

— TRACE ET INGENIERIE —

par Omar Lahrichi
Directeur de l'O.T.M

I — LA CONCEPTION DU TRACE

Une étude routière intègre un ensemble de paramètres d'ordre technique et économique dont certains sont souvent assez étroitement liés.

En supposant déjà arrêtés les éléments contribuant au choix dans sa globalité d'un itinéraire au regard des considérations économiques générales et des contraintes topographiques et géotechniques imposées par le site qu'il doit emprunter, il restera à définir ses caractéristiques géométriques de manière à assurer un équilibre harmonieux entre d'une part le coût d'investissement que représente un équipement routier et d'autre part le service qu'assurera cet équipement notamment du point de vue :

- . du confort de l'utilisateur
- . du temps gagné
- . de la diminution des frais de transport
- . de la sécurité.

C'est l'objet des différentes « Instructions sur les caractéristiques géométriques des Routes » dont les dispositions ont dû être périodiquement adaptées :

- . au développement de la circulation
- . à l'augmentation des performances des véhicules
- . à l'évolution de la technique d'aménagement des routes,
- . aux exigences croissantes en matière de confort et de sécurité.

Pendant les dix dernières années, le projeteur a disposé dans ce domaine :

- . de l'instruction générale No 6009 bis T.P. sur les caractéristiques à respecter dans l'établissement et l'aménagement des routes et chemins, datant du 1er Septembre 1963,
- . des instructions sur les caractéristiques géométriques des routes en rase campagne du 20 Septembre 1978.

Les normes qu'elles comportent sont le résultat d'une longue ré-

flexion sur l'ensemble « route — véhicule — usager » et constituent un précieux guide pour le projeteur.

Il ne suffit cependant pas de les respecter à la lettre pour prétendre avoir fait un bon projet. Force est de constater d'ailleurs que les artifices de calcul utilisés pour les établir ou pour les justifier ne peuvent en aucun cas rendre compte du comportement des usagers dans toute sa complexité.

Par rapport à l'instruction générale 6009 bis T.P. les nouvelles instructions mettent nettement l'accent sur les dispositions à prendre pour essayer de prévenir ce comportement et offrir aux usagers de bonnes conditions de sécurité.

Les causes fréquentes d'insécurité sur une route sont généralement :

- . les discontinuités dans les caractéristiques d'un itinéraire, celles en particulier qui sont dûes à un changement du terrain,
- . les carrefours non ou mal aménagés.

La prise en compte de la sécurité entraîne la recherche de l'homogénéité d'un itinéraire. Ceci est au centre des moyens permettant d'économiser des vies humaines. Il résulte donc que l'ensemble des itinéraires se trouve classé en plusieurs catégories en fonction d'un certain nombre de critères reflétant l'homogénéité. Cette classification s'appuie sur une notion de vitesse de base.

Il y a lieu de noter d'abord qu'au niveau des paramètres d'évaluation issus de lois physiques, la notion de distance d'arrêt en attention concentrée dont l'expérience a montré qu'elle était exagérément optimiste a été presque systématiquement écartée au profit de celle de distance d'arrêt en attention diffuse. En outre la distance de visibilité de dépassement n'est plus fonction de la vitesse de base ; elle est prise uniformément égale à 500 mètres. Autant de mesures qui vont dans le sens de la sécurité bien qu'en fait la notion de distance de visibilité de dépassement uniforme pour toutes les catégories soit assez controversée du moins au regard de la catégorie exceptionnelle pour laquelle la valeur de 500 mètres pourrait être jugée légèrement insuffisante.

Pour les catégories inférieures, sa prise en considération étant limitée aux raccordements en angle saillant comportant de faibles changements de déclivité ($\Delta q < 1\%$ pour la 3ème catégorie) ne risque pas d'entraîner une augmentation notable des terrassements et de la dépense correspondante comparée au gain appréciable en sécurité qui en résulte.

Autrement au-delà de ces valeurs de Δq qui varient de 1% à 3% selon la catégorie on n'est limité pour les raccordements saillants que

par la notion de visibilité à la distance d'arrêt sur obstacle sans épaisseur (rayon minimum normal) et sur obstacle de 0,30 m. d'épaisseur (rayon minimum absolu).

Il convient cependant de préciser que le rayon minimum absolu ne peut être utilisé que si la rampe de part et d'autre du sommet est supérieure à 2% car l'adoption du rayon minimum normal conduirait à des longueurs de raccordement telles qu'un usager impatient serait tenté de doubler dans des conditions limites de visibilité.

Pour les courbes en plan les rayons minimum trouvent leur justification davantage dans des considérations de stabilité que de visibilité, cette dernière pouvant être facilement assurée par des artifices de terrassements sur le talus bordant la chaussée du côté intérieur.

Ces mêmes considérations de stabilité conduisent à l'utilisation de règles pour le raccordement des devers au voisinage immédiat des courbes : une variation de 2% par seconde de temps de parcours à la vitesse de base ou à une vitesse de référence en fonction de la catégorie. En outre et notamment pour la catégorie exceptionnelle, la 1ère et la 2ème catégorie, l'introduction du devers se fera par des courbes de raccordement progressif (clotoïdes).

Par ailleurs et pour des raisons d'ordre économique, l'usage de déclivités en profil en long supérieures à 4% (6% pour la 3ème catégorie) est interdit à moins qu'un calcul de rentabilité en prouve le bien fondé.

Une bonne coordination du tracé en plan et du profil en long évitera à l'usager d'être surpris par un virage suivant immédiatement un raccordement en angle saillant. On y parviendra soit en séparant nettement les courbes et les changements de déclivité soit au contraire en rapprochant autant que possible les sommets des courbes et des raccordements en profil en long.

Mais la principale innovation des instructions en vigueur porte sur l'instauration de règles précises de continuité.

Il arrive souvent que les terrains rencontrés amènent à assigner à un même itinéraire des catégories d'aménagement différentes sans qu'une agglomération marque la coupure.

Il faut alors adopter des dispositions pour rendre plus perceptibles à l'usager ces changements de niveau d'aménagement et lui permettre en quelque sorte de « s'intégrer » dans le tracé.

Sur un itinéraire homogène des restrictions sont apportées à l'emploi des courbes de rayon en plan inférieur au minimum normal (elles doivent être annoncées par des courbes de rayon suffisamment petit) ; en outre, le rayon d'une courbe rencontrée après un alignement droit d'une longueur correspondant à plus de 2 minutes de par-

cours à la vitesse de base ne peut être inférieur au rayon minimum absolu de la catégorie immédiatement supérieure.

En cas de changement d'itinéraire il est obligatoire pour 2 sections contigües d'appartenir à 2 catégories immédiatement voisines, d'avoir chacune une longueur correspondant au moins à 5 minutes de temps de parcours à la vitesse de base et d'être séparées par une section de transition dont les caractéristiques sont également bien définies.

Le cas des alignements droits de grande longueur qui sont généralement dangereux en raison de leur monotonie et des risques d'éblouissement doivent être interrompus tous les 5 km. environ par des courbes opérant un changement de direction d'au moins 3 degrés et répondant également à des règles de continuité.

Un des aspects de la continuité, relevant en fait des notions de coordination du tracé en plan et du profil en long, est la suppression des pertes de tracé en alignement droit ou sur des sections donnant l'illusion de l'alignement droit, à moins que la distance de visibilité en tout point soit au moins égale à 500 mètres.

Les intersections d'itinéraires constituent des points singuliers des tracés en raison des perturbations qu'elles apportent inévitablement à l'écoulement du trafic et surtout des accidents qui s'y produisent fréquemment.

Elles sont traitées en carrefours pour lesquels les instructions définissent dans le détail 4 niveaux d'aménagement en fonction essentiellement de l'importance et de la nature des courants de circulation qui s'y croisent.

En fait, l'aménagement des carrefours en rase campagne présente la plupart du temps un caractère insoluble du fait des nombreux facteurs très divers intervenant tels que :

- . les conditions de circulation
- . les habitudes des usagers
- . les caractéristiques du trafic
- . etc...

Il est par conséquent souhaitable d'avoir le plus possible recours à l'expérience souvent d'ailleurs difficile à apprécier.

Un ensemble de règles de base régissent cependant la conception des carrefours :

- . hiérarchisation des courants intervenant :
 - le courant prioritaire doit rester fluide et son trajet demeurer parfaitement perceptible,
 - le courant secondaire doit être ralenti et éventuellement même arrêté,

- . orthogonalité des courants sécants afin de permettre aux usagers d'apprécier convenablement la vitesse des véhicules de l'autre flot,
- . simplicité
 - perception facile pour l'utilisateur des mouvements à faire avec séparation des points de conflits et une très bonne visibilité sur l'ensemble du carrefour,
 - éviter que l'aménagement conduise à un créneau de dépassement,
- . mise en place de dispositifs d'entrée et de sortie (voies de débordement et d'insertion),
- . abandon des routes à 4 voies sans terre plein central du fait des risques d'accidents apparaissant au carrefour,
- . signalisation appropriée pour les carrefours complexes,
- . bon drainage.

La dénivellation d'un carrefour adoptée à partir d'un certain seuil de circulation (5.000 véhicules/jour pour le courant principal et 3.000 véhicules/jour pour le courant secondaire) doit procéder d'une notion d'aménagement global de l'itinéraire et prendre compte de la situation à proximité de façon à rabattre les carrefours voisins sur l'aménagement.

II – L'INGENIERIE ROUTIERE

L'ingénierie routière est exercée à la fois par le secteur public et le secteur privé.

L'Administration qui dispose d'un nombre important de cadres techniques de formation appropriée à tous les niveaux joue généralement le rôle de Maître d'Ouvrages vis-à-vis des bureaux d'études du secteur privé auxquels elle confie des missions de concepteur. Mais il lui arrive souvent, dans la mesure de la disponibilité de ses cadres, d'exécuter ces missions pour de petits projets par ses propres moyens.

Les bureaux d'études privés qui peuvent disposer par ailleurs de certains équipements lourds que l'Administration ne souhaite probablement pas acquérir, interviennent par conséquent à une plus grande échelle sur des projets de diverse importance.

De par la variété et la complexité des paramètres qui caractérisent une étude routière, notamment quand elle revêt en volume une certaine importance, sa conduite doit être menée par une équipe pluridisciplinaire comprenant :

- . l'ingénieur du tracé
- . le topographe
- . l'économiste
- . le sociologue

- . le géologue
- . le géotechnicien
- . l'hydrogéologue
- . le paysagiste
- . etc.

Il est rare voire même exceptionnel de trouver dans nos bureaux d'études un tel apanage de techniciens, cette situation provenant de ce que ces Sociétés ne peuvent à juste titre prendre le risque de se doter de structures aussi lourdes en l'absence d'un volume suffisant de commandes fermes de l'Administration.

Cette dernière réagit devant cette situation en confiant ponctuellement ces études à des Sociétés étrangères.

En fait, les potentialités dont il a été fait mention existent, mais séparément, les bureaux d'études devant faire l'effort de les regrouper et de les mobiliser pour l'exécution de missions déterminées et l'Administration gagnant de son côté à encourager les animateurs de tels groupements pour les inciter à les former, à en consolider l'existence et à les rendre opérationnels et hautement performants.

Mis à part ce cas particulier, on doit souligner que l'ingénierie routière nationale est suffisamment développée pour réaliser tant par les moyens classiques que par les moyens les plus modernes toutes les études routières notamment les études techniques de tracé (opérations au sol, photogrammétrie, dessin et calculs automatiques).

Bien que les différents stades d'une étude de tracé (études préliminaires, avant-projet sommaire et avant-projet détaillé) soient souvent assez bien définis par le Cahier des Prescriptions Spéciales (C.P.S.), il paraît nécessaire que les modes d'approche successifs à adopter au niveau global de la méthodologie fassent l'objet dans ce même document et pour chaque cas d'espèce, d'une définition particulière.

Le terrain que doit emprunter un tracé peut dans certains cas, présenter des sections de configuration topographique homogène faisant appel pour chacune d'elles à une méthode de traitement appropriée tant au niveau des moyens que des échelles de travail (terrain facile, moyennement difficile, très difficile).

Autant dire que l'établissement d'un C.P.S. constitue en lui-même une véritable étude tant en ce qui concerne ses clauses techniques que ses clauses administratives (les délais d'exécution) et financières (formule de révision des prix, définition des prix).

L'Administration a mis au point en 1978 deux documents de base :

- . le Cahier des Prescriptions Spéciales type
- . les Instructions sur la composition des dossiers de projet

qui constituent en fait un guide précieux pour l'établissement d'un C.P.S. d'étude routière.

Le souhait des bureaux d'études est que les clauses d'un tel document soient claires, précises et chaque fois bien adaptées aux particularités de la route à étudier.

Les bureaux d'études souhaitent également que les délais d'approbation soient réduits afin d'une part de ne pas entamer sérieusement ceux qui leur sont impartis pour l'exécution de leur mission et d'autre part de leur permettre de programmer rationnellement l'utilisation de leurs moyens.