

AFRICAN UNION

الاتحاد الأفريقي



UNION AFRICAINE

UNIÃO AFRICANA

P.O. Box 3243, Addis Ababa, ETHIOPIA Tel.: (251-11) 5182410 Fax: (251-11) 5182450
Website: www.au.int

Annexe II

DIRECTIVES GENERALES POUR LA CONCEPTION, LA CONSTRUCTION/RECONSTRUCTION, LA REHABILITATION ET L'ENTRETIEN DU RESEAU AUTOROUTIER TRANSAFRICAINES

I- Introduction

Les directives générales qui suivent fournissent les caractéristiques et paramètres minimum pour la conception, la construction/reconstruction, la réhabilitation et l'entretien du réseau autoroutier transafricain. Elles fournissent également une classification et prennent en compte les éléments de sécurité routière, de confort des usagers, de durée des trajets, du trafic et les avantages économiques globaux y relatifs.

Tous les pays et parties prenantes feront tout leur possible pour respecter ces dispositions lors de la construction de nouvelles routes et l'amélioration de celles déjà existantes. Dans les zones bâties, des efforts doivent être faits pour rationaliser les conditions existantes, de mettre en place une signalisation routière adéquate et des carrefours afin d'assurer la prise en charge de la sécurité routière. L'option de l'aménagement d'un contournement devra également être envisagée.

II. CLASSIFICATION DU RESEAU AUTOROUTIER TRANSAFRICAINES

La classification adoptée pour le réseau autoroutier transafricaine est présentée dans le Tableau All-1.

Tableau All-1 : Classification des routes transafricaines

Classe	Caractéristiques	Type de revêtement
Principale	autoroutes	Béton Bitumineux ou béton de ciment
Classe I	2x2 voies ou plus	Béton Bitumineux ou béton de ciment
Classe II	2 voies	Béton Bitumineux ou béton de

		ciment
Classe III	2 voies (étroites)	Béton bitumineux, ou enduit superficiel bi ou tricouche

La description de chaque classe est donnée ci-après :

Route de classe principale : C'est une autoroute qui assure une circulation sans entrave. Elle est exempte de carrefours plans avec d'autres routes, chemins de fer ou voies piétonnes. Les croisements sont effectués par des passages supérieurs et des passages inférieurs transversaux à la route. Les entrées et sorties de la route sont effectuées au droit des échangeurs par des bretelles qui permettent les mouvements d'accélération et de décélération entre la route principale et les voies de dégagement ou les routes collectrices. Il est interdit aux charrettes à traction animale, cyclistes et piétons d'accéder aux routes à accès limité afin d'assurer la sécurité routière et de minimiser toute entrave à la circulation.

Route de classe I : C'est une route à chaussées séparées par un terre-plein central. L'accès est partiellement contrôlé par l'intermédiaire de carrefours plan. Des échangeurs peuvent être utilisés à certains points, en tenant compte de la sécurité et de la prévention des accidents. L'accès doit être confiné à un nombre limité de points d'entrée et de sortie et des voies spéciales sont aménagées pour les changements de vitesse et changements de direction aux carrefours. Les entrées et sorties directes des routes adjacentes sont interdites.

Route de classe II : Elle est composée de deux voies, une dans chaque sens, sans terre-plein central. Les carrefours de ces routes sont à niveau. Des échangeurs peuvent être utilisés en cas de nécessité.

Route de classe III : Elle est identique à la route de classe II mais avec une largeur de voie plus étroite (3,25 m) et un revêtement qui peut être en enduit superficiel bi ou tricouche.

III. CARACTERISTIQUES GÉOMÉTRIQUES

III.1- Champ d'application

Ces directives sont destinées aux réseaux autoroutiers transafricains en rase campagne.

III-2 Trafic : la construction de nouvelles routes ou l'amélioration de routes existantes doit être basée sur des prévisions de volumes de trafic pendant la durée de vie théorique de la route fixée à 15-20 ans.

III-3 Le Trafic Moyen Journalier (TMJ) : Il est pris en compte dans la conception et est généralement basé sur les données recueillies sur une période d'un an. Le Trafic Moyen journalier TMJ est utilisé si les données disponibles couvrent la période d'une année.

III-4 Revêtement

Le revêtement : la résistance au dérapage du revêtement constitue un bon indicateur pour assurer la sécurité sur les routes et minimiser les risques d'accidents, surtout par temps de pluie. La rugosité de la chaussée joue un rôle important dans la résistance au dérapage. La rugosité de la chaussée peut être de deux types : une *microrugosité* avec des ondes de 0 à 0,5 mm et une *macrorugosité* avec des ondes de 0,5 à 50 mm. La microrugosité fournit un frottement à sec et constitue une propriété souhaitable de revêtement. La macrorugosité fournit un frottement sur route mouillée, particulièrement à vitesses élevées. Pour les routes ayant des vitesses de référence supérieures ou égales à 75 km/h, de bonnes microrugosité et macrorugosité sont requises. Une macrorugosité excessive augmente la résistance au roulement et entraîne ainsi une augmentation de la consommation de carburant et de l'émission de CO₂ contribuant au réchauffement de la planète. Une macrorugosité d'une profondeur moyenne d'environ 1 mm est un nombre acceptable.

III-5 Distance de visibilité

Distance de visibilité sur obstacle : il s'agit de la distance limite en deçà de laquelle le dépassement est interdit. Les distances de visibilité sur obstacle recommandées pour différentes vitesses de référence sont présentées dans le Tableau AII-2.

Tableau AII-2 : Distance de visibilité sur obstacle

Vitesse de référence (km/h)	Distance de visibilité sur obstacle (m)
40	110
60	170
80	240
100	320
120	430

Distance de visibilité de perception-réaction : il s'agit de la distance de visibilité de la route qui permet au conducteur d'agir en conséquence. Le Tableau AII-3 indique la distance d'arrêt en sécurité du véhicule :

Tableau AII-3 : Distance de visibilité de perception-réaction

Vitesse de référence (km/h)	Distance de visibilité de perception-réaction
-----------------------------	---

	(m)
40	130
60	190
80	240
100	300
120	350

Distance de visibilité de dépassement : il s'agit de la distance relative à la manœuvre de dépassement par le conducteur. Il peut s'agir d'un dépassement complet ou de la renonciation à un dépassement. Les distances recommandées sont présentées dans le Tableau All-4.

Tableau All-4 : Distance de visibilité de dépassement sur routes

Vitesse de référence (km/h)	Distance de visibilité pour dépassement (m)	
	Manœuvre réussie	Manœuvre abandonnée
40	290	-
60	410	226
80	540	312
100	670	395
120	800	471

III-6. Classification du relief

Le relief est la dimension verticale et horizontale de la surface terrestre. Il est caractérisé par le dévers, la pente et l'orientation. Le relief affecte l'écoulement de l'eau et sa répartition sur la surface terrestre. La classification du relief est indiquée dans le Tableau All-5.

Tableau All-5 : Classification du relief

Classification du relief	Pente
Pente nulle (N)	0 à 10 %
Vallonné (V)	Plus de 10 à 25 %
Montagneux (M)	Plus de 25 à 60 %
Pente forte (R)	Plus de 60 %

III-7. Vitesse de référence (km/h)

La vitesse de référence dans un projet d'aménagement ou de construction d'une route, est le paramètre qui permet de définir les caractéristiques d'aménagement des points particuliers d'une section de route, de telle sorte que la sécurité du véhicule isolée soit assurée.

Les vitesses de référence sont fixées en fonction des classes du relief et de la route. Des vitesses de 120, 100, 80, 60, 50, 40 et 30 kilomètres par l'heure sont utilisées pour déterminer les caractéristiques géométriques des routes. La vitesse de référence des diverses classifications routières en fonction du relief est présentée dans le Tableau All-6.

Tableau All-6 : Vitesse de référence en fonction de la classification routière et du relief (km/h)

Relief	Classe Principale	Classe I	Classe II	Classe III
Pente nulle (N)	120	100	80	60
Vallonné (V)	100	80	60	50
Montagneux (M)	80	50	50	40
Pente forte (R)	60	50	40	30

III-8 L'emprise routière

L'*emprise routière* est le domaine public réservé pour l'aménagement routier et pour son extension future. Les largeurs d'emprises adoptées sont données dans le tableau All-7 ci-après :

III-9 Profil en travers

Le profil en travers d'une route comprend certains ou la totalité des éléments suivants :

- la *chaussée* : partie de la route réservée à la circulation des véhicules ;
- l'*accotement* : partie de la route réservée aux piétons ou à l'arrêt d'urgence des véhicules ;
- la *largeur roulable* : ensemble chaussée et accotements ;
- le *terre-plein central* : la séparation matérielle ou peinte aménagée pour diviser les routes en deux chaussées adjacentes ;
- les *voies pour charrettes à traction animale, cyclistes et piétons* ;
- les *zones utilitaires (réservées pour les réseaux divers) et paysagères* ;
- les *ouvrages d'assainissement latéraux* ;
- la *largeur de dégagement* : distance comprise entre le bord de la chaussée et un obstacle fixe ou une pente infranchissable.

Certaines décisions concernant le profil en travers sont prises lors de la conception du projet, comme la capacité et le nombre de voies pour l'installation. D'autres décisions, comme la classification fonctionnelle, sont prises plus en amont. Pour ces paramètres, le Tableau All-7 indique les plages de valeurs adoptées pour les dimensions à utiliser en profil en travers. Il inclut notamment la largeur de l'emprise

routière, la largeur des voies, la largeur de l'accotement, la largeur du terre-plein central, les dévers de la chaussée et de l'accotement.

Les charrettes à traction animale, les cyclistes et les piétons doivent être séparés de la circulation à l'aide de voies et/ou trottoirs sur les tronçons où leurs présences pourraient être susceptibles d'affecter le trafic et la sécurité routière.

III-10 Tracé en plan

Le tracé en plan est une succession d'alignements droits et de courbes pour assurer un confort et une sécurité suffisante aux usagers de la route. Les rayons minima de tracé en plan sont donnés dans le Tableau All-7 ci-dessous.

Tableau All-7 : Paramètres de conception géométrique du réseau autoroutier transafricain

Classe		Principale				Classe I				Classe II				Classe III			
Classe de relief		N	V	M	R	N	V	M	R	N	V	M	R	N	V	M	R
Vitesse de référence (km/h)		120	100	80	60	100	80	50	50	80	60	50	40	60	50	40	30
Largeur (m)	Emprise routière	(50)				(40)				(40)				(40)			
	Voie	3,5				3,5				3,5				3,25			
	Accotement	3,0		2,5		3,0		2,5		2,5		2,0		2,0		1,5	
	Terre-plein central	4,0		3,0		3,0		2,5		-		-		-		-	
Rayons min en plan (m) dévers associé (10%)		520	350	210	115	350	210	80		210	115	80	50	115	80	50	30
Dévers de chaussée (%)		2				2				2				2-5			
dévers en accotement (%)		3-6				3-6				3-6				3-6			
Type de chaussée		Béton Bitumineux/béton de ciment				Béton Bitumineux/béton de ciment				Béton Bitumineux/béton de ciment				Béton Bitumineux/enduit superficiel biou tricouche			
Dévers max. (%)		10				10				10				10			
Déclivité max. (%)		4	5	6	7	4	5	6	7	4	5	6	7	4	5	6	7
Charge structurelle (minimum)		HS20-44				HS20-44				HS20-44				HS20-44			

Pour la conception du tracé en plan, les rayons minimum de courbure sont fixés avec dévers associés. La largeur du terre-plein central peut être réduite mais avec l'utilisation de glissière de sécurité.

La cohérence des éléments de la conception est essentielle pour faciliter le confort et assurer la sécurité routière aux usagers sur la route. Celle-ci s'obtient en mettant en conjonction la vitesse de référence et les éléments du tracé en plan et ceux du profil en long. Le tracé en plan suit de près autant que possible la topographie du terrain.

L'alignement droit

L'alignement droit est caractérisé par deux dimensions importantes, sa longueur et son relèvement.

Longueur de l'alignement droit

La longueur de l'alignement droit ne doit être ni trop longue, ni trop courte, mais adaptée à la situation du terrain. Si elle est trop longue, elle rend la conduite monotone et compromet la sécurité routière. De même si elle est trop courte, elle ne laisse pas suffisamment de distance pour introduire le dévers nécessaire avant la courbe suivante. Une longueur minimum de l'alignement droit de 12 km est conseillée lorsque la vitesse de référence est de 120 km/h. Pour des vitesses de référence plus faibles, (inférieures à 80 km/h), l'alignement droit est pris égal à 1,6 km. Au cas où les prévisions du trafic nocturne sont élevées, une longueur de l'alignement droit inférieure à 12 km peut être envisagée. Dans ce cas et pour éviter l'éblouissement par les phares des véhicules, des arbustes sont plantés ; le Terre plein Central permet également de parer à cet effet d'éblouissement. La longueur minimum de l'alignement droit doit permettre la réduction du dévers de la courbe précédente et ensuite le développement de celui de la courbe suivante. Un alignement droit d'une longueur inférieure à 200 m ne sera pas suffisant.

Relèvement de l'alignement droit

Le relèvement de l'alignement droit est un élément important du tracé en plan. Un relèvement est-ouest apportera un éblouissement aux conducteurs au lever et au coucher du soleil alors qu'un relèvement vers le nord pourrait minimiser ces effets d'éblouissement. Un dévers de 6% combiné à un relèvement de 5° vers le nord-ouest permettra d'avoir le soleil sur l'axe de la route autour de 16 heures. Il est recommandé que lors de la conception, une attention particulière soit accordée au relèvement de l'alignement droit en variant le relèvement et la pente de la route.

Les Courbures

Lors du processus de tracé d'une route, il est recommandé de placer d'abord une série d'alignement droit et faire ensuite la sélection des courbes.

Rayons minimum de courbe

Les rayons minimum de courbes ne doivent être appliqués que lorsque cela est nécessaire et en conjonction avec des courbes de transition. Les courbes composées doivent être évitées dans la mesure du possible. Les rayons minimum des courbes horizontales figurent dans le Tableau All-8 pour chaque classification routière

Tableau All-8 : Rayons minimum de courbes horizontales (unité : mètre)

Relief	Principale	Classe I	Classe II	Classe III
Pente nulle (N)	520 (1 000)	350 (600)	210	115
Vallonné (V)	350 (600)	210 (350)	115	80
Montagneux (M)	210 (350)	80 (110)	80	50
Pente raide (R)	115 (160)	80 (110)	50	30

Remarque : les nombres entre parenthèses sont des valeurs souhaitables.

Il est recommandé que :

- l'application des rayons minimum de courbes soit limitée aux cas inévitables et que des valeurs supérieures à 50-100 soient appliquées ;
- la combinaison de la distance, du rayon de courbure et du dévers soit prise en compte dans un relief montagneux.

Des *courbes de transition* doivent être appliquées pour relier des courbes de rayons inférieurs aux valeurs indiquées dans le Tableau All-9. Il est aussi recommandé que des courbes de transition soient appliquées même dans les cas où les rayons sont le double des valeurs du Tableau All-9.

Tableau All-9 : Rayons minimum pour l'application de courbes de transition
(unité : mètre)

Relief	Principale	Classe I	Classe II	Classe III
Pente nulle (N)	2 100	1 500	900	500
Vallonné (V)	1 500	900	500	350
Montagneux (M)	900	500	350	250
Pente raide (R)	500	500	250	130

La longueur minimum des courbes de transition est présentée dans le Tableau All-10.

Tableau All-10 : Longueur minimum des courbes de transition (unité : mètre)

Relief	Principale	Classe I	Classe II	Classe III
Pente nulle (N)	100	85	70	50
Vallonné (V)	85	70	50	40
Montagneux (M)	70	50	40	35
Pente raide (R)	50	50	35	25

Le dévers maximum doit être de 10 % pour toutes les classifications de relief.

Successions de courbes :

Lorsque le relief devient plus accidenté, les intervalles entre les courbes se raccourcissent jusqu'à un point où les courbes successives ne peuvent plus être traitées isolément. Ceci entraîne des contre-courbes, des courbes à sommet ou des courbes composées.

- Une *contre-courbe* est une courbe suivie par une courbe dans la direction opposée. Tout inversement soudain de l'alignement doit être évité. Tout inversement de l'alignement doit inclure une longueur de tangente de liaison.
- Une *courbe à sommet* est une courbe suivie par une courbe dans la même direction. Elles ne sont pas souhaitables, car les usagers n'acceptent pas les successions de courbes dans une même direction. Dans les cas où elles sont inévitables, il est suggéré que la tangente de liaison soit d'une longueur minimum de 150 m avec une pente transversale unique au lieu de revenir à un profil transversal en toit normal sur de courtes distances.
- Une *courbe composée* est un ensemble de courbes successives dans la même direction sans qu'intervienne une tangente. Elle fournit la souplesse permettant d'adapter la route au relief.

Dévers

Lorsqu'un véhicule tourne en se déplaçant sur un tracé circulaire, la force centrifuge le pousse vers l'extérieur et il compense par son propre poids et le frottement des pneus sur la route. Le rayon minimum de la courbe par rapport à la vitesse est déterminé sur la base du degré maximum de dévers et du frottement latéral.

- *Valeurs maximum de dévers et facteurs de frottement latéral* : la valeur maximum recommandée pour la conception de routes de campagne est de 10 %. Pour les surfaces en gravier, des valeurs inférieures doivent être appliquées, sinon il y aura le risque que les véhicules dérapent.
- *Valeurs de dévers de conception* : la méthode recommandée est d'utiliser le dévers pour compenser toute la force centrifuge générée à la vitesse moyenne, le frottement latéral compensant les forces centrifuges supplémentaires produites à vitesses élevées.
- *Raccord de profil* : ce terme dénote la longueur de route nécessaire pour effectuer le changement de pente transversale d'une section entièrement en dévers à une section avec profil transversal en toit supprimé. L'apparence du raccord de profil de dévers régit en grande partie sa longueur.

III- 11 Profil en long

Le profil en long est une succession de tangentes et de courbes en altimétrie.

La Courbure

Le rayon de courbure minimum est déterminé de manière à ce que la distance de visibilité ainsi que la sécurité soient assurées.

La Longueur minimum des raccordements paraboliques

Quand la différence algébrique entre les rayons de courbes successives est inférieure à 5%, le raccordement parabolique n'est pas nécessaire. Si cette différence est supérieure à 5 %, une longueur minimum de 240 m est recommandée pour les routes principales. La longueur minimum des raccordements paraboliques recommandée pour tous les types de routes autres que les principales est présentée dans le Tableau All-11.

Tableau All-11 : Longueurs minimum des raccordements paraboliques

Vitesse de référence (km/h)	Longueur de raccordements paraboliques (m)
40	80
60	100
80	140
100	180
120	220

La Déclivité maximum

Lorsque la déclivité maximum est utilisée pour la conception d'une route neuve donnée, lors de sa reconstruction ou réhabilitation, la déclivité utilisée ne peut être plus petite au risque de perdre la totalité de l'investissement initial.

La déclivité maximum pour toutes les classes de routes figure dans le Tableau All-12.

Tableau All-12 : Déclivité maximum

Classification du relief	Déclivité maximum
Pente nulle (N)	4 %
Vallonné (V)	5 %
Montagneux (M)	6 %
Pente forte (R)	7 %

Voie pour véhicules lents : une voie pour véhicules lents est une voie auxiliaire hors des voies continues et qui a pour effet de décongestionner les voies normales en sortant les véhicules lents du flux de circulation. Il est recommandé d'aménager une voie pour véhicules lents sur les routes en montée ayant un trafic de poids lourd élevé et où la longueur de la pente dépasse les valeurs du Tableau All-13. Pour les classe II et III des

voies pour véhicules lents doivent être systématiquement aménagées sur les montées. Pour les routes de la classe Principale et classe I, la longueur critique de la section en pente pour laquelle la prescription d'une voie pour véhicules lents est recommandée est fournie dans le Tableau All-13.

Tableau All-13 : Longueur critique de la section en pente pour la prescription d'une voie pour véhicules lents

Classification du relief	Classe Principale	Classe I
Pente nulle (N)	3 % - 800 m	3 % - 900 m
	4 % - 500 m	4 % - 700 m
Vallonné (V)	4 % - 700 m	4 % - 800 m
	5 % - 500 m	5 % - 600 m
Montagneux (M)	5 % - 600 m	5 % - 700 m
	6 % - 500 m	6 % - 500 m
Pente forte (R)	6 % - 500 m	6 % - 500 m
	7 % - 400 m	7 % - 400 m

III-12 Évacuation des eaux

Le concepteur doit s'assurer que les matériaux de construction, particulièrement dans les couches de chaussée, conserveront leur capacité portante, même saturés. Il doit aussi s'assurer que l'eau sur le revêtement est drainée normalement. La route ne doit pas servir d'évacuation pour d'autres zones.

III-13 Equipements de sécurité

La Glissière de sécurité : une attention particulière doit être portée à l'installation de glissières de sécurité. Il doit être vérifié que les glissières de sécurité ne constituent pas en elles-mêmes un danger pour la sécurité routière. Sur les routes existantes, les antécédents d'accidents sont un point important à prendre en compte pour la pose de glissières de sécurité. Dans le cas des nouvelles routes, il est nécessaire de prendre en compte le fait qu'un accident risque d'être plus grave sans glissières de sécurité qu'avec. Les glissières de sécurité sont installées au bord extérieur de l'accotement...

Barrières centrales : elles sont installées sur le terre-plein central afin de réduire les risques d'accidents occasionnés par la traversée du terre-plein central ou pour la protection d'obstacles présents sur le terre-plein central. Elles ne sont pas nécessaires pour les routes ayant une vitesse de référence inférieure à 80 km/h.

III-14 Carrefours

Le principal but visé par l'aménagement des carrefours est d'assurer une utilisation efficace du réseau routier et de réduire des conflits potentiels entre véhicules ou entre

véhicules et piétons ou cyclistes. Une attention particulière doit être portée sur leurs emplacements et leurs conceptions en vue de minimiser les conflits de circulation. .

III- 15.Échangeurs

Un échangeur est un carrefour où les conflits entre les différents mouvements de circulation sont résolus par l'introduction d'une séparation verticale entre ces différents niveaux de circulation. La décision de limiter l'accès à une route donnée est imposée par la vitesse de référence et la classe de la route. Lorsque deux routes principales se croisent, le trafic est généralement trop important pour aménager un « carrefour plan ». Un échangeur s'impose dans de tels cas. Les échangeurs aident aussi à renforcer la sécurité routière. On distingue deux types d'échangeurs : les « échangeurs d'accès » (ou « diffuseurs » qui sont aménagés entre les voies rapides et les routes secondaires qui desservent les zones locales et Les « échangeurs système » qui constituent des nœuds du réseau de routes principales. Ces derniers comportent des bretelles avec des extrémités à circulation libre aux deux bouts. Le volume de mouvement tournant étant important, il est nécessaire de s'assurer que les bretelles sont adaptées pour des vitesses élevées.

III-16 Aménagements pour piétons et cyclistes

Des dispositions doivent être prises pour que des installations comme des trottoirs, des ponts, arrêts d'autobus, des îlots de refuge, des passerelles et des passages souterrains et des pistes cyclables soient construites.

Voies piétonnes :

Ponts : sur les tracés routiers où des voies piétonnes sont aménagées et en présence d'un pont, les voies piétonnes doivent être continuées sur le pont. La largeur minimum recommandée des voies piétonnes sur les ponts est de 1,2 m.

Arrêts d'autobus : les arrêts d'autobus peuvent présenter un risque d'accident et nécessitent une conception adaptée. Les éléments devant être pris en compte sont : une voie de décélération pour les bus afin de faciliter leur entrée sur l'aire d'arrêt d'autobus ; un quai d'arrêt avec une aire d'attente suffisamment éloignée pour éliminer les problèmes de distance de visibilité et une voie de rentrée des bus dans la circulation routière.

Îlots de refuge :

Passerelles et passages souterrains : ils doivent être installés là où les piétons ont tendance à traverser la route en sens unique, ou lorsque la distance est importante (plus d'1km) des autres installations permettant de traverser la route ou si des emplacements spécifiques présentent des antécédents accidentogène piétons/véhicules ou encore si la topographie du lieu l'impose. La largeur recommandée des passerelles et passages souterrains est comprise entre 2,1 et 3,0 mètres en

fonction de la longueur de la passerelle ou du passage souterrain (la largeur augmente avec la longueur).

Pistes cyclables : il est recommandé d'aménager une piste cyclable lorsque le nombre de véhicules à deux roues sur la route est de l'ordre de 20 à 70 unités à une heure quelconque de la journée. Ces pistes cyclables doivent être aménagées sur l'accotement revêtu et être signalées de manière appropriée pour que les usagers automobiles de la route aient conscience de la présence de cyclistes roulant sur l'accotement.

.III- 17 Voies de décélération et d'accélération

Des voies de décélération et d'accélération doivent être aménagées pour accéder ou sortir de la chaussée principale aux échangeurs ou zones connexes. Ces voies doivent être de largeur constante et être suivies ou précédées d'un rétrécissement.

III-18 Passage à Niveau

Les passages à niveau sur le réseau autoroutier transafricain des classes Principale et classe I sont dénivelés.

III-19 Hauteur libre

La hauteur libre minimum sous ouvrage doit être de 4,6 mètres.

III-20 Postes frontaliers

Il est recommandé que les postes de contrôle uniques frontaliers soient aménagés aux frontières.

IV DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSEES ET CHARGES D'EXPLOITATION DU RESEAU AUTOROUTIER TRANSAFRICAINE

IV-1 Dimensionnement de la chaussée

Les éléments essentiels de dimensionnement sont :

- le trafic cumulé prévu pendant la durée de vie théorique de la route ;
- la portance du sol support ;
- le climat d'exploitation nominal (humide ou sec) ;
- tous les aspects pratiques qui influenceront la conception ; et
- Les matériaux disponibles ;
- Sélection de la structure de chaussée.

. IV- 2 Estimation du trafic

Durée de vie théorique : il s'agit de la période pendant laquelle la route devra permettre la circulation à un niveau de service satisfaisant sans nécessiter d'importants travaux de réaménagement ou de réparation. Une durée de vie théorique de 15 à 20 ans ou plus est recommandée.

Nombre d'essieux équivalents : Pour la conception des chaussées, l'estimation est effectuée sur la base d'essieux simples équivalents (ESA) projetée à l'année d'ouverture à la circulation de la nouvelle route. Elle est ensuite projetée et cumulée sur la période de conception afin d'obtenir la charge de dimensionnement.

Taux d'accroissement du trafic : Le choix du taux d'accroissement du trafic doit être basé sur tous les indicateurs disponibles, notamment les données historiques et les tendances socioéconomiques.

IV-3. Détermination de la portance du sol support

La portance du sol support permet de déterminer la structure de la chaussée notamment les épaisseurs des différentes couches. . Il peut être nécessaire d'améliorer la portance du sol support par une ou des combinaisons des éléments suivants :

- Traitement de la plate-forme
- Apport d'un drain d'évacuation
- Apport de remblai sélectionné
- Remblai général ;
- Apport de matériau traité sur place
- Traitement du matériau sur place, naturel

La portance est déterminée sur la base de l'évaluation des propriétés géotechniques et géologiques du sol par des essais comme l'indice portant Californien (CBR) et l'essai dynamiques de pénétration au cône Pour une conception utilisant la valeur CBR, la résistance CBR est déterminée pour les conditions les plus humides qui se produiront probablement pendant la durée de vie théorique..

IV-4. Détermination de conditions humides ou sèches

Il est difficile d'empêcher complètement l'influence de l'eau sur les chaussées et leurs plates-formes. Les raisons pouvant entraîné la pénétration d'eau sont :

- la pluie, surtout sur les chaussées non protégées et/ou mal entretenues
- les inondations
- une remontée capillaire
- la rétention d'eau
- l'eau de construction
- une évacuation inadéquate de l'eau

Outre les considérations climatiques globales, les autres facteurs d'influence comprennent l'évacuation de l'eau et les programmes d'entretien prévus pour la route. Une pénétration fréquente d'eau dans les couches de la chaussée peut rapidement entraîner une détérioration de cette dernière dans des conditions de circulation.

Aux fins de conception, les « *régions principalement sèches* » sont considérées être celles où les précipitations annuelles ne dépassent pas 250 mm et où aucune arrivée d'humidité due à des facteurs comme une inondation importante n'est probable. Les régions connaissant plus de 250 mm de précipitations sont généralement classées comme des « *régions principalement humides* ».

IV-5. Considérations pratiques

Les autres facteurs qui influencent la conception de la chaussée sont : la disponibilité de la qualité de la quantité de matériaux de construction routière, la topographie générale et l'utilisation de méthodes de construction établies localement. De plus, les valeurs CBR de plate-forme inférieure à 2 % et un trafic cumulé en ESA supérieure à 30 millions essieux simples équivalents doivent être prises en compte.

IV-6. Choix de la structure de chaussée

Le concepteur de la chaussée prend la décision d'utiliser une combinaison : de couche de fondation (granulaire stabilisée au ciment), de la couche de base (granulaires stabilisé au ciment ou au bitume) et de béton bitumineux en revêtement ou béton de ciment en fonction des conditions sèches ou humides et de la charge de circulation ainsi que de la disponibilité des matériaux.

Les routes « Principales » et de « Classe I » doivent comporter un revêtement en béton de ciment ou en béton bitumineux. Celles de Classe III peuvent être revêtues avec un enduit superficiel bi ou tricouche.

IV-7. Structure de Charge de dimensionnement.

Le Réseau routier transafricain doit présenter une capacité de charge de conception élevée. La charge de conception minimum d'Hs 20-44, la norme internationale correspondant au chargement de remorques pleines dimensions, doit donc être utilisée pour la conception des structures.

IV-8. Gabarit des véhicules, charge et poids brut des véhicules

L'harmonisation et l'application de limites de charge par essieu, de poids brut des véhicules et de dimensions des véhicules sur tout le Réseau autoroutier transafricain sont nécessaires pour contrôler la surcharge des véhicules et les dégâts aux routes et pour renforcer la sécurité. Les limites adoptées sont présentées dans le Tableau AIV-14.

Tableau AIV-14 Spécifications des véhicules

Spécification	Maximum autorisé	
Essieu avant unique (tonnes)	10	
Poids brut du véhicule (tonnes)	56	
Dimensions du véhicule (m)	Largeur	2,7
	Hauteur	4,6
	Longueur	24,2

V- PONTS ROUTIERS ET PONCEAUX

Les ponts routiers et les ponceaux en béton sont conçus pour assurer des niveaux acceptables de sécurité et de durabilité. Ils doivent être conçus de manière à supporter la charge de circulation prévue pour ce segment de routes transafricaines.

Les directives présentées sont de nature générale et sont principalement applicables aux structures en béton armé et/ou précontraint lorsque des granulats ordinaires sont utilisés. Une attention particulière doit être portée et les codes spécifiques consultés : lorsque le béton est fabriqué avec du ciment à haute teneur en alumine avec les ponts en acier ou les ponts composites

V-1 Principes de conception

Généralités : lors de la conception des structures, les éléments de base à prendre en compte doivent comprendre : la sécurité des structures, les risques et procédures d'optimisation. Une démarche pratique de conception connue comme la « méthode de calcul aux états limites » est présentée. Elle utilise des facteurs de sécurité pratiques. Elle paraît constituer une amélioration par rapport au facteur de sécurité des méthodes des contraintes en service.

La méthode des états limites : il s'agit d'une procédure pratique qui obtient des probabilités acceptables et assure que la structure restera adaptée à l'utilisation requise pendant la durée de vie prévue. En prenant en compte les marges d'erreur, l'impact des conséquences d'une défaillance doit inclure : le risque pour la vie ou la réaction du public dus à une défaillance possible, et les conséquences économiques découlant de l'incapacité d'utiliser la structure perdue et du coût des réparations. Les conséquences d'une défaillance peuvent être classées comme suit :

Pas grave – risque négligeable pour la vie et faible conséquence économique

Grave – existence d'un risque pour la vie et conséquences économiques considérables

Très grave – risque élevé pour la vie et/ou fortes conséquences économiques

Ainsi, lors du développement du modèle de calcul pour le processus de conception, les facteurs pertinents comme les incertitudes concernant l'action, la réaction structurelle globale, la réaction des éléments individuels, la main-d'œuvre et le contrôle de qualité doivent être pris en compte. Les modèles doivent donner des conceptions pour différents états de limites et degrés acceptables de sécurité et de fiabilité structurelle.

La conception structurelle s'entend en deux étapes : la première traite de l'analyse de la structure dans son ensemble et la deuxième concerne les sections individuelles des éléments structurels. Un processus de « conception par méthode des états limites » est recommandé. Il s'agit d'un processus de prise de décisions dans lequel différentes incertitudes sont prises en compte lors de l'évaluation des variables de conception en vue d'obtenir une probabilité variable acceptable.

Niveaux de conception par méthode des états limites : la sécurité structurelle peut être appliquée à trois niveaux dans le processus de conception :

1^{er} niveau : processus semi-probabiliste qui définit spécifiquement les valeurs caractéristiques des charges ou actions et la résistance des matériaux.

2^e niveau : processus de conception dans lequel les charges ou actions et les résistances des matériaux et des sections sont représentées selon leur répartition connue ou prévue et un certain niveau de fiabilité est attendu.

3^e niveau : processus de conception basé sur une analyse probabiliste exacte de la totalité du système structurel avec la sécurité basée sur une certaine probabilité interprétée de défaillance.

Les limites de service de la conception comprennent :

Déformation : la déformation de la structure, ou d'une partie de celle-ci, ne doit pas nuire à l'apparence ou à l'efficacité de la structure, enfreindre les dégagements minimum spécifiés, provoquer des difficultés d'évacuation de l'eau ou susciter des inquiétudes au public.

Domage local ou fissuration : les dommages se produisant dans des parties spécifiques de la structure, par exemple provoqués par une contrainte excessive localisée, qui peut donner lieu à un entretien excessif ou une corrosion et donc nuire à l'apparence ou à l'efficacité de la structure, sont à limiter.

Vibration : en présence d'une probabilité d'exposition de la structure à une vibration excessive due à des causes comme les forces éoliennes ou la circulation provoquant une résonance, des analyses appropriées doivent être effectuées pour assurer l'adéquation de la conception.

Généralités :

Stabilité et robustesse globale : il convient de s'assurer que la configuration structurelle et l'interaction entre les membres structurels forment une conception robuste et stable. La structure doit présenter une résistance adéquate aux actions latérales.

Durabilité : elle fait référence aux aspects détaillés de la conception, aux spécifications et contrôles des matériaux et de la qualité du travail et à l'impact de l'environnement. Ces aspects doivent être couverts pour la durée de vie théorique de la structure.

Qualité utilitaire et esthétique : l'avantage économique global pour la société et l'esthétique doivent être garantis.

. V-2 Actions

Une « action » est un ensemble de forces concentrées ou distribuées (actions directes) ou de déformations imposées ou encore de contraintes (actions indirectes). Une attention particulière doit être portée à ce facteur pendant la phase de conception. On distingue :

Les *actions qui varient dans le temps* à savoir : les actions permanentes (poids des structures, poids de toute superstructure contrôlée, forces exercées par la poussée des terres, précontraintes, déformations dues au mode de construction, retrait des soudures et du béton, pressions de l'eau) ; les actions variables (charges utiles, poids des structures pendant la construction, charges de montage, charges mobiles, forces éoliennes, séismes, eau et température) ; et les actions accidentelles (chocs dus aux collisions automobiles, explosions, affaissement imprévisible du sol, avalanches de pierres, orages et séismes imprévus).

Les *actions qui varient dans l'espace* à savoir : les actions fixes (la répartition sur la structure est définie sans ambiguïté principalement par des paramètres déterministes) et les actions libres (qui ne peuvent être définies par une variable unique sans idéalisation).

Les *actions qui varient suivant leur nature*: les actions statiques (qui ne provoquent pas d'accélération significative de la structure) et les actions dynamiques (provoquant une accélération significative aux structures).

Actions et situations : couvrant la durée de vie de la structure qui inclue la phase de construction et utilisation, la situation permanente (durée identique à la durée de vie de la structure) et la situation temporaire doivent toutes les deux être pris en compte.

. V-3 Propriété des matériaux

Les propriétés des matériaux doivent être déterminées à l'aide des essais standard et appropriés au laboratoire. Ces propriétés sont ensuite converties en propriétés valeurs pratiques pertinentes du matériau réel dans la structure à l'aide des facteurs de

conversion. Si le matériau sera produit sur site, il convient de s'assurer qu'il correspond à la résistance caractéristique spécifiée.

V-4 Données géométriques

Lors de la conception, des écarts possibles dans les données géométriques sont à prendre en compte. Dans la plupart des cas, cette variabilité est faible, voire négligeable, par rapport à la variabilité associée aux « actions » et aux « propriétés des matériaux ».

V-5 Définition des valeurs de conception

Pour une structure, la variabilité des actions se définit en termes de valeurs caractéristiques. Si les données sont disponibles, elles sont basées sur l'interprétation statistique, sinon elles sont basées sur l'expérience et incluent des implications de développements futurs. Les valeurs nominales à adoptées doivent refléter les conditions locales et sont pour une période de retour de 100 ans. Pour les matériaux de construction pour lesquels des données statistiques sont disponibles sur leur résistance, ces dernières sont utilisées dans le code. Si elles ne sont pas disponibles, les valeurs nominales sont utilisées comme valeurs caractéristiques dans tous les calculs.

V-6. Analyse

Les méthodes d'analyse utilisées pour évaluer la conformité aux impératifs des différents états de limites doivent être basées sur le comportement de la structure. Les méthodes utilisées et leur degré de précision dépendront de la nature, de l'utilisation et de la configuration de la structure et de la nature des actions auxquelles elle est soumise.

V-7 Interaction sol/structure

Le sol ou le rocher sur lequel la structure sera construite doivent être considérés comme une partie intégrante de cette structure. Il est essentiel que les propriétés du sol soient déterminées suffisantes en termes d'hypothèse de conception pour assurer la fiabilité. Les limites supérieures et inférieures du tassement, du gonflement ou du soulèvement doivent être utilisées pour établir les effets extrêmes sur la structure.

. V-8 Construction, contrôle et réception des travaux

L'évaluation des charges et l'implantation de l'ouvrage doivent être effectués avec exactitude. Le facteur appliqué à chaque cas de chargement doit être évaluée séparément en prévoyant une tolérance raisonnable pour l'exactitude de l'évaluation des charges temporaires. Lorsqu'un support temporaire ou des câbles de suspension sont utilisés pour soutenir des parties de la structure permanente pendant l'édification ou la construction, toute interaction avec la structure permanente ou une de ses parties,

y compris les effets de la température, doit être exactement évaluée, ainsi que les effets du retrait de ces supports sur la structure permanente.

V-9. Chaussée

La chaussée se définit comme la partie de la surface roulable comprenant toutes les voies de circulation, les accotements stabilisés, les bandes vibrantes et les bandes de marquage. La largeur de la chaussée est la largeur entre les bordures relevées. En l'absence de bordures relevées, il s'agit de la largeur entre les glissières ou les barrières de sécurité, moins l'espace de retrait nécessaire pour ces barrières, qui sera comprise entre 0,6 m et 1 m du côté circulation de chaque barrière. Les voies de circulation sont les voies marquées sur le revêtement du pont et sont normalement utilisées par les usagers.

V-10 Éléments des ponts

Superstructure : il s'agit de la partie de la structure qui est soutenue par des piliers, des pylônes ou des culées. Les arches et les colonnes d'écoinçon sont considérées comme faisant partie de la superstructure.

Substructure : il s'agit des piliers, des pylônes, des culées et des murs en aile qui soutiennent la superstructure.

Fondation : il s'agit de la partie de la substructure qui est en contact direct avec le sol et lui transmet l'action.

V-11. Ponceaux

Un ponceau est un drain ou un tuyau permettant à l'eau de s'écouler sous une route. Les ponceaux sont différents des ponts principalement de par les dimensions et la construction. Les ponceaux sont généralement plus petits que les ponts, allant de des diamètres de 0,3 m à des structures plus grandes en béton armé. Ils sont typiquement recouverts de terre.

Pour la conception des ponceaux (dalots et buses) sous les routes, les informations sur les quantités de béton, d'armature du béton et de remblai sont requises. Les calculs hydrauliques sont effectués sur la base d'une valeur de débit d'écoulement. Il existe différents types de ponceaux, comme des buses en béton standard, des dalots et des buses en tôle ondulée.

VI ENTRETIEN ET REHABILITATION

VI-1 Généralités

L'entretien effectif de toutes les routes du réseau autoroutier transafricain contribuera à la réduction du coût du transport, car il existe un lien entre l'état des routes et le coût d'utilisation de véhicules. Une route mal entretenue peut également présenter un danger de sécurité routière plus important à l'usager, entraînant davantage d'accidents et les traumatismes humains et coûts matériels qui les accompagnent. En général, les activités d'entretien des routes peuvent être divisées en quatre catégories :

Travaux d'entretien courant : Ceux-ci sont entrepris tous les ans. Ils comprennent le fauchage des accotements et le curage des ponceaux. Ces deux opérations dépendent de l'environnement de la route plutôt que de l'intensité de la circulation. Les travaux de réparation sont ceux pour lesquels les niveaux d'intensité, définis dans la norme d'entretien, sont utilisés pour déterminer le moment opportun de leur réalisation.

Travaux d'entretien périodiques. Il s'agit des activités entreprises à des intervalles de plusieurs années afin de préserver l'intégrité structurelle de la route ou de permettre à cette dernière de supporter des charges par essieu supérieures. En sont généralement exclus les travaux qui modifient la géométrie d'une route en l'élargissant ou en la corrigeant le tracé. Ces travaux peuvent être regroupés dans les types de travaux préventifs, de rechargement, de pose de tapis d'enrobé et de reconstruction de la chaussée.

Travaux spéciaux. Les activités comprennent les travaux d'urgence pour réparer les glissements de terrain entraînant une coupure de la route ou rendant celle-ci impraticable.

Travaux de développement. Il s'agit des travaux de construction identifiés dans le cadre de planification du développement national. Ils sont financés par le budget d'investissement. La construction de contournements ou le revêtement de routes non encore revêtues dans des villages en sont des exemples.

Les routes du réseau autoroutier transafricain et toutes les installations connexes doivent être entretenues de manière à assurer la sécurité et le confort des usagers des routes. Des programmes clairement définis doivent être élaborés pour l'entretien des routes du réseau afin d'éviter des retards dans la circulation. Les programmes d'entretien pour les travaux de routine et périodiques doivent être mis en place afin de couvrir tous les aspects des routes, notamment les revêtements d'asphalte, les structures en béton et en acier, les ponts, les zones à faucher et à remblayer, les zones d'écoulement de l'eau, les feux de circulation et toute la signalisation, ainsi que la croissance des arbres et de la végétation du bord des routes.

VI-2 Systèmes de gestion de l'entretien des routes

Pour le cadre de travail de l'entretien du Réseau autoroutier transafricain, il est essentiel de mettre en œuvre un *système spécialisé de gestion de l'entretien des routes*. De tels programmes d'entretien doivent être gérés par des groupes spéciaux en charge de la collecte des données sur l'état des routes. Les données doivent être

analysées, des options d'entretien élaborées et des recommandations formulées à la direction sous la forme d'un rapport afin d'obtenir le programme de traitement d'amélioration routière le plus efficace. Des lignes budgétaires doivent être créées pour les opérations d'entretien et de réhabilitation. Les autorités impliquées dans la mise en œuvre des politiques de planification et de l'entretien/réhabilitation doivent prendre en compte tous les aspects concernés, comme l'installation de feux de circulation, la détermination des vitesses des véhicules et la garantie de la réalisation correcte des travaux d'entretien conformément aux programmes établis à cette fin.

. VI-3 Autres considérations

Lors de la réalisation des travaux d'entretien, une attention particulière doit être portée afin d'assurer la sécurité du personnel, de fournir une signalisation adaptée pour avertir les usages des travaux et d'atténuer l'impact environnemental. Ceci doit être effectué dans le cadre de la planification des travaux d'entretien qui comprend la signalisation des travaux et des équipements de sécurité adéquats pour le personnel. Une politique efficace d'entretien doit être mise en place pour assurer la continuité du service pendant les travaux d'entretien. Il est préférable que ces travaux soient réalisés en dehors des heures de pointe afin de minimiser les congestions de la circulation.

Des dispositifs de sécurité routière, comme des panneaux et une signalisation portables, doivent être en place sur le chantier afin d'en améliorer la sécurité et l'écoulement de la circulation automobile. Ces dispositifs doivent être clairement visibles de nuit comme de jour. Des inspections périodiques doivent être menées afin de s'assurer qu'ils sont clairement visibles, qu'ils transmettent les messages prévus et qu'ils respectent les pratiques internationales.

La continuité du trafic lors d'intempéries doit être assurée sur la totalité du réseau autoroutier transafricain. Toute terre ou sable et tous les panneaux et feux de signalisation doivent être régulièrement nettoyés avec attention.

VII SÉCURITÉ ROUTIÈRE ET ASPECTS SOCIAUX ET ENVIRONNEMENTAUX

VII-1 Sécurité routière

Tous les pays doivent considérer et traiter la sécurité routière comme une composante intégrale des nouvelles constructions et des améliorations et ils doivent examiner les routes existantes par l'intermédiaire de contrôles de la sécurité routière du réseau de routes transafricaines. Les détails sont présentés dans l'Annexe III.

Les directives TAH pour, signalisation, équipements, tunnels et installations sont présentées dans l'Annexe III A.

Les directives TAH pour la gestion de la sécurité des infrastructures routières sont présentées dans l'Annexe III B.

VII-2 Aspects sociaux et environnementaux

Tous les pays doivent s'assurer que l'impact sur la société et l'environnement sera minimal suite à la construction, l'entretien et l'exploitation des nouvelles routes transafricaines et à l'amélioration des routes existantes. Au minimum, une évaluation de l'impact environnemental, conforme aux normes nationales, doit être effectuée et des mesures d'atténuation mises en œuvre pour toutes les améliorations et nouvelles constructions de routes. Les détails sont présentés dans les Annexes IV et V.

Tableau All- 15 : Spécifications et recommandations sur les routes régionales pour la classification « routes principales » des routes transafricaines

Spécification	COMESA	SAD C	CEDEAO	ECCA S	UMA	AH	IRAM	EAC	Prescription pour la classification « routes principales » des routes transafricaines
Largeur/voie min. de chaussée (m)	3,5		3,5	3,75	3,5	3,0 – 3,50	3,3 – 3,75	3,5	3,5
Largeur min. des accotements (m)	1,5		1,5-2,5	2,0	2,3	1,5 – 3,0	2,0	2,0	2,0
Surface de la chaussée				BB	BB	BB ; BC	BB ; BC	BB	BB ; BC ; Double surfacage bitumineux
Vitesse de conception max. (km/h)	120	120	120	60 – 90	60-120	60 – 120	60 - 120	80 - 120	120
Charge par essieu max. – Conception (tonnes)			13	13	10	HS20-44	Spécifications AASHTO	19	13
Réserve/emprise routière min. (m)				50	50			50	50
Charge par essieu max. – Fonctionnement (tonnes)	8	8	11,5	13	13		13	10	11,5
Poids brut maximum des véhicules (tonnes)	53	56	56 (6 essieux) 80 (9 essieux)	50	56			56	56
Dimensions max. des véhicules (m)	I	2,65	2,7	2,6	2,7			2,65	2,70
	H	4,60	4,5	4,5	4,5			4,60	4,6
	L	22	24,2	24	24,2			22	24,2

BB : béton bitumineux ; BC : béton de ciment