Pierre VAN ELSLANDE

Les erreurs d'interprétation en conduite automobile : mauvaise catégorisation ou activation erronée de schémas ?

I. Introduction : la sécurité, objet de recherche et objectif d'application

L'importance relative qu'ont pris ces dernières décennies les accidents de la circulation au rang des causes de mortalité humaine explique le nombre d'études menées sur ce thème et a justifié la création dans un premier temps d'un Organisme National de Sécurité Routière (ONSER), et dans un deuxième temps d'un Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité (INRETS). Une proportion importante des activités de cet institut est actuellement orientée sur la question des aides à la conduite, par le biais notamment des programmes européens DRIVE et PROMETHEUS. L'émergence de la notion d'aide ou d'assistance dans le cadre d'une activité de conduite automobile amène à revoir ou à affiner les considérations que l'on porte sur le fonctionnement du conducteur, notamment dans sa composante mentale. Dans la mesure où toute aide constitue une certaine forme de filtrage dans les informations proposées (De Keyser, 1988), il importe de savoir de quelles informations supplémentaires et pertinentes le

conducteur a besoin pour conduire plus sûrement, et par conséquent de mieux connaître les mécanismes qui régissent la mise en oeuvre de son activité en situation normale et dégradée (Malaterre et al., 1991). Pour rendre compte des dysfonctionnements, cette connaissance ne doit pas être seulement normative mais aussi idiosyncrasique, ce qui implique de passer de l'analyse des comportements généraux à celle de leurs déterminants spécifiques : les structures cognitives agissantes.

A notre sens, pour aboutir à une définition opérationnelle de la "voiture intelligente" (Dobias, 1987), il s'agit de caractériser au préalable ce qui constitue l'intelligence des opérateurs qui utilisent cet outil de déplacement. On peut faire l'hypothèse que, de la même façon que pour la tâche de pilotage aérien (Amalberti et al., 1989), les modèles de la psychologie cognitive seront d'un grand secours pour abstraire les composantes défaillantes du fonctionnement du conducteur, a fortiori celles qui concernent les erreurs d'interprétation des situations routières.

II. La conduite automobile est-elle une activité cognitive ?

La question n'est pas de chercher à établir une dichotomie artificielle entre ce qui est de l'ordre du perceptif et du cognitif, instances qui constituent des pôles intégrés du fonctionnement de l'individu dans le cadre des activités constituées, finalisées et adaptatives (Lindsay et Norman, 1980). Il s'agira plutôt d'examiner, dans le prolongement de Fleury (ce numéro), ce qu'on est en droit d'attendre à élargir le cadre d'analyse de cette activité de la vie quotidienne qu'est la conduite, par l'apport des concepts novateurs que l'on retrouve dans un découpage (parfois trop) académique sous la rubrique "Psychologie Cognitive".

Quiconque a une certaine expérience de la conduite peut considérer que l'utilisation de l'automobile relève plus de la simple mise en oeuvre de liaisons sensori-motrices que de l'élaboration d'activités cognitives de décision et de résolution de problèmes. Cette opinion se vérifie si l'on entend par là un raisonnement hypothético-déductif comportant une analyse exhaustive de l'ensemble des informations pertinentes, la sélection logique et l'exécution rationnelle d'une série d'étapes de traitement. Elle est moins vraie lorsqu'on examine la nécessité pour le conducteur de faire appel à tout un stock de connaissances acquises sur le déroulement des situations routières afin d'élaborer un diagnostic du caractère plus ou moins critique de la situation présente et un pronostic sur l'évolution probable de cette situation.

Pailhous (1987) réfute la tendance à assimiler les processus cognitifs à des processus conscients et complexes, "ce qui est souvent le cas lors de l'élaboration de schémas, mais n'est plus le cas lors de leur utilisation qui n'implique souvent qu'une faible charge attentionnelle". Il serait abusif de conclure que, parce qu'elle est déjà apprise, une activité n'est pas ou n'est plus cognitive. Ceci se trouve bien illustré par la notion "d'automatisme cognitif" (Perruchet, 1988). Par des processus tels que la procéduralisation et la composition (Anderson, 1983), les connaissances nécessaires à la réalisation d'une tâche particulière peuvent ainsi être traduites sous une dimension fonctionnelle et aboutir notamment à la construction de schémas pragmatiques susceptibles d'être activés de façon plus ou moins automatisée (Richard, 1990).

La contrainte temporelle et dynamique constitue un aspect essentiel de l'activité de conduite (Malaterre, 1987) et oriente directement les procédures de traitement mises en oeuvre par l'opérateur. L'interaction du conducteur avec la dynamique temporelle des situations a notamment pour conséquence le caractère déterminant de l'utilisation des connaissances disponibles pour lui permettre d'interpréter les

informations perçues et d'anticiper les informations à venir, afin de contrôler efficacement le scénario dans lequel il est engagé. Il s'agit le plus souvent pour le conducteur que les problèmes rencontrés soient directement résolus à partir d'une activité de compréhension, faisant correspondre le problème actuel à une catégorie de situations-problème déjà rencontrées, dont les caractéristiques perçues et les solutions trouvées ont été mémorisées.

Après avoir décrit sommairement les spécificités de l'activité de conduite automobile et l'apport des études accidentologiques, nous ferons ainsi appel à une complémentarité fonctionnelle des processus de catégorisation et de schématisation pour rendre compte des connaissances spécifiques et représentations circonstancielles qui dirigent cette activité.

1. Caractéristiques de la tâche de conduite

Une des caractéristiques de base du système routier relève de sa grande diversité : diversité des opérateurs (degré d'expérience, de familiarité aux lieux, etc.), des véhicules (capacités dynamiques diverses) et des environnements rencontrés (configurations d'infrastructure, type de trafic, etc.).

Cette diversité amène le conducteur à s'adapter constamment à des situations en perpétuelle évolution. Cet ajustement, qui est soumis aux contraintes dynamiques et temporelles liées au déplacement et à son interaction avec le déplacement des autres, fait de la conduite automobile une tâche complexe impliquant notamment la mise en oeuvre de processus cognitifs de traitement de l'information et de prise de décision (Saad, 1987). Pour Monseur et Marchadier (1971), la conduite est constituée d'une succession de phases où s'enchaînent

des sous-tâches à dominante sensori-motrice et des sous-tâches à dominante cognitive.

Découlant de cette diversité, une seconde caractéristique réside dans la faible structuration de cette tâche (Neboit, 1982) relativement à beaucoup d'activités, même similaires comme le pilotage aérien ou maritime. La notion de pré-organisation ou d'organisation externe des conduites que l'on trouve dans le secteur de l'industrie par la définition formelle des objectifs, des moyens et parfois même des procédures à mettre en oeuvre, est très floue dans ce domaine. Comme l'indiquent Malaterre et al. (1985) "on ne connaît pas les tâches effectives qui servent de modèle à l'activité".

Ni la formation à la conduite, ni le code de la route, qui relève en fait plutôt d'un code pénal que d'une tentative de formalisation de la tâche, ne définissent de façon opérationnelle les modalités d'ajustement aux diverses situations rencontrées par un conducteur lors de la mise en oeuvre de son activité.

L'effet secondaire de l'absence de description formelle de la tâche réside en la nécessité pour le conducteur d'élaborer à mesure de son expérience tout un ensemble de stratégies de traitement et d'habiletés procédurales pour résoudre les problèmes auxquels il est soumis. Dans la mesure où l'ensemble des situations que peut rencontrer un conducteur est extrêmement diversifié et ne peut jamais être exploré en totalité par un même individu, son adaptation à l'environnement routier doit passer notamment par l'élaboration d'un certain nombre d'heuristiques de traitement (Neboit, 1980, parle de "règles d'action"), en fonction des régularités détectées à mesure de sa pratique individuelle du déroulement des situations routières.

2. L'étude des accidents de la route : un paradigme

Une voie d'accès aux mécanismes impliqués dans la conduite relève de l'analyse de leurs dysfonctionnements. Cette démarche, désormais classique en ergonomie, tend à considérer l'accident comme un ensemble de données permettant d'éclairer le processus de production de l'erreur et de remonter ainsi jusqu'à l'analyse du fonctionnement du système en cause (Leplat et Cuny, 1984).

L'Etude Détaillée d'Accidents (Ferrandez et al., 1986) telle qu'elle est menée au Département de recherche sur les Mécanismes d'Accidents de l'INRETS correspond bien à cette logique qui tend à considérer l'accident comme le révélateur d'un dysfonctionnement du système routier et, pour n'en garder qu'une composante, comme symptomatique d'une défaillance dans le fonctionnement du conducteur (comme l'indique Leplat, 1985 : "dans la genèse d'une erreur intervient toujours le fonctionnement cognitif"), difficilement repérable par ailleurs. La méthode d'analyse élaborée pour cette EDA consiste, à partir des données recueillies *in situ ex post facto* (immédiatement après l'occurrence de l'accident), à établir un découpage séquentiel des événements qui ont précédé le choc. Ce cadre d'analyse repose globalement sur l'idée qu'il existe une situation de rupture (dite "situation d'accident") faisant basculer d'une "situation de conduite" (normale) à une "situation d'urgence" où une action doit être entreprise pour revenir à une situation normale. L'analyse proprement dite consistera à faire superposer une logique causale à cette logique spatio-temporelle.

Mais malgré tout son intérêt, une analyse d'accidents ne se suffit toutefois pas à elle-même et tire profit d'une intégration dans un cadre conceptuel. D'après Rasmussen (1990), les erreurs ne doivent pas être étudiées uniquement en tant que telles, comme des fragments séparés d'une catégorie de comportements, mais l'objet d'étude doit

correspondre plus globalement au contrôle cognitif de l'opérateur dans les systèmes complexes.

C'est le sens d'une recherche de base inscrite au programme de l'INRETS, qui se propose de mettre en relation les mécanismes de dysfonctionnements comportementaux, tels qu'on peut les identifier par l'analyse de dossiers détaillés d'accidents, avec la nature et l'organisation des connaissances activées par les conducteurs confrontés à des situations routières plus ou moins ambiguës. Par une confrontation des verbalisations produites par les usagers accidentés aux reconstitutions des scénarios d'accidents élaborées par des experts, il s'agit de définir de façon systématique les types d'indices et les séquences d'indices utilisés par les conducteurs en situation, de décomposer les règles d'actions et les schémas de traitement utilisant ces indices à titre de déclencheur ou d'instanciateur, pour arriver à proposer un modèle local d'architecture rendant compte des liaisons entre indices utilisés et connaissances activées. Le cadre d'analyse consiste à appréhender les erreurs dans le fonctionnement cognitif sous l'angle d'une mauvaise catégorisation des situations-problèmes et d'une instanciation connexe de schémas de traitement coactivés par les situations catégorisées.

III. Vers une approche intégrée des erreurs d'interprétation en conduite automobile

Difficiles et complexes, les processus d'interprétation impliquent pour une large part l'utilisation d'informations (et/ou de règles) mémorisées par l'opérateur (Spérandio, 1972). En conduite automobile, les erreurs d'interprétation constituent une classe particulière de dysfonctionnements qui a été identifiée lors de travaux basés sur l'analyse en profondeur de données d'accidents de la route recueillies sur la scène (Malaterre 1990, Van Elslande et Malaterre 1987). Ce type d'erreur se caractérise par la construction d'une attente spécifique inappropriée à la situation présente qui peut amener le conducteur à une compréhension erronée des intentions d'un autre usager, se fondant en partie sur l'ambivalence des signaux qu'il émet.

Une part importante de l'activité de conduite automobile réside de fait en l'élaboration, par le conducteur, d'attentes à l'égard de l'évolution possible des situations rencontrées (Hills, 1980 ; Michon, 1988). Ces attentes, qui conditionnent l'analyse de la situation, reposent pour une grande part sur l'évocation des connaissances disponibles en mémoire que le conducteur a accumulées par sa pratique, à mesure de la rencontre préalable et répétée de situations similaires. Les connaissances évoquées vont constituer le contexte représentationnel qui sera apposé au contexte situationnel pour produire l'interprétation (Tiberghien, 1985).

1. Perception, catégorisation et activation de schéma

L'activité perceptive est, bien sûr, fondamentale dans le processus d'adaptation du conducteur aux situations qu'il rencontre. Comme l'indique Neboit (1974, 1980), la prise d'indices est à la fois le point de

départ d'une décision et son résultat, la traduction comportementale d'une hypothèse sur l'état actuel et futur du système. Entre ces deux pôles, interviennent donc les connaissances acquises individuellement par chaque conducteur, susceptibles de l'amener à une compréhension rapide et valide de la situation présente.

Lorsqu'on cherche cependant à représenter ces connaissances, il est parfois difficile de trancher parmi les nombreux et différents modèles proposés par les auteurs. Cette difficulté pourrait provenir du caractère fragmentaire de travaux qui portent sur des tâches trop limitées (Richard, 1987). Des informations pertinentes seraient de ce point de vue à attendre du côté de l'analyse de situations réelles. La complexité de ces situations semblent plaider en faveur d'une recherche d'intégration de différents modèles de représentation qui rendent compte de formes de connaissances différentes, mais complémentaires dans le cadre fonctionnel d'une activité finalisée.

Dans cette optique, nous confronterons deux grands courants de modélisations élaborées au sein des sciences cognitives : la représentation des connaissances sous forme catégorielle et sous forme schématique, considérés sous l'angle de la mise en oeuvre de l'activité de conduite automobile; c'est-à-dire en mettant l'accent non pas sur le problème complexe de leur constitution et de leur élaboration, mais plutôt sur leur utilisation en temps réel par un sujet impliqué dans une tâche spécifique, et sur les facteurs intervenant dans l'activation de telles structures.

Une organisation catégorielle

Dans le prolongement de recherches à visée plus fondamentales portant sur la représentation mentale d'objets simples et sur l'organisation des connaissances en mémoire (Rosch 1976, Dubois 1986), elles-mêmes à relier à des travaux plus anciens (Bruner, 1956), Mazet et al. (1987) appliquent les principes du processus de catégorisation pour montrer comment s'élaborent l'organisation mentale de l'environnement routier et les incohérences qui peuvent apparaître entre la réalité des espaces et les représentations permanentes que les usagers peuvent en avoir.

L'intérêt de cette approche est de montrer comment le recours à une certaine catégorie oriente globalement l'attitude du sujet et conditionne les attentes à plus ou moins long terme qu'il peut développer vis-à-vis des difficultés auxquelles il aura éventuellement à faire face (Fleury et Dubois, 1988). Une telle application des hypothèses sur l'organisation catégorielle dans le cadre d'une tâche complexe et finalisée souligne le caractère prévalant des activités, en tant que déterminant et principe organisateur des catégories construites (Mazet et Dubois, 1988). Une approche de ce type permet ainsi d'attribuer à la catégorisation, au fondement originellement contemplatif, une dimension opérative (Dubois et al., 1991) en mettant en exergue sa fonction identificatrice des situations présentes et expectatrice de leur évolution.

On peut ainsi considérer qu'au moment de la réalisation d'un trajet routier, les indices prélevés vont permettre à l'utilisateur de catégoriser de façon plus ou moins spécifique la situation dans laquelle il va s'engager. Cette activité de catégorisation va orienter le regard du conducteur vers les informations susceptibles d'être rencontrées dans ce type de situation, et va l'amener à préactiver un certain nombre de connaissances pertinentes pour traiter ces informations. Les

connaissances évoquées vont permettre, lors de la rencontre des situations, l'élaboration d'un certain nombre d'attentes sur les difficultés possibles, avant même que ces difficultés n'apparaissent.

A cette étape de traitement, on peut donc parler d'une orientation globale et statique du conducteur, au sens où elle s'apparente à une typologie mentale d'environnements routiers. Cette orientation n'est pas figée dans l'espace puisqu'elle évolue conjointement à la succession des environnements rencontrés. Les catégories auxquelles elle réfère ne sont pas non plus immuables dans le temps mais se modifient par et conjointement à la pratique. Pour rendre compte toutefois des liaisons procédurales entre cette orientation du sujet et les comportements qui seront mis en oeuvre il nous paraît intéressant de faire appel à une seconde forme d'organisation des connaissances, susceptible de mieux rendre compte des aspects dynamiques et temporels de la planification de l'action elle-même.

Par conséquent, si l'étude de l'activité de conduite automobile, et des accidents qui en résultent parfois, est révélatrice de l'intérêt des hypothèses catégorielles, elle offre comme second avantage d'en présenter un certain nombre de limites du point de vue des possibilités offertes pour rendre compte de la "mise en acte" des représentations permanentes. Ces limites, qui relèvent essentiellement du caractère plutôt statique des connaissances supportées par ces structures cognitives, peuvent ne pas constituer un écueil mais un point de relais pour d'autres formalismes complémentaires, comme celui des schémas cognitifs.

Une organisation schématique

Le concept de schémas, qu'on peut considérer comme générique par rapport à la foison de notions qui ont vu le jour (cadre, script, plan, Mop, etc.), présente de nombreux points communs avec celui de catégorie, comme en attestent les définitions qu'on trouve dans la littérature. Cette notion caractérise, selon Hoc (1987), des structures assimilatrices présentes dans la mémoire du système cognitif, qui sont évoquées par la situation et agissent comme des systèmes d'attente sensibles au contexte. Elles permettent à la fois de diriger la recherche des informations supposées pertinentes et de produire les informations manquantes lorsque les données de la situation perçue sont lacunaires. En tant qu'unités structurées de connaissances, les schémas nous permettent de traiter rapidement les situations stéréotypées de la vie quotidienne, pour lesquelles nous pourrions agir de façon quasi-automatique à partir de leur simple identification. Le sujet se rapporte à ces structures à la fois pour modeler ses attentes et piloter ses actions (De Keyser, 1988). Il peut ainsi reconnaître une situation stéréotypée par l'activation de schémas appropriés aux caractéristiques de la situation présente, interpréter une situation nouvelle par l'instanciation de schémas proches et exécuter les actions qui y sont associées par attachement procédural.

S'ils constituent un ensemble important d'unités de connaissances, les schémas n'ont pas tous le même poids à l'intérieur d'un système cognitif. Ils présentent un certain seuil d'activation en fonction duquel leur action peut se déclencher plus ou moins facilement. Parmi les facteurs généraux qui influencent l'activation de schémas, on peut isoler ceux qui réfèrent à la fréquence et la récence de leur utilisation. D'autres facteurs comme le contexte ou le besoin vont varier d'une situation à

l'autre et d'une personne à l'autre, mais les effets de l'utilisation antérieure sont toujours présents (Reason et Mycielska, 1982). Ainsi, certains schémas qui ont été plus souvent et plus récemment sollicités dans certains contextes, auraient tendance à maintenir un potentiel de déclenchement plus élevé que d'autres qui ont été moins activés lors de la rencontre préalable de situations similaires. Ceci peut conduire à des biais dans l'analyse notamment de situations non familières, ou qui n'ont pour identiques que des traits de surface.

La complémentarité qu'on peut voir dans une représentation schématique par rapport à une structure catégorielle peut se résumer sommairement à deux de ses composants : l'existence de connaissances procédurales et la présence de variables à instancier au moment de l'application du schéma. Les connaissances procédurales, compilées, ont pour fonction de diriger l'activité que le sujet mène sur son environnement. Les variables permettent la particularisation de la structure schématique à la situation particulière traitée et autorisent un mécanisme inférentiel lorsque certaines valeurs ne sont pas identifiées dans la situation (Schank et Abelson 1977). A contrario, les distinctions qu'on peut établir entre ces deux types de structures résideraient d'une part dans la variété des éléments qui les constituent ainsi que la diversité des liaisons qui unissent leurs composants, d'autre part dans les répercussions comportementales immédiatement observables à partir de leur activation (Bernard, 1990).

Dans le cadre d'une activité constituée telle que la conduite automobile, nous serons tenté de placer sur un continuum, les structures catégorielles et schématiques marquant chacune une étape de la progression d'un sujet de la connaissance vers l'action ou mieux, de la connaissance "pour agir" à la connaissance "agissante". Dans le prolongement du concept de *lisibilité de la route* (Dubois, 1990), on

peut faire un parallèle avec la lecture de texte (Schwarz et Flamer, 1981) et ainsi considérer la catégorisation environnementale d'une *scène* routière comme l'identification du titre d'un texte qui va orienter l'activité du sujet en tant que telle, c'est-à-dire la gestion du *scénario* d'interaction auquel le conducteur est en fin de compte confronté. On peut ainsi définir le traitement des indices dans le déroulement dynamique d'une situation d'interaction comme étant fonction d'un schéma de connaissance activé. Les distorsions dans les interprétations d'un événement référent ainsi, selon Meyer (1990), à l'intervention de schémas interprétatifs préalables, par lesquels les données vont être sélectionnées et traitées. Sous cette hypothèse, les erreurs réalisées dans l'analyse de la situation seront aussi le reflet de l'activation d'un schéma inadapté et du caractère erroné des attentes à court terme sur son déroulement et des inférences autorisées par ce schéma (Van Elslande et Lubet, 1990).

De ce point de vue, l'intérêt pour les sciences cognitives d'appréhender une activité naturelle comme la conduite automobile est de mettre l'accent sur la temporalité des situations qui en ressortent et de faire ainsi la relation entre les aspects statiques et dynamiques d'une même tâche. Par ailleurs, un détours du côté des hypothèses cognitivistes permet d'envisager la situation de conduite comme une boucle ininterrompue dans laquelle se succéderaient l'évocation de structures de connaissances générales et l'activation de structures plus spécifiquement orientées comme les schémas. Ces derniers seraient ainsi sous la dépendance d'un traitement à la fois "dirigé par les concepts" en fonction de la préactivation autorisée par les structures générales, et "dirigé par les données", par l'intervention des indications puisées dans les variables de l'environnement perçu et reconnu pertinent pour l'activité.

2. Une esquisse d'architecture fonctionnelle

En fonction de ce qui vient d'être développé, on peut proposer le processus temporel suivant, susceptible d'éclairer le mécanisme de production de l'erreur d'interprétation en conduite automobile (fig. 1).

Ce schéma de fonctionnement peut être ainsi décrit : en amont d'une interaction, les données situationnelles, environnementales, vont déterminer un cadre général correspondant à une situation prototypique mémorisée. Une partie des connaissances susceptibles d'être pertinentes dans ce cadre est alors activée. Les connaissances mobilisées vont favoriser l'émergence de stratégies d'exploration visuelles, de "stéréotypes d'exploration" (Neboit, 1989) appropriés à cette situation prototypique. Les indices prélevés dans l'environnement vont amener la construction d'une représentation circonstancielle de la situation rencontrée. Cette situation représentée pourra activer certains schémas de connaissances disponibles, qui seront instanciés pour déclencher les procédures qui y sont attachées. Une seconde possibilité étant le recours à une activité d'élaboration de procédure lorsqu'aucune connaissance n'est jugée appropriée pour traiter la situation présente (cas notamment des sujets débutants). Les actions entreprises auront des répercussions à la fois sur la situation et sur la perception, au sens large, qu'en a le sujet. En dehors du degré d'expérience, qui réfère plus à la constitution de la base de connaissances qu'au contrôle qui en est opéré (Bastien, 1988), de nombreux facteurs tant internes (état psychophysiologique du conducteur, ses objectifs) qu'externes (degré de saillance des informations présentes) peuvent jouer en parallèle un rôle de modulateur sur le déclenchement ou non de certains schémas inappropriés à la situation réelle.

Il faut préciser que, telle qu'elle est représentée ici, la relation catégories/schémas ne constitue qu'un moment ponctuel de l'activité du conducteur. Une telle relation ne peut en effet pas être univoque mais doit plutôt s'apparenter à un processus itératif : un schéma général orientant l'activation de certaines catégories, elles-mêmes pouvant évoquer un certain nombre de schémas possibles, etc., ces différentes structures étant évoquées conjointement à l'évolution dynamique de l'activité. Sous cette forme d'emboîtements successifs, une telle représentation rejoindrait la conception hiérarchique de Norman (1981) qui postule l'existence de schémas "parents" et de schémas "enfants", le concept d'intention pouvant être assimilé à celui de schéma de plus haut niveau.

Figure 1. Schéma de fonctionnement de l'erreur d'interprétation en conduite automobile (inspiré de Hogarth, 1987 et de Popovitch, 1990)

3. Analyse d'un cas réel

Par cette illustration au moyen d'un cas d'accident nous ne chercherons pas à démontrer la validité du schéma présenté ci-dessus, qui a la seule ambition de constituer un modèle prospectif naïf à faire progressivement évoluer par sa confrontation aux données, mais simplement à exemplifier la façon dont il permet de rendre compte du fonctionnement d'un conducteur en situation, sous l'angle de la relation catégories/schémas.

Accident n° 245

Figure 2. Plan de situation

Placé sur la file de gauche un conducteur (A) démarre après un arrêt à une intersection réglementée par feux. Il est précédé d'une voiture (B) un clignotant gauche allumé. Ils dépassent tous deux une file de véhicules plus lents sur la voie de droite. A la hauteur d'une route sécante qui s'ouvre sur la gauche, le premier véhicule (B) freine. Totalement surpris par cette manoeuvre, le conducteur du véhicule suivant (A) va le percuter à l'arrière.

La figure 3 représente sommairement le fonctionnement de l'utilisateur interprétant (A), tel qu'il a pu être reconstitué à partir des données recueillies.

Une multitude d'éléments viennent dans ce cas favoriser l'erreur d'interprétation. Ils sont d'une part liés au conducteur, qui a une forte pratique du lieu mais n'a jamais rencontré au préalable de véhicule en bifurcation à cet endroit (qui autrement pouvait être considéré comme un "carrefour"), qui se reconnaît pour tâche le dépassement d'une file de voitures plus lentes, dont l'objectif premier est de limiter les pertes de temps en fonction d'un retard. Ils correspondent d'autre part aux indices situationnels, statiques : la polysémie du clignotant qui autorise deux types d'interprétation et la faible saillance de l'intersection à gauche (on pourra invoquer aussi l'influence de la rencontre d'une intersection importante juste avant celle-ci) ; et dynamiques : l'analogie du comportement

du véhicule précédant, qui est en accélération depuis le feu précédant avec émission simultanée du clignotant, conduit à l'inférence du conducteur : "s'il fait comme moi, c'est qu'il a le même objectif".

Figure 3. Exemple d'une particularisation à un cas réel

Sous l'angle des structures cognitives, on peut repérer parmi ces éléments, d'une part l'activation d'un schéma général qui correspond à l'intention de rattraper un retard; d'autre part une action de catégorisation de la scène environnementale, qui est orientée à la fois par le schéma général, les données disponibles en mémoire et les variables environnementales ; enfin l'activation d'un schéma dynamique de fonctionnement pour le scénario d'interaction rencontré dans la situation catégorisée.

La catégorisation de la situation a orienté le traitement dans un certain cheminement, représentable par un schéma, et la faible saillance des informations émanant de l'environnement n'est pas suffisante, en regard des autres éléments autorisant ce traitement, pour amener le conducteur à détecter un changement de situation et à réviser son interprétation. On ne pourra pas invoquer que ce conducteur ne dispose pas de la connaissance déclarative qu'un clignotant puisse signifier l'intention de tourner, mais cette valeur n'est simplement pas intégrée aux connaissances procédurales relatives au schéma "dépassement". L'éventualité d'une bifurcation ne faisait donc pas partie de l'univers d'incidents possibles co-activé par le schéma (Amalberti et al., 1989) : *Il avait le cligno comme moi pour doubler la file de voitures... jamais j'aurais pensé que le gars allait tourner ici*". Le schéma qui eût été le plus efficace dans cette situation devait présenter une alternative dans ses valeurs, pour rendre possible une révision en temps utile de l'interprétation conjointement à l'évolution de la situation. On peut supposer qu'en dehors de la rareté d'occurrence d'une telle situation routière, le surcoût engendré par cette alternative, relatif à l'accroissement de l'éventail des attentes potentiellement valides qu'elle provoque, a probablement été à l'origine de l'activation par le conducteur d'un schéma de traitement univoque.

Il est clair que les développements qui sont proposés ici, s'ils permettent de mettre en évidence la richesse des éléments qui entrent en jeu dans le traitement des situations routières, ne sont représentatifs que du cas étudié. Avant de pouvoir prétendre à un caractère de prédictivité, ce type d'analyse demande bien sûr à être formalisé à partir d'un recoupement de divers scénarios d'accident, afin de dégager une ossature rigoureuse du fonctionnement cognitif des conducteurs en situation, et pour ouvrir sur des expérimentations de nature à vérifier l'influence de tel ou tel déterminant des dysfonctionnements constatés.

IV. Discussion

On a pu voir que la représentation, processus à dominante identificatrice dont l'objet est de construire un modèle mental de la situation dans laquelle on se trouve, pouvait se traduire en un processus à dominante plus inférentielle et expectatrice, par le biais notamment de schémas dont l'objet consiste à élaborer des attentes circonstanciées du point de vue de l'évolution possible de cette situation, et ce, de façon quasi automatique. Il faut souligner l'intérêt économique pour l'opérateur du recours à ce type de structures de connaissances, en ce qu'elles lui permettent une réduction du champ des possibles dans l'analyse d'un système. L'activité de prévision et d'anticipation qui peut rapidement en découler débouche aussi bien sur l'identification d'états futurs possibles que sur le rejet d'états futurs impossibles (Alengry, 1989). Pour expliquer les erreurs qui peuvent ressortir de ce mode de fonctionnement, il n'est pas nécessaire de recourir à la notion de "biais cognitifs" (Kahneman et al., 1982). Il suffit d'y voir le "simple" effet secondaire de la nécessaire adaptation de l'opérateur à un espace du problème trop important pour être exploré en totalité et qui doit être circonscrit pour lui permettre une analyse efficace en temps réel.

Le cadre d'analyse proposé, s'il demande à être précisé et enrichi, laisse entrevoir l'intérêt de formaliser l'intégration des différentes formes de connaissances et des structures cognitives qui les supportent pour arriver à une meilleure compréhension des processus qui régissent l'activité des conducteurs et les mécanismes générateurs d'accidents. Il devrait permettre à terme d'aboutir à une définition plus précise des modes opératoires adaptés, dont l'utilité pourra se situer d'une part au niveau de la formation des usagers de la route, d'autre part dans les spécifications d'aides à la conduite "intelligentes", cognitivement valides, qui pourront en être inférées.

Symétriquement, et en respectant la logique de ce numéro, nous espérons avoir fait ressortir comment la confrontation des hypothèses "fondamentales" à des objets de la nature et des sujets qui agissent amenait à poser la question des liaisons entre différents concepts, et celle des conditions de variation dans les fonctionnements lors de la mise en oeuvre pratique des processus. Ce que peut nous rappeler l'analyse des situations de terrain, c'est que les structures de connaissances, qu'elles soient représentables plutôt de façon catégorielle, comme un répertoire de classification des situations routières, ou plutôt sous une forme schématique, comme une trame de fonctionnement dans ces situations, participent de manière intégrée à la direction de l'activité que le sujet mène sur son environnement. Si pour un idéal scientifique on a besoin de construire des catégories conceptuelles exclusives les unes des autres, dans un objectif opératoire les intersections notionnelles prennent un intérêt majeur dans le sens d'un relais fonctionnel d'une conception à l'autre. Dans les tâches complexes, l'adaptation de l'opérateur peut se situer à différents moments du processus de travail, si bien qu'en n'étudiant qu'un aspect parcellaire de l'activité, on risque de proposer des explications insuffisantes de ces processus adaptatoires (Spérandio, 1972).

Cette discussion rapide est loin d'être exhaustive. Ni la problématique de la catégorisation, ni celle des schémas n'expliquent tout. Des informations pertinentes sont aussi à attendre du côté des règles de production (Anderson, 1987), qui peuvent intervenir en amont par leur influence déclarative sur le potentiel d'activation de schémas, ou en parallèle par la mise en oeuvre procédurale d'heuristiques très simples permettant d'agir en cas de dépassement des capacités de traitement de l'opérateur, et notamment en situation limite comme les situations d'urgence en conduite automobile

(Malaterre, 1987). D'autres éléments qui n'ont pas été cités, comme le degré d'attention ou les métaconnaissances du sujet, sont aussi susceptibles d'intervenir et interviennent probablement dans la réalité, donnant tout leur sens à ces situations qu'on dit "complexes". Il s'agirait enfin d'élargir la réflexion sur l'organisation hiérarchique (Minsky, 1980 ; Norman, 1981) des différentes structures de connaissance qui dirigent l'opérativité des systèmes cognitifs qui conduisent.

Pour repérer tous ces éléments et jauger de leur poids relatif, il importe avant tout d'opérer un recensement de leurs effets et de la manière dont ils se combinent et s'intègrent en situation réelle, notamment par les symptômes qu'ils produisent à l'occasion d'accidents de la circulation.

Pierre VAN ELSLANDE
 Institut National de Recherche
 sur les Transports et leur Sécurité
 Département Mécanismes d'Accidents
 13300 Salon-de-Provence

L'auteur remercie Danièle Dubois de ses conseils avisés pour la rédaction de cet article.

Bibliographie

- ALENGRY, P. (1989) *Analyse du travail de pilotage d'une centrale nucléaire (II) : Les classes de situation*. Rapport de Recherche INRIA-Rocquencourt n° 1007.
- AMALBERTI, R. et coll. (1989) *Un programme de recherches en ergonomie de 8 ans : l'assistance à la conduite en situations critiques du futur avion de combat français*. Contribution écrite aux Premières Journées de Psychologie du Travail, Ergonomie et Psychopathologie du Travail. PIRTTEM-CNRS.
- ANDERSON, J.R. (1983). *The Architecture of Cognition*. Cambridge : Harvard University Press.

- ANDERSON, J.R. (1987) Skill Acquisition : Compilation of Weak-Method Problem Solutions. *Psychological Review*, 94 (2), 192-210.
- BASTIEN, C. (1988) Architecture du système cognitif et individualisation des conduites. *Archives de Psychologie*, 56, 245-250.
- BERNARD, F. (1990) *Un cadre de travail pour l'étude de l'évaluation des connaissances par un expert*. Mémoire de DEA, présenté à l'Université de Provence.
- BRUNER, J. S., GOODNOW, J. J. & AUSTIN, G. A. (1956) *A Study of Thinking*. New York : John Wiley & Sons.
- DE KEYSER, V. (1988) De la contingence à la complexité: l'évolution des idées dans l'étude des processus continus. *Le Travail Humain*, 51 (1), 1-18.
- DOBIAS, G. (1987) La voiture intelligente, un plus pour la sécurité routière ? *Recherche-Transports-Sécurité*, 17, 13-18.
- DUBOIS, D. (1986) *La compréhension de phrases : représentations sémantiques et processus*. Thèse pour le doctorat d'Etat ès Lettres et Sciences Humaines, présentée à l'Université de Paris VIII.
- DUBOIS, D. (1990) Représentations mentales des réseaux et sécurité. In J. Yerpez et D. Fleury, édés, *Aménagement et sécurité des réseaux routiers locaux : quelques expériences du pourtour méditerranéen*. Caen : Paradigme.
- DUBOIS, D., FLEURY, D. & MAZET, C. (1991) *Représentations catégorielles: perception et/ou action ? Contribution à partir d'une analyse de situations routières*. Ms., 15 pages.
- FERRANDEZ, F., FLEURY, D. & MALATERRE, G. (1986) L'étude détaillée d'accidents (E.D.A.), une nouvelle orientation de la recherche en sécurité routière. *Recherche-Transports-Sécurité*, 9/10, 17-20.
- FLEURY, D. (1992) Catégorisation de scènes routières et sécurité : de l'analyse des accidents aux représentations typiques. *Intellectica*, ce numéro.
- FLEURY, D. & DUBOIS, D. (1988) Représentations mentales de scènes urbaines. *Les Annales de la Recherche Urbaine*, 40, Dunod.
- HILLS, B.L. (1980) Vision, visibility and perception in driving. *Perception*, 9, 183-216.
- HOC, J.-M. (1987) *Psychologie cognitive de la planification*. Grenoble : Presses Universitaires de Grenoble.
- HOGARTH, R. (1987) *Judgement and Choice* (2nd Edition). Chichester : John Wiley & Sons.
- KAHNEMAN, D., SLOVIC, P. & TVERSKY, A. (1982) *Judgement under uncertainty : heuristics and biases*. New York : Cambridge University Press.

- LEPLAT, J. (1985) *Erreur humaine, fiabilité humaine dans le travail*. Paris : A. Colin.
- LEPLAT, J., CUNY, X. (1984) *Introduction à la psychologie du travail*. Paris : PUF.
- LINDSAY, P.H., NORMAN, D.A. (1980) *Traitement de l'information et comportement humain*. Québec : Editions Etudes Vivantes.
- MALATERRE, G. (1987) Les activités sous contrainte de temps : le cas des manoeuvres d'urgence en conduite automobile. Thèse pour le doctorat de 3ème cycle, présentée à l'Université René Descartes, Paris.
- MALATERRE, G. (1990) Error analysis and in-depth accident studies. *Ergonomics*, 33 (10-11), 1403-1422.
- MALATERRE, G. , PEYTAVIN, J.-F. & CAMBOIS, M.-A. (1985) *L'analyse de la tâche appliquée à la situation d'accident*. Rapport ONSER.
- MALATERRE, G., FONTAINE, H., & VAN ELSLANDE, P. (1991) *Analyse des besoins des conducteurs à partir de procès-verbaux d'accidents : évaluation a priori des fonctions PROMETHEUS*. Rapport de recherche INRETS, 139.
- MAZET, C. & DUBOIS, D. (1988) Mental organisation of road situations : theory of cognitive categorization and methodological consequences. Communication au congrès: Traffic Safety Theory and Research Methods. Amsterdam, 26-28 avril 1988.
- MAZET, C., DUBOIS, D. & FLEURY, D. (1987) Catégorisation et interprétation de scènes visuelles : le cas de l'environnement urbain et routier. *Psychologie Française*, 32 (1/2), 85-95.
- MEYER, T. (1990) Processing of environmental information and causal attribution : the role of knowledge schemata. *Cahiers de Psychologie Cognitive (European Bulletin of Cognitive Psychology)*, 10 (2), 185-212.
- MICHON, J.A. (1988) Should drivers think ? In J.A. Rothengatter & R.A. de Bruin (Eds.), *Road User Behaviour, Theory and Research*. Assen/Maastrichts : Van Gorcum.
- MINSKY, M. (1980) A Framework for Representing Knowledge. In D. Metzinger (eds), *Frame Conceptions and Text Understanding*, Berlin-New York : Walter de Gruyter.
- MONSEUR, M. & MARCHADIER, B. (1971) Franchissement des intersections et prise de risque. Une méthode d'analyse de la situation de conduite aux carrefours. *Le Travail Humain*, 34 (1), 81-88.
- NEBOIT, M. (1974) Perception, anticipation et conduite automobile. *Le Travail Humain*, 37 (1), 53-75.

- NEBOIT, M. (1980) *L'exploration visuelle dans l'apprentissage de tâches complexes : l'exemple de la conduite automobile*. Thèse pour le doctorat de 3ème cycle présentée à l'Université René Descartes, Paris.
- NEBOIT, M. (1982) *L'exploration visuelle du conducteur : rôle de l'apprentissage et de l'expérience*. Cahier d'étude ONSER, 56.
- NEBOIT, M. (1989) Le traitement de l'information par l'opérateur. Actes INRETS, 21.
- NORMAN, D. A. (1981) Categorization of Action Slips. *Psychological Review*, 88, 1-15.
- PAILHOUS, J. (1987) Les fonctions d'organisation des conduites et des données. In J. Piaget, P. Mounoud & J.-P. Bronkard (éds.), *Psychologie*. Paris : Gallimard.
- PERRUCHET P. (1988), Une évaluation critique du concept d'automatisme. In P. Perruchet (éds), *Les Automatismes Cognitifs*. Liège, Bruxelles : Mardaga.
- POPOVITCH, T. (1990) *Esquisse de formalisation des erreurs d'interprétation en situation de conduite automobile*. Rapport de stage de DESS d'Ergonomie Cognitive. Université de Provence.
- RASMUSSEN, J. (1990) The role of error in organizing behaviour. *Ergonomics*, 33 (10-11), 1185-1200.
- REASON, J., MYCIELSKA, K. (1982) *Absent-minded? The Psychology of Mental Lapses and Everyday Errors*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs.
- RICHARD, J.F. (1987) Les fonctions de stockage. In J. Piaget, P. Mounoud & J.-P. Bronkard (éds.), *Psychologie*. Paris : Gallimard.
- ROSCH, E. (1976) Classification d'objets du monde réel : origines et représentations dans la cognition. In S. Ehrlich et E. Tulving (éds.) La mémoire sémantique, *Bulletin de Psychologie*, n° spécial.
- SAAD, F. (1987) Analyse et modèle de la tâche de conduite. In L'analyse des comportements et le système de circulation routière. Compte rendu de la journée spécialisée INRETS du 9 décembre 1986.
- SCHANK, R. & ABELSON, R. (1977) *Scripts, Plans, Goals and Understanding*. Hillsdale. (N.J.), Lawrence Erlbaum.
- SCHWARZ, M.N. & FLAMER, A. (1981) Text structure and title-effects on comprehension and recall. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 20, 61-66.
- SPÉRANDIO, J.-C. (1972) *Charge de travail et variations des modes opératoires*. Thèse pour le Doctorat d'Etat ès-Lettres et Sciences Humaines, présentée à l'Université René Descartes-Paris V.
- TIBERGHIE G. (1985), Mais où sont les stimulus d'antan ? *Psychologie Française*, 30 (2), 177-183.

- VAN ELSLANDE, P. & MALATERRE, G. (1987) *Les aides à la conduite : analyse des besoins en assistance des conducteurs*. Rapport de recherche INRETS, 23.
- VAN ELSLANDE, P., LUBER, F. (1990) *Une voie d'explication des erreurs d'interprétations en situation d'accident : la théorie des schémas en psychologie cognitive*. Rapport intermédiaire de recherche INRETS.