

La gestion des grands axes périurbains

Claude Caubet

Une fonction vitale : irriguer les grands pôles de l'agglomération

Des axes stratégiques mais fragiles

Les grands axes routiers périurbains, autoroutes, voies rapides, rocades... sont vitaux pour irriguer le cœur des villes et accompagner le développement économique des agglomérations. En même temps, ils doivent canaliser les flux de transit pour protéger les centres et éviter leur engorgement.

Ces axes doivent être utilisables en permanence par les véhicules légers, les véhicules utilitaires et les poids lourds, pour se rendre au travail ou rentrer chez soi, pour accompagner ses enfants à l'école ou faire ses courses, pour rencontrer ses clients ou participer aux réunions, pour livrer des marchandises ou pour traverser l'agglomération, pour sortir le soir ou partir en congé.

Ces déplacements, signes de l'économie locale, ont tendance à croître du matin au soir, tous les jours et en fin de semaine. Quels que soient les efforts entrepris dans le développement des transports en commun routiers ou ferrés, la part de véhicules privés reste très forte. Les véhicules individuels coûtent cher et sont contraignants, par exemple pour se garer, mais ils offrent une souplesse et des facilités d'adaptation qui permettent souvent

LCN, volume 2, n° 1-2001, pages 75 à 95

d'optimiser les déplacements et d'augmenter la productivité des activités, tout du moins tant que la circulation est fluide et que les artères ne sont pas congestionnées. Celles-ci étant toujours sollicitées au maximum de leur capacités, les risques de thrombose sont grands et doivent être à tout prix évités. Or l'offre en infrastructures de grande capacité est limitée : l'espace disponible est réduit et les voies rapides sont chères, d'autant que les contraintes s'accroissent sur le prix des terrains et sur les exigences de réduction des nuisances sonores et des pollutions. C'est ainsi que, pour obtenir l'accord des collectivités locales pour boucler la rocade A86 à l'ouest de Paris, il a fallu étudier des solutions en tunnel, et faire appel à un concessionnaire pour réaliser un ouvrage souterrain à péage.

Une grande capacité d'autorégulation des conducteurs

La demande potentielle en déplacement augmente et n'est limitée que par la capacité des infrastructures. Il est révélateur de voir qu'en semaine les durées des pointes du matin pour aller travailler, et du soir pour rentrer chez soi, se sont allongées dans la journée et tendent à se rejoindre : l'occupation du boulevard périphérique de Paris avoisine la capacité maximum dès 7h du matin jusqu'à 21h le soir. Il n'y a presque plus d'heures creuses dans la journée, et depuis plusieurs années les travaux d'entretien et de réparation ne peuvent se faire que pendant la nuit.

Cette première rocade autour de Paris est d'ailleurs exemplaire à bien des égards : avec une géométrie serrée, sans bande d'arrêt d'urgence, avec des entrées et sorties très rapprochées, y compris les liaisons avec les grands autoroutes radiales, cet ouvrage détient depuis des années des records mondiaux de débits horaires et journaliers. Les véhicules y roulent vite, rapprochés les uns des autres, et s'adaptent en permanence aux conditions de circulation qui leur sont offertes.

On voit là une caractéristique importante des grands axes périurbains : ils sont utilisés par des habitués qui connaissent et intègrent bien les variations régulières du trafic, et qui ont une capacité étonnante d'autorégulation collective. Sans mot d'ordre ni chef d'orchestre, les habitués des trajets pendulaires ou domicile-travail, avancent leur départ, retardent leur retour, déplacent leurs trajets et pour certains, se reportent sur les transports en commun. Il faut toujours pouvoir utiliser le réseau au maximum de sa capacité, avec des contraintes de temps et de fatigue fortes, croissantes mais acceptées, et surtout, il faut éviter de créer des congestions trop importantes qui rendraient les parcours vraiment insupportables.

Une exploitation des axes aux limites de leurs capacités

La mission des gestionnaires des voies rapides est de maintenir le trafic le plus longtemps possible au voisinage de la capacité, en préservant la confiance des conducteurs et en évitant les congestions trop fortes. La tâche est difficile et les marges de manœuvre sont étroites. Il faut surveiller constamment et interpréter les petites variations de la circulation et de la météo, prévenir et traiter les moindres incidents avant qu'ils ne s'aggravent, établir un contact permanent avec les usagers pour qu'ils pratiquent une conduite apaisée, éviter ou limiter les réactions brusques et les à-coups de circulation, et, lorsqu'un accident survient ou qu'une congestion se forme, mettre aussitôt en œuvre tous les moyens possibles de régulation et d'information.

Assurer une telle maîtrise 24 h sur 24 est une tâche ardue, qui exige une disponibilité et une performance permanentes des équipes et des systèmes, si l'on ne veut pas que des petits retards dans l'anticipation, ou de légères divergences de diagnostic, se transforment en bouchons importants et durables ; car les périodes de répit où la demande décroît, sont trop faibles et trop courtes pour permettre de retrouver rapidement des conditions presque normales.

Les nécessités d'une bonne coopération et d'innovations permanentes

Il faut aussi maintenir au meilleur niveau l'organisation, la qualité et la coordination des différentes équipes de contrôle et d'intervention, avec leurs moyens de déplacement et de communication, leurs équipements de surveillance et de régulation, leurs systèmes d'information et d'aide à la gestion. D'où des innovations et des expérimentations constantes de nouvelles technologies, qui font de ces axes et de leurs centres de contrôle des zones fortement équipées où coopèrent à chaque instant les services de police et de secours, les gestionnaires des voies, et à présent quelques opérateurs de service, en liaison avec les responsables des axes voisins.

Les systèmes intelligents de transport ou les services de télématique routière apportent de nouveaux moyens de communication, d'échange et de traitement des données, qui amplifient les possibilités des exploitants et peuvent modifier assez fortement les pratiques actuelles ; les liens croissants entre infrastructures, centres, véhicules et voyageurs conduisent les gestionnaires de réseaux à travailler en partenariats étroits avec les industriels et les constructeurs automobiles, et avec les opérateurs de services et de télécommunications. Cette nécessité de l'innovation et du consensus entre de multiples intervenants responsables et compétents,

comme l'importance des liens avec les conducteurs, marquent assez profondément la gestion nouvelle de ces axes stratégiques et hypersensibles.

La surveillance du réseau et l'organisation des centres de contrôle

C'est l'activité de base indispensable sur laquelle tout repose, et qui permet de bien connaître les situations à traiter, d'établir des diagnostics et de se fixer des stratégies. Cette surveillance, qui se fait en grande partie dans les centres de contrôle du trafic ou Centres d'ingénierie et de gestion du trafic (CIGT), doit être rapide et fiable et couvrir d'abord le réseau à gérer. Mais il faut aussi être en contact avec les axes voisins si on veut anticiper ou préciser l'ampleur des événements.

La connaissance des situations

L'observation des sites

L'observation directe peut se faire avec des patrouilles qui circulent ou qui sont appelées sur un site particulier. Les zones sensibles sont généralement équipées de caméras vidéo orientables qui permettent aux agents de permanence dans les centres de contrôle de repérer et de suivre les évolutions des trafics. C'est un moyen très apprécié pour garder le contact avec le terrain, mais qui peut devenir un exercice délicat et fastidieux lorsque de nombreuses images défilent cycliquement sur un mur d'écrans. Les opérateurs développent alors une sorte de vision périphérique qui leur permet de surveiller, à moindre fatigue, l'ensemble des écrans tout en détectant assez rapidement un élément inhabituel.

Dans ce cas, ou lorsque leur attention est attirée par un appel téléphonique ou une détection automatique, ils vont se concentrer sur les images de la zone concernée pour analyser et suivre la situation.

Les appels d'urgence

En dehors des caméras, les opérateurs des centres disposent d'autres moyens d'alarme. Ils sont en permanence à l'écoute des appels radio des véhicules qui patrouillent et des appels des usagers sur le réseau d'appel d'urgence (RAU). Toutes les voies rapides sont équipées de bornes SOS oranges, ou postes d'appel d'urgence (PAU), régulièrement implantées de chaque côté des chaussées tous les 2 km, ou à intervalles plus rapprochés dans les zones particulières comme les tunnels.

Ces postes sont reliés en permanence, par câble téléphonique, par fibre ou par réseau hertzien, à un poste de centralisation des appels (PCA). Les

appels sont alors immédiatement localisés, et les forces de police ou les agents d'exploitation de permanence peuvent envoyer sur les lieux les secours ou les dépannages appropriés.

Les portables et le 112

Les appels peuvent aussi arriver par des réseaux publics de radiotéléphonie et les numéros publics d'urgence : le 17 pour la gendarmerie ou la police, le 18 pour les pompiers, le 15 pour les SAMU, et maintenant le 112, numéro unique d'urgence, entièrement gratuit même si on n'a pas d'abonnement en cours, et utilisable sur les réseaux fixes comme sur les réseaux mobiles de l'ensemble des pays européens.

L'explosion des téléphones portables et les facilités d'appel ont entraîné une très forte augmentation des appels d'urgence, par les victimes ou par les témoins ; de plus, l'anonymat actuel avec les radiotéléphones a déclenché des avalanches de faux appels, le plus souvent malveillants. Outre le filtrage et la sélection de ces appels, les centres de réception des appels des services publics d'urgence doivent localiser au mieux les appels et les événements ; la plupart du temps les usagers ne savent pas bien où ils sont, et les opérateurs de téléphonie mobile ne sont actuellement tenus que d'acheminer les numéros d'urgence aux centres du département couvrant la cellule d'appel et non de fournir une bonne localisation des appels.

Les opérateurs des centres d'appels passent ainsi beaucoup de temps à savoir où il faut intervenir, dans quel sens sur l'autoroute, après quel échangeur ou accès de service. Un projet de directive européenne étudie, avec les services d'intervention et les opérateurs de télécommunication, quelles sont les données de localisation, de mouvement et d'identification des appels d'urgence qui pourraient être associées au transfert d'un appel *via* un radiotéléphone et le 112.

La mesure du trafic routier

Les indicateurs du trafic

La nature du trafic est connue par la composition en véhicules légers et poids lourds (taux PL/VL), par les motifs de déplacement et par le taux d'habituez, facteurs qui déterminent des types de comportements assez différents.

Les mouvements de trafic sont d'abord appréhendés lors des enquêtes origine – destinations qui déterminent, selon les heures, les jours de la semaine ou les périodes de l'année, les grands flux de desserte et de transit empruntant les axes. Ils peuvent ensuite être confirmés et actualisés par les

comptages journaliers. Les prévisions de type Bison Futé lors des migrations saisonnières ou des grandes manifestations complètent la connaissance des mouvements quotidiens.

La circulation d'un flux de véhicules est caractérisée par trois indicateurs principaux, liés entre eux par une loi d'écoulement appelée « diagramme fondamental » :

- le débit (en véhicules/heure) ou le volume de véhicules qui passent au droit d'une station de comptage dans une période donnée ;
- le taux d'occupation (en pourcentage) qui mesure la proportion de temps pendant laquelle une longueur unitaire de voie est occupée par des véhicules ;
- la vitesse (en km/h) moyenne ou individuelle des véhicules.

Les capteurs et les détecteurs

Ces indicateurs sont saisis par des capteurs situés en dessous ou au-dessus de la chaussée et des voies de circulation : les plus anciens étaient les tuyaux pneumatiques fixés en travers de la route ; les plus répandus en France et en Europe sont les boucles électromagnétiques, noyées dans la chaussée à raison de une ou deux par voie, et qui envoient un signal à chaque passage d'une masse métallique ; on peut noter aussi les caméras vidéo qui se développent très rapidement, les radars, les capteurs ultrasons, etc.

On peut distinguer les capteurs ponctuels, comme les boucles électromagnétiques, qui saisissent les évolutions temporelles d'une situation localisée au droit de la boucle, et les capteurs spatiaux, comme les caméras vidéo, qui sont capables de suivre les évolutions du trafic dans le temps et dans l'espace.

Des détecteurs ou analyseurs transforment ensuite les signaux bruts en paramètres exploitables (débit, taux, vitesse,...), et les envoient dans des stations de comptage où ils sont agrégés, stockés ou transmis au centre de contrôle.

Les boucles et les caméras

Les boucles électromagnétiques sont assez précises, peu coûteuses, robustes ; mais quand elles tombent en panne il faut faire des saignées dans la chaussée pour les changer ; si l'on refait le revêtement, il faut aussi refaire les boucles. C'est un inconvénient de plus en plus contraignant sur les axes à forte circulation, où on a besoin d'un taux de fiabilité élevé, et où les périodes possibles de neutralisation des voies sont rares.

Les caméras vidéo sont plus chères, même si les prix baissent régulièrement ; elles peuvent couvrir des zones étendues (de l'ordre de 300 à 400 m, dans les deux sens), et peuvent être installées sur des mâts, des portiques ou des ouvrages franchissant la chaussée. Elles sont associées à des analyseurs d'images qui peuvent faire des comptages ou suivre des véhicules. Pour que le système soit fiable il faut que la caméra reste en position fixe pendant plusieurs minutes, ce qui empêche d'utiliser ces caméras pour la surveillance. Par temps de brouillard ou de forte pluie, les caméras deviennent inopérantes, et il faut alors songer à des caméras infrarouges ou à des radars qui sont plus onéreux.

Les véhicules traceurs

L'équipement des véhicules en systèmes de localisation, par GPS ou par GSM, et en moyens de transmission des données, devrait croître fortement dans les années à venir, en particulier pour les flottes commerciales, de taxis ou de livraisons ; ces véhicules deviennent alors des capteurs mobiles des situations traversées, et il peut être intéressant de fusionner leurs renseignements, les vitesses et les temps de parcours, avec les données des stations de comptage ; en particulier sur les axes périurbains où ces véhicules peuvent être assez souvent présents.

Le traitement automatisé des données

Les comptages

Le premier traitement porte sur les comptages issus des boucles ou des caméras ; ils sont validés et agrégés par périodes, de quelques secondes à une heure, avant d'être utilisés dans les algorithmes de détection ou de prévision. Lorsqu'un capteur est en panne, et cela est fréquent sur les axes périurbains très équipés, il faut pouvoir le détecter et signaler que le comptage est indisponible ; des logiciels repèrent ces valeurs nulles ou aberrantes, déclarent les données manquantes et proposent des valeurs reconstituées, tant que les capteurs défaillants ne sont pas consécutifs sur une section d'autoroute.

D'autres algorithmes de fusion de données sont étudiés pour comparer des bases de données provenant de différents types de capteurs, des boucles et des caméras ou des véhicules traceurs, par exemple ; ils analysent les forces et les faiblesses de chacune, compensent les unes par les autres, et par synergie proposent un résultat de très bonne qualité.

La DAI (détection automatique des incidents) par boucles

Depuis longtemps des algorithmes ont été étudiés pour utiliser les comptages des boucles en temps réel, et en déduire des probabilités d'incident ou d'accident : si entre deux lignes de boucles, espacées par exemple de 500 m ou 1 km, on constate une brusque variation des débits, des taux d'occupation et des vitesses, on peut raisonnablement penser qu'un incident ou un accident bloque la circulation au milieu de la section.

Sur ce principe, plusieurs algorithmes ont été affinés, qui doivent à chaque fois être adaptés aux conditions particulières du site et de son exploitant, et qui ne fonctionnent bien que dans des situations de trafic suffisamment dense pour qu'un incident ponctuel se répercute sur l'ensemble du flux ; en régime fluide, un véhicule en panne ne modifiera pas les comportements des véhicules à quelques centaines de mètres en amont ou en aval.

Sur les axes à forte circulation, les systèmes de DAI sont très utiles pour les gestionnaires. Ceux-ci doivent préciser quels sont les niveaux de gravité des incidents qui les intéressent, pour ne pas avoir trop d'alarmes qu'ils ne pourraient pas traiter, et quelles sont les contraintes de délai pour pouvoir intervenir efficacement. On peut alors définir les intervalles d'implantation des boucles (souvent de l'ordre de 500 m, pour des délais de réaction de l'ordre de 2 à 3 minutes après vérification des mesures), et caler les paramètres des algorithmes. Le système envoie alors une alarme localisée au surveillant qui peut vérifier la situation avec ses caméras ou avec des patrouilles, et qui peut déclencher rapidement les interventions nécessaires.

La DAI par analyse d'images

L'analyseur vidéo peut faire le même travail de comparaison des trafics entre des lignes virtuelles de comptage en haut et en bas de l'image. Mais il peut aussi, et c'est un atout essentiel, suivre individuellement chaque mobile et constater immédiatement un ralentissement, un arrêt, un changement brutal de voie, ou l'apparition d'un obstacle.

Il peut donc, selon ce qui aura été demandé par le gestionnaire, détecter très rapidement des comportements anormaux, et alerter ou réagir en conséquence. Il devient un outil indispensable pour surveiller des zones sensibles, comme certains tunnels ou entrecroisements de flux, où chaque minute compte pour alerter les usagers et déclencher les interventions de secours, de dégagement ou de dépannage.

La détection et la cartographie des encombrements

Les données des boucles régulièrement espacées ou des analyseurs vidéo peuvent aussi être utilisées pour identifier les vitesses pratiquées et les niveaux de ralentissement jusqu'à l'arrêt en bouchon. Cela peut permettre d'anticiper en temps réel sur des risques de congestion.

On peut aussi en déduire des représentations cartographiques des ralentissements et des bouchons aux différentes périodes de la journée, et des bilans sur les volumes globaux d'encombrements. Des études essaient de déterminer des profils types, temporels ou spatiaux, d'encombrements sur une zone et de rechercher les probabilités de les suivre dans les heures qui suivent.

Le calcul des temps de parcours

Une approche similaire et directement complémentaire consiste à mesurer les vitesses de flux et à calculer des temps de parcours par tronçons élémentaires, puis à les agréger pour pouvoir annoncer les temps de parcours attendus sur des sections de plusieurs kilomètres. Les premiers modèles ont été expérimentés et mis en œuvre sur le boulevard périphérique de Paris, puis étendus au réseau SIRIUS des voies rapides d'Ile-de-France.

La fiabilité de ces temps calculés en permanence, sauf quand le trafic est fluide, et affichés sur les PMV de la région parisienne, a permis d'apporter aux usagers une information très utile pour connaître la durée de leurs trajets et traverser plus tranquillement les perturbations quotidiennes.

Les systèmes d'aide à l'exploitation*Les mains courantes informatisées*

Il est important que le surveillant puisse consigner au fur et à mesure les différents événements, informations et actions qu'il est amené à traiter. L'informatisation des centres de contrôle permet aujourd'hui de saisir tous ces éléments, avec leur horodate, leur localisation, la nature des situations, etc. Ils seront ensuite présentés, sans avoir à les reproduire, aux différents agents qui en auront besoin dans leurs interventions.

Ces données peuvent ensuite être traitées statistiquement pour mieux connaître le fonctionnement des différents maillons de la chaîne des actions, pour en analyser les évolutions et proposer des améliorations.

Les plans de gestion du trafic (PGT)

Ils sont établis avec l'ensemble des intervenants pour appliquer les stratégies définies en commun, et pour aider chacun à gérer les différentes situations qu'il peut rencontrer, des plus fréquentes et quotidiennes aux plus exceptionnelles en situation de crise.

Pour chaque situation, on peut définir principalement :

- les stratégies et les niveaux de décision concernés ;
- les actions à assurer et leurs responsables ;
- les équipes engagées et les moyens à mettre en œuvre ;
- les informations à échanger et les avis à demander ;
- les adresses, téléphones et autres renseignements utiles.

Ces plans sont maintenant de plus en plus informatisés ; les fiches de la situation à traiter peuvent être présentées directement aux opérateurs, avec la main courante qui fournit les informations nécessaires et consigne les actions entreprises. Ils sont régulièrement révisés et complétés en fonction des observations et des évaluations réalisées.

Les plans d'évaluation

Ils complètent l'ensemble formé par les mains courantes et les plans de gestion ; ils doivent être définis en même temps, pour pouvoir disposer des éléments d'appréciation nécessaires aux évaluations de l'efficacité des différents systèmes et sous-systèmes :

- l'efficacité technique des équipements et des systèmes, qui mesure l'adéquation au cahier des charges initial :
 - taux de panne et de disponibilité,
 - taux d'utilisation et seuils de dégradation admissibles,
 - temps de remise en état et stratégies de maintenance préventive et curative ;
- l'efficacité fonctionnelle, qui cherche à mesurer comment les systèmes fournissent les produits attendus et définis dans les plans de gestion :
 - qualité et durée des interventions de secours ou de dépannage,
 - effets sur le trafic des actions de régulation,
 - couverture et délais des informations par PMV ou par radio, etc. ;
- l'efficacité sociale, qui cherche à estimer les impacts obtenus auprès des usagers et leur satisfaction :
 - taux d'obéissance et modification des comportements,
 - utilité et intérêt ressentis par les conducteurs,

- niveaux de service atteints en termes de sécurité, de capacité, de confort et d'environnement.

Des enquêtes et des évaluations partielles sont faites dans certains projets, par exemple sur la réduction d'un bouchon habituel, sur la capacité d'une voie ou sur la compréhension d'un message ; des ratios plus globaux sont souvent proposés, par exemple pour estimer les gains en temps ou en sécurité liés à l'équipement d'un axe ; mais il n'y a pas encore d'évaluation complète et systématique.

La définition des critères représentatifs et des mesures à faire, ainsi que l'établissement d'un cadre méthodologique global d'évaluation des actions d'exploitation, sont en cours d'études. A terme, on pourra à chaque étape mesurer les progrès obtenus et valoriser les avantages pour les usagers, pour les gestionnaires et pour les collectivités.

Les interventions sur le terrain : assurer la viabilité et la sécurité

Elles constituent la première mission identifiée dans le SDER (schéma directeur d'exploitation routière) : avec les services de police et de secours, les gestionnaires de voirie doivent en priorité assurer la viabilité de leur réseau, c'est-à-dire son utilisation par les conducteurs et leur véhicule dans des conditions normales de circulation et de sécurité des biens et des personnes.

Les traitements d'urgence et de secours

Les interventions sur le terrain

Elles répondent aux appels d'urgence des usagers victimes ou témoins qui, par le RAU ou par le téléphone fixe ou mobile, demandent aide et assistance en cas d'incident ou d'accident, de malaise ou d'agression, et même de panne sur autoroute.

Les principaux intervenants sont, selon les cas, les forces de l'ordre (police ou gendarmerie), les pompiers et les SAMU. Le gestionnaire de la voirie intervient pour baliser et protéger la zone de l'incident, et alerter les usagers en amont. Dans le même temps, il engage les actions d'information et de régulation des circulations permettant de limiter les conséquences de la situation accidentelle sur le trafic. D'autres services peuvent être appelés dans des cas particuliers de risques de pollution, de chute des lignes électriques, etc.

La coordination de toutes ces équipes est parfois délicate : la sécurité des agents et des usagers est bien sûr prioritaire, mais les objectifs de gestion et

de rétablissement rapide des conditions normales de circulation sont souvent difficiles à maintenir. Le rôle de l'exploitant en est accru, quand on sait qu'un simple gyrophare sur la bande d'arrêt d'urgence peut entraîner, au voisinage de la saturation, un bouchon durable et dans les deux sens : les conducteurs ralentissent par curiosité et ceux qui roulent derrière freinent jusqu'à se trouver à l'arrêt quelques centaines de mètres en amont ; une fois installé, le bouchon ne se résorbera que lorsque la pression de la demande diminuera fortement. Pour les mêmes raisons, il est important que le dépanneur libère la chaussée le plus rapidement possible en cas de panne.

L'alerte des usagers en amont

Lorsqu'une situation dangereuse apparaît, un accident, un obstacle fixe ou très lent, il faut en même temps traiter l'événement, protéger la zone et alerter les autres véhicules. Pour être efficace, cette alerte doit être assez forte pour provoquer chez les conducteurs une attention très soutenue et leur permettre de freiner ou déboîter rapidement. Cette état de tension ne peut durer trop longtemps et ne devrait pas être déclenchée à plus de 1 ou 1,5 km du danger.

Les feux de détresse des véhicules remplissent bien cette fonction. Si on veut renforcer l'alerte par des signaux sur l'infrastructure, ceux-ci doivent être assez rapprochés (de l'ordre de 2 km) et associés à un système local de détection fiable et rapide. Des expériences sont menées afin de tester l'efficacité de petits panneaux d'alerte implantés sur le terre-plein central pour annoncer des accidents ou des bouchons fréquents.

D'autres systèmes de communication entre les véhicules ou avec l'infrastructure font l'objet de recherches et d'expérimentations, notamment dans le cadre du PREDIT (Programme national de recherche et d'innovation dans les transports terrestres) : des systèmes de type warning électroniques comme le Vigilant sont testés ; d'autres visent à exploiter les liens de communication à courte portée développés pour le télépéage, ou cherchent à utiliser les futures générations de téléphones portables.

Les services de viabilité

La remise en état des chaussées

A la suite d'un accident, de pertes de chargement, d'une tempête, l'exploitant doit remettre en état la chaussée et ses équipements : enlèvement des débris ou des objets encombrant la chaussée, nettoyage des produits gras ou corrosifs, remise en état des glissières de sécurité ou des poteaux endommagés, etc.

Dans les périodes de forte circulation, il faut réduire au maximum les interventions sur la chaussée, tant pour la sécurité des agents que pour la capacité d'écoulement ; l'exploitant assurera d'abord le balisage des zones endommagées et les réparations indispensables pour la sécurité, puis il reviendra en période creuse pour terminer les travaux.

Le service hivernal

L'exploitant doit aussi assurer le service hivernal et intervenir de façon préventive ou curative, en cas de verglas ou de neige, avec des véhicules spéciaux de salage ou de déneigement. Pour anticiper et préparer au mieux ses interventions, il dispose des prévisions générales et locales de Météo France qu'il peut suivre en continu. Il peut aussi équiper les zones les plus sensibles de capteurs spécifiques d'hygrométrie et de température externe et interne de la chaussée, pour préciser les prévisions et les risques d'apparition du verglas.

Les interventions proprement dites sont complétées par des actions d'alerte à proximité immédiate des zones concernées, d'information sur les gênes et les risques engendrés par les conditions météorologiques, et de conseils sur les précautions à suivre : porter une attention soutenue sur l'état de la chaussée, disposer d'équipements spéciaux, éventuellement différer son départ en cas de forte crise.

La régulation des circulations : contrôler les trafics et faire face aux aléas

La régulation des circulations consiste à prévenir ou maîtriser les effets des situations prévisibles ou accidentelles sur l'écoulement des flux en termes de capacité, de temps de parcours et de confort.

La gestion de la demande

La première action pour limiter les perturbations ou éviter les congestions est d'essayer de maintenir la demande de circulation en dessous de la capacité. C'est ainsi que les informations de Bison Futé sur les périodes les plus chargées et les conseils sur les itinéraires *bis* permettent de décaler une petite part du trafic (10 à 15 %) hors des périodes et des axes les plus chargés, et cela suffit le plus souvent à éviter des situations catastrophiques. De même, des modulations de péage ont montré des effets très positifs pour faire connaître de nouveaux itinéraires lors des départs en vacances d'hiver, ou pour inciter à éviter les heures de pointes en retour de week-end.

Sur les autoroutes et voies rapides urbaines, l'idée d'un péage de régulation a été étudiée ou expérimentée dans quelques villes d'Europe,

mais n'a pas été vraiment envisagée en France. Jusqu'à présent, les axes périurbains et de contournement sont généralement gratuits, même quand ils sont concédés ; quelques sections sont payantes comme l'arrivée de l'A 14 sur La Défense à l'ouest de Paris, ou comme le projet de bouclage en souterrain de la rocade A86 ouest en Ile-de-France ; mais ces péages n'ont pas pour vocation première de réguler la demande, même s'ils peuvent y contribuer.

L'essentiel de la régulation se fait implicitement par la connaissance qu'ont les usagers des difficultés quotidiennes sur la route et dans les transports en commun. L'annonce des temps de parcours, des bouchons ou des accidents permet de préciser cette connaissance et contribue à l'équilibre des réseaux ; ainsi l'affichage en amont d'un divergent, comme celui de l'A1-A3 au nord de Paris, des conditions de circulation sur les itinéraires alternatifs permet d'équilibrer la charge de chaque axe ; de même le développement des systèmes embarqués d'information, de navigation et de guidage devrait favoriser un meilleur usage des axes disponibles.

Des projets d'informations multimodales sont étudiés ou expérimentés dans plusieurs agglomérations pour offrir aux usagers un service complet d'information sur les différentes offres de déplacement, en voiture ou en transport en commun. Ces projets se heurtent à plusieurs difficultés, notamment aux réticences de certains opérateurs de transport à mettre leurs informations « en ligne » avec des concurrents éventuels. Il faut en fait développer une vraie stratégie régionale, qui rassemble et mobilise les principaux acteurs du déplacement.

La régulation des comportements

La régulation des débits par des feux

Dans certains cas, il peut être intéressant de limiter les débits entrants sur une autoroute pour éviter les congestions : on canalise les véhicules sur une file et on régule le débit avec des feux bicolores ou tricolores. Cette régulation des accès doit être bien étudiée pour ne pas engorger les réseaux de surface et être respectée par les conducteurs ; elle peut être suffisamment dissuasive pour entraîner des reports sur les accès voisins ou à des périodes proches. Il faut alors avoir une stratégie globale des flux à protéger : flux à longue ou courte distance, flux de transit ou de desserte locale. Mais très souvent, l'effet des feux de régulation au pied des rampes d'accès se trouve moins dans les reports de trafic que dans la régularisation des insertions sur les voies autoroutières et dans la réduction des turbulences qui en résultent.

Ce mode de régulation a été très développé aux Etats-Unis, mais beaucoup moins en Europe et en France, où il n'a jusqu'à présent été

appliqué que le long de l'A6 en arrivant sur Paris. Des extensions sont actuellement prévues sur d'autres voies en Ile-de-France. Des essais sont aussi réalisés pour réguler l'arrivée de l'autoroute A3 sur le boulevard périphérique de Paris, mais la régulation d'un convergent autoroutier est assez complexe à mettre au point.

La régulation des vitesses ou des intervalles

L'idée de réguler les vitesses d'un flux dense vient de la loi du « diagramme fondamental » reliant vitesse, taux d'occupation et débit. Si on veut obtenir le meilleur écoulement, il faut éviter de rentrer dans la zone d'instabilité qui entoure la capacité et qui entraîne très vite la congestion ; on choisit donc la vitesse qui correspond au débit du seuil d'instabilité (de l'ordre de 85 % de la capacité), et on propose au flux de se caler progressivement sur cette vitesse de consigne, autour de 90 km/h sur autoroute ; pour être respectées les vitesses affichées sur les PMV au dessus des voies doivent être crédibles et respectables, et il faudra les adapter en fonction de la densité des flux.

Les expériences menées en France montrent de faibles taux d'obéissance sur l'autoroute nord de Marseille, et des résultats beaucoup plus encourageants sur l'autoroute A4 en sortant de Strasbourg. Il est en effet assez difficile de réduire sa vitesse si on n'a pas une raison réelle de ralentir ; il faut une très bonne campagne de communication pour convaincre les premiers du peloton sur chaque voie de se sacrifier légèrement pour le bénéfice de l'ensemble des usagers derrière eux, et pour leur propre bénéfice le jour suivant si tout le monde joue le jeu.

Les arguments de sécurité sont sans doute mieux écoutés, et on peut espérer que les régulations de vitesse ou d'intervalle actuellement étudiées dans les tunnels seront mieux suivies par les conducteurs ; d'autant que la crainte d'une sanction plus probable en cas d'infraction ne peut que renforcer le taux d'obéissance. En revanche, les expériences menées pour réguler les vitesses dans les brouillards denses sur autoroute et éviter les carambolages ont toujours été très décevantes ; les conducteurs prudents qui acceptent de réduire leur vitesse sur la voie de droite sont régulièrement dépassés par des conducteurs plus rapides qui n'ont pas conscience du danger et « s'accrochent » aux feux arrière du véhicule qui roule devant eux.

La gestion des restrictions de voies

Qu'elles soient prévisibles au droit d'un chantier ou aléatoires à la suite d'un accident, les restrictions de voies entraînent une perte de capacité qu'il faut essayer de compenser. On peut d'abord chercher des itinéraires de

déviations ou de délestage, tels qu'ils sont préparés et jalonnés avec les panneaux des itinéraires S de substitution, pour contourner les principaux tronçons autoroutiers urbains.

Si cela ne suffit pas et que la situation risque de durer longtemps, on peut envisager de mettre en place le basculement d'une voie neutralisée sur la chaussée opposée ; des ouvertures de terre-plein central sont prévues à cet effet, mais l'installation d'une voie à contresens est délicate, et demande du temps et des équipes bien expérimentées.

L'aide au déplacement : informer et communiquer avec les usagers

L'aide au déplacement est partie intégrante du service de l'exploitation routière pour aider l'utilisateur de la route à traverser les différentes perturbations prévisibles ou accidentelles, avec un maximum de sécurité et un minimum de gêne et de fatigue. L'essentiel est de l'informer, voire de le conseiller, avant ou pendant son parcours, sur les conditions réelles ou prévues de circulation et sur les services qui peuvent contribuer à une réalisation plus confortable de son déplacement.

Les systèmes « intelligents », en offrant de nouvelles possibilités de traitement des données et de communication avec les véhicules et les voyageurs, ouvrent de multiples perspectives, tant pour l'information publique, universelle et généralement gratuite sur les événements les plus importants que pour les services d'information personnalisée, souvent payants et répondant à des demandes particulières de guidage.

La préparation du parcours

Le choix du meilleur itinéraire

La stratégie de tout voyageur est de minimiser les contraintes et les coûts liés à un déplacement rendu nécessaire pour passer d'une activité d'origine à une activité de destination obligée ou plus valorisante. Il cherche donc à réduire les temps de parcours et les temps d'attente éventuels, les risques et les anxiétés, les fatigues nerveuses et physiques de la conduite, le prix des transports et des consommations énergétiques, etc. Plus il sera informé sur les différentes alternatives et les conditions de déplacement, transports en commun par la route ou par l'autoroute, à telle ou telle période... mieux il pourra ajuster et rentabiliser ses différentes activités et arriver en temps voulu à ses rendez-vous.

Ces informations sur les horaires, les itinéraires et les conditions de circulation sont très utiles lors de trajets occasionnels et mal connus, mais

elles sont aussi intéressantes pour les habitués qui ont depuis longtemps retenu les périodes et les trajets qui leur convenaient le mieux : elles confirment que tout se passe comme prévu, ou annoncent une difficulté particulière susceptible de remettre en cause le choix initial. Ces habitués sont très sensibles à la variabilité des temps de parcours, et ils veulent pouvoir comparer la situation d'aujourd'hui avec celle de la veille, pour choisir entre les alternatives qu'ils ont présélectionnées.

Les nouveaux systèmes interactifs

Sur les autoroutes et voies rapides urbaines les difficultés sont généralement vite repérées et peuvent être transmises *via* différents médias : radio, télévision, minitel, internet. Quelques radios locales diffusent des bulletins réguliers, le matin ou le soir ; les chaînes de télévision font souvent des « points route » ; les services de réponse téléphonique ou ceux du minitel tendent à laisser la place aux sites internet qui peuvent être consultés chez soi ou à son travail. D'autres services d'information et de guidage, comme le Visionaute de Médiamobile, utilisent des récepteurs portables et des transmissions codées *via* le RDS-TMC sur les sous-porteuses des radios FM ; des services semblables misent sur le développement des radiotéléphones et du WAP.

Le site web du ministère des Transports¹ donne toutes les informations générales et régionales recueillies et mises à jour par les centres d'information routière (CNIR, CRICR), des bulletins prévisionnels notamment avant les vacances et des conseils pratiques ou des informations pour les professionnels. Celui du SIER² actualise en permanence les conditions de circulation et les temps de parcours sur les principaux tronçons des voies rapides franciliennes ; il fournit aussi les variations horaires de l'indice de trafic, et peut même calculer le temps d'un trajet particulier. C'est l'un des sites les plus consultés de France, car il permet à de nombreux usagers de connaître facilement les conditions de circulation qu'ils vont rencontrer.

L'information doit être précise, fiable, actualisée le plus possible en temps réel, et permettre des choix de périodes, d'itinéraires ou même de modes de transport. Cette crédibilité est essentielle pour garder la confiance des usagers. L'information idéale serait de connaître les écarts probables autour du temps moyen prévu, de façon à pouvoir prendre en compte cette variabilité dans la détermination des temps de précaution.

1. www.bison-fute.equipement.fr

2. www.sytadin-tm.fr



Avec l'aimable autorisation de la Ville de Paris

Figure 1. Poste central d'exploitation du boulevard périphérique BERLIER



Avec l'aimable autorisation de la Ville de Paris

Figure 2. Affichage des temps de parcours sur le boulevard périphérique

Les besoins des gestionnaires de flottes et de fret

L'optimisation des déplacements étant une part importante de leur métier, les gestionnaires de flottes et de fret sont encore plus exigeants dans la qualité et la précision des informations, que ce soit au départ ou en cours de route : ils vont déterminer les itinéraires à suivre et les horaires à respecter, et modifier le circuit de livraison dès qu'une perturbation prévue ou inattendue survient.

La connaissance de la variabilité des temps de parcours, et des prévisions fiables à court ou moyen terme sont des progrès fortement attendus sur les réseaux périurbains ; tous les opérateurs de transit et de desserte locale s'y retrouvent, et tous ont les mêmes contraintes de flux tendus. Les tendances actuelles aux découplages entre la gestion des chauffeurs, des tracteurs et des remorques, des conteneurs et de leurs marchandises, ne peuvent que complexifier les modèles d'optimisation et rendre encore plus vitales les informations de parcours.

La réalisation du parcours*L'information dynamique de confort*

En cours de route et particulièrement sur les axes périurbains, l'objectif principal de la grande majorité des conducteurs est de réaliser le trajet comme ils l'ont prévu, avec le moins possible d'aléas. Plus le trajet est habituel, plus on le réalise sans y penser.

L'information dynamique en temps réel, diffusée sur des PMV par radio ou avec des systèmes embarqués, est un élément favorisant le calme : le conducteur est informé, s'il y a un bouchon à traverser, que le temps supplémentaire ne dépassera pas la marge de précaution prise, ou bien s'il s'agit d'un événement grave, que les itinéraires voisins sont aussi paralysés, etc. Cette diminution de l'anxiété et de certains comportements dangereux destinés à rattraper le retard, est un des effets majeurs de l'affichage régulier des temps de parcours sur les voies rapides autour de Paris.

En cas d'accident, l'affichage de l'événement et de ses conséquences éventuelles en termes de bouchon, permet à chacun de se faire une idée des retards encourus. Par la suite viendront des modèles de prédiction de la durée des événements plus fiables pour annoncer les retards prévus. Dans certains cas importants, on peut aussi, sur les PMV ou à la radio, conseiller un itinéraire de délestage ou déconseiller d'entrer sur l'autoroute.

Les services personnalisés

Des services semblables mais plus précis et personnalisés, peuvent être apportés sur des récepteurs portables ou embarqués, *via* le RDS-TMC ou le GSM ; selon ce qu'on demande, on pourra avoir des informations générales sur une zone, ou plus souvent, uniquement sur l'itinéraire choisi ou calculé par le système de guidage ; cette nécessité de disposer des moyens de filtrer, stocker ou rappeler de façon intelligente les informations jugées intéressantes est la contrepartie indispensable à la production et à la diffusion de données de plus en plus nombreuses et détaillées.

Plusieurs systèmes sont étudiés et expérimentés en France et en Europe, et dépendent principalement de la qualité des données de base et de l'adéquation aux attentes réelles des usagers. Une des difficultés actuelles est dans l'ergonomie de présentation des informations ou des conseils, en particulier auprès des conducteurs quand ils roulent ; pour les renseigner sans distraire leur attention de conduite, il faudra se limiter à l'essentiel et trouver des bonnes combinaisons entre les cartes et les symboles graphiques, et les textes écrits ou parlés ; ce qui pourra sans doute se faire sur des systèmes installés en première monte et intégrés au tableau de bord, mais qui sera encore plus difficile avec des équipements portables, dont la conception et le montage n'auront pas subis les mêmes vérifications.

Toutes ces informations forment un lien important entre les gestionnaires du réseau, les nouveaux opérateurs de service et les conducteurs : ces derniers sont avertis, rassurés, voire pris en charge, et ils peuvent effectuer leurs déplacements en toute confiance et tranquillité. De ce fait, l'information précise, immédiate et pertinente devient une exigence de qualité et de fiabilité forte et croissante, que le gestionnaire doit assurer en permanence. C'est en même temps le signe d'un haut niveau de service, qui permet d'utiliser durablement les infrastructures lourdes et stratégiques que sont les voies rapides urbaines aux limites de la saturation.

Le suivi des flottes et du fret

Les affréteurs et les transporteurs veulent de plus en plus pouvoir suivre la position des marchandises et des véhicules, et ils s'équipent pour cela de systèmes de localisation par GPS et de systèmes de navigation. L'optimisation des itinéraires est réactualisée en permanence en fonction de l'avancement des véhicules et des conditions de circulation. En même temps, les véhicules renseignent leurs bases sur les conditions de circulation qu'ils rencontrent, et peuvent contribuer ainsi à les préciser.

La gestion du trafic : un service fondé sur une relation de confiance

On voit à travers ce panorama rapide que l'activité essentielle du gestionnaire des grands axes périurbains est d'offrir aux usagers un service régulier de surveillance et d'information crédible sur les conditions de circulation, normales ou accidentelles. En même temps, le gestionnaire doit réagir au plus vite pour faciliter les interventions d'urgence, protéger les zones à risques et remettre en état la voirie ; et aussi pour réguler les trafics avant que les congestions ne deviennent trop importantes et trop longues.

Pour cela, il dispose généralement d'installations modernes et bien équipées, à la hauteur des enjeux de circulation. En s'appuyant sur les plans de gestion et les systèmes informatisés d'aide à l'exploitation qui favorisent une bonne coopération entre tous les intervenants, il doit assurer la viabilité de ces axes stratégiques et maintenir leur capacité d'écoulement pour des milliers d'usagers chaque jour.

De cette maîtrise des flux et de cette régularité des informations naît la confiance entre gestionnaires et conducteurs, qui permet d'exploiter les infrastructures au maximum de leurs capacités, et de repousser un peu plus à chaque fois les risques d'incident et de congestion.