

AUTOROUTE A88 FALAISE-SEES : UNE CONCEPTION GEOMETRIQUE INNOVANTE D'EGIS, INGENIERISTE DU PROJET

E.LOCQUET
Direction Technique Egis
Membre Comité C1-1 Infrastructures routières plus sûre, France
eric.locquet@egis.fr

RÉSUMÉ

Les enjeux réglementaires du projet

Dans le cadre de la concession de l'autoroute A88 / Falaises-Sées, l'équipe de conception s'est trouvée confrontée dès le démarrage des études à un problème essentiel lié à un déficit de visibilité sur la voie rapide au droit des points singuliers.

En effet, l'ICTAAL¹ 2000 impose que soient mises en œuvre, pour les usagers des autoroutes, les conditions d'une bonne perception des véhicules circulant sur la voie rapide et la voie lente au droit des points singuliers. L'autoroute A88 comprend des rayons en plan allant de 1500 à 2500 mètres qui limitent cette bonne visibilité du fait des masques visuels.

Afin d'appréhender cette problématique sous l'angle fonctionnel, il a été élaboré une méthode originale et innovante basée sur l'analyse globale de parcours pour justifier les conditions de visibilité en prenant en compte les sections routières amont et aval qui se raccordent au projet.

Afin d'apprécier la perception de l'itinéraire sur ces sections, il a été développé un outil innovant: une reconnaissance sur site qui se présente sous la forme d'un film vidéo. Il contient une analyse du parcours de l'utilisateur sur les sections nord et sud en matière de sécurité. Un montage assure la vision de ce que voit l'utilisateur avec le report du profil en long en dynamique et le commentaire de l'expert.

La démarche mise en œuvre : quelles conclusions ?

Une application stricte de la norme aurait voulu que soient prescrites des surlargeurs de TPC de deux à trois mètres pour obtenir les visibilités requises. Mais l'approche globale mise en œuvre a permis de démontrer que l'application stricte de ces surlargeurs n'était en réalité pas nécessaire, voire aurait pu être dangereuse dans ce contexte particulier. En effet, outre le fait qu'en cas de brouillard ou de neige ces surlargeurs pourraient s'avérer dangereuses, l'étude a montré qu'elles créeraient une situation de surconfort incitant le conducteur à rouler plus vite.

Au final, les aménagements proposés constituent un juste équilibre entre les exigences géométriques réglementaires et le comportement de l'utilisateur empruntant l'autoroute ; ils ont été retenus par l'autorité de contrôle. La perception de l'infrastructure par l'utilisateur, dont la vitesse peut être substantiellement conditionnée par des aménagements, a justifié l'approche visibilité et lisibilité au regard de la notion de surconfort contraire aux exigences de sécurité.

¹ Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison.

1. INTRODUCTION

En août 2008, l'Etat confiait la concession de l'autoroute A88 / Falaise - Sées à ALICORNE, une société privée constituée d'investisseurs et de constructeurs.

Ces constructeurs, regroupés en une véritable société appelée, le GIE A88, ont la responsabilité de la conception et de la construction y compris de tous les équipements de sécurité et d'exploitation.

Ce groupement s'appuie sur la compétence d'Egis pour assurer l'ingénierie de l'opération.

Le projet est à réaliser dans un cadre particulier, caractérisé par un délai court de 26 mois, un projet ancien déjà concerté par l'Etat, et des contraintes foncières importantes : remembrements réalisés, nombreuses zones d'importance écologique à respecter..., tout cela laissant peu de place à des modifications de tracé.

Il a donc été mis en place une méthodologie d'étude innovante afin de justifier l'adéquation des profils autoroutiers et des systèmes de retenue projetés avec la réglementation et la sécurité de l'utilisateur.

2. LES ENJEUX REGLEMENTAIRES DU PROJET

La section autoroutière concédée de l'autoroute A88 entre Falaise et Sées est constituée d'une section existante à aménager entre Argentan Sud et Sées, ainsi que d'une section à construire d'une longueur de 30 kilomètres environ entre Falaise ouest et Argentan sud.

La Décision Ministérielle d'approbation de l'Avant Projet Sommaire Modificatif (APSM) du 2 octobre 2008 avait souligné le manque de visibilité sur la voie rapide au droit des points singuliers. Elle demandait, dans le cadre d'un dossier de droit d'évocation, « des études plus complètes et suffisamment détaillées » sur les conditions de visibilité aux quatre points d'échanges du projet (diffuseurs de Falaise Ouest, de Falaise Sud, de Nécy et d'Argentan Ouest).



FIGURE 1- Plan de situation

En effet, l'ICTAAL² 2000 impose que soient mises en œuvre, pour les usagers des autoroutes, les conditions d'une bonne perception de l'ensemble des véhicules circulant sur la voie rapide et la voie lente au droit des points singuliers sur autoroute, là où les différentiels de vitesse peuvent être élevés et les risques de conflits et d'accidents plus importants. L'ICTAAL (texte autoroutier français) n'autorise pas de déficit de visibilité au droit de ces points singuliers. Or l'autoroute A88 comprend des rayons en plan allant de 1500 à 2500 mètres qui limitent cette bonne visibilité du fait des masques visuels générés par les séparateurs en béton du terre-plein central pour les véhicules circulant sur la voie rapide.

L'objectif du dossier de droit d'évocation demandé par les services de l'administration était donc de présenter les aménagements proposés en TPC au droit des points d'échange de l'autoroute A88, et de montrer que ceux-ci sont bien en adéquation avec les exigences de sécurité réglementaires.

Pour cela, Egis a travaillé en collaboration avec le SETRA³ pour produire ce dossier et a développé une méthode originale et innovante basée sur l'analyse globale de parcours pour justifier les conditions de visibilité.

3. UNE METHODOLOGIE ORIGINALE DEVELOPPEE PAR EGIS

3.1. Contexte géographique

La section à construire de l'autoroute A88 vient s'insérer entre deux sections « routières » en service :

- la section nord, de 25 kilomètres de longueur, reliant Caen à Falaise Ouest. Il s'agit d'une 2x2 voies de statut Route Nationale à chaussées séparées (RN 158) comprenant de longues lignes droites avec 2 voies de 3,50 m dans chaque sens,
- la section sud, de 14 kilomètres de longueur, reliant Argentan Sud à Sées. Il s'agit d'une section autoroutière à 2x2 voies, intégrée à la concession d'A88, avec un tracé plus sinueux comprenant dans chaque sens une voie lente de 3,50 m et une voie rapide de 3m.

² Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison.

³ Service technique des routes et des autoroutes.

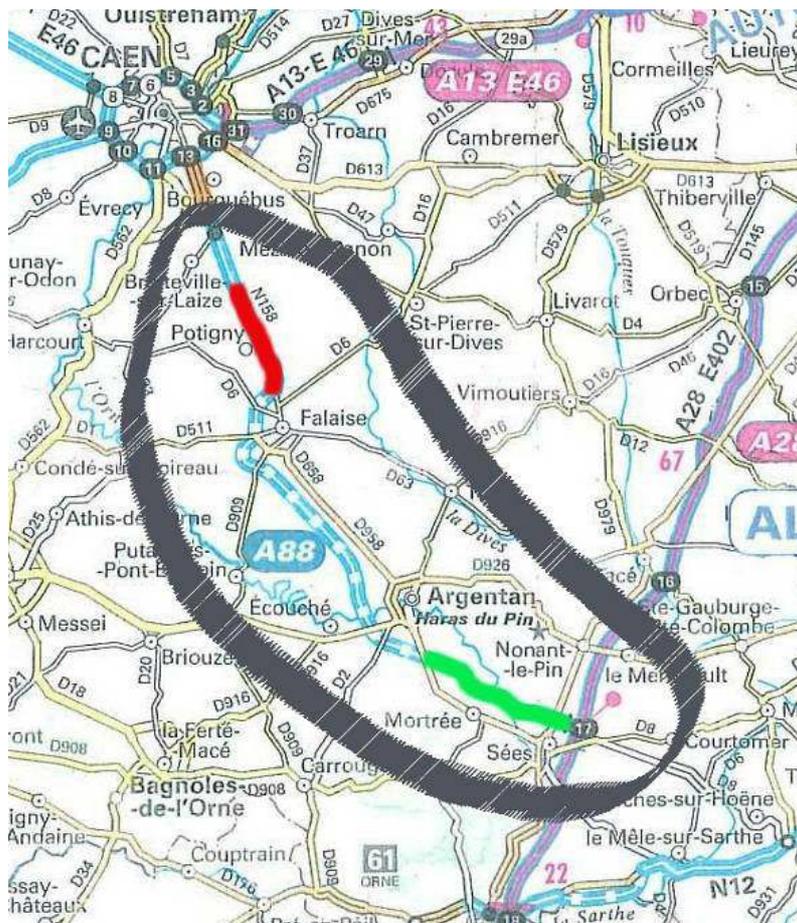


FIGURE 2- Zoom plan de situation

3.2. Originalité de la démarche

L'originalité de la démarche tient à sa volonté d'appréhender le projet de façon globale, en prenant en compte les sections nord et sud. Elles font en effet partie, avec la section Falaise/Argentan, du même itinéraire routier qui relie Caen à Sées. La perception de l'infrastructure par l'utilisateur qui emprunte cette section d'un bout à l'autre est donc conditionnée par la perception du début du trajet, qu'il vienne de Caen ou de Sées.

D'où l'affirmation d'un principe qui a servi de fil conducteur à l'élaboration du dossier de droit d'évocation : *le concepteur de la section Falaise Ouest/Argentan Sud, dont les caractéristiques techniques sont similaires à la section existante entre Argentan Sud et Sées, doit viser une cohérence globale sur l'ensemble de l'itinéraire, afin que l'utilisateur n'ait pas à adapter son comportement en passant d'une section à l'autre – ce qui serait synonyme d'insécurité.*

La démarche de réalisation du dossier en complément aux dossiers d'avant projet autoroutier a été la suivante :

- conception du tracé : tracé en plan, profil en long, profil en travers, selon les demandes habituelles de réalisation des dossiers d'Avant Projet Autoroutier.

- déduction des distances de visibilité (en lien avec les vitesses pratiquées) en section courante au droit de chaque point singulier sur la voie rapide (et sur la voie lente), et des exigences de distances de visibilité qui en découlent par un calcul théorique,
- comparaison avec les distances de visibilité effectivement offertes, du fait des masques latéraux, du profil en long, des autres points particuliers du projet
- détection des insuffisances éventuelles et apport des solutions techniques correctives par modifications des éléments de tracé ou propositions d'aménagements.

3.3. L'aide conceptuelle au moyen d'un DVD

Afin d'apprécier la perception de l'itinéraire sur les sections amont et aval, il a été développé un outil innovant. Il a été réalisé, avec le soutien d'un vidéaste professionnel, une reconnaissance sur site qui se présente sous la forme d'un film vidéo (DVD). Il contient une analyse du parcours de l'utilisateur sur les sections nord et sud en matière de sécurité.

4. UNE TECHNIQUE DE POINTE POUR REALISER UN FILM TECHNIQUE

4.1. Description du matériel embarqué



FIGURE 3-PHOTO 3 : Description du matériel embarqué

Le matériel embarqué a été installé dans le véhicule.

L'appareillage était constitué de :

- caméra numérique embarquée de type « SONY HDR-FX7E » ;
- batteries longue durée (6h) ;
- hauteur de l'objectif calé à 1,15m du sol ;
- la ligne de visée fixait le terre-plein central ;

- l'œil à été positionné à une distance de l'ordre de 2m du bord droit de la chaussée.

4.2. Prise en compte des facteurs humains

Le vidéaste - conducteur a joué le rôle d'utilisateur « moyen » et son comportement a été analysé sur les sections amont et aval.

Un examen de la prise en compte des facteurs humains, du paysage et de la perception du tracé par le conducteur accompagne ainsi, sous forme de commentaires écrits, les images de la route. Ce film constitue l'une des annexes du dossier administratif dit dossier de droit d'évocation, dont il fait partie intégrante.

4.3. Vidéo commentée

Ce film présente simultanément sur l'écran, la vidéo du parcours selon la vision de l'utilisateur, un déroulé du profil en long en partie inférieure d'écran, et les commentaires de l'expert d'Egis en partie droite.

La vidéo réalisée se présente sous forme d'un film. Les extraits ci-après correspondent à des impressions d'écrans pour être intégrée dans la présente publication



FIGURE 4a- Extrait de la vidéo



FIGURE 4b- Extrait de la vidéo



FIGURE 4c- Extrait de la vidéo

5. CONCEPTION GEOMETRIQUE

5.1. Calcul technique des visibilitéés

Egis a par ailleurs réalisé l'ensemble des calculs de visibilité en section courante au droit des différents points singuliers, à l'aide d'un logiciel spécifique développé en interne. Celui-ci permet de calculer les visibilitéés en section courante et au droit des points d'accès de l'autoroute (entrées et sorties).

On peut également, grâce cet outil, faire varier les éléments du profil en travers (largeurs de bandes dérasées par exemple) pour déterminer les limites de visibilité qu'on cherche à obtenir.

Observateur

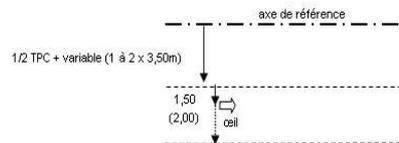
Calcul : distances de visibilité en plan sur une sortie, sur une entrée d'autoroute et sur un obstacle en section courante (référence ICTAAL 2000 chapitre 2 Visibilité).

Le fichier sous forme de tableau permet, de façon transparente, de calculer les distances de visibilité souhaitées. Voir "Méthode Calcul Visibilité" et "Exemple graphique" en cliquant sur les boutons correspondants.

Les 12 autres boutons permettent d'accéder aux calculs en fonction du cas qui se présente.

Méthode Calcul Visibilité

Exemple graphique



Visibilité sur sortie

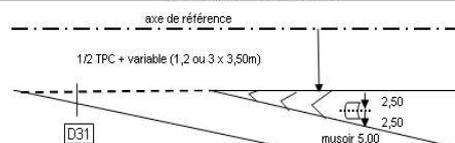
Sortie Courbe à Gauche 2 voies

Sortie Courbe à Droite 2 voies

Sortie Courbe à Gauche 3 voies

Sortie Courbe à Droite 3 voies

Point observé en sortie



Visibilité sur entrée

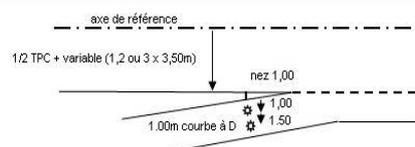
Entrée Courbe à Gauche 2 voies

Entrée Courbe à Droite 2 voies

Entrée Courbe à Gauche 3 voies

Entrée Courbe à Droite 3 voies

Point observé sur entrée



Visibilité en section courante

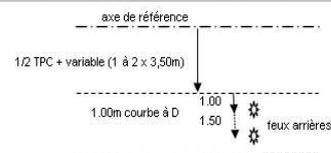
Section courante Courbe Gauche 2 voies

Section courante Courbe Droite 2 voies

Section courante Courbe Gauche 3 voies

Section courante Courbe Droite 3 voies

Point observé en section courante



Initialiser

Autoroutes de liaison : calcul des distances de visibilité en courbe en plan unique (cercle) 

Calcul des distances de visibilité pour la section courante dans une courbe à droite sur une 2x2 voies
 Seules les données en rouge sont modifiables afin d'être adaptées au projet
 Le calcul peut être fait par approches successives (10 possibles dans la feuille)

Mode d'affichage :

Variable			Variable	Variable	Variable	Variable	Variable		déport obtenu	résultat obtenu	Variable	Variable	résultat souhaité	
Visibilité en section courante en courbe à droite														
RAYON	profil en travers	position observateur (h=1m)	Largeur du 1/2 TPC y/c BDG	Largeur de la chaussée	Largeur de la BAU / BDD	sur-largeur (en bord de plate-forme) nécessaire pour l'obtention de la visibilité	Largeur de la cunette	position point observé (h=0.60m)	déport global (chaussée + sur-largeur) de l'obstacle latéral (équipement ou talus) par rapport à l'axe de référence	distance de visibilité obtenue	Da en palier (PM) 280m pour L1 195m pour L2	+ ou - pente du PL en %	Da = distance de visibilité souhaitée	Résultat
1800	2 voies + BAU	VR VL	1,3	7	2,5	0	0	arrière véhicule (feu gauche)	10,8	344 261	280	0,00%	280	OK NON

FIGURE 5- Logiciel de calcul des visibilitéés

6. DOSSIER DE DROIT D'EVOCATION

6.1. La référence réglementaire autoroutière

Une application stricte de l'ICTAAL 2000 aurait voulu que soient prescrites des surlargeurs de terre-plein central de deux à trois mètres ayant pour but de dégager la visibilité en voie rapide. Mais une approche globale de l'itinéraire, associée à une analyse approfondie de chaque point d'échange, a permis de démontrer que l'application stricte de ces surlargeurs n'était en réalité pas nécessaire, voire aurait pu être dangereuse dans ce contexte particulier.

Outre le fait qu'en cas de brouillard ou de neige ces surlargeurs pourraient s'avérer dangereuses, l'étude montre qu'elles créeraient une situation de surconfort incitant le conducteur à rouler plus vite. Or l'analyse de la section nord a permis de démontrer que l'utilisateur a déjà tendance à y circuler beaucoup plus vite qu'il ne le devrait : il a ainsi été constaté une vitesse V_{85}^4 de l'ordre de 130 à 135 km/h, alors que cette section, au statut de Route Nationale, est limitée à 110 km/h. On créerait donc une situation d'insécurité pour l'utilisateur qui circule du sud vers le nord en remontant vers Caen si rien n'est fait pour l'inciter à modérer son allure lorsqu'il entre sur cette section.

6.2. Type d'aménagements retenus

- Il est donc nécessaire d'éviter, sur le tronçon à construire, des aménagements créant une situation de surconfort et incitant l'utilisateur à accélérer, comme le constitueraient en première approche des surlargeurs de bandes dérasées au niveau des quatre points singuliers retenus.

En réponse, il a donc été conseillé de modifier le couple géométrie / équipements latéraux de certaines bretelles, pour chercher à atteindre l'objectif de la réglementation, en vérifiant systématiquement que la lisibilité d'approche soit satisfaisante. Cet objectif de recherche des visibilités touche aussi bien la section courante seule que celle au droit des points d'accès à l'autoroute.

⁴ V_{85} : vitesse en dessous de laquelle roulent 85 % des usagers, en conditions de circulation fluide (véhicules dits "libres").

La synthèse graphique des aménagements proposés peut se résumer ci-après

PK		0,5	5	10-10,5	22,5-23
		DIFFUSEUR FALAISE OUEST	½ DIFFUSEUR FALAISE SUD	DIFFUSEUR DE NÉCY - BPV	VIADUC - DIFFUSEUR D'ARGENTAN OUEST
		R 1800 	R 1800 	R 2700 	Viaduc + R 2700 
Proposition finale	Visibilité Sens Caen-Sées	VR	Aucun aménagement	Aucun aménagement	Aucun aménagement
	Visibilité Sens Sées-Caen	VR	Aucun aménagement	- Recalage de la boucle du diffuseur sens diffuseur --> Caen par un R60 en amont du R1800 (respect des longueurs d'accélération et de l'ICTAAL 2000)	- Soins particuliers du traitement de fuseau (sens Sées-Caen) pour ne pas créer de déport de trajectoire sur la section courante. - Voie d'entrecroisement avec la sortie vers Nécyc.
		Aucun aménagement	- Recalage de la boucle du diffuseur sens diffuseur --> Caen par un R60 en amont du R1800 (respect des longueurs d'accélération et de l'ICTAAL 2000)	- Soins particuliers du traitement de fuseau (sens Sées-Caen) pour ne pas créer de déport de trajectoire sur la section courante. - Voie d'entrecroisement avec la sortie vers Nécyc.	- Surlargeur de 0,5 m de BDG sur un linéaire de 1200 m, en respectant les points d'application (origine, fin) vue au § 5.4.

. FIGURE 6- Synthèse des aménagements

Au niveau du premier diffuseur de Falaise Ouest qui se raccorde à l'extrémité de la section existante, il a été proposé d'installer des glissières métalliques en terre-plein central pour améliorer la perméabilité visuelle.

Au droit du demi-diffuseur de Falaise Sud, une modification de la bretelle d'insertion en déplaçant le point d'entrée au plus tôt (E=1m) à l'émergence du rayon de 1800 mètres a permis d'augmenter la visibilité sur un véhicule situé sur la bretelle d'entrée. En effet, le rapprochement du départ de la bretelle d'entrée vers l'origine du rayon en plan a permis d'obtenir une distance de visibilité plus longue en se situant dans le point d'inflexion des clothoïdes amont. Cette approche a considéré que l'usager ayant son attention captée par le dispositif d'échange décélèrerait momentanément et suffisamment à l'approche de la courbe.

Pour le point singulier constitué du couple diffuseur de Nécyc - barrière de péage pleine voie, l'étude au regard de la sécurité a conduit à proposer une voie d'entrecroisement entre la fin du fuseau de la gare de péage pleine voie et la sortie. Cette disposition permet à l'usager de ne pas avoir une vitesse trop élevée compte tenu de la longueur du fuseau, de la longueur de la voie d'entrecroisement et du nombre de voies en barrière, tout en ayant une bonne perception de la signalisation. En effet, la signalisation en sortie immédiate de barrière de péage attire l'attention du conducteur pendant un temps suffisant pour qu'il n'augmente pas sa vitesse comme il le ferait en section courante.

Enfin pour le diffuseur d'Argentan ouest, une surlargeur de 0,5m de la bande dérasée de gauche a été prévue pour satisfaire à la condition de la distance de visibilité prise égale à la distance d'arrêt à la vitesse estimée. La mise en place de GBA⁵ en TPC, par l'effet de paroi qu'elle crée, vise à faire coïncider la visibilité obtenue avec la distance juste nécessaire pour ne pas générer de zone de sur-visibilité, ce qui serait synonyme d'insécurité compte tenu du principe de conception globale retenu pour l'ensemble de la section.

CONCLUSION

Au final, les aménagements proposés et retenus par l'autorité de contrôle constituent un juste équilibre entre les exigences géométriques réglementaires et le comportement réel de l'utilisateur empruntant l'autoroute. La perception de l'infrastructure par l'utilisateur, dont la vitesse peut être substantiellement conditionnée par des aménagements, a justifié l'approche visibilité et lisibilité au regard de la notion de surconfort contraire aux exigences de sécurité.

RÉFÉRENCES

1. ICTAAL 2000. Instructions sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison
2. SETRA : Service technique des routes et des autoroutes.

⁵ Glissière béton armé