

Analyse des données pour aider à la prise de décision

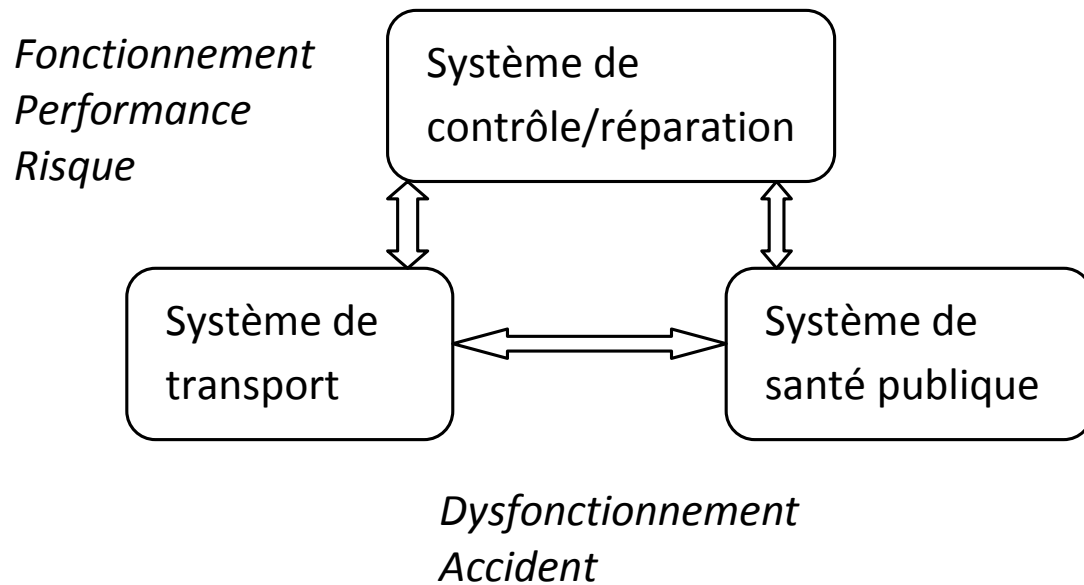
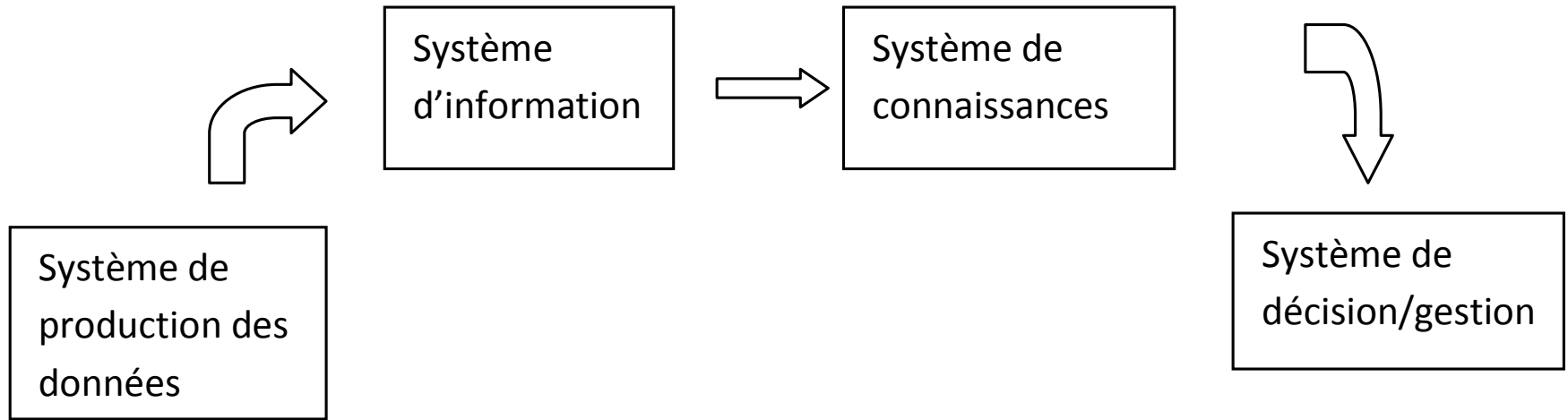
Sylvain Lassarre, IFSTTAR, France

Sommaire

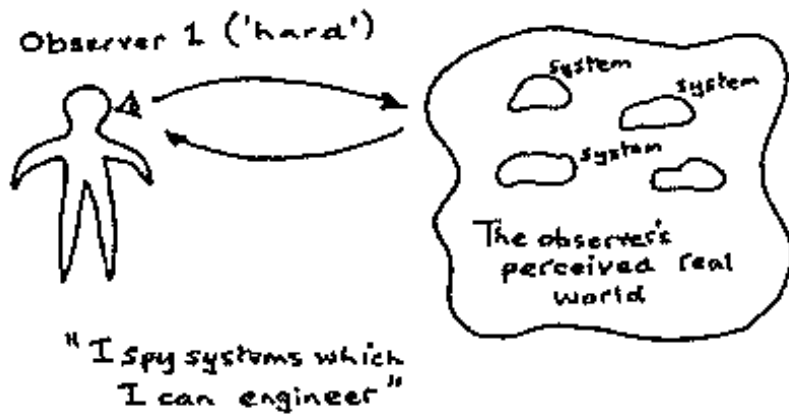
- La systémique
- Le risque d'accident
- Les modèles du risque
- Les statistiques d'accident
 - De base
 - Indicateurs de risque santé publique et transport
 - Épidémiologie spatiale et temporelle
- Conclusion

La problématique

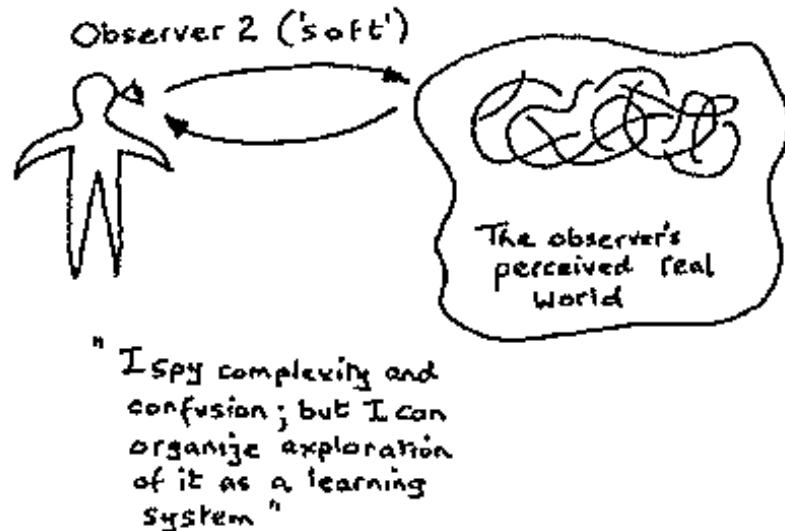
- Comment extraire des connaissances sur le risque d'accident de la circulation en vue de la prise de décision pour l'action au moyen de l'analyse des données sur les accidents (corporels) et les victimes ?
- Par la systémique (hard et soft)
- Par la modélisation probabiliste et l'estimation statistique du risque d'accident comme font les Assurances



Systems thinking



The world : systemic



The process of inquiry :
systemic

Source : P. Checkland (2000). Soft systems methodology a thirty year retrospective. *Syst. Res*, 17, 11-58

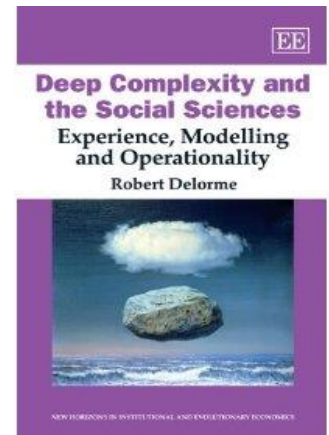


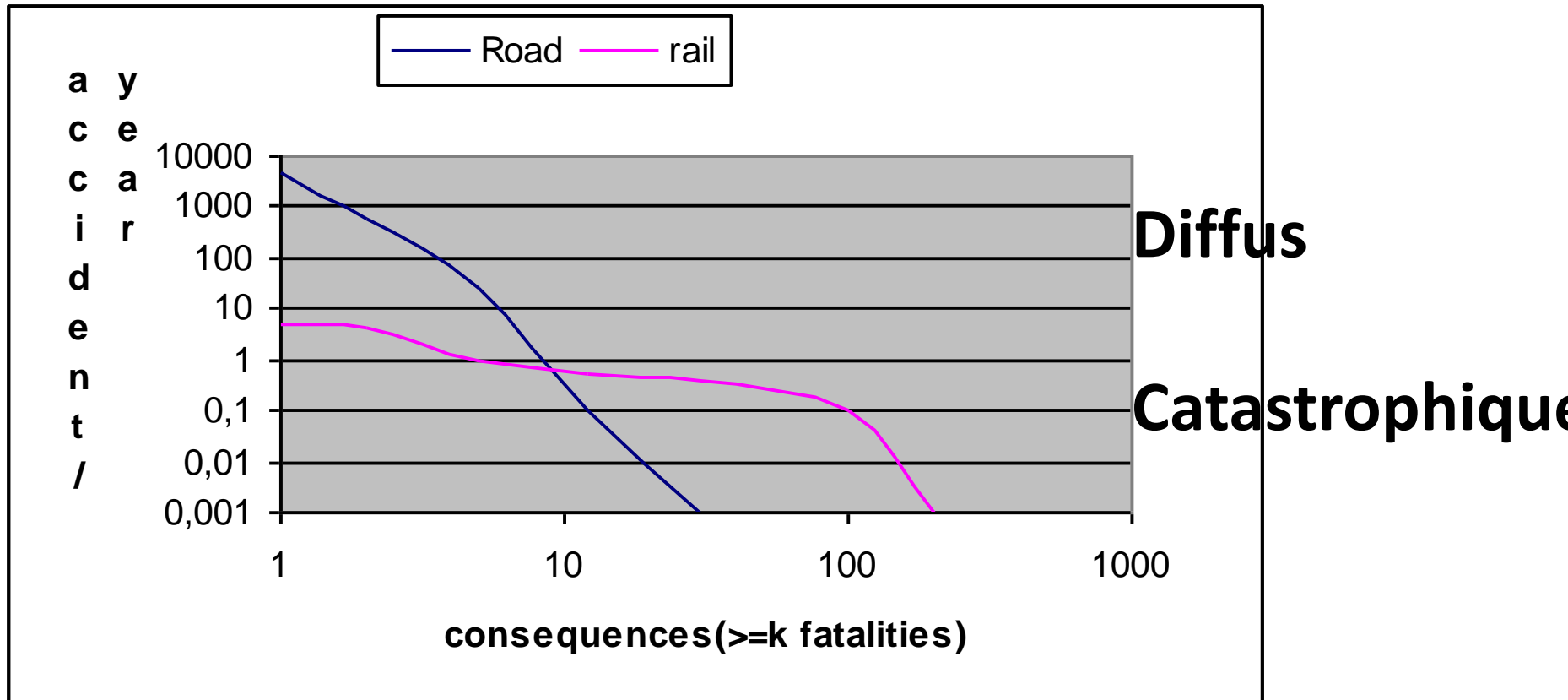
Figure A2. The hard and soft systems stances

Le risque d'accident

- Le scénario d'accident le plus courant est la collision
- L'agent des dommages matériels et corporels est l'énergie mécanique (W. Haddon)
- L'accident est un phénomène aléatoire spatio-temporel qui obéit à certaines lois probabilistes et dépend d'un réseau de facteurs
- Le risque d'accident se mesure par sa fréquence et sa gravité

La courbe de Farmer fréquence/conséquences

nombre d'accidents par an / nombre de tués par
accident



Modèles du risque

- Le nombre d'accident N sur un réseau et pendant une période de temps donnés suit une loi de Poisson de moyenne μ
- Le nombre de victimes (BL, BG, tué) par accident suit une loi de Pascal de moyenne λ
- Le nombre total de victimes sur un réseau et pendant une période de temps donnés suit une loi de Poisson composée (extra poissonienne) de moyenne $\mu\lambda$

Les clés de la réussite

- Définir clairement, et de façon permanente et partagée les accidents corporels (matériels) et les victimes avec une structure adéquate des données
- S'approcher au mieux d'un recueil exhaustif (ou par plan de sondage) des accidents et des victimes
- Faire de la bonne statistique avec de bons statisticiens au sein du réseau de la statistique de l'Etat (Observatoire, Ministère)

Les données sur les accidents servent à faire des statistiques de base

- Le bulletin statistique officiel annuel avec
 - les comptages du nombre d'accidents corporels, d'usagers impliqués dans les accidents et de victimes (risque collectif) et les taux de gravité en nombre de victimes par accident (ou par mode/véhicule)
 - La répartition de ces comptages suivant des facteurs:
 - Les moments de la journée (heures) , de la semaine (jours) et de l'année (mois)
 - Le type de réseau
 - Le type d'usagers /modes impliqués avec gravité interne et externe (PL)
 - L'âge et le sexe des usagers impliqués
 - L'expérience de conduite (ancienneté du permis)

Aparté sur la part de l'aléatoire dans les variations du nombre d'accident

- On observe 100, 1000, 10 000 accidents sur une année. Quelle est l'estimation du nombre moyen annuel d'accident ?
 - Estimateur ponctuel : 100, 1000, 10 000
 - Estimateur par intervalle de confiance (à 95%)

$$100 \pm 2\sqrt{100} = 100 \pm 20 = [80,120]$$

$$1000 \pm 2\sqrt{1000} = 1000 \pm 64 = [936,1064]$$

$$10000 \pm 2\sqrt{10000} = 10000 \pm 200 = [9800,10200]$$

À calculer les indicateurs de risque pour la santé publique

- L'estimation des indicateurs de risque (individuel et collectif) de type démographique et épidémiologique
 - Le taux de mortalité (nombre de tués par 10 000 personne*années) et de morbidité
 - Le nombre d'années de vie perdue avec le calcul de l'espérance de vie résiduelle à l'âge de la victime
 - Le DALY ou le QALY

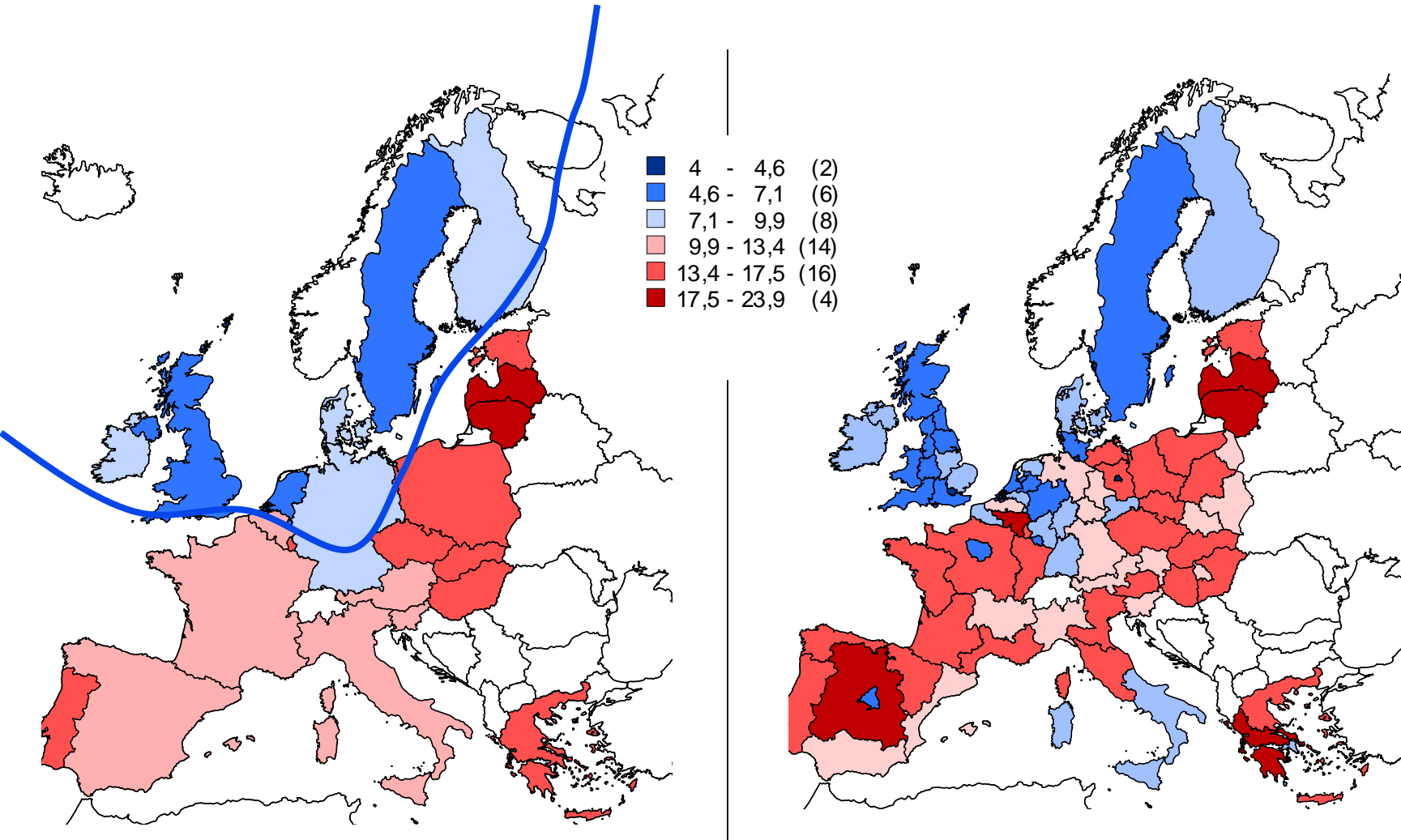
À calculer les indicateurs de risque pour la santé publique

- L'estimation des indicateurs de risque (individuel) de type mobilité avec exposition au risque mesurée par
 - Le kilométrage parcouru
 - Le temps passé dans la circulation
- Le taux de tués (BL, BG) par milliard de véhicule*kilomètre ou par 10 000 véhicule*heures
 - Risque interne et externe
- Le taux d'implication dans un accident corporel (mortel) par milliard de véhicule*kilomètre (heure)
 - Risque très faible en 10^{-8}

À cartographier la distribution spatiale du risque

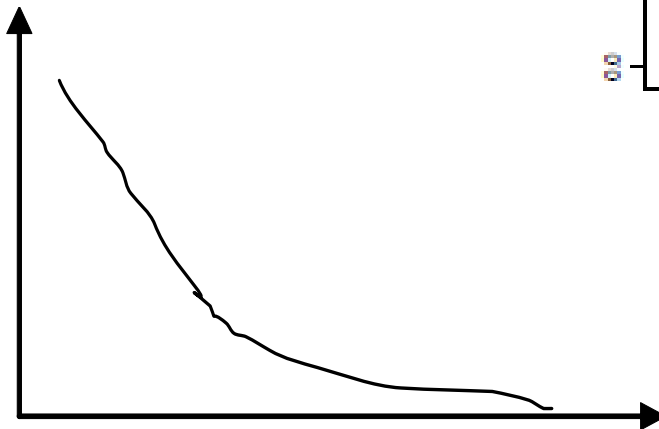
- La distribution spatiale des accidents et des victimes selon les éléments du réseau (sections et carrefours) ou les unités administratives (communes, régions) par des cartes
 - Repose sur la localisation des accidents
 - Utile pour la détection des points (zones) noirs
 - Nécessite un modèle statistique spatial pour lissage, normalisation et tri des zones à risque

Taux de mortalité pour les accidents de la circulation en Europe

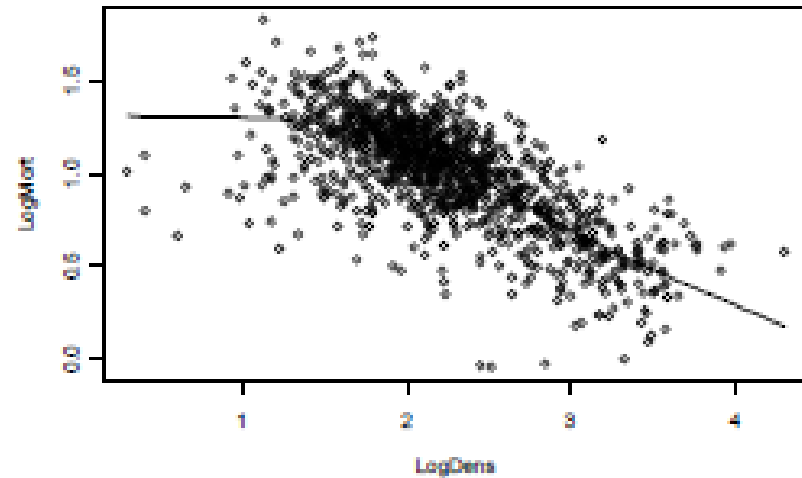


Influence de la densité de population sur le taux de mortalité par analyse écologique selon les régions

Taux de mortalité

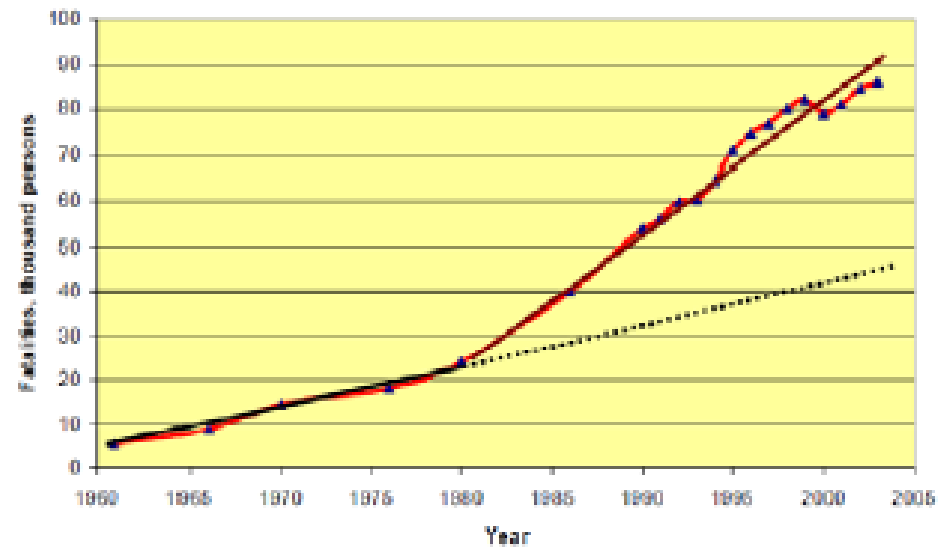


Densité de population



À suivre l'évolution temporelle du risque

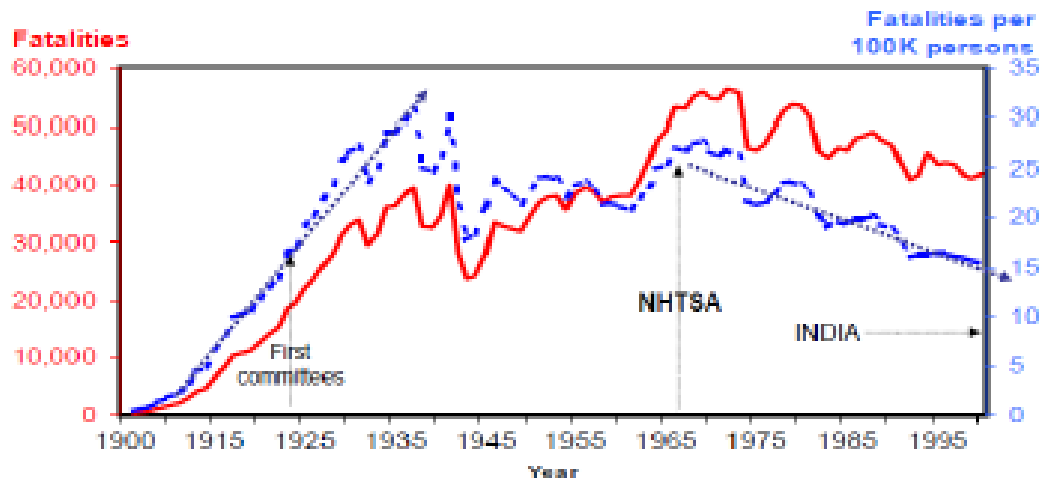
- Par l'analyse des séries chronologiques des nombres d'accidents et de victimes, ainsi que des indicateurs de risque
 - Utile pour définir les cibles à partir des tendances
 - Utile pour évaluer l'efficacité des mesures
 - Nécessite des modèles statistiques pour extraire les tendance, saisonnalité et effets journalier et météo

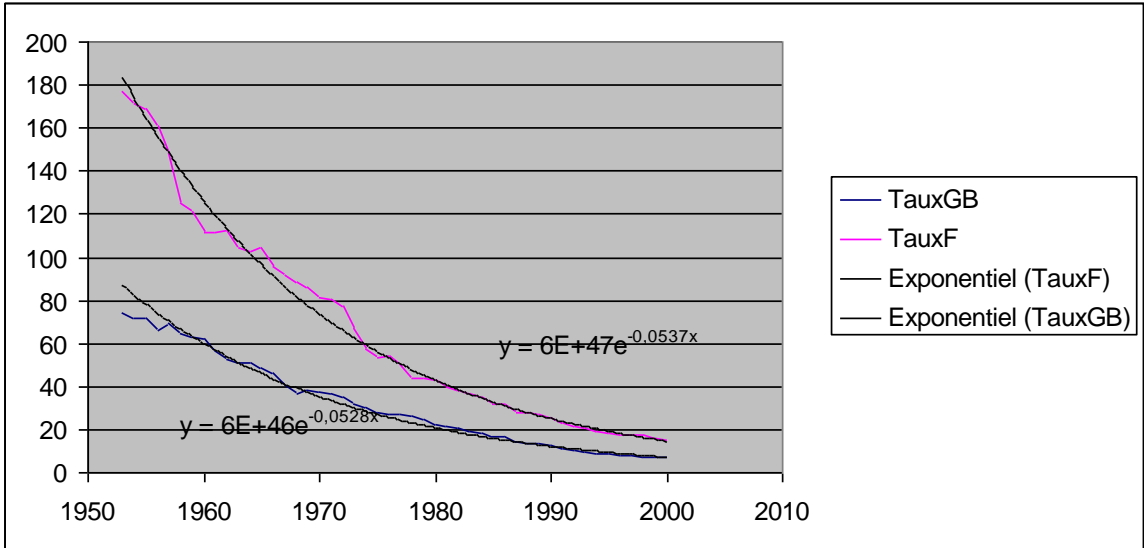
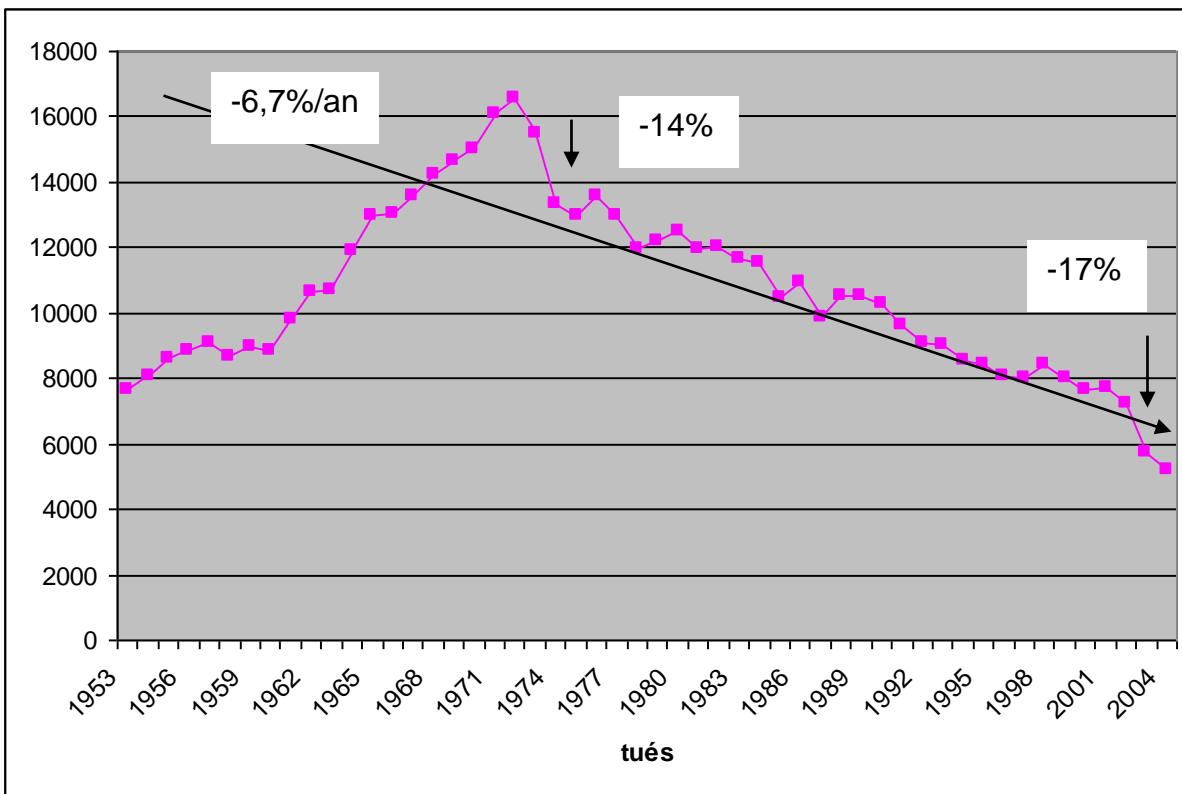
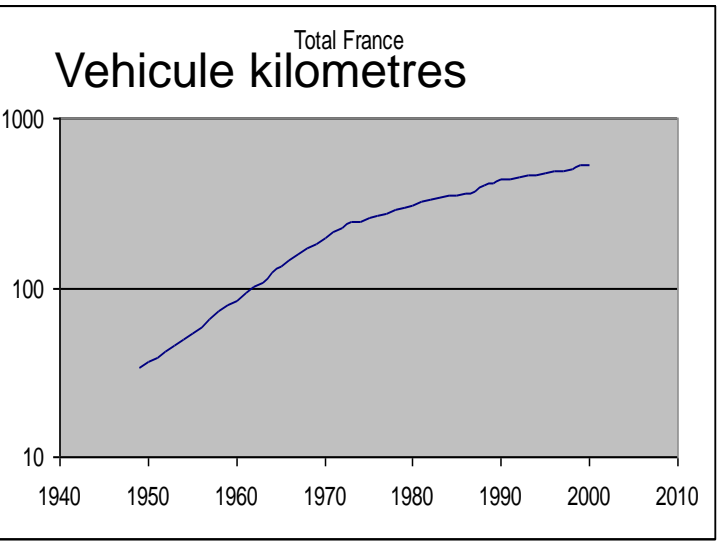


TRENDS

Road traffic fatality trends USA

INDIA





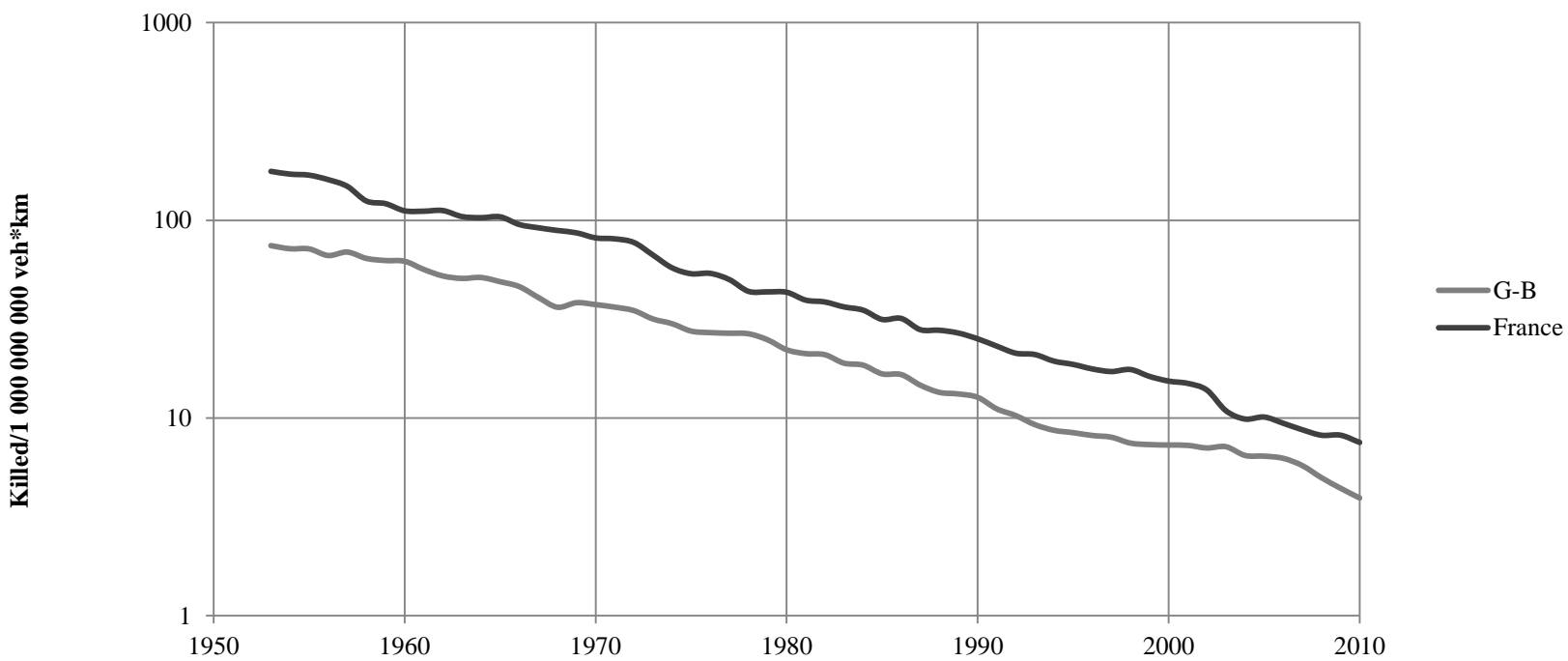
Evolution
Du nb de tués
en France

France

G-B

$$\begin{cases} LVkm_t = \mu_{1t} + \varepsilon_{1t} \\ LFat_t = \mu_{2t} + \varepsilon_{2t} \\ \mu_{1t} = \mu_{1t-1} + \beta_{t-1}^+ + 0,041w_{88t} \\ \mu_{2t} = 1,19\mu_{1t} - 0,056t - 0,18w_{74t} - 0,22w_{03t} + \eta_t \\ \beta_t^+ = \beta_{t-1}^+ + \zeta_t \end{cases}$$

$$\begin{cases} LVkm_t = \mu_{1t} + \varepsilon_{1t} \\ LFat_t = \mu_{2t} + \varepsilon_{2t} \\ \mu_{1t} = \mu_{1t-1} + \beta_{t-1}^+ \\ \mu_{2t} = 1,34\mu_{1t} - 0,065t + \eta_t \\ \beta_t^+ = \beta_{t-1}^+ + \zeta_t \end{cases}$$



Conclusion

- L'information sur les accidents est de nature statistique
- Système d'information dans le réseau de la statistique de l'Etat (indépendance ?)
- Connaissances du risque par les modèles probabilistes et statistiques du risque (épidémiologie et assurances)
- Communication sur des risques individuels très faibles et des risques collectifs élevés et complexité de l'influence des facteurs
- Arbitrage avec d'autres risques et bénéfices



- Les tendances
- Part des accidents catastrophiques dans le bilan général
- Part des accidents sur les grands axes/boulevards versus rase campagne et quartier
- Niveau de risque des transports publics (moto-taxi, minibus, bus, taxi-brousse, ...)
- Part des usagers vulnérables (piétons, cycliste, 2roues motorisés)

Bibliographie

- Chékarao B, Lassarre S. (1991) Les accidents de la route au Niger. Analyse pour la conception d'une stratégie d'actions de sécurité routière. *Recherche Transports Sécurité*, 30, 11-20.
- Lassarre S. (2000) Evaluation et gestion du risque corporel routier, *Risques*, 44, 68-73.
- Lassarre, S. (2005). Some statistical models for road risk analysis. In G. Teewari, D. Mohan & N. Muhlrads (Eds), *The way forward, Transportation planning and road safety*. MacMillan India Ltd, Dehli.
- Delorme R., Lassarre S., (2009) Les régimes français et britannique de régulation du risque routier : la vitesse d'abord. Synthèse INRETS n° 57.
- Delorme R. , Lassarre S. (2005). L'insécurité routière en France dans le miroir de la comparaison internationale. La comparaison entre la France et la Grande-Bretagne. Rapport INRETS n° 261, Arcueil.
- Chapelon J., Lassarre S. (2010) Road safety in France: the hard path toward a science-based policy. *Safety Science*, 48, 9, 1151-1159.
- Delorme, R., Lassarre, S. (2014). A new theory of complexity for safety research. The case of the long-lasting gap in road safety outcomes between France and Great Britain. *Safety science*, 70, 488-503.
- Lassarre S. (2016) *Risk evaluation and road safety*. In Mohan D., Tiwari G., Eds., *Transport Planning and Traffic Safety: Making Cities, Roads, and Vehicles Safer*, Taylor & Francis.