

Adaptation au climat : Gestion des risques et optimisation de la résilience pour les accès routiers vulnérables en Afrique

Manuel d'évaluation visuelle



Conseil pour la recherche scientifique et industrielle (CSIR), Paige-Green Consulting (Pty) Ltd et St Helens Consulting Ltd

Projet ReCAP GEN2014C

Août 2019

Citation préférée : Paige-Green, P., Verhaeghe, B., Roux, M.P. Conseil pour la recherche scientifique et industrielle (CSIR), Paige-Green Consulting (Pty) Ltd et St Helens Consulting Ltd (2019). Adaptation au climat : Gestion des risques et optimisation de la résilience pour les accès routiers vulnérables en Afrique, Manuel d'évaluation visuelle, GEN2014C. Londres : ReCAP pour le DFID.

Pour de plus amples informations, veuillez contacter : M. B Verhaeghe, bverhaeg@csir.co.za

ReCAP Project Management Unit
Cardno Emerging Market (UK) Ltd
Level 5, Clarendon Business Centre
42 Upper Berkeley Street, Marylebone
London W1H 5PW United Kingdom



Les opinions exprimées dans ce document sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement celles du Research for Community Access Partnership (ReCAP), du CSIR, de Paige-Green Consulting (Pty) Ltd, de St Helens Consulting Ltd ou de Cardno Emerging Markets (UK) Ltd pour lesquels le document a été préparé.

Photo de couverture : B Verhaeghe

Tableau d'assurance et de contrôle de la qualité

Version	Auteur(s)	Réviser (s)	Date
1	P Paige-Green, B Verhaeghe	N Leta, ReCAP PMU Dr J Cook, ReCAP TP	Novembre 2018
2	P Paige-Green, B Verhaeghe	Prof R Wilby	Juillet 2019
3	P Paige-Green, B Verhaeghe, M Roux	N Leta, ReCAP PMU	Septembre 2019

Détails de la base de données ReCAP: Adaptation: Gestion des risques et optimisation de la résilience pour les accès routiers vulnérables en Afrique

N° de référence	GEN2014C	Lieu	L'Afrique subsaharienne
Source de la proposition	DFID/ReCAP	Méthode de passation des marchés	Appel d'offres
Thème	Durabilité de l'accès	Sous-thème	Résilience climatique
Organisation chef de file de la mise en œuvre	CSIR	Organisation partenaire	Paige-Green Consulting St Helens Consulting
Date de début	Avril 2017	Date de fin	Septembre 2019
Date d'échéance du	Août 2019	Date de réception	Août 2019

Table des matières

Résumé.....	vi	
Mots clés	vi	
Remerciements	vi	
Acronymes, unités et devises.....	vii	
Synthèse	viii	
1	Contexte..... 1	
2	Données à collecter	1
2.1	Degré.....	2
2.2	Etendue.....	3
2.3	Facteurs climatiques	5
3	Critères d'évaluation.....	5
3.1	Informations générales.....	5
3.2	Érosion	6
3.2.1	Érosion des abords de la route	7
3.2.2	Érosion de la surface de la route	8
3.2.3	Érosion des drains latéraux et des drains exutoire	9
3.2.4	Érosion des berges et des talus de déblais	11
3.3	Problèmes de sol support.....	13
3.3.1	Matériaux.....	13
3.3.2	L'humidité	16
3.4	Drainage (dans l'emprise routière).....	17
3.4.1	Forme de la route	19
3.4.2	Les accotements	21
3.4.3	Pentes latérales	23
3.4.4	Drains latéraux.....	25
3.4.5	Drains exutoires	26
3.5	Drainage en dehors de l'emprise routière (cours d'eau)	27
3.5.1	Structures.....	27
3.5.2	Remblais/talus d'approche	28
3.5.3	Erosion des berges des cours d'eau.....	29
3.5.4	Travaux de protection.....	31
3.5.5	Plaine d'inondation	32
3.6	Stabilité des pentes	33
3.6.1	Talus de déblais.....	33
3.6.2	Remblais.....	34
3.7	Construction	36
3.7.1	Finition générale	37
3.7.2	Mesures de protection contre l'érosion	37
3.8	Entretien	38
3.8.1	Qualité	38
3.8.2	Quantité.....	39

4	Procédure d'évaluation	40
	Annexe 1 Formulaire de collecte de l'évaluation des données	41
	Annexe 2 Exemple de fiche de collecte de données de terrain remplie pour les évaluations de la résilience climatique avec photos à l'appui.....	42

List of Tables

Tableau 1	Description générale de la classification des degrés.....	2
Tableau 2	Description générale de la classification de l'étendue d'une dégradation	3
Tableau 3	Degrés d'érosion des abords de la route.....	7
Tableau 4	Degrés d'érosion de la surface de la route (et des accotements des routes non revêtues)	8
Tableau 5	Degrés d'érosion des drains latéraux et des drains exutoire	9
Tableau 6	Degrés d'érosion des berges et des talus de déblais.....	11
Tableau 7	Zones humides.....	16
Tableau 8	Forme de la route (routes non revêtues et revêtues).....	19
Tableau 9	État des accotements	22
Tableau 10	Efficacité du drainage des pentes latérales.....	23
Tableau 11	Efficacité des drains latéraux.....	25
Tableau 12	Efficacité des drains exutoire	26
Tableau 13	Domages aux grands ouvrages de drainage.....	27
Tableau 14	Domages aux remblais/talus d'approche.....	29
Tableau 15	Érosion des berges des cours d'eau	30
Tableau 16	Domages causés aux ouvrages de protection.....	31
Tableau 17	Stabilité des talus de déblais	33
Tableau 18	Stabilité des pentes des remblais.....	35

List of Figures

Figure 1	Diagramme de processus pour évaluer le degré de dégradation.....	3
Figure 2	Illustration de l'évaluation de l'étendue d'une dégradation.....	4
Figure 3	Érosion des zones autour de la route	7
Figure 4	Degrés d'érosion de la surface de la route (et des accotements des routes non revêtues).....	8
Figure 5	Érosion des drains latéraux et des drains exutoire	10
Figure 6	Érosion des talus de déblais	12
Figure 7	Argiles expansives	13
Figure 8	Manifestation typique de l'effondrement des sols dans une route revêtue.....	14
Figure 9	: Un exemple de coloration jaune/brun d'un drain latéral en béton due à la présence de sulfures	15
Figure 10	Sols dispersifs	15
Figure 11	Zones humides	17
Figure 12	Preuve de l'accumulation d'eau dans le drain latéral	19
Figure 13	Forme de la route (routes non revêtues).....	20
Figure 14	Forme de la route (routes revêtues).....	21
Figure 15	Accotements.....	22
Figure 16	Zone non revêtue entre le joint d'étanchéité et le drain revêtu permettant l'accès de l'eau dans la chaussée (noter également le mauvais entretien du drain latéral).....	23
Figure 17	Efficacité du drainage des pentes latérales	24
Figure 18	Efficacité des drains latéraux	25
Figure 19	Efficacité des drains exutoire	26
Figure 20	Domages aux grands ouvrages de drainage	28
Figure 21	Domages aux talus	29
Figure 22	Erosion des berges des rivières et des cours d'eau.....	30
Figure 23	Domages aux ouvrages de protection	32
Figure 24	Stabilité des talus de déblais.....	34
Figure 25	Fissuration du remblai due à une contrainte excessive.....	35

Figure 26 Stabilité des remblais	36
Figure 27 Mauvaise finition d'une route nouvellement construite	37
Figure 28 Mauvaise finition des travaux de protection entraînant une défaillance - pas de poutres "d'ancrage	38
Figure 29 Végétation épaisse le long de la route indiquant un entretien insuffisant (noté 5/5)	39
Figure 30 Autres problèmes	39
Figure 31 Dommages causés par un incendie aux poteaux de garde-corps et au revêtement bitumineux	40

Résumé

L'impact du changement climatique sur les routes peut exiger que les sections vulnérables de l'infrastructure routière soient identifiées et que des adaptations soient faites pour minimiser les dommages potentiels futurs liés au climat. Ces changements climatiques comprennent les changements de température et de précipitations, l'augmentation du vent, les fluctuations du niveau de la mer et l'augmentation probable du nombre et de la fréquence des événements extrêmes. Actuellement, dans le but de gestion des routes et de planification de l'entretien et de la réhabilitation, des évaluations visuelles de l'état du réseau routier sont généralement effectuées régulièrement à des fréquences précises. Ces évaluations portent normalement sur l'état de la route, en classant les problèmes tels que la fissuration, la déformation, l'orniérage, la formation de nids de poule, etc. par degré et par étendue, afin d'établir des priorités et de budgétiser les opérations de gestion de suivi. En général, seule la surface de la chaussée est évaluée. Des évaluations similaires pour les systèmes de gestion des ponts sont également effectuées dans certains pays, et elles portent principalement sur la planification et la gestion de l'entretien et des réparations des structures (y compris les ponts et les ponceaux). Il est toutefois nécessaire d'ajouter à ces informations les éléments nécessaires aux évaluations de la résilience au climat et à la mise en œuvre de techniques d'adaptation appropriées pour améliorer la résilience au climat des infrastructures.

Ce manuel décrit la nature et la collecte de ce type de données, qui ne font normalement pas partie de la collecte de données de routine exécutées à des fins de gestion des actifs. Cela inclut des questions telles que l'érosion, les sols problématiques, le drainage de la route et de son environnement proche ainsi que de l'extérieur de l'emprise routière, l'instabilité des remblais et des déblais, les questions de construction et les problèmes d'entretien. Pour des raisons de commodité et pour minimiser les coûts, cette collecte doit être effectuée lors des évaluations visuelles de routine, par les équipes d'évaluation ou d'autres personnes formées spécifiquement à cet effet. En fonction des problèmes typiques attendus, les évaluations sont probablement mieux réalisées par ceux qui ont une formation en géotechnique, en géologie de l'ingénieur ou en géomorphologie. Un formulaire standard pour l'enregistrement des données est fourni avec un exemple travaillé et des photos des défaillances évaluées.

Mots clés

Changement climatique ; infrastructure routière ; routes à faible trafic ; vulnérabilité ; manuel d'évaluation visuelle.

Remerciements

Les auteurs souhaitent remercier les délégués des partenaires de l'AFCAP au Mozambique (ANE), en Ethiopie (ERA) et au Ghana (DFR et MoH) qui ont contribué à l'élaboration de ce manuel lors des essais sur le terrain dans chacun des pays.

Recherche pour le partenariat d'accès communautaire (ReCAP)

Transports sûrs et durables pour les communautés rurales

ReCAP est un programme de recherche, financé par UK Aid, qui vise à promouvoir des transports sûrs et durables pour les communautés rurales en Afrique et en Asie. ReCAP comprend le Partenariat pour l'accès communautaire en Afrique (AfCAP) et le Partenariat pour l'accès communautaire en Asie (AsCAP). Ces partenariats soutiennent le partage des connaissances entre les pays participants afin d'améliorer l'adoption de solutions peu coûteuses et éprouvées pour l'accès rural qui maximisent l'utilisation des ressources locales. Le programme ReCAP est géré par Cardno Emerging Markets (UK) Ltd.

www.research4cap.org

Acronymes, unités et devises

\$	Dollar américain (1,00 USD ≈ fournit la conversion en monnaie locale)
BAD	Banque asiatique de développement
AfCAP	Africa Community Access Partnership
AsCAP	Asia Community Access Partnership
GPS	Système de positionnement global (Global positioning system)
ReCAP	Research for Community Access Partnership
UK	United Kingdom (of Great Britain and Northern Ireland)
UK aid	United Kingdom aid (Department for International Development, UK)

Synthèse

Ce manuel est destiné au personnel des autorités routières en général et aux personnes chargées d'évaluer la vulnérabilité des infrastructures routières aux effets du changement climatique en particulier. Il peut s'agir du personnel des autorités routières ou du personnel des sociétés d'ingénierie-conseil.

L'impact de la variabilité et du changement climatique sur les routes peut exiger que les sections vulnérables de l'infrastructure routière soient identifiées et que des adaptations soient faites pour minimiser les dommages potentiels futurs liés au climat. Ces changements climatiques comprennent les changements de température et de précipitations, l'augmentation du vent, les fluctuations du niveau de la mer et l'augmentation probable du nombre et de la fréquence des événements extrêmes.

Actuellement, dans le but de gestion des routes et de planification de l'entretien et de la réhabilitation, des évaluations visuelles de l'état du réseau routier sont généralement effectuées régulièrement à des fréquences précises. Ces évaluations portent normalement sur l'état de la route, en classant les problèmes tels que la fissuration, la déformation, l'orniérage, la formation de nids de poule, etc. par degré et par étendue, afin d'établir des priorités et de budgétiser les opérations de gestion de suivi. En général, seule la surface de la chaussée est évaluée. Des évaluations similaires pour les systèmes de gestion des ponts sont également effectuées dans certains pays, et elles portent principalement sur la planification et la gestion de l'entretien et des réparations des structures (qui comprennent les ponts et les ponceaux). Il est toutefois nécessaire d'ajouter à ces informations les éléments nécessaires aux évaluations de la résilience au climat et à la mise en œuvre de techniques d'adaptation appropriées pour améliorer la résilience au climat des infrastructures.

Le manuel décrit la nature et la collecte de ce type de données, qui ne font normalement pas partie de la collecte de données de routine exécutées à des fins de gestion des actifs. Cela inclut des problèmes telles que l'érosion, les sols problématiques, le drainage de la route et de son environnement proche ainsi que de l'extérieur de l'emprise routière, l'instabilité des remblais et des déblais, les questions de construction et les problèmes d'entretien. Pour des raisons de commodité et pour minimiser les coûts, cette collecte doit être effectuée lors des évaluations visuelles de routine, par les équipes d'évaluation ou d'autres personnes formées spécifiquement à cet effet. En fonction des problèmes typiques attendus, les évaluations sont probablement mieux réalisées par ceux qui ont une formation en géotechnique, en géologie de l'ingénieur ou en géomorphologie. Un formulaire standard pour l'enregistrement des données est fourni avec un exemple travaillé et des photos des défaillances évaluées.

Ce manuel est un document d'accompagnement des lignes directrices pour l'adaptation de l'ingénierie¹ ainsi que des lignes directrices pour l'évaluation des menaces et de la vulnérabilité climatiques², et soutient la méthodologie d'adaptation décrite dans le Manuel d'adaptation au climat³.

¹ Paige-Green, P., Verhaeghe, B. and Head, M. (2019). Adaptation au Climat : Gestion des risques et optimisation de la résilience pour les accès routiers vulnérables en Afrique : *Lignes directrices pour l'adaptation de l'ingénierie*, GEN2014C. London : ReCAP for DFID.

² Le Roux, A., Makhanya, S., Arnold, K. and Roux, M. (2019). Adaptation au Climat : Gestion des risques et optimisation de la résilience pour les accès routiers vulnérables en Afrique : *Lignes directrices pour l'évaluation des menaces et de la vulnérabilité climatiques*, GEN2014C. London : ReCAP for DFID.

³ Head, M., Verhaeghe, B., Paige-Green, P., le Roux, A., Makhanya, S. and Arnold, K. (2019). Adaptation au Climat : Gestion des risques et optimisation de la résilience pour les accès routiers vulnérables en Afrique : *Manuel sur l'adaptation au climat*, GEN2014C. London : ReCAP for DFID.

1 Contexte

Il est clair que le climat de la terre est en train de changer et cela aura probablement plusieurs effets importants sur l'infrastructure routière de la plupart des pays, mais en particulier sur le réseau de routes d'accès rurales à faible trafic. Ces routes sont souvent construites selon des normes moins strictes en utilisant des matériaux et de la main-d'œuvre locaux, y compris des structures à faible coût, et sont donc plus susceptibles de subir des dommages climatiques que les routes d'ordre supérieur transportant des volumes de trafic plus importants et construites selon des normes plus strictes.

Les nouvelles routes doivent être conçues en intégrant les mesures d'adaptation au climat nécessaires, mais il n'est ni pratique ni économique de rendre chaque route existante résistante aux effets climatiques. Il est donc important d'identifier les routes qui ne sont pas résilientes et de les classer par ordre de priorité pour les mesures d'adaptation. La priorité serait basée sur la classification et l'objectif de la route, le nombre de personnes touchées et la disponibilité d'itinéraires alternatifs, comme abordés dans d'autres documents liés au projet AfCAP sur le changement climatique. Afin de mettre en œuvre les adaptations nécessaires pour rendre les routes plus résistantes au climat et de contribuer à l'établissement des priorités, il est nécessaire d'effectuer des évaluations visuelles (en plus des évaluations de routine classiques exécutées à des fins de gestion des chaussées et des ponts) des routes existantes en accordant une attention particulière aux problèmes spécifiquement liés aux effets climatiques.

Ce manuel résume les problèmes potentiels importants liés au climat et indique la méthode d'évaluation de ces problèmes, avec des indications qui peuvent aider à l'observation et à l'interprétation des évaluations visuelles.

Il est important que tous les évaluateurs comprennent les raisons de l'évaluation visuelle et la manière dont les données recueillies seront intégrées dans la mise en œuvre des mesures d'adaptation. Lors de l'évaluation de chacune des problèmes abordées, l'évaluateur doit essayer de répondre à la question "La situation existante peut-elle faire face aux changements climatiques prévus sans dommages graves ou effondrement dans le cadre du cycle d'évaluation ?

Bien qu'il soit reconnu que la collecte de ces informations semble ostensiblement recouper les données d'évaluation visuelle recueillies à des fins de gestion des actifs (routes et structures), il existe des différences significatives. L'évaluation de la résilience climatique diffère de l'évaluation des chaussées et des structures existantes utilisée à des fins de gestion courante du patrimoine d'infrastructure de la manière suivante :

- Elle n'est effectuée qu'une seule fois par route au cours d'un cycle d'évaluation. Le changement climatique étant un processus relativement lent qui s'étend sur plusieurs décennies, il est recommandé d'effectuer un cycle d'évaluation qui ne soit pas inférieur à 10 ans. Il peut toutefois y avoir des zones localisées occasionnelles, telles que des problèmes de drainage ou de stabilité des talus, qui indiquent d'éventuelles situations "d'alerte", qui doivent être surveillées périodiquement pour s'assurer qu'aucun dommage ou affaiblissement progressif n'entraîne des défaillances imprévues plus importantes.
- Cela nécessite des observations beaucoup plus détaillées, faites à pied, contrairement aux inspections visuelles de routine de la gestion des actifs, qui sont généralement effectuées à partir d'un véhicule en mouvement.
- Pour la gestion des actifs, l'évaluation se fonde uniquement sur ce qui est observé au moment de l'inspection, alors que pour la résilience climatique, l'impact des futurs changements climatiques attendus doit être interprété ou déduit des observations faites.
- Ces évaluations doivent être mises à jour périodiquement en fonction du rythme du changement climatique.

2 Données à collecter

Pour la conception de la résilience climatique des routes, il faut évaluer plusieurs questions. Il s'agit notamment de :

- Potentiel d'érosion ;
- Problèmes de matériaux de sol support ;
- Efficacité du drainage dans l'emprise de la route ;

- Drainage à l'extérieur de l'emprise de la route ;
- Stabilité des talus (remblais et déblais) ;
- La qualité de la construction ; et
- Efficacité de la maintenance

D'autres indications de problèmes éventuels peuvent être observées sur certains sites, comme l'accumulation de sable et de débris (due au vent et aux inondations), une végétation excessive causée par l'augmentation des précipitations et des températures élevées, entraînant des problèmes de distance de visibilité et de praticabilité, etc.

Les cellules du formulaire d'évaluation doivent être remplies comme indiqué dans les sections suivantes. Dans la plupart des cellules, une cote de degré et une cote de l'étendue seront inscrits. Celles-ci seront déterminées sur une échelle de 5 points lorsqu'elles existent (0 est saisi s'il n'y a pas de preuve de la dégradation comme discuté ci-dessous). Une entrée typique serait donc 3/2 pour un problème de degré 3 et d'étendue 2. Il convient de noter que la majorité des vulnérabilités seront liées à des changements de précipitations, mais des questions telles que les changements de température, l'augmentation du vent, etc. doivent être prises en compte lors des évaluations sur le terrain. Si des installations (par exemple, un ponceau, des drains, etc.) ne sont pas présentes dans la section évaluée, la cellule du formulaire d'évaluation restera vide. Dans quelques cas, une réponse Oui/Non est requise.

Il est important que l'évaluation de toute condition ne soit enregistrée qu'une seule fois (c'est-à-dire pas de double comptabilité). Par exemple, les drains latéraux peuvent ne pas fonctionner correctement en raison d'une érosion importante. Il convient d'enregistrer ce problème comme un problème d'érosion ou un problème d'efficacité, selon l'évaluation, mais pas comme un problème à la fois d'érosion et d'efficacité du drainage.

2.1 Degré

Le degré d'un type particulier de dégradation est une mesure de sa sévérité. Comme le degré de dégradation peut varier sur le segment évalué, il doit être enregistré en conjonction avec l'étendue de l'occurrence pour la plupart des paramètres ; cela permettra d'obtenir la meilleure évaluation moyenne de la gravité d'un type particulier de dégradation. La longueur d'un segment est généralement de 100 m.

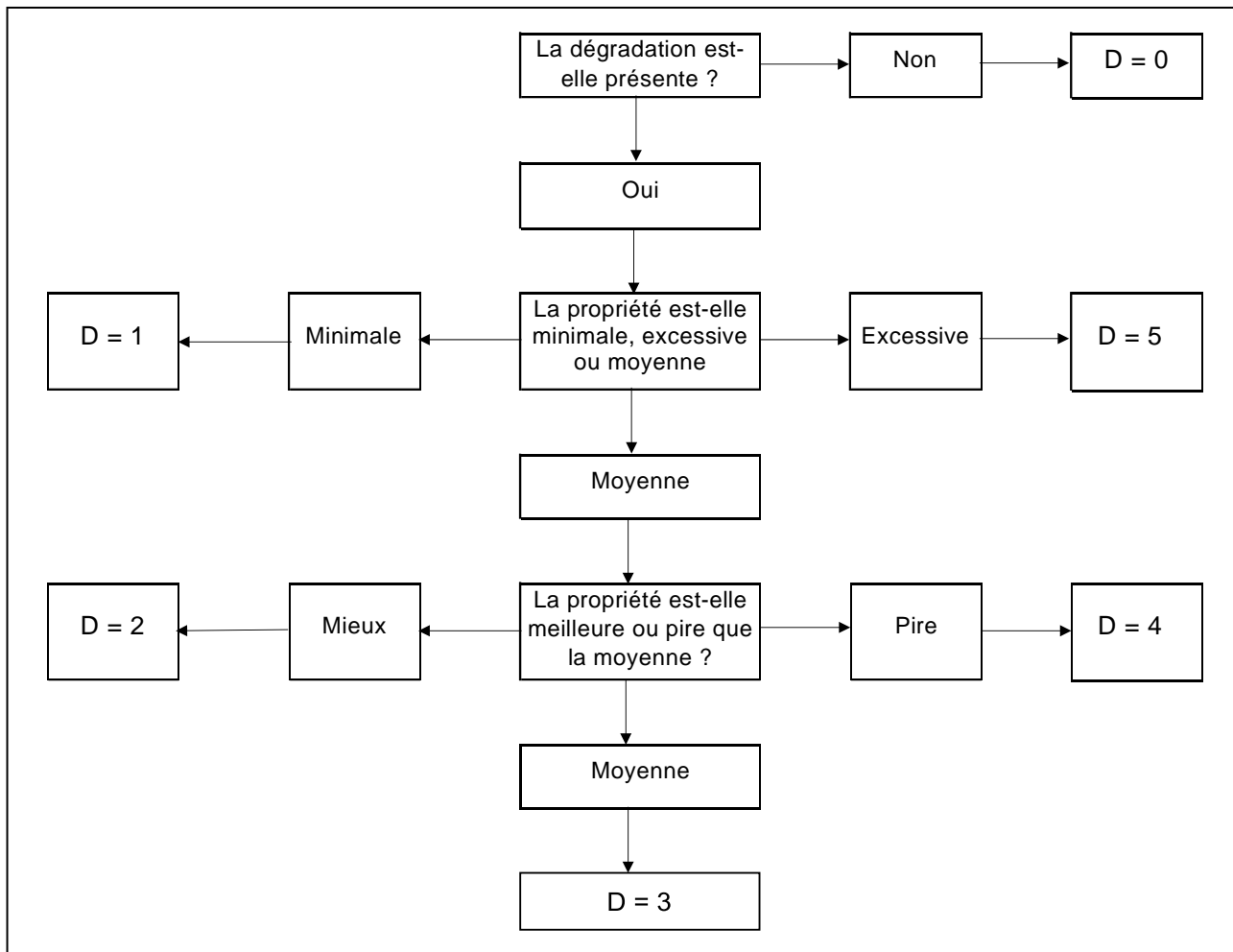
Les descriptions générales du degré de chaque type de dégradation sont présentées dans le Tableau 1.

Tableau 1 Description générale de la classification des degrés

Degré	Gravité	Description
0	-	Aucune vulnérabilité potentielle visible
1	Léger	Seuls les premiers signes de dégradation sont visibles, mais ils sont difficiles à discerner. Aucune mesure d'adaptation n'est nécessaire
2	Léger à avertissement	Dégradation évidente mais pas au degré 3
3	Avertissement	Début des défaillances secondaires. (Dégradation notable en ce qui concerne les conséquences possibles). Une adaptation à moyen terme peut être nécessaire. Nécessite généralement une réparation
4	Avertissement à sévère	Défaillances secondaires clairement visibles mais pas encore au degré 5
5	Sévère	Les défaillances secondaires sont bien développées (degré élevé de défaillances secondaires) et/ou l'extrême gravité de la défaillance primaire. Des mesures d'adaptation doivent être mises en œuvre immédiatement. Nécessite généralement une reconstruction

Un diagramme illustrant l'utilisation du système de classification en cinq points est présenté à la figure 1. Les catégories de degrés les plus importantes sont 1, 3 et 5. En cas d'incertitude concernant l'état entre les degrés 1 et 3 ou 3 et 5, la défaillance peut être évalué à 2 ou 4, respectivement.

Figure 1 Diagramme de processus pour évaluer le degré de dégradation



2.2 Etendue

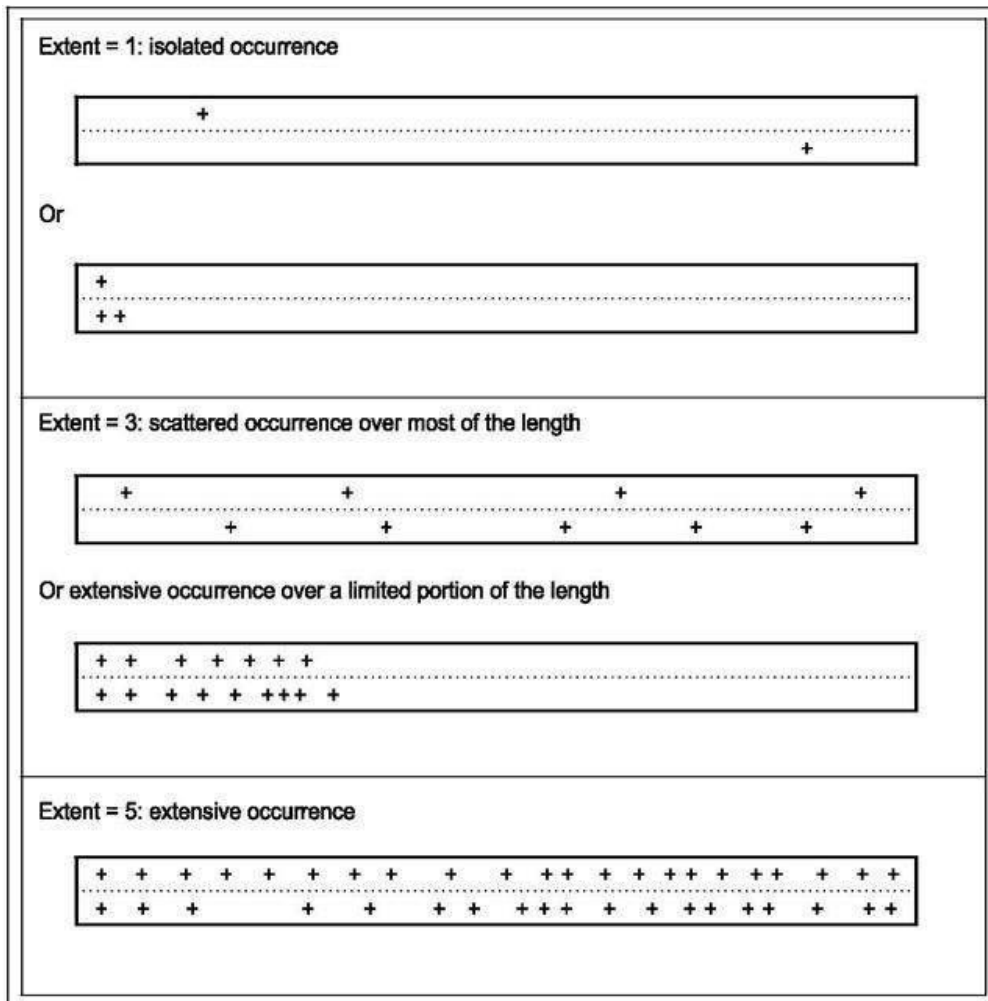
L'étendue de la dégradation est une mesure de l'ampleur de la dégradation sur toute la longueur du tronçon de route. Cette mesure est résumée dans le tableau 2 et illustrée dans la figure 2.

Tableau 2 Description générale de la classification de l'étendue d'une dégradation

Etendue	Description	Pourcentage de la longueur *
1	Fait isolé	< 5
2	Se produit sur certaines parties de la longueur du segment Plus qu'isolé	5 - 10
3	Occurrence intermittente (dispersée) sur la plus grande partie de la longueur du segment (générale), ou Occurrence extensive sur une partie limitée de la longueur du segment.	10 - 25
4	Fréquence plus élevée sur une partie importante de la longueur du segment	25 - 50
5	Présence étendue sur l'ensemble du segment	>50

*Le pourcentage d'étendue n'est qu'une ligne directrice pour les évaluateurs et ne doit pas être interprété littéralement

Figure 2 Illustration de l'évaluation de l'étendue d'une dégradation



Les descripteurs individuels des effets climatiques potentiels sur les routes s'obtiennent mieux en se basant sur l'expérience, mais plusieurs indicateurs peuvent être utilisés pour aider à identifier rapidement les problèmes potentiels. Ils sont examinés ci-dessous pour chacun des problèmes potentiels décrits dans la section 2.

Les évaluations doivent être réalisées sur une base planifiée, mais peuvent être réactionnelles dans certains cas, notamment si un événement lié au changement climatique se produit sur un tronçon de route ou dans une certaine région. Dans ce cas, il pourrait être nécessaire d'évaluer le reste de la route ou des routes dans la région concernée. Il convient de garder à l'esprit que, bien qu'il soit préférable de procéder à des évaluations pendant ou peu après un temps humide, celles-ci seront souvent, par nécessité, effectuées pendant la saison sèche et il se peut que de nombreux panneaux indicateurs ne soient pas présents ou clairement visibles au moment de l'évaluation.

On observe fréquemment que la majeure partie d'une route est affectée, par exemple, par une sévérité de degré 3, mais qu'un degré 5 se produit sur une portion de cette route. Dans ces cas, le produit le plus élevé du degré et de l'étendue serait enregistré. Par exemple, une route qui présente des fissures de degré 3 sur 70 % de la surface et de degré 5 sur 7 % de la surface serait enregistrée comme un 3/5 (produit de 15) et non un 5/2 (produit de 10). Cependant, si une route présente des fissures de degré 3 sur 60 % de la surface et de degré 5 sur 30 % de la surface, l'enregistrement serait de 5/4 (produit de 20) et non 3/5 (produit de 15).

2.3 Facteurs climatiques

Les principaux facteurs climatiques suivants peuvent affecter différentes parties de n'importe quel pays à l'avenir :

- Augmentation ou diminution des températures moyennes ;
- Augmentation ou diminution du nombre de jours très chauds (> 35°C) ;
- Augmentation ou diminution des précipitations annuelles ;
- Augmentation ou diminution du nombre d'événements extrêmes ;
- Augmentation de la force du vent ; et
- Augmentation du niveau de la mer et érosion côtière.

Il est important, avant de procéder à toute évaluation, d'identifier les changements climatiques attendus le long de la route (ou dans la zone générale et les bassins versants associés) à évaluer et d'être particulièrement conscient des conséquences de ces changements attendus sur la durée de vie des installations situées le long de la route (surface de route revêtue ou non revêtu, terrassements et petites et grandes structures). Des indications générales sur les changements climatiques futurs dans la région sont disponibles sur l'internet, mais de plus amples détails concernant spécifiquement la zone requise devraient être disponibles auprès des services locaux de météorologie, de planification des catastrophes ou d'agriculture. Idéalement, les évaluateurs devraient se référer à une source centrale de scénarios climatiques nationaux afin de garantir la cohérence des conditions supposées auxquelles sont confrontés les segments de route.

3 Critères d'évaluation

3.1 Informations générales

Le haut du formulaire d'évaluation comporte plusieurs "cases" pour saisir les conditions générales d'évaluation Il s'agit notamment de :

- Numéro de route ;
- Date ;
- Noms des évaluateurs ;
- Météo - encercler le symbole correspondant - Ensoleillé (S) Partiellement nuageux (PC) Nuageux (C) Pluvieux (R) Chaud (H) Froid (Cold) ;
- Topographie - encercler le symbole correspondant - Plat (F) Ondulé (R) Vallonné (H) Montagneux (M) ;
- Couverture et utilisation des terres - encercler le symbole correspondant utilisé pour identifier l'impact des précipitations sur le sol naturel et la capacité de ruissellement -- Symboles comme suit :
 - A (Agriculture) cultures vivrières typiques - maïs, légumes, petites cultures de brousse ;
 - F (Forêt et/ou végétation dense - plantations de bois d'œuvre, cultures arboricoles (par exemple, cacao, agrumes, etc.) ;)
 - (N) Paysage naturel, prairies ou savane ;
 - (PU) Périurbain ou urbain - zones bâties en bordure de route ;
 - (D) Dégradé - fortement érodé, surpâturé, croissance végétale minimale ;
 - (O) Autre - toute autre couverture terrestre non incluse ci-dessus ;
- Chaînage - distance le long de la route (déterminée avec une roue de mesure) ;
- Pente - indication de la pente de la route - Plat (F), descente (D), montée (U) - estimation de la pente en % si possible ;
- Accès aux installations - indiquer si la route donne accès aux postes frontières, aux écoles, aux centres de santé, au marché/à la ville, etc. Une route permet d'accéder à une installation si celle-ci prend un accès direct à partir de la route ou d'une route secondaire qui ne fait que croiser la route évaluée ;
- Nombre de routes alternatives - indiquer (principalement à partir de cartes et de consultations locales) combien de routes alternatives à la route évaluée existent ;
- Types de véhicules courants - indiquer les principaux types de trafic utilisant la route - bicyclettes, charrettes, motocyclettes, voitures, véhicules utilitaires légers, camions, etc. - généralement déterminé en observant le trafic pendant l'évaluation de la route
- GPS et photo - coordonnées GPS au début et à la fin de la section et périodiquement le long de la section - nombre de photos prises (telles qu'enregistrées par l'appareil photo).

3.2 Érosion

L'érodabilité de la surface de la route, des talus des remblais et des drains latéraux peut entraîner des problèmes importants, non seulement sur le plan esthétique et environnemental, mais surtout dans le contexte de la gestion de la route, ce qui conduit à des exigences d'entretien excessives (à la fois de la surface de la route et des drains) et potentiellement à une défaillance complète de l'infrastructure. Les dommages de surface causés par l'érosion entraînent des concentrations d'eau, des pertes de matière sous forme de limon et une augmentation des vitesses d'écoulement de l'eau. L'érosion incontrôlée des couches de support de la route peut éventuellement entraîner l'effondrement de la chaussée ou de la structure ainsi qu'un envasement excessif des structures de drainage. Les changements dans le volume ou l'intensité des précipitations aggraveront normalement les problèmes constatés lors de l'évaluation.

Lors de l'évaluation du potentiel d'érosion des différents éléments de la route et des structures associées, il convient d'identifier les éléments suivants

- Le matériau du sol comprenant le sol support et les zones adjacentes à la route est-il manifestement susceptible d'être érodé ? Généralement, les matériaux avec granulométrie à dimension unique, les sables et limons fins et les matériaux non cohésifs sont les plus sujets à l'érosion. Un mauvais compactage des matériaux de construction favorise également l'érosion. Les sols érodables de la région constituent généralement le sol support et auraient probablement été utilisés dans des formations et des remblais, ce qui pourrait entraîner des problèmes dans le cadre de futurs régimes de hautes eaux.
- La surface de la route (chaussée et accotements) présente-t-elle des signes d'affouillement ou de perte de matériaux liée aux précipitations ? L'érosion de la surface de la route ne s'applique qu'aux routes non revêtues et les routes revêtues doivent être indiquées comme telles sur le formulaire d'évaluation et enregistrées comme un blanc.
- Les drains latéraux et les drains exutoires sont-ils lisses et réguliers ou l'érosion a-t-elle affecté leur forme et leur efficacité ? Les drains revêtus seront indiqués sur le formulaire et figureront comme un blanc.
- Y a-t-il des sillons de ruissellement ou des signes de dommages causés par l'érosion sur les talus de remblais ou déblais ? L'érosion sur les pentes doit être différenciée des défaillances de pente mineures ou de l'envasement de surface.

Toute réponse positive significative à ces questions exigera que certaines mesures soient prises pour assurer la résilience climatique de la route, car ces zones entraîneront une concentration d'eau et une érosion accélérée. La plupart de ces techniques d'adaptation/de contrôle sont relativement peu coûteuses et comprennent le reprofilage et le nivellement des drains et des surfaces, les techniques de bio-ingénierie, les mesures de contrôle et de protection contre l'érosion (par exemple, les barrages de retenue), etc.

Toute indication de formation des sillons et de perte de matériaux sur des surfaces ou des accotements non pavés doit être notée. L'intensité de l'érosion doit être décrite avec indication de la cause, si possible, c'est-à-dire un mauvais compactage, de longues pentes, transversales ou longitudinales, etc. Ces informations doivent être suffisantes pour identifier les mesures d'adaptation ou de correction prévues par le concepteur. Il est également nécessaire d'identifier le type de couche de roulement et la nature des routes non revêtues (c'est-à-dire en terre battue, terre ou piste). Les matériaux de la couche d'usure sélectionnés selon des spécifications reconnues et correctement compactés résisteront généralement à l'érosion, sauf sur les pentes les plus raides.




Les descriptions des degrés des différents types d'érosion sont présentées dans les tableaux 3 à 6, les degrés 2 et 4 étant interpolés entre 1 et 3 et 3 et 5 respectivement et illustrés dans les figures 3 à 6 respectivement.

3.2.1 Érosion des abords de la route

Tableau 3 Degrés d'érosion des abords de la route

Degré	Description
1	Preuve de pertes matérielles localisées et mineures dues à des écoulements d'eau par formation des sillons
3	Érosion superficielle évidente et formation des sillons par l'eau - inspection régulière nécessaire
5	Perte importante de matériaux et formation de ravins d'érosion profonds - nécessite des mesures d'adaptation urgentes

Figure 3 Érosion des zones autour de la route

		1				
		1	2	3	4	5
		Preuve de pertes matérielles localisées et moindres dues à des écoulements d'eau par formation des sillons				
		3				
		1	2	3	4	5
		Érosion superficielle évidente et formation des sillons par l'eau				
		5				
		1	2	3	4	5
		Perte importante de matériaux et formation de ravins d'érosion profonds				

3.2.2 Érosion de la surface de la route

Tableau 4 Degrés d'érosion de la surface de la route (et des accotements des routes non revêtues)

Degré	Description
1	Preuve de dommages mineurs causés par l'eau
3	Les pertes matérielles sont facilement visibles - une réduction de la vitesse est nécessaire. Sillons > 30 mm de profondeur x 75 mm de largeur
5	Perte importante de matériaux et de forme de la route - les véhicules évitent ces zones. Sillons > 60 mm de profondeur x 250 mm de largeur - amélioration urgente du

Figure 4 Degrés d'érosion de la surface de la route (et des accotements des routes non revêtues)

		<p style="text-align: center;">1</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">Preuve de dégâts des eaux mineurs et de perte de matériel</p>	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5			
		<p style="text-align: center;">3</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">Perte de matériaux facilement visible - réduction de la vitesse nécessaire. Sillons > 30 mm de profondeur x 75 mm de largeur.</p>	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5			
		<p style="text-align: center;">5</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">Perte importante de matériaux et de forme de la route - les véhicules évitent ces zones. Sillons > 60 mm de profondeur x 250 mm de largeur</p>	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5			



3.2.3 Érosion des drains latéraux et des drains exutoire

L'érosion des drains latéraux se manifeste généralement par un sol exposé, des sillons profonds et de mauvaises caractéristiques d'écoulement. Il convient de noter l'érodabilité potentielle du sol et les causes de l'érosion (vitesses élevées de l'eau, capacité de drainage insuffisante, pentes raides, etc.) ainsi que les emplacements et problèmes de dépôt (du matériau érodé) associés. La présence de végétation dans les drains latéraux et les drains exutoire indique normalement qu'il n'y a pas d'érosion.

Tableau 5 Degrés d'érosion des drains latéraux et des drains exutoire

Degré	Description
1	Preuves mineures de pertes et dommages matériels dus à l'eau.
3	Érosion des drains nécessitant un entretien et un remodelage périodiques pour rétablir l'écoulement - toujours fonctionnel
5	Perte importante de matériau et déformation des drains - dangereux pour la circulation et entraînant un grave engorgement "en aval" - mesures d'adaptation urgentes nécessaires - dégradation des performances des drains

Figure 5 Érosion des drains latéraux et des drains exutoire

	<table border="1"> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">Preuves mineures de pertes matérielles dues à l'eau</td> </tr> </table>	1					1	2	3	4	5	Preuves mineures de pertes matérielles dues à l'eau				
1																
1	2	3	4	5												
Preuves mineures de pertes matérielles dues à l'eau																
	<table border="1"> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">Érosion des drains nécessitant un entretien et un reprofilage périodiques pour rétablir l'écoulement - toujours fonctionnel</td> </tr> </table>	3					1	2	3	4	5	Érosion des drains nécessitant un entretien et un reprofilage périodiques pour rétablir l'écoulement - toujours fonctionnel				
3																
1	2	3	4	5												
Érosion des drains nécessitant un entretien et un reprofilage périodiques pour rétablir l'écoulement - toujours fonctionnel																
	<table border="1"> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">Perte importante de matériau et déformation des drains - dangereux pour la circulation et entraînant un grave engorgement "en aval "</td> </tr> </table>	5					1	2	3	4	5	Perte importante de matériau et déformation des drains - dangereux pour la circulation et entraînant un grave engorgement "en aval "				
5																
1	2	3	4	5												
Perte importante de matériau et déformation des drains - dangereux pour la circulation et entraînant un grave engorgement "en aval "																




3.2.4 Érosion des berges et des talus de déblais

L'érosion des talus et des talus de déblais se manifeste par des sillons qui permettent à l'eau de s'écouler de manière incontrôlée le long de la pente, généralement avec un envasement des drains au pied de la pente ou à la base de la pente lorsqu'il n'y a pas de drains. Il convient d'évaluer la nécessité d'aménager des chutes d'eau provenant d'un drain de crête en surface au sommet de la pente pour contrôler les flux d'eau dans ces zones afin de minimiser les problèmes.

Tableau 6 Degrés d'érosion des berges et des talus de déblais

Degré	Description
1	Preuves mineures de dégâts des eaux
3	Peut être facilement vu - des mesures de protection doivent être envisagées. Sillons >75 mm de profondeur x 300 mm de largeur
5	Perte importante de végétation et de matériaux et dépôt dans les égouts. Sillons > 200 mm de profondeur x > 300 mm de largeur - mesures d'adaptation requises d'urgence

Figure 6 Érosion des talus de déblais

	<table border="1"> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">Preuves mineures de dégâts des eaux</td> </tr> </table>	1					1	2	3	4	5	Preuves mineures de dégâts des eaux				
1																
1	2	3	4	5												
Preuves mineures de dégâts des eaux																
	<table border="1"> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">Sillons sur les pentes et perte notable de matériaux de pente. Sillons >75 mm de profondeur x 300 mm de largeur</td> </tr> </table>	3					1	2	3	4	5	Sillons sur les pentes et perte notable de matériaux de pente. Sillons >75 mm de profondeur x 300 mm de largeur				
3																
1	2	3	4	5												
Sillons sur les pentes et perte notable de matériaux de pente. Sillons >75 mm de profondeur x 300 mm de largeur																
	<table border="1"> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">Perte importante de matériaux et développement de Sillons profonds (> 200 mm de profondeur x > 300 mm de largeur)</td> </tr> </table>	5					1	2	3	4	5	Perte importante de matériaux et développement de Sillons profonds (> 200 mm de profondeur x > 300 mm de largeur)				
5																
1	2	3	4	5												
Perte importante de matériaux et développement de Sillons profonds (> 200 mm de profondeur x > 300 mm de largeur)																

3.3 Problèmes de sol support

3.3.1 Matériaux

Les changements de précipitations et/ou de température au fil du temps entraîneront des fluctuations d'humidité plus importantes dans les matériaux de fondation. La plupart des sols problématiques tels que les argiles expansives, les argiles dispersives, les sables mouvants, les matériaux salins, etc. seront affectés à la fois par l'humidification des couches de sol support en raison de l'augmentation des précipitations ou d'événements plus extrêmes et par l'assèchement des sols causé par des périodes sèches plus longues, des températures plus élevées et des conditions de vent et de sécheresse.

Lors de l'évaluation de la résilience climatique, il convient de noter tout particulièrement la présence de ces matériaux, comme décrit ci-dessous. Il convient également de prendre connaissance des zones où la structure de la chaussée se détériore (fissures, nids de poule et déformations) en raison de l'état du sol support, en particulier des matériaux faibles. Cela est généralement associé à des problèmes de drainage localisés et la dégradation serait normalement enregistrée lors de l'évaluation visuelle de routine pour la gestion des actifs.



L'évaluateur doit examiner le sol exposé à proximité de la route et dans les drains latéraux pour y déceler la présence de matériaux expansibles, mouvants, salins, dispersifs ou matériaux étanches. Certains de ces matériaux sont souvent associés à d'autres problèmes tels que l'érosion (sols mouvants).

Les points suivants doivent être vérifiés :

Un sol expansif :

Généralement noir, gris foncé ou rouge. Présente des fissures caractéristiques avec des fissures larges et ouvertes. Peut être masqué par la végétation et il faut donc rechercher les zones exposées ouvertes. Si aucune fissure n'est observée, le matériau sera identifié comme non-expansif. Si de larges fissures (degré 5 de la figure 7) sont observées, le matériau doit être identifié comme très expansif. Ces matériaux ont également tendance à se désagréger (se désintégrer en argile) lorsqu'ils sont placés dans l'eau.

Figure 7 Argiles expansives

	3				
	1	2	3	4	5
	Argiles modérément expansives - fissures de 5 à 10 mm de large				
	5				
	1	2	3	4	5
	Argiles très expansives - fissures > 10 mm de large				

Sols mouvants

Les sols mouvants sont difficiles à identifier sur le terrain sans une inspection très minutieuse. Ces sols sont constitués de particules individuelles de sables durs qui sont soutenus par des "ponts" d'argile, de fer ou de calcite et qui contiennent souvent des vides évidents (trous d'épingle). Lorsque ces matériaux sont chargés dans des conditions humides, les "ponts" s'effondrent et le matériau diminue de volume, ce qui se manifeste généralement par des ornières caractéristiques dans les traces de roues (figure 8). La plupart des sols mouvants sont constitués de granites ou de grès fortement altérés par les intempéries, ou encore de sols sableux transportés, bien que divers autres matériaux puissent avoir une structure mouvante. Sur le terrain, il est donc important d'identifier le type de matériau et de rechercher des signes d'effondrement sur des matériaux similaires dans la région. Les connaissances techniques locales seront souvent disponibles si des sols mouvants sont présents.

Figure 8 Manifestation typique de l'effondrement des sols dans une route revêtue



Sols salins

Les sols salins contiennent des sels qui peuvent ou non être nocifs, mais ceux qui contiennent spécifiquement des sulfures posent souvent des problèmes, si le sel est en quantité suffisante. Les sels sont généralement observés sous forme de dépôts ou d'incrustations à la surface après évaporation de l'eau, en particulier aux bords des revêtements bitumineux et sur les pentes des remblais lorsque les sels sont incorporés dans les matériaux ou l'eau de construction. Une attention particulière doit être observée dans les zones proches des océans ou des lagunes salines et lorsque les matériaux ont été obtenus à partir de bassins d'évaporation et de zones d'eau fermées (c'est-à-dire où l'eau ne s'écoule pas du plan d'eau). Dans les zones marines, l'eau de mer peut avoir été utilisée pour le compactage et cela pourrait introduire des teneurs élevées en sel. Les eaux souterraines salines peuvent également causer des problèmes et les discussions avec les résidents locaux et les éleveurs indiquent généralement la qualité/la potabilité des eaux souterraines locales.

Les matières salines sont souvent difficiles à identifier, mais l'expérience passée dans ce domaine est utile. La coloration jaune/brun des structures locales indique souvent la présence de sulfures. De nombreux dépôts de sel peuvent être identifiés en les léchant légèrement et en goûtant les sels. La figure 9 montre un exemple de drain latéral avec coloration à l'acide sulfurique généré par l'oxydation des sulfures du charbon utilisé dans les couches de support.

Figure 9 : Un exemple de coloration jaune/brun d'un drain latéral en béton due à la présence de sulfures





Sols dispersifs

Les matériaux dispersifs peuvent causer de graves problèmes car ils (c'est-à-dire les argiles fines) sont lessivés des remblais et des zones de sol support, ce qui entraîne la formation de tunnels et de "tubes" qui s'effondrent ensuite. Les sols dispersifs dans la région sont généralement indiqués par ce qui semble être des zones fortement érodées, mais plus particulièrement par la présence de tubes et de tunnels (figure 10). La meilleure façon d'identifier ces sols en tant que problèmes potentiels est de placer de petites mottes de terre dans de l'eau (potable) pure et de vérifier l'état de la suspension d'argile après 24 heures. Les mottes peuvent rester intactes ou s'éteindre, mais les argiles dispersives entrent en suspension et ne se déposent pas (figure 10).

Figure 10 Sols dispersifs



Sol dispersif présentant des caractéristiques typiques d'érosion avec des tunnels dans la zone centrale inférieure

	<p>Trois sols montrant un étouffement mais aucune dispersion (à gauche) et une légère dispersion dans deux échantillons à droite</p>
	<p>Deux sols présentant une légère dispersivité (à gauche) et une forte dispersivité (à droite)</p>

Autres sols potentiellement problématiques

Ces matériaux comprennent les dolomites ou d'autres matériaux solubles qui pourraient indiquer des problèmes de karst (trous) ; les argiles molles ou les déchets (en particulier les anciennes décharges), les déchets industriels ou les décharges de mines ; et les sols fins sujets à la liquéfaction. Ces éléments doivent être indiqués dans la zone "Commentaires" du formulaire d'évaluation.

3.3.2 L'humidité



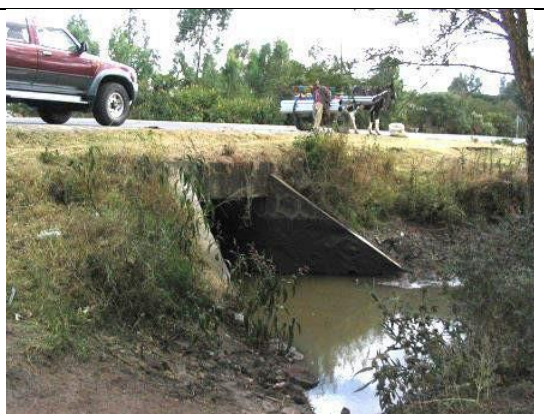
Le deuxième problème potentiel du sol support est la présence d'une humidité excessive dans le sol support, résultant de sources d'eau naturelles localisées et non de problèmes de drainage spécifiques qui peuvent être corrigés par un bon contrôle de l'eau périodique. Si la présence d'une humidité excessive est due à des sources, à des nappes phréatiques élevées ou à des zones marécageuses, il convient de l'enregistrer ainsi que de déterminer la cause de l'humidité là où elle peut être déterminée. Pendant la saison des pluies, il est généralement évident que les matériaux de sol supports sont affectés par des conditions d'humidité élevée. Toutefois, si l'évaluation est effectuée pendant la saison sèche, les indicateurs tels que les lits de roseaux, les zones marécageuses sèches, les traces d'animaux aquatiques, etc. Des sols argileux (éventuellement expansifs) sont souvent présents dans ces zones.

Cette question revêt une importance particulière en termes de changement climatique, car les zones humides devraient changer considérablement avec le temps, soit en s'asséchant avec le rétrécissement et la fissuration concomitants, soit en devenant plus humides pendant de plus longues périodes. Ces deux scénarios auront des répercussions importantes sur la route de recouvrement.

Tableau 7 Zones humides

Degré	Description
1	Preuve mineure d'un problème localisé mais contrôlable d'eau ou d'un suintement
3	Eau stagnante adjacente à la surface de la route ou preuve d'une accumulation prolongée d'eau pérenne ou d'eau stagnante
5	Zones marécageuses ou zones avec des nappes phréatiques élevées en permanence

Figure 11 Zones humides

		<p style="text-align: center;">1</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 20px;">1</td> <td style="width: 20px;">2</td> <td style="width: 20px;">3</td> <td style="width: 20px;">4</td> <td style="width: 20px;">5</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">Des preuves mineures de problèmes localisés, mais contrôlables d'eau</p>	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5			
		<p style="text-align: center;">3</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 20px;">1</td> <td style="width: 20px;">2</td> <td style="width: 20px;">3</td> <td style="width: 20px;">4</td> <td style="width: 20px;">5</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">Eau stagnante adjacente à la surface de la route ou preuve d'une accumulation d'eau pérenne</p>	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5			
		<p style="text-align: center;">5</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 20px;">1</td> <td style="width: 20px;">2</td> <td style="width: 20px;">3</td> <td style="width: 20px;">4</td> <td style="width: 20px;">5</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">Hautes nappes phréatiques permanentes</p>	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5			

3.4 Drainage (dans l'emprise routière)

L'objectif principal de cette évaluation est de déterminer si l'eau est éloignée efficacement de la surface de la route et des côtés de la route afin qu'elle n'affecte pas la structure de la chaussée. Diverses questions doivent être évaluées dans les catégories suivantes :

- Forme de la route ;
- Les accotements ;
- Pentes latérales ;
- Les drains latéraux ; et
- Les drains exutoires.

Il est essentiel que l'eau soit déplacée de la surface de la route et des environs immédiats vers des drains latéraux appropriés, puis retirée de l'emprise routière par des drains exutoire (évacuation) ou des ponceaux, le cas échéant, aussi rapidement et efficacement que possible. Au cours de l'évaluation, cette efficacité doit être estimée par rapport à la question de savoir si les précipitations restent sur la route, suffisamment longue pour causer d'éventuels dommages structurels à la route. De nombreux de ces problèmes sont liés au mauvais profil des routes, qui se manifeste par des ornières, des nids de poule et des dépressions (souvent associés à des fissures) sur les routes revêtues et par un manque de cambrure, des nids de poule et des

ornières sur les routes non revêtues. Ces problèmes sont souvent dus à un manque (ou simplement à un mauvais) entretien et il convient de le noter ceux-ci dans la catégorie "entretien" lors de l'évaluation. Toutefois, lorsque le problème concerne la conception, la performance ou la construction, ceci doit être mis en évidence dans cette section pour rectification.

L'accumulation d'eau à proximité de la route, qu'elle soit revêtue ou non, peut entraîner des défaillances localisées de la chaussée et ces zones doivent être notées. De même, les accotements qui sont plus hauts que le bord des surfaces de route revêtues entraîneront la rétention d'eau sur la surface de la route, ce qui pourrait conduire à la saturation des zones extérieures vulnérables de la trace de roue. Les accotements doivent être bien compactés et nivelés pour évacuer l'eau dans les drains latéraux. Les dépressions dans les accotements et en particulier à proximité du revêtement des routes revêtues doivent être enregistrées. Toute pente latérale éloignée des accotements (formation ou talus) doit être exempte de végétation excessive et déboucher dans les drains latéraux. Il est souvent difficile de distinguer les accotements des pentes latérales (en particulier sur les routes non revêtues) sur un terrain plat et, dans ces cas, il convient de remplir uniquement l'un ou l'autre.

La présence d'accumulations de matériaux fins limoneuses/argileuses et de déchets dans les drains est le signe d'un mauvais entretien ou d'une mauvaise conception des drains. Cette situation est généralement fréquente dans les zones basses où l'eau n'est pas évacuée des drains latéraux par des drains/ponceaux transversales adéquates.

Les drains latéraux doivent se trouver à au moins 3 m de la route et à au moins 250 mm (zones sèches) et 350 mm (zones humides) du sommet de la formation et à 650 - 750 mm du sommet de la route. Ils doivent être formés de manière à ce que l'eau y circule librement vers les drains exutoire ou les ponceaux voisins. La croissance de la végétation ne doit pas être telle que l'écoulement de l'eau soit entravé ou suffisant pour provoquer la formation de mares (signe d'un entretien insuffisant). Les signes de dépôts de limon et d'argile en surface (souvent accompagnés de fissures de séchage) indiquent généralement que de l'eau s'est accumulée dans ces zones.

Les drains exutoires doivent conduire l'eau collectée dans les drains latéraux suffisamment loin de la route pour qu'il n'y ait pas d'accumulation d'eau qui affecterait la route. Ces drains doivent être ouverts et déboucher dans un cours d'eau ou des champs ouverts où l'eau peut s'écouler. Lors de l'évaluation, il convient de noter que le manque de drains latéraux suffisants constitue un problème - dans ces zones, le volume d'eau s'accumulera, avec des vitesses accrues et un potentiel d'érosion plus important.

Il est souvent nécessaire de construire des ponceaux pour transporter l'eau collectée dans les drains latéraux de la route à travers (sous) la route afin d'éviter d'endommager la route et de s'assurer que l'eau est éloignée de la route. L'efficacité de ces ponceaux doit être vérifiée, notamment leur positionnement par rapport au point le plus bas de la route, ainsi que leur pente et leur environnement, afin de garantir que l'eau ne puisse pas s'accumuler près de la structure de la chaussée. Cela est normalement évident, mais la présence de dépôts de limon et d'argile avec des fissures de séchage associées doit être recherchée lors de l'évaluation de la route en saison sèche (figure 12). L'évaluation doit porter sur des questions telles que le nombre adéquat de ponceaux et d'ouvertures, l'efficacité et les indications d'envasement et l'enregistrement des dommages causés aux tuyaux et aux « murs de tête » et de « murs en aile » des ponceaux. On constate souvent que les points bas des routes se déplacent latéralement avec le temps (notamment en raison des inondations et de la sédimentation) et que les ponceaux ne sont plus aux bons endroits. Il convient de noter ce phénomène lorsqu'il est observé.

Figure 12 Preuve de l'accumulation d'eau dans le drain latéral



Tout dommage aux structures et/ou aux ouvrages de protection contre l'érosion qui leur sont associés, résultant d'une inondation ou d'un débordement, doit être noté dans cette catégorie. Si les dommages aux structures de protection contre l'érosion sont le résultat d'une mauvaise conception ou construction (par exemple, absence de poutres de fondation), il convient de le noter dans la catégorie construction, comme indiqué au point 3.4.4.

3.4.1 Forme de la route

La forme de la route déterminera si l'eau est rapidement éliminée de la surface de la route. Cela est plus critique pour les routes non revêtues où l'eau de surface retenue ramollie le matériau de la couche de roulement et entraîne une déformation de la surface de la route et la formation rapide de nids de poule.

Pour les routes revêtues, les nids de poule, les ornières et la déformation entraînent la formation de flaques d'eau à la surface. Toutefois, si le revêtement bitumineux reste intact (c'est-à-dire sans fissures ni nids de poule profonds) et que les dépressions ne sont pas trop profondes (< 25 mm), l'eau ne sera généralement pas retenue assez longtemps pour provoquer une dégradation grave.

Tableau 8 Forme de la route (routes non revêtues et revêtues)

Degré	Description
1	Bonne forme et pente transversale - faible tendance à retenir les eaux peu profondes à la surface.
3	Route inégale avec une faible cambrure entraînant une accumulation d'eau à la surface de la route
5	La route est sous le niveau du sol environnant et l'eau ne sera pas enlevée avant que la dégradation ne soit causée

Figure 13 Forme de la route (routes non revêtues)

		1					
		<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 20%;">1</td> <td style="width: 20%;">2</td> <td style="width: 20%;">3</td> <td style="width: 20%;">4</td> <td style="width: 20%;">5</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5			
		<p>Bonne forme et bonne résistance aux pentes transversales - faible tendance à retenir les eaux peu profondes à la surface</p>					
		3					
		<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 20%;">1</td> <td style="width: 20%;">2</td> <td style="width: 20%;">3</td> <td style="width: 20%;">4</td> <td style="width: 20%;">5</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5			
		<p>Route irrégulière avec une faible cambrure menant à la formation de flaques d'eau</p>					
 <p style="text-align: right; font-size: small;">09/08/2017 12:34 PM</p>		5					
		<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 20%;">1</td> <td style="width: 20%;">2</td> <td style="width: 20%;">3</td> <td style="width: 20%;">4</td> <td style="width: 20%;">5</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5			
		<p>La route est sous le niveau du sol environnant et l'eau ne sera pas enlevée avant que la dégradation ne soit causée</p>					

Figure 14 Forme de la route (routes revêtues)

		1					
		<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 20%;">1</td> <td style="width: 20%;">2</td> <td style="width: 20%;">3</td> <td style="width: 20%;">4</td> <td style="width: 20%;">5</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5			
		<p>Bonne forme et bonne résistance aux pentes transversales - faible tendance à retenir les eaux peu profondes à la surface</p>					
		3					
		<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 20%;">1</td> <td style="width: 20%;">2</td> <td style="width: 20%;">3</td> <td style="width: 20%;">4</td> <td style="width: 20%;">5</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5			
		<p>Route irrégulière avec une faible cambrure menant à la formation de flaques d'eau</p>					
		5					
		<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 20%;">1</td> <td style="width: 20%;">2</td> <td style="width: 20%;">3</td> <td style="width: 20%;">4</td> <td style="width: 20%;">5</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5			
		<p>La route est sous le niveau du sol environnant et l'eau ne sera pas évacuée avant que la dégradation ne soit causée</p>					

3.4.2 Les accotements

L'évaluation doit indiquer si les accotements sont formés de manière à évacuer l'eau de la surface de la route vers les pentes latérales et les drains latéraux. Une observation courante est la présence de zones non revêtues entre la chaussée revêtue et les drains latéraux revêtus, ce qui est considéré comme inacceptable (figure 16) car l'eau pénètre par ces zones dans les couches de la chaussée.

Tableau 9 État des accotements

Degré	Description
1	Les accotements permettent l'écoulement de la plus grande partie de l'eau avec de petites flaques d'eau
3	Une accumulation importante d'eau se produit sur les accotements - ce qui pourrait entraîner une défaillance structurelle de la chaussée
5	Eau retenue sur les accotements pendant de longues périodes permettant la fragilisation les matériaux de la voie de circulation




Figure 15 Accotements						
	<p style="text-align: center;">1</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">Les accotements permettent l'écoulement de la plus grande partie de l'eau avec de petites mares</p>	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5		
	<p style="text-align: center;">3</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">Il y a une accumulation importante d'eau sur les accotements</p>	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5		
	<p style="text-align: center;">5</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">Eau retenue sur les accotements pendant de longues périodes permettant la fragilisation les matériaux de la voie de circulation</p>	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5		

Figure 16 Zone non revêtue entre le joint d'étanchéité et le drain revêtu permettant l'accès de l'eau dans la chaussée (noter également le mauvais entretien du drain latéral)



3.4.3 Pentés latérales

Dans ce cas, les pentes latérales sont des formations normales (jusqu'à 750 mm de haut) et des remblais (> 750 mm) construits pour surélever la route, prévoir des ponceaux, etc. Les pentes latérales mal formées entraînent généralement l'érosion et la dégradation des accotements et même de la structure de la route si elles ne sont pas réparées correctement. Les pentes latérales qui permettent l'accumulation d'eau ne sont pas courantes mais peuvent se produire et doivent être enregistrées.

Tableau 10 Efficacité du drainage des pentes latérales

Degré	Description
1	Les pentes permettent d'évacuer l'eau avec un minimum d'accumulation ou de dommages dus à l'érosion
3	Mauvaise évacuation de l'eau de la route et des accotements vers les drains latéraux - peut être une érosion qui pourrait bloquer les drains
5	Pentes irrégulières avec perte de forme importante et développement de sillons profonds (> 400 mm de profondeur x 400 mm de largeur)

Figure 17 Efficacité du drainage des pentes latérales

	<p style="text-align: center;">1</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 15%;">1</td> <td style="width: 15%;">2</td> <td style="width: 15%;">3</td> <td style="width: 15%;">4</td> <td style="width: 15%;">5</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5		
<p style="text-align: center;">Les pentes permettent d'évacuer l'eau avec un minimum d'accumulation ou de dommages dus à l'érosion</p>						
	<p style="text-align: center;">3</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 15%;">1</td> <td style="width: 15%;">2</td> <td style="width: 15%;">3</td> <td style="width: 15%;">4</td> <td style="width: 15%;">5</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5		
<p style="text-align: center;">Mauvaise évacuation de l'eau de la route et des accotements vers les drains latéraux - peut être une érosion qui pourrait bloquer les drains</p>						
	<p style="text-align: center;">5</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 15%;">1</td> <td style="width: 15%;">2</td> <td style="width: 15%;">3</td> <td style="width: 15%;">4</td> <td style="width: 15%;">5</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5		
<p style="text-align: center;">Pentes irrégulières avec perte de forme importante et développement de sillons profonds (> 400 mm de profondeur x 40 mm de largeur)</p>						



3.4.4 Drains latéraux

L'érosion des drains latéraux est traitée à la section 3.1. Leur efficacité à évacuer rapidement et efficacement l'eau du bord de la route est évaluée au regard de ce critère et est essentiellement liée à leur forme (section transversale) et à leur pente. Les drains fortement érodés seront généralement mal notés car leur efficacité sera compromise.

Tableau 11 Efficacité des drains latéraux

Degré	Description
1	La plus grande partie de l'eau est effectivement éliminée, mais des flaques d'eau localisées de courte durée peuvent se former
3	Les drains sont mal calibrés ou ont une surface irrégulière, ce qui retient l'eau pendant de longues périodes
5	Pas d'évacuation efficace ou bien l'eau n'est pas évacuée du bord de la route

Figure 18 Efficacité des drains latéraux




		1				
		1	2	3	4	5
<p>La plus grande partie de l'eau est effectivement éliminée, mais des flaques d'eau localisées de courte durée peuvent se former</p>						
		3				
		1	2	3	4	5
<p>Les drains sont mal calibrés ou ont une surface irrégulière qui retient l'eau pendant de longues périodes.</p>						
		5				
		1	2	3	4	5
<p>Pas d'évacuation efficace ou bien l'eau n'est pas évacuée du bord de la route</p>						

3.4.5 Drains exutoires

Il convient de construire un nombre suffisant de drains exutoire pour évacuer l'eau des drains latéraux afin d'éviter l'accumulation d'eau ou l'apparition de vitesses d'eau excessives, de sorte que l'érosion des drains latéraux devienne un problème. Les drains exutoire doivent également être suffisamment longs pour évacuer l'eau suffisamment loin de la route pour ne pas affecter la structure de la route. Il est important que le nivellement d'entretien ne laisse pas d'andains bloquer l'accès aux drains exutoire.

Tableau 12 Efficacité des drains exutoire

Degré	Description
1	Les drains exutoires sont généralement efficaces, mais flaqué d'eau localisée
3	Les drains exutoire sont mal calibrés ou trop courts
5	Des drains exutoire insuffisants ou totalement inefficaces

Figure 19 Efficacité des drains exutoire							
		<p style="text-align: center;">1</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">Les drains exutoires sont généralement efficaces, mais flaqué d'eau localisée</p>	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5			
		<p style="text-align: center;">3</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">Les drains exutoire sont mal calibrés ou trop courts</p>	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5			
		<p style="text-align: center;">5</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">Des drains exutoire insuffisants ou totalement inefficaces</p>	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5			

3.5 Drainage en dehors de l’emprise routière (cours d'eau)

Cette section décrit le drainage des eaux collectées en dehors de l’emprise routière dans les grands bassins versants, qui doivent traverser la route par des ponts ou des ponceaux importants. Si possible, la zone de captage doit être déterminée/estimée à titre indicatif des débits d'eau possibles⁴. Une bonne observation de la structure du pont ou du ponceau doit être effectuée pour déterminer les niveaux d'eau élevés, si des dommages ont été causés à la structure par des débits d'eau antérieurs, la présence de dommages aux murs en aile des ponceaux, les mesures de protection contre l'érosion, l'érosion de la rive près de la structure ou la présence de débris réduisant la capacité du pont. Pendant la saison sèche, les fondations des culées et des piles peuvent être visibles et peuvent être inspectées pour vérifier si elles ont été affouillées ou endommagées. Les parties de la structure telles que les tuyaux de drainage, les roulements et les joints d'expansion doivent également être inspectées pour détecter l'usure ou les dommages, bien que cela soit normalement fait lors des évaluations des systèmes de gestion des ponts (BMS). Il convient de noter que l'objectif de cette évaluation n'est pas d'ajouter aux données d'évaluation de routine des ponts, mais de déterminer si les changements climatiques futurs pourraient avoir un effet néfaste sur les structures et leur environnement immédiat.

Bien que dans de nombreuses régions d'Afrique subsaharienne, les précipitations devraient diminuer au fil du temps, la probabilité d'événements extrêmes plus fréquents et plus graves est beaucoup plus élevée. On s'attend à une augmentation des débits d'eau dans les vallées, ce qui nécessitera une plus grande capacité des ponceaux et des ponts pour faire face à l'augmentation des débits sans être endommagés.

Les remblais d'approche et les remblais autour des culées doivent être inspectés pour détecter tout tassement, érosion, fragilisation ou saturation probable.

3.5.1 Structures

La plupart des ponts et des ponceaux sont évalués lors d'inspections de routine de la gestion des actifs. Toutefois, cette évaluation est principalement liée à leur état en termes d'intégrité structurelle et d'efficacité opérationnelle dans les conditions existantes. Les exigences en matière de capacité et de protection auraient été prises en compte par l'ingénieur de conception/structure. Lors des inspections d'évaluation de la vulnérabilité, l'évaluation devrait être davantage orientée vers la question de savoir si la structure fonctionnerait de manière adéquate dans des conditions de précipitations, de température ou de vent changeantes, non prévues au moment de la conception des structures existantes (en particulier les plus anciennes).

Tableau 13 Dommages aux grands ouvrages de drainage

Degré	Description
1	Preuve mineure de dommages localisés
3	Dommages évidents à la structure du pont ou du ponceau, mais qui peuvent être réparés
5	Graves dommages à la structure qui nécessitent la reconstruction du pont

⁴ Les cartes topographiques (1:50 000 ou 1:10 000, si elles sont disponibles) sont normalement utilisées pour déterminer la zone d'un bassin versant. Des photographies orographiques, si elles sont disponibles, peuvent également être utilisées. La limite du bassin versant est délimitée sur la carte en fonction des contours. Du papier graphique ou un planimètre peuvent ensuite être utilisés pour déterminer la zone de captage. Des logiciels SIG peuvent également être utilisés.

Figure 20 Dommages aux grands ouvrages de drainage




	1				
	1	2	3	4	5
	Preuve mineure de dommages localisés				
	3				
	1	2	3	4	5
	Dommages évidents à la structure du pont ou du ponceau, mais qui peuvent être réparés				
	5				
	1	2	3	4	5
	Graves dommages à la structure qui nécessitent la reconstruction du pont				

3.5.2 Remblais/talus d'approche

Les remblais d'approche et les remblais associés aux structures doivent être évalués pour tout dommage causé par les eaux de crue ou les eaux s'écoulant à l'écart ou autour des structures.

Tableau 14 Dommages aux remblais/talus d'approche

Degré	Description
1	Preuves mineures de dégâts des eaux
3	Perte localisée de matériaux provenant des remblais. Peut être réparé
5	Perte importante de matériaux de remblai - fermeture de la route - doit être reconstruite




Figure 21 Dommages aux talus						
	<p style="text-align: center;">1</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">Preuves mineures de dégâts des eaux</p>	1	2	3	4	5
	1	2	3	4	5	
		<p style="text-align: center;">3</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">Perte de matériaux de remblai. Peut être réparé</p>	1	2	3	4
1		2	3	4	5	
		<p style="text-align: center;">5</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">Perte importante de matériaux-fermeture de la route - doit être reconstruite</p>	1	2	3	4
	1	2	3	4	5	

3.5.3 Erosion des berges des cours d'eau

Toute érosion des berges des cours d'eau à proximité de la structure indiquant un potentiel de dommages futurs à la structure ou aux remblais sous des niveaux d'eau élevés et de forts débits doit être évaluée.

Tableau 15 Érosion des berges des cours d'eau

Degré	Description
1	Preuve mineure de l'érosion des cours d'eau
3	Perte de matériaux sur les berges des rivières. Signes d'érodabilité
5	Forte érosion et perte de matériaux des berges des rivières et des cours d'eau à proximité de la structure

Figure 22 Erosion des berges des rivières et des cours d'eau						
	<p style="text-align: center;">1</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 15%;">1</td> <td style="width: 15%;">2</td> <td style="width: 15%;">3</td> <td style="width: 15%;">4</td> <td style="width: 15%;">5</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">Preuve mineure de l'érosion des cours d'eau</p>	1	2	3	4	5
	1	2	3	4	5	
		<p style="text-align: center;">3</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 15%;">1</td> <td style="width: 15%;">2</td> <td style="width: 15%;">3</td> <td style="width: 15%;">4</td> <td style="width: 15%;">5</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">Perte de matériaux sur les berges du fleuve. Signes d'érodabilité</p>	1	2	3	4
1		2	3	4	5	
		<p style="text-align: center;">5</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 15%;">1</td> <td style="width: 15%;">2</td> <td style="width: 15%;">3</td> <td style="width: 15%;">4</td> <td style="width: 15%;">5</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">Forte érosion des berges des rivières à proximité de la structure</p>	1	2	3	4
	1	2	3	4	5	




3.5.4 Travaux de protection

On peut s'attendre à ce que les dommages causés aux ouvrages de protection (gabions, tangage des pierres, enrochements, etc.) associés aux structures de drainage par des niveaux d'eau élevés augmentent lors d'événements plus extrêmes et ces ouvrages devraient être évalués en fonction de leur capacité à résister à des dommages futurs.

Tableau 16 Dommages causés aux ouvrages de protection

Degré	Description
1	Preuves mineures de dégâts des eaux
3	Dommages aux ouvrages de protection nécessitant des réparations importantes
5	Dommages aux ouvrages de protection nécessitant une reconstruction et/ou un remplacement

Figure 23 Dommages aux ouvrages de protection

	<p style="text-align: center;">1</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 20px;">1</td> <td style="width: 20px;">2</td> <td style="width: 20px;">3</td> <td style="width: 20px;">4</td> <td style="width: 20px;">5</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5		
<p>Preuves mineures de dégâts des eaux</p>						
	<p style="text-align: center;">3</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 20px;">1</td> <td style="width: 20px;">2</td> <td style="width: 20px;">3</td> <td style="width: 20px;">4</td> <td style="width: 20px;">5</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5		
<p>Dommages aux ouvrages de protection nécessitant des réparations importantes</p>						
	<p style="text-align: center;">5</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 20px;">1</td> <td style="width: 20px;">2</td> <td style="width: 20px;">3</td> <td style="width: 20px;">4</td> <td style="width: 20px;">5</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5		
<p>Dommages aux ouvrages de protection nécessitant une reconstruction et/ou un remplacement</p>						

3.5.5 Plaine d'inondation

Si la zone évaluée est une plaine inondable (ou susceptible d'être inondée par des rivières dans la zone ne traversant pas directement la route, qui souvent ne sont pas visibles depuis la route), l'indication de Oui ou de Non doit être incluse dans le formulaire d'évaluation. Cela pourrait également s'appliquer aux zones de basse altitude proches de la mer qui pourraient être inondées à la suite d'une élévation du niveau de la mer

3.6 Stabilité des pentes

Les Défaillances de pente, en particulier dans le cas de pentes importantes, pourraient entraîner des pertes de vies humaines. Il est important de s'assurer que les déblais et les remblais sont suffisamment stables pour résister aux variations des précipitations. Cela implique une inspection minutieuse pour détecter tout signe d'instabilité. Les talus de déblais doivent être inspectés pour détecter tout signe de mouvement derrière la pente (fissures de tension ou affaissement) ou au pied de la pente (bombement ou déformation des drains latéraux). Des signes tels que le déplacement d'arbres ou de clôtures, des fissures mineures, des infiltrations d'eau hors de la pente, etc. sont autant d'indices d'une instabilité potentielle. Les signes d'instabilité dans les remblais sont généralement considérés comme la présence de fissures arquées dans les accotements ou la surface de la route, un tassement inhabituel de certaines parties du remblai, un bombement à la base du remblai et une infiltration périodique d'eau par le dessous du remblai. La plupart des remblais bien conçus et construits échouent en raison d'un manque de résistance au cisaillement dans les matériaux de la couche de fondation, en particulier lorsque ceux-ci sont saturés ou excessivement humides.

La stabilité des remblais et des déblais doit être évaluée et des indications doivent être fournies sur la probabilité de défaillance des pentes en cas de précipitations extrêmes. Les indicateurs à cet égard sont examinés en détail dans la section suivante.

3.6.1 Talus de déblais

La plupart des problèmes de talus de déblais affectant les routes à faible trafic ne touchent généralement que le manteau superficiel du sol, à moins que les coupes ne comprennent des excavations profondes, auquel cas la pente de la colline au-dessus de la coupe pourrait devenir instable lorsque le "pied" est enlevé. Toutefois, afin de réduire le coût de ces excavations pour les routes à faible trafic, l'excavation est généralement limitée autant que possible.




Lorsque l'excavation est importante, il n'est généralement pas du ressort des ingénieurs généralistes de routes d'évaluer la stabilité de la pente, et il convient d'obtenir l'avis de spécialistes en géotechnique. Même dans ce cas, il est souvent nécessaire de procéder à des investigations coûteuses du sous-sol pour déterminer le potentiel et le mode de défaillance possibles.

Pendant l'exercice d'évaluation, il est donc nécessaire d'examiner la stabilité globale de la zone entourant les talus de déblais ainsi que toute preuve d'instabilité affectant directement les pentes individuelles. La figure 24 illustre un terrain instable typique, dans lequel toute interférence avec la stabilité naturelle (par exemple, en fragilisant les pentes lors de l'excavation d'une route) pourrait entraîner des défaillances de pente importantes.

Tableau 17 Stabilité des talus de déblais

Degré	Description
1	Preuves mineures d'instabilité de surface - défaillances majeures peu probables - déblais peu profonds sous les petites pentes
3	Preuve d'un affaissement ou d'un mouvement localisé de matériaux sur une pente - défaillance susceptible de provoquer de brèves perturbations de la circulation
5	Probabilité d'une défaillance majeure des pentes - fermeture à long terme des routes causée par la défaillance des pentes et réhabilitation coûteuse

Figure 24 Stabilité des talus de déblais

	<table border="1"> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">Preuve mineure d'instabilité de surface - défaillances majeures peu probables</td> </tr> </table>	1					1	2	3	4	5	Preuve mineure d'instabilité de surface - défaillances majeures peu probables				
1																
1	2	3	4	5												
Preuve mineure d'instabilité de surface - défaillances majeures peu probables																
	<table border="1"> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">Preuve de déplacement de matériaux sur une pente - défaillance susceptible de provoquer de brèves perturbations de la circulation</td> </tr> </table>	3					1	2	3	4	5	Preuve de déplacement de matériaux sur une pente - défaillance susceptible de provoquer de brèves perturbations de la circulation				
3																
1	2	3	4	5												
Preuve de déplacement de matériaux sur une pente - défaillance susceptible de provoquer de brèves perturbations de la circulation																
	<table border="1"> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">Probabilité d'une défaillance majeure des pentes - fermeture à long terme des routes causée par la défaillance des pentes</td> </tr> </table>	5					1	2	3	4	5	Probabilité d'une défaillance majeure des pentes - fermeture à long terme des routes causée par la défaillance des pentes				
5																
1	2	3	4	5												
Probabilité d'une défaillance majeure des pentes - fermeture à long terme des routes causée par la défaillance des pentes																

3.6.2 Remblais

La stabilité des remblais doit être évaluée. Contrairement aux déblais, il y a généralement des signes de fissuration en forme d'arc sur la surface du remblai avant la défaillance et les preuves de cette fissuration doivent être examinées. De nombreux hauts remblais développent une ou deux fissures longitudinales qui indiquent des contraintes de traction dans la partie supérieure du remblai (figure 25), mais à condition qu'ils soient scellés à temps, ne conduisent généralement pas à une défaillance.

Figure 25 Fissuration du remblai due à une contrainte excessive



Tableau 18 Stabilité des pentes des remblais

Degré	Description
1	Preuve mineure d'instabilité de la surface - fissuration arquée localisée de la surface de la route
3	Présence de fissures étendues ou de grandes fissures arquées avec déplacement vertical minimal - défaillance peu probable (limitée à une voie) ou ne provoquant que des perturbations à court terme de la circulation
5	Preuve ou possibilité d'une défaillance importante entraînant la fermeture de la route pendant une période prolongée

Figure 26 Stabilité des remblais

	<table border="1"> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">Preuve mineure d'instabilité de surface</td> </tr> </table>	1					1	2	3	4	5	Preuve mineure d'instabilité de surface				
1																
1	2	3	4	5												
Preuve mineure d'instabilité de surface																
	<table border="1"> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">Preuve de fissures étendues ou de grandes fissures arquées avec déplacement vertical minimal - perturbations à court terme de la circulation</td> </tr> </table>	3					1	2	3	4	5	Preuve de fissures étendues ou de grandes fissures arquées avec déplacement vertical minimal - perturbations à court terme de la circulation				
3																
1	2	3	4	5												
Preuve de fissures étendues ou de grandes fissures arquées avec déplacement vertical minimal - perturbations à court terme de la circulation																
	<table border="1"> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">Preuve ou possibilité d'une défaillance importante entraînant la fermeture de la route pendant une période prolongée</td> </tr> </table>	5					1	2	3	4	5	Preuve ou possibilité d'une défaillance importante entraînant la fermeture de la route pendant une période prolongée				
5																
1	2	3	4	5												
Preuve ou possibilité d'une défaillance importante entraînant la fermeture de la route pendant une période prolongée																

3.7 Construction

Le principal problème de construction affectant la résilience des routes aux conditions climatiques extrêmes est le manque de compactage. Un mauvais compactage dans les matériaux de formation/remblai, les matériaux d'accotement ou même les couches structurales se manifeste généralement par des ornières, des ondulations ou une déformation verticale excessive dans les zones touchées. Ces conditions doivent être identifiées, car la perméabilité des matériaux dans ces zones sera sensiblement plus élevée que celle des matériaux bien compactés et le risque de défaillances prématurées dues à l'infiltration d'eau est accru.

La finition générale d'une route est une bonne indication de la qualité de la construction et peut être utilisée pour décider si la qualité de la construction est susceptible d'entraîner des problèmes. Une mauvaise finition générale comprend des éléments tels que des matériaux surdimensionnés qui traînent, des déviations mal réhabilitées, des accotements inégaux et une mauvaise finition de l'emprise routière. Une route qui semble bien finie est généralement un signe que l'entrepreneur a fait preuve de diligence et de prudence. Cette question est particulièrement pertinente pour les nouvelles routes revêtues, car la plupart des défauts des anciennes routes se seraient manifestés pendant leur service.

Les problèmes de construction sur les routes non revêtues sont généralement plus faciles à observer car la couche de roulement est généralement la couche la plus sensible et l'exposition mettra en évidence les éventuelles déficiences.

En outre, les mesures de protection contre l'érosion doivent être continues et intactes et pouvoir fonctionner comme prévu, c'est-à-dire protéger le sol sous-jacent contre l'érosion, sans qu'il soit déformé, fissuré ou désintégré.

3.7.1 Finition générale

La finition générale de la route doit être évaluée visuellement en fonction de l'impression qu'un bon travail a été fait pendant la construction. Généralement, une mauvaise finition et un produit qui n'est pas soigné indiquent la possibilité que la qualité de la construction n'était pas idéale. La figure 27, par exemple, illustre une route nouvellement construite avec un accotement mal fini et irrégulier. Un exemple typique de cela sur des routes non revêtues, est la présence d'un matériau surdimensionné excessif, alors que la spécification comprenait une limite sur la taille maximale.

Figure 27 Mauvaise finition d'une route nouvellement construite



Il est difficile d'évaluer "visuellement" le compactage des routes revêtues, mais un son creux lorsqu'on frappe avec un marteau indique généralement un mauvais compactage de la couche sous-jacente, bien qu'une faible liaison entre la base et le revêtement (également souvent le signe d'une mauvaise construction) produise souvent un son similaire.

Les routes non revêtues mal compactées, qui sont très sensibles à l'érosion de surface, peuvent généralement être identifiées en étant capables de rayer facilement le matériau à la surface - il faut vérifier que ce matériau "meuble" n'est pas le résultat d'un dépôt récent de matériau introduit par les lames de la niveleuse.

3.7.2 Mesures de protection contre l'érosion

Toutes les mesures de protection contre l'érosion doivent être évaluées pour s'assurer qu'elles sont intactes, intégrales et ne permettent pas à l'eau de pénétrer derrière ou à travers elles. Il s'agit normalement d'une simple inspection visuelle (figure 28), bien que la présence de "poutres d'ancrage" puisse être difficile à observer dans certaines zones.

Figure 28 Mauvaise finition des travaux de protection entraînant une défaillance - pas de poutres "d'ancrage



3.8 Entretien

L'entretien est un élément essentiel de la préservation de toute route et doit être effectué de manière judicieuse. Avec l'évolution des conditions climatiques, la nécessité d'un entretien supplémentaire et de bonne qualité va devenir de plus en plus critique. Lors des évaluations, il convient de noter des questions telles que le maintien de la forme des accotements, la coupe et le défrichage de la végétation, l'élimination des nids de termites et des buissons sur les talus (qui sont susceptibles d'induire un écoulement turbulent de l'eau se déplaçant sur le talus), le nettoyage et le reprofilage des drains latéraux et des drains exutoire et la garantie que les ponceaux et les drains ne sont pas obstrués.

On ne saurait trop insister sur l'importance de réduire au minimum le risque de feux de brousse provoqués par le vent qui brûlent la végétation et la couverture du sol, permettant d'exposer le sol à des tempêtes intenses (on en attend davantage) et à l'érosion qui en résulte. Cela est particulièrement important sur les talus de remblais et les talus de déblais, autour des structures de drainage et dans les zones où les sols sont intrinsèquement sensibles à l'érosion.

Il est également essentiel que les nids de poule soient régulièrement réparés avec un asphalte bien compacté, imperméable à froid et de haute qualité, et que toutes les fissures de la chaussée soient régulièrement colmatées, afin d'éviter l'infiltration d'eau dans la structure de la chaussée.

Pour évaluer la qualité de l'entretien des routes, il faut analyser la forme et l'uniformité de la surface de la route. Toute dépression entraînera la formation de flaques d'eau, et si des fissures non scellées sont présentes, cela entraînera une perméation dans la chaussée et un affaiblissement des matériaux. Une végétation excessive sur les accotements et dans les drains latéraux interfère avec l'écoulement de l'eau et ne doit pas être autorisée. Cette végétation excessive peut également avoir un impact sur les risques d'incendie (qui devraient augmenter avec l'allongement des saisons sèches et l'augmentation du vent), qui devraient être réduits au minimum pour diminuer le potentiel d'érosion des sols.

Un entretien efficace des drains est essentiel et la qualité et l'efficacité de cet entretien doivent être évaluées.

3.8.1 Qualité

Cette évaluation ne peut être effectuée que si les travaux d'entretien ont été effectués récemment, avant l'évaluation. Les questions à examiner comprennent le contrôle de la végétation, le nettoyage des drains, le reprofilage des accotements non revêtus, la réparation des nids de poule et des fissures dans les routes revêtues, le nivellement des routes non revêtues, etc. On constate souvent que, par exemple, des nids de poule ont été réparés mais que d'autres travaux d'entretien (par exemple, le nettoyage des drains ou le contrôle de la végétation) n'ont pas été effectués. Dans de tels cas, la qualité des réparations de nids de poule est évaluée et l'étendue est généralement de 1 ou 2.

3.8.2 Quantité

Ceci ne peut être évaluée que si des travaux d'entretien ont été effectués récemment avant l'évaluation. Les questions à examiner comprennent le contrôle de la végétation, le nettoyage des drains, le reprofilage des accotements non revêtus, la réparation des nids de poule et des fissures dans les routes revêtues, le nivellement des routes non revêtues, etc. La note d'évaluation de l'étendue est normalement de 0 ou 5 pour l'entretien courant, à l'exclusion du ragréage des nids de poule ou du colmatage des fissures. Il est inhabituel que le contrôle de la végétation ou l'entretien des accotements soient effectués sur des sections limitées, bien que cela soit possible.

Figure 29 Végétation épaisse le long de la route indiquant un entretien insuffisant (noté 5/5)



Commentaires

De nombreuses autres questions doivent être prises en compte et sont généralement identifiées lors de l'évaluation. Un exemple typique de l'un d'entre eux est la présence de fourmis dans la zone de la route. La figure 30 montre des "trous" de fourmis qui permettent à l'eau de pénétrer dans le talus (il y a généralement un vaste réseau de tunnels sous cette zone) et il faut en prendre soin.

Figure 30 Autres problèmes



3				
1	2	3	4	5
Nids de fourmis permettant l'accès à l'eau dans les remblais				

Récemment, l'impact des feux de forêt combinés à des conditions extrêmement venteuses a été noté sur les supports des glissières de sécurité (figure 31). La combustion des supports en bois a entraîné l'effondrement de la glissière. De plus, des dommages évidents au joint de bitume (à gauche de la photo) peuvent être clairement notés sur la figure 31. De tels cas seraient consignés dans les commentaires.

Figure 31 Dommages causés par un incendie aux poteaux de garde-corps et au revêtement bitumineux



4 Procédure d'évaluation

L'évaluateur se déplace généralement le long de la route (de préférence à pied, mais si nécessaire dans un véhicule lent) et évalue les caractéristiques identifiées dans le texte ci-dessus à des points pertinents le long de la route. En règle générale, la fiche de données (annexe 1) sera complétée tous les 100 m (mesurée avec une roue de mesure), les emplacements des problèmes éventuels étant mis en évidence dans la rangée des problèmes. Cela diffère de l'évaluation visuelle de routine de l'état de la route réalisé à des fins de gestion des actifs, qui est généralement effectuée à partir d'un véhicule en mouvement (jusqu'à 80 km/h) sur une liaison routière (2 à 5 km) avec des arrêts occasionnels. L'évaluation de la résilience climatique nécessite de l'expérience et de savoir "ce qu'il faut rechercher" comme décrit précédemment et sera généralement effectuée par des équipes différentes. L'équipe chargée de l'évaluation de la vulnérabilité doit être formée pour rechercher spécifiquement les propriétés géomorphologiques, hydrologiques et pédologiques mises en évidence dans le présent manuel.

Il faut se rappeler que les informations obtenues ne concernent que les observations au moment où elles sont faites et qu'elles doivent être interprétées avec soin pour identifier les problèmes potentiels à plus long terme ou plus graves. Une maintenance récente (avant l'exercice d'évaluation visuelle) peut affecter les observations en masquant des problèmes potentiels et doit être prise en compte, en gardant à l'esprit que l'objectif est d'identifier les zones où des mesures d'adaptation sont probablement nécessaires pour améliorer la résilience climatique future de la route. De même, un manque d'entretien ou une végétation trop dense peuvent rendre difficile l'observation de certaines caractéristiques. Les preuves de problèmes potentiels sont également différentes selon les saisons et les cycles climatiques.

Les données doivent être enregistrées directement sur la fiche de terrain (annexe 1) sur le terrain pour une utilisation ultérieure. Toutes les notes doivent être sur une échelle de 0 à 5, où 0 indique que le "problème" est absent ou non visible, 1 indique qu'il est présent mais négligeable, 3 indique un problème modérément grave qui doit être inspecté régulièrement et 5 est un problème grave nécessitant des interventions d'adaptation urgentes.

Les données peuvent ensuite être hachurées dans le tableau, avec par exemple une absence de couleur pour 0, du vert pour les notes 1 et 2, de l'orange pour 3 et du rouge pour 4 et 5 (annexe 2). Les concentrations de rouge sur la feuille indiquent les domaines nécessitant une attention urgente, tandis que l'orange indique les domaines d'alerte qui devraient être pris en compte après que les problèmes graves aient été corrigés par

des mesures d'adaptation appropriées et qui devraient être potentiellement problématiques à moyen ou long terme.

.

Annexe 1 Formulaire de collecte de l'évaluation des données

Road Number:		Date:		Assessors:		Weather:	S. PC. C. R. H. Cold	Topography:	F. R. H. M.	Landcover and use:	A. F. N. PU. D. O.
--------------	--	-------	--	------------	--	----------	----------------------	-------------	-------------	--------------------	--------------------

Chainage	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9			0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
Grade																				
Access to facilities																				
No. of alternative roads																				
Common vehicle types																				

GPS and photo No																				
-------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Erodibility																				
Sugbrade																				
Road surface - unpaved																				
Side drains - unlined																				
Embankment slopes																				
Cut slopes																				

Subgrade problems																				
Material type																				
Moisture																				

Drainage (in reserve)																				
Road shape																				
Shoulders																				
Side slopes																				
Side drains																				
Mitre drains																				

Drainage (streams)																				
Structure																				
Approach fills																				
Erosion of approach fills																				
Protection works																				
Flood plain																				

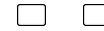
Slope stability																				
Cut stability																				
Fill stability																				

Construction																				
Overall finish																				
Erosion protection works																				

Maintenance																				
Quantity																				
Quality																				

COMMENTS:																				

Annexe 2 Exemple de fiche de collecte de données de terrain remplie pour les évaluations de la résilience climatique avec photos à l'appui



Road Number:	B - G	Date:	2018/08/01	Assessors:	PPG	Weather:	S. PC. C. R. H. Cold	Terrain	F. R. H. M.	Landuse	A. R. N. PU. D.
--------------	-------	-------	------------	------------	-----	----------	----------------------	---------	-------------	---------	-----------------

Chainage	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	
Grade	F	F	F-U	U	U	U	U	U	U-F	F-D	D	D	D	D	D-F	F	F	F	F	F	F

GPS and photo No	08.1123 38.3535																				

Erodibility																					
Subgrade	0	0	0	4/4	0	0	0	3/3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Road surface - unpaved	Paved																				
Side drains - unlined	2/4	5/1	0	4/5	0	0	4/5	4/3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Embankment slopes	0	0	0	5/4	5/1	0	3/3	3/3	0	2/1	2/1	2/1	3/2	3/5	3/5	0	0	0	0	0	0
Cut slopes																					

Subgrade problems																					
Material type	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Moisture														Possible	Possible						

Drainage (in reserve)																					
Road shape	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Shoulders	0	0	3/3	4/3	4/5	4/5	3/3	2/3	0	0	2/3	2/2	2/2	0	0	0	1/2	0	0	0	0
Side slopes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Side drains	0	0	5/5	0	0	0	0	5/3	5/3	0	0	0	0	0	0	0	2/1	0	0	0	0
Mitre drains																					

Drainage (streams)																					
Structure	3/1 - 1				4/1-2	4/1-2								5/1-2	5/1-2	5/1-2					
Embankments																					
Erosion							5/1										3/1				
Protection works																					

Slope stability																					
Cut stability																					
Fill stability	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Construction																					
Overall finish	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Erosion protection works																					

Maintenance																					
Quantity	3/4	0	5/4	5/4	5/4	5/4	4/4	5/4	5/4	5/4	5/4	5/4	5/4	5/4	5/4	5/4	5/4	5/4	5/4	5/4	5/4
Quality	2/5	2/5	2/5	2/5	2/5	2/5	2/5	2/5	2/5	2/5	2/5	2/5	2/5	2/5	2/5	2/5	2/5	2/5	2/5	2/5	2/5

COMMENTS:
 1. Culvert silted at inlet
 1. Needs culverts

Photos de soutien



Élément d'évaluation : Erodabilité - Drains latéraux, non revêtus
 Dégradation : Forte érosion des drains latéraux
 Chaînage : 300 m à 400 m
 Degré : 4 Étendue : 5 Degré : 4 Étendue : 5



Élément d'évaluation : Drainage (en réserve) - Drains latéraux
 Dégradation : Blocage des drains latéraux par des débris de glissement de terrain
 Chaînage : 700 m à 800 m
 Degré : 5 Étendue : 3



Élément d'évaluation : Drainage (en réserve) - Drainage latéral
 Dégradation : Endommagement de la protection contre l'érosion dans le drain latéral
 Chaînage : 1 600 m à 1 700 m
 Degré : 2 Étendue : 1



Élément d'évaluation : Drainage (cours d'eau) - Érosion
 Dégradation : Érosion des berges et Endommagement aux ouvrages de protection
 Chaînage : 700 m à 800 m
 Degré : 5 Étendue : 1



Élément d'évaluation : Drainage (en réserve) - Drains latéraux

Dégradation : Mauvais entretien du drain latéral revêtu

Chaînage : 700 m à 800 m

Degré : 5 Étendue : 3



Élément d'évaluation : Drainage (cours d'eau) - Érosion des remblais d'approche

Dégradation : Mauvaise maîtrise de l'eau à côté de la route entraînant l'érosion du remblai d'approche du pont

Chaînage : 1 600 m à 1 700 m

Degré : 3 Étendue : 1



Élément d'évaluation : Drainage (en réserve) – accotements

Dégradation : Mauvais entretien des accotements

Chaînage : 300 m à 400 m

Degré : 4 Étendue : 3