

L'éclairage routier : avantage ou inconvénient pour l'accidentologie ?

Eric CORNELIS
Université de Namur
naXys
Groupe de Recherche sur les Transports

1. Introduction

Faut-il ou non éclairer le réseau routier ? C'est une question qui n'a pas (encore) reçu de réponse absolue. Dans la pratique, on observe que les autorités publiques adoptent des politiques allant dans l'un ou l'autre sens : les autoroutes françaises ne sont généralement pas éclairées alors que la plupart des autoroutes belges le sont, elles. Qui a raison ? Qui a tort ? Il est bien difficile de le dire et la littérature existante ne nous permet pas vraiment de décider. Certains auteurs donnent un rôle négatif à l'éclairage. Ainsi, Bullough et al. (2013) avancent que l'éclairage, de par le placement des poteaux nécessaires à le mettre en œuvre, augmente de 5 à 8% le nombre d'accidents en journée. La Direction Interdépartementale de Routes Nord évoquait elle, en 2007 (DIRN, 2007), le faux sentiment de sécurité engendré par l'éclairage, sentiment entraînant une augmentation de la vitesse propice à un plus grand nombre d'accidents. L'Union des Villes et Communes Wallonnes nuance un peu ce propos (UVCW, 2009) en spécifiant que c'est plutôt le sur-éclairage qui est la cause de ce faux sentiment de sécurité. Par contre, d'autres auteurs reconnaissent, quant à eux, un rôle positif à l'éclairage. Geets (1980) cite une étude française de 1935 qui déclarait déjà que « L'éclairage des voies de grande communication est une nécessité ». L'Association française de l'éclairage (AFE, 2009) a, quant à elle, réalisé des tests sur simulateur montrant que l'éclairage ne peut qu'apporter des points positifs pour ce qui est de l'accidentologie : distance de visibilité accrue pour les conducteurs, évaluation des distances plus proche de la réalité, moins d'éblouissement par les phares des autres véhicules, ... Ce même article rapporte que l'on observe, sur routes éclairées, une diminution de 28% du nombre total d'accidents avec même une diminution de 45% pour ce qui est des accidents avec blessés voire de 68% pour ceux impliquant des piétons. Par ailleurs la Commission internationale de l'éclairage (CIE, 1992) signale elle aussi une baisse de 30% du ratio nuit/jour (il s'agit du rapport entre le nombre d'accidents nocturnes et le nombre d'accidents diurnes) suite à la mise en place de l'éclairage.

Difficile donc de se faire une idée claire vu l'antagonisme des positions défendues dans la littérature. Dès lors, nous avons voulu nous faire une idée un peu plus objective en réalisant des analyses statistiques se basant sur des données chiffrées. La Wallonie a constitué notre champ d'étude dans cette perspective. En effet, nous pouvions d'une part disposer d'un vaste ensemble de données reprenant les informations sur l'ensemble des accidents survenus sur le réseau routier wallon entre 2000 et 2012. D'autre part, ce réseau reprend tout aussi bien des voiries éclairées que des voiries dépourvues d'éclairage.

Dans cette communication, nous allons d'abord présenter les données utilisées et détailler la méthodologie suivie. Ensuite, nous discuterons les résultats obtenus. Enfin, avant de conclure en donnant les limites de cette étude mais également les perspectives qu'elle ouvre, nous esquisserons une brève analyse économique..

2. Données utilisées

La base de données dont nous avons disposé reprenait les 159031 accidents survenus en Région Wallonne entre le 1^{er} janvier 2000 et le 31 décembre 2012. En fait, nous ne devrions pas parler d'accidents survenus mais bien d'accidents par la police. En effet l'ensemble des données traitées provient des formulaires d'analyse des accidents de la circulation avec tués ou blessés complétés, c'est une obligation légale, par le service de police se rendant sur place. Il faut donc bien être conscient que les accidents n'ayant causés que des dégâts matériels ne sont pas répertoriés. De plus, comme le signale Nuyttens et al. (2012), l'IBSR (Institut Belge pour la Sécurité Routière) constate, comme dans tous les pays, un sous-enregistrement des accidents.

Pour chacun des accidents enregistrés, la base de données comprend des informations sur la localisation et le moment de l'accident. Pour ce qui est de la localisation, les renseignements collectés ne se limitent pas à la commune et à la rue de survenance mais aussi indiquent si l'accident a eu lieu en ou hors agglomération, en ou hors carrefour ; on sait aussi le type de route (autoroute, route numérotée [« nationale » ou « provinciale »] ou non numérotée [« communale »]), la vitesse maximale autorisée à l'endroit de l'accident, la borne kilométrique, etc.. Des informations sur les circonstances atmosphériques sont aussi rapportées ainsi que le nombre de tués et/ou de blessés. Bien d'autres données sont encore reprises pour chaque accident mais nous ne mentionnerons encore que celle qui nous est cruciale pour notre étude : le type de lumière présente (jour, aube/crépuscule, nuit (avec ou sans éclairage public)).

Le nettoyage des données a amené à éliminer un petit nombre (moins d'une centaine) d'enregistrements.

3. Méthodologie

Avant d'entamer nos analyses statistiques, nous avons tout d'abord enrichi la base de données de quelques nouvelles variables. Notamment, nous avons donné à chaque accident un indice de gravité valant 3 si celui-ci a causé une mort, 2 s'il a provoqué au moins un blessé grave (mais pas de mort) et 1 si seuls des blessés légers ont été relevés.

Pour mieux situer dans le temps, entre le jour et la nuit, le moment de l'accident, nous avons également décidé de nous éloigner de la pratique de l'IBSR qui classe un accident comme étant survenu de jour s'il est arrivé entre 6 h et 21 h 59 et ce quel que soit le jour de l'année où cela se produit. Nous avons, pour notre part, préféré introduire une variable prenant la valeur « nuit » si l'accident survient entre le coucher du soleil et son lever le jour suivant et la valeur « jour » sinon. Ces heures de lever et de coucher du soleil ont été reprises de

<http://www.ephemeride.com/calendrier/solaire/19/horaires-du-soleil.html> pour chacun des jours où un accident a été répertorié. La ville de référence prise en compte a été Namur mais nous avons observé que les différences par rapport aux autres villes belges proposées comme référence n'excédaient pas cinq minutes. Nous pensons que cette manière de faire permet plus objectivement de considérer si un accident est diurne ou nocturne.

Enfin, dans l'objectif de comparer des choses comparables lors de nos analyses, il nous a paru bon d'également inclure le trafic journalier moyen annuel pour chacun des endroits où un accident est survenu. Pour ce faire, nous sommes basé sur le recensement du trafic pour 2010 (Antoine et al., 2011) en retenant, pour chaque accident, le chiffre correspondant au comptage à la borne kilométrique la plus proche du lieu de survenance.

Cette base de données « enrichie » a alors été exploitée pour nos analyses statistiques. Celles-ci ont été de deux types : des tests sur les proportions et des analyses ANOVA.

Les premiers consistent à détecter si la répartition des accidents survenus de nuit entre routes éclairées et routes non éclairées correspond bien à la répartition de la longueur du réseau entre ces deux types de routes. Si c'est le cas, cela signifie que l'éclairage ne semble pas avoir d'influence (significative) sur la survenance d'un accident nocturne. Pour ce faire nous mettons en œuvre un test χ^2 dont les deux hypothèses sont : les proportions sont bien représentées dans l'échantillon (H_0) et les proportions ne sont pas bien représentées dans l'échantillon (H_1). La vérification de ce test passe par le calcul de la statistique

$$\chi^{obs} = \sum_{i=1}^k \frac{(N_i - n p_i)^2}{n p_i}$$

où k est le nombre de catégories (ici $k = 2$ - avec ou sans éclairage), N_i , le nombre d'accidents observés pour la catégorie i , n , le nombre total d'accidents et p_i , la probabilité théorique qu'un accident soit dans la catégorie i ¹. Il faut alors comparer cette valeur χ^{obs} avec la valeur « théorique » correspondante pour la loi χ^2 avec un degré de liberté et pour, par exemple, un seuil de confiance de 95% (c.-à-d. $\alpha = 0,05$) [$\chi_{1;0,05} = 3,8415$]. Si χ^{obs} est plus grande, on peut alors en déduire que l'hypothèse H_0 doit être rejetée et donc que la proportion observée est significativement différente de celle théoriquement prévue, ce qui signifie que l'éclairage a une influence sur la survenance d'accidents nocturnes.

Les secondes servent à mesurer si une variable catégorique ou qualitative (p.ex. la présence ou non d'éclairage) a un impact sur une variable quantitative (p.ex. la gravité de l'accident). Cette mesure se réalise au moyen de tests d'hypothèse comme le test-t, le test de Wilcoxon ou le test à un critère qui comparent deux (k pour la dernière technique) moyennes. Il faut cependant noter qu'appliquer cette méthode ANOVA sur l'ensemble des données conduirait à des tests d'hypothèse rejetant trop systématiquement l'hypothèse selon laquelle la variable catégorique n'a pas d'influence. C'est en effet un aléa bien connu en statistique. Pour pallier cet inconvénient, il convient de réaliser du resampling et de ne considérer que des sous-échantillons de la base de données totale. La taille optimale de ces échantillons peut être

¹ Par conséquent, $n p_i$ est le nombre théorique d'accidents devant être retrouvés dans la catégorie i .

déterminée suivant certaines formules statistiques. Suivant celles-ci, nous avons déterminé, pour notre étude, une taille d'échantillons de 385 accidents (pour un intervalle de confiance à 95%). Notre méthode a ensuite été d'appliquer les tests d'hypothèses nécessaires sur dix sous-échantillons aléatoires de cette taille et de tirer des conclusions en fonction des résultats obtenus dans ces dix cas.

4. Résultats

Dans le cas des autoroutes wallonnes, nous savons que 784 km de voirie sont éclairées alors que seulement 16 ne le sont pas. Nous pouvons donc en prédire que, théoriquement, 98% des accidents nocturnes devraient se produire sur le réseau autoroutier éclairé. Or notre base de données indique que, sur les 5899 accidents nocturnes survenant sur autoroute, 5037 sont enregistrés dans la partie éclairée du réseau autoroutier. Sur base de ces chiffres, un test de proportion a été réalisé et nous a permis de calculer un χ^{obs} valant $4,7878 \times 10^3$ ce qui est largement supérieur à la valeur théorique attendue. Nous pouvons donc en déduire que l'éclairage a donc un impact sur la survenance d'accidents nocturnes sur autoroute. Cela est bien corroboré par le fait que les 2% d'autoroutes non éclairés regroupent presque 15% des accidents nocturnes enregistrés. Nous pouvons donc attribuer un effet positif à l'éclairage.

En ce qui concerne les rings², 92 km sur 112 sont éclairés ; ils devraient donc être le lieu de 82% des accidents nocturnes sur les rings. Cette fois-ci encore on peut conclure que l'éclairage a un impact sur l'accidentologie nocturne puisque le χ^{obs} d'un test de proportion vaut 83. Mais, par contre, cette fois, l'éclairage a une influence négative puisque les 82% éclairés regroupent 93% des accidents nocturnes sur les rings.

Enfin, au niveau des nationales, seuls 1438 km de voiries, sur 6869, sont éclairés. De nouveau le test de proportion nous donne un χ^{obs} valant 49 777 nous amenant à conclure à un impact de l'éclairage sur les accidents survenant de nuit sur les routes nationales. Comme 81% de ces accidents ont lieu sur les 21% de nationales éclairées, il en faut en déduire que cet impact est négatif.

En conclusion, si l'éclairage a statistiquement une influence sur la survenance des accidents de nuit, celle-ci n'est positive que sur le réseau autoroutier alors qu'elle est négative sur les rings et routes nationales. Sans qu'une explication définitive puisse être tirée, cette conclusion plaide pour la piste suivant laquelle l'éclairage apporterait un faux sentiment de sécurité sur les nationales et les rings et que cela serait plus accidentogène sur ces réseaux plus sinueux que les autoroutes où leur caractère rectiligne donne une impression de plus grande sécurité que ce soit avec ou sans éclairage. On peut également penser que l'éclairage, moins généralisé, est d'abord mis en place sur les parties des réseaux de routes nationales et de rings là où le risque d'accident est déjà plus important. Il faudrait en fait étudier le ratio jour/nuit dans les différents environnements pour examiner plus précisément l'apport, positif ou négatif, de l'éclairage.

² En Belgique, on désigne par le terme « ring » les périphériques et rocares.

Nous avons ensuite eu recours aux analyses ANOVA. Dans un premier temps, nous les avons utilisées pour étudier si la présence d'éclairage a une influence sur la gravité des accidents. Pour ce faire nous ne retenons que les 18 989 accidents qui sont survenus la nuit et nous faisons appel à la technique du resampling évoquée dans la section précédente. Les différents tests d'hypothèse employés montrent une égalité des moyennes ; nous avons en effet une gravité moyenne de 1,3 pour les accidents avec éclairage et de 1,4 pour ceux sans éclairage. La conclusion que nous pouvons en tirer est que la présence ou l'absence d'éclairage n'affecte pas la gravité des accidents.

Nous avons ensuite classifié les accidents nocturnes suivant le trafic journalier moyen de l'endroit où ils sont survenus. Pour ce faire, après une classification à une dimension sur la variable « trafic journalier moyen », nous avons retenu trois classes de trafic (trafic faible, moins de 2105 véhicules - trafic moyen, entre 2417 et 6373 véhicules et trafic élevé, plus de 6504 véhicules). L'ANOVA nous a alors permis d'estimer, pour chacune des classes, si la gravité des accidents diffère, en moyenne, selon que ceux-ci ont eu lieu (de nuit) sur une route avec ou sans éclairage. Le résultat de ces analyses est que, quelle que soit la classe de trafic, la gravité moyenne des accidents ne varie pas significativement qu'il y ait ou non de l'éclairage.

5. Brève analyse économique

Les résultats précédents ne prouvent pas un avantage indéniable, en termes d'accidentologie, pour l'éclairage des routes. On peut alors se poser la question de savoir si, économiquement parlant, cet éclairage peut se justifier.

Nous avons donc repris les coûts estimés par l'Observatoire National Interministériel de la Sécurité Routière dans son bilan de l'accidentalité pour l'année 2012 en France (ONISR, 2013) :

- 1302 072 € pour un tué
- 143787 € pour un blessé grave (hospitalisé plus de 24 h)
- 5752€ pour un blessé léger
- 6778 € pour des dégâts matériels

et nous les avons appliqués aux accidents recensés en Wallonie en 2012 ; ceux-ci étaient au nombre de 12260 et ont entraîné 349 décès, 1455 blessés graves et 15155 blessés légers.

Nous en arrivons ainsi à un coût global de 847 863 053 €. De plus, suivant (Nuyttens et al., 2012), il faut compter avec une sous-estimation des accidents telle que seuls 90% des accidents mortels, 50% des accidents avec blessés graves et 20% des accidents avec blessés légers sont enregistrés. Sur base de ce constat, on peut revoir le coût total des accidents pour en arriver à un montant global de 1 457 801 948 €. Comme nos statistiques montrent que 32% des accidents surviennent la nuit, on peut donc estimer à 466 496 623 € le coût des accidents nocturnes.

Face à cela, nous pouvons également estimer le coût de l'éclairage. Nous nous basons pour cela sur les chiffres du SPW qui prennent comme hypothèse de gestion une reconstruction sur

vingt ans à hauteur de 5% des équipements d'éclairage (sodium haute pression) avec le remplacement de tous les supports. Dans ces hypothèses, le budget se monte à 3 309 250 € pour les investissements, 7 000 720 € pour la maintenance et 9 000 000 € pour l'énergie, soit un coût total de 19 309 970 €.

Le coût de l'éclairage représente donc 4,1% du coût des accidents nocturnes. Du point de vue économique, l'éclairage sera donc intéressant s'il parvient à diminuer de 4,1% le nombre des accidents nocturnes. Vu que le nombre de ceux-ci peut s'évaluer à environ 23800 (en tenant compte des sous-estimations), il faudrait donc annuellement éviter 976 accidents nocturnes pour que l'éclairage soit économiquement intéressant.

6. Conclusions

Cette étude objective ne parvient pas réellement à conclure sur l'avantage ou non de l'éclairage des routes du point de vue de l'accidentologie. Les résultats sont contrastés montrant un rôle positif sur autoroutes mais négatif sur les autres types de routes. Par ailleurs, l'éclairage ne semble pas non plus être un facteur avantageux du point de vue de la gravité des accidents. Néanmoins, d'un point de vue économique, on remarque qu'il faut éviter relativement peu d'accidents pour arriver à la conclusion que l'éclairage est économiquement intéressant.

Bien entendu, il s'agit là d'une première approche et elle est limitée notamment de par le fait qu'elle ne prend pas en compte le caractère accidentogène de certaines voiries.

Dans cette perspective, une étude plus poussée s'intéressant au ratio jour/nuit des accidents permettrait déjà d'incorporer ce facteur accidentogène et pourrait conduire à d'autres types de conclusion.

Mais à ce stade, le débat reste ouvert : « L'éclairage routier est-il un avantage ou un inconvénient pour l'accidentologie ? ».

7. Remerciements

Il nous faut tout d'abord remercier Raoul Lorphevre (R-Tech sa) qui nous a incité à nous intéresser à ce sujet. Melissa Morval doit également être remerciée : la plupart des résultats présentés ici sont issus de ses travaux dans le cadre de son mémoire de master en sciences mathématiques, travaux qu'elle a menés sous notre direction à l'Université de Namur.

8. Bibliographie

[Antoine et al., 2011] D. Antoine, Ch. Figlioli et collaborateurs, Direction générale opérationnelle des Routes et des Bâtiments du SPW (DGO1), Département de la Sécurité du Trafic et de la Télématicque routière, Direction de la Sécurité des Infrastructures routières, *Recensement circulation 2010*, 2011

- [AFE, 2009] Association française de l'éclairage, *Éclairage public et sécurité routière*, « Moins d'éclairage pour moins d'accidents ? Est-ce raisonnable ? », point de vue numéro 9, mars-avril 2009
- [Bullough et al., 2013] J. D. Bullough, E. T. Donnell, M. S. Rea, *To illuminate or not to illuminate : Roadway lighting as it affects traffic safety at intersections*, Accident Analysis & Prevention, volume 53, 01/04/2013, pp. 65-77
- [CIE, 1992] Commission Internationale de l'Éclairage, *Road lighting as an accident countermeasure*, technical report, publication 93, 1992
- [DIRN, 2007] Direction Interdépartementale des Routes Nord, *Étude de sécurité comparative sur les autoroutes de rase campagne du Nord-Pas de Calais, avec ou sans éclairage*, 15/01/2007
- [Geets, 1980] R. Geets, *L'éclairage des réseaux routier et autoroutier*, Lux : la Revue de l'Éclairage, numéro 106, 02/1980, pp.25-29
- [Nuyttens et al., 2012] N. Nuyttens, F. Focant, Y. Casteels, *Analyse statistique des accidents de la route 2010*. Institut Belge pour la Sécurité Routière – Centre de connaissances Sécurité Routière, 2012
- [ONISR, 2013] Observatoire national interministériel de la sécurité routière, *Bilan de l'accidentalité de l'année 2012*, 2013
- [UCVW, 2009] Union des Communes et Villes Wallonnes, *Dossier éclairage public*, Mouvement communal 02/2009

9. Biographie orateur

Eric CORNELIS

Docteur en Sciences mathématiques

Senior Research Associate au Groupe de Recherche sur les Transports(GRT) - Centre namurois des Systèmes complexes(naXys) de l'Université de Namur

Chargé d'enseignement et Maître de conférences au Département de Mathématique de l'Université de Namur

Chargé de cours invité à l'UCL

Collaborateur scientifique à l'Université de Liège

Vice- Président du CIEM (Centre Interuniversitaire d'Étude de la Mobilité)

Vice-Président du GIBET/BIVEC (Groupement Interuniversitaire Benelux des Économistes du Transport)

Expert invité au Conseil Fédéral du Développement Durable (2003)

Expert auprès du Conseil Supérieur de la Santé (groupe de travail « Mobilité et Santé ») (2009-2010)

Expert mobilité pour les programmes de recherche Prospective Research Brussels

Expert scientifique pour l'IWT (B) (agentschap voor Innovatie dor Wetenschap en Technologie) (2011)

Expert pour l'ANR (F) (2009-)

Expert pour le programme PREDIT (F) (2010-)
Évaluateur pour l' École polytechnique de Montréal (CA) et le FQRNT (CA)
Membre du collège d'experts universitaires (en tant qu'expert « mobilité ») réuni par le
Ministre Président Demotte dans le cadre de « Wallonie Horizon 2022 » (2012-)

Prix:

1er prix de la meilleure presentation ATEC 2010
Membre d'honneur GUTenberg 1991