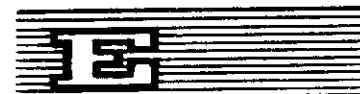




NATIONS UNIES
CONSEIL ÉCONOMIQUE ET SOCIAL

COMMISSION ÉCONOMIQUE POUR L'AFRIQUE



Distr.

LIMITÉE

E/CN.14/TRANS/119

14 mars 1975

FRANÇAIS

Original : ANGLAIS

RAPPORT DU SYMPOSIUM SUR LES TECHNIQUES ROUTIÈRES EN AFRIQUE

Addis-Abéba, 23-30 avril 1974

TABLE DES MATIÈRES

	<u>Paragraphes</u>	<u>Page</u>
Introduction - - - - -	1	1
Participation - - - - -	2	1
Allocution d'ouverture - - - - -	3 - 23	1
Programme - - - - -	24	4
Thème A - Conception et construction des routes en Afrique - - - - -	25 - 41	5
Thème B - La conception et la réalisation des renforcements - - - - -	42 - 48	7
Thème C - Conception et construction des revêtements routiers bitumineux - - - - -	49 - 61	8
Thème D - Méthode de prospection et d'évaluation des terrains - - - - -	62 - 71	11
Thème E - Rôles et organisation des laboratoires routiers - - - - -	72 - 76	13
Thème F - Choix de spécifications pour les routes africaines - - - - -	77 - 84	14
Thème G - Entretien routier - - - - -	85 - 112	15
Thème H - Problèmes d'ordre technique des routes internationales en Afrique - - - - -	113 - 113	19
Documents divers - - - - -	119 - 127	20
Clôture du symposium - - - - -	128	22

ANNEXES :

I. LISTE DES DOCUMENTS PRÉSENTES

II. RECOMMANDATIONS

M75-575

Introduction

1. Le symposium sur les techniques routières en Afrique organisé par la Commission économique pour l'Afrique en coopération avec les Gouvernements britannique et français s'est tenu à Addis-Abéba (Ethiopie) du 23 au 30 avril 1974.

Participation

2. Les 41 Etats membres africains indépendants ont été invités à se faire représenter chacun par deux participants au symposium. Toutefois, seuls les 20 pays suivants y ont été représentés : Burundi, Cameroun, Congo, Ethiopie, Gambie, Ghana, Haute-Volta, Kenya, Lesotho, Libéria, Mali, Mauritanie, Maurice, Maroc, Nigéria, Ouganda, Rwanda, Sénégal, Togo et Zaïre.

Allocution d'ouverture

3. M. Robert K.A. Gardiner, Secrétaire exécutif de la CEA a souhaité la bienvenue aux participants et a remercié les Gouvernements britannique et français d'avoir participé à l'organisation du symposium, d'avoir apporté leur concours en offrant des conférenciers spécialistes et en rédigeant des publications pour la Conférence, publications fondées sur les nombreux résultats de recherches et la vaste expérience dont ils disposent.

4. Le Secrétaire exécutif a dit qu'il n'était guère nécessaire de s'étendre sur le rôle des transports en général et des routes en particulier pour ce qui est du développement économique et social en Afrique. La répartition des ressources naturelles, l'importance des distances qui séparent les zones à forte intensité de population et les besoins propres au développement économique et social de l'Afrique d'aujourd'hui comparés à ce qu'ils étaient durant les dernières décennies, amènent à souligner la nécessité non seulement de construire des liaisons entre pays voisins mais aussi d'accroître la densité des réseaux routiers nationaux.

5. Les progrès réalisés en matière de construction routière en Afrique au cours des dix dernières années ont été spectaculaires. Les pays africains ont dépensé, en moyenne, près d'un quart du total des crédits prévus dans leur plan de développement national pour l'amélioration des transports; plus de 60 p. 100 de ces crédits ont été attribués aux routes.

6. C'est en 1962 que la Commission a pour la première fois manifesté de l'intérêt pour les techniques de construction routière et tout particulièrement pour les problèmes d'étude et de construction des routes; relevant des recherches, il est donc concevable qu'à un moment où des projets de grande envergure, tels que les projets de route transsaharienne, de route transafricaine et d'axe routier ouest-africain commencent à prendre forme, cet intérêt ne fit qu'augmenter.

7. L'Afrique est une immense région, aux sols et aux climats d'une grande variété. Les problèmes d'ordre technique que pose la construction de fondations et de revêtements de routes ne sont pas négligeables. La réunion ne constitue pas simplement pour les spécialistes l'occasion de partager leurs connaissances et leurs expériences, mais le premier pas d'un programme destiné à fournir aux pays de la région la possibilité de définir et de résoudre, à long terme, les innombrables problèmes de construction routière qui ne manqueraient pas de surgir au fur et à mesure que les réseaux routiers se développeraient. Le Secrétaire exécutif espérait que les conclusions de la réunion permettraient dans une certaine mesure d'élaborer un programme de ce genre, surtout en ce qui concernait les questions de main-d'oeuvre, d'organisation et de création d'institutions.

8. L'intérêt de la Commission ne portait pas seulement sur les techniques de construction routière dans le cadre des projets mentionnés. La Commission voulait que le résultat de la réunion bénéficie non seulement à la construction d'un réseau routier national mais aussi à la conception, à la construction et à l'entretien des routes de campagne et favorise les rapports entre les techniques et la recherche routières et la mise au point de techniques de l'automobile propres à répondre à l'évolution des besoins de l'Afrique.

9. Il était compréhensible que les pays africains consacraient une proportion importante de leurs modestes ressources au développement de leurs réseaux routiers; cependant, il devrait être possible de réduire les dépenses encourues pour la construction, l'amélioration et l'entretien des réseaux routiers en intensifiant les recherches dans ce domaine et en appliquant les résultats de ces recherches surtout lorsqu'ils permettaient d'utiliser au maximum les matériaux locaux. Le Secrétaire exécutif était d'avis que les participants pourraient jouer un rôle important à cet égard et était convaincu que l'échange d'idées et les résultats des recherches auxquels ils pourraient parvenir durant la réunion aideraient également à établir un programme en vue d'améliorer les possibilités de la région en matière de construction routière.

10. Le représentant du Royaume-Uni a dit qu'il espérait que le symposium serait le premier d'une série de conférences techniques sur les constructions routières au sens large de l'expression, car elles constituaient un élément vital des transports, indispensables au développement économique et social.

11. Le symposium a été consacré aux techniques de construction routière utilisées en Afrique et destinées à l'Afrique et présentait la particularité :

a) D'avoir été organisé par la CEA en coopération avec les Gouvernements français et britannique. Cette importante coopération, fort inhabituelle, constitue un premier pas des plus prometteurs et des plus encourageants;

b) D'avoir rassemblé plus qu'aucun autre débat technique le plus grand nombre d'experts jamais réunis en provenance des pays africains;

- c) D'avoir réuni des chercheurs ainsi que des ingénieurs chevronnés afin qu'ils échangent des idées et des connaissances indispensables à la généralisation rapide et judicieuse de résultats utiles de la recherche;
- d) D'avoir été la première conférence à disposer de plusieurs documents écrits conjointement par des ingénieurs des ponts et chaussées britanniques et français;
- e) Et ce qui est peut-être le plus important, d'avoir décidé d'examiner également des documents établis par des ingénieurs africains sur la base de leur propre expérience.

12. Le représentant britannique a déclaré que l'Overseas Unit of the Transport and Road Research Laboratory (Section outre-mer du laboratoire de recherche en matière de transport et de routes) avait acquis une expérience unique en son genre portant sur plus de 20 années d'activités exercées en Afrique en collaboration avec les gouvernements africains dans le cadre de projets de recherche appliquée dont devaient bénéficier en dernier ressort les pays en voie de développement du monde entier.

13. Au cours dudit symposium, pour la première fois, des experts des ponts et chaussées du Royaume-Uni ainsi que leurs homologues français, qui ont acquis au cours de nombreuses années une vaste expérience de la coopération avec des gouvernements africains, se sont intéressés à une réunion exclusivement africaine; le représentant de la Grande-Bretagne espérait qu'il s'agissait là d'un important pas en avant qui encouragerait la coopération interrégionale.

14. La Section outre-mer TRRL a mis à contribution l'ensemble du laboratoire dont elle a utilisé les compétences et les connaissances; plus de 1 000 personnes se sont consacrées à l'étude d'une gamme étendue de problèmes de transport concernant les politiques et les techniques.

15. L'on avait bien conscience que les problèmes africains appelaient des solutions propres à l'Afrique. De l'avis du représentant de la Grande-Bretagne une connaissance des méthodes générales nées de la pratique au Royaume-Uni ainsi que dans de nombreux pays en voie de développement permettrait de trouver des solutions appropriées aux problèmes de l'Afrique; ces méthodes pourraient être appliquées, à quelques modifications près, aux situations originales prévalant en Afrique.

16. Le représentant de la France a déclaré que depuis le début de l'ère de l'automobile et jusqu'à une époque relativement récente, les ingénieurs ne disposaient pratiquement que d'une seule technique routière, à savoir le hérisson et le macadam.

17. Sous la pression de la circulation croissante en nombre et en poids de véhicules, l'imagination des ingénieurs a été stimulée et d'autres techniques de chaussées ont été inventées faisant appel à des matériaux, des procédés, des mises en oeuvre très variées avec des matériels perfectionnés que les progrès de l'industrie ont permis de construire.

13. Ainsi les techniques routières se sont considérablement diversifiées, non seulement selon la variété des matériaux naturels mais aussi en fonction des possibilités industrielles de transformation et d'élaboration des matières premières dont certaines n'avaient même à priori aucune vocation routière. Cette diversification des techniques routières a encore été accentuée fortement par la nécessité de tenir compte des conditions climatiques et environnantes locales.

19. En outre, il y avait les habitudes, les usages de chacun, de sorte que l'on pouvait dire que la variété des techniques routières dans le monde était quasi infinie et que chacun faisait pour le mieux dans la région particulière qui l'intéressait.

20. Selon le représentant de la France, une technique nouvelle n'avait de valeur que dans la mesure où elle répondait de façon réaliste et économique aux objectifs choisis par l'homme et pour l'homme à un moment et en un lieu donnés.

21. Le symposium réunissait des ingénieurs venant de France et du Royaume-Uni ainsi que de nombreux pays africains. Le représentant de la France espérait qu'un véritable dialogue serait instauré et que des échanges de vues interviendraient dans un large esprit de compréhension et que chacun des participants personnellement, ainsi que la technique routière africaine en général en tireraient parti.

22. Le représentant a tenu à remercier au nom du Gouvernement français le Secrétaire exécutif de la Commission économique pour l'Afrique d'avoir bien voulu patronner cette réunion, ce qui témoignait assez de l'importance accordée aux problèmes routiers en Afrique.

23. Enfin, le représentant de la France a remercié tous ceux qui avaient pris part à la réunion et y avaient apporté leur contribution.

Programme

24. Les questions ci-après ont été examinées lors du symposium :

- a) Conception et construction des routes en Afrique;
- b) Conception et réalisation des renforcements;
- c) Conception et construction des revêtements routiers bitumineux;
- d) Méthodes de prospection et d'évaluation des terrains;
- e) Rôle et organisation des laboratoires routiers;
- f) Choix des spécifications pour les routes africaines;
- g) Entretien routier;
- h) Problèmes d'ordre technique des routes internationales en Afrique.

Thème A - Conception et construction des routes en Afrique

25. Dans le document A sont brièvement décrites les méthodes utilisées pour la conception et la construction de routes en Afrique. Le document s'appuie largement sur l'expérience acquise par les ingénieurs britanniques et français qui ont observé le comportement d'un kilométrage important de routes dans de nombreux pays d'Afrique.

26. Le cas des routes en terre est traité brièvement car elles n'ont été l'objet que d'un nombre limité d'études scientifiques. Le choix des matériaux pour les routes en gravier y est traité plus en détail et il est fait mention des spécifications concernant le choix de matériaux appropriés.

27. La majeure partie de l'exposé est consacrée aux routes bitumées car le coût d'investissement de ces routes est élevé en comparaison du coût des autres catégories de routes; de plus, la réparation d'une défectuosité peut être coûteuse. La notion de construction par étapes est explicitée et deux méthodes de détermination des épaisseurs de chaussée sont données.

28. La première est une méthode souple basée sur le nombre cumulé d'essieux standards équivalents que la chaussée devra supporter. Ce procédé est utilisable dans tous les pays en voie de développement car il tient compte des détériorations causées en fonction de la valeur des charges par essieu, considérées individuellement pour toutes les catégories d'essieux que la chaussée devra supporter. Un tableau simplifié tenant compte du nombre total de véhicules commerciaux ou du nombre total de véhicules empruntant la route y a également été inclus. Chacune des méthodes évalue la résistance de la couche de forme quand sa teneur en eau atteint la valeur maximale susceptible de se produire pendant la vie de la chaussée.

29. Dans le document sont indiqués les matériaux traditionnels largement utilisés en couche de base de chaussées revêtues ainsi que les méthodes de stabilisation des matériaux de caractéristiques inférieures.

30. En conclusion sont présentées quelques commentaires sur le drainage des couches de chaussée.

Discussion du document A

31. La discussion a porté sur divers points :

a) Surcharge

32. Tous les participants ont convenu de l'importance considérable des véhicules en surcharge dans les dommages causés à la route même si les avis ont été partagés sur la validité dans les conditions africaines des coefficients d'équivalence entre les poids d'essieux, coefficients provenant des résultants des essais AASHO. Le problème qui se pose aux Etats est celui d'éviter ces surcharges; cela suppose des bascules, l'intervention de la police et des sanctions appropriées ayant pour but de

pénaliser le transporteur plus que le transporteur en surcharge ne lui rapporte. Une sanction efficace consiste à faire décharger le camion sur place le fret en excédent.

b) Climat

33. Plusieurs participants ont insisté sur l'importance fondamentale des conditions climatiques telles que pluie, évaporation, température et variation des cycles annuels et journaliers correspondants. Il a été question d'essayer d'établir des catalogues de structures de chaussées adaptées à diverses régions africaines plutôt que des règles universelles, ou même seulement africaines de dimensionnement des structures de chaussées. Plusieurs délégations ont appuyé cette idée.

c) Routes en zones d'argile gonflante

34. Le représentant du Maroc a fait une communication intéressante touchant les désordres observés au Maroc sur les routes en zone d'argile gonflante et les dispositions à prendre en matière de construction pour y remédier. Certaines de ces dispositions rejoignent celles qui ont été exposées dans le document portant sur le thème A. Elles visent essentiellement à éviter dans toute la mesure du possible les variations d'humidité dans le terrain naturel situé sous la route.

d) Matériaux pour couches de base et couches de fondation

35. On a fait observer que les latérites, qui sont des matériaux très largement répandus en régions tropicales peuvent être valablement utilisées, même si leurs caractéristiques sortent un peu des limites recommandées pour les matériaux non latéritiques. On estime en particulier que dans les pays arides on peut admettre en couches de base des latérites d'indices de plasticité de 12 et 15 selon le degré d'aridité.

36. Le problème des stabilisations a été examiné. Le représentant du Nigéria a exposé l'expérience de son pays en matière de stabilisation à la chaux (méthode abandonnée aujourd'hui) et au ciment. Un document sur la question a été mis à la disposition des participants au symposium. Il ressort d'un examen de cette question qu'il ne faudrait pas opposer la stabilisation à la chaux à la stabilisation au ciment; il s'agit de deux traitements différents qui peuvent même parfois se conjuguer et se compléter.

37. On a fait observer qu'il existait une différence importante de nature entre les améliorations au ciment ou à la chaux qui permettent d'améliorer les qualités du matériau sans en changer la nature, en particulier ceux d'entre eux qui conservent leur souplesse après la stabilisation, et les améliorations des sols ciments qui constituent au contraire un nouveau type de matériau beaucoup plus rigide.

38. Il a été reconnu que l'utilisation des sols-ciments demandait beaucoup plus d'attention car ces matériaux font généralement l'objet de fissurations, notamment en pays secs. Dans certains cas la route n'est pas gravement endommagée, mais dans

d'autres cas ces fissurations se révèlent catastrophiques. Dans les stabilisations au ciment, il est préférable d'utiliser les ciments de grosse mouture aux mortiers fins, car les fissurations sont moins importantes et la prise est plus lente. Malheureusement, les producteurs de ciment ne semblent disposés actuellement à accroître la production de ce type de ciment.

39. Les stabilisations au bitume ont été assez largement pratiquées en Afrique. En revanche, on a assez peu souvent recouru, à ce jour, à la stabilisation chimique.

40. Tant au cours de l'exposé que de la discussion, l'accent a été mis sur la nécessité de réduire les surcharges des véhicules et d'assurer un bon drainage.

41. Enfin, l'idée selon laquelle il conviendrait d'établir des catalogues de structures régionales a paru intéressante et pourrait faire l'objet de nouvelles discussions en vue d'aboutir à des mesures d'ordre pratique.

Thème B - La conception et la réalisation des renforcements

42. Le renforcement des anciennes routes inadaptées en raison de l'augmentation du trafic est un des problèmes les plus pressants qui se posent à l'ingénieur des ponts et chaussées en Afrique.

43. Dans le document est exposée l'utilisation des déflexions pour l'évaluation de l'état des chaussées souples et pour la détermination du renforcement le plus économique. On y examine l'importance du critère déflexion pour la conception du renforcement. On expose une méthode d'étude et d'analyse basée sur l'utilisation de la poutre. Une attention toute particulière est accordée à la conception des renforcements des routes en sol-ciment et des routes sur argile gonflante. On compare les divers matériaux de renforcement utilisables en Afrique en évaluant leur pouvoir de réduction de la déflexion. Quand un problème de renforcement se pose, il faut également rechercher toutes les mesures susceptibles d'améliorer le fonctionnement de la route (drainage par exemple). On insiste sur le fait que dans l'état actuel des connaissances on ne peut considérer que les mesures de déflexion sont capables de fournir toutes les solutions au problème de renforcement. Ces mesures doivent être largement appuyées par le jugement de l'ingénieur fondé sur une solide expérience locale.

Discussion du thème B

44. A l'issue de la présentation du document B, s'est ensuivie une discussion animée sur le thème qui était exposé, à laquelle ont pris part de nombreux participants. Il semble surtout que la discussion ait établi combien il est difficile d'examiner cette question précise indépendamment des autres questions.

45. Une fois de plus l'accent a été mis sur la nécessité impérieuse de prendre en considération la surcharge des véhicules lorsque l'on examine la question des renforcements. Il a été fait état de certains cas où la surcharge des véhicules, qui n'avait pas été prévue au moment de la conception, avait réduit de 15 à 3 ans la

vie de la chaussée. Il est bien évident que dans ces conditions il est beaucoup plus difficile de déterminer tant le moment opportun pour procéder au renforcement que l'épaisseur de la couche requise.

46. La question de l'efficacité des couches bitumineuses en tant que couches de renforcement a également été examinée et l'accent a été mis particulièrement sur la diminution de la résistance des couches bitumineuses soumises à des températures de surface élevées, températures qui sont communes en Afrique. La prudence a été recommandée lorsque l'on utilise des rapports concernant les épaisseurs équivalentes des matériaux, selon que le liant est un liant bitumineux ou non, à moins que ces rapports aient été déterminés à la suite d'essais réalisés dans des conditions climatiques appropriées. On a fait remarquer que lorsque l'on examinait l'état d'une chaussée bituminée il importait de distinguer les détériorations de structure occasionnées par la circulation, des détériorations provoquées par l'altération du bitume qui d'ordinaire est limitée à la partie la plus externe du revêtement.

47. En raison de l'augmentation du prix du bitume on s'est particulièrement intéressé à l'utilisation de couches de renforcement non bitumineuses, ce qui a amené à s'interroger sur l'utilité des méthodes théoriques de conception et de renforcement des chaussées. De l'avis général, si de telles méthodes présentent un très grand intérêt en ce qui concerne l'évaluation des tendances, elles n'ont de valeur pratique que dans la mesure où elles sont assorties de résultats découlant de la généralisation des essais.

48. Lors de la séance de présentation du rapport l'accent a été mis sur la nécessité de compléter les mesures susceptibles d'améliorer le fonctionnement de la route telles que le drainage; ces mesures doivent être appliquées bien avant qu'il ne soit procédé au renforcement. Cette conception a été approuvée lors de la discussion, bien que certains participants aient estimé qu'elle pourrait soulever certaines difficultés administratives dans les faits. Les participants ont été d'avis que l'on ne pouvait surestimer l'importance d'un bon drainage. En fait, dans certaines conditions le fait d'accorder l'attention qu'il convient au drainage pouvait rendre inutile dans l'immédiat tout renforcement.

Thème C - Conception et construction des revêtements routiers bitumineux

49. Lorsque la circulation sur une route en terre ou en gravier atteint un certain niveau il devient nécessaire de la munir d'une surface présentant des coûts inférieurs d'entretien et de service, et sans l'inconvénient de la poussière par temps sec. Dans la plupart des cas, la forme la plus appropriée pour l'Afrique est constituée par un revêtement bitumineux, en particulier parce que ceci permet d'adopter un processus de construction par étapes d'améliorations routières.

50. Lors d'une première étape, un processus peu coûteux, revêtement superficiel monocouche ou bicouche (traitement par répandage et gravillonnage) empêche la poussière et l'usure superficielle. La route est rendue imperméable à la pluie, ce qui maintient la structure routière en meilleure condition, avec une réduction consécutive des besoins d'entretien. La conception et la technique de construction

d'enduits superficiels dans les conditions africaines ont été examinées à la lumière de l'expérience acquise en Afrique, en Europe et en Australie.

51. Lorsque le trafic augmente, la route revêtue d'un enduit superficiel nécessite un renforcement par une couche plus épaisse de matériau bitumineux qui contribuera à sa résistance en réduisant les contraintes transmises aux parties inférieures de la structure (couche de base, couche de fondation). Normalement, les mélanges de granulats 0/D et de bitume sont préparés en usine et acheminés sur les chantiers. Le problème qui se pose à l'ingénieur africain est d'adapter les nombreux types de mélanges bitumineux mis au point dans des contrées industrialisées au climat souvent tempéré, aux différents matériaux qui sont disponibles et aux conditions climatiques plus sévères de sa région.

52. Dans le document sont décrits les principaux types de mélanges, à granulométrie continue ou discontinue, dont on présente les avantages et les inconvénients. On y suggère des adaptations nécessaires aux conditions africaines. Des procédures de formulation permettant de définir les propriétés des constituants du mélange et leur application aux conditions locales y sont examinées.

53. Les participants ont exploré les possibilités d'utiliser pour les revêtements destinés aux routes à fort trafic souvent situées dans les zones urbaines d'Afrique, une forme modifiée du "hot-rolled asphalt" comme solution de rechange à l'usage quasi universel du béton bitumineux conçu selon la méthode Marshall.

54. En conclusion, les participants ont été d'avis qu'il n'existait pas de solution unique idéale et universelle à la conception de toute forme de revêtement bitumineux. La meilleure façon pour l'ingénieur africain d'établir des spécifications correctes consisterait à analyser l'expérience acquise et à procéder à des expérimentations routières à grande échelle.

Discussion du document C

55. Une longue discussion s'est ensuivie qui a porté sur de nombreux aspects de la conception et de la construction des revêtements routiers bitumineux. Certains de ces aspects parmi les plus importants sont résumés ci-après.

a) Revêtement à plusieurs couches

56. Le calibre relatif des pierres à adopter dans les premières couches successives a fait l'objet d'un examen; il y a eu des divergences d'opinion sur le point de savoir si les petites pierres devaient suivre les pierres d'un plus fort calibre. Les participants ont admis généralement que la réponse était subordonnée à la "dureté" des matériaux. Un procédé de double traitement dans lequel une couche superficielle unique était rendue étanche par l'application d'un enrobage de liant a été présenté. Cette méthode est économique en ce sens qu'elle fait appel à toutes les fines qui sont le résidu de la production de la caillasse entrant dans la composition des couches de revêtement. Elle a donné d'excellents résultats en Afrique australe.

b) Asphalte-sable

57. Les délibérations concernant l'utilisation de couches d'usure faites d'un mélange d'asphalte et de sable (dans les cas où le sable est le seul agrégat disponible) ont fait apparaître que les terminologies étaient différentes au Royaume-Uni et en France. Le procédé le plus intéressant est un mélange de sable et de bitume liquide. On a signalé que des travaux ont été réalisés au Nigéria avec des couches de base constituées de ce mélange. Il n'y a pas de critères de stabilité bien précis pour les couches de base en asphalte-sable, et encore moins pour les couches de roulement. Des essais dans les conditions de la réalité sont nécessaires, en même temps que les recherches en laboratoire.

c) Essais mécaniques pour l'étude des combinaisons bitumineuses prémélangées

58. En Afrique où une "recette" fournie par l'expérience des pays industrialisés tempérés n'est absolument pas adaptée aux conditions, les essais mécaniques sont une méthode utile pour la détermination des formules de mélanges à des fins expérimentales. L'utilisation des méthodes de Dureiz et de Marshall et leurs défauts respectifs ont été examinés brièvement. Quoi qu'il en soit, si l'une et l'autre de ces méthodes sont utilisées avec prudence, elles peuvent fournir des indications sur les limites de contact convenables pour les liants dans le cas du béton bitumineux comme du procédé modifié de l'asphalte cylindré à chaud à liant de sable enrobé, tel qu'utilisé au Royaume-Uni.

d) Adhérence

59. Dans les parties humides de l'Afrique, l'arrachement de l'asphalte du revêtement par l'action de l'eau semble donner lieu à des préoccupations particulières. L'expérience acquise en Europe à la suite d'essais d'arrachement a été présentée. Dans le cas du Royaume-Uni, l'expérience confirmée par des essais routiers a montré que les essais avec des ornières remplies d'eau ont permis d'obtenir la meilleure estimation de cette propriété. Il a été question des substances cohérentes superficielles spéciales pouvant favoriser l'adhérence, mais elles ont été généralement écartées. Pour les matériaux prémélangés, le recours à la chaux éteinte comme élément du "coussin" est généralement efficace pour prévenir l'arrachement. Pour les couches de revêtement, le procédé consistant à enrober et à traiter les pierres au préalable est moins onéreux et plus efficace.

e) La conception des couches de revêtement

60. Les graphiques d'étude, tels que présentés au titre du Thème A, pourraient être utilisés utilement, bien qu'ils soient établis d'après des sources douteuses. La conception la plus efficace est celle qui repose sur des essais faisant intervenir des matériaux locaux dans les conditions locales. En Afrique, une des principales difficultés auxquelles donne lieu l'application de ce procédé de revêtement très efficace et économique est celle de l'arrachement pulvérulent. Le recours à un bitume très liquide (2 parties de bitume à 30 p. 100 et trois parties de pétrole lampant) a été recommandé pour le traitement préalable des pierres.

f) Expérience dans les conditions réelles

61. Les participants ont admis généralement que des recherches plus approfondies sur les revêtements asphaltés étudiés spécialement pour les conditions propres à l'Afrique étaient souhaitables. Ces recherches pourraient être faites par l'intermédiaire d'expériences dans les conditions réelles soigneusement dirigées sur les voies publiques, après l'élaboration des formules possibles à partir des résultats des essais de laboratoire.

Thème D - Méthode de prospection et d'évaluation des terrains

62. L'évaluation des terrains consiste à examiner une zone en déterminant toutes les caractéristiques du sol pouvant influencer sur la programmation, la conception et l'exécution d'un projet. La technique la mieux adaptée pour recueillir des informations dépend de l'importance du projet et du niveau de précision requis. Dans le document considéré sont décrites les trois principales techniques utilisées pour recueillir les informations par des méthodes indirectes ainsi que des exemples d'application de techniques routières.

63. L'analyse du paysage, habituellement basée sur l'étude des photographies aériennes, est utilisée pour découper une zone en unités d'étude. L'étude des propriétés techniques de ces unités constitue l'évaluation des terrains, laquelle peut être faite à l'échelle régionale en vue de déterminer la factibilité ou bien limitée à des caractéristiques bien particulières du terrain dans le cadre d'études détaillées. L'usage de l'évaluation des terrains avant la reconnaissance sur place permet de déterminer à l'avance les difficultés probables et d'orienter tout de suite la reconnaissance sur les zones les plus importantes. Outre la possibilité d'enregistrer les propriétés et le comportement du sol, elle permet d'établir des spécifications techniques générales pour chaque unité de terrain (par exemple, épaisseur des chaussées ou pente maxima des talus de déblai). En se référant à une classification de base des systèmes, il est possible de stocker les données pour des utilisations ultérieures, en particulier pour des zones géographiques différentes dans lesquelles les caractéristiques du terrain sont semblables. Dans le document sont présentés des exemples d'évaluation de terrain pour l'étude de pré-factibilité de la route transafricaine ainsi que pour un projet routier au Malawi.

64. L'interprétation des photos aériennes avec des films panchromatiques demeure la plus importante méthode d'enregistrement des caractéristiques du sol. La précision de l'interprétation est améliorée par la connaissance du pays (géologie, sol, végétation). L'analyse des systèmes géomorphologiques permet de constituer une excellente clé pour la photo-interprétation. La première étape d'une étude de photos aériennes consiste à déterminer les principales caractéristiques à l'échelle de la région (contour géologique, grande faille) sur mosaïque photo. Afin d'examiner les détails des terrains sur chacune des vues, il est nécessaire d'opérer en stéréoscopie pour avoir une image à trois dimensions. L'échelle des photographies limite les dimensions des caractéristiques identifiables. On peut obtenir plus de renseignements en utilisant des films en couleur ou des films sensibles à l'infra-rouge

(dont la fausse couleur). Les autres formes de détection électronique sont le capteur à infra-rouge et le radar (SLAR). L'avantage du radar est qu'il permet d'obtenir une image à travers les nuages, mais la résolution du système actuel n'est que de 10 à 30 mètres.

65. Les principales techniques géophysiques utilisées en génie civil sont la sismique réfraction et la résistivité électrique. Ces deux méthodes permettent de prévoir l'épaisseur des couches du sol et d'évaluer une propriété géophysique. Les études sismiques sont plus précises mais demandent davantage de travail sur le terrain. L'interprétation (type de matériaux et profondeur) doit être vérifiée par des sondages ou des puits. La méthode sismique permet de prévoir la profondeur du rocher soit pour déterminer les emplacements des carrières, soit pour évaluer les différents types de terrassements. La méthode de résistivité permet de déterminer la profondeur de la nappe et de mettre en évidence les variations horizontales du sol. L'utilisation des méthodes géophysiques dans la première phase d'une étude permet d'orienter au mieux les reconnaissances détaillées qui leur font suite. Elles sont également très utiles pour extrapoler les informations obtenues sur un site particulier à une grande surface. A l'annexe du document sont exposés le matériel et son utilisation.

Discussion sur le thème D

66. A l'issue de la présentation du document consacré au thème D, une discussion a eu lieu qui a porté sur l'utilisation des résultats de l'évaluation des terrains dans le domaine de la planification et de la conception de la construction routière.

67. Certains participants se sont intéressés à la constitution d'une banque de données concernant les méthodes géotechniques basées sur une classification des terrains semblable à celle qui existe déjà au Kenya, en Ouganda, au Nigéria ainsi que dans un certain nombre d'autres pays.

68. D'une façon générale les participants ont été d'avis que l'existence de telles banques de données contribuerait à rendre les études géotechniques futures plus efficaces en réduisant sensiblement les reconnaissances sur le terrain ainsi que les essais de laboratoire ainsi qu'en assurant une base permettant d'inscrire les problèmes que pose la planification de la construction des routes dans l'ensemble du développement des ressources nationales et notamment de l'agriculture.

69. On a souligné que la plupart des pays disposaient de l'expérience et des ressources techniques nécessaires pour créer leur propre système de classification des terrains que se soit au niveau national ou régional ou aux fins de projets de construction routière particuliers.

70. Pour assurer la mise en place de tels systèmes, il est essentiel qu'entre les principaux laboratoires nationaux de travaux publics et les organismes gouvernementaux s'intéressant à ces études soient établis des liens dans les domaines concernant les techniques routières.

71. Il a été fait état de l'utilisation des classifications de terrains pour enregistrer la fréquence des glissements dans le cas des terrains à forte pente. Il ressort de l'expérience acquise en Colombie que certaines formes d'instabilité peuvent être classées au niveau des facettes et permettent ainsi de prévoir des glissements éventuels lorsque l'on envisage des travaux routiers. Dans de nombreuses régions d'Afrique se posent certains problèmes du fait de la forte inclinaison du terrain. Le représentant du Maroc a fourni un certain nombre de détails sur les rapports existant entre la géologie et les glissements de terrain. Il a été fait état de l'utilisation croissante de photos aériennes pour le levé des ressources.

Thème E - Rôles et organisation des laboratoires routiers

72. Dans ce document sont passées en revue les diverses activités qui sont du ressort d'un laboratoire routier et indiquées les meilleures méthodes pour obtenir une efficacité maximum. On y examine successivement les activités de laboratoire dans les domaines suivants :

- a) Etudes particulières concernant soit des routes neuves, soit des améliorations et des transformations de routes existantes. Dans le premier cas des études géotechniques sont nécessaires à tous les stades depuis la phase préliminaire de la factibilité jusqu'au projet d'exécution;
- b) Contrôle des travaux, qui ne doivent pas être seulement des contrôles de conformité mais doivent tendre à obtenir la meilleure qualité possible. C'est à partir de ces contrôles qu'on peut améliorer les normes;
- c) Observation de la tenue des chaussées et des ouvrages, débouchant sur une politique d'entretien et de renforcement;
- d) Etudes d'intérêt général, comme l'inventaire et la cartographie des sols et des ressources en matériaux, le recueil et l'exploitation des données sur une région, un matériau ou une technique;
- e) Mise au point de spécifications locales adaptées aux matériaux, au climat et au trafic des différentes régions;
- f) Recherches concernant de nouveaux matériaux ou de nouvelles techniques;
- g) Documentation, renseignements techniques et formation professionnelle.

Discussion sur le thème E

73. Plusieurs questions ont porté sur l'adaptation des caractéristiques aux conditions locales ainsi que sur la manière de développer la coopération entre les Etats.

74. Le problème des stabilisations à la chaux a également été évoqué et divers exemples de fabrication locale ont été commentés.

75. Le développement des méthodes de compactage à teneur en eau nulle a suscité un grand intérêt. On a abordé le problème de la classification de sols qui s'y prêtent et souligné la difficulté d'opérer avec des sables sans aucune cohésion.

76. La discussion a également porté sur les possibilités de stabilisation mécanique des matériaux routiers et sur les divers emplois possibles des mesures de déflexion.

Thème F - Choix de spécifications pour les routes africaines

77. La mise au point d'un système routier adéquat doit être considérée comme une partie essentielle d'un programme de développement économique. Le document examine ce que l'on entend par "adéquat" et adopte comme critère le concept du coût de transport total minimal durant la durée du service de l'investissement. On estime qu'il n'est pas possible d'appliquer dans les pays en voie de développement des spécifications routières trop sévères et qu'il faut utiliser un programme de construction progressif appuyé par un programme d'entretien bien planifié. Les zones urbaines où les niveaux de circulation sont particulièrement élevés constituent probablement une exception. Dans ce cas il est indiqué d'utiliser les spécifications routières établies dans les pays développés mais les modifications dues au climat et à la composition du trafic sont examinées.

78. Les avantages résultant des améliorations routières (réduction des coûts de service, des coûts d'entretien et économie de temps) y sont présentés et l'on suggère d'utiliser comme indice de base la relation entre ces coûts et les caractéristiques routières; cette relation servira également à établir les spécifications optimales. Dans le document est également exposée en détail une méthode utilisant les vitesses des véhicules.

79. On y décrit brièvement des méthodes plus complexes mais on souligne que, quelle que soit l'approche adoptée, il est essentiel de disposer de données appropriées. Il est suggéré à quelques pays d'examiner leur position touchant les données nécessaires à la prise de décision concernant les investissements routiers et de combler les lacunes.

80. Il faut prêter attention au dimensionnement et prendre en compte les caractéristiques des matériaux locaux et les conditions climatiques.

81. L'analyse des problèmes d'entretien routier ne peut être faite que sur la base d'études locales, les extrapolations d'un pays à un autre étant hasardeuses.

82. Enfin sont indiquées dans l'exposé les difficultés de transférer les résultats obtenus d'un pays à un autre et on y souligne que les principes de base exposés peuvent être utilisés par tout pays dans la préparation de sa propre politique concernant les spécifications routières.

Discussion du document F

33. Les différentes normes techniques qui servent à la préparation des projets et à la mise au point des différents travaux à effectuer revêtent une grande importance pour la construction et l'entretien d'un réseau routier.

34. Afin de faciliter l'étude des interactions que peuvent avoir différentes normes, certains modèles ont été proposés. Ces modèles sont en général composés de sous-ensembles reliant entre eux i) les caractéristiques géométriques et l'état de surface de la chaussée d'une part, le coût d'exploitation des véhicules, d'autre part; ii) le dimensionnement de la chaussée, la nature et le volume du trafic et la vitesse de dégradation; et iii) la nature de l'entretien, le trafic et la vitesse de dégradation. Le critère idéal adapté a été celui du coût global minimum.

Thème G - Entretien routier

35. L'entretien routier peut revêtir des aspects très différents suivant les différentes administrations routières qui en ont la charge, tant sur le plan de son extension que sur celui des dépenses ou des normes de réalisation des travaux. Les décisions prises en matière d'entretien dépendent trop souvent de critères subjectifs et il y a un urgent besoin de meilleurs systèmes d'évaluation de l'état des routes. Entre-temps, il convient d'améliorer l'organisation et la formation du personnel et adopter une politique d'entretien plus énergique.

36. Les routes en terre et en gravier sont généralement classées en trois catégories : les pistes, le niveau intermédiaire et les routes améliorées (routes en gravier répondant à des normes précises). L'exposé porte sur les principaux besoins d'entretien de ces routes ainsi que sur les vitesses de formation de tôle ondulée et de perte en gravillons enregistrées dans divers pays. Plusieurs techniques de profilage sont comparées. Les pistes présentent des problèmes d'entretien spécifiques car, en dépit de leur construction sommaire elles doivent parfois supporter des trafics lourds pendant les périodes de pointe. Le rechargement en gravillons devra être précédé d'une étude sérieuse des matériaux, des sources d'approvisionnement en eau et du climat. Dans la mesure du possible, le compactage sera effectué pendant les pluies.

37. Les matériaux destinés aux couches de base des routes bituminées doivent être choisis avec plus de rigueur que ceux des routes en gravier. La plupart des routes bitumées ont les mêmes problèmes de fissuration, de formation de nids de poule, d'arrachement de gravillons, etc.. Les causes de ces détériorations et le moyen d'y remédier sont commentées. Des éléments sont également proposés pour les travaux ultérieurs destinés à mettre au point une méthode d'évaluation des besoins d'entretien.

38. Afin d'assurer efficacement le maintien en état des réseaux routiers, l'organisation de l'entretien doit être logiquement conçue et planifiée. Une meilleure

définition des tâches permettrait de réunir et de traiter des informations plus fiables afin de mettre en évidence des zones de grande et de faible efficacité. Le traitement des données devrait être confié à des unités spéciales dans le but d'améliorer les méthodes, de réduire les coûts et d'obtenir des normes supérieures d'entretien. Il conviendra en outre de mettre au point des programmes de formation qui correspondent mieux aux besoins humains et techniques.

89. Les coûts réels de l'entretien routier sont souvent difficiles à évaluer en raison des systèmes de comptabilité peu cohérents et de la mauvaise tenue des écritures. Dans le document consacré à l'entretien routier sont définis les charges et les postes budgétaires correspondants. Il est également fait état des coûts approximatifs de diverses opérations en fonction du trafic pour différents pays; on y propose une approche permettant de relier les coûts d'entretien des routes bitumées au nombre "d'essieux-standards".

90. Parmi les recommandations formulées dans le document on peut citer :

- i) Un plus grand nombre de tronçons-test représentatifs d'un large éventail d'environnements;
- ii) Des systèmes d'information et de traitement des données plus perfectionnés;
- iii) Des programmes de formation efficaces;
- iv) La fixation de normes à atteindre concernant l'état et la tenue des routes.

91. Deux documents supplémentaires sur l'entretien routier ont également été présentés concernant respectivement la Côte d'Ivoire et le Niger.

a) L'entretien des routes en Côte d'Ivoire

92. Dans ce document est commenté le rôle joué par le réseau routier existant en Côte d'Ivoire dans le processus continu de développement économique et social qui est lié à la croissance du trafic journalier moyen. Les méthodes de construction et d'entretien des différents types de route y sont décrites en détail, de même que l'effet des conditions climatiques et des charges par essieu sur le travail des différents services d'entretien.

93. Dans le document figure un état complet des organismes gouvernementaux intervenant dans les travaux routiers, tant du point de vue de la main-d'oeuvre que de celui du matériel. On y indique qu'un haut niveau de service est exigé pour les opérations d'entretien routier et l'on y analyse la façon de satisfaire cette exigence au mieux sans dépasser les limites budgétaires prévues.

b) L'entretien routier en République du Niger

94. La République du Niger est totalement enclavée; elle est dépourvue de lignes de chemin de fer, et à l'heure actuelle, son réseau routier doit répondre dans une large mesure à la demande de transport en raison du très faible développement du transport aérien et fluvial. Il est par conséquent primordial de bien entretenir le réseau routier existant et d'assurer un développement adéquat.

95. Dans le document sont décrites les techniques d'entretien ordinaire et périodique applicables aux routes en terre, aux routes bitumées, aux dispositifs de drainage et aux ouvrages. On y fournit en outre des exemples de coût typiques. Des précisions sont également données sur l'organisation des services d'entretien routier et des services de matériel récemment réorganisés dans le but de coordonner la planification, les réparations et l'entretien du matériel nécessaire aux opérations d'entretien routier. Afin de contrôler les coûts du matériel, un système de comptabilité analytique a été introduit. Dans le document on insiste également sur la formation de personnel et sur la tenue de rapports complets ainsi que sur la nécessité de sensibiliser l'opinion à l'importance que revêt l'entretien routier.

Discussion des documents présentés par la Côte d'Ivoire et la République du Niger

96. Bien que les moyens utilisés et les résultats soient différents, ils n'en sont pas moins adaptés aux buts des stratégies adoptées par chacun des pays et aux obstacles auxquels ils se heurtent.

97. On a fait remarquer qu'il existait des rapports et des interactions entre les points suivants : les investissements routiers, les coûts de transport, l'environnement (sol, climat) et l'organisation de l'entretien des routes.

98. Il existe également un rapport entre l'entretien des routes et les "agressions" que la route subit. Il existe un entretien propre à l'agression due au trafic et un autre entretien dans le cas de dommages causés par des phénomènes indépendants du trafic. Il est incontestable que des rapports existent entre ces deux types d'entretien qu'il ne faut jamais perdre de vue. Un mauvais drainage, par exemple, a souvent un effet plus destructeur que le trafic lui-même sur le comportement d'une chaussée et d'un revêtement.

99. On a également fait remarquer que l'entretien routier dépendait généralement et en grande partie du matériel qui peut représenter jusqu'à 70 p. 100 des dépenses budgétaires des travaux publics. Toutes les opérations d'entretien routier doivent donc comporter des mesures d'organisation et de gestion du service du matériel. Négliger la question du matériel entraînerait à terme une remise en ordre impérative et une perte d'efficacité dans l'entretien routier. Il faudrait toutefois veiller à ne pas attacher plus d'importance aux besoins du service du matériel, qui aurait par exemple un suréquipement en matériel ou une gestion inadéquate, qu'au budget de l'entretien des routes.

100. L'entretien routier doit être à la mesure des moyens des pays, tant en ce qui concerne leurs ressources financières, que le personnel et le matériel, afin que leurs réseaux routiers conservent leurs qualités de permanence, de rapidité, de solidité, de confort et de sécurité. Pour respecter ces normes il faut que l'entretien soit organisé, programmé, bien fait, calculé au plus juste prix et en rapport avec le niveau de service attendu.

101. La délégation du Maroc a présenté un exemple très éloquent d'influence de la qualité des sols sur les travaux d'entretien des routes. La construction de routes au Maroc dans des terrains montagneux instables a accéléré les phénomènes de glissement de terrain et d'érosion régressive. L'entretien consiste alors à chercher à corriger les inconvénients mal connus ou ignorés au moment de la construction.

102. Un certain nombre de participants ont exposé la façon dont ont été entreprises les opérations d'entretien des routes dans leur pays. Il est à remarquer que cette question préoccupe beaucoup les Etats africains.

103. L'entretien améliorant complète l'entretien courant et périodique et permet de supprimer certains points "durs" de la route en utilisant au mieux l'organisation d'entretien existante. Il ne doit pas gêner les deux autres sortes d'entretien.

104. Un représentant a rappelé que si la végétation est souvent recherchée pour fixer les sols pour lutter contre l'érosion, elle peut être une gêne pour la route car elle entraîne un défaut de visibilité et envahit la plateforme. On peut même dire qu'elle est très néfaste sur les routes en régions forestières humides, car elle défavorise l'action du soleil et du vent et diminue sensiblement l'évaporation.

105. Il a été déclaré que le Gouvernement nigérian avait adopté une nouvelle méthode de construction de routes bitumées et n'acceptait plus de projets de routes bitumées à une voie à cause des difficultés de leur entretien.

106. En réponse à la question de savoir si la tôle ondulée pouvait être effacée ou amoindrie par un aménagement des véhicules en circulation, on a indiqué que la solution à ce problème spécifique des routes en terre ou en gravier n'était pas encore connue malgré les recherches sur les matériaux et sur des moyens plus ou moins appropriés.

107. Aucune solution définitive n'a encore été trouvée à l'entretien des routes sujettes à des vents de sable. Il a été procédé à des essais au Sahara, mais les solutions techniques sont souvent onéreuses et le dessablement mécanique reste souvent à terme le seul remède dans les régions sablonneuses exposées au vent.

108. En réponse à une question concernant les rapports entre les politiques de construction routière et les politiques d'entretien des routes, les conférenciers ont estimé que les gouvernements devaient considérer la construction d'une route, la planification, l'organisation et le financement de son entretien, comme deux aspects

d'une même question. Il n'y a pas de constructions routières sans nécessité d'entretien. Pour être durable et cohérente, une politique routière se doit donc d'avoir un objectif d'entretien routier.

109. Un participant a demandé comment l'on pouvait apprécier la qualité d'un entretien lorsqu'existent des conditions climatiques rigoureuses. La réponse à une telle question n'est pas facile à donner étant donné que les évaluations varient selon les personnes. Les usagers ont également leur mot à dire, quoique l'on doute qu'ils soient qualifiés pour le faire.

110. Pour l'ingénieur il faut en matière d'entretien tenir compte de tous les facteurs et proposer des techniques appropriées.

111. Enfin, l'utilisation d'une route est souvent surestimée et l'entretien ne peut remplacer une construction de route adaptée à l'environnement.

112. En conclusion, les participants ont estimé que l'entretien des routes en Afrique constituait un vaste domaine qui méritait un examen et une recherche commune plus approfondie, notamment en ce qui concerne la technique, les matériaux, la formation du personnel, les spécifications, la gestion, la collecte et le traitement des informations qualitatives, quantitatives ou relatives aux ressources financières.

Thème H - Problèmes d'ordre technique des routes internationales en Afrique

113. Le réseau routier actuel de l'Afrique est toujours insuffisant et le plus souvent son état est trop médiocre pour permettre une exploitation complète des ressources du continent.

114. L'une des caractéristiques du réseau routier africain réside en ceci qu'il s'agit en fait d'un grand nombre de réseaux routiers nationaux non intégrés, nombre de pays africains n'ayant aucune liaison routière avec les Etats voisins.

115. La Commission économique pour l'Afrique porte ses efforts sur d'importants projets tels que la route transafricaine (Mombasa-Lagos), le réseau de l'axe routier ouest-africain et la route transsaharienne. Ces grandes routes seraient les principaux éléments du réseau routier panafricain et selon les besoins elles seraient reliées entre elles simultanément ou progressivement pour constituer par étapes un réseau continental.

116. Dans ce document sont brièvement exposés les problèmes autres que techniques qui se posent, tels que les problèmes physiques, de financement, de formalités douanières et frontalières.

117. Certains des problèmes techniques auxquels il convient de trouver une solution satisfaisante pour accélérer l'aménagement des grandes routes internationales en Afrique y sont également examinés.

113. En conclusion, est proposé un programme d'activités visant à permettre un développement plus rapide des transports routiers internationaux en Afrique.

Documents divers

119. Les quatre documents suivants ont été présentés et discutés :

- i) Caractéristiques du trafic sur les routes de desserte au Ghana et nécessité d'un nouveau développement;
- ii) Utilisation de chaux produite localement pour stabiliser les couches de base;
- iii) Revision of Road Note 31 - A guide to the structural properties of bitumen-surfaced roads in tropical and sub-tropical countries;
- iv) On apprend toute sa vie.

Caractéristiques du trafic sur les routes de desserte au Ghana et nécessité d'un nouveau développement

120. Dans le document sont brièvement décrites les tentatives réalisées dans le passé pour étudier les besoins des routes de desserte au Ghana. On y commente également certaines conclusions auxquelles ont abouti des études portant sur les caractéristiques du trafic, les mouvements de marchandises, les charges transportées et l'état de certaines routes de desserte sélectionnées ainsi que le rôle joué par ces différents facteurs en ce qui concerne la détermination du besoin considérable en matière de développement des routes de desserte. Dans l'exposé on fait état de la nécessité d'effectuer des recherches complémentaires.

ii) Utilisation de chaux produite localement pour stabiliser les couches de base

121. Une chaux produite localement par calcination de calcaire a été utilisée pour stabiliser une grave micacée, argileuse et sableuse, devant être employée pour la construction de la couche de base d'une route. On a procédé à la comparaison en laboratoire du gain de résistance obtenu par stabilisation à la chaux produite localement d'une part, par la chaux vive d'importation d'autre part. L'examen a permis de conclure que la chaux produite localement pouvait être utilisée avec succès pour améliorer la qualité des graviers présentant une teneur en argile et un indice de plasticité plus élevés que les niveaux autorisés par les spécifications.

iii) Revision of Road Note 31 - A guide to the structural properties of bitumen-surfaced roads in tropical and sub-tropical countries

122. Les pays en voie de développement présentent une vaste gamme de limites légales de charges par essieu allant de 7 000 à 13 000 kilogrammes; certains pays n'ont pas de limites légales. Dans la note révisée le trafic est exprimé en nombre équivalent

d'essieux standards de 8 200 kilogrammes que la route aura à supporter pendant toute sa durée de vie. La méthode utilisée pour calculer le nombre d'essieux équivalents standards met en évidence les détériorations les plus graves occasionnées par les poids lourds ainsi que les avantages que présenterait la mise en oeuvre d'une législation réaliste en matière de limitation des charges par essieu.

123. Dans la plupart des pays en zone tropicale, lorsque le système de drainage a été bien conçu, la teneur en eau de la couche de fondation ne parvient jamais à dépasser la teneur optimum de compactage. En fait, dans ces pays, les couches de fondation présentent souvent une teneur en eau plus faible et une résistance plus grande que celle que l'on observe dans les pays à climat tempéré. C'est pourquoi dans la note révisée est étudiée en détail la façon de déterminer la teneur en eau pour laquelle il conviendrait de mesurer la résistance de la couche de forme afin d'étudier une chaussée qui soit la plus économique possible.

124. Il est difficile de prévoir la croissance du trafic dans les pays en voie de développement et toute surestimation peut entraîner des investissements prématurés de capitaux. Pour cette raison il est nécessaire d'adopter une approche qui tienne compte d'une construction par étapes. La courbe d'épaisseur de chaussée contenue dans la note révisée prévoit l'addition d'une courbe de renforcement lorsque le chiffre de 0,5 million d'essieux standards est atteint. De plus, la note révisée indique une méthode permettant d'évaluer la durée de vie résiduelle de la chaussée et de déterminer l'épaisseur du rechargement. Des indications concernant le choix des matériaux pour la construction de la chaussée y sont également données.

iv) On apprend toute sa vie

125. Le Ministère des travaux publics est le principal employeur d'ingénieurs de toutes disciplines au Kenya. Dans ce document est décrite la formation pratique dispensée pendant une période de trois ans à l'issue de leurs études aux ingénieurs civils désirant entrer dans le Département des routes du Ministère. La formation comprend un rattachement à une entreprise de travaux publics et à un bureau d'études, ainsi que des périodes plus courtes dans les divisions d'étude et de matériaux au Département des routes.

126. Afin de disposer d'un nombre suffisant de techniciens qualifiés, le Ministère des travaux publics organise des cours de topographie, de dessin et de photogrammétrie à l'Ecole polytechnique du Kenya. Le cours de photogrammétrie comporte des stages dans le Service topographique kényen (Survey of Kenya) et à l'Institut suisse des techniciens de photogrammétrie.

127. Les chefs de travaux, inspecteurs et contrôleurs travaillant outre-mer bénéficient eux aussi d'une formation continue. Les contrôleurs et les inspecteurs exerçant avant tout des activités de gestion et de contrôle peuvent suivre des cours organisés par le Service de formation du ministère. Des cours spéciaux de formation sont également organisés par ce service à l'intention des opérateurs et des mécaniciens.

Clôture du symposium

128. Lors de la séance de clôture du symposium les participants ont recommandé entre autres la création de comités techniques inter-Etats en vue de la coordination de la recherche routière, d'un centre de documentation routière en Afrique, l'intensification de la formation et l'organisation d'autres symposiums identiques (voir annexe II).

Annexe I : LISTE DES DOCUMENTS PRESENTES

1. Résumé des communications
2. Thème A : Conception et construction de routes en Afrique
3. Thème B : Conception et réalisation des renforcements
4. Thème C : Conception et construction de revêtements routiers bitumineux
5. Thème D : Méthode de prospection et d'évaluation des terrains
6. Thème E : Rôle et organisation des laboratoires routiers
7. Thème F : Choix des spécifications pour les routes africaines
8. Thème G : Entretien routier
9. Thème H : Problèmes d'ordre technique des routes internationales en Afrique

Documents divers

10. Les couches de surface en matériaux bitumineux
11. Caractéristiques du trafic sur les routes de desserte au Ghana et nécessité d'un nouveau développement
12. Utilisation de chaux produite localement pour stabiliser les couches de base
13. L'entretien des routes en Côte d'Ivoire
14. L'entretien routier en République du Niger
15. On apprend toute sa vie
16. An assessment of the condition of sections of the trans-African Highway in Kenya: the design of strengthening overlays
17. Road research in Africa
18. Appendix to road research in Africa
19. The application of terrain evaluation to road engineering
20. Proposed revision of Road Note 31: A guide to the structural design of bitumen-surfaced roads in tropical and sub-tropical countries

Annexe II : RECOMMANDATIONS

I. CREATION DE COMITES TECHNIQUES INTER-ETATS EN VUE
DE LA COORDINATION DE LA RECHERCHE ROUTIERE

Le Symposium

Notant avec satisfaction la résolution adoptée par la Conférence sur l'application de la science et de la technique au développement de l'Afrique (CASTAFRICA), dans laquelle il est déclaré que la mise au point de nouveaux revêtements routiers constitue l'un des problèmes les plus importants posés à l'Afrique,

1. Recommande l'identification sur le continent africain de différentes zones géographiques présentant des conditions climatiques et géotechniques similaires aux fins de la création de comités techniques inter-Etats de coordination de la recherche routière dotés d'une haute compétence technique;

2. Recommande en outre que les comités encouragent l'extension des laboratoires de recherche existants ainsi que la création de nouveaux laboratoires.

II. DOCUMENTATION

Le Symposium

Désireux de promouvoir et d'appuyer la coopération,

Sachant qu'il n'existe aucune publication dans laquelle il serait possible de publier des articles sur la planification et les techniques routières présentant un intérêt particulier pour l'Afrique,

1. Recommande la création d'un centre africain de documentation routière sous l'égide de la CEA;

2. Prie l'Association des ingénieurs africains des ponts et chaussées, dont la création est imminente, d'examiner de toute urgence les moyens de créer une revue africaine consacrée à la planification et aux techniques routières.

III. PROGRAMME DE RECHERCHE DANS LE DOMAINE
DES TECHNIQUES ROUTIERES

Le Symposium

Désireux de promouvoir une recherche spécifiquement africaine et de permettre le développement de laboratoires nationaux,

1. Recommande qu'une fois créé, chacun des comités techniques mentionnés dans la recommandation I soit invité à définir un programme de recherche intéressant les différents domaines des techniques routières;

2. Propose que l'exécution de ce programme soit confiée à des instituts de recherche africains assistés éventuellement par des organismes de recherche non africains.

IV. HARMONISATION DES TERMINOLOGIES

Le Symposium

Notant l'existence de certaines disparités dans les conceptions et la terminologie relatives aux techniques routières en Afrique,

Recommande qu'un effort soit entrepris en vue d'assurer la coordination et l'uniformisation des conceptions et spécifications techniques.

V. PROCHAINE CONFERENCE

Le Symposium

Considérant la diversité et l'étendue des domaines touchant les techniques routières,

1. Recommande qu'à l'avenir les conférences se limitent à la coordination de la planification routière et aux recherches en matière de construction, et que des conférences régionales, au cours desquelles il serait procédé à l'examen approfondi de questions présentant un intérêt local soient encouragées;

2. Souhaite vivement que l'esprit qui a présidé au Symposium persiste et que d'autres réunions soient organisées tous les deux ou trois ans sous l'égide de la Commission économique pour l'Afrique.

VI FORMATION

Le Symposium

Conscient de la nécessité d'assurer certaines incitations en vue du développement des techniques routières en Afrique,

1. Prie instamment les pays développés d'accroître leur assistance dans le domaine de la formation en cours d'emploi;

2. Recommande aux gouvernements africains d'instaurer une coopération mutuelle dans les domaines touchant la formation en cours d'emploi.

VII. REMERCIEMENTS EXPRIMES A LA CEA ET AUX GOUVERNEMENTS BRITANNIQUE ET FRANCAIS

Le Symposium

Apprécient à leur juste valeur les efforts déployés par la CEA et les gouvernements britannique et français pour assurer le succès du symposium,

Exprime sa reconnaissance à la CEA ainsi qu'aux gouvernements britannique et français qui ont permis la tenue du symposium, forgeant ainsi un lien réel entre les nations africaines.