

# La maîtrise des réseaux routiers africains : Revue de la trousse de bord

(l'opération SOURCE Plus, conduite avec les directions des routes africaines)

**Arnaud DESMARCHELIER**, ingénieur et économiste, consultant, Washington D.C. (USA)

**Louis FERNIQUE**, ingénieur, expert en politique des transports, Banque mondiale (SSATP / IGR), Bruxelles (Belgique)

**Francis HAPPI**, ingénieur, consultant, Beta Consult, Yaoundé (Cameroun)

Comment maîtriser son réseau routier (et arbitrer les interventions d'entretien en régime de pénurie budgétaire) sans le connaître ? Sans disposer d'une banque de données routière permanente, alimentée et gérée localement, régulièrement actualisée et nourrie de données techniques standardisées ? Sur 45 pays africains interrogés en 98, 41 répondaient que leurs inventaires ne répondaient pas à ces critères. De manière globale, quant à l'état de leur réseau structurant, 20 de ces administrations routières ne pouvaient fournir que des ordres de grandeur « communément acceptés, sans base statistique précise ».

Ce constat établi en commun atteste sans doute un certain échec de 40 ans de stratégies d'assistance technique, un débat qui reste à mener. C'était aussi un appel direct pour la mise au point de méthodes a minima, rustiques mais bien calibrées, qui, sans se substituer aux outils classiques de l'ingénierie routière, apportent « au plus court » une mesure globale de la situation des réseaux, en termes de niveau de service offert à l'utilisateur.

**SOURCE** (*Standard Overall Ultralite Road Care Estimate* = suivi normalisé, global et léger de la qualité de la gestion de la route) est une méthode normalisée de suivi de performances des réseaux routiers, qui procure, à moindres coûts et sans recours à aucun appareillage, une image sommaire mais fidèle des réseaux routiers structurants, à l'échelle nationale (moyennant des mesures combinées vitesses-trafics par une méthode de véhicule flottant).

La méthode SOURCE a été conçue, testée et mise au point par l'Initiative de gestion de la route (IGR) en 1998-2000. Elle est aujourd'hui pleinement opérationnelle.



**Fig.1** : Formation d'équipages SOURCE au Mali, confiée à une ingénierie camerounaise

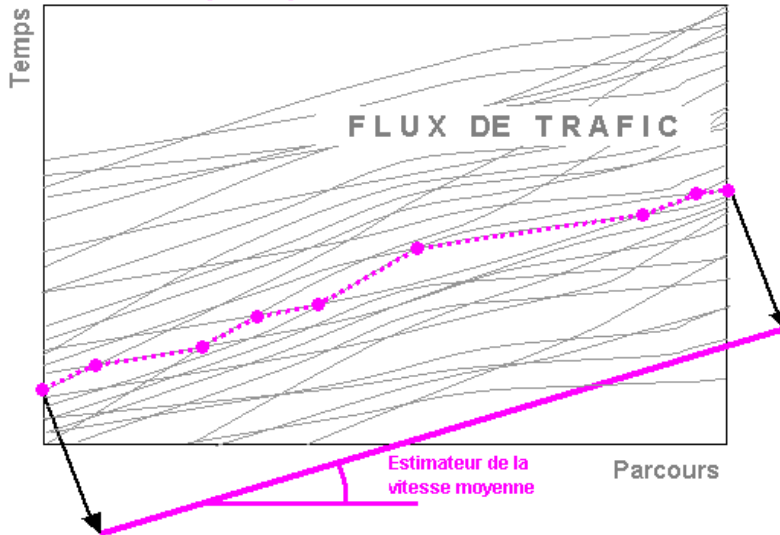
L'IGR est une composante du SSATP (*Sub-Saharan Transport Policy Program*), programme conjoint administré par la Banque mondiale en accord avec les différents bailleurs de fonds du secteur routier et un ensemble de pays africains partenaires. Le SSATP a pour mission de promouvoir et de faciliter les réformes en matière de transports dans les pays africains, sa composante IGR étant spécialisée sur les questions de politiques routières et d'entretien routier.

L'action de développement initial de la méthode SOURCE, lancée par l'IGR en 1998-2000 sous le pilotage de L.Fernique, a été financée par le fonds fiduciaire confié par la France au SSATP. L'ISTED en assurait la coordination, le LCPC étant chargé des aspects de technique et d'ingénierie routière (tous deux comme prestataires du SSATP). Quatre pays-tests avaient été impliqués au stade de la recherche opérationnelle : Cameroun, Ghana, Guinée, Madagascar.

L'IGR est actuellement engagée dans une opération de large diffusion de SOURCE en Afrique, en tant qu'outil de gestion indispensable pour les agences et administrations routières, pour les fonds d'entretien routiers et pour leurs partenaires, en vue de vérifier les performances de leurs réseaux en termes de niveaux de service effectifs.

Cet effort de diffusion est mené, entre autres, en association avec l'AGEPAR (Association des gestionnaires et partenaires africains de la route, ex-ADAR – Association des directeurs africains des routes), via un ensemble de pays membres dont l'administration routière a manifesté l'intérêt pour l'introduction de SOURCE.

## Le principe du véhicule flottant

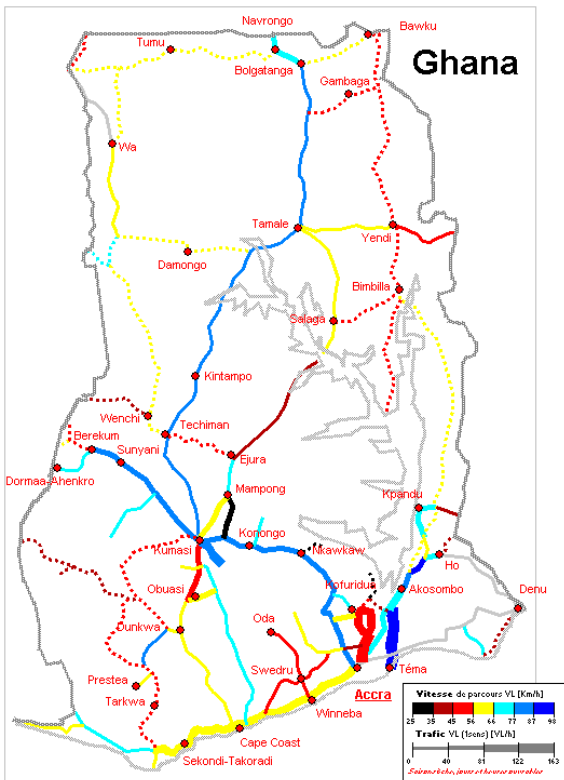


Ici le VF (trajectoire en pointillé magenta), « flottant » dans le flux du trafic, a changé 7 fois de véhicule suivi. La pente de son bilan de trajectoire (en trait plein magenta) correspond à sa propre vitesse résultante sur le parcours.

Pour des distances et des niveaux de trafic suffisants (ou correctement accordés), cela réalise une très bonne intégration physique de la vitesse moyenne de la circulation (c'est-à-dire la moyenne harmonique des vitesses de parcours des véhicules), dans un voisinage sensiblement plus large que le seul échantillon des véhicules réellement suivis.

**Fig.2 :** La mesure de vitesse des seuls véhicules légers (VL) par véhicule flottant, un classique revisité. La mesure du niveau de trafic des VL est basée sur le comptage simultané des véhicules adverses.

A la suite des différentes formations, campagnes de mesure, et débats techniques qui les ont entourées, l'idée s'est imposée d'étendre le domaine d'application de SOURCE, en se pliant aux mêmes contraintes (coût plancher, aucun appareillage requis), dans deux directions différentes, répondant à la demande manifestée par les pays utilisateurs :



**Fig.3 :** Spécimen de carte combinée vitesses-traffic illustrant les résultats d'une campagne SOURCE (le traitement des données et l'édition automatique des cartes s'opèrent sur de simples tableurs).

- 1. Baisser en gamme, c'est-à-dire adapter SOURCE aux itinéraires à très faible trafic :** mettre au point, valider et justifier un protocole de mesure dérivé, spécifiquement adapté aux sections très peu circulées, qu'il s'agisse de pistes rurales (pour le suivi des réseaux tertiaires) ou de grandes liaisons du réseau structurant (un besoin particulier des pays sahéliens, lié entre autres à l'intérêt croissant pour les contrats d'entretien routier à obligation de résultats, qui suppose la mise au point d'indicateurs mesurables de niveaux de service).

Cette approche spécifique, qui impose de caler le modèle différemment en termes de protocole de mesure et de précision des résultats, impliquera comme pays-pilotes pour les tests : le Burkina Faso, la Guinée et le Tchad. Le Cameroun, la Côte d'Ivoire, le Gabon, le Mali et le Niger ont également demandé à être associés à l'ensemble de la démarche.

Cette action est désignée sous le nom de «SOURCE faibles trafics» et sera engagée courant 2004.

2. **Monter en gamme, c'est-à-dire raffiner le modèle de base SOURCE**, pour savoir extraire, de simples mesures doubles de vitesse et de géométrie du tracé, un « pseudo-uni » répondant aux standards ordinaires des données à saisir dans le modèle HDM-4.

Ici l'objectif est d'abaisser le « ticket d'entrée » dans HDM, en rendant nettement plus accessible aux agences routières africaines, en termes de coûts et de technologie de campagne, la donnée d'entrée la plus sensible et la plus pénalisante à acquérir par les méthodes classiques.

HDM = *Highway Development and Management* (développement et gestion de la route). Modèle pour l'analyse comparative et l'optimisation de stratégies, de programmes ou de projets routiers. La donnée d'entrée de HDM la moins accessible, pour la plupart des agences routières africaines, que ce soit sur une base permanente ou occasionnelle, est la mesure d'uni des chaussées, relativement chère en coûts de terrain et qui exige une très bonne technicité des opérateurs (l'uni s'exprime en fait par la mesure de l'IRI, indice de rugosité international).

Cette approche spécifique impose de procéder à une série de campagnes de terrain de très grande qualité, combinant mesures de vitesses et de rectitude du tracé selon des méthodes SOURCE et dérivées et des mesures classiques d'uni (au *bump integrator*), pour réunir un corpus de données impeccable permettant de caler une formulation rigoureuse du « pseudo-uni » et de la valider (quant à la régularité et à la précision de la pseudo-mesure).



**Fig.4** : Point-à-temps artisanal en 97 à Madagascar. Quand les budgets d'entretien courant sont gravement insuffisants, pour des trafics généralement confidentiels, un dispositif de suivi du réseau trop lourd et trop cher n'a aucune chance de perdurer.

Sont impliqués comme pays-pilotes pour les tests : Burkina Faso, Guinée, Mali et Maroc. Le Cameroun et la Guinée-Bissau ont également demandé à être associés à l'ensemble de la démarche.

**Cette action désignée sous le nom de «SOURCE Plus» est d'ores et déjà lancée.**

La méthodologie SOURCE Plus et les protocoles de recueil et d'assemblage des données de terrain pour cette campagne expérimentale sur 4 pays ont été mis au point conjointement avec la Direction des routes et de la circulation marocaine, au cours d'un atelier tenu à Rabat en septembre 2003 (le Maroc envisage d'ailleurs diverses utilisations dérivées de la boîte à outils SOURCE, notamment dans le domaine de la sécurité routière).

La Direction des routes française, sur fonds des Affaires étrangères, a prêté son concours au montage de cette action.

## **SOURCE Plus : une modélisation pratique de la triplète vitesse / uni / rectitude**

On disposait déjà, avec SOURCE, d'une méthode rustique de mesure de la vitesse moyenne des véhicules légers sur de grandes sections, bien éprouvée. Mais la corrélation binaire vitesse-uni, bien qu'établie, ne permet pas de prédire l'uni à partir de la vitesse seule. On s'attache donc à introduire une nouvelle variable (la rectitude du tracé), en faisant l'hypothèse qu'un modèle à 3 variables sera suffisamment robuste pour prédire l'uni à partir du couple [vitesse] + [rectitude du tracé], avec une précision compatible avec l'usage espéré.

**Mesures au vol de la rectitude des tracés**

**1. LE PROCÉDÉ DE BASE : compter les pertes de tracé visuelles**

**14. LE PARTAGE DES TÂCHES À BORD : LA SOLUTION DE BASE**

On peut aussi travailler à deux efficacement, moyennant un bon entraînement, et en se contentant d'un compteur kilométrique journalier. Dans ce cas :

- Le chauffeur conduit, et pense à ralentir spontanément dans les virages serrés et encaissés. Il évite de doubler au passage des points de perte de tracé (s'apaisant surtout de virages et de points hauts où la visibilité est réduite, c'est en fait tout naturel).
- Simultanément, il surveille le compteur. À chaque passage d'un kilomètre entier, il annonce à voix haute « 1 », « 2 », « 3 », etc.
- L'opérateur de mesure, en position de passager avant, tient la feuille de saisie, et y fait une marque au passage de chaque point de perte de tracé, tout en réparant mentalement le point suivant. Il place cette marque dans la case correspondant à la tranche du kilomètre en cours.
- Chaque fois que le chauffeur annonce le passage d'un kilomètre, l'opérateur répond « OK » pour indiquer qu'il a bien compris et il change de case pour la saisie, en déplaçant la pointe de son crayon.

La travail à deux exige de l'opérateur une certaine dextérité. À chaque franchissement d'un point, il doit à la fois vérifier d'un oeil le point exact, repérer instantanément de l'autre oeil le point suivant et aussi faire une marque dans la bonne case de la fiche.

Un indice visuel de rectitude du tracé combinant les effets de la sinuosité en plan et de l'ondulation du profil en long, basé sur la fréquence des pertes visuelles de tracé (il s'exprime en mètres), a été établi et déjà testé, selon des protocoles de mesure « au vol » répondant aux critères SOURCE :

- pas d'appareillage
- pas de documentation antérieure
- coût marginal pour une campagne combinée

< Fig.5 : Extraits du guide de mesure visuelle de la rectitude des tracés

Ce protocole de mesure rustique a été doublé par la mise au point d'un indice inverse substituable, l'indice de « vrillage » du tracé (en radians / km), qui se calcule instantanément à partir de données géométriques fournies par un petit GPS de randonnée (coût 200 euros environ), déchargées et copiées sur un simple tableur. Cela fournit une alternative « passive » simplissime à la mesure visuelle, qui, elle, mobilise un opérateur. De plus, au stade de la recherche, l'utilisation intensive des petits GPS permet d'accumuler des séries de données vitesse / vrillage sans interface papier, à haut débit et sans technicité pointue des opérateurs.

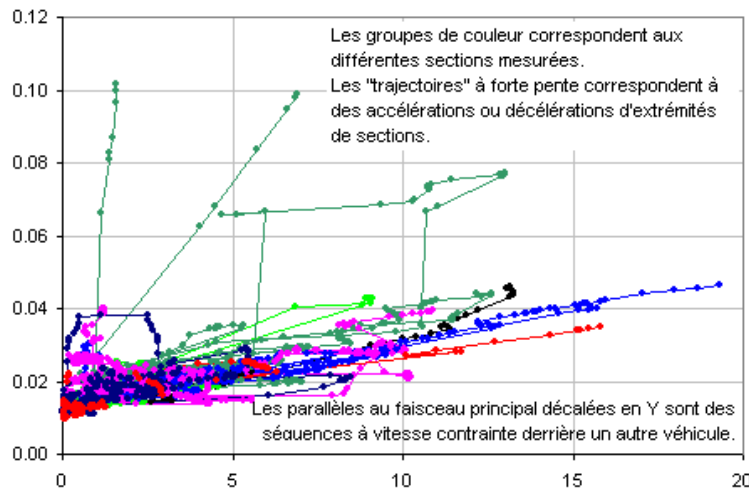
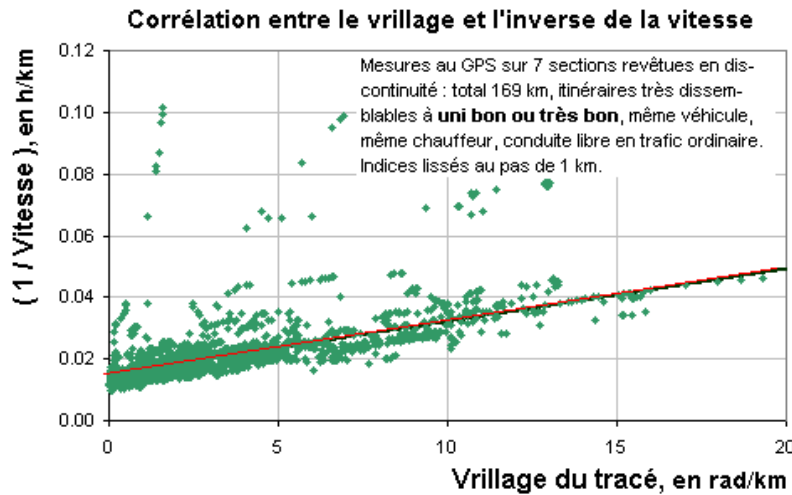
Indice de vrillage GPS	21,2 rad/km	5,3 rad/km	3,5 rad/km	1,8 rad/km	1,1 rad/km	0,5 rad/km	
Indice de rectitude visuel	0 m	25 m	100 m	150 m	300 m	500 m	1000 m
	relief tourmenté		tracés ordinaires		amplés plaines et très larges vallées		plateaux désertiques
	fonds de vallées étroites, lacets très serrés en montagne						>>> tracés autoroutiers
<b>Mesures de rectitude du tracé</b>							

Fig.6 : Table de correspondance provisoire de l'indice visuelle de rectitude et de l'indice calculatoire de « vrillage ». La corrélation est excellente entre le vrillage et l'inverse de la rectitude. On admet provisoirement la formule simplifiée : Vrillage = 530 / Rectitude

### Un calendrier de travail serré qui mobilise 5 pays en jouant sur les opportunités de campagnes de mesures déjà prévues

Le tableau de marche SOURCE Plus court de novembre 2003 à juin 2004, avec 4 grandes phases :

- Première collecte de données triples (Maroc, Burkina Faso, Mali, Guinée)
- Traitement, modélisation et spécification de la campagne probatoire
- Deuxième collecte des données (Cameroun) pour validation du modèle
- Finalisation du modèle SOURCE Plus (avec post-validation du modèle finalisé, rédaction du rapport de recherche conclusif et revue de qualité externe)



Un point d'avancement, avec présentation des résultats intermédiaires, sera donné lors du séminaire technique annuel de l'AGEPAR prévu en avril 2004 à Lomé, Togo.

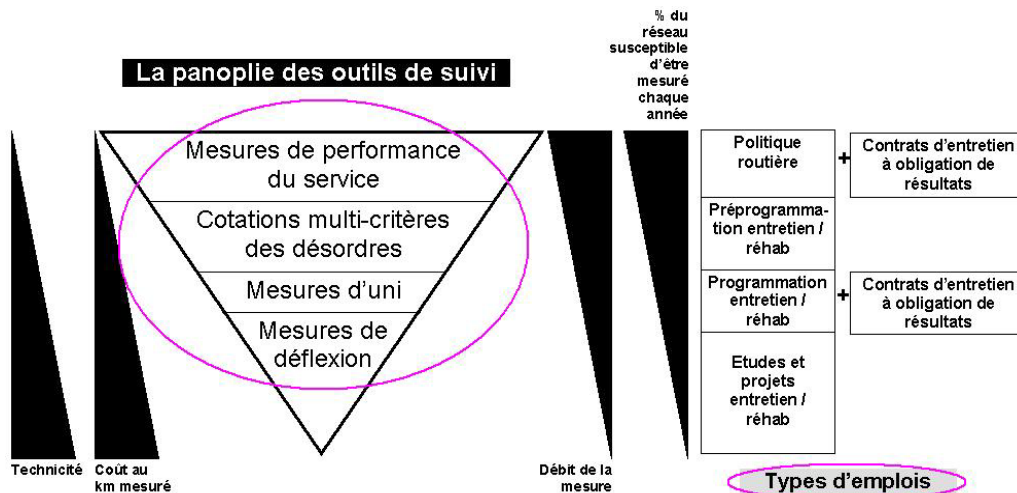
En cas de succès, on procédera ensuite à la fabrication et aux tests des outils SOURCE Plus (manuel, petit logiciel de traitement, support de formation, etc.), toujours avec le même souci de simplicité. Si le substrat technique est complexe, l'outil pour l'usage courant doit être résolument maniable.

**SOURCE PLUS** pourrait ainsi être opérationnel pour diffusion dès décembre 2004.

< Fig.7 : Un premier test de comportement vitesse / vrillage pour une strate d'unis de haut de gamme. Un nuage plutôt linéaire, non ?

### Outils jetables contre usines à gaz ?

Avec ce type de démarches (SOURCE, SOURCE Plus), les agences routières africaines (et l'ingénierie africaine) veulent gagner accès à une gamme d'outils légers, simple d'emplois, « jetables » (dans le sens où ils n'exigent pas ou peu de capitalisation technique ni d'investissement matériel durable), mieux adaptés à la réalité d'administrations subsahariennes dont les pôles techniques et le réseau territorial sont en proie au dénuement et au démantèlement, mais aussi d'agences nouvelles fragiles, guettées par les mêmes maladies structurelles. Et sans doute infléchir la logique des usines à gaz méthodologiques qui, entre autres, fabriquent de la dépendance.



< Fig.8 : Boîte à outils et gamme d'emplois.

En même temps, il faut raison garder. On ne programme pas un entretien périodique, on ne dimensionne pas un projet de réhabilitation sur la base de mesures de vitesses corrigées à l'aide d'un GPS d'alpinisme.

Après la trousse de bord et le tournevis multi-usages, il y a l'atelier mécanique classique. Autrement dit, la re-capitalisation technique des agences routières reste absolument indispensable... mais souvent hors de portée.

### **Niveau de service, niveau de service, niveau de service !**

L'émergence d'outils pseudo-techniques simples va de pair avec l'introduction d'indicateurs de service accessibles au grand public.

L'entretien routier en Afrique, sous la pression des bailleurs de fonds, se finance de plus en plus en extra-budgetaire, via des redevances (centimes sur les carburants, vignettes poids lourds, péages banalisés, etc.), collectées directement par des Fonds ad hoc cogérés ; 22 pays subsahariens sont aujourd'hui dans ce cas.

La mesure de performance du service, pour rendre compte de façon intelligible à l'usager-payeur de l'usage des fonds mobilisés, est aussi une exigence montante des acteurs routiers africains.

La mesure-minute, accessible à tous, des temps de parcours standard, des ordres de grandeurs du trafic et de la traficabilité de la chaussée (via des vitesses rectifiées) vient y répondre aussi.

