



Impact contrôle automatisé feu rouge :

Éléments de réflexion critiques autour d'une revue de littérature

Laurent Carnis

Mars 2010

Ressources, territoires et habitats
Énergies et climat
Prévention des risques
Développement durable
Infrastructures, transports et mg

**Présent
pour
l'avenir**



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Ministère de l'Écologie, de l'Énergie,
du Développement durable et de la mer.
En charge des Technologies vertes et des Négociations sur le climat

www.cete-Ouest@developpement-durable.gouv.fr - www.inrest.fr

INRETS/DEST

Laurent Carnis, *auteur - rédacteur*

Chargé de recherche à l'INRETS au DEST (département d'économie et de sociologie des transports). Membre de l'équipe de recherche associée analyse de l'action publique de sécurité routière (AAPSR).

CETE de l'Ouest/DES/Groupe Sécurité Routière

Radoine Dik,

Daniel Grégoire

Michel L'Houtellier

Emmanuel Kemel

Laurent Carnis remercie les relecteurs qui lui ont exprimé leur avis (Radoine Dik, Emmanuel Kemel, Chloé Eyssartier) sur les versions provisoires de ce document. L'auteur reste seul responsable des erreurs qui subsisteraient.

TABLE DES MATIERES

IMPACT CONTRÔLE AUTOMATISÉ FEU ROUGE :	1
ÉLÉMENTS DE RÉFLEXION CRITIQUES AUTOUR D'UNE REVUE DE LITTÉRATURE.....	1
<i>Laurent Carnis</i>	1
TABLE DES MATIERES	3
INTRODUCTION.....	4
1 CADRE, CONTEXTE ET LIMITES DE CETTE ÉTUDE	6
2 L'AUTOMATISATION DES CONTRÔLES FEU ROUGE : UN MONDE DE DIVERSITÉS	9
2.1. <i>Les premières expérimentations : premiers questionnements et débats</i>	9
2.2. <i>L'automatisation des contrôles aux feux rouges : une pratique internationale ?</i> ...10	
2.3. <i>Différentes manières de faire</i>	13
2.4. <i>Les critères d'évaluation retenus dans les études</i>	17
<i>La réduction de l'accidentalité routière</i>	18
<i>Une approche en termes d'efficacité « économique »</i>	22
3 L'AUTOMATISATION DES CONTRÔLES FEU ROUGE : UNE EFFICACITÉ EN QUESTION ?	25
3.1 <i>Un dispositif dissuasif pour le contrevenant ?</i>	25
<i>Éléments de profil</i>	28
3.2 <i>L'impact du contrôle automatisé feu rouge sur l'accidentalité : le décideur public face à l'incertitude</i>	29
3.3 <i>Un dispositif dissuasif économiquement viable ?</i>	36
4 LES ENJEUX DE L'AUTOMATISATION DES CONTRÔLES AUX FEUX ROUGES.....	38
4.1 <i>Des questions qui subsistent</i>	38
<i>Les conditions de trafic</i>	38
<i>Les mécanismes de substitution</i>	39
<i>La zone de dilemme</i>	39
<i>Les adaptations comportementales</i>	41
4.2 <i>De nouveaux enjeux</i>	43
CONCLUSION	48
BIBLIOGRAPHIE	51

Introduction

Le recours systématique à la technologie dans le domaine de la sécurité routière a permis de modifier substantiellement les choix de conduite, comme en atteste l'évolution des vitesses de circulation après à l'introduction de dispositifs de contrôle automatisé de la vitesse (Carnis 2008a). Toutefois, ces technologies présentent une certaine ambivalence dans leur orientation (Young and Regan 2007). Elles peuvent s'inscrire dans une orientation coopérative (GPS, systèmes d'aide à la conduite, etc.) ; elles consistent alors à aider le conducteur dans ses différentes tâches de conduite voire à corriger certaines de ses erreurs. Elles peuvent prendre aussi une forme plus intrusive. Dans ce dernier cas, il s'agit de dissuader l'utilisateur de contrevenir aux règles définies par le Code de la route. L'activité de dissuasion peut alors consister en des actions de prévention ou de répression.

L'automatisation du contrôle des infractions routières a débuté en France avec l'installation des premiers dispositifs de contrôle de la vitesse à la fin de l'année 2003. Le dispositif s'articule autour d'appareils fixes ou mobiles (embarqués ou débarqués). Les autorités ont décidé récemment de procéder à des contrôles automatisés de vitesse moyenne et de signaler désormais des zones de contrôle (CISR 2010). Au cours des six dernières années, leur déploiement a permis de mailler progressivement le territoire et d'obtenir une réduction significative de l'accidentalité routière (Carnis 2008a). Les premiers équipements de contrôle automatisé feu rouge (CAFR) ont été mis en fonctionnement au cours de l'année 2009. Le déploiement de tels équipements inaugure une phase de diversification du programme contrôle automatisé (CA) et il représente une nouvelle étape dans l'automatisation des contrôles des infractions routières. L'automatisation des contrôles des infractions au stationnement illégal, le système de lecture automatisée des plaques d'immatriculation (LAPI) ou encore celui du L2V, qui permettra la verbalisation du contrevenant grâce à l'usage de la vidéo, constituent d'autres phases d'automatisation du contrôle des infractions routières en devenir. Ces nouveaux instruments de politique publique vont redessiner progressivement les activités de *police de la route*.

Le processus d'automatisation du contrôle des différentes infractions routières présente le point commun de mettre en œuvre des capacités informatiques importantes permettant un traitement en masse et rapide des infractions constatées. Cependant, les problématiques des excès de vitesse et des violations des feux rouges divergent en bien d'autres points. Le franchissement des feux rouges constitue une problématique essentiellement urbaine, tandis que les vitesses excessives concernent les différents types de réseaux. Tandis que le franchissement d'un feu rouge consiste à commettre une infraction à un moment donné, la détection d'excès de vitesse en un point donné constate un comportement illégal qui peut se caractériser par une récurrence et une certaine durabilité¹. Enfin, le lien entre la réalisation de l'infraction et ses conséquences en termes d'accidentalité apparaît comme plus direct pour ce qui concerne le franchissement du feu rouge. Le déploiement de ces dispositifs automatisés a toutefois pour *objectif* de réduire l'accidentalité routière, mais également de procéder à un rappel à la loi, et donc à un meilleur respect du Code de la route en général.

Ce document constitue une revue critique de la littérature internationale sur le contrôle automatisé feu rouge. Il s'organise en trois parties. La première souligne la diversité existante en matière de contrôle automatisé des feux rouges. Une politique largement utilisée au niveau international, mais qui se distingue par la mise en œuvre de structures institutionnelles spécifiques et par la recherche d'objectifs divers. La deuxième partie s'interroge sur l'efficacité de tels dispositifs de contrôle. L'efficacité est comprise comme l'atteinte d'objectifs prédéfinis. Elle est déclinée ici en trois orientations distinctes : 1/ réduire le nombre de contrevenants au feu rouge, 2/ diminuer l'accidentalité aux intersections aux feux tricolores, et 3/ mettre en œuvre un dispositif financièrement et économiquement rentable². La troisième partie présente quelques développements quant aux questions qui subsistent en matière de contrôle des contrevenants au feu rouge et les nouveaux enjeux que pose l'automatisation de leurs contrôles.

¹ *Le conducteur pouvait être en excès de vitesse avant le contrôle et l'être encore après sa détection.*

² *On entend ici par rentabilité financière non pas la maximisation de revenus financiers générés par le dispositif, mais par l'autofinancement du dispositif. La rentabilité économique s'entend ici comme la minimisation du coût social lié à ces comportements et la nécessité de les internaliser.*

1 Cadre, contexte et limites de cette étude

Le présent rapport s'inscrit dans un travail de recherche initié depuis 2009 dans le cadre de l'équipe de recherche associée analyse de l'action publique de sécurité routière (ERA AAPSR). Cette équipe est composée de l'équipe APSER (action publique de sécurité routière), composante du département d'économie et de sociologie des transports (DEST) de l'Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité (INRETS) et du groupe de sécurité routière de la Division Exploitation et Sécurité (DES) du Centre d'études techniques de l'équipement (CETE) de l'Ouest.

Le programme de recherche scientifique de l'ERA sécurité routière défini conjointement par les deux institutions en 2009 concerne l'étude de l'automatisation des infractions routières. Plus précisément, il s'articule autour de deux projets autonomes, mais fédérateurs : le premier s'intéresse à l'efficacité des dispositifs automatisés, tandis que le second se propose d'étudier leur 'acceptabilité sociale' (Eyssartier et Hamelin 2009).

Ce programme de recherche s'inscrit dans un contexte de politique publique de sécurité routière particulier. En effet, en 2003, les premiers équipements de contrôle automatisé de la vitesse ont été déployés sur les réseaux routier et autoroutier français. L'automatisation des contrôles des feux rouges apparaît comme un prolongement naturel de la politique publique d'automatisation de contrôle des infractions. En effet, une réflexion a été menée au début des années 2000 quant à l'opportunité de contrôler les infractions aux signalisations imposant l'arrêt (Olivero et Sauvagnac 2001). Le document soulignait le caractère préoccupant des franchissements de feu rouge et l'augmentation des taux de violation. Des études techniques ont mis en évidence l'intérêt et les enjeux techniques de déployer de tels équipements de contrôle (CETE de l'Est 2006). Les contraintes juridiques et techniques rendant possible le déploiement de tels équipements étant désormais levées, les premiers appareils de contrôle automatisé feu rouge ont été déployés au milieu de l'année 2009 en zone urbaine comme sur la ville de Lyon. L'objectif de ce déploiement consiste à participer à la dynamique de réduction de l'accidentalité routière, et notamment celle des piétons)³, initiée depuis 2002 et de contribuer au respect du Code de la route. Les attentes

³ *Communiqué de presse du 2 juillet 2009, cabinet du ministre d'État.*

placées dans le déploiement de tels équipements seront-elles au rendez-vous ? La réalisation de recherches sur ces questions prend ainsi tout son sens.

Le volet des recherches initiées par l'ERA AAPSR sur l'efficacité du contrôle automatisé des infractions routières s'intéresse plus particulièrement aux comportements illégaux et à leur évolution en matière de sécurité routière, et tout spécialement le non-respect de la réglementation en matière d'arrêt aux feux rouges de circulation routière suite au déploiement de dispositifs de contrôle automatisé feu rouge. Cette recherche s'articule autour de deux volets. Le premier consiste en une démarche empirique en menant une étude de terrain concernant les infractions feu rouge de circulation routière sur l'agglomération nantaise et en l'analyse de la nature des accidents corporels aux carrefours à feux. L'objectif vise à quantifier ces comportements illégaux, les caractériser (Dik 2009), et à analyser leur évolution suite au déploiement du dispositif. La phase 1 de ce projet est en cours de réalisation et concerne la période antérieure à la mise en œuvre des équipements de contrôle (état 0) (décembre 2009). Le second projet propose une analyse des pratiques internationales en matière de contrôle automatisé feu rouge⁴. L'objectif de cette revue de littérature est d'aider à l'identification des enjeux associés à la mise en œuvre d'un tel dispositif. L'analyse critique de la littérature scientifique sur le sujet fait l'objet du présent rapport, lequel peut aider à la prise de décision publique ou à l'éclairer en certains points.

Cette revue de la littérature s'est fixée comme limite de son champ d'investigation l'efficacité des dispositifs de contrôle automatisé feu rouge (CAFR), compris à la fois dans son acception technique à savoir l'impact sur les comportements illégaux et les effets sur l'accidentalité, mais aussi dans sa dimension économique comprenant à la fois la « rentabilité sociale » de tels dispositifs et ses agencements institutionnels. De fait sont exclues d'autres dimensions importantes présidant au bon déploiement d'un tel dispositif et permettant son fonctionnement, à savoir les enjeux technologiques et les questions d'acceptabilité par les différents segments de la population.

Cette revue de la littérature scientifique sur le sujet n'entend pas épuiser l'ensemble des problématiques relatives à l'automatisation des contrôles des carrefours à feux. Il s'agit

⁴ Le terme utilisé est celui de « red-light camera ».

de dégager des lignes de force permettant de sérier les enjeux qui nous sont apparus comme étant essentiels et qui peuvent être considérés comme cruciaux pour la mise en œuvre d'une politique publique de CAFR. Nous avons procédé à une lecture relativement exhaustive des principaux articles scientifiques sur le sujet, publiés dans des revues spécialisées dans le domaine des transports et de la sécurité routière. Nous avons eu également accès à de nombreux rapports de recherches et audits menés par des centres de recherche universitaires ou des organismes indépendants. La présente revue de la littérature n'a pas la prétention de proposer une présentation définitive et complète de l'ensemble des recherches menées sur cette question, mais de proposer un éclairage exhaustif des principaux enseignements qui peuvent en être tirés.

2 L'automatisation des contrôles feu rouge : un monde de diversités

L'automatisation des contrôles des feux rouges a fait l'objet de premières expérimentations il y a plus de 30 ans. Cette mesure est largement diffusée au niveau international. Les pratiques internationales diffèrent en de nombreux points, comme la structure institutionnelle adoptée, les modalités organisationnelles ou encore les objectifs retenus.

2.1. Les premières expérimentations : premiers questionnements et débats

L'intérêt porté à l'automatisation du contrôle du respect des feux de circulation ne constitue pas une question récente. Les premières expérimentations ont été menées au cours des années 70. Makinen et Oei (1992) considèrent que l'étude menée sur la ville de Stockholm (Suède) entre 1972 et 1978 est probablement la première expérimentation en la matière, laquelle conclut à l'absence d'un impact significatif du dispositif sur le nombre d'infractions commises (Makinen and Oei 1972, p 11). Des expérimentations ont été menées également très tôt en Australie. Ainsi sur la ville Perth (Australie-Occidentale), Maisey a étudié l'évolution du nombre d'infractions au cours de l'année 79 (pendant une année) en équipant d'un dispositif de contrôle un seul site. Les résultats se révélèrent statistiquement peu significatifs (Ng et al. 1992 ; Makinen and Oei 1972, p 11). Ces quelques travaux précurseurs mettent en évidence la possibilité technique de mener de tels contrôles, mais aussi la difficulté de parvenir à la démonstration de résultats significatifs. Cependant, leurs conclusions s'avèrent très limitées compte tenu de l'utilisation de méthodes d'investigation relativement peu sophistiquées et de la mobilisation de moyens d'étude réduits. Elles ouvrent cependant un nouveau champ d'investigation qui se développera au cours des années 80 et surtout pendant les années 90.

D'autres études sont alors menées notamment en Grande-Bretagne, et plus particulièrement sur le comté de Nottinghamshire (Thomson et al. 1989). Cette expérimentation consiste en l'étude de l'évolution des comportements de violation du feu rouge sur deux sites avec un équipement utilisé en rotation (usage alterné sur les deux sites). Les résultats ne concluent pas à un effet significatif du dispositif de contrôle sur la

réalisation d'infractions routières. Par ailleurs, l'approche méthodologique s'avère fort discutable.

Israël a déployé aussi un dispositif de ce type au cours des années 80, qui à l'époque, n'a pas fait l'objet d'une évaluation (Levinson 1989). L'auteur souligne toutefois avec justesse l'intérêt de disposer d'équipements automatisés pour le substituer à du personnel policier qualifié dont le coût de revient s'accroît inexorablement.

Progressivement, les études s'appuient sur des moyens plus importants et des méthodologies plus élaborées. Les terrains d'investigation se multiplient également. Ainsi, les autorités singapouriennes déploient des équipements de contrôle automatisé aux feux rouges à partir de 1986. Le dispositif consiste en l'installation de 120 équipements (Chin 1989). Les résultats de l'étude mettent en évidence un effet significatif sur la réduction du nombre d'infractions avec un effet différencié selon le type de véhicules utilisés. Une étude australienne avec des moyens d'investigation plus conséquents est menée au cours des années 80 sur l'État de Victoria (South et al. 1988). L'apport de cette étude réside en la désagrégation des effets du dispositif selon le type d'accident. L'étude distingue ainsi 6 catégories d'accident. En fait, l'étude met en évidence la possible recrudescence d'accidents de type avant arrière et la réduction des accidents de type latéral lors du déploiement d'un dispositif de CAFR (Ibid., p.9). L'étude met en garde également contre la possibilité d'érosion des gains obtenus par le dispositif en termes de réduction de l'accidentalité : l'effet peut ne pas se révéler durable (Ibid. p. 23). Les conclusions avancées par les auteurs seront sévèrement critiquées lors de la réalisation d'une autre étude (Andreassen 1995). Cette nouvelle étude menée sur Victoria consiste en une approche longitudinale des accidents qui se sont produits aux intersections avec feu de circulation (une quarantaine de sites est analysée). L'auteur ne peut conclure à la production d'un effet significatif du dispositif de contrôle sur l'accidentalité.

2.2. L'automatisation des contrôles aux feux rouges : une pratique internationale ?

Le déploiement d'équipements automatisés s'inscrit dans des temporalités de politique publique distinctes. Selon les pays, le déploiement de dispositifs automatisés se fait de manière plus ou moins précoce. À cet égard, la France présente un retard de près de 20 ans sur les pratiques de certains États australiens par exemple. En cela, le déploiement du

CAFR peut être considéré comme une forme de normalisation, lorsque la situation nationale est comparée aux pratiques d'autres pays de développement comparable.

À présent, le CAFR peut être considéré comme une pratique largement diffusée au niveau international, et tout particulièrement dans les pays qui ont bâti des politiques publiques de sécurité routière structurées. Outre les pays évoqués précédemment, on peut y ajouter les États-Unis, l'Écosse, le Pays de Galles, certaines provinces canadiennes⁵, mais aussi certains pays du Moyen-Orient, comme les Émirats Arabes Unis. Le recours à cette technologie ne signifie pas qu'elle soit pour autant généralisée. En effet, il existe des 'poches de résistance'⁶ à ce mouvement d'automatisation tant en Asie, en Afrique, en Amérique latine, mais aussi en Europe et aux États-Unis.

Quand bien même l'automatisation du contrôle des infractions s'appuie sur des organisations techniques relativement similaires (la substitution de moyens techniques aux contrôles 'humains'), les organisations institutionnelles diffèrent dans leur agencement. Sans aller dans le détail des agencements institutionnels propres à chaque dispositif, on peut avancer quelques grands modèles d'organisation, qui n'épuisent pas la réalité et qui apparaissent plus comme des types idéaux.

Le modèle centralisé

Il s'agit d'un dispositif articulé autour d'un centre unique de décision et de traitement des infractions. Le centre de décision et le centre de traitement peuvent être dissociés du point de vue spatial, mais sont intégrés au sein d'un même programme (Carnis 2008a). Le dispositif français constitue une bonne illustration de ce dispositif. La DPICA (direction du projet interministériel contrôle automatisé) et le CNT (centre national de traitement) se partagent respectivement les rôles stratégiques et opérationnels dans le cadre d'un programme unifié. Les équipements déployés aux feux rouges transmettent les informations relatives aux infractions, lesquelles sont centralisées et traitées au CNT. La procédure ne se différencie pas du traitement automatisé des infractions à la limitation de vitesse.

⁵ Le Québec a mis en œuvre un projet pilote de contrôle automatisé de la vitesse et des feux rouges en 2009.

⁶ Une recherche sur les raisons pour lesquelles un pays n'adopte pas un dispositif de contrôle automatisé des infractions routières serait fort éclairante pour la décision publique. Les meilleures pratiques comme les facteurs expliquant l'absence d'une politique publique seraient utiles en identifiant à la fois les leviers et les barrières qui peuvent conduire au succès ou à l'échec dans la mise en œuvre d'une politique publique.

Le modèle polycentrique

Plusieurs centres de décision et de traitement coexistent au sein du modèle polycentrique. Même si les différents dispositifs peuvent s'inscrire dans un programme national, la logique locale prime sur les impératifs nationaux en ce qui concerne les dimensions opérationnelles et stratégiques des dispositifs. Les dispositifs anglais⁷ et écossais s'organisaient autour de tels principes. Ainsi, le « *traffic safety camera programme* » était composé de dispositifs locaux mis en œuvre par les « *local partnerships* » (Carnis 2007). La zone d'intervention des dispositifs locaux épousait la juridiction policière et leur mise en œuvre opérationnelle ne pouvait se faire sans l'accord préalable du chef de la police. La structure nationale, qui veille à une certaine harmonisation entre les pratiques des dispositifs locaux, joue le rôle de supervision, de contrôle et d'intégration au sein d'un programme national, mais ne remet pas en cause cet enracinement local.

Le modèle fédéral

Ce modèle existe dans le cadre d'un État présentant une organisation politique fédérale. Chaque pays ou province composant ledit État dispose de son propre système de contrôle automatisé qui fonctionne de manière indépendante. Cela signifie l'absence de relations fonctionnelles entre les systèmes ; ils sont en quelque sorte compartimentés. Il n'existe pas en cela de programme fédéral unificateur. Cette indépendance peut conduire à des agencements et des pratiques très différentes, avec des degrés de centralisation plus ou moins prononcés ou au contraire favorisant des approches plus locales (Sayed and de Leur 2006). Certains États ou certaines provinces peuvent ainsi se caractériser par une absence de programme alors que les juridictions voisines se sont dotées de tels dispositifs de contrôle automatisé. Il reste que chaque État local, lorsqu'il dispose d'un tel programme, met en œuvre un programme national. L'Australie constitue une bonne illustration de ce modèle fédéral. Outre les études préalablement mentionnées sur Victoria, les États de Nouvelle-Galles-du-Sud, du Queensland, d'Australie-Occidentale et Méridionale disposent de leur propre dispositif de contrôle automatisé (Office of the Auditor General - Western Australia 1996).

⁷ Entre 1999 et 2007, le programme anglais s'articulait de cette manière. Un nouveau dispositif l'a remplacé depuis.

Le modèle municipal (ou local)

Ce modèle s'articule autour d'une organisation établie au niveau de l'échelon local. Il s'agit de programmes mis en œuvre par des municipalités ou des comtés. Les programmes ne reposent ni sur des politiques nationales ou fédérales, même si ces échelons de gouvernement supérieurs peuvent jouer des rôles de facilitation (au niveau juridique essentiellement), de conseil, ou d'impulsion en octroyant des subventions à l'expérimentation. Il s'agit donc de politiques localisées, qui se caractérisent par une grande variété dans leurs modalités d'organisation et une indépendance totale entre eux (California State Auditor 2002 ; McFadden and McGee 1999). Les États-Unis constituent une bonne illustration de ce modèle. Les programmes mis en œuvre se caractérisent par une grande diversité. Les dispositifs déployés en Floride sur le comté de Polk et celui de la ville de New York peuvent être mentionnés. On retrouve également cette diversité au sein d'un même État national comme la Californie (exemple de la ville d'Oxnard et de Sacramento) (Retting and Kyrychenko 2002).

2.3. Différentes manières de faire

La section précédente a souligné l'existence de programmes de CAFR qui peuvent se décliner tant au niveau national, que régional ou local. Les dispositifs de CAFR étant utilisés en milieu urbain, il semble raisonnable d'affirmer, *ceteris paribus*, que la taille du programme puisse être influencée à la fois par le degré d'urbanisation du pays et par la taille de la métropole⁸. En somme, le nombre d'équipements associés à un programme sera d'autant plus important que la taille de la juridiction associée sera étendue. Le programme britannique constitue sans doute aujourd'hui le dispositif le plus important en termes de nombres d'équipements mobilisés pour contrôler le respect des feux rouges avec environ 1000 appareils en fonctionnement, alors que d'autres programmes municipaux fonctionnent avec quelques équipements (Office of the Auditor General - Western Australia 1996, p. 25).

⁸ Il ne s'agit pas d'affirmer qu'une société présentant un taux d'urbanisation élevé sera encline à se doter d'un tel dispositif, mais de supposer que lorsque les autorités ont décidé de recourir à cet instrument de politique publique, la taille du programme sera influencée par le nombre de villes à équiper et par la taille de celles-ci.

Non seulement la taille absolue des dispositifs varie énormément, mais la densité des programmes montre également une grande hétérogénéité⁹.

La diversité dans les manières de faire existe également dans le choix rigoureux des critères d'installation. Le déploiement de certains équipements repose sur une large gamme de critères. Il peut s'agir de critères relatifs à l'accidentalité (nombre d'accidents, nombre de victimes, coût des accidents, protection des piétons), aux comportements illégaux (nombre d'infractions commises), de critères économiques (revenu généré, source de financement...), des critères techniques (incapacité des forces policières à réaliser certains contrôles, caractère dangereux de mener des contrôles traditionnels, considérations techniques d'implantation, modifications futures des infrastructures...), et géographiques (recherche d'effets de débordement (*spillover effect*), d'une certaine densité de contrôle, distribution de la circulation...) et politiques (demandes des autorités politiques, demandes de la population...) (Blakey 2003, p. 36 ; California State Auditor 2002, p. 26). Bien évidemment, cette liste n'épuise aucunement les critères qui peuvent être retenus par une autorité lors du déploiement de ces équipements. Cette grande diversité dans les critères qui président à la détermination des intersections équipées suggère des difficultés évidentes lors de l'évaluation de tels dispositifs, voire une éventuelle prudence quant à l'interprétation des chiffres obtenus. En effet, si le choix des sites repose sur une volonté politique de répondre à des exigences de sentiment de sécurité d'une population riveraine (alors qu'il n'existe pas de réels enjeux en termes d'accidentalité), l'évaluation de tels dispositifs retenant le critère de l'accidentalité risque de conclure à son inefficacité. D'ailleurs, certains audits mettent en évidence le fait que certaines intersections ont été équipées de tels dispositifs sans présenter de réels enjeux en termes d'accidentalité (Office of the Auditor General - Western Australia 1996, p. 3). Cette grande diversité dans les critères d'installation et des objectifs retenus par les autorités souligne à la fois la difficulté qui préside à la détermination de critères appropriés pour équiper les intersections, mais également les différentes contraintes avec lesquelles les autorités doivent composer, qui sont notamment d'ordre institutionnel¹⁰.

Un autre facteur d'hétérogénéité réside dans les modalités d'administration des programmes de contrôle automatisé des feux rouges. Le dispositif de CAFR doit être

⁹ La densité des dispositifs peut être mesurée différemment, en rapportant le nombre d'équipements au nombre d'intersections existantes, ou encore en tenant compte de l'importance de la population.

¹⁰ Ainsi, certains sites accidentogènes peuvent ne pas être retenus du fait de conflits entre des juridictions politiques et de l'absence d'autorisation administrative de procéder à l'équipement (FHA 2005).

compris comme une succession de tâches stratégiques (planification, décision d'implantation, supervision, évaluation et mesure des performances...) et opérationnelles (mise en œuvre, entretien et gestion des appareils, procédure de recouvrement des amendes, politique de communication). Certaines de ces tâches relèvent systématiquement des autorités (municipales, ministérielle, organisation administrative ad hoc...) : il s'agit pour l'essentiel de tâches stratégiques. Quant aux tâches opérationnelles, elles peuvent être confiées à des administrations (municipale, centrale), mais aussi faire l'objet de sous-traitance auprès d'entreprises privées. Cette action de sous-traitance de certaines tâches prend des formes diverses et plus ou moins intégrées (FHA 2005). La décision de sous-traiter certaines activités au secteur privé nécessite de mener une réflexion relative au cadre contractuel pour déterminer à la fois les modalités de rémunération des entreprises (fixe, proportionnelle aux infractions traitées...) et les limites opérationnelles et juridiques de leurs interventions. Cette modalité contractuelle conduit également à la nécessité pour les autorités de déterminer et de mettre en œuvre des procédures de contrôle de l'activité sous-traitée, afin de s'assurer entre autres du respect de la légalité de la procédure menée et de la protection des informations relatives à la vie privée des conducteurs.

L'existence d'une diversité dans les modalités administratives permet de caractériser des modèles d'intervention. Nous avons retenu trois modèles distincts : le modèle administratif, le modèle privé et le modèle policier.

Le modèle administratif

La prise en charge des modalités opérationnelles est assurée par un département ministériel, ou directement par l'administration municipale ou locale. Ce modèle se caractérise aussi par l'absence de l'intervention policière. Ce modèle est d'autant plus acceptable pour l'agence policière, lorsque son employeur et son supérieur hiérarchique s'avèrent être également la municipalité en charge du programme de contrôle automatisé des feux rouges. Certaines municipalités américaines ont adopté ce type de modèle.

Le modèle privé

Le modèle privé se caractérise par l'importance des tâches opérationnelles confiées à une ou plusieurs entreprises privées. L'enjeu essentiel réside dans la bonne définition et la bonne exécution du contrat signé entre les parties. Il s'agit aussi pour les autorités de concilier un objectif de politique publique et celui du contractant qui relève du profit. La conciliation des intérêts de chaque partie n'est pas impossible, à la condition d'avoir correctement défini les procédures de contrôle. Ces procédures doivent être définies avec précision afin de protéger le conducteur contre les abus possibles (protection de la vie privée, respect de la procédure judiciaire, manipulation des informations) et de préserver la légitimité du système en conservant la confiance de la population en son fonctionnement (impartialité du dispositif). Le modèle privé pose aussi la question de procéder à la séparation de certaines tâches comme la construction des appareils, leur pose et leur entretien, puis de les confier à un ou plusieurs contractants. L'accroissement du nombre de prestataires posant alors des enjeux en termes de coordination et de coûts de transaction. Enfin, la décomposition des tâches peut concerner la gestion opérationnelle du dispositif (réalisation des contrôles sur le terrain, traitement informatiques des informations, gestion des courriers, interface avec les usagers...).

L'État de Victoria (Australie) a ainsi confié le contrôle automatisé de la vitesse, du stationnement et celui des feux rouges à deux entreprises privées pour ce qui relève de la gestion des appareils, leur entretien et le traitement des infractions. En France, le dispositif de contrôle automatisé (CA) a également recours à des entreprises privées pour la réalisation de tâches limitées et spécifiées.

Le modèle policier

La présence policière peut s'avérer plus prégnante, lorsque le dispositif fonctionne sous l'autorité du chef de la police. Le modèle policier n'implique aucunement une maîtrise totale du dispositif, mais que celui-ci s'inscrit dans un programme où l'organisation policière prend une part importante à son fonctionnement. L'automatisation du contrôle des feux rouges conduit nécessairement à un processus de substitution : les activités traditionnelles de l'officier de police disparaissent au profit d'un équipement technique. L'implication policière peut donc être reléguée à la conformité de la procédure judiciaire, au traitement des

clichés problématiques. Le centre de traitement des infractions peut aussi être placé sous l'autorité d'un responsable policier. Le modèle britannique laisse la possibilité à l'organisation policière de prendre le leadership au niveau d'un programme local. Le dispositif français emprunte également beaucoup au modèle policier, avec la présence conséquente d'officiers de police de la sécurité publique et de la gendarmerie nationale au sein du CACIR et pour la réalisation des opérations de contrôle de vitesse avec les équipements embarqués.

Nous devons insister de nouveau sur le fait que cet effort de catégorisation n'implique pas l'existence de modèles purs. Elle peut toutefois nous servir à définir les grandes caractéristiques institutionnelles des dispositifs de contrôle investigués et de s'intéresser aux systèmes de gouvernance mis en œuvre. Les dispositifs déployés partagent généralement certaines caractéristiques des différents modèles. La nécessité de dresser une typologie pose implicitement la problématique de l'impact du modèle institutionnel sur les performances du dispositif mis en œuvre, ce qu'aucune recherche ne s'est attachée à établir jusqu'à maintenant, tout en reconnaissant une influence possible.

“A well-executed program –including a clear, well-defined process coupled with good legislation – can increase effectiveness, facilitate public acceptance and improve the long-term success of RLC¹¹ programs” (Blakey 2003, p. 35)

En quelque sorte, il existe une forme d'efficacité institutionnelle à l'œuvre, mais qui est assez mal connue dans la mesure où les recherches ne se sont pas intéressées à cette dimension.

2.4. Les critères d'évaluation retenus dans les études

Il existe également une grande diversité dans la mesure de l'efficacité de ces dispositifs, indiquant par la même que le dispositif déployé peut répondre à différentes orientations, dont il convient de tenir compte lorsqu'intervient le moment de l'évaluation.

¹¹ RLC signifiant red-light camera ou camera feu rouge.

L'efficacité dans le rappel à la loi

L'objectif retenu est celui de la dissuasion des conducteurs de contrevenir au Code de la route et de les inciter à respecter les feux rouges de circulation routière (Retting et al. 1999a ; Chen et al. 2001). La prévalence des comportements illégaux constitue ici l'enjeu majeur, qu'il convient de maîtriser et de réduire. Il s'agit donc d'élaborer une politique de dissuasion et d'en déterminer les modalités. Faut-il signaler les feux équipés d'un dispositif ou la signalisation doit-elle être limitée à un panneau de signalisation à l'entrée de la ville ? Les enjeux relatifs à la dissuasion posent la question de l'opportunité de mener une politique de communication accompagnant la mise en œuvre du dispositif, et le cas échéant, d'en déterminer les modalités. La recherche d'une politique de dissuasion des conducteurs nécessite également de réfléchir à la densité du nombre d'équipements et au type de sanction encourue (amende, retrait de points, avertissement...) (Tay and De Barros 2009).

La réduction de l'accidentalité routière

Réduire le nombre de victimes par la recherche d'une application stricte de l'arrêt au feu rouge constituerait une évidence suffisamment forte pour qu'elle ne nécessite pas d'aller plus en avant sur ce que recouvre cet objectif. La sanction des comportements violant les feux rouges de circulation se trouverait en quelque sorte légitimée par la gravité des dommages encourus par les victimes lors de la survenance d'un accident (Council et al. 2005 ; Retting et al. 2002).

En fait, un tel dispositif pourrait également trouver des justifications dans la survenance de dommages générés par les violations au Code de la route, mais qui ne seraient pas seulement d'ordre matériel ou corporel et relatif à l'accident. En effet, en milieu urbain, compte tenu de l'importance de disposer d'une fluidité de la mobilité, les enjeux sont également relatifs à l'évitement de phénomènes de congestion et de blocage de la mobilité, éviter en quelque sorte une forme « d'impôt temps » à la mobilité. En effet, l'accident de circulation entraîne entre autres des pertes de temps considérables et l'annulation de plans individuels.

Réduire l'accidentalité reste cependant un objectif trop imprécis pour être suffisamment compréhensible. En effet, la recherche menée par Andreassen (1995) a mis en évidence à la fois l'existence de différentes catégories d'accidents (latéraux ou avant arrière), mais aussi l'existence de mécanismes de transfert de risque. Les personnes qui auraient pu être concernées par un accident latéral ne sont pas celles qui sont concernées dans le cadre d'un accident avant arrière généré par un freinage soudain du premier véhicule et du défaut de maîtrise ou d'anticipation du conducteur suiveur.

En somme, de quelle accidentalité parle-t-on ? Se limite-t-on à évaluer l'impact sur les accidents matériels et corporels ? Quels types d'accident corporel étudie-t-on ? Distingue-t-on ces accidents selon leur gravité et/ou selon le type d'usager ? Dans certains cas, l'évaluation devient tributaire des statistiques disponibles (Retting et al. 2001, p.4). Cependant, l'absence d'informations statistiques détaillées n'implique pas l'absence d'enjeux en termes d'accidentalité, mais suggère au contraire de s'intéresser au recueil systématique de certaines données. Par ailleurs, l'existence d'une grande diversité dans les scénarii d'accidents (latéraux avant arrière, matériels et corporels...) souligne la complexité de leur traitement en milieu urbain, ce qui nécessite de procéder entre autres à des analyses de données qualitatives (lecture de PV) afin de disposer d'une approche affinée de l'impact du dispositif de CAFR sur les différentes catégories d'accidents corporels.

Une intervention publique qui implique un transfert du risque d'une catégorie d'usagers vers une autre soulève bien évidemment des problèmes éthiques, que l'on retrouve lorsqu'il s'agit de prendre en compte un comportement délibéré de passer au feu rouge, comportement pouvant entraîner le décès d'un piéton circulant sur un passage 'protégé'. La confrontation du « pot de fer et du pot de terre » dans certaines circonstances, certes particulières, doit-elle être encore considérée comme un simple accident ? Dans certaines circonstances, la qualification juridique de certaines actions ne pourrait-elle pas être revue ? Le raisonnement en termes d'accidentalité, au prétexte qu'elle agrège une catégorie statistique, ne doit pas masquer des enjeux plus importants : la protection des usagers vulnérables pour lesquels il n'y aura pas de seconde chance. En somme, des principes éthiques peuvent primer sur une approche trop statistique du phénomène.

L'approche comportementale

Certaines études ont porté leur intérêt sur les caractéristiques des conducteurs, auteurs d'infractions au feu rouge. Ces études permettent de fait de dresser des 'profils de contrevenants potentiels'. Les auteurs de telles infractions seraient relativement plus nombreux parmi la population jeune, de sexe masculin, et ayant déjà commis d'autres infractions au Code de la route. Un lien avec la conduite en état d'ivresse et avec le non-port de la ceinture de sécurité serait également établi (Retting et al. 1999c, p. 691). La problématique du franchissement des feux de circulation serait donc liée à d'autres enjeux plus larges de sécurité routière. Les auteurs de ces infractions représenteraient une catégorie de conducteurs dangereux, certes du fait du non-respect des feux rouges, mais aussi par ce que ce comportement serait révélateur d'une conduite à risque et peu respectueuse des prescriptions du Code de la route de manière générale (Retting and Williams 1996, p. 13). L'automatisation des contrôles feux rouges pourrait ainsi aider à identifier cette catégorie de conducteurs à risque et par leur processus de dissuasion participer à la modification de leur comportement de conduite (Corbett and Caramlau 2006). Des influences culturelles seraient également à l'œuvre.

L'agencement spatial des voies de circulation (nombre de voies par exemple, organisation de la circulation au sein des villes), comme les volumes de circulation, la durée du rouge, où l'heure de la journée constitueraient également des facteurs prédisposant à la réalisation de ce type d'infraction (Porter and England 2000, p. 6). L'origine géographique du conducteur favoriserait aussi la réalisation d'infractions (Retting and Williams 1996, p. 13), qui pourrait s'expliquer par une moins bonne connaissance des lieux de contrôle et une situation de conduite propice à l'erreur (l'attention étant portée en premier lieu aux efforts d'orientation). Par ailleurs, les auteurs d'infractions feu rouge et les conducteurs à fort kilométrage seraient moins enclins à accepter¹² ce type de dispositif de contrôle (Zuo and Cooper 1991, p. 1991).

D'autres résultats soulignent également qu'une large part des contrevenants feu rouge commet leur infraction dans un délai d'une seconde après le passage au rouge (Retting and Williams 1996, p. 11). Cette distinction des contrevenants par leur temps de passage à l'intersection alors que le feu est rouge et selon leur vitesse de circulation, aiderait sans doute à déterminer des stratégies différenciées des conducteurs (erreur, stratégie de

¹² Pour les problématiques relatives à l'acceptabilité des dispositifs de contrôle, voir Eyssartier et Hamelin (2009).

gain de temps, prise de risque maîtrisée...). Une étude australienne met en évidence qu'une majorité des franchissements de feu rouge se fait pendant la période où l'ensemble des feux de l'intersection sont au rouge et lorsque le véhicule tourne à droite (Kent et al. 1995, p. 24). L'étude va plus loin en suggérant une forme de rationalité individuelle à violer la réglementation, notamment en période de congestion et au retour du travail. Il s'agirait de ne pas perdre de temps en période de pointe, où les phases de rouge se succèdent sans pouvoir passer.

"While it is apparent that practically all of the red light running occurred within the first 2 or 3 seconds of the red phase (i.e. usually the all-red period) and this is undesirable in road safety terms, nevertheless it is not as dangerous as encroachments during the full-red period when there is more likely to be conflicting traffic. ... Full-red light running appears to be primarily associated with right-turn movements (...) and occurred most often during the evening peak period (...)." (Ibid.)

L'étude réalisée par la ZELT a mis également en évidence des anticipations de feu vert de la part des conducteurs (Olivero et Sauvagnac 2001, p. 10 et 15). Les résultats de ces différentes études suggèrent que le choix de violer le feu rouge par un conducteur ne se fait pas toujours de manière inconsidérée et indépendamment d'une prise de risque modérée et maîtrisée.

La meilleure compréhension et l'élaboration de profils de contrevenant aideraient à élaborer des stratégies de dissuasion adaptées, de réfléchir aux alternatives en termes de modification d'infrastructure, de coordination des feux rouges pour limiter la prévalence de ces infractions. L'intérêt porté à la dimension comportementale souligne également la nécessité d'étudier, de prendre en compte les processus de ces décisions individuelles, et d'aller plus en avant dans la compréhension du choix de commettre cette infraction. Il s'agit aussi de réfléchir à l'élaboration de modalités adaptées pour éviter la réalisation de ces infractions ou tout du moins d'infléchir certaines décisions.

L'intégration de la dimension comportementale s'avère cruciale pour l'efficacité des dispositifs. En effet, si la prévalence de ces comportements illégaux peut être limitée par des modifications d'ordre technique ou cognitif, concernant à la fois l'infrastructure routière ou le dispositif lui-même (contrôle aléatoire, utilisation de leurres par exemple...), les efforts de déploiement du dispositif pourraient être portés aux intersections les plus problématiques et pour lesquels les enjeux seraient clairement identifiés.

Une approche en termes d'efficacité « économique »

Deux approches peuvent être distinguées pour déterminer l'efficacité économique d'un dispositif de contrôle automatisé des feux rouges. Une première démarche consiste à centrer l'analyse sur le fonctionnement du dispositif lui-même. Il s'agit en quelque sorte de mener une approche de comptabilité analytique et financière. Les coûts de mise en œuvre, de maintenance et de déploiement des équipements sont comptabilisés. La démarche consiste également à déterminer le produit des recettes lié au paiement des contraventions. La comparaison entre les recettes et les coûts permettent de déterminer le produit ou la charge nette pour les finances publiques de disposer d'un tel programme de contrôle, mais également d'anticiper les charges d'investissement dans le cadre d'un déploiement pluriannuel.

Cette approche s'avère nécessaire et utile à la fois pour le contrôle du bon usage de la dépense publique et déceler éventuellement les dérives budgétaires du programme. Il constitue un instrument de pilotage. Ces données se révèlent d'autant plus cruciales, lorsqu'une partie des activités est confiée à des opérateurs privés. L'approche par la comptabilité analytique et financière constitue alors un instrument de contrôle des coûts et de la performance des opérateurs privés (California State Auditor 2002, p. 53-56 ; Hooke et al. 1996).

Cette approche financière et comptable conduit au développement de tableaux de bord, la définition de critères de performance, des procédures de contrôle de gestion et de reddition des comptes. Ces instruments de pilotage s'avèrent incontournables pour les responsables du dispositif et utiles pour le contrôle parlementaire.

De cette approche financière et comptable, doit être distinguée une approche économique¹³. En effet, les impacts de ce type de dispositif s'avèrent multiples et peuvent être de sens opposés : accidents matériels, blessés et vies sauvegardées entre autres. Ils concernent à la fois la fréquence des événements et leur gravité (Shin and Washington 2007, p. 1217). Ces impacts s'expriment généralement de manière quantitative. Or ces effets ne peuvent être directement comparés avec le coût engendré par la mise en œuvre du dispositif. Ainsi, il convient de disposer d'un étalon de mesure commun permettant leur valorisation monétaire. La comparaison des avantages et des coûts rend possible entre autres de bâtir des approches de type coût-avantage, lesquelles permettent de répondre à des problématiques relatives à la taille optimale du dispositif de contrôle ou de déterminer l'efficacité globale de différentes stratégies alternatives. En effet, si deux projets alternatifs de CAFR se trouvent en concurrence et produisent des effets différenciés pour les différentes catégories de victimes, il n'est pas possible de hiérarchiser les alternatives. Seule la traduction monétaire des avantages relatifs de chaque programme permet au décideur de trancher.

La démarche coût-efficacité apparaît moins exigeante, puisqu'il s'agit de comparer le nombre de victimes évitées pour une dépense donnée pour chaque alternative (Council et al. 2005a, p.43). Cette démarche suggère que le dispositif de CAFR se trouve en concurrence avec d'autres mesures de sécurité routière. Il s'agit pour les autorités d'investir dans les projets les plus rentables économiquement, c'est-à-dire ceux qui offrent, à dépense donnée, le retour le plus important en termes de préjudices évités pour la société. En quelque sorte, la démarche économique permet de comparer les programmes et des démarches de type *benchmarking* à la fois entre différents programmes de sécurité routière, mais aussi entre différentes juridictions ou lots d'un même programme de CAFR.

L'approche économique représente une aide précieuse à la décision publique, en précisant les modalités d'intervention les plus rentables et en aidant à l'identification des « gisements » de sécurité. Ainsi, une recherche récente a conclu à une relation croissante entre les gains nets obtenus et l'importance du trafic au carrefour. De même, lorsque la politique de déploiement s'accompagne d'une politique de communication, ou encore

¹³ Pour une approche critique de l'approche économique en matière de déploiement de contrôle automatisé de la vitesse, voir Carnis (2008b).

lorsque la sanction pécuniaire est associée avec un retrait de points du permis de conduire, les retours seraient plus importants (Council et al. 2005a, p. 70).

Certaines recherches, qui ont développé des volets économiques dans leur démarche d'évaluation des dispositifs, vont jusqu'à calculer un revenu net moyen par équipement¹⁴. Ainsi Council et al. (2005b) estiment un revenu net annuel de 38 000 \$ par site. En conséquence, même si certaines études constatent l'augmentation significative de certains types d'accidents, leur coût s'avère peu élevé lorsqu'il est comparé aux gains générés par une réduction même limitée de préjudices plus coûteux (Ibid. p. 41). Une autre recherche avance des résultats plus mesurés avec un retour annuel estimé à 4 500 \$ (Shin and Washington 2007, p. 1220).

L'efficacité d'un système peut être appréhendée de manière fort différente. Cependant, cette performance relative des dispositifs de contrôle n'a jamais été mise en relation avec la forme institutionnelle qui la soutient. En somme, il existe aujourd'hui un déficit de connaissances concernant l'impact du cadre institutionnel sur les performances¹⁵. Dit autrement, on peut supposer qu'il existe une dimension de la performance qui est propre au cadre institutionnel. Cette variable reste dans « l'angle mort » des évaluations et constitue une forme de point aveugle dans l'appréhension du fonctionnement des dispositifs de CAFR.

¹⁴ *Il s'agit ici d'un gain économique net.*

¹⁵ *Le cadre institutionnel influence également les pratiques de l'évaluation et donc la manière de mesurer les performances. Cela peut aller jusqu'à renoncer à mener l'évaluation (Carnis 2008b).*

3 L'automatisation des contrôles feu rouge : une efficacité en question ?

Le déploiement d'un dispositif de CAFR s'accompagne généralement d'un questionnement concernant son efficacité. Il s'agit de déterminer à la fois si ce type d'infraction constitue un réel enjeu et si le dispositif de contrôle atteint son objectif. Les recherches convergent dans leur résultat pour affirmer que ces dispositifs sont dissuasifs : ils incitent les conducteurs à respecter la réglementation routière. Cependant, les résultats divergent concernant les effets sur l'accidentalité, plaçant ainsi le décideur politique dans l'incertitude et dans une situation inconfortable en remettant en cause la 'rentabilité sociale' de leur intervention publique.

3.1 Un dispositif dissuasif pour le contrevenant ?

La violation d'un feu rouge par un conducteur constitue la réalisation d'un acte illégal, qui est susceptible d'être puni. L'efficacité d'un dispositif de CAFR peut être jugée par sa capacité à faire appliquer la loi. Il s'agit alors de déterminer si le dispositif permet de dissuader les conducteurs à commettre des actes illégaux, sachant que ces derniers peuvent relever de comportements délibérés de non-respect de la règle ou résulter d'une erreur de conduite, ou encore être le résultat d'un moment d'inattention (Depken and Sonora 2009). Une autre dimension concerne les conséquences du non-respect du feu rouge. Elle implique de prendre en considération les conditions de réalisation de cette infraction : circulation de nuit fluide, situation de congestion et de blocage de la circulation, fréquence de la circulation piétonne... En somme, il s'agit de tenir compte des interactions potentielles entre usagers et le type d'interaction. Cette décomposition en séquence souligne que l'impact du CAFR sur l'accidentalité résulte d'un processus complexe et incertain. L'étude de l'impact du dispositif de contrôle sur les comportements illégaux suggère que la récurrence de franchissements de feu rouge résulte d'un comportement délibéré ou inattentif qui peut être infléchi par un système d'incitation (la sanction pour l'infraction réalisée). Si la récurrence de franchissements de feu rouge s'explique par un défaut de signalisation ou une implantation problématique du feu lui-même, il est raisonnable de penser que l'effet du mécanisme incitatif sera sans doute d'une ampleur limitée. C'est d'ailleurs à ce résultat que parviennent les auteurs de l'étude menée sur le comté de Nottinghamshire en Grande-

Bretagne (Thompson et al. 1989, p.125). L'expérimentation menée démontre que l'effet dissuasif n'est pas significatif statistiquement et s'avère limité dans le temps.

"In conclusion, red-light running fits into the category of culpable driver error. It is extremely risky behaviour and it must be eliminated."

(Ibid. p. 125)

Dans une telle situation, la solution peut reposer sur une modification de l'infrastructure ou de la signalisation. Cet argument est d'ailleurs repris dans une étude plus récente qui considère que le contrôle automatisé n'est pas la panacée pour réduire l'accidentalité liée aux franchissements de feu rouge (Shin and Washington 2007, p. 1221).

Toutefois, ce constat d'un effet limité du contrôle automatisé des feux rouges n'est pas un résultat partagé. Les travaux de Chin (1989) sur Singapour concluent à une réduction significative des comportements d'infraction feu rouge de l'ordre de 40 % (Chin 1989, p. 177). Cet impact serait encore plus important (-45%) lorsque le véhicule doit tourner. L'auteur a identifié également des effets différenciés selon la catégorie de véhicules. L'impact serait le plus élevé pour les camions et le moins important pour les motocyclettes. En cela, l'auteur fait état d'une relation avec le poids du véhicule : plus le poids du véhicule serait important, moins importante serait sa vitesse, car le conducteur anticiperait une distance pour pouvoir s'arrêter.

Le dispositif déployé en Colombie-Britannique dans le cadre de *l'Intersection Safety Camera Programme* (ISCP) en 1997 s'est accompagné également d'une réduction significative du taux de franchissements des feux rouges d'environ 69 % (Chen et al. 2001). Les auteurs de l'étude mettent en évidence un effet qui s'érode avec le temps, puisque la réduction s'établit à 38 % après 6 mois de fonctionnement du dispositif. Cette réduction de l'effet du dispositif s'expliquerait par une meilleure connaissance des lieux de contrôle par les conducteurs (processus d'apprentissage).

L'effet dissuasif d'un dispositif automatisé de contrôle des franchissements de feu rouge a été également identifié à Fairfax aux États-Unis au cours d'une étude menée sur plus d'un an (Retting et al. 1999b). Selon les auteurs, la réduction du nombre de

franchissements s'établirait à environ 40 %. Une recherche menée sur la ville d'Oxnard en Californie en 1997 conclut également à une réduction significative des franchissements de feu rouge du même ordre (Retting et al. 1999a). Les résultats suggèrent non seulement un effet durable du dispositif, mais mettent également en évidence un mécanisme de déversement¹⁶ (*spillover*) de l'effet de dissuasion aux autres feux rouges non équipés. En somme, les effets de ces dispositifs ne se limiteraient pas à une zone localisée ou aux seuls feux équipés d'un dispositif de contrôle, mais se propageraient à un réseau de feux de circulation.

Une étude écossaise menée entre 1991 et 1994 à Glasgow soutient que le déploiement d'un dispositif automatisé a permis de réduire de 69 % le nombre de franchissements de feux rouges, et que cet effet s'est propagé aux feux adjacents (The Scottish Office, 1999). Lum et Wong (2002) ont également démontré sur la ville de Singapour l'effet incitatif de ces équipements pour le conducteur à s'arrêter au feu rouge : cette propension à respecter le rouge serait 17 fois supérieure pour les feux équipés par rapport à ceux qui ne le sont pas. Une recherche menée sur la ville de Clive en Iowa conclut à un taux de franchissement 25 fois supérieur pour les intersections non équipées d'un dispositif (Fitzsimmons et al. 2009, p. 988). Les auteurs mentionnent également des études relatives à l'évaluation de dispositifs mis en place dans d'autres villes américaines en Oregon et au Texas, dont les résultats vont dans le même sens.

Au regard du nombre de dispositifs mis en œuvre au niveau international, il existe relativement peu d'études s'intéressant à la question de l'efficacité du CAFR, laquelle est comprise en termes de dissuasion des comportements illégaux (Retting et al. 2003). Les résultats des études mettent en évidence une grande variabilité statistique de l'effet de dissuasion obtenu. Les réductions obtenues se situent dans une fourchette allant de 22 % à 56 %¹⁷. Les résultats soulignent un effet dominant qui associe déploiement d'un dispositif de contrôle automatisé une réduction du nombre de franchissements illégaux de feu rouge. L'ampleur de la réduction associée dépend de considérations contingentes telles que le choix des lieux équipés, la densité du programme de contrôle, et l'importance des comportements infractionnistes avant la mise en œuvre du programme.

¹⁶ On utilisera également la notion d'effet de contagion.

¹⁷ Pour les études retenues dans l'étude de Retting et al (2003).

L'intérêt porté à l'effet dissuasif du dispositif de contrôle implique de mener une réflexion approfondie sur les profils des infractions et des contrevenants. Il s'avère nécessaire de catégoriser les infractions selon la trajectoire du véhicule (virage, traversée de l'intersection...), car la dangerosité et la nature de l'interaction avec les autres véhicules diffèrent. La vitesse de circulation constitue également une information intéressante : le franchissement de feu résulte-t-il d'une volonté de forcer la circulation à faible vitesse, d'une erreur de conduite, ou encore d'un mauvais aménagement routier ? Le moment de la réalisation de l'infraction peut également apprendre beaucoup sur les motivations du contrevenant et sur la prise de risque plus ou moins mesurée (heures de pointe, circulation de nuit...). Le type de véhicule constitue également une information essentielle afin de circonscrire éventuellement des pratiques de conduite spécifiques. Enfin, l'importance de l'infraction selon la durée du rouge représente une information importante pour pouvoir remédier à ce type de comportement. Ainsi, l'optimisation des cycles de feu en fonction des débits observés peut aider à réduire significativement le risque d'accident. Enfin, les caractéristiques du conducteur peuvent révéler des éléments de profil intéressants qui pourraient être mis en relation : âge du conducteur, genre, infractions passées commises, situation du permis de conduire, implication éventuelle dans des accidents antérieurs... (Retting and Williams 1996). Ces informations peuvent aider à définir des 'marqueurs' (Porter and England 2000), afin d'aider à l'identification des sites nécessitant l'installation d'équipements de contrôle ou appelant des évolutions relatives à l'infrastructure ou à la signalisation.

Éléments de profil

- Trajectoire du véhicule
- Vitesse de circulation
- Conditions de circulation (volume, éclairage, heure)
- Type de véhicule
- Durée du rouge
- Caractéristiques du conducteur

L'étude des mécanismes de dissuasion souligne également la nécessité d'étudier les mécanismes d'apprentissage des conducteurs lorsqu'un tel dispositif est déployé, et les

processus de diffusion de l'information au sein de la population des usagers de la route. Quels sont les mécanismes de propagation à l'œuvre concernant la dissuasion tant au niveau de la population (échange d'information...) qu'au niveau spatial entre les sites équipés et ceux qui ne le sont pas (enjeux liés à la perception)? Les mécanismes d'apprentissage pourraient rendre compte des phénomènes d'érosion concernant l'effet dissuasif du dispositif de contrôle. Les usagers surestimenteraient dans un premier temps le risque de sanction et ajusteraient dans un second temps (selon leur propre expérience et à partir des informations reçues) leur comportement. Il s'agit aussi de répondre aux interrogations concernant la densité du dispositif à déployer, de réfléchir aux modalités de la signalisation des lieux de contrôle (signalisation ou non, et de quel type (localisée ou générale)), mais aussi de réfléchir à l'opportunité d'accompagner ou non le dispositif d'une politique de communication régulière. Les autorités recherchent-elles la production d'une dissuasion générale ou spécifique ?

3.2 L'impact du contrôle automatisé feu rouge sur l'accidentalité : le décideur public face à l'incertitude

La question qui focalise à la fois l'attention du décideur public et celle du citoyen, et qui est bien légitime au regard des enjeux qu'elle implique, consiste à savoir si le CAFR atteint son objectif en termes de réduction d'accidentalité routière. La seule réponse qui s'impose est qu'il n'existe pas de réponse définitive donnée par les différentes recherches. Cela ne signifie pas l'absence totale de connaissances, mais seulement l'existence d'un faisceau de présomptions qui nous amène à conclure prudemment.

Cette incertitude relative à l'impact de dispositifs de CAFR apparaît comme la conséquence directe de la non prise en compte de la dimension institutionnelle dans les évaluations d'une part, et traduit des problèmes méthodologiques de la procédure d'évaluation elle-même d'autre part.

L'absence de la prise en compte de la dimension institutionnelle consiste à négliger à la fois cette dimension dans la détermination des performances du système de contrôle, mais aussi de considérer implicitement qu'il n'existe aucune logique organisationnelle propre au système, logique autonome et pas toujours en accord avec le motif premier de son déploiement. Il s'agit ici d'un phénomène bien connu de la sociologie des organisations, avec le détournement de la fonction initiale de l'organisation par ses agents. Il existe un conflit

entre les buts assignés à l'organisation et ceux des agents qui participent au fonctionnement de l'organisation (Rojot 2003, p. 88).

En somme, les études considèrent implicitement que les dispositifs sont déployés aux lieux requérant un tel traitement et que le problème de franchissement identifié s'explique seulement par des comportements dangereux et délibérés. Mais qu'en est-il vraiment lorsque le processus de déploiement répond à des convenances administratives, des contraintes juridictionnelles ou des logiques d'entreprises qui en assurent la gestion ? Existe-t-il un réel travail préparatoire assurant que les franchissements s'expliquent avant tout par des propensions à commettre des actes illégaux, et ne résultent pas d'un défaut d'aménagement ou de conditions de trafic ? En somme, le CAFR ne peut produire les effets attendus qu'à la seule condition qu'il équipe des intersections choisies pour des enjeux relatifs à l'accidentalité, eux-mêmes résultant de comportements identifiés et considérés comme dangereux. Or tel n'est pas toujours le cas.

"The examination found little relationship between the decision to install a red light camera at an intersection and the frequency of occurrence of right angle crashes at the intersection." (Office of the Auditor Western Australia, 1996, p. 25).

"Fremont and Long Beach avoided includes state-owned intersections in their red light camera programs because they anticipated that the Caltrans permitting process would be too cumbersome and would unnecessary delay the start of their programs. By avoiding state-owned intersections, these local governments failed to place cameras at some of the most dangerous intersections within their jurisdictions." (California State Auditor, 2002, p.30)

L'impact de cette dimension institutionnelle n'est jamais pris en considération par les recherches évaluant les performances des dispositifs. Cette dimension est un point aveugle, qui conduit les auteurs à considérer les effets positifs ou négatifs, mais également leur significativité statistique comme le seul produit du dispositif lui-même, réduit à sa dimension technique. Le dispositif se trouve comme désincarné de la réalité sociopolitique qui entoure

sa mise en œuvre. Il est d'ailleurs significatif que seuls les rapports d'audit d'organismes administratifs indépendants travaillant dans une optique de reddition de compte, évoquent cette dimension dans leur rapport. Rapports qui ne sont pas considérés, et à juste titre, comme des productions scientifiques, et de ce fait se trouvent exclus systématiquement des réflexions scientifiques. Or le statut non scientifique, car administratifs, de tels documents n'implique pas que ces dimensions ne doivent pas être intégrées à l'analyse, qu'elles ne constituent pas un élément crucial à la bonne interprétation des résultats, et donc un élément de connaissance.

Des limites méthodologiques propres aux études expliquent également une partie de l'incertitude quant aux effets attendus par le déploiement d'un dispositif de contrôle automatisé feu rouge. Le nombre des sites équipés et utilisés pour mener les recherches varie grandement d'une étude à une autre. Certaines se limitent à quelques sites. Quel est le degré de confiance qui peut être placé dans les résultats d'investigations où le nombre de sites est aussi limité ? Certaines recherches doivent composer avec des informations fort réduites (comparaison avant / après impossible, absence de sites de contrôle, étude menée sur quelques semaines, statistiques réalisées sur des événements à faible occurrence...), de telle manière que les enseignements restent friables. Par ailleurs, ils s'avèrent difficilement généralisables et comparables. Les protocoles mis en œuvre pour déterminer la performance de ces dispositifs en termes de réduction de l'accidentalité routière restent largement tributaires des moyens mis à disposition des chercheurs pour les évaluer et notamment des moyens de recueil de données. Les chercheurs se heurtent également aux conditions de leur investigation, études réalisées *in situ*, qui rendent alors impossible de répliquer les situations propres aux expériences de laboratoire¹⁸ où l'environnement peut être contrôlé. Ainsi, le choix des sites de contrôle reste une démarche difficile, puisqu'elle consiste à trouver un site avec des caractéristiques similaires. Par ailleurs, les phénomènes de contagion de l'effet de dissuasion des sites équipés vers les sites non équipés conduisent à sous-estimer les résultats du dispositif, et donc à 'polluer' la recherche elle-même. Parfois, les autorités décident de procéder à des changements dans l'infrastructure pendant l'expérimentation, modifiant ainsi ses conditions de réalisation (South et al. 1988, p. 12). D'autres recherches sont tributaires des conditions de déploiement : implantation retardée, changement de sites. Toutes ces modifications affectent évidemment le protocole mis en

¹⁸ Des recherches en sécurité routière mobilisant l'approche expérimentale se révéleront sans doute prometteuses à cet égard.

place et influent sur les résultats obtenus, sans que le chercheur soit toutefois capable de mesurer cet impact, même si celui-ci en a bien conscience.

C'est l'argument de déversement (ou de contagion) que mobilisent les auteurs de l'étude menée sur la ville de Singapour pour expliquer l'absence d'une différence statistiquement significative entre les sites équipés et les sites de contrôle. L'accidentalité connaît une réduction générale marquée de 16 % pour l'ensemble des intersections feu rouge. L'effet net serait de 9%, mais non significatif au sens statistique (Ng et al. 1997, p. 79).

L'évaluation du dispositif de CAFR sur l'État de Victoria conclut également à un effet non significatif du point de vue statistique (South et al. 1988, p. 31). Les auteurs ont mesuré une réduction de 7 % environ du nombre total d'accidents et une diminution de 10 % du nombre de victimes. Concernant cette dernière évolution, aucun test de significativité n'a été mené. Cette recherche décompose l'évolution des accidents selon leur type (décomposition à laquelle avait procédé également Ng et al. (1997)). Seule la réduction du nombre d'accidents latéraux (-32%) s'avère significative. Cependant, les résultats des auteurs suggèrent des phénomènes opposés : la réduction des accidents latéraux s'accompagne de l'accroissement d'accidents avant arrière. Ces résultats restent cependant très fragiles, compte tenu des contraintes de la réalisation de l'étude (modification des conditions du protocole). On doit toutefois retenir de cette étude l'existence d'effets différenciés et de nature opposée selon le type d'accidents.

L'étude d'Andreassen (1995) menée sur Victoria et qui s'inscrit dans le prolongement de l'étude menée par South et al. (1988) conclut à l'absence d'effets bénéfiques procurés par le dispositif de contrôle automatisé feu rouge. Non seulement aucune réduction de l'accidentalité n'est constatée, mais l'auteur estime que la politique mise en œuvre a conduit à une recrudescence d'accidents de type avant arrière et celle d'accidents qui sont survenus sur les rues adjacentes. L'auteur suggère de réfléchir aux critères qui ont présidé aux choix des sites équipés (Andreassen 1995, p. 35). L'installation des équipements doit entre autres s'insérer dans les logiques de déplacement et de circulation. Néanmoins, ces conclusions doivent être prises avec prudence, dans la mesure où l'étude ne tient pas compte de

l'éventuelle évolution des conditions de circulation et des modifications d'infrastructures évoquées par South et ses co-auteurs.

L'étude menée sur la ville d'Oxnard en Californie (Retting and Kyrychenko 2002) met en évidence des résultats significatifs et robustes de la réduction de l'accidentalité. Cette réduction s'établirait à 7 % pour les accidents ; elle serait de l'ordre de 30 % pour les accidents ayant entraîné des blessures pour les usagers. L'étude démontre aussi une augmentation des accidents de type avant arrière, mais qui ne compense pas la diminution des accidents de type latéral.

La multiplication des dispositifs de CAFR a conduit tout naturellement les chercheurs à mener à la fois des synthèses des résultats (Decina et al. 2007 ; McGee and Eccles 2003) et de mener des études comparatives entre les différentes juridictions. Ainsi Retting et al. (2003) ont mené une revue de la littérature et ont essayé de combiner les enseignements de différentes études réalisées sur la question. Leurs résultats concluent qu'une réduction de 30 % des accidents de type latéral constitue le maximum que l'on peut attendre de tels dispositifs. Ces résultats doivent cependant être pris avec prudence compte tenu de l'hétérogénéité des conditions de réalisation des différentes investigations qui ont servi de support.

S'inscrivant dans le champ des investigations comparant les dispositifs déployés dans différentes juridictions, une recherche comparative sur treize dispositifs mis en place sur des villes américaines confirme les résultats avancés antérieurement à savoir la réduction des accidents de type latéral et une augmentation de ceux de type avant arrière (Persaud et al. 2005, p.35). Ces effets de sens contraire pourraient toutefois laisser craindre à la production d'effets pervers d'un tel dispositif (une augmentation nette des accidents). Or lorsque les différents types d'accident sont exprimés en une valeur monétaire : les dispositifs se caractérisent par une réduction nette des coûts (Council et al ; 2005, p. 41). En effet, le coût moyen d'un accident évité de type latéral serait plus important que celui d'un accident de type avant arrière. Les deux catégories d'accident se distinguent donc par des degrés de dangerosité et de gravité distincts, quand bien même du point de vue statistique ils compteraient pour une seule unité.

Deux nouvelles recherches tempèrent ces enseignements relatifs à la réduction de l'accidentalité, alors que l'on pouvait les considérer désormais comme définitivement acquis. Shin et Washington (2007) soulignent que la plupart des études menées sur le sujet sont probablement invalides du fait de problèmes méthodologiques. Les auteurs affirment que les dispositifs de CAFR affectent à la fois la fréquence et la gravité des différentes catégories d'accidents. Par ailleurs, leur étude menée sur le dispositif déployé sur les villes de Phoenix et Scottsdale en Arizona met en évidence des réductions significatives des accidents de type latéral et une augmentation des accidents de type avant arrière (Shin and Washington 2007, p. 1219-1220). Ainsi, le CAFR aurait permis de réduire la gravité des accidents de type avant arrière, quand bien même il en aurait accru leur fréquence. Par ailleurs, cette étude n'a pas identifié d'effet de contagion. Enfin, les auteurs discutent des gains économiques associés à ce type de dispositif. En valeur absolue, ils peuvent représenter des gains considérables, tandis que par intersection les gains restent faibles. Les auteurs concluent sur le fait que le CAFR ne constitue pas la panacée pour réduire les franchissements de feu rouge (Ibid. p. 1221), et à la nécessité d'analyser les mécanismes d'adaptation comportementale au dispositif de contrôle tout en ciblant les interventions publiques.

Les conclusions d'une méta-analyse menée par un chercheur norvégien conduit à remettre en cause les enseignements associés au CAFR (Erke 2009). L'auteur montre que lorsque les phénomènes de régression vers la moyenne et les effets de contagions sont pris en compte, les résultats associés à ce type de dispositif se révèlent défavorables. La critique portée par l'auteur se place essentiellement au niveau méthodologique. Les études menées précédemment sur le sujet surestimeraient les effets bénéfiques et sous-estimeraient les conséquences négatives.

“Studies controlling for RTM and spillover effects find an overall increase of the number of crashes. Injury crashes are found to increase by 13 %, and crashes with unspecified severity by 15 %. However, both of these effects are non-significant. A significant increase is found for rear-end collisions (+43%). Only right-angle collisions are found to decrease in those studies controlling for RTM and spillover effects. The summary effect is a decrease by 10%, which is non-significant and smaller than the summary effects from other studies.” (Erke 2009, p. 903).

Non seulement les effets sur les accidents (toutes catégories) ne seraient pas significatifs, mais l'impact sur les accidents corporels s'avérerait défavorable. Les résultats avancés par cette recherche insistent sur la nécessité de mener des études rigoureuses du point de vue méthodologique¹⁹ et de déployer les dispositifs (après investigation) aux lieux qui les justifient.

En conséquence, le débat reste ouvert sur les effets produits un dispositif de CAFR sur l'accidentalité. Ces effets sont différenciés selon le type d'accident et selon leur gravité. Toutefois, la revue de la littérature met en évidence un faisceau de présomptions qui conduirait à penser à l'existence d'un effet global positif sur l'accidentalité. Cependant, ces effets ne doivent pas être surestimés et sont tributaires des conditions de déploiement des appareils de contrôle. Il n'existe pas d'effet mécanique entre déployer des dispositifs de contrôle et l'obtention de résultats satisfaisants. Les autorités doivent mener avec précaution l'analyse des sites qui seront équipés d'un dispositif.

Par ailleurs, l'identification des effets sur l'accidentalité des dispositifs de CAFR nécessite de s'intéresser aux différentes catégories d'accidents et de désagréger les résultats par type de gravité. L'existence de mécanisme de substitution doit être mise à jour. Enfin, la question méthodologique et les conditions de mise en œuvre des évaluations constituent des dimensions essentielles pour mener à bien ces investigations, ce qui nécessite que les autorités se donnent les moyens de leur investigation. Par ailleurs, l'existence de mécanismes complexes à l'œuvre dans le déroulement des accidents en milieu urbain, au-delà des aspects quantitatifs analysés dans le cadre des évaluations traditionnelles, une analyse plus qualitative reposant sur l'étude des procès verbaux se révélerait sans doute utile pour circonscrire les enjeux relatifs aux accidents se produisant aux carrefours à feux.

¹⁹ Cette exigence s'applique aussi à l'approche mobilisant la méta-analyse, qui est elle-même tributaire des conditions institutionnelles du déploiement de tels dispositifs et des conditions de collecte des informations des études sur lesquelles elles s'appuient. Enfin, il conviendrait de manière générale de prendre en compte par différentes variables la diversité des points de départ (niveau d'accidentalité, densité de contrôle...) des dispositifs (les moyens sont divers et les objectifs différents) et ne pas seulement se focaliser sur les résultats obtenus. De manière générale, on peut se poser la question si la démarche méta-analyse est pertinente d'un point de vue méthodologique.

3.3 Un dispositif dissuasif économiquement viable ?

La plupart des études relatives au dispositif de CAFR ne développent pas la composante économique dans leur investigation. En conséquence, il existe peu d'éléments d'appréciation disponibles concernant cette dimension.

Le *California State Auditor* s'est intéressé à la dimension financière du dispositif, à savoir l'existence ou non d'un revenu net généré par de tels dispositifs. Cette approche consiste en fait à déterminer dans quelle mesure les finances publiques sont correctement utilisées. Dans son rapport (*California State Auditor* 2002, p. 53), les travaux de cette autorité suggèrent une certaine ambivalence dans les résultats obtenus. Des dispositifs se caractérisent par des pertes financières, tandis que d'autres sont capables de générer un revenu net. En fait, ce qui attire l'attention c'est le peu de transparence qui concerne les revenus générés et les dépenses encourues lors de la mise en œuvre de ces dispositifs de contrôle. Une grande incertitude accompagne les enseignements en termes de performance financière d'un tel dispositif. Un autre enseignement concerne la grande variété des modes de rémunération des opérateurs privés auxquels sont sous-traitées certaines tâches et la grande variabilité des coûts opérationnels. Le modèle municipal américain qui apparaît comme éclaté (aucun mécanisme de coordination n'existe entre eux) semble placer les municipalités dans un rapport défavorable avec les opérateurs dans le cadre de la négociation des prestations à réaliser, s'expliquant en partie par une moindre connaissance du dispositif et une incapacité à contrôler les performances.

Outre les coûts de mise en œuvre du dispositif, se pose la question du niveau des ressources générées et de leur durabilité. En effet, un montant d'amende relativement faible constitue à la fois une incitation relativement limitée à respecter la réglementation pour les conducteurs, mais limite aussi les recettes du dispositif. Lorsque le montant de la rémunération de l'opérateur privé s'établit à un niveau trop faible, celui-ci peut être incité à déployer les équipements qui permettent de faire du volume ou de jouer sur la qualité de la prestation pour la même raison, ou encore être conduit à renoncer à poursuivre la réalisation de la prestation (Fleck and Smith 1999). Cependant, des sanctions trop élevées peuvent conduire les usagers à contester l'existence du dispositif et d'être soutenu par leurs

représentants politiques qui peuvent en demander le retrait. L'arbitrage politique sur cette dimension repose sur une ligne de crête relativement étroite.

La démarche financière est centrée à la fois sur un périmètre particulier (la dimension organisationnelle du dispositif) et une dimension exclusive (les revenus et les coûts monétaires). Or comme il l'a été souligné plus haut, les vies humaines sauvegardées, l'évitement de préjudices corporels et des accidents matériels peuvent être traduits dans des expressions monétaires. Ainsi, certaines recherches se sont attachées à évaluer les gains associés à la mise en œuvre d'un dispositif de CAFR. Dans ce cadre qui adopte partiellement²⁰ une approche sociétale, il s'agit d'estimer les gains annuels moyens par site (Shin and Washington 2007, p. 1220 ; Council et al. 2005, p. 41).

L'étude menée par Synectics (2003) concernant le projet pilote d'un CAFR d'une durée de deux années en Ontario est remarquable du point de l'analyse économique. Les auteurs du rapport démontrent que le dispositif est économiquement efficace avec à un ratio avantage-coût de 1,57 (Synectics 2003, p. 62). Pour parvenir à ce résultat, les coûts relatifs au fonctionnement du dispositif ont été intégrés (investissement en équipement, fonctionnement, frais de justice...). Les gains comprennent à la fois la traduction monétaire des préjudices corporels et les accidents matériels économisés et ceux qui se sont accrus avec l'augmentation des accidents de type avant arrière.

Il apparaît clairement au travers les résultats de la littérature un déficit de connaissances sur la dimension économique des dispositifs de CAFR. Cet état de fait trouve sans doute des explications dans la structuration des modes de gouvernance, auxquels s'adosent les dispositifs de contrôle, mais également par une attention portée exclusivement sur les effets en termes de réduction d'accidentalité et de dissuasion. En somme, il s'agirait à la fois seulement d'une question de santé publique appréciée par la réduction de l'accidentalité et d'une question technique, d'ingénierie de trafic et de statistiques. Or la dimension économique affecte à la fois la mise en œuvre, le déploiement et le fonctionnement du dispositif, mais également les choix individuels en termes d'attention et de respect des réglementations, et l'acceptabilité du dispositif.

²⁰ En effet, il semblerait que les coûts opérationnels du dispositif ne soient pas pris en compte.

4 Les enjeux de l'automatisation des contrôles aux feux rouges

Le déploiement d'un dispositif de CAFR génère inévitablement des questionnements quant à la capacité du dispositif à atteindre les buts qu'il s'est donné d'atteindre, mais également des enjeux sur les alternatives possibles pour atteindre ces mêmes objectifs, et sur les conditions de sa mise en œuvre.

4.1 Des questions qui subsistent

L'intervention publique doit faire face à de nombreuses incertitudes, ce qui rend la décision politique délicate. Différentes questions ne sont pas encore tranchées et demandent des investigations plus poussées. Constituent-elles des obstacles insurmontables pour mener à bien une telle intervention ? Il reste que certaines problématiques doivent être prises en considération pour que l'objectif de la réduction de l'accidentalité routière, par exemple, soit au rendez-vous.

Les conditions de trafic

Dans quelle mesure l'intensité de la circulation influe-t-elle sur la fréquence des franchissements des feux rouges ? Une circulation importante dissuade-t-elle les conducteurs de commettre ce type d'infraction ou bien favorise-t-elle le passage au rouge afin d'éviter des temps d'attente trop longs aux intersections dont les phases se succèdent ? Synectics (2003) a conceptualisé les courbes SPF (*safety performance functions*), qui mettent en relation le niveau de sécurité des intersections avec les volumes trafic et leurs caractéristiques géométriques (Synectics 2003, p.16). Les auteurs soulignent que ces relations ne sont pas linéaires et présentent une forme logarithmique. En somme, l'équipement de dispositifs doit s'inscrire dans une logique de flux et l'optimisation du cycle du feu rouge peut constituer une solution alternative pour réduire les comportements contrevenant à la réglementation dans des proportions significatives (Retting et al. 2007, p. 6).

Les mécanismes de substitution

La plupart des recherches s'attachant à déterminer l'impact des dispositifs de CAFR désagrègent désormais les effets selon le type d'accident. Une meilleure connaissance des mécanismes de substitution à l'œuvre est impérative pour essayer à la fois de conserver les effets positifs de la réduction de l'accidentalité pour les accidents de type latéral tout en évitant une recrudescence des accidents avant arrière. Il s'agirait d'étudier les alternatives possibles en termes de signalisation des lieux de contrôle, afin d'éviter les freinages d'urgence au passage du feu. La signalisation doit-elle consister en un avertissement au lieu de contrôle, à une distance suffisante en aval du feu équipé, ou en une signalisation générale à l'entrée de l'agglomération. L'allongement de la durée de l'orange permettrait-il de réduire cette incitation à freiner brutalement, sachant que l'infraction n'est constatée que pour un passage au rouge ? Cependant, ces interventions possibles posent d'autres questions quant à l'adaptation comportementale des conducteurs : sachant que désormais ils disposent d'une durée de passage plus importante (une tolérance du système en quelque sorte), ne vont-ils pas maintenir leur vitesse de circulation, voire l'accroître pour forcer le passage à l'intersection ?

Par ailleurs, des modifications de l'infrastructure sont-elles à envisager afin de réduire les vitesses de circulation à proximité des intersections (politique de gestion des vitesses) ? De manière générale, les comportements de franchissement des feux rouges ne peuvent-ils pas être canalisés par des modifications de l'infrastructure routière ? Cette question s'était déjà posée pour le déploiement de dispositifs de contrôle automatisé de la vitesse en milieu urbain (Mountain et al. 2004).

La zone de dilemme

Des travaux récents soulignent l'existence d'une zone de dilemme. Les auteurs définissent ce concept comme :

« ... the distance from the intersection where the driver does not have time to avoid being in the intersection when she stops not to safely traverse the intersection before the cross-traffic has been a green light. (Depken and Sonora, 2009, p.10)

Il s'agit donc d'une mise en relation entre la distance pour traverser l'intersection et le temps nécessaire pour la parcourir.

L'argument avancé par les auteurs consiste à insister sur l'existence d'infractions feu rouge, qui ne reposent pas sur un comportement délibéré, mais s'expliquent par des considérations techniques et cognitives. Ces violations ne seraient pas volontaires. En conséquence, un dispositif de CAFR présenterait peu d'intérêt pour diminuer ce type de comportement²¹, puisque la cible de l'appareil répressif consiste à dissuader des conducteurs qui violent *délibérément* la règle. Les auteurs mettent en évidence que la taille de cette zone s'accroît avec le niveau de vitesse pratiquée et donc la réglementation en vigueur (limitations de vitesse). La durée de l'orange influence également le nombre de franchissements de feu rouge. Réduire sa durée signifie accroître l'importance de zone. Quand bien même les auteurs estimeraient que la zone de dilemme est sans aucune relation avec le dispositif de contrôle, il conviendrait d'étudier de manière plus approfondie si les comportements des usagers relatifs au respect des feux rouges ne se trouvent pas influencés par la seule mise en œuvre de tels dispositifs de contrôle. En effet, il a été constaté pour le contrôle des vitesses que les conducteurs déjà respectueux des limitations avaient réduit leur vitesse de circulation du seul fait de l'introduction de dispositifs de contrôle de la vitesse automatisé. En somme, la mise en œuvre de dispositifs de CAFR pourrait à la fois conduire les conducteurs irrespectueux à s'arrêter au feu rouge, mais également d'inciter les conducteurs respectueux à faire preuve d'une plus grande attention.

Les auteurs mettent en évidence d'autres résultats intéressants : les personnes les plus enclines à commettre des infractions feu rouge se caractériseraient par le taux horaire de rémunération le plus faible. L'arbitrage ne prend pas seulement en compte le temps économisé en passant au rouge, mais également les coûts éventuels liés aux pertes en temps occasionnées par un accident. Ces pertes se révèlent d'autant plus élevées que le capital humain du conducteur est important. Leurs résultats suggèrent enfin que les mesures de gestion de la vitesse peuvent se révéler contre-productives, lorsqu'elles incitent les conducteurs à rattraper le temps perdu du fait de ces mesures par un passage au rouge. Les mécanismes de compensation individuels peuvent conduire à prendre des risques supérieurs à certains moments de leur trajet. Les auteurs suggèrent de favoriser le respect

²¹ Des problèmes en termes d'acceptabilité seront également en jeu.

des feux rouges en augmentant la durée de l'orange, ou en procédant à des améliorations des infrastructures à proximité des feux de circulation.

Les adaptations comportementales

Déployer un dispositif de CAFR peut apparaître essentiellement comme une démarche technique, reposant sur un choix d'abord technologique et sur la définition de critères d'installation. En fait, la dimension comportementale s'avère essentielle pour la compréhension des choix individuels et leur évolution.

Les enseignements concernant *les phénomènes de contagion* restent limités. Seuls quelques travaux mettent en évidence cet effet (Retting et al. 1999 ; Ng and Lum 1997). En somme, l'installation de dispositifs automatisés de contrôle peut modifier les arbitrages des conducteurs et leur conduite aux intersections équipées, mais produire aussi des effets similaires aux intersections qui ne le sont pas. Cependant, il n'existe pas de recherche concernant les mécanismes cognitifs de la transmission de ces effets d'un site vers un autre. La transmission s'effectue-t-elle par des mécanismes sociaux ou / et par apprentissage individuel. Il n'en reste pas moins que le phénomène de contagion constitue une dimension essentielle dans la mesure où il implique pour les autorités de prendre des décisions relatives à la signalisation des dispositifs (et éventuellement, en déterminer leur modalité), à la politique de communication, mais également à choisir la densité d'équipement (équiper une seule, plusieurs branches de l'intersection, des intersections proches). Les phénomènes de contagion devraient conduire les autorités à s'intéresser à l'intensité des adaptations comportementales et à leurs évolutions spatiales (effet limité aux intersections proches ou qui se propage à plusieurs centaines de mètres ?).

La *question des leurres* n'est jamais évoquée. Or cette stratégie est mise en œuvre pour certains dispositifs de contrôle de la vitesse comme la Grande-Bretagne. L'utilisation des leurres implique que des dispositifs soient installés, mais ne fonctionnent pas en permanence. L'utilisation des leurres implique généralement l'utilisation d'appareils en rotation. La rotation permet ainsi de contrecarrer les mécanismes d'apprentissage des conducteurs qui identifieraient l'absence d'équipements et qui seraient alors enclins à ne pas changer leur comportement. L'utilisation de leurres peut se révéler une stratégie intéressante

dans la mesure où elle permet de multiplier le nombre de sites contrôlés sans conduire à l'achat d'équipements en même nombre.

La plupart des recherches sur l'impact des CAFR sont menées sur des périodes d'investigation relativement courtes. En conséquence, il existe peu de connaissance sur *les effets de long terme* tant sur les gains obtenus en matière de comportements respectueux aux feux rouges et qu'en termes d'accidentalité. Capitalise-t-on sur les premiers gains obtenus ou assiste-t-on à une lente érosion des effets bénéfiques ? Il existe également un manque de connaissances concernant les perspectives financières de long terme relatives au fonctionnement du dispositif. En effet, ces dispositifs constituent des investissements pour plusieurs années et entraînent des dépenses récurrentes. Quelles en seront les conséquences financières si les comportements s'en trouvent durablement modifiés aux lieux de contrôle (peu d'infractions réalisées) de telle manière à ce que les coûts de fonctionnement des dispositifs ne soient plus couverts par le produit des amendes ? Il existe ici une réelle asymétrie entre les coûts et les avantages obtenus : les premiers étant fixes et récurrents, tandis que les seconds présentent une plus grande variabilité et ne sont pas durables. Même si le déploiement de tels dispositifs semble conduire à l'obtention de gains sur le court terme, se pose la question de la durabilité de la politique publique menée, et plus précisément celle du dispositif institutionnel auquel est adossé le programme de contrôle. Car comme l'a démontré le *California State Auditor* (2002), certains dispositifs peuvent conduire à des pertes financières non négligeables (*California State Auditor* 2002, p. 53). Se pose alors la question de maintenir des dispositifs pesant sur les finances publiques et de les justifier auprès de l'opinion publique lorsque la situation des finances publiques s'avère tendue.

Les problèmes liés à l'évaluation

Les *phénomènes de régression vers la moyenne* s'avèrent cruciaux. Si négliger les effets de contagion conduit à sous-estimer les effets associés au dispositif de CAFR, ne pas prendre en compte les phénomènes de régression vers la moyenne implique de surestimer les gains obtenus. Ces phénomènes de régression vers la moyenne posent donc les enjeux relatifs à la qualité méthodologique des recherches menées. Ainsi, la plupart des études relatives au CAFR ne prennent pas en compte ce phénomène, ce qui aurait conduit à

surestimer significativement les gains associés à ces dispositifs (Erke 2009, p.902). En fait, la *régression vers la moyenne* renvoie au fait que les sites équipés (ou traités) soient choisis pour leur valeur relativement élevée en termes d'accidentalité ou de franchissements de feux rouges par rapport aux sites non traités, alors que cette différence relative s'avère en quelque sorte artificielle (s'expliquant par une problématique particulière) (McGee and Eccles 2003, p.33). Or cette différence relative ne serait pas durable et devrait retrouver une valeur moyenne normale. On comprend ici les enjeux méthodologiques pour l'approche statistique, qui consiste à affirmer que les sites équipés et les sites contrôle, du fait de leur sélection, ne peuvent être comparés²². Les gains attribués aux dispositifs de contrôle sont alors surestimés. La véritable question est de déterminer les causes de cette différence et sa relation avec la problématique concernée²³. Toutefois, cette exigence méthodologique heurte à la fois la logique politique et la logique économique. En effet, le décideur politique devrait normalement privilégier les intersections pour lesquelles les enjeux sont les plus importants en termes d'accidentalité ou de non-respect des feux rouges, c'est-à-dire les sites les plus accidentogènes et les plus dangereux. Cela permet d'obtenir des résultats plus significatifs pouvant être facilement valorisés auprès du citoyen. Du point de vue économique, ce qui importe ce sont les avantages marginaux et non les avantages moyens. Il y a bel et bien intérêt à équiper en premier lieu les intersections les plus dangereuses et les plus accidentogènes, car ce sont celles qui produiront la rentabilité économique la plus élevée. Les questions fondamentales que doit se poser le décideur politique sont de définir des critères idoines pour assurer un déploiement efficace et lorsqu'un site se caractérise par une sur - accidentalité, de savoir si cette dernière s'explique par la problématique du non-respect des feux rouges et si l'équipement de l'intersection concernée par un dispositif de CAFR constitue l'alternative la plus économique.

4.2 De nouveaux enjeux

La mise en œuvre de dispositifs de CAFR soulève de nouveaux enjeux pour la politique publique.

Les stratégies de contournement

²² Sauf à prendre pour la comparaison des sites présentant une différence par rapport à la moyenne similaire, sachant que cette différence peut trouver des explications différentes de celle du site équipé.

²³ Cette différence s'explique-t-elle par des problèmes d'infrastructure momentanés ou par des comportements individuels spécifiques ?

En situation de conduite, l'usager est amené à prendre systématiquement des décisions, qui reposent sur des arbitrages et expriment des préférences. Il doit faire face à des limites cognitives qui affectent le traitement de ses décisions (Ariely 2008 ; Thaler and Sunstein 2008), mais également composer avec des informations imparfaites. Toutefois, les usagers disposent de capacités d'apprentissage. Ils apprennent où se situent les dispositifs de contrôle et peuvent s'équiper de dispositifs d'alerte. À cet égard, les mécanismes d'adaptation comportementale dont ils font preuve à l'égard des dispositifs de contrôle automatisé de la vitesse seront sans doute à l'œuvre pour les dispositifs de contrôle feu rouge. Ces mécanismes le seront d'autant plus si le déploiement obéit à une logique d'installation par grappe ou d'itinéraire urbain. Les conducteurs pourraient éventuellement modifier leurs pratiques en matière d'axes de circulation empruntés, ce qui pourrait conduire à un phénomène de migrations d'accidents vers ces axes. Cela signifierait qu'une stratégie de déploiement sur les axes 'incontournables' ou constituant des nœuds de circulation serait à privilégier, afin d'éviter les stratégies d'évitement. Il reste que l'identification et la prise en compte des stratégies de contournement des dispositifs s'avèrent nécessaires pour s'assurer d'une efficacité du dispositif.

Le profil du contrevenant et les formes d'infractions feu rouge

Le franchissement du feu rouge peut trouver différentes explications (inattention, comportement délibéré, zone de dilemme, défaut d'éducation routière...). Un franchissement de feu rouge lié à l'inattention a peu de chance de se répéter, alors qu'un conducteur multipliant les infractions de différentes catégories renvoie à des problèmes plus profonds. Ainsi, les autorités pourraient trouver dans l'automatisation une source d'information précieuse pour déterminer l'efficacité du dispositif sur la récurrence des conducteurs (*profil du contrevenant*), ou encore l'importance de l'infraction commise selon la durée du rouge, ou essayer de comprendre la persistance de tels comportements en certains lieux (*forme d'infraction*). De telles informations pourraient servir à moduler le montant de l'amende et les sanctions encourues selon l'importance de l'infraction (comme cela est le cas pour la vitesse) ou selon qu'il s'agit d'une situation de récurrence ou d'une première infraction. Des stages de formation spécialisés pour les contrevenants réfractaires à la réglementation routière pourraient être également mis en œuvre.

Les enjeux juridiques

La dimension juridique est rarement évoquée dans les documents relatifs aux dispositifs de contrôle automatisé feu rouge (FHA 2005). Or le déploiement de tels dispositifs implique généralement une modification de la législation et s'accompagne de réglementations précises pour s'assurer de la légalité de la procédure. Cette dimension juridique concerne entre autres la possibilité de sanctionner le propriétaire du véhicule (présomption de culpabilité) (Office of Auditor General 1996, p.30), ou de pouvoir poursuivre le contrevenant (légalité de la preuve), ou encore la légalité du montant de la sanction ou la qualification juridique de l'infraction (Fitzsimmons et al. 2007, p. 31). Dans certaines juridictions, la conformité de la signalisation avertissant un CAFR doit être respectée au risque de remettre en cause la légalité de la procédure. De manière générale, la poursuite du contrevenant doit être conforme aux dispositions du Code de la route (California State Auditor 2002, p. 33 et s.). D'autres enjeux juridiques concernent également l'utilisation de ces informations dans le cadre de poursuite criminelle ou pour des affaires autres que celles qui ont présidé à l'installation du dispositif, à savoir le respect de la réglementation routière. La dimension juridique s'avère donc essentielle pour s'assurer du bon fonctionnement d'un dispositif de CAFR et éviter de nombreuses contestations. La légalité et la légitimité du dispositif sont en jeu.

Les modalités de l'intervention publique

Le franchissement d'un feu rouge peut trouver des explications dans un mauvais agencement des infrastructures routières, des cycles de feu inadéquats, des problèmes de circulation, ou par des comportements illégaux délibérés. L'automatisation des contrôles constitue une intervention appropriée pour dissuader les contrevenants potentiels, accroître l'attention des conducteurs à respecter la réglementation routière. Cependant, comme il l'a été avancé précédemment, la modification du cycle de feu, la modification de l'infrastructure à proximité de l'intersection (amélioration de la visibilité du feu, visibilité du piéton...), l'utilisation de sens giratoire (suppression du carrefour à feu) peuvent constituer des alternatives efficaces pour réduire de tels comportements.

Des réflexions s'inscrivant dans l'optique de « la route qui pardonne » peuvent être également menées : l'accroissement de la durée des rouges aux feux des différentes branches de l'intersection permettrait à celui qui viole le feu rouge de ne pas entraîner un accident. Cette mesure se révélerait particulièrement appropriée pour des intersections caractérisées par des franchissements de feu rouge répétés et réalisés dans les deux secondes du passage du feu au rouge²⁴. Cette mesure pourrait d'ailleurs être complémentaire de l'automatisation du contrôle. En fait, une véritable réflexion doit être menée sur l'optimisation des cycles de feu, laquelle pourrait conduire à faire varier ce cycle selon les heures de pointe, et selon les conduites de nuit ou de jour.

La politique de communication accompagnant le lancement de l'automatisation du dispositif de CAFR n'a pas fait l'objet d'une étude systématique à notre connaissance. Or cet effet peut produire des effets complémentaires au dispositif de contrôle lui-même en faisant prendre conscience aux conducteurs de la prévalence de tels comportements et les dangers associés. De tels effets ont été identifiés en matière de contrôle automatisé de la vitesse (Cameron 1996). Le conducteur disposerait alors d'une information pouvant l'aider à réviser certaines croyances et l'aider à résoudre des problèmes d'ordre cognitif. Par ailleurs, le dispositif gagnerait à la fois en efficacité et en légitimité.

Les enjeux de la gouvernance

Le déploiement d'un dispositif de CAFR implique la mobilisation de nombreuses organisations publiques et privées. Cette structuration de la gouvernance dépend pour beaucoup du modèle mis en œuvre. À certains égards, elle peut se révéler fort complexe dans la mesure où leur déploiement s'effectue en milieu urbain et conduit à multiplier le nombre de municipalités concernées, dont l'administration interne peut varier énormément. Le nombre d'interlocuteurs s'en trouve dès lors multiplié, et cela d'autant plus si le nombre d'échelons administratifs concernés se superpose. Ainsi, les coûts de transaction entre les agents augmentent et traduisent des obstacles à l'échange. La mise en œuvre locale d'un dispositif décidé au niveau national nécessite des instances de concertation et de régulation pour combiner les différentes contraintes (techniques, politiques et juridiques). L'opérateur

²⁴ Cela aurait également pour conséquence un accroissement total des temps d'attente aux feux de circulation. Ce temps d'attente supplémentaire ne conduirait-il pas certains usagers à forcer le feu rouge ?

privé cherche à minimiser les coûts d'installation, tandis que le politique doit composer avec les réticences de sa population (qui sont aussi des électeurs). La difficulté réside pour les autorités nationales de prendre en compte les contraintes locales, tout en mettant en œuvre un programme homogène (obéissant aux mêmes règles de fonctionnement et de traitement) dont les équipements seront déployés aux sites appropriés. Pour des programmes locaux, l'obstacle peut résider en la volonté de résoudre des problématiques locales tout en respectant les réglementations nationales ou en obtenant rapidement les autorisations nécessaires (FHA 2005). Ces contraintes multiples peuvent constituer des freins à l'extension du dispositif ou à équiper les sites qui ne sont pas les plus dangereux ou qui ne sont pas spécialement concernés par des niveaux élevés de franchissements des feux rouges (Office Auditor General 1996, p. 25). En conséquence, l'efficacité attendue du dispositif peut ne pas être au rendez-vous, ce qui rend d'autant plus nécessaire de constituer avec soin une structure de gouvernance adéquate, laquelle variera selon le modèle adopté. Des solutions peuvent être trouvées dans l'élaboration de protocoles de déploiement (critères de sélection, mécanismes d'évaluation, enquêtes de sites approfondies, modalités de concertation, mécanismes de coordination).

Conclusion

Cette revue de littérature a mis en évidence que les dispositifs de CAFR constituent des modalités d'intervention largement diffusées au niveau international. Ces dispositifs se caractérisent par une grande diversité dans les manières de faire. Ils s'inscrivent dans des structures institutionnelles et reposent sur des modèles organisationnels spécifiques.

À la question de l'efficacité des dispositifs de CAFR, la réponse est ambivalente. L'efficacité dissuasive du CAFR semble être la dimension la plus assurée, quand bien le nombre d'études sur cette dimension reste limité. L'efficacité comprise comme la réduction de l'accidentalité est plus incertaine. La plupart des recherches menées reposent sur des conditions de réalisation méthodologiques problématiques qui s'expliquent essentiellement par le caractère limité des moyens mis à disposition des chercheurs pour effectuer leur évaluation des dispositifs, mais aussi par les conditions difficiles de leur mise en œuvre. L'efficacité économique s'avère également incertaine. La décision publique peut s'appuyer sur un faisceau de présomptions qui tend à soutenir la réduction de l'accidentalité. Toutefois, l'obtention de résultats significatifs et probants est conditionnée par la mise en œuvre d'un dispositif institutionnel performant, déterminant avec soin le choix des intersections à équiper et s'appuyant sur une stratégie réfléchie.

S'appuyer sur un dispositif institutionnel performant constitue à notre sens une dimension importante et cruciale à l'obtention de résultats significatifs. Il n'existe pas de logique balistique à l'œuvre. L'organisation du CAFR doit reposer sur des instruments de pilotage idoines (protocole, indicateurs de performance...) permettant l'évaluation régulière du dispositif tout en assurant son équilibre financier. La structure institutionnelle requiert de structurer un système de gouvernance adapté permettant la coordination, l'échange et la communication entre les parties prenantes au système (instances de coordination, de décision).

Le manque évident de connaissances concernant certaines dimensions du CAFR suggère de recourir largement aux expérimentations et de mener des recherches scientifiques systématiques sur certains enjeux associés au dispositif, permettant ainsi de concilier simultanément les exigences de l'intervention publique et les nécessités d'ajuster éventuellement celle-ci à la lumière de nouvelles connaissances. Cela suggère de préserver une certaine flexibilité du dispositif, de ne pas prendre de décisions irréversibles qui pourraient nuire à l'atteinte des objectifs que se sont fixés les autorités en déployant un tel dispositif.

Bibliographie

- Andreassen David (1995)**, *A Long Term Study of Red Light Cameras and Accidents, VicRoads, Australian Road Research Board*, Research Report ARR n° 261, 36 pages.
- Ariely Dan (2008)**, *Predictably Irrational, The Hidden Forces That Shape Our Decisions*, HarperCollins Publisher, New York.
- Blakey Leslie T. (2003)**, "Red-Light Cameras: Effective Enforcement Measures for Intersection Safety", *ITE Journal*, March, pp. 34-43.
- California State Auditor (2002)**, *Red Light Camera Programs: Although they have contributed to a reduction in accidents, operational weaknesses exist at the local level*, Bureau of State Audits, July, 2001-115, 110 pages.
- Cameron Max (1996)**, "Mass Media Publicity Supporting Police Enforcement and its Economic Value", *Proceedings of the Symposium on Mass Media Campaign in Road Safety*, Scarborough Beach, Western Australia, pp. 29-58.
- Carnis Laurent (2008a)**, "The French Automated Speed Enforcement Programme: A Deterrent System at Work", *Proceedings of the 2008 Australasian Road Safety Research, Policing and Education Conference*, 9th-12th November 2008, Peer-Reviewed Paper, Adelaide, South Australia, Australia, pp. 752-766.
- Carnis Laurent (2008b)**, « L'économie d'une analyse économique en sécurité routière est-elle inéluctable ? Leçons anglo-saxonnes particulières sur le contrôle automatisé de la vitesse », *Les Cahiers Scientifiques des Transports*, n°53, pp. 29-56.
- Carnis Laurent (2007)**, « L'automatisation des contrôles en Grande-Bretagne : entre révolution technique et continuité administrative », *Revue Internationale de Sciences Administratives*, Décembre, Vol. 73, n° 4, pp. 597-610.
- Chen Greg, Wilson Jean, Meckle Wayne and Ross Casey (2001)**, "General Deterrence Effects of Red Light Camera and Warning Signs in Traffic Signal Compliance in British Columbia", *Journal of Traffic Medicine*, 29(3-4), pp. 46-53.
- CETE de l'Est (2006)**, Expérimentation du contrôle automatisé des franchissements de feux rouges à Metz, Rapport d'évaluation technique, juillet, 36 pages.
- Chin H.C. (1989)**, « Effect of Automatic Red-Light Cameras on Red-Running », *Traffic Engineering and Control*, (30)4, April, pp. 175-179.
- CISR (Comité interministériel de la sécurité routière) (2010)**, *Dossier de Presse*.
- Corbett Claire and Isabela Caramlau (2006)**, "Gender Differences in Responses to Speed Cameras, Typology Findings and Implications for Road Safety", *Criminology and Criminal Justice*, Vol. 6(4), pp. 411-433.
- Council Forrrest M., Persaud Bhagwant, Eccles Kimberly, Lyon Craig, Griffith Mike, Zaloshnja Eduard and Miller Ted (2005a)**, *Safety Evaluation of Red-Light Cameras*, U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, 89 pages.
- Council Forrrest M., Persaud Bhagwant, Lyon Craig, Eccles Kimberly, Griffith Mike, Zaloshnja Eduard and Miller Ted (2005b)**, "Implementing Red Light Camera Programs" *Transportation Research Record*, n° 1922, pp. 38-43.
- Decina Lawrence E., Thomas Libby, Srinivasan Raghavan and Loren Staplin (2007)**, *Automated Enforcement: A Compendium of Worldwide Evaluations of Results*, National Highway Traffic Safety Administration.

- Depken Craig A. II. And Robert J. Sonora** (2009), "Inadvertent Red Light Violations: An Economic Analysis", University of Texas at Arlington, *Mimeo*.
- Dik Radoine** (2009), *Analyse de données relatives aux franchissements de feux rouges pour la sécurité de tous les usagers*, Centre d'Etudes Techniques de l'Équipement de l'Ouest, Rapports, Février; 16 pages.
- Erke Alena** (2009), "Red Light for Red-Light Cameras? A Meta-Analysis of The Effects of Red-Light Cameras on Crashes", *Accident Analysis and Prevention*, 41, pp. 897-905.
- Eyssartier Chloé, Fabrice Hamelin** (2009), *Acceptabilité sociale, professionnelle et politique de l'automatisation du contrôle des infractions au Code de la route : enquête en Loire-Atlantique, Données préparatoires*, Rapport, CETE de l'Ouest, Août, 59 pages.
- Federal Highway Administration (FHA)** (2005), *Red Light Camera Systems Operational Guidelines*, National Highway Traffic Safety Administration, January, 52 pages.
- Fitzsimmons Eric J., Hallmark L. Shauna, Orellana Massiel, McDonald Thomas, and Matulac David** (2009), "An Investigation of Violation Reduction at Intersection Approaches With Automated Red Light Running Enforcement in Clive, Iowa Using a Cross-Sectional Analysis", *Journal of Transport Engineering*, December, pp. 984-989.
- Fitzsimmons Eric J., Hallmark Shauna, McDonald Thomas, Orellana Massiel and Matulac David** (2007), *The Effectiveness of Iowa's Automated Red Light Running Enforcement Programs*, CTRE Project 05-226, Final Report, December, Center for Transportation Research and Education, Iowa State University.
- Fleck Jack Lucero and Bridget B. Smith** (1999), "Can we Make Red-Light Runners Stop? Red-Light Photo Enforcement in San Francisco, California", *Transportation Research Record, the Journal of the Transportation Research Board*, n°1693, National Research Council, Washington D.C, pp. 46-49.
- Hooke Andrew, Jim Knox and David Portas** (1996), *Cost Benefit Analysis of Traffic Light and Speed Cameras*, Police Research Series Paper 20, Home Office Police Research Group.
- Kent Sally, Bruce Corben, Brain Fildes and David Dyte** (1995), *Red Light Running Behaviour at Red Light Camera and Control Intersections*, Monash University Accident Research Center, Report prepared for VicRoads by MUARC, Report n°73, July, 46 pages.
- Levinson Jay** (1989), "Gotcha! How Israeli Police Catch Red-Light Jumpers on Film", *Traffic Safety*, November-December, pp. 13-15.
- Lum K.M. and Y.D. Wong** (2002), "A Study of Stopping Propensity at Matured Red Light Camera T-Intersections", *Journal of Safety Research*, 33, pp. 355-369.
- Makinen T. and Hway-Liem Oei** (1992), *Automatic Enforcement of Speed and Red Light Violations, Applications, Experiences and Developments*, SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam, The Netherlands, 26 Pages.
- McFadden John and McGee Hugh W.** (1999), *Synthesis and Evaluation of Red Light Running Automated Enforcement Programs in the United States*, U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Publication n° FHWA-IF-00-004, September, 35 pages.
- McGee Hugh G. and Kimberly A. Eccles** (2003), *Impact of Red Light Camera Enforcement on Crash Experience, A Synthesis of Highway Practice*, NCHRP Synthesis 310, National Cooperative Highway Research Program, Transportation Research Board, 57 pages.
- Mountain L.J, W.M Hirst and M.J. Maher** (2004), "Are Speed Enforcement Cameras More Effective than Other Speed Management Measures? The Impact of Speed Management Schemes on 30 mph Roads", *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 37, pp. 742-754.
- Ng C.H., Wong Y.D. and K. M. Lum** (1997), "The Impact of Red-Light Surveillance Cameras on Road Safety in Singapore", *Road and Transport Research*, Vol.6, n° 2, June, pp. 72-81.

- Office of the Auditor General** (Western Australia), 1996, *Improving Road Safety, Performance Examination, Report n°1*, may, 64 pages.
- Olivero Patrick et Pascal Sauvagnac** (2001), *Détection des franchissements de rouge sur 13 entrées de 5 carrefours de la ZELT*, ZELT.
- Porter Bryan E. and Kelli J. England** (2000), "Predicting Red-Light Running Behavior: A Traffic Safety Study in Three Urban Settings", *Journal of Safety Research*, Vol. 31, n°1, pp. 1-8.
- Persaud Bhagwant, Council Forrest M., Lyon Craig, Eccles Kimberly and Griffith Mike** (2005), "Multijurisdictional Safety Evaluation of Red Light Cameras", *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, n°1922, pp. 29-37.
- Retting Richard A., Ferguson Susan A. and Charles M. Farmer** (2007), "Reducing Red Light Running Through Longer Yellow Signal Timing and Red Light Camera Enforcement: Results of a Field Experiment", *Insurance Institute for Highway Safety*, January, 11 pages.
- Retting Richard A., Ferguson Susan A. and A. Shalom Hakkert** (2003), "Effects of Red Light Cameras on Violations and Crashes: A review of the International Literature", *Traffic injury Prevention*, (4), pp. 17-23.
- Retting Richard A. and Sergey Y. Kyrychenko** (2002), "Reductions in Injury Crashes Associated with Red Light Camera Enforcement in Oxnard, California", *Insurance Institute for Highway Safety*, April, 9 pages.
- Retting Richard A. and Sergey Y. Kyrychenko** (2001), "Crash Reductions Associated with in Injury Crashes Associated with Red Light Camera Enforcement in Oxnard, California", *American Journal of Public Health*, November, Vol. 92, n°11, pp.1822-1825.
- Retting Richard A. and Allan F. Williams** (1996), "Characteristics of Red Light Violators: Results of a Field Investigation", *Journal of Safety Research*, Vol. 27, n°1, pp. 9-15.
- Retting Richard A., Williams Allan F., Farmer Charles M. and Amy F. Feldman** (1999a), "Evaluation of Red Light Camera Enforcement in Oxnard, California", *Accident Analysis and Prevention*, 31, pp. 169-174.
- Retting Richard A., Williams Allan F., Farmer Charles M. and Amy F. Feldman** (1999b), "Evaluation of Red Light Camera Enforcement in Fairfax, Va., USA", *ITE Journal*, August, pp. 30-34.
- Retting Richard A., Robert G. Ulmer and Allan F. Williams** (1999c), "Prevalence and Characteristics of Red Light Running Crashes in the United States", *Accident Analysis and Prevention*, (31), pp. 687-694.
- Rojot Jacques** (2003), *Théorie des organisations*, Edition ESKA, Paris.
- Sayed Tarek and Paul de Leur** (2006), *Photo Enforcement Traffic Safety Study, prepared for Edmonton Police Commission*, Edmonton Police Commission, 98 pages.
- Shin Kangwon and Washington Simon** (2007), "The Impact of Red Light Cameras on Safety in Arizona", *Accident Analysis and Prevention*, (39), pp. 1212-1221.
- South David, Warren Harrison, Ingrid Portans and Mark King** (1988), *Evaluation of The Red Light Camera Program and the Owner Onus Legislation*, Road Traffic Authority, Report no SR/88/1, 34 pages.
- Synectics Transportation Consultants Inc.** (2003), *Evaluation of the Red Light Camera Enforcement Pilot Project*, Final Technical Report, December, Ontario Ministry of Transportation, Ontario.
- Tay Richard and Alex De Barros** (2009), "Minimizing Red Light Violations: How Many Cameras Do We Need for a Given Number of Locations?", *Journal of Transportation Safety*, 1, pp. 18-31.
- Thaler Richard H. and Cass R. Sunstein** (2008), *Nudge, Improving Decisions, About Health, Wealth, and Happiness*, Yale University Press, New Haven and London.

The Scottish Office (1999), *Running the Red: An Evaluation of Strathclyde Police's Red Light Camera Initiative*, Research Findings, www.scotland.gov.uk/Publications.

Thompson S. J., J. D. Steel and D. Gallear (1989), "Putting Red-Light Violators in the Picture", *Traffic Engineering and Control*, Vol. 30, pp. 122-125.

Young K. L. and M. A. Regan (2007), *Intelligent Transport Systems to Support Police Enforcement of Roads Safety Laws*, ATSB Research and Analysis Report, Road Safety Research Grant 2007-02, Australian Transport Safety Bureau (ATSB), Australian Government, April, 62 p.

Zuo Yanling and Peter J. Cooper (1991), "Public Reaction to Police Use of Automatic Cameras to Reduce Traffic Control Infractions and Driving Speeds In British Columbia", *Proceedings of the Canadian Multidisciplinary Road Safety Conference VII, June 17, 18, 19 Vancouver, British Columbia*, pp. 431-440.

Ressources, territoires, habitats et logement
Énergie et climat Développement durable
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

**Présent
pour
l'avenir**
