

bfu-Report Nr. 72

E-Bikes im Strassenverkehr – Sicherheitsanalyse



Autoren/Autorin:
Gianantonio Scaramuzza, Andrea Uhr, Steffen Niemann

Bern 2015

2. Analyse de la sécurité des vélos électriques dans le trafic routier

Moyen de locomotion toujours plus prisé, le vélo électrique n'est pas sans dangers. Les vitesses plus élevées qu'il permet d'atteindre par rapport aux vélos classiques trompent les autres usagers de la route et allongent les distances de freinage. Le présent travail de recherche s'est penché sur des aspects ciblés de sécurité routière, en procédant à une analyse de la littérature scientifique et des accidents, en interrogeant des utilisateurs de vélos électriques et en réalisant une expérience d'estimation de la vitesse.

Principaux résultats: selon la statistique officielle, les accidents avec des vélos à assistance électrique sont plus sérieux que ceux subis avec des vélos classiques, et les pertes de maîtrise graves sans implication de tiers sont plus fréquentes que les collisions graves. La gravité des blessures s'explique essentiellement par le fait que les utilisateurs de vélos électriques sont plus âgés que les autres cyclistes. Les collisions dans lesquelles des utilisateurs de vélos électriques sont grièvement blessés se produisent très souvent aux carrefours ou aux giratoires, où les conducteurs des autres véhicules motorisés ne respectent pas la priorité des cyclistes, dont ils sous-estiment souvent la vitesse. L'analyse des causes des pertes de maîtrise graves de vélos électriques livre un résultat peu clair. Une chose est toutefois sûre: les utilisateurs de ces vélos sont conscients des vitesses atteintes, mais ils en sous-estiment peut-être les conséquences.

Le bpa préconise donc d'analyser en détail les pertes de maîtrise graves et d'assurer le suivi systématique d'indicateurs importants. Il encourage

les mesures éducatives pour les débutants sans expérience du vélo ainsi que pour les conducteurs des autres véhicules motorisés. Il recommande d'examiner les normes et l'infrastructure routière existante en tenant compte des exigences spécifiques au vélo électrique. Pour le bpa, il convient par ailleurs de continuer à développer le casque pour cyclistes motorisés ou non afin d'améliorer son efficacité. Il s'agit enfin d'établir des standards de sécurité plus élevés (allumage automatique des feux, système de freinage, etc.) et de promouvoir la vente des vélos à assistance électrique qui les respectent.

2. Analyse de la sécurité des vélos électriques dans le trafic routier

2.1 Introduction

Le marché du vélo électrique en Suisse est en plein essor depuis plusieurs années. Quelque 150 000 cycles motorisés ont été écoulés rien qu'entre 2011 et 2013, dont trois quarts de modèles lents et un quart de modèles rapides, avec une assistance au pédalage pouvant aller jusqu'à 25 km/h et 45 km/h respectivement. Les utilisateurs de vélos électriques sont surtout des personnes d'un certain âge. Leur moyenne d'âge était de 53,5 ans en 2014, mais elle devrait être amenée à baisser un peu à l'avenir. Selon leurs propres indications, ces cyclistes parcourent quelque 2600 km par an sur leur deux-roues.

Si le vélo électrique présente de nombreux avantages (moyen de locomotion flexible, économique et écologique, etc.), il n'est pas sans dangers. Les vitesses plus élevées qu'il permet d'atteindre par rapport aux vélos classiques trompent les autres usagers de la route et allongent les distances de freinage. Suite à la hausse des chiffres de vente et, partant, de l'exposition, le nombre d'utilisateurs de vélos électriques grièvement blessés ou tués sur les routes helvétiques a bondi de plus de 70% entre 2011 et 2013, si bien que le vélo à assistance électrique est un sujet de préoccupation toujours plus grand pour la sécurité routière.

Le présent travail de recherche s'articule autour de quatre chapitres. L'**analyse des accidents** décrit l'accidentalité des cyclistes motorisés sur les routes suisses. L'**analyse de la littérature scientifique**, quant à elle, dresse l'état des lieux de la recherche

sur la sécurité de ces usagers de la route. Un chapitre est ensuite consacré à l'**enquête réalisée auprès d'utilisateurs de vélos électriques**, qui a permis de mettre en évidence divers facteurs de nature psychologique qui agissent sur le comportement en selle de ces personnes. Une **expérience** d'estimation de la vitesse des vélos électriques par d'autres usagers de la route est enfin présentée.

2.2 Analyse de la littérature scientifique

Elle décrit l'état actuel de la recherche qui porte sur les aspects de sécurité routière du vélo électrique. Force est de constater que la littérature scientifique est relativement maigre dans ce domaine de recherche récent. Les résultats devraient par ailleurs toujours être replacés dans leur contexte et mis en relation avec le groupe d'utilisateurs actuel. En effet, les types de vélos électriques (p. ex. puissance maximale admise) et leurs parts de marché divergent selon les pays, et l'âge moyen du principal groupe d'utilisateurs est plutôt élevé à l'heure actuelle.

Des études sur la **vitesse** adoptée par les cyclistes motorisés dans des pays proches de la Suisse montrent qu'elle est supérieure de 1 à 4 km/h (soit 6 à 23%) en moyenne à celle des vélos classiques, et qu'une plus large part des distances sont parcourues à des vitesses plus élevées. De même, la variation des vitesses est plus importante. Les plus vives allures sont surtout le fait des utilisateurs de vélos électriques rapides et des plus jeunes. De manière générale, la vitesse est moins élevée dans les situations de trafic complexes.

Des études sur le **comportement** (manière de circuler et protection individuelle) des utilisateurs de vélos à assistance électrique révèlent que leurs vi-

tesses plus élevées conduisent à davantage de dépassements et d'interactions avec d'autres usagers de la route. En revanche, rien ne prouve à l'heure actuelle une augmentation de leur charge mentale. De plus, les cyclistes motorisés et non motorisés sont égaux en termes d'infractions routières. Ce n'est absolument pas le cas pour le port du casque: en Suisse, le taux est de 69% pour les premiers, et de 43% pour les seconds.

Les études passées sous revue ne font état d'aucune différence quant à la **fréquence des accidents** entre les utilisateurs de vélos électriques et ceux de cycles classiques, mais elles ne se fondent pour l'heure guère sur des données corrigées de l'exposition (p. ex. prestations kilométriques ou nombre de trajets). Une étude dédiée aux conflits routiers (sur la base de vidéos réalisées avec des caméras embarquées) n'a mis en évidence aucune divergence en termes de nature et de quantité des situations critiques entre les deux types de cycles, même en tenant compte des prestations kilométriques.

Les travaux de recherche qui portent sur la **gravité des blessures** sont inhomogènes quant à leur méthodologie (p. ex. gravité des accidents considérée, indicateur de la gravité des blessures) et à leurs résultats. Il semble que, par rapport aux cyclistes classiques, les utilisateurs de vélos électriques présentent un risque accru d'accidents qui donnent lieu à un traitement médical. En revanche, les études qui comparent uniquement la gravité des blessures de personnes accidentées devant être soignées ne décelent pas de différences significatives. Il est dès lors impossible de tirer des conclusions claires à l'heure actuelle.

L'analyse de la littérature scientifique montre que, chez les utilisateurs de vélos électriques, les **pertes**

de maîtrise sans implication de tiers constituent le principal **type d'accident**. Leur proportion est quelque peu inférieure chez les cyclistes non motorisés, sans que l'on sache jusqu'ici si cette différence est à mettre sur le compte des véhicules ou de la structure de leur groupe d'utilisateurs. Il semble que la vitesse ainsi que des mauvais freinages (notamment freinages trop appuyés) sont des causes d'accident importantes des pertes de maîtrise des cyclistes motorisés.

Les **problèmes techniques** potentiels concernent surtout les vélos classiques convertis en vélos électriques, certains freins et technologies moteurs, le démarrage et l'arrêt du moteur (retard dans les deux cas) ou encore la répartition du poids du moteur et de la batterie.

Il semblerait que les utilisateurs de vélos à assistance électrique soient davantage exposés aux **erreurs d'appréciation des autres usagers de la route** que les cyclistes non motorisés. Une expérience a montré que, lorsque les automobilistes débouchent devant des vélos électriques, ils tolèrent des marges temporelles plus faibles qu'avec les vélos classiques.

2.3 Analyse des accidents

A l'heure actuelle, la meilleure source de données – et aussi la plus détaillée – est la statistique globale des accidents de la route enregistrés par la police. Quand bien même l'analyse accidentologique présente quelques limitations (cas non recensés, appréciation de certains aspects sur le lieu de l'accident), elle livre des résultats significatifs, qu'il convient toutefois d'examiner plus en détail:

1. L'augmentation du nombre d'accidents graves avec des vélos électriques entre 2011 et 2013 est proportionnelle à la croissance du parc de ces cycles.

2. Les accidents enregistrés par la police qui impliquent des vélos à assistance électrique sont plus graves que ceux avec des vélos classiques. Ceci ne s'explique pas tant par la différence de types de véhicules que par la structure des âges de leurs utilisateurs: les cyclistes motorisés sont en moyenne plus âgés, et donc physiquement plus vulnérables.
3. Les accidents graves des utilisateurs de vélos électriques sont plus souvent des pertes de maîtrise que des collisions.
4. En chiffres absolus de même que par comparaison avec les cyclistes non motorisés, les cyclistes motorisés ont singulièrement plus d'accidents aux giratoires dont ils ne sont pas fautifs, car les véhicules motorisés qui y pénètrent ne leur accordent pas la priorité.
5. Idem aux carrefours, cette fois car les véhicules motorisés qui débouchent de droite surtout leur refusent la priorité.

2.4 Enquête auprès d'utilisateurs de vélos électriques

Elle visait à examiner les **composantes psychologiques** en lien avec le **comportement** en selle des cyclistes motorisés en Suisse, ainsi que les expressions de celles-ci. Un modèle constitué de sept prédicteurs a été mis au point à cette fin, dans le but de prévoir le comportement (autodéclaré) en selle. L'influence de différentes variables de contrôle a par ailleurs été étudiée. Toutes les variables ont été relevées au moyen d'un questionnaire.

Or, la supposée méconnaissance du facteur de risque «vitesse» par les utilisateurs de vélos à assistance électrique ne s'est pas confirmée. La plupart des cyclistes motorisés interrogés sont conscients

des vitesses plus élevées de ces vélos, de l'allongement des distances de freinage ainsi que des potentielles erreurs d'appréciation commises par les autres usagers de la route. En revanche, la fréquence de survenance des pertes de maîtrise sans implication de tiers est plutôt méconnue, mais ce savoir ou cette ignorance ne semblent pas se répercuter sur le comportement en selle.

Le test modélisé a révélé que quatre facteurs d'influence psychologiques sont significativement en lien avec le comportement en selle autodéclaré: la conscience du danger que représente la vitesse des vélos électriques, le sentiment d'être invulnérable de même que la conviction subjective de maîtriser le vélo en général et la vitesse en particulier (deux facteurs distincts). Les directions prises par ces relations ont parfois paru surprenantes à première vue. Ainsi, les personnes davantage conscientes des dangers de la vitesse sont, selon leurs propres indications, moins prudentes à vélo électrique. Celles qui se sentent invulnérables roulent en revanche plus sûrement. On peut donc supposer que ces cognitions sont l'expression du comportement adopté plutôt qu'elles ne le guident.

Quatre variables de contrôle – l'âge, le sexe, la fréquence d'utilisation du vélo électrique et l'expérience acquise avec un vélo classique – se sont révélées être des prédicteurs significatifs du comportement autodéclaré en selle. Ainsi, les femmes, les personnes d'un certain âge, les utilisateurs plus occasionnels du vélo électrique ou encore les moins expérimentés à vélo classique prétendent rouler plus prudemment à vélo motorisé.

2.5 Expérience

Les hypothèses suivantes sont à la base de l'expérience:

- Les conducteurs de véhicules motorisés qui patientent à un carrefour sous-estiment la vitesse des deux-roues qui s'approchent de la gauche.
- Cette erreur d'appréciation est plus importante lorsque le deux-roues est un vélo électrique.
- L'estimation de la vitesse est d'autant plus difficile lorsque l'image renvoyée par le deux-roues ne porte pas intuitivement à supposer que sa vitesse est élevée (p. ex. utilisateur âgé).

L'expérience s'est déroulée comme suit. Des sujets assis au bord de la chaussée faisaient office de conducteurs de véhicules motorisés. Ils ont été chargés d'estimer la vitesse de deux-roues qui s'approchaient de la gauche. Ces derniers variaient en termes de vitesse, de type de véhicule ainsi que d'âge et de sexe de leurs utilisateurs.

Résultat: la **vitesse** des véhicules à pédales qui s'approchent de la gauche est **sous-estimée, dans l'absolu** de même que **par comparaison avec les motos**. Cette méthode n'a toutefois **pas** mis en évidence **de différences entre vélos électriques et vélos classiques**.

La vitesse s'est avérée être un facteur d'influence majeur. La sous-estimation était bien plus importante à 25 km/h et à 40 km/h qu'à 15 km/h.

De même, l'image renvoyée par le deux-roues semble avoir une incidence sur l'estimation de la vitesse. Enfin, il est apparu que les conducteurs de véhicules motorisés **sous-estiment davantage** les vitesses dans des **positions plus hautes et légèrement en retrait**. Dans cette logique, les conducteurs de SUV

(Sport Utility Vehicle) devraient sous-estimer plus fortement les vitesses des véhicules à pédales se dirigeant vers eux.

2.6 Résultats et conclusions

L'accidentalité des utilisateurs de vélos à assistance électrique a progressé dans les mêmes proportions que les ventes de ces cycles, si bien que le vélo électrique est un sujet de préoccupation toujours plus grand pour la sécurité routière. A l'heure actuelle, il n'est pas possible de dire si le risque d'accident est plus élevé à vélo motorisé qu'à vélo classique. Des données adéquates sur l'exposition (prestations kilométriques, durée, nombre de trajets) font en effet défaut. Souvent, lorsqu'un utilisateur de vélo électrique a un accident grave, aucun autre usager de la route n'est impliqué. Des causes potentielles sont les vitesses plus élevées, mais aussi des caractéristiques spécifiques du vélo (freinage, poids important, etc.) ou de leur utilisateur (vulnérabilité physique due à l'âge, déficits psychomoteurs). Un manque de pratique cycliste ou une prise de conscience insuffisante des dangers sont en revanche plutôt à exclure. Les collisions avec des vélos à assistance électrique se produisent le plus souvent à des carrefours ou à des giratoires: les conducteurs des autres véhicules motorisés n'accordent pas la priorité aux utilisateurs de vélos électriques qui viennent de la gauche, parce qu'ils les perçoivent trop tard ou qu'ils sous-estiment leur vitesse. Cette erreur d'appréciation vaut pour les deux-roues à pédales en général, mais est encore renforcée aux vitesses plus élevées. En outre, par comparaison avec les vélos classiques, les automobilistes tolèrent des marges temporelles plus faibles lorsqu'ils débouchent devant des vélos électriques, ce qui pourrait s'expliquer par la rotation du pédalier plus lente et paraissant plus aisée sur les cycles motorisés, de même que par la position plus détendue du cycliste.

En matière de risque de blessures des cyclistes motorisés et non motorisés, les résultats internationaux ne sont pas concordants. En Suisse, les données sur les accidents enregistrés par la police témoignent de suites plus sérieuses pour les utilisateurs de vélos électriques que pour les autres cyclistes. Sur la base des connaissances actuelles, cette gravité accrue est avant tout à mettre sur le compte de différences dans la structure des âges des groupes d'utilisateurs. En effet, les cyclistes motorisés sont plus âgés et donc physiquement plus vulnérables. Pour l'heure, il n'est pas possible de dire de manière définitive si le véhicule (ou les caractéristiques de conduite de celui-ci) joue de surcroît un rôle.

Le bpa recommande donc en particulier les mesures suivantes à des fins de prévention des accidents de vélos électriques:

- **Analyses approfondies** de ces accidents, en mettant l'accent sur les **cas graves qui n'impliquent pas d'autres usagers de la route**. Les connaissances sur ce type d'accident sont minces à l'heure actuelle. Le nouveau savoir acquis devra être pris en compte dans la conception des cours pour cyclistes motorisés et des campagnes de prévention.
- Mise au point et exploitation d'un système de **monitorage** en vue de l'analyse permanente de l'évolution de l'accidentalité, de l'exposition et d'autres paramètres importants relatifs aux accidents de vélos électriques. D'accès facile, il devra aussi permettre la publication périodique des résultats.
- Offre de **cours pratiques** spécifiques aux nouveaux utilisateurs de vélos électriques sans expérience du vélo classique. Les transfuges du vélo classique, quant à eux, seront ciblés par des **campagnes**.
- Exploitation des canaux de communication existants pour **sensibiliser** les utilisateurs de vélos électriques aux **particularités** de ce moyen de locomotion, à savoir en particulier le risque accru d'**accidents n'impliquant pas de tiers** et les conséquences d'une vitesse inadaptée, mais aussi le pilotage de ces cycles, leur comportement au freinage, leur fine silhouette, l'anticipation des conflits routiers potentiels, la sous-estimation de leur vitesse par les autres conducteurs de véhicules motorisés ou encore la contribution personnelle des utilisateurs à l'amélioration de leur perceptibilité.
- Sensibilisation, dans le cadre de la formation à la conduite, à une moindre **perceptibilité** et à la **sous-estimation de la vitesse** des véhicules à pédales (prioritaires) aux carrefours, et en particulier aux **giratoires**.
- Examen des **normes VSS** quant aux exigences spécifiques liées au vélo électrique.
- Examen de l'**infrastructure routière** existante, notamment en termes de respect des distances de visibilité minimales à respecter aux carrefours (instrument ISSI «Road Safety Inspection»).
- **Poursuite du développement du casque pour cyclistes motorisés** ou non en vue de l'amélioration de son action protectrice. Encouragement ou soutien des activités de recherche et de leur application.
- Etablissement de **standards de sécurité** plus élevés pour les vélos électriques (allumage automatique des feux, systèmes de freinage adaptés).
- Promotion de la **vente des vélos à assistance électrique qui répondent à ces standards de sécurité** (formation du personnel de vente, brochures contenant des recommandations, labels de sécurité).