

LA RECONSTITUTION DES ELEMENTS DU TRACE ROUTIER ET DES PLANS DE SIGNALISATION

SALIM Saïd (Chef du service informatique et BDR au CNER)

I- INTRODUCTION :

Parmi les principales composantes de l'environnement routier, on trouve la signalisation. Cette dernière est de deux types, le premier est la signalisation verticale et elle est constituée par des panneaux alors que la deuxième est horizontale et elle est matérialisée par un marquage sur la chaussée.

D'après les statistiques sur les accidents, la manœuvre du dépassement et le non respect de la signalisation verticale constituent une grande part dans les causes des accidents, d'où l'intérêt de l'entretien et de la maintenance de la signalisation existante ainsi que de la révision et du renouvellement des plans de signalisation. Cette opération doit être réalisée avec un grand rendement pour assurer la couverture de la totalité du réseau revêtu.

Pour répondre à ce besoin, le CNER a développé en interne une méthode basée sur l'exploitation des équipements du Multifonction ainsi que de la programmation sur des logiciels de la conception routière et de la CAO.

L'objet de cette communication est de présenter la méthode développée et expérimentée à petite échelle sur des tronçons de la RN9 et la RR407.

II-DESCRIPTION DE LA METHODE :

La méthode consiste tout d'abord à réaliser une série de relevés, à savoir, le relevé des coordonnées(x,y,z) par GPS, la prise des photos de la route et de son environnement à l'aide d'une caméra embarquée dans le Multifonction (appareil à grand rendement constitué d'un BUMP sur axe, d'un GPS, d'une caméra et TUS pour le relevé de l'état du profil en travers), le relevé et la localisation d'un certain nombre d'événements rencontrés, comme les panneaux de signalisation routière les types de marquage de la chaussée, les glissières, les agglomérations....

L'Appareil à Grand Rendement :
LE MULTIFONCTION



Les points en (x,y,z) qui représentent le tracé routier sont ensuite analysés et étudiés afin de déterminer le début et la fin des alignements et des courbes à l'aide d'un programme informatique développé à cet effet au CNER.

Ensuite, ces éléments sont exploités par le logiciel de conception des routes PISTE+ connue sous le nom de MICROPISTE, et par le logiciel de dessin AUTOCAD pour l'analyse du tracé et la prise en compte des exigences de l'instruction marocaine sur la signalisation routière, notamment « le guide technique des marques sur chaussées ».

Ainsi, cette méthode permet de :

- produire le tracé en plan et le profil en long de la route.
- calculer la distance de visibilité et la perte de tracé le long de la route.
- produire les plans de signalisation pour la route considérée avec la localisation des types de ligne de marquage et les panneaux de signalisation verticale.
- disposer en plus d'une vidéo sous formes des images décrivant l'état de la route et de son environnement.

Cette méthode a été appliquée sur deux sections de routes de nature différentes. Une section sur la RN9 du pk150 au pk 170 (DPE D'EL KELA DES SRAGHNA) , l'autre section sur la RR407 du pk 118+600 au pk 136+600 (DPE de KHEMISSET). Cette deuxième section correspond à une nouvelle construction avec un nouveau plan de signalisation.

III-LEVE DU TERRAIN:

La signalisation est liée essentiellement à la topographie du tracé selon les trois composantes : le tracé en plan, le profil en long et les profils en travers.

Pour effectuer ce levé topographique, il faut soit le réaliser avec les appareils topographiques (station totale), soit avec les photos aériennes. Comme le besoin est pour des grands linéaires voir tout le réseau, ces deux méthodes sont coûteuses en temps et en argent et c'est pour cela qu'une autre méthode basée sur le GPS a été envisagée.

Le levé du tracé est effectué par le véhicule Multifonction équipé d'un GPS qui permet la sauvegarde des coordonnées Lambert (x,y,z) de l'itinéraire parcouru par le véhicule.

En ce qui concerne la précision du levé, les coordonnées x et y ont une précision locale et globale assez suffisante pour ce travail, alors que la donnée z est assez précise localement mais n'est pas suffisamment précise en rapport au système Lambert. On peut donc conclure que le GPS permet de relever l'allure locale du tracé avec fidélité. Il récupère les coordonnées de la position du véhicule tous les 5 mètres. Ce levé sera linéaire et les profils en travers seront représentés par un seul point. Ce manque de précision sera comblé par le levé des contraintes topographiques avec le levé de l'environnement et des équipements routiers par la caméra numérique.

IV-LEVE DE L'ENVIRONNEMENT :

Comme la méthode consiste à vérifier la signalisation existante, il est donc nécessaire de relever les éléments constituant l'environnement immédiat de la route et notamment ses équipements, y compris la signalisation verticale et horizontale.

Ce relevé est effectué aussi avec le véhicule Multifonction à l'aide de l'outil Viziroad. Ce dernier permet de relever des événements ponctuels et continus. Cette opération consiste en un relevé de la signalisation verticale avec tous les emplacements des panneaux et leurs types, la signalisation horizontale avec le début et la fin des traits et leur type (continu, discontinu, mixte) du marquage. Les glissières de sécurité, les murets, les ouvrages d'arts, les bornes, les localités et les bornes kilométriques sont aussi relevés.

En parallèle avec ce relevé, tout l'environnement est photographié tout les 50 mètres avec une caméra embarquée sur le véhicule Multifonction. Ces photos constituent un film sur la route que l'on peut à tout moment visualiser pour relever d'autres informations supplémentaires.

Ces données sont relevées avec leurs abscisses curvilignes qui sont transformées en coordonnées (x,y) en les combinant avec les données relevés par GPS tout les 5m ou plus.



très utile.

V-ANALYSE DU TRACE

La détermination des points singuliers de changement de marquage, du discontinu en continu ou l'inverse est basée sur la distance de visibilité. Cette dernière est calculée automatiquement par le logiciel de conception du tracé routier, Piste+.

Pour utiliser ce logiciel, on doit introduire les éléments du tracé de la route : les alignements droits et les cercles ainsi que leurs rayons et la topographie au niveau de l'axe en plan.

Par conséquent, pour pouvoir utiliser Piste+ et calculer les distances de visibilité, on doit analyser le tracé de la route représentée par des points et rechercher le début et la fin des

éléments en alignement droit et les éléments circulaires. Pour ce faire, un algorithme a été développé sur le logiciel Autocad afin de détecter automatiquement les éléments du tracé en plan.

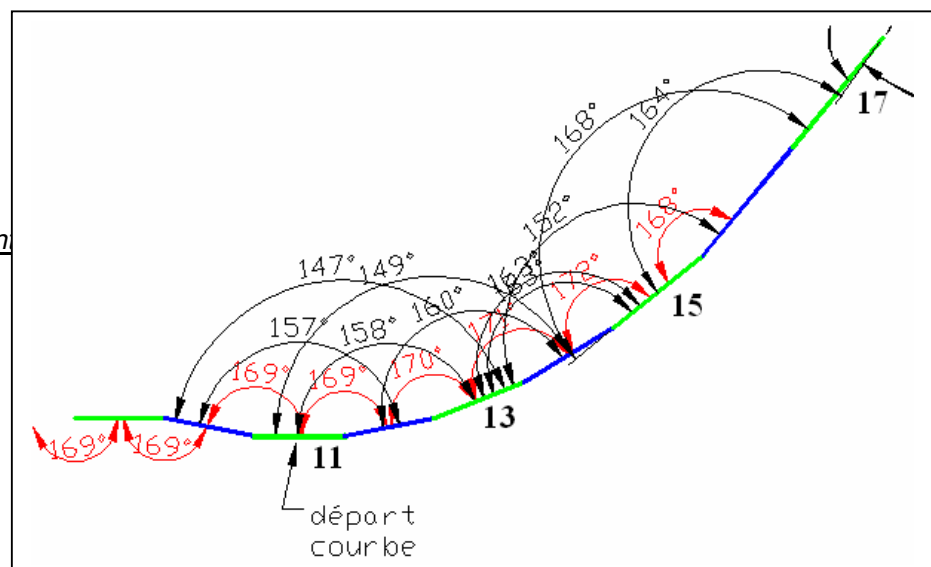
1- L'ANALYSE DU TRACE AVEC AUTOCAD

Le relevé GPS fournit des données brutes en latitude et en longitude, ces données nécessitent la projection Lambert qui transforme les coordonnées latitude et longitude en coordonnées x et y. Ce levé en x et y est ensuite tracé sur le logiciel Autocad.

La phase suivante consiste à détecter les éléments du tracé en plan de la route relevée. L'algorithme utilisé est basé sur le calcul des angles entre un tronçon et ceux qui le succèdent. La longueur des tronçons est un multiple de 5m (pas de mesure utilisée par le GPS).

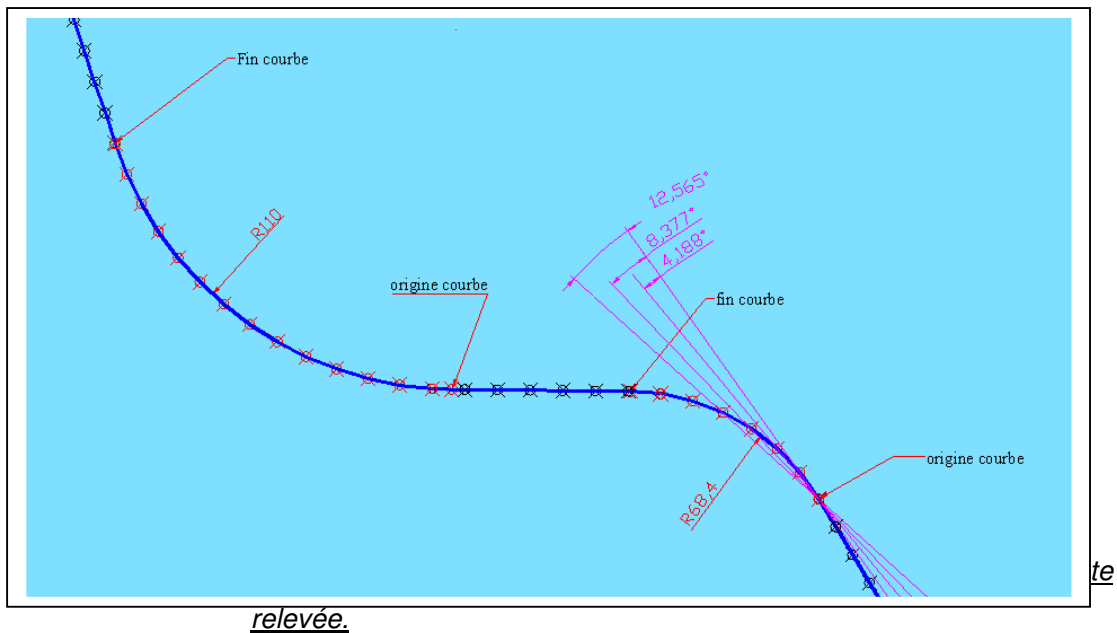
Ensuite, une fois une mesure de différence d'angle entre deux tronçons dépasse certaine tolérance, le début d'un élément en courbe commence. Cette détection est à confirmer par la mesure de différence d'angle entre ce tronçon et d'autres tronçons plus longs qui l'encadrent.

Le calcul des angles en
différents tronçons.



Les valeurs des rayons à adopter en fonction de Δ Angle pour des tronçons de cercles de longueur de 5m sont données à titre indicatif sur ce tableau.

Δ Angle (tronçons de 5m)	Rayon de cercle
5,73°	50
3,82°	75
2,86°	100
1,91°	150



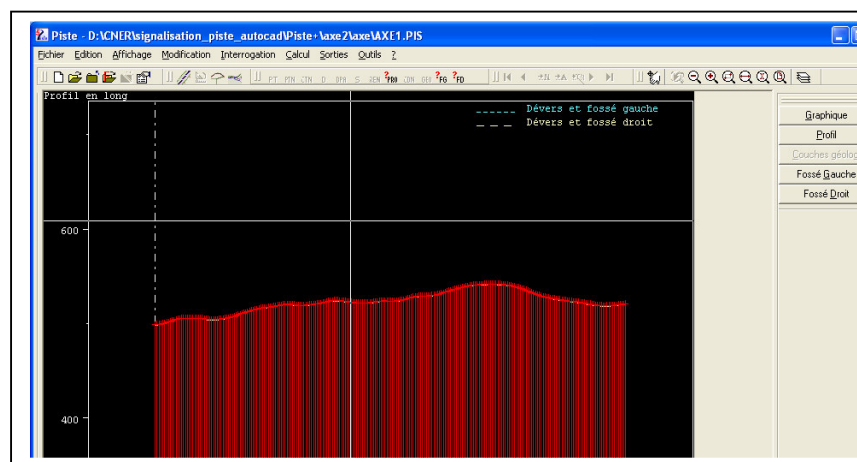
Cette approche d'analyse du tracé a été confirmée par une confrontation avec une section relevée par une station total et dont les éléments du tracé sont fournies par le topographe.

2-LA CONCEPTION DE LA ROUTE AVEC PISTE+ :

Une fois que les éléments du tracé en plan sont déterminés et les fichiers de commande sont préparés pour le logiciel Piste+. Le début et la fin de chaque axe sont choisis précisément pour prendre en compte les limitations de ce logiciel pour chaque axe et surtout le nombre de profils imposés, ces derniers sont sélectionnés à partir des points relevés par le GPS.

Le profil en long est constitué lui aussi par des fichiers de commande du logiciel Piste+ en utilisant la coordonnée z comme étant la cote projet de la route.

Pour les profils en travers, ils sont représentés par un seul point puisque le GPS ne relève qu'un point par profil.



La conception de la route existante sur le logiciel Piste+

VI-APPLICATION DE L'INSTRUCTION MAROCAINE SUR LA SIGNALISATION

ROUTIERE:

Le marquage routier est basé sur la présence ou non des points singuliers où la distance de visibilité réduite constitue un danger au dépassement.

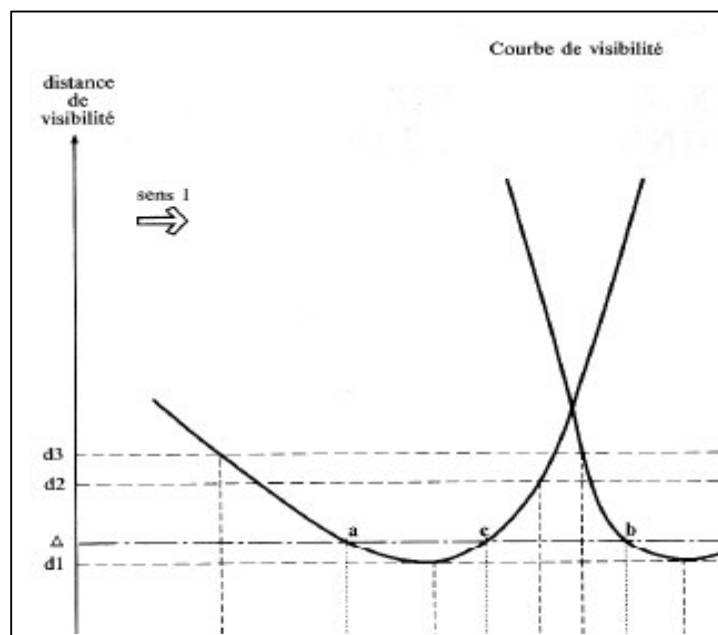
La distance de visibilité est définie comme la distance à laquelle un objet placé sur l'axe de la route, à 1,10 m au dessus de la chaussée, peut être aperçu par un observateur placé sur l'axe de la route et dont l'œil est à 1,10 m au dessus de la chaussée.

Le maintien d'un bon niveau de sécurité implique l'interdiction au moyen d'une combinaison de lignes continues et discontinues d'utiliser certaines parties de la chaussée, où la distance de visibilité est inférieure à un certain minimum Δ .

La valeur minimale Δ de la distance de visibilité à prendre en compte varie avec les caractéristiques de la route, elle est fonction de la vitesse d'approche d'un point singulier.

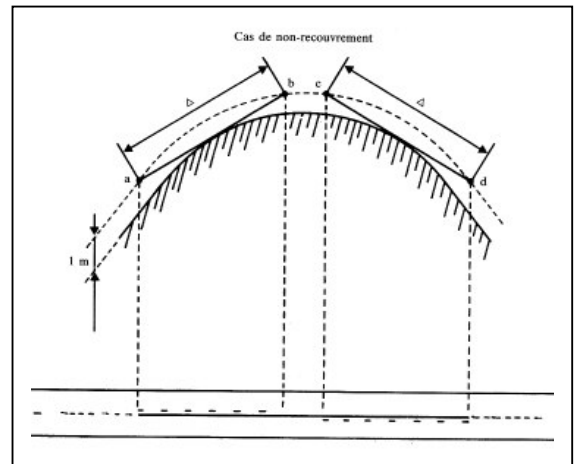
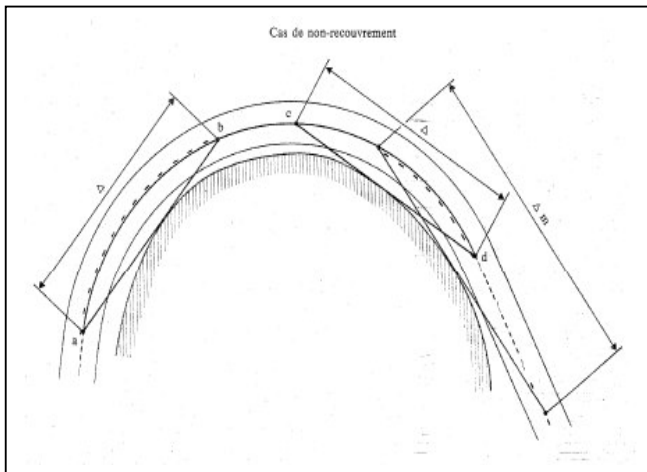
Les valeurs de Δ à adopter sont :

<i>Vitesse d'approche</i>	<i>Δ normal</i>	<i>Δ minimum</i>
120	360	200
110	300	180
100	250	160
80	160	120
60	90	80



Points où un danger particulier conduit à imposer des restrictions au dépassement.

Dans ce schéma, les distances de visibilité Δ représentées correspondent aux zones de perte de visibilité sur le point singulier considéré. Le point a ou d, début de la zone de dépassement interdit, est le point où la distance de visibilité devient inférieure à Δ . Le point b ou c, fin de la zone de dépassement interdit, est le point où la distance de visibilité devient supérieure à Δ .



VII-CALCUL DE LA DISTANCE DE VISIBILITE ET DE LA PERTE DU TRACE

Une fois le projet est finalisé sur le logiciel Piste+, les distances de visibilité sont calculées selon la définition de l'instruction marocaine sur la signalisation, à savoir : l'obstacle et l'observateur sont à 1,10 mètre au dessus de la chaussée. Cette distance de visibilité est calculée dans les sens de circulation aller et retour. Comme le logiciel Piste+ calcule aussi la perte de tracé, cette dernière à été exploitée pour augmenter la sécurité, car même si on peut observer l'obstacle, le tracé peut caché au conducteur d'autres dangers inaperçus à cause la perte du tracé.

Les résultats de ces calculs sont comparés avec le marquage de la chaussée existante, relevé par le multifonction et transformé en zone de début et de fin avec le type de marquage.

CALCUL DES PERSPECTIVES							
Le 05/10/2006 à 21:39 --- PISTE 5.05 --- Licence n° 1912							
C:\SALIM\AXE1\AXE1.PIS							
N° pers	Abscisse	Sens	Haut. usager	Posit. usager	Haut. obst.	Dist. de visibilité	Perte de tracé
126	2500	Aller	1.10	1.50	1.10	416.00	81.00
127	2520	Aller	1.10	1.50	1.10	382.00	
128	2540	Aller	1.10	1.50	1.10	348.00	
129	2560	Aller	1.10	1.50	1.10	318.00	176.00
130	2580	Aller	1.10	1.50	1.10	290.00	198.00
131	2600	Aller	1.10	1.50	1.10	262.00	
132	2620	Aller	1.10	1.50	1.10	236.00	
133	2640	Aller	1.10	1.50	1.10	216.00	241.00
134	2660	Aller	1.10	1.50	1.10	205.00	210.00
135	2680	Aller	1.10	1.50	1.10	223.00	118.00
136	2700	Aller	1.10	1.50	1.10>	500.00	
137	2720	Aller	1.10	1.50	1.10>	500.00	
138	2740	Aller	1.10	1.50	1.10>	500.00	
			Copier	Imprimer	Aperçu	Sauvegarder	Ok

Illustration des calculs de la distance de visibilité et de la perte du tracé

Le trait continue est recommandé sur les zone ou les calcules le préconisent, alors que sur les autres cas, une visualisation du film de la route est nécessaire pour vérifier s'il n'y a pas d'autres obstacles qui réduisent la visibilité tel que les arbres, les talus ou autres obstacles.

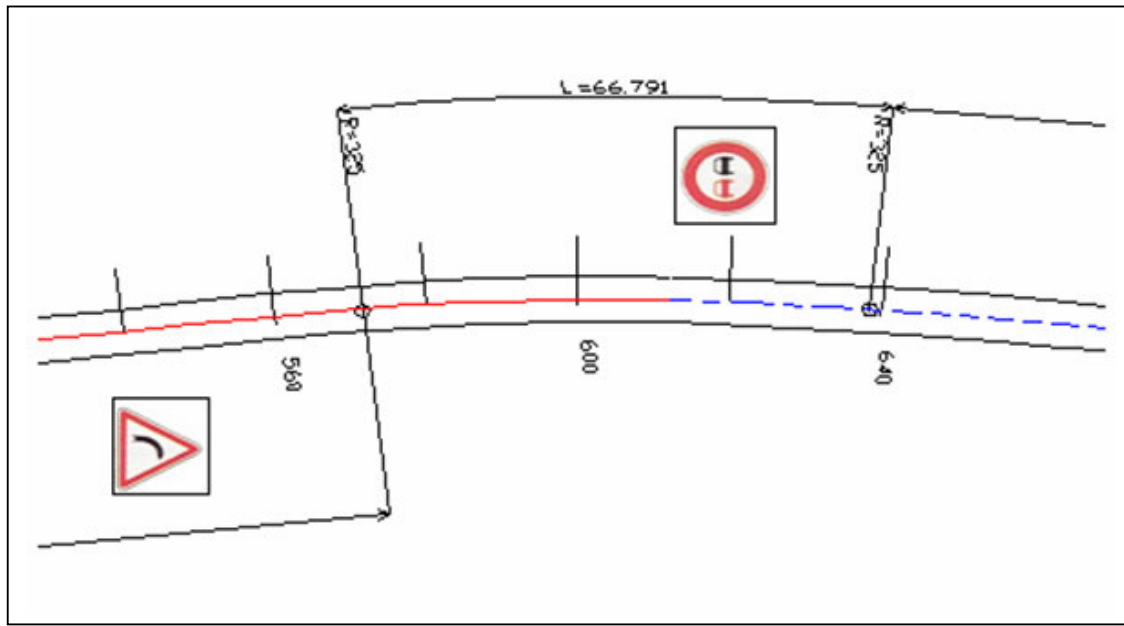
ABSCISSE CURVILINE	SENS	DIST. DE VISIBILITE	PERTE DE TRACE	SENS	DIST. DE VISIBILITE	PERTE DE TRACE	Le tracé existant
570	ALLER	500	0	RETOUR	319,00	0,00	continue du Pk 150 au 150,615
580	ALLER	500	0	RETOUR	324,00	0,00	continue du Pk 150 au 150,615
590	ALLER	500	0	RETOUR	331,00	0,00	continue du Pk 150 au 150,615
600	ALLER	500	0	RETOUR	337,00	0,00	continue du Pk 150 au 150,615
610	ALLER	500	0	RETOUR	345,00	0,00	continue du Pk 150 au 150,615
620	ALLER	500	0	RETOUR	353,00	0,00	discontinue du Pk 150,61 au 151,032
630	ALLER	500	0	RETOUR	364,00	0,00	discontinue du Pk 150,61 au 151,032
640	ALLER	500	0	RETOUR	375,00	0,00	discontinue du Pk 150,61 au 151,032
650	ALLER	500	0	RETOUR	389,00	0,00	discontinue du Pk 150,61 au 151,032

Comparaison avec la signalisation existante

VIII-LA PRODUCTION DES PLANS DE LA SIGNALISATION

La dernière phase consiste à produire des plans de la nouvelle signalisation. Le marquage horizontal est déterminé précédemment, les panneaux verticaux, dont les positions et le type ont été relevés parmi les événements enregistrés à l'aide du Multifonction .

Un programme a été développé sous Autocad pour faciliter le dessin automatique de la signalisation horizontale et verticale.



La production des éléments du tracé ainsi que la signalisation horizontale et verticale.

CONCLUSION

La méthode développée et expérimentée par le CNER est le résultat d'une exploitation des données d'auscultation des routes à l'aide du « multifonction », de l'usage du logiciel de conception des tracés routiers Piste+ et du logiciel de CAO : Autocad.

Elle permet une reconstitution approximative des éléments de la géométrie de la route et la constitution de bases de données très utiles et faciles à exploiter par les gestionnaires des routes, dans la mesure où elle permet la reproduction d'une « image » très intéressante de la route, telle qu'elle est perçue par ses usagers (éléments de la géométrie, signalisation et équipements de la route, photos de l'environnement et d'autres événements rencontrés).

Une des applications possibles offertes par la méthode est la production des plans de signalisation pour des grands linéaires en un temps réduit et un coût minime. Toutefois elle peut être améliorée particulièrement sur les aspects suivants:

- sur le point de la modélisation du terrain avec le relevé par un GPS manuel de quelques points sur les talus (profils en travers) ;
- le lissage du tracé avant analyse en combinant le levé GPS dans les deux sens de la route.

-l'automatisation de quelques opérations qui sont encore manuelles, et ce par le développement d'autres outils informatiques.