

Importance des petits excès de vitesse dans l'accidentologie

V. Viallon & B. Laumon

UMRESTTE, IFSTTAR / Univ. Lyon 1

Journées Cotita "Vitesse"

Vitesse et sécurité routière

- La vitesse est un facteur de risque bien particulier
 - **L'exposition est universelle**
 - La vitesse **augmente** non seulement le **risque d'accident**, mais aussi sa **sévérité**
 - $E_m = \frac{1}{2}mv^2 + V(m)$
 - Pas d'exposition \Rightarrow pas d'accident de la route (et donc pas de mortalité routière)

Bibliographie scientifique

- Différents modèles ont été proposés pour étudier le rôle de la vitesse
- On différencie principalement 2 types d'étude :
 - Etude des **vitesses moyennes**
 - Etude des **vitesses individuelles**
- Chacun a ses avantages et inconvénients
- **Toutes mettent en évidence un effet majeur de la vitesse**
 - Par exemple, le **modèle de Nilsson** (vitesses moyennes) :

$$\frac{m_1}{m_0} = \left(\frac{v_1}{v_0} \right)^\alpha$$

- $\alpha \approx 4$ pour rural highways et freeways
- $\alpha \approx 2.5$ pour urban et residential roads.

Conséquences politiques

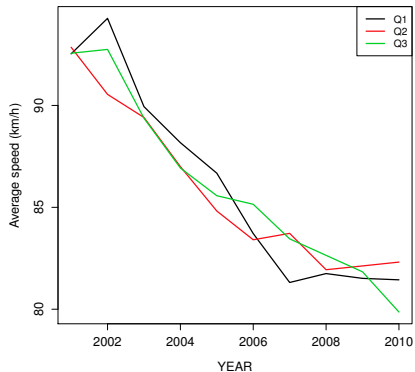
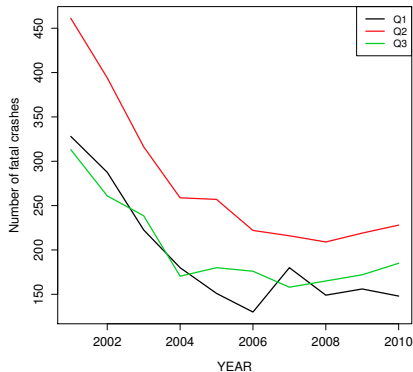
- La régulation de la vitesse est un enjeu majeur
- En France : déploiement du CSA depuis 2003
- Diminution massive de la mortalité routière "depuis"
 - surtout entre 2002 et 2007
 - depuis 2007 : stabilisation.
- Les sanctions concernent principalement les excès de vitesse "modérés à très grands" (≥ 10 km/h)
- Les petits excès de vitesse (< 10 km/h) sont considérés par la plupart comme inoffensifs
 - ⇒ Un député a récemment déposé un projet de loi visant à ne plus retirer de point pour les petits excès de vitesse hors agglomération ou sur autoroute.

⇒ **Peut-on vérifier cette innocuité présumée des petits excès de vitesse?**

Données de l'ONISR

- On a décidé de se concentrer sur les accidents mortels
 - de jour
 - impliquant au moins un VL, et pas de moto (pour éviter des problèmes de saisonnalité)
 - sur les RD en rase campagne (qq mots sur RN, une voie)
- Pour chaque quadrimestre des années 2001,...,2010, et pour chaque type de réseau, l'ONISR nous a fourni,
 - le nombre d'accidents mortels, de jour
 - la distribution des vitesses, de jour (estimée)
 - les nombres de véhicules circulant sur les RN (tendance supposée identique sur RD)
- En tout, 29 observations (3ème quadrimestre 2008 manquant)

Evolution des nombres d'accidents mortels et des vitesses moyennes (RD)



Résultats similaires sur les nationales (une voie)

Hypothèses de départ

- Si le flux est homogène : N véhicules à la même vitesse v_j
- En notant p_j et n_j les probabilité et nombre d'accidents mortels attendu, on supposera que

$$p_j = \sum_{k=0}^K \beta_k v_j^k \quad \text{et} \quad n_j = N p_j = N \sum_{k=1}^K \beta_k v_j^k,$$

- Il semble naturel de supposer de plus que
 - $K \geq 2$
 - absence de constante : $\beta_0 = 0$
 - $\beta_k \geq 0$

Modèle avec flux hétérogène

- En pratique, les véhicules ne sont pas tous à la même vitesse.
- Soit $(v_j)_{1 \leq j \leq J}$ une catégorisation de la vitesse :
 - ici, les classes sont ≤ 40 , $(40, 50]$, \dots , $(180, 190]$, > 190 ;
- Soit p_j la probabilité d'avoir un accident mortel pour la classe de vitesse v_j
- D'après le modèle précédent, on a $p_j = \sum_k \beta_k v_j^k$
- En notant N_j et $f_j = N_j/N$ le nombre et la proportion de véhicules roulant à la vitesse v_j , le nombre d'accidents mortels attendu, toutes vitesses confondues vaut :

$$n = \sum_{j=1}^J N_j p_j = N \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K f_j \beta_k v_j^k = \sum_k \beta_k N \sum_j f_j v_j^k,$$

Ecriture sous la forme d'un modèle de régression linéaire

- Données :
 - n_i : nombre d'accidents mortels pour l'année i ($i = 2001, \dots, 2010$);
 - $f_{i,j}$: proportions de véhicules roulant à la vitesse v_j pour l'année i ;
 - N_i : parc automobile pour l'année i (ou "évolution" par rapport à 2001-Q1)
- Soit $X_{i,k} = N_i \sum_j f_{i,j} v_j^k$;
- Nous disposons d'un échantillon: $(n_i, X_{i,1}, \dots, X_{i,K})$;
- Cet échantillon est vu comme une suite de répliques indépendantes issues du modèle

$$n_i = \sum_k \beta_k X_{i,k} + \xi_i$$

Estimation des paramètres

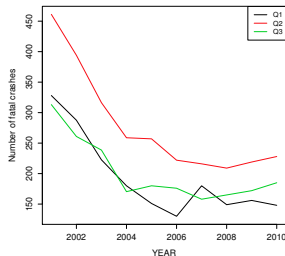
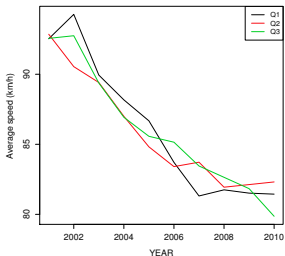
- Estimation des β_k : régression linéaire, sous contrainte de positivité des coefficients, i.e.

$$(\hat{\beta}_1, \dots, \hat{\beta}_K) = \arg \min_{(b_1, \dots, b_K) \geq 0} \sum_i \left(n_i - \sum_{k=1}^K b_k X_{i,k} \right)^2.$$

- Il s'agit d'un problème d'optimisation d'une fonction quadratique, sous contrainte linéaire
- "non-negative least-squares" : par exemple package `penalized` du logiciel R.

Améliorations du modèle

- Les quadrimestres ne sont pas "équivalents" :
 - En terme de distribution de vitesse, si
 - En terme de nombre d'accidents mortels, non!



⇒ Le 2ème quadrimestre est considéré "à part" (avec un terme d'interaction)

- On prend aussi en compte les avancées en matière de sécurité, qui contribuent à une diminution progressive du risque d'accident mortel.

Evolution vitesses (RD)

Evolution des proportions de VL roulant à différentes vitesses, de jour, sur la période 2001-2010 (tout quadrimestre)

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
No speeding	44.6	46.3	53.8	60.4	65.7	69.6	72.0	75.4	73.8	75.0
< 10km/h	23.2	24.8	24.9	23.9	21.2	20.4	20.0	17.5	19.3	18.2
[10; 20[km/h	18.0	16.0	13.6	10.9	9.1	7.2	5.8	5.1	5.1	5.2
[20; 30[km/h	8.6	7.9	5.1	3.0	2.8	1.9	1.5	1.4	1.4	1.2
≥ 30km/h	5.7	5.0	2.6	1.9	1.2	0.8	0.7	0.6	0.4	0.5

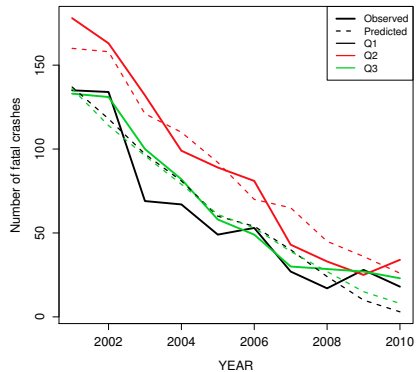
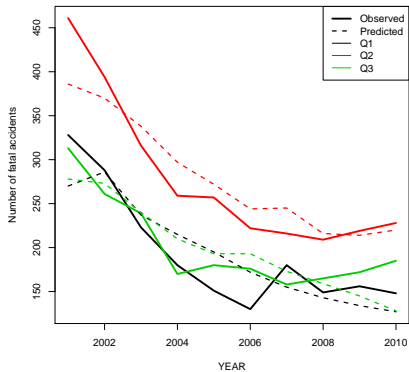
(en pourcentage)

Estimations des coefficients

	α_0	α_1	β_4	γ_4	R^2
Départementales	27.0	7.14	$2.7e - 06$	$5.4e - 7$	0.84
Nationales	56.6	11.34	$1.1e - 06$	$1.7e - 7$	0.91

- $\alpha_1 > 0$: amélioration progressive, à vitesse constante (progrès en matière de sécurité routière : $\approx 10\%$ sur 10 ans)
- Concernant le lien avec la vitesse :
 - Seul le terme d'ordre 4 est non nul
 - Conforme à l'"intuition" ($\sim E_c^2 \sim v^4$) et au modèle de Nilsson.

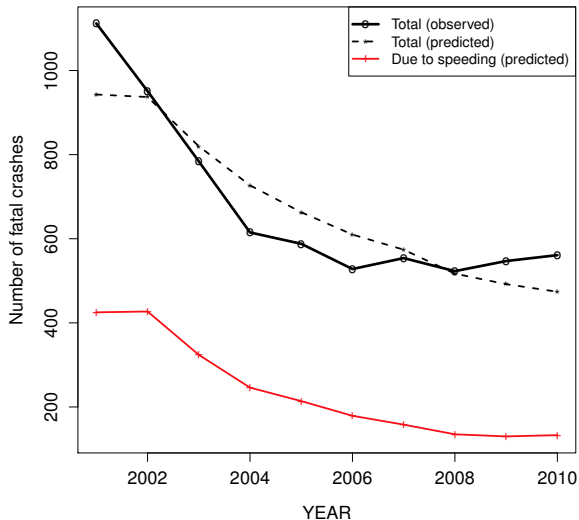
Prédictions du modèle



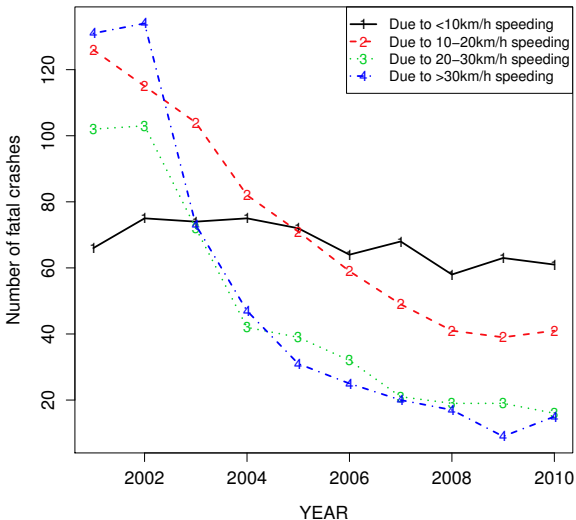
Nombre d'accidents mortels attribuables aux excès de vitesse

- Notre modèle nous permet de calculer (prédire) un nombre d'accidents mortels, pour une distribution de vitesse donnée
 - Par exemple, pour la distribution des vitesses observées en 2005: **663** (Observés: 588)
- Elimination des grands excès de vitesse (≥ 120 km/h) \Rightarrow modification la distribution des vitesse
 - les VL roulant à plus de 120 km/h rouleraient à 90 km/h
 - Calcul du nbe d'accidents mortels que l'on **aurait eu** : **632**
- Nbe d'accidents mortels dus aux grand excès de vitesse en 2005 : $663 - 632 = 31$

Nombre d'accidents mortels dus aux excès de vitesse (RD)



Nombre d'accidents mortels dus aux différents excès de vitesse (RD)



Conclusion

- Politiques passées
 - efficaces contre les "grands" excès de vitesse
 - beaucoup moins contre les petits excès de vitesse
- Selon notre modèle, et celui de Nilsson, ces petits excès ne sont pas anodins : **en terme de fraction attribuable, ce sont maintenant les plus mortels (sur RD et RN).**
- Pour éliminer les petits excès de vitesse, différentes options
 - être plus sévère
 - améliorer l'infrastructure
 - ...
- Suite : quid des autoroutes et agglomération?