\sigma_{von\ mises}$ = 8.6 kPa	<< 1% de risque DAI modérée
	$P_{min\ CSF}$ = -56 kPa	<< 1% de risque SDH

Discussion et conclusion

La biomécanique du traumatisme crânien n'a jusque là fait l'objet que de peu d'études approfondies, ce qui a pour conséquence que les conditions de choc rencontré par cet usager vulnérable sont encore mal connus. Il apparaît toute fois à travers la présente analyse qu'en cas de chute seule à vitesse modérée, le casque permet d'éviter toute lésion alors que des risques de lésions importants apparaissent lorsque le casque n'est pas porté.De telles analyses pourront dans le futur être conduites pour de plus larges gammes de situations de chocs, notamment en cas d'impact avec une voiture automobile. L'analyse biomécanique détaillée de traumatismes crâniens sans et avec casque permettra également d'éclaircir certaines observations épidémiologiques, tel par exemple Kim et al 2007 qui rapportent que si le casque est porté la victime à plus souvent des lésions neurologiques que des fractures du crâne, alors que c'est le contraire chez le sujet non casqué. Cette évidence cache en fait tous les cas qui ne sont pas observée en milieu hospitalier, à savoir les cas létaux chez les non casqués et les cas sans blessure chez le casqué. Finalement cette étude illustre l'efficacité du casque pour le cas d'accident considéré mais présente également les outils nécessaires à la définition du domaine de protection possible d'un tel casque ainsi qu'à son optimisation vis-à-vis de critères biomécaniques.

Analyse d'une base de données de 800 casques cyclistes endommagés

Thierry Serre (serre@inrets.fr)
Laboratoire de Biomécanique Appliquée, UMRT 24 INRETS-Université de la Méditerranée
Faculté de médecine nord, Bd. P. Dramard, 13916 Marseille

Introduction

Plusieurs études ont été menées en vue de prouver l'efficacité des casques cyclistes pour protéger la tête en cas d'impact [MIL 03, ROB 06, SNE 96, THO 89]. Les conclusions de ces études restent cependant mitigées notamment à cause du manque de données sur le comportement du casque lui-même lors d'un choc. C'est pourquoi une analyse directe de casques ayant subis des impacts s'avérait judicieuse afin de mieux appréhender les zones les plus exposées lors d'accidents ou de chutes. L'objectif de ce travail consistait donc à dresser un bilan statistique sur les paramètres pertinents permettant d'apporter des éléments de réponses aux questions suivantes: Quelles sont les zones du casque les plus endommagées ? Quelle est la gravité de ces déformations? En fonction du type du casque, de sa taille, de ses aérations, etc.

Matériel et méthode

En accord avec l'importateur des casques Giro[1] en Europe, des casques accidentés ont été collectés jusqu'à la fin de l'année 1998 auprès d'utilisateurs. Les usagers ayant chuté devaient rapporter leur casque endommagé et recevaient en échange un casque neuf. Tous les casques colligés étaient alors numérotés, leurs déformations analysées et codifiées dans une base de données.

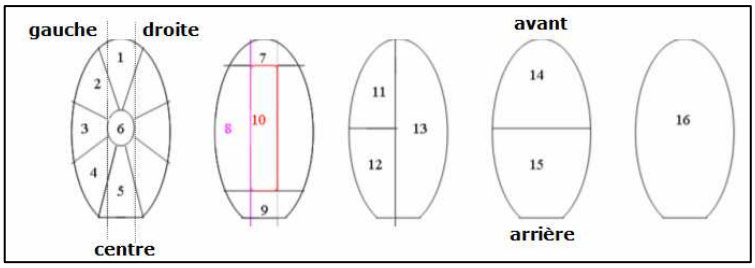
Globalement, un casque est constitué d'une coque moulée en mousse EPS ou EPP ou EPU (polystyrène, polypropylène ou polyuréthane expansé) recouverte par une coque plastique protectrice qui a pour principal intérêt la décoration. Le terme "coque" désignera donc par la suite l'élément extérieur en plastique renforcé de fibre de verre ou en polycarbonate et décoré qui recouvre la partie en mousse du casque. Cette coque protège le casque en lui-même des agressions des branches, petits chocs, etc. qui pourraient abîmer sa structure mais du fait de sa fine épaisseur (environ 1 mm), elle n'a pas pour fonction de réellement absorber de l'énergie. Toutefois, cette coque participe à maintenir une cohésion de la mousse en cas de rupture de cette dernière.

Le terme "casque" désignera quant à lui la partie en mousse, c'est-à-dire la structure absorbante. Parmi les caractéristiques du casque prises en compte dans notre étude, nous dénoterons plus particulièrement:

- Les aérations : elles sont présentes sur tous les casques, en plus ou moins grand nombre. deux catégories sont extraites de la base de données : les casques comportant un nombre important de ventilations (plus de 20 aérations) et ceux comportant un nombre restreint de ventilations (de 9 à 13 aérations).
- La taille : trois catégories correspondant à trois morphologies distinctes ont été considérées : petite taille "S" (de XXS à S), taille moyenne "M" (de S/M à M/L) et grande taille "L" (de L à L/XL).
- La structure interne : certains modèles possèdent une structure en plastique rigide à l'intérieur de la structure en mousse qui constitue le casque. Cette structure permet une meilleure résistance en conditions extrêmes (chaud, froid, humidité), lors de chocs multiples, et permet des ventilations plus larges sans compromettre l'intégrité du casque en cas de choc [CHI 92].

Concernant la codification des zones d'impact, la méthodologie utilisée a été largement inspirée de celle proposée par Thompson *et al.* [THO 97]. Elle impose de découper la surface extérieure en plusieurs zones élémentaires reconstituant le casque. La méthode la plus appropriée semble alors une découpe verticale différenciant la zone inférieure qui protège la nuque et les tempes (généralement non recouverte d'une coque plastifiée) de la zone supérieure recouverte d'une coque. A cette première découpe s'ajoute une localisation horizontale (avant, arrière, gauche, droite) pour compléter la description. Cette codification présente l'avantage de donner directement un aperçu de la taille de la zone endommagée en fonction de la surface totale du casque (figure 1).

[1] http://www.giro.com/



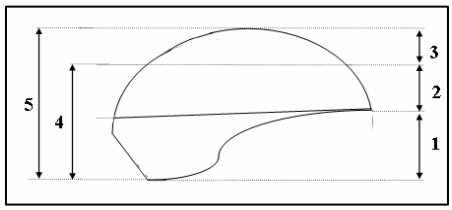


Figure 1 : Codification des zones endommagées sur les casques. A gauche, la localisation horizontale de l'impact (LHI), à droite, la localisation verticale (LVI).

Des informations supplémentaires sur l'état du casque ont été renseignées comme les dégâts superficiels (sur la coque uniquement) des dégâts importants affectant la structure interne du casque, et impliquant une absorption d'énergie de la part de la structure en mousse.
La gravité des endommagements a été codifiée à l'aide d'une échelle allant de 0 à 3 de la manière suivante: 0 correspond à un casque intact, 1 à une déformation, 2 à un casque fendu mais homogène, 3 à une rupture du casque (perte de l'intégrité).

Résultats

La base est constituée de 862 casques, pour la grande majorité de marque Giro. Les casques correspondent à des types "route" ou "VTT randonnée" qui sont basés sur la même structure (le type "VTT" est doté d'une visière) (figure 2).

Figure 2 : Exemples de casques endommagés

Sur ces 862 casques, on a relevé 999 impacts. Dix-sept modèles différents ont été traités, dont 9 fournis en plus de 10 exemplaires. Parmi ces 17 modèles, quatre représentent plus des trois quarts du nombre total de casques (341 casques « Ventoux » , 115 « Helios », 114 « Airblast », 99 « Supermoto »). Cinq casques ne présentent pas de trace apparente d'impact.
D'un point de vue général, dans le cas des impacts suffisamment violent pour endommager la structure du casque, on ne constate pas de différence entre la zone affectée sur la coque plastique et le casque en lui-même. En effet, la coque protectrice n'est pas suffisamment épaisse pour permettre une répartition de la charge sur une zone plus large. On ne distinguera donc pas, pour un même impact, les zones touchées sur la coque et sur le casque.
La figure 3 suivante fournit la répartition générale des impacts en fonction de leur localisation horizontale (LHI) et verticale (LVI).

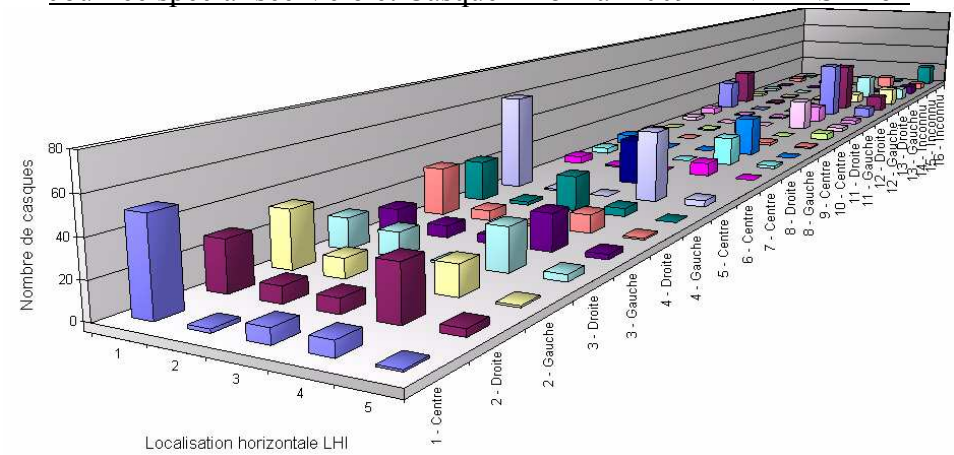


Figure 3 : Répartition générale des impacts

Au niveau de la localisation horizontale des impacts (LHI), on ne note pas de grande différence entre les différentes zones (figure 4). On note cependant une prédominance hautement significative des défauts à l'arrière du casque (20 % des impacts sur la zone occipitale). Cependant on a constaté à plusieurs reprises une cassure à cet endroit alors que l'impact était situé ailleurs, il faut donc relativiser ce résultat. Enfin, on ne note pas de différence flagrante entre le nombre d'impacts à gauche et à droite. Concernant la localisation verticale (LVI) on constate une présence plus fréquente de chocs au niveau 1 (46 %), c'est-à-dire sur les bords du casque, que sur les zones 2 et 3 qui correspondent aux parties supérieures du casque (figure 4).

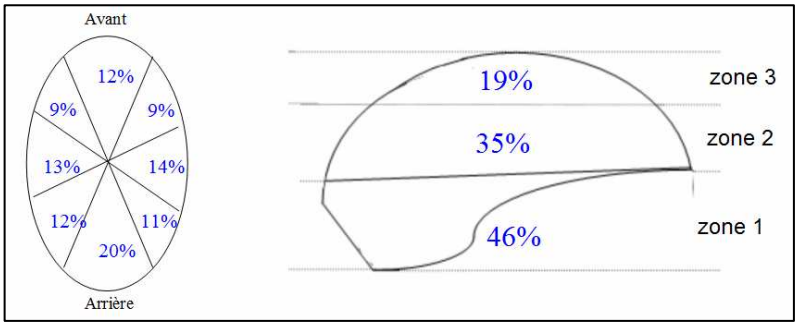


Figure 4 : Répartition des impacts selon les zones LHI et LVI

La fréquence des gravités des impacts est fournit par la figure 5 et la valeur moyenne de la gravité des impacts est de 1,4.

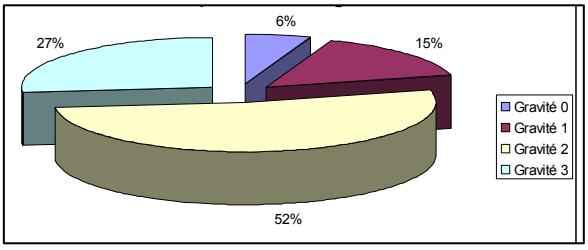


Figure 5 : Fréquence du type de gravité d'impact

En ce qui concerne les endommagements en fonction de la taille des casques, on constate que pour des chocs peu graves à moyennement graves, une proportion plus importante de casques de grande taille est concernée. Cette tendance s'inverse avec les différents types de ruptures (gravité 3) qui concernent plus les casques de petite taille et de taille moyenne.

Parmi tous les casques de la base de données, nous avons pu déterminer la présence ou l'absence de structure interne pour 788 casques sur 862. On constate une rupture dans 27,5 % des cas (157 casques endommagés) pour la catégorie "avec structure interne" (570 casques au total dans cette catégorie) contre 34 % des cas (74 casques endommagés) pour l'autre catégorie (218 casques au total dans cette catégorie).

La différence entre ces deux catégories est hautement significative et on peut donc en déduire que la présence d'une structure interne permet d'améliorer la tenue de la structure mousse qui l'entoure.
En ce qui concerne le nombre de ventilations, on constate 35 % de ruptures parmi tous les casques endommagés ayant un grand nombre d'aérations contre 30 % pour le second groupe. Notons que les ruptures sont souvent constatées au niveau occipito-latéral où une ventilation fragilise beaucoup le casque (faible section de la mousse). Il semble donc qu'un nombre important de ventilations implique un nombre plus conséquent de ruptures, et fragilise donc le casque par rapport à un modèle moins ventilé.

Conclusion

Cette analyse permet d'avoir une vision statistique des endommagements des casques cyclistes telle que l'on peut observer en accidentologie sportive ou routière.
L'impact est quasiment équiprobable suivant un plan horizontal de la tête. On note cependant une légère prédominance au niveau de la zone occipitale. Les impacts sont beaucoup plus fréquents au niveau de la partie basse (sur les bords) du casque qu'au sommet. La gravité des chocs est également plus importante sur la partie basse. La répartition des impacts sur le casque ne varie pas significativement selon le modèle de casque étudié. Les casques de petite taille sont plus exposés à des chocs graves comparés aux casques de grande taille. A l'opposé, les casques de grande taille subissent plus de chocs faibles ou modérés que les petits casques. La présence d'une structure interne et d'un nombre réduit de ventilation permet de diminuer les risques d'éclatement du casque lors d'un choc.
Plusieurs zones apparaissent ainsi comme moins endommagées (zone du vertex par exemple) alors que la norme impose par exemple des tests d'impact sur ces dernières. Ces résultats devraient donc permettre à plus long terme la mise au point de protocoles pour simuler les conséquences du choc cycliste. Ces tests doivent conduire à l'amélioration de la structure et de la forme générale des casques et permettre une protection améliorée du segment céphalique chez le cycliste.
Enfin, il faut noter que l'efficacité de la protection de la tête par un casque ne sera jamais totale à cause de nombreux facteurs. Une taille mal adaptée, un casque mal positionné ou mal attaché, ou encore un impact sur une zone non couverte par le casque sont autant de raisons qui font que la protection ne pourra jamais atteindre une efficacité totale.

Références

[CHI 92] Chiarella MA, *Protective helmet having internal reinforcing infrastructure,* United States Patent 5088130, février 1992, http://www.freepatentsonline.com/5088130.html
[MIL 03] N.J. Mills, A. Gilchrist, *Reassessing bicycle helmet impact protection*, IRCOBI conference on the biomechanics of impacts, 2003, p15-26
[ROB 06] Robinson, *No clear evidence from countries that have enforced the wearing of helmets*, British Medical Journal, Vol. 332, 2006, p. 722-725, BMJ publishing group
[SNE 96] *Circumstances and Severity of Bicycle Injuries: Summary Report of Harborview Helmet Studies*, 1996, http://www.smf.org/articles/report.html
[THO 89] RS Thompson, FP Rivara, DC Thompson, *A case-control study of the effectiveness of bicycle safety helmets,* The New England Journal of Medicine, 1989Vol 320, No 21, 25 mai, p. 1361-1367
[THO 97] R. Thompson, R. Ching, D. Thomas, W. Chilcott, F. Rivara, *Damage to bicycle helmets involved with crashes*, Accident Analysis and Prevention, Vol. 29, No 5, 1997, Elsevier

Bibliographie sur l'obligation du port du casque dans différents pays, et ses effets en termes de traumatologie et de pratique du vélo

Aymery Constant, Equipe Avenir Prévention et Prise en Charge des Traumatismes (PPCT), INSERM Unité 897

Les traumatismes crâniens sont la cause de 75% des décès et de la plupart des séquelles graves chez les cyclistes accidentés, mais l'usage du casque reste peu répandu en France où la pratique n'est pas rendue obligatoire par la loi. Obliger les cyclistes à porter un casque semble être une mesure de bon sens pour réduire la mortalité liée au vélo, mais une telle décision devrait être fondée sur des recommandations issues de la recherche scientifique.

Cette approche est toutefois compromise car il n'existe pas de consensus clair sur l'intérêt, en termes de santé publique, d'une telle mesure coercitive, et une controverse tenace anime les chercheurs et les acteurs de la sécurité routière à ce sujet. Si les études hospitalières de type cas-témoins montrent un effet protecteur indubitablement important du casque de vélo en cas de choc à la tête, les résultats des études écologiques obtenus dans les pays ayant promulgué une loi coercitive ne sont pas à la hauteur des espérances et certains auteurs évoquent même l'existence d'effets négatifs qui rendraient ce type de mesure contre-productive pour la sécurité des cyclistes.

Nous passerons en revue les différentes études citées par les auteurs des deux camps, ainsi que les conclusions contradictoires qu'ils ont tirées de l'analyse de ces données. Enfin, nous évoquerons les pistes de recherche à explorer pour sortir d'une telle impasse.

Études cas-témoins sur l'effet du casque : bibliographie et résultats issus du Registre du Rhône

Emmanuelle Amoros, Mireille Chiron
emmanuelle.amoros@inrets.fr

UMRESTTE, INRETS-InVS-UCBL

Contexte

Un certain nombre d'études cas-témoins sur l'effet du casque ont été réalisées, essentiellement en pays anglo-saxons et nordiques ; des revues de la littérature, notamment l'étude Cochrane (Thompson et al. 2006) et des méta-analyses (Attewell et al. 2001) ont également été publiées. La plupart de ces études cas-témoins se sont basées sur une population de cyclistes blessés, où les cas sont ceux qui sont blessés à la tête, et les témoins ceux qui ne sont pas blessés à la tête, mais donc qui sont blessés ailleurs. Cela signifie que les personnes victimes d'un accident de vélo, mais indemnes de blessure, éventuellement parce qu'elles auraient bénéficié de l'effet protecteur d'un casque, ne sont pas incluses dans l'étude (biais de sélection). Cela signifie que l'effet protecteur estimé dans ces études est une sous-estimation de l'effet réel apporté par le casque. Très peu d'études ont utilisé pour témoins, des cyclistes non blessés.
Les études cas-témoins menées ont montré un effet protecteur du casque sur la présence de blessures à la tête. Quelques critiques subsistent : ces études cas-témoins portent sur les années fin 80-début 90, et une grande partie des casques portés alors était à coque rigide ; il faut donc évaluer l'efficacité des casques portés actuellement, plutôt à coque souple. Il reste aussi à confirmer son effet protecteur selon le type d'accident : avec ou sans collision contre un véhicule motorisé (Hansen 2003).
Nous proposons d'apporter notre contribution à l'étude de cet effet, en réalisant une étude cas-témoins en France. Nous nous basons sur le Registre du Rhône des victimes d'accidents de la circulation routière.
Nous avons défini un cadre d'étude cas-témoins tel qu'il satisfasse aux critères d'inclusion de la revue Cochrane de la littérature, afin d'être directement comparable et afin d'être éventuellement inclus dans une mise à jour de cette revue.

Matériel et méthode

Le Registre des victimes d'accidents de la circulation routière dans le Rhône existe depuis 1995. Il recense les victimes de la circulation routière dans le département du Rhône qui consultent un service hospitalier (public ou privé) suite à leur accident. Ainsi, en moyenne annuelle sur la période 1996-2004, le Registre comptabilise environ 1400 victimes cyclistes (alors que le fichier des forces de l'ordre en comptabilise environ 130). La période d'étude est 1996-2006 et le nombre de cyclistes blessés est de 14432.

Le Registre dispose des données lésionnelles consolidées. Pour chaque victime, les blessures diagnostiquées et décrites par le corps médical de chaque service hospitalier consulté sont transmises au registre. Elles sont codées par le médecin du Registre selon la classification AIS (Abbreviated Injury Scale). Cette classification est informative sur la région corporelle, la structure anatomique, le type d'atteinte lésionnelle et la gravité immédiate. Ce score va de 1 à 6, où AIS 1=blessure mineure, AIS 2=blessure modérée, AIS 3= blessure sérieuse, AIS 4= blessure sévère, AIS 5= blessure critique, AIS 6= blessure au-delà des ressources thérapeutiques.

Nous conduisons une première étude cas-témoins. L'événement de santé étudié est la présence de blessures graves à la tête, en fonction du port ou non du casque. Les cas sont donc les cyclistes blessés

gravement à la tête, et les témoins sont les cyclistes non blessés gravement à la tête. L'exposition étudiée est le port du casque au moment de l'accident (oui / non / non renseigné). Les facteurs de confusion qui sont pris en compte sont l'âge, le sexe, et la gravité de l'accident (violence du choc subie lors de l'accident).

La violence du choc est approchée par des caractéristiques de l'accident : présence/absence d'un antagoniste motorisé, nuit/jour, type de route, type de trajet (privé / lié au travail), ZAUER (zonage en aires urbaines et pôles d'emploi de l'espace rural, regroupé en urbain/ péri-urbain / rural), mais nous ne disposons pas de la vitesse des impliqués lors de l'accident. La gravité du choc peut également être approchée par la gravité globale des blessures (en excluant celles de la tête et de la face puisque ces dernières sont directement liées avec le facteur étudié : le port du casque)

Nous définissons les blessures graves comme des blessures AIS 3+. La gravité hors tête et face est mesurée par l'ISS hors tête et face. L'ISS (Injury Severity Score) est égale à la somme des scores de gravité AIS élevés au carré, des 3 régions les plus gravement atteintes (hors tête et face).

Nous conduisons une seconde étude cas-témoins, cette fois en étudiant la présence de blessure(s) à la tête, quelle que soit leur gravité (i.e. AIS 1+). Les cas sont alors les cyclistes blessés à la tête et les témoins les cyclistes non-blessés à la tête. L'exposition étudiée et les facteurs de confusion sont les mêmes.
Cette étude permet d'être plus proche des études parues dans la littérature mais cela correspond à une hypothèse de protection un peu différente : le casque protégerait de la présence de toute blessure à la tête.

Pour chaque analyse, nous conduisons une régression (logistique) multivariée afin de prendre en compte les facteurs de confusion, et obtenons une estimation de sur ou sous-risque sous forme d'odds ratios. Ceux-ci sont ici une approximation de risques relatifs (RR) : un risque relatif de 3 (significativement différent de 1), s'interprète comme : 3 fois plus de risque ; un risque relatif de 0.5 (significativement différent de 1) comme 0.5 fois moins de risque ou encore comme un risque divisé par 2 (1/0,5).

Résultats

L'étude porte sur 14432 cyclistes blessés. Parmi ceux-ci, 2245 sont blessés à la tête, dont 219 gravement.

1ère étude : blessures graves à la tête
L'analyse univariée de l'effet du port du casque donne un OR égal à 0,45 ; IC à 95%=[0.26-0.80].

L'analyse multivariée, ajustée sur âge, sexe, ISS-hors-tête-face, type de trajet (privé vs lié au travail), antagoniste, type de route, ZAUER (urbain / périurbain / rural) donne **un OR égal à 0,33, IC à 95%=[0,18-0,60]** ; en d'autres termes, les cyclistes casqués ont un risque de blessure grave à la tête divisé par 3,1 par comparaison aux cyclistes non casqués.

Les analyses séparées selon le type d'antagoniste donnent les résultats suivants : dans les accidents de vélo contre un véhicule motorisé, les cyclistes casqués ont un OR de 0.31 ; IC à 95%= [0.12-0.79] de blessure grave à la tête par comparaison aux cyclistes non-casqués. Dans les accidents de vélo autre, l'OR est de 0.34 ; IC à 95%= [0.16-0.74]

Par similarité avec les études incluses dans la revue Cochrane, une analyse multivariée ajustée sur seulement trois facteurs de confusion : âge, sexe, type d'antagoniste, donne un OR égal à 0,35, IC à 95%=[0,20-0,62].

2ème étude : blessures à la tête, quelle que soit leur gravité

L'analyse univarié donne un OR de 0,83 ; IC à 95%= [0.71-0.97].

Le modèle multivarié ajusté sur âge, sexe, ISS-hors-tête-face, type de trajet (privé vs lié au travail), antagoniste, type de route, ZAUER (urbain / péri-urbain / rural) donne **un OR de 0,78** ; **IC à 95%=[0,66-0,93]** ; en d'autres termes le risque de blessure à la tête (quelle que soit la gravité) chez les cyclistes casqués est divisé par 1,3 par comparaison aux cyclistes non casqués.

Les analyses séparées selon le type d'antagoniste donnent les résultats suivants : dans les accidents de vélo contre un véhicule motorisé (n=3394), les cyclistes casqués ont un OR de 0.75 ; IC à 95%= [0.55-1.03] de blessure grave à la tête par comparaison aux cyclistes non-casqués. Dans les accidents de vélo autre (n=11038), l'OR est de 0.78 ; IC à 95%= [0.64-0.96].

Le modèle multivarié semblable à Cochrane, ajusté seulement sur âge, sexe et type d'antagoniste donne un OR égal à 0,80 ; IC à 95%=[0,68-0,93]

Discussion

D'après ces résultats le casque a un effet protecteur plus marqué pour les blessures graves à la tête que pour les blessures à la tête toutes gravités ; en d'autres termes, il réduit plus la gravité des blessures à la tête que la présence de blessures à la tête.
Les analyses séparées selon le type d'antagoniste, motorisé ou pas, montrent un effet similaire du casque contre les blessures graves à la tête dans les deux configurations d'accident.

Nos résultats vont dans le même sens que la revue Cochrane : nous trouvons un effet protecteur. Cependant l'effet protecteur mesuré ici est de moindre ampleur : nous avons ici un OR de 0,8 pour les blessures à la tête, quelle que soit leur gravité, alors qu'ils sont autour de 0,3 dans la revue Cochrane (Thompson, 2006), et qu'il est de 0,4 selon la méta-analyse (Attewell, 2001). Pour les blessures graves à la tête, l'odds ratio est ici de 0,33 alors qu'il est de 0,15 dans la seule étude de Cochrane qui les étudie. Il se pourrait que cela provienne d'un changement dans les types de casque : moins de casques à coque rigide et plus de casques à coque souple, mais d'une part nous avons peu d'informations pour mesurer ces évolutions de répartition ; d'autre part, nous avons peu d'informations sur l'efficacité spécifique de chaque type de casque. Une étude récente en Norvège (Hansen 2003) donne un OR ajusté de 0.22 pour les casques à coque rigide et de 0,68, mais non significativement inférieur à 1, pour les casques à coque souple.

Il est à noter que cette étude est basée sur un grand nombre de sujets : 14432 (alors que les études incluses dans la revue Cochrane comptait entre 400 et 4000 sujets).

Les limites de la plupart des études cas-témoins publiées et de celle-ci sont le fait qu'elles reposent sur une population d'étude constituée uniquement de blessés. Cela signifie que l'effet protecteur estimé dans ces études portant uniquement sur des blessés est une sous-estimation de l'effet réel apporté par le casque.

Enfin il ne faut pas oublier que, parmi l'ensemble des études épidémiologiques, les études cas-témoins, basées sur des individus, sont plus fiables que les études dites écologiques, basées sur des groupes (une région, un pays), notamment car les études cas-témoins permettent de prendre en compte les facteurs de confusion.

References

Attewell, R., Glase, K. and McFadden, M., 2001. Bicycle helmet efficacy: a meta-analysis. Accident Analysis and Prevention 33, 345-352.

Hansen, K., Engesaeter, L. and Viste, A., 2003. Protective effect of different types of bicycle helmets. Traffic Injury Prevention 4, 285-290.

Thompson, D., Rivara, F. and Thompson, R. (2006), "Helmets for preventing head and facial injuries in bicyclists". *The Cochrane Database of Systematic Reviews*.

Financement

Étude CVA (Cyclistes Victimes d'Accident), Institut de Veille sanitaire

Perception du risque accidentel et bonnes pratiques à vélo : les leviers d'action pour la prévention

Delphine GIRARD
Institut national de prévention et d'éducation pour la santé (INPES)

Afin d'aider à définir les stratégies des campagnes de prévention, l'Institut national de prévention et d'éducation pour la santé (INPES) a conduit plusieurs études pour mieux connaître les perceptions du grand public quant aux risques liés à l'usage du vélo et les comportements sécuritaires adoptés, en particulier le port du casque. Nous présenterons ici les principaux résultats de trois d'entre elles.

Perceptions du risque et bonnes pratiques à vélo

En mars 2005, une enquête quantitative par quotas a été conduite en face-à-face auprès d'un échantillon représentatif de la population française de 958 personnes âgées de 15 ans et plus. Près de 4 personnes sur 10 (37%) déclaraient avoir fait du vélo au cours des 12 derniers mois. Sur l'ensemble des interviewés, à peine la moitié (46%) estiment que l'usage du vélo présente un risque « *très* » ou « *assez*» important pour eux-mêmes. La perception du risque est plus marquée chez les « cyclistes » puisque 59% des personnes déclarant avoir fait du vélo au cours de 12 derniers mois pensent que le vélo présente un risque contre 39% chez les « non cyclistes » ($p<0,001$). Les interviewés sont plus nombreux à percevoir un risque pour les enfants : 57% d'entre eux pensent que le risque est alors « *très* » ou « *plutôt* » important, 70% chez les « cyclistes », 47% chez les non « cyclistes ».

En ce qui concerne la prévention des risques, les enquêtés déclarent avant tout adopter des comportements sécuritaires sur la voie publique plutôt que d'entretenir leur vélo ou de porter un casque. Ainsi près des deux tiers affirment respecter le code de la route (65%) et signaler les changements de direction aux automobilistes et aux motards (65%) et 60% laisser les trottoirs et espaces piétons aux piétons. 44% utilisent « *systématiquement* » les pistes cyclables même si cela rallonge l'itinéraire. En ce qui concerne l'entretien du vélo, 38% déclarent « *systématiquement* » vérifier les pneus, les freins, les lumières, et la sonnette. Le port du casque reste quant à lui largement insuffisant puisque seulement 9% de la population dit « *systématiquement* » l'utiliser, 3% « *le plus souvent* ». De manière générale, les personnes qui font le plus fréquemment du vélo sont moins nombreuses à répondre adopter des comportements sécuritaires sur la voie publique mais sont en revanche plus nombreuses à vérifier leur matériel et à porter un casque.

Interrogés sur les améliorations à apporter pour la sécurité des cyclistes, les deux tiers des interviewés répondent spontanément qu'il faut aménager des pistes cyclables (66%). 40% d'entre eux estiment qu'il faut agir sur les comportements des cyclistes, en particulier 13% citent le port de protections adaptées. Enfin seulement 21% pensent que c'est le comportement des automobilistes qu'il faut modifier.

Port du casque à vélo et profil des utilisateurs

Le Baromètre Santé est une enquête conduite périodiquement par l'INPES par téléphone auprès d'un échantillon aléatoire représentatif de la population française âgée de 12 à 75 ans pour mesurer les connaissances, perceptions et comportements du grand public en matière de santé. Depuis l'année 2000, le Baromètre Santé comprend un volet sur le port du casque à vélo. La proportion de personnes qui déclarent avoir porté un casque lors de leur dernière sortie en vélo a doublé entre 2000 et 2005 : en 2005, 16% des personnes déclarant avoir fait du vélo au cours des 12 derniers mois affirmaient avoir porté un casque lors de leur dernière sortie contre 8% en 2000. Les hommes sont en proportion deux fois plus nombreux à l'avoir fait que les femmes (respectivement 20% contre 10% en 2005 ; $p<0,001$). C'est chez les 12-14 ans que le port du casque est le plus fréquent (28%) et au contraire chez les 15-25 ans qu'il l'est le moins (12% chez les 15-19 ans et 11% chez les 20-25 ans). Avant 15 ans les filles sont aussi nombreuses que les garçons à porter le casque, la différence se fait à partir de 15 ans. Le port du

casque est très fortement corrélé au type de vélo pratiqué : l'utilisation du casque lors de la dernière sortie est moindre pour les utilisateurs de vélo « classique » par rapport aux usagers de VTT.

Les freins à l'adoption du port du casque

Une étude qualitative a été conduite par l'INPES en 2002 pour explorer les freins à l'adoption du port du casque à vélo. 26 entretiens individuels d'une durée d'une heure trente ont été menés dont 19 auprès de cyclistes ne portant jamais le casque et 9 cyclistes le portant. Les résultats de cette étude montrent que le port du casque à vélo n'est pas jugé légitime par les cyclistes. Les représentations associées au casque s'articulent autour des notions d'enfermement, de manque d'esthétisme ou encore d'inconfort et se révèlent de fait en contradiction avec l'idée de liberté et de plaisir rattachées à la pratique du vélo. De surcroît, si le risque de chute est présent à l'esprit, la tête n'est pas considérée par les cyclistes comme faisant partie des zones corporelles les plus exposées, contrairement aux genoux, aux coudes, aux mains ou aux flancs. Le casque est jugé peu pratique, peu esthétique, et son efficacité est remise en question du fait de son caractère non englobant. Le port du casque n'est au final légitime que pour un trajet perçu comme dangereux (environnement urbain, long trajet, trafic automobile dense) ou pour une cible particulièrement vulnérable (enfants, personnes âgées, sportifs extrêmes). Son utilisation est conduite par la « raison » (relayée par l'autorité parentale, l'institution) ou par la « peur » (anxiété latente, chute à répétition ou accident grave survenu dans l'entourage).

Conclusion

Le port du casque reste très largement insuffisant, même si la proportion d'utilisateurs tend à augmenter. La perception d'un risque accidentel lors de l'usage du vélo n'est pas partagé de tous, et dépend aux yeux du cycliste du contexte de la pratique. Les résultats de ces études permettent de dégager un certain nombre d'axes en termes de prévention que ce soit par l'amélioration du produit en termes d'esthétisme, de fonctionnalité et de confort d'utilisation pour favoriser son acceptabilité, l'aménagement de pistes cyclables pour sécuriser la pratique du vélo, et la diffusion d'une information à la population mettant l'accent sur la tête comme partie du corps à risque et l'efficacité du casque pour la protéger.

Acceptabilité du casque (enquête 2008 auprès de 900 usagers de vélo) : résultats préliminaires

Emmanuelle Amoros, Karine Supernant, Anne-Céline Guérin, Mireille Chiron
emmanuelle.amoros@inrets.fr
UMRESTTE, INRETS-InVS-UCBL

Contexte

D'après les études cas-témoins réalisées sur le port du casque, celui-ci protège des blessures à la tête, et particulièrement des blessures graves. Le taux de port du casque en France est très variable : le casque semble être très utilisé dans les pratiques sportives car la plupart des clubs cyclo-sportifs et des évènements sportifs exigent le port du casque. Il semble assez utilisé chez les enfants, de par la pression des parents. En revanche, il semble bien moins utilisé chez les personnes qui utilisent le vélo comme un moyen de déplacement. Ces hypothèses sont à vérifier et à quantifier. En dehors du type de pratique, quels sont les autres facteurs qui peuvent jouer sur l'utilisation du casque. Leur identification permettrait de dégager ceux sur lesquels une campagne de sensibilisation pourrait s'appuyer. Enfin, si une réglementation venait à rendre le port du casque obligatoire quel que soit l'usage, il importe de savoir si cela aurait un effet dissuasif sur l'utilisation du vélo, et de quelle ampleur.

Matériel et méthode

Nous distinguons les usagers selon leur type de pratique : enfants 0-10 ans (apprentissage et loisir essentiellement), et parmi les adolescents et adultes : sport, loisir ou utilitaire, c'est-à-dire le vélo utilisé comme moyen de déplacement.

Cette étude est une enquête auprès de la population d'usagers de vélo. Elle s'est déroulée sur le département du Rhône et zones limitrophes, du 3 septembre au 19 novembre 2008.

Il s'agit d'une enquête par auto-questionnaire, de 4 pages pour les adultes et adolescents et de 2 pages pour les enfants, complétées par un parent. Les questionnaires ont été mis à disposition ou distribués aux usagers de vélo dans les lieux suivants : écoles primaires, magasins de sport, magasins de vélo, newsletter vélo'v, associations de promotion du vélo, clubs cyclo-sportif (de la Fédération Française de Cyclotourisme (FFCT) et de la Fédération Française de Cyclisme (FFC)), salon du vélo, événement cycliste : sport (raid VTT…) ou loisir (« Décines à vélo »…), bourse de vélos.

Résultats

Le taux de réponse est de 18% et nous disposons de 942 questionnaires exploitables. Il s'est révélé très difficile de contacter des personnes pratiquant le vélo essentiellement comme loisirs. La grande majorité des cyclistes ont plusieurs types de pratiques du vélo. Nous avons ainsi 7 groupes parmi les adolescents et adultes, selon leur pratique majoritaire (en termes de fréquence) : U, S, L, SU, LU, SL, LSU où U=utilitaire, L= Loisirs et S=sport. Nous avons regroupé en trois groupe : un groupe utilitaire qui regroupe U, LU, SU et LSU, un groupe sport= S et LS, et un groupe Loisirs= L.

Dans l'ordre croissant du port du casque se trouvent : les cyclistes « utilitaire » et « loisirs », puis les enfants puis les cyclistes « sport » :

« à vélo, portez-vous un casque (attaché sur la tête)? » (pourcentage ligne)

Type de cycliste	jamais	cela dépend	toujours	N
Utilitaire	47,5	35,4	17,1	444
Sport	4,2	27,6	68,2	214
Loisirs	41,9	34,9	23,3	43
Enfants (0-10 ans)	9,4	41,2	49,4	233

Les parents d'enfants et les cyclistes « sport » sont les plus favorables à un encouragement au port du casque. Quelque soit le type de cycliste, la majorité d'entre eux est favorable à une telle sensibilisation.

Concernant une possible obligation du port du casque, les cyclistes « sport » y sont favorables (62%). Les cyclistes « utilitaires » sont plutôt opposés (51% contre). L'obligation du port du casque chez les enfants est approuvée par la majorité des parents (72%).

Si le casque devenait obligatoire, la majorité des cyclistes en mettraient probablement un, mais ils sont tout même 36% chez les utilitaires à répondre qu'ils n'en mettraient probablement pas. Toujours si le casque devenait obligatoire, 44% des utilitaires pensent que cela freinerait leur pratique du vélo. Une obligation du casque pour les enfants n'est perçue comme un probable frein à leur pratique du vélo que chez 11% des parents.

Chez les adultes et adolescents, le taux de port du casque dépend du type de cycliste mais surtout du type de pratique et du lieu de pratique ; par exemple, le casque est moins souvent porté lors d'un parcours en ville que lors d'un parcours à la campagne.
Les étudiants le portent moins, et les inactifs le portent plus. L'âge est lié au port du casque, avec le plus fort taux de port du casque chez les 55 ans et plus, et le plus faible taux chez les 15-24 ans. Le genre ne semble jouer que chez les « utilitaires », où le port du casque est plus fréquent chez les hommes. Enfin, le taux de port du casque est plus élevé chez ceux qui ont déjà été blessés lors d'un accident de vélo.

Chez les enfants le taux de port du casque est également lié au lieu de pratique du vélo. Ainsi lorsqu'ils font du vélo dans une cour, un parking ou un lotissement, environ un tiers ne portent jamais de casque. Quand ils font du vélo dans un parc, 12% n'en mettent jamais. Quand ils font du vélo dans la rue, ou sur une route, le taux de port du casque est très élevé ; seuls 5% environ n'en mettent jamais. Le taux de port du casque semble également lié aux accompagnants : les enfants faisant souvent du vélo en famille portent plus souvent le casque d'une manière générale. Le taux de port du casque ne semble pas lié au sexe chez les enfants.

Discussion

Il s'agit des tous premiers résultats de l'enquête. Ces résultats devront notamment être confirmés par des analyses multivariées ; de nombreux facteurs associés au taux de port du casque semblent en effet liés entre eux (par exemple le genre, l'âge et le type de pratique).

Financement

Institut de Veille sanitaire

Présentation de l'étude CASC : Comportements et Attitudes des Cyclistes vis-à-vis de la Sécurité Routière et port du Casque

Aymery Constant, Equipe Avenir PPCT, INSERM Unité 897

L'amélioration de la sécurité des cyclistes en milieu urbain se heurte encore à un manque de connaissances scientifiques sur le sujet. La fréquence des comportements à risque chez les cyclistes, leurs interactions avec les autres usagers de la rue (motorisés ou non) ou l'utilisation des équipements de sécurité sont encore méconnues, rendant incertaine l'utilité de toute législation incitative au port du casque à vélo.

Notre projet d'étude vise à répondre à ces questions par le biais d'une étude comparative randomisée. La participation à l'étude sera proposée à des personnes venant emprunter un vélo dans une structure de prêt municipale pour une période minimale de 4 mois. Les participants seront randomisés dans l'un des bras de l'étude : bras expérimental 1 (remise d'une information sur les avantages du casque), bras expérimental 2 : (remise d'un casque), bras expérimental 3 : (remise d'une information et d'un casque) et bras contrôle. Leur identification sera effectuée par l'installation sur les parties visibles de la bicyclette d'un code-couleur représentant le numéro du participant dans l'étude et garantissant l'anonymisation des données recueillies. Les participants rempliront un questionnaire destiné à mesurer les attitudes, les normes sociales et le contrôle perçu relatifs à la sécurité des cyclistes et au casque en particulier. Les comportements des cyclistes et le taux de port du casque seront observés en des lieux sélectionnés pour leurs accidentalités élevées (feux rouge, sens interdit, circulation automobile importante, rail de tramways…) par le biais de caméras de télédétection munies de microprocesseurs paramétrables.

Ainsi, nous pourrons mesurer les connaissances, les attitudes, et les perceptions vis-à-vis du port du casque à vélo pouvant faciliter son utilisation ou au contraire lui faire obstacle, mesurer l'efficacité des différentes stratégies de promotion, comparer les conduites à risque entre cyclistes casqués et non casqués et leurs impacts vis-à-vis du risque d'accident, déterminer si les autres usagers de la rue ont un comportement différent lorsqu'ils interagissent avec un cycliste casqué et enfin mettre en évidence les facteurs associés à la survenue d'un événement accidentel (chute, collision,..).