

AIPCR XXIND CONGRÈS MONDIALE DE LA ROUTE

GENERATION AUTOMATIQUE DE MATRICES DE RÉSEAU ROUTIERS ET DE SECTIONS HOMOGENÈNES POUR UTILISATION DANS HDM-4

Akli Ourad, David Wightman & Jennaro B. Odoki
Université de Birmingham, Royaume Uni
akli@civ-hrg.bham.ac.uk

SOMMAIRE

La communication traitera d'un travail que l'équipe de l'Université de Birmingham a accompli en Namibie en collaboration avec le consultant V&V de l'Afrique du Sud pour le développement de processus automatiques en utilisant la technique du sectionnement dynamique. Ces processus sont destinés à générer automatiquement avec le minimum de manipulation manuelle les matrices de réseau routier et les sections homogènes à partir de la base de données relationnelle (RMS) administrée par l'Autorité Routière Namibienne pour utilisation dans le modèle Highway Management and Development (HDM-4).

Afin de simplifier le processus d'analyse stratégique pour tout réseau routier, HDM-4 emploie le concept de matrice de réseau routier. Cette matrice consiste en un nombre de sections routières représentatives, qui reflètent les divers types de routes rencontrés à travers le réseau routier. Chaque section représentative est définie en termes d'un certain nombre d'attributs clés qui influencent le plus la performance des chaussées et les coûts aux usagers de la route. En ce qui concerne les analyses de programmation de travaux, HDM-4 utilise le concept de sections homogènes. Ces dernières sont des sections physiques du réseau routier au sein desquelles toutes les caractéristiques sont constantes. La version actuelle de HDM-4 ne comprend pas un processus qui peut être utilisé pour générer automatiquement la matrice du réseau où les sections homogènes. La raison est que les utilisateurs du modèle sont supposés le faire extérieurement. Cependant, le travail nécessaire pour la création d'une matrice où la conversion d'un réseau routier en un réseau de sections homogènes peut être parfois très lourd et trop long, particulièrement quand le réseau comprend des milliers de kilomètres de sections routières.

Entre autres bénéfices, cet outil de transfert des données automatique permet au personnel de l'Autorité Routière de produire une matrice représentative du réseau routier qui consiste en 17,694 segments basiques en quelques minutes au lieu des semaines habituelles, voire même des mois, que ça prend manuellement. Ces processus sont d'une grande utilité pour les professionnels namibiens de la route en particulier, et tous les autres professionnels en général, dans la phase de préparation préliminaire des données avant l'utilisation de HDM-4. Ces processus leur offriront un outil supplémentaire et flexible pour les aider dans la définition des programmes d'entretien routiers et de la préparation de projets individuels, réduire les temps d'analyses et les coûts associés.

Cette approche est vue comme la meilleure façon d'arriver à une intégration efficace et efficiente entre les Systèmes de Gestion des Routes existants et le HDM-4.

MOTS CLÉS: AUTOMATIQUE / ROUTE / SECTION / RÉSEAU / MATRICE / HOMOGENÈNES.

1. INTRODUCTION

Cette communication décrit le développement d'un outil de transfert des données comprenant des processus automatiques générateurs de matrices et de sections homogènes des réseaux routiers pour utilisation dans le modèle 'Highway Development

and Management' (HDM-4). Ce travail fait partie du projet de l'intégration générale du modèle HDM-4 avec le Système de Gestion des Routes existant (RMS) Namibien à travers le Module 'Intégration du Réseau (NIM). Le système NIM fournit la structure totale pour la gestion du réseau national routier namibien. Les preneurs de décisions et de la politique routière au sein de l'Autorité Namibienne ont besoin d'une information pertinente et à jour pour analyser et justifier leur stratégies de planification à long-terme. Ces processus automatiques fournissent au système RMS en générale la capacité de travailler en liaison avec le modèle HDM-4 d'une manière rapide et efficace et ainsi permettre la concrétisation de ces objectifs dans une mode effective.

Ces processus font partie d'un outil d'intégration globale qui inclut l'import des données du RMS à HDM-4 aussi bien que l'export des résultats de HDM-4 vers le système RMS comme le montre la Figure 1. Seul la première partie de l'intégration est discutée dans cette communication.

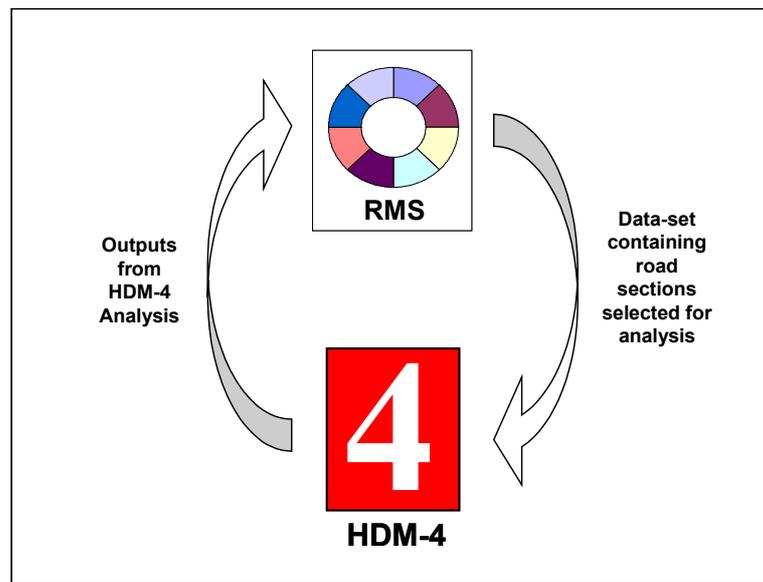


Figure 1- Le Flux des Données entre le RMS et HDM-4

HDM-4, est le successeur du modèle Highway Design and Maintenance Standards (HDM-III) de la Banque Mondiale. Le nouveau HDM-4 est un système puissant pour l'analyse des alternatives de management et d'investissement des réseaux routiers. Il incorpore trois applications spécifiques aux trois niveaux d'analyse que sont: l'analyse projet; la programmation des travaux sous contraintes budgétaires, et la planification stratégique de la performance et des besoins financiers à long terme des réseaux routiers. Il est conçu pour être utilisé comme un outil d'aide à la décision au sein d'un système de gestion routier globale d'ou son intégration dans le système Namibien afin de répondre aux besoins de l'analyse réseau.

Cependant, l'expérience a montré que préparer des données pour HDM-4 pour des analyses de réseau n'est pas simple et peut prendre des semaines si ce n'est pas des mois afin d'obtenir l'information dans le format exigé par le modèle. La raison principale est que HDM-4 a des exigences pour les données d'entrée très particulières. Le problème principal rencontré dans le transfert d'informations de réseau des banques de données existantes vers HDM-4 est que ce dernier applique les concepts de matrice du réseau routier (pour analyses stratégiques) et celui des sections homogènes (pour analyses tactiques or de programmation).

Les éléments de la matrice et les sections homogènes comprennent des catégories du réseau routier définis conformément aux attributs clés qui ont le plus d'influence sur la performance des chaussées et les coûts aux usagers de la route. Bien qu'il soit possible de modéliser les segments de base du réseau routier dans une analyse stratégique ou

tactique, il est souvent difficile de le faire puisque un réseau routier peut inclure des milliers de ces segments. Dans le cas de la Namibie, le réseau entier consiste en 17694 segments basic de 500 mètres chacun.

Généralement, un logiciel sophistiqué est nécessaire à répondre à ces besoins en prépartion de données et établir un lien durable entre HDM-4 et system de gestion des route en place. Les sections suivantes décrivent les différentes phases du développement de cet outil de gestion de la génération automatique des matrices et des sections homogènes pour analyses du réseau. La Figure 2 donne une vue d'ensemble des phases impliquées dans la génération automatique de ces ensembles de données HDM-4.

L'outil ci-dessus est implanté comme un élément du Module d'Intégration du Réseau (NIM) Namibien entre HDM-4 et le RMS et est utilisé comme le système principal de préparation des données pour la planification de l'entretien du réseau. L'interface du NIM à était conçu de manière à guider l'utilisateur pas-à-pas dans la préparation des données du réseau d'HDM-4.

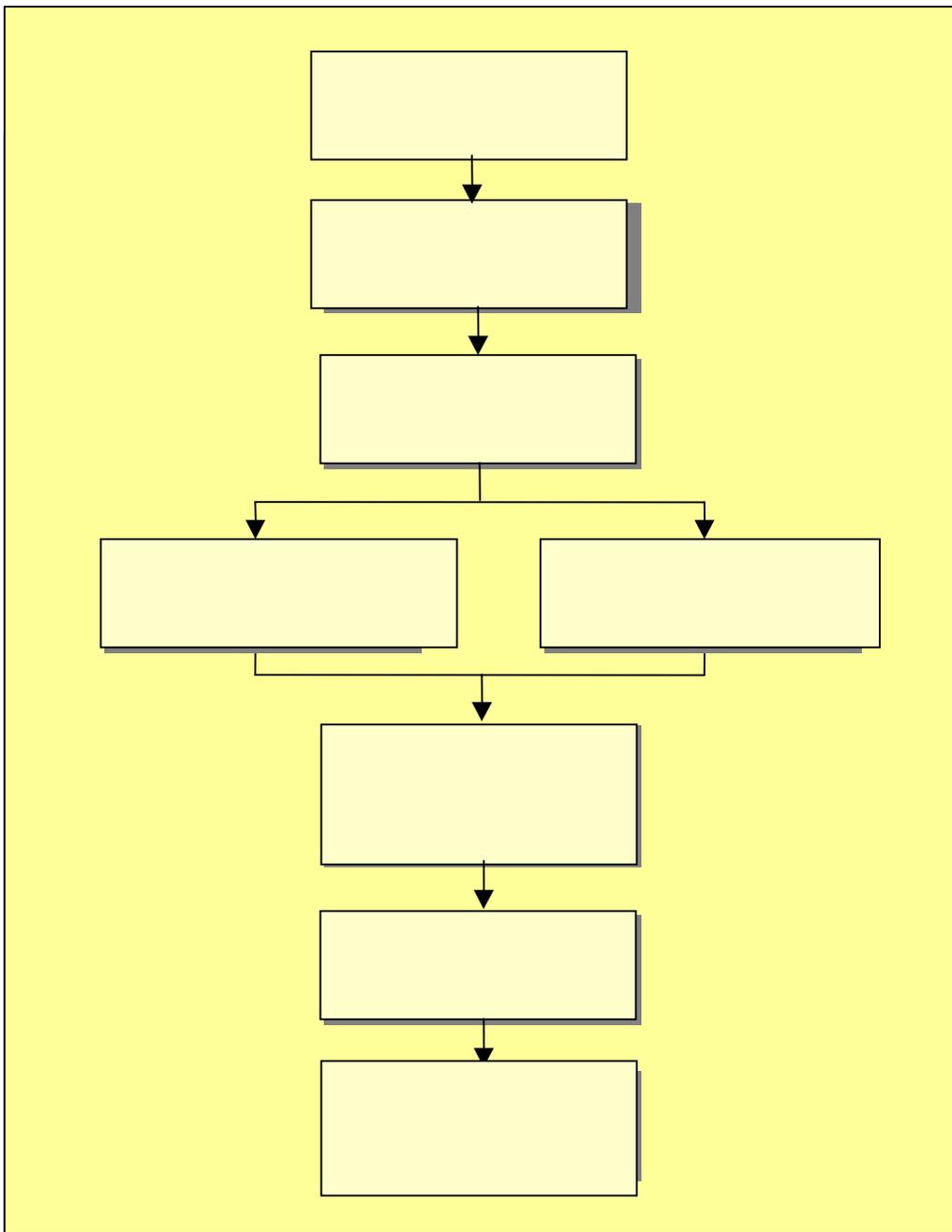


Figure 2 – Vue du processus de génération automatique des données

2. DESCRIPTION DU PROCESSUS DE GENERATION AUTOMATIQUE

2.1 Définition des Attributs influençant le plus la performance et les CEV.

La première phase dans le processus de génération des données d'entrée d'HDM-4 concerne la sélection des attributs qui ont le plus d'influence sur la performance des chaussées et les Coûts d'Exploitation des Véhicules (CEV). Ceci est fait à travers une sélection conviviale (voire Figure 3) sur une liste de 22 attributs pour routes bitumées et non revêtues. Pour chaque attribut, l'utilisateur définit les différentes catégories de valeurs admissibles et leur valeurs (par exemple trafic, portance, condition, etc...). L'utilisateur peut changer ou modifier ces attributs à n'importe quelle phase pendant la génération automatique de la matrice ou des sections homogènes.

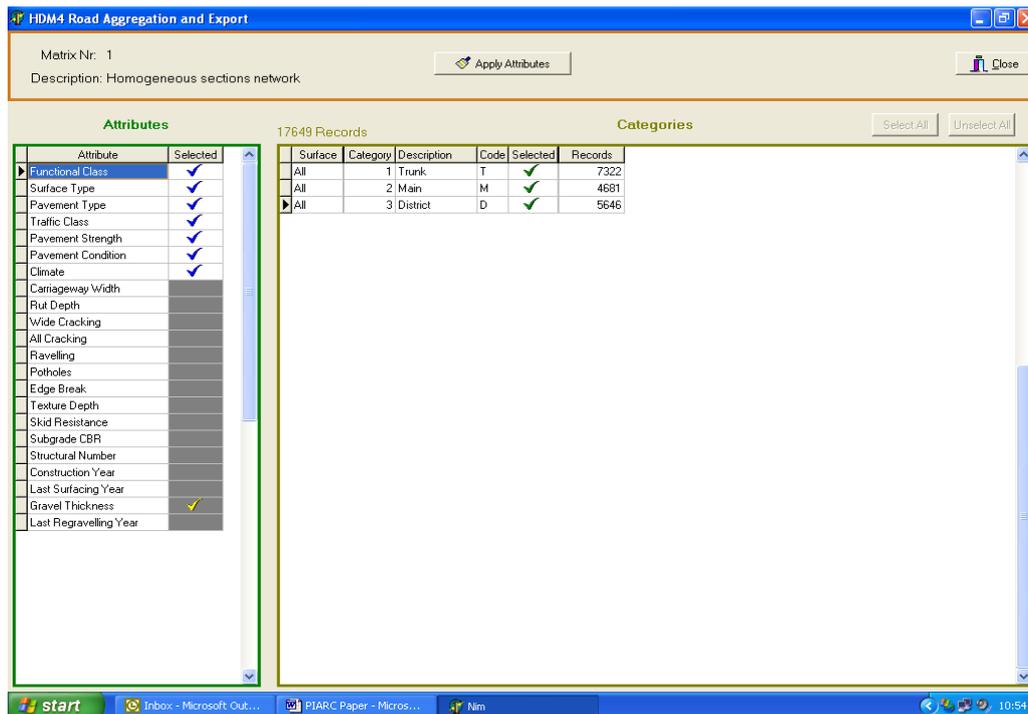


Figure 3: Formulaire pour la sélection des attributs de chaussées

L'utilisateur est capable de sélectionner des attributs suivants et prédéfinit les catégories de l'attribut et des bandes des valeur associées:

- Class Fonctionnelle (Nationale; Departmental;)
- Type de Surface (Bitumé; Non-revetûes)
- Type de Chaussées (ex. Mélange bitumineux sur Base Asphalté (AMAB); etc..)
- Classe de Trafic (ex. Lourd; Moyen; Léger)
- Portance - Déflexion (ex. Bonne; Moyenne;)
- Etat des Chaussées (ex. Bon; Moyen; Mauvais)
- Climat (ex. Semi-aride; Sous-humide; Humide;)
- Largeur de Chaussées (ex. Standard; Etroit)
- Profondeur d'Ornière (ex. Bon; Moyen; Mauvais)
- Toutes Fissures (ex. Bon; Moyen; Mauvais)
- Grandes Fissures (ex. Bon; Moyen; Mauvais)
- Arrachement (ex. Bon; Moyen; Mauvais)
- Nids de Poules (ex. Bon; Moyen; Mauvais)
- Epaufrures (ex. Bon; Moyen; Mauvais)
- Texture (ex. Grossière; Fine)
- Adhérence (ex. Bon; Moyen; Mauvais)
- CBR (ex. Bon; Moyen; Mauvais)
- Nombre Structurel (ex. Bon; Acceptable;)
- Année de Construction (Jeune; Ancien)
- Dernière année de revêtement (Jeune; Ancien)
- Epaisseur de la base (non-revetûe) (Fine; Moyenne; Epaisse)
- Dernière année de Reprofilage (Jeune; Ancien)

La principale recommandation en phase de sélection des attributs est que le plus d'attributs sont sélectionnés, le plus fin l'analyse subséquente en sera. Cependant, en

décidant le nombre d'attributs à utiliser, l'utilisateur doit garder à l'esprit que plus d'attributs augmenteront la taille de la matrice ou le nombre de sections homogènes et par conséquent ralentira l'analyse et rendra l'exploitation des résultats plus difficile.

2.2 Sélection des Sections pour Analyse dans HDM-4

La deuxième phase dans le processus de génération de matrices ou de sections homogènes est la sélection des segments devant faire l'objet d'analyse dans HDM-4. Ce choix dépendra en grande partie du type d'analyse à exécuter. La sélection des segments se fera en utilisant le formulaire tel qu'il est montré en Figure 4.

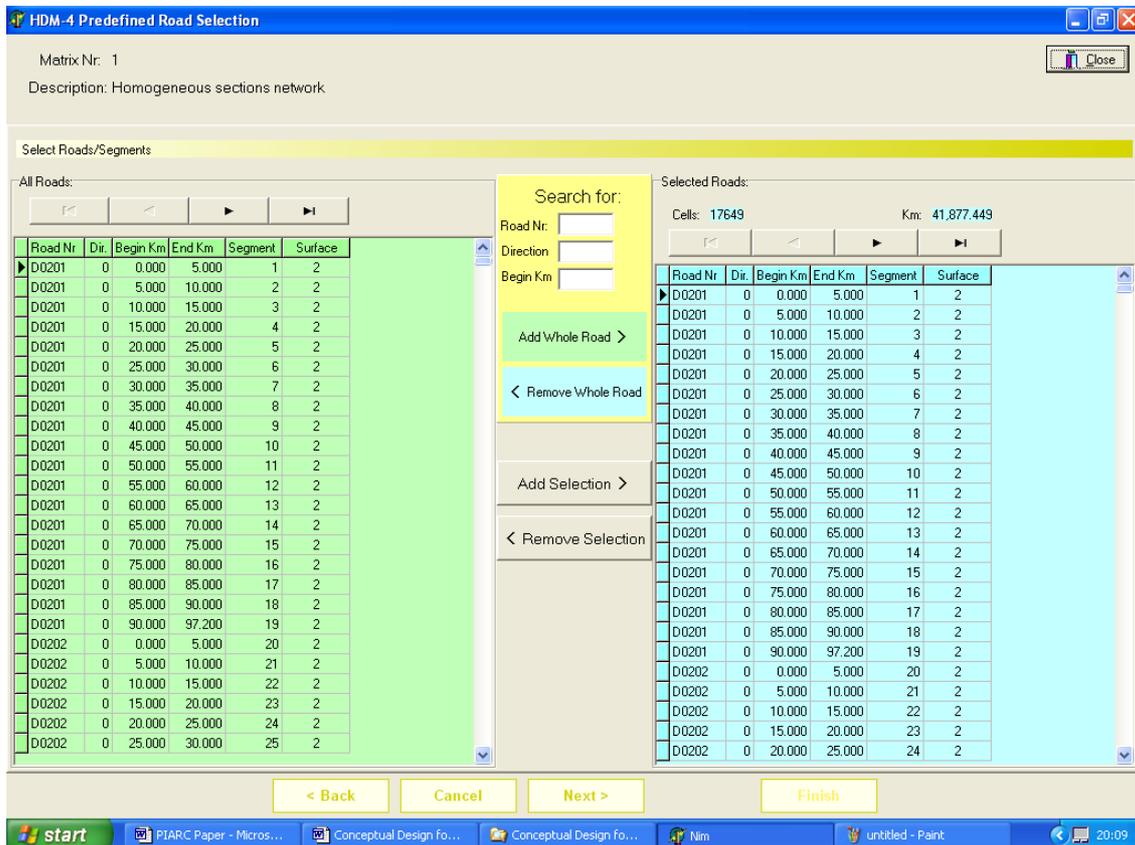


Figure 4. Formulaire de Sélection des Section d'Analyse

Dans le cas d'une analyse stratégique de réseau, typiquement soit le réseau routier entier de la route ou l'une des régions/provinces/états seraient sélectionnés. L'utilisateur peut choisir de filtrer et de ne sélectionner que les sections qui remplissent les critères de définit par l'utilisateur. Ceux-ci peuvent inclure des seuils pour le TJMA, le nombre de véhicules lourds, la rugosité, le pourcentage de fissures, la portance de la chaussée, etc... Cette facilité permet à l'utilisateur de concentrer l'analyse sur les sections qui ont plus de besoin en traitement.

Dans le cas d'analyses tactiques, les désignations des sections réelles à être analysées sont typiquement connu. Dans ce cas l'utilisateur lui est simplement demandé de fournir les références des routes, chainages de début et de fin pour chaque section concernée par l'analyse. Alternativement, l'utilisateur peut sélectionner les sections à être analysées en utilisant les fonctions conviviales décrites ci-dessus.

L'expérience dans le développement de systèmes semblables a montré que le processus de sélectionner les sections routières est souvent itératif. Après une interrogation initiale de la base de données du RMS, l'utilisateur peut décider que l'ensemble de résultant sections de la première sélection n'est pas tout à fait ce qu'il/elle veut. Alors, il/ elle peut souhaiter effacer ou de remplacer certaines sections de l'ensemble sélectionné.

Une fois l'utilisateur est content de la sélection faites, la prochaine étape dans le processus du transfert des données, est la conversion des sections sélectionnées en segments homogènes basées sur les attributs et les catégories sélectionnées.

2.3 Sectionnement Dynamique

HDM-4 nécessite que toutes les données de la route doivent être fournies en forme de sections (ou segments) homogènes. Une section homogène est définie comme une longueur de route pour qui tous attributs (par exemple largeur de la chaussée, trafic, condition, etc...) sont constants pour sa longueur entière. Avant que les segments du RMS soient sélectionnés pour analyse dans HDM-4, ils sont convertis en sections homogènes.

Les données dans la base de données du RMS ne sont pas stockées comme un ensemble singulier de sections homogènes. Les longueurs des segments pour les diverses données (condition, drainage, inventaire, structure, trafic, et histoire des travaux) ne sont pas toujours synchronisées. Par conséquent une routine de sectionnement a été développée pour produire un ensemble harmonisé de segments homogènes par analyse de différents jeux de données simultanément, et identification des longueurs de route pour qui toutes les caractéristiques sont constantes.

La méthode de sectionnement dynamique a été préférée sur l'approche des sections fixes parce que cette dernière agrège les données sur des longueurs arbitraires de section, même si l'intervalle n'est pas le meilleur pour les données mesurées. Le sectionnement dynamique évite ce manque par créer des sections basées sur la condition de la chaussée (ou tout autre paramètre par exemple trafic). Ceci mène à une représentation plus réaliste du réseau puisque les traitements appliqués sont basés sur l'état de la chaussée.

Le sectionnement dynamique est accompli par définir les bandes des valeurs pour chaque attribut (par exemple bonne rugosité < 3 IRI; rugosité pauvre > 3 IRI). Les données d'état sont alors analysées et quand la valeur d'état change d'une bande à une autre une nouvelle section est créée.

Comme le montre la Figure 1, la prochaine étape dans le processus de transfert des données dépendra du mode d'analyse. Dans le cas d'une analyse de projet ou de programmation des travaux annuels (analyse tactique-réseau), la prochaine étape sera la création des 'Sections Homogènes'. Dans le cas d'une analyse stratégique, la prochaine étape sera la génération de la matrice.

2.4 Génération de la Matrice du Réseau Routier

Dans le cas où l'utilisateur a sélectionné d'exécuter une analyse stratégique, qui est habituellement la première étape dans une gestion saine des réseaux routier fait du vélo, la génération d'une matrice de la route est exigée. La création de matrice du réseau de la route consiste à combiner les segments homogènes créés ci-dessus dans une matrice de sections représentatives. Dans HDM-4, une analyse de stratégie n'est pas exécutée sur de "vraies" sections de routes, mais au lieu, utilise une matrice de sections représentatives. Chacune des sections représentative de la matrice représente un grand nombre de vraies sections (souvent des milliers de kilomètres de routes) éparpillé à travers le réseau routier. Toutes les sections appartenant aux à la même section représentative ont des caractéristiques semblables (par exemple la classe de la route, la chaussée, le trafic, la condition, la qualité de la construction, etc...). Au lieu d'analyser chaque section réelle séparément, seulement la section du représentative (dont la longueur est la somme des sections la composant) est analysée. L'avantage de cette approche est la rapidité de la capacité d'arriver à la solution/stratégie préféré relativement rapidement.

Le problème principal avec la génération de la matrice est que le processus donne souvent lieu à un grand nombre de cellules ou sections représentatives relativement courtes. Par conséquent la prochaine étape est la fusion des cellules courtes avec les cellules aux caractéristiques les proches avec une longueur minimum à spécifier par l'utilisateur. Si la Matrice Initiale contient des cellules qui sont plus courtes que la longueur, alors celles-ci seront combinés avec les cellules qui ont les caractéristiques le plus semblables en utilisant la méthode de la précedence des attributs qui peuvent être définit par l'utilisateur. Cette facilité particulière permet d'avoir une matrice prête à l'exportation ne contenant pas de cellules trop courtes pour un but opérationnel. La Figure 6 montre un exemple d'une matrice représentant le réseau routier Namibien comprenant 122 sections représentatives (le réseau initial contient 17694 sections basic).

Final Matrix - Step 2

The table below shows an updated version of the matrix in which all cells shorter than the user specified length have been merged with the most similar cells. The matrix is now almost complete. The next stage is to merge the various RMS segments that constitute each cell, and to add other RMS attributes which are compatible with HDM-4 data requirements. To initiate this process, click 'Next'.

Number of Cells: 122 Total Kilometers: 41877.449

MatrixCode	Funct. Class	Surf. Type	Pave Type	Traffic	Pave Streng	Roughness	Climate	Gravel Thick	Total Km
DPASMTWFZ3	District	Paved	AMSB	Medium	Warning	Fair	Humid/Subt		58.520
DPSGHTWZ4	District	Paved	STGB	High	Warning	Good	Per Humid/S		77.380
DUEALTSZ1MM	District	Unsealed	Earth	Low	Strong	Good	Semi-arid/Si	Medium	510.910
DUEALTSZ1TN	District	Unsealed	Earth	Low	Strong	Good	Semi-arid/Si	Thin	1.434.090
DUEALTSZ2MM	District	Unsealed	Earth	Low	Strong	Good	Sub-humid/S	Medium	335.220
DUEALTSZ2TN	District	Unsealed	Earth	Low	Strong	Good	Sub-humid/S	Thin	2.275.140
DUEALTSZ3MM	District	Unsealed	Earth	Low	Strong	Good	Humid/Subt	Medium	478.640
DUEALTSZ3TN	District	Unsealed	Earth	Low	Strong	Good	Humid/Subt	Thin	4.055.670
DUEALTSZ4MM	District	Unsealed	Earth	Low	Strong	Good	Per Humid/S	Medium	640.580
DUEALTSZ4TN	District	Unsealed	Earth	Low	Strong	Good	Per Humid/S	Thin	300.420
DUEAMTSZ1MM	District	Unsealed	Earth	Medium	Strong	Good	Semi-arid/Si	Medium	33.530
DUEAMTSZ1TN	District	Unsealed	Earth	Medium	Strong	Good	Semi-arid/Si	Thin	724.160
DUEAMTSZ2MM	District	Unsealed	Earth	Medium	Strong	Good	Sub-humid/S	Medium	209.430
DUEAMTSZ2TN	District	Unsealed	Earth	Medium	Strong	Good	Sub-humid/S	Thin	87.180
DUEAMTSZ3TN	District	Unsealed	Earth	Medium	Strong	Good	Humid/Subt	Thin	407.000
DUEAMTSZ4MM	District	Unsealed	Earth	Medium	Strong	Good	Per Humid/S	Medium	152.590
DUEAMTSZ4TN	District	Unsealed	Earth	Medium	Strong	Good	Per Humid/S	Thin	37.160
DUGRHTSZ1TN	District	Unsealed	Gravel	High	Strong	Good	Semi-arid/Si	Thin	35.000
DUGRHTSZ4MM	District	Unsealed	Gravel	High	Strong	Good	Per Humid/S	Medium	31.520
DUGRHTSZ1TN	District	Unsealed	Gravel	Low	Strong	Good	Semi-arid/Si	Thin	651.580
DUGRHTSZ2MM	District	Unsealed	Gravel	Low	Strong	Good	Sub-humid/S	Medium	646.900
DUGRHTSZ2TN	District	Unsealed	Gravel	Low	Strong	Good	Sub-humid/S	Thin	4.427.050
DUGRHTSZ3MM	District	Unsealed	Gravel	Low	Strong	Good	Humid/Subt	Medium	193.050

Figure 6: Exemple de Matrice de Réseau Routier- Réseau Routier Namibien.

2.5 Génération de Sections Homogènes

Dans le cas où l'utilisateur a sélectionné d'exécuter une analyse tactique, la génération d'un réseau de sections homogènes est exigée. La méthodologie à suivre est semblable à celle décrite ci-dessus à pars que pour les analyses tactiques des sections 'réelles' sont créés en fusionnant ensemble les segments adjacents avec caractéristiques semblables pour former des longueurs de routes pouvant former des longueurs de contrats de travaux viables.

Avant 'opération de fusion, l'utilisateur spécifie une longueur minimum pour une section homogène de la même manière que pour la matrice. La même méthode de précedence que pour la génération de la matrice du réseau est utilisée pour la fusion des segments homogènes adjacents.

2.6 Dérivation des Valeurs par Défaut pour les Données Manquantes

La matrice du réseau routier ou les sections homogènes ne comprennent pour l'instant que les données provenant de la base de données du RMS. Pour que la matrice puisse être utilisée dans HDM-4, les valeurs par défaut ou les données 'HDM-4' doivent être inclus pour compléter l'ensemble matricielle.

Le problème principal associé à la préparation des données de réseau pour utilisation dans HDM-4 est le nombre considérable de ces dernières qu'HDM-4 exige pour chaque section de route. HDM-4 exige approximativement 90 paramètres pour chaque section bitumeuse, 60 pour les sections en béton, et 40 pour les sections non-revetûes (N.B. les routes en béton ne concernent pas la Namibie). La base de données du RMS (comme toute autre base de données routières) contient moins que 30 des données exigées par HDM-4 pour chaque section. Cela donne un déficit d'approximativement 60 données pour les chaussées bitumeuses et qui ne sont pas disponible dans la base de données du RMS. En outre, beaucoup de ces données manquantes sont d'obscurs paramètres spécifiques à HDM-4 (par exemple les coefficients de calage des modèles) pour qui des études spécifiques doivent être entreprises pour en obtenir des valeurs raisonnables.

Pour produire des ensemble de données alimentaires conforme à HDM-4, des valeurs par défaut raisonnables doivent être utilisées pour remplacer les paramètres manquant. Le mécanisme qui est utilisé pour la dérivation des valeurs pour les données manquantes dans des systèmes semblables est la 'look-up table'.

La 'look-up table' est effectivement une liste de 'sections représentatives' représentant les différents types de routes existantes dans le réseau routier Nambien. Une manière de voir La 'look-up table' est de la concevoir comme une matrice contenant des sections basées sur les différentes combinaisons des paramètres clés tels que la classe de route, la classe de la surface, la construction de la chaussée, le niveau de trafic, la portance de la chaussée, la largeur de la chaussée, etc... Chaque ligne de cette matrice est une section représentative avec valeurs définies pour ces paramètres et aussi pour les autres paramètres spécifiques à HDM-4. Le Tableau 1 est un exemple à ce qu'une partie d'une 'look-up table' typique peut ressembler:

Table 1: Illustration d'une partie d'une 'look-up table' typique

Classe de la Route	Classe de la Surface	Trafic	Portance de la Chaussée	Largeur de la Chaussée	...	Facteur d'Initiation de l'Ornièrage	Facteur de Progression de l'Ornièrage
Primaire	Bitumineuse	Lourd	Bonne	14.5m	...	0.92	1.00
Primaire	Bitumineuse	Moyen	Moyenne	14.5m	...	0.84	0.92
Primaire	Bitumineuse	Lourd	Bonne	12m	...	1.03	1.20
Secondaire	Bitumineuse	Lourd	Moyenne	14.5m	...	1.01	1.18
Secondaire	Bitumineuse	Lourd	Moyenne	12m	...	1.01	1.01
:	:	:	:	:	:	:	:
Secondaire	Bitumineuse	Moyen	Moyenne	8m	...	0.93	0.97

2.6 Conversion des Données du RMS en Unités HDM-4

A cette étape du transfert des données, nous avons maintenant un ensemble de sections 'candidates', qui incluent des valeurs pour tous les paramètres exigés par HDM-4 pour chaque section de route. Ces valeurs ont été dérivées de la base des données du RMS la ou c'est possible sinon de la 'lookup table'. Dans le cas des valeurs dérivées de la base de données du RMS, plusieurs de ces dernières ne sont pas dans le même format que les unités HDM-4. Par exemple, dans la mise en place du RMS Namibienne, les différentes forems de fissures sont mesurées par inspection visuelle et sont enregistrées sur une échelle de sévérité de 1- 5. Dans HDM-4, le parameter 'toutes fissiures' est fourni comme un% de région du [carriageway], et les autres modes de crevasser est exprimé comme un pourcentage de la zone fissurée. Par conséquent, les valeurs du RMS pour fissures doivent être converties en unités HDM-4 avant leur exportation pour analyse dans le modèle. Le même scenario est vrai pour toutes les autres données du RMS.

Les données du RMS qui ont besoin d'être converties avant utilisation dans HDM-4 ont été identifiées, et les méthodes pour conversion ont été recommandées et incorporées dans le processus automatique. Une fois les données respectives ont été converties en unités HDM-4, les sections ainsi conformes sont prêtes pour analyse dans HDM-4. La prochaine

étape dans le processus du transfert est d'écrire ces sections dans un fichier de transfert pour qu'elles puissent être transférées par la suite à HDM-4.

2.7 Création des Fichiers d'Export

L'étape ultime dans le processus de transférer les données RMS à HDM-4, est la création d'un fichier d'export du réseau. Les phases suivantes sont concernées:

1. Après avoir créé le réseau routier pour être exporté, l'utilisateur initialise le processus de création du fichier et spécifie un dossier pour sa sauvegarde.
2. Une copie du réseau contenant la matrice ou les sections homogènes sont écrites dans ce dossier.
3. L'utilisateur alors invoque la fonction import de HDM-4 et import routier dans l'espace de travail d'HDM-4.

La Figure 7 montre un exemple du fichier de transfert contenant un réseau de sections homogènes pour la Namibie créé en utilisant l'outil automatique.

SECT_ID	SECT_NAME	LINK_ID	LINK_NAME	SPEED_FLOW	TRAF_FLOW	ROAD_CLASS	CLIM_ZONE	
D0201	0 1	Km 0.000 - 97.200 (DUGRLTSGZ2TN)	1	Km 0.000 - 97.200	Narrow Two Lane Road	Free-Flow	District	Sub-humid/Subtropical-hot
D0202	0 2	Km 0.000 - 30.000 (DUGRLTSGZ2HM)	2	Km 0.000 - 30.000	Narrow Two Lane Road	Free-Flow	District	Sub-humid/Subtropical-hot
D0202	0 3	Km 30.000 - 101.520 (DUGRLTSGZ2TN)	3	Km 30.000 - 101.5	Narrow Two Lane Road	Free-Flow	District	Sub-humid/Subtropical-hot
D0203	0 4	Km 0.000 - 73.480 (DUGRLTSGZ2TN)	4	Km 0.000 - 73.480	Narrow Two Lane Road	Free-Flow	District	Sub-humid/Subtropical-hot
D0204	0 5	Km 0.000 - 20.000 (DUGRLTSGZ2TN)	5	Km 0.000 - 20.000	Narrow Two Lane Road	Free-Flow	District	Sub-humid/Subtropical-hot
D0204	0 6	Km 20.000 - 64.880 (DUGRLTSGZ2HM)	6	Km 20.000 - 64.88	Narrow Two Lane Road	Free-Flow	District	Sub-humid/Subtropical-hot
D0205	0 8	Km 0.000 - 64.250 (DUGRLTSGZ2TN)	8	Km 0.000 - 64.250	Narrow Two Lane Road	Free-Flow	District	Sub-humid/Subtropical-hot
D0206	0 9	Km 0.000 - 45.000 (DUGRLTSGZ2HM)	9	Km 0.000 - 45.000	Narrow Two Lane Road	Free-Flow	District	Sub-humid/Subtropical-hot
D0206	0 11	Km 45.000 - 78.400 (DUGRLTSGZ2HM)	11	Km 45.000 - 78.40	Narrow Two Lane Road	Free-Flow	District	Sub-humid/Subtropical-hot
D0208	0 12	Km 0.000 - 55.000 (DUGRLTSGZ2TN)	12	Km 0.000 - 55.000	Narrow Two Lane Road	Free-Flow	District	Sub-humid/Subtropical-hot
D0208	0 13	Km 55.000 - 80.000 (DUGRLTSGZ2HM)	13	Km 55.000 - 80.00	Narrow Two Lane Road	Free-Flow	District	Sub-humid/Subtropical-hot
D0208	0 14	Km 80.000 - 108.000 (DUGRLTSGZ2TN)	14	Km 80.000 - 108.0	Narrow Two Lane Road	Free-Flow	District	Sub-humid/Subtropical-hot
D0209	0 15	Km 0.000 - 76.590 (DUGRLTSGZ2TN)	15	Km 0.000 - 76.590	Narrow Two Lane Road	Free-Flow	District	Sub-humid/Subtropical-hot
D0210	0 16	Km 0.000 - 26.880 (DUGRLTSGZ2HM)	16	Km 0.000 - 26.880	Narrow Two Lane Road	Free-Flow	District	Sub-humid/Subtropical-hot
D0211	0 20	Km 0.000 - 34.260 (DUGRLTSGZ2TN)	20	Km 0.000 - 34.260	Narrow Two Lane Road	Free-Flow	District	Sub-humid/Subtropical-hot
D0212	0 23	Km 0.000 - 75.000 (DUEAMTSGZ2HM)	23	Km 0.000 - 75.000	Narrow Two Lane Road	Free-Flow	District	Sub-humid/Subtropical-hot
D0212	0 27	Km 75.000 - 100.000 (DUEAMTSGZ1TH)	27	Km 75.000 - 100.0	Narrow Two Lane Road	Free-Flow	District	Semi-arid/Subtropical-cool
D0212	0 29	Km 100.000 - 153.540 (DUEAMTSGZ1TN)	29	Km 100.000 - 153.	Narrow Two Lane Road	Free-Flow	District	Semi-arid/Subtropical-cool
D0213	0 30	Km 0.000 - 46.200 (DUGRLTSGZ2HM)	30	Km 0.000 - 46.200	Narrow Two Lane Road	Free-Flow	District	Sub-humid/Subtropical-hot
D0214	0 31	Km 0.000 - 1.860 (DUGRMTSGZ2TN)	31	Km 0.000 - 1.860	Narrow Two Lane Road	Free-Flow	District	Sub-humid/Subtropical-hot

Figure 7: Exemple du Fichier Export

1. CONCLUSION

Cet outil a été développé pour mettre à la disposition de l'Autorité Routière Namibienne un processus automatique pour transférer les données entreposées dans la base de données du RMS existant dans HDM-4 dans le format tel qu'exigé par ce dernier. Cet outil minimise l'intervention humaine dans le processus de transfert développe, et donc réduit les possibilités pour introduire des erreurs, le temps nécessaire pour produire ses données et par conséquent le coût de préparation des données. Avec cet outil, le personnel de l'AR de Namibie est capable de produire une matrice représentative de leur réseau routier qui consiste en 17694 segments standards dans quelques minutes au lieu des semaines habituelles si ce n'est pas des mois que normalement ça prend de faire manuellement.

L'approche décrite a été envisagée comme le meilleur moyen pour accomplir une intégration effective et efficace entre les Systèmes de Gestion des Chaussées existants et le modèle HDM-4.

REMERCIEMENTS

Les auteurs souhaitent exprimer leurs remerciements aux plusieurs participants dans ce projet qui ont contribué directement ou indirectement à cette communication essentiellement:

- Sophie Teckie, Roads Authority - Namibie.
- Albie Hanekom, Infrastructure System Integrators (ISI)- Afrique du Sud.
- Gerrie Van Zyl, Independent Consultant – Afrique du Sud
- Terence Zekveld, Infrastructure System Integrators (ISI)- Afrique du Sud.

REFERENCES

HDM-4 Highway Development and Management Series CD-ROM, The World Road Association (PIARC), Paris, France, 1999. ISBN: 2-84060-058-7.

WIGHTMAN, D.C., STANNARD, E.E. and DAKIN, J.M. HDM-4 Software User Guide, The World Road Association (PIARC), Paris, France, 1999. ISBN: 2-84060-061-7

KERALI, H.R., WIGHTMAN, D.C. and STANNARD, E.E. Design and Development of the HDM-4 Software. Proceedings of the International Computing Congress, American Society of Civil Engineers, Boston, Massachusetts, October 1998.

KERALI, H.R., ODOKI, J.B., WIGHTMAN, D.C. and STANNARD, E.E. Structure of Highway Development and Management Tool: HDM-4. Fourth International Conference on Managing Pavement, Durban, South Africa, May 1998.

KERALI, H.R., ODOKI, J.B. and WIGHTMAN, D.C. The New HDM-4 Analytical Framework, Joint 18th ARRB Transport Research Conference and Transit New Zealand Transport Symposium, Christchurch, New Zealand, September 1996.

AIPCR XXIND CONGRÈS MONDIALE DE LA ROUTE

GENERATION AUTOMATIQUE DE MATRICES DE RÉSEAUX ROUTIERS ET DE SECTIONS HOMOGENÈS POUR UTILISATION DANS HDM-4

Akli Ourad, David Wightman & Jennaro B. Odoki
Université de Birmingham, Royaume Uni
akli@civ-hrg.bham.ac.uk

SOMMAIRE

La communication traitera d'un travail que l'équipe de l'Université de Birmingham a accompli en Namibie en collaboration avec le consultant V&V de l'Afrique du Sud pour le développement de processus automatiques en utilisant la technique du sectionnement dynamique. Ces processus sont destinés à générer automatiquement avec le minimum de manipulation manuelle les matrices de réseau routier et les sections homogènes à partir de la base de données relationnelle (RMS) administrée par l'Autorité Routière Namibienne pour utilisation dans le modèle Highway Management and Development (HDM-4).

Afin de simplifier le processus d'analyse stratégique pour tout réseau routier, HDM-4 emploie le concept de matrice de réseau routier. Cette matrice consiste en un nombre de sections routières représentatives, qui reflètent les divers types de routes rencontrés à travers le réseau routier. Chaque section représentative est définie en termes d'un certain nombre d'attributs clés qui influencent le plus la performance des chaussées et les coûts aux usagers de la route. En ce qui concerne les analyses de programmation de travaux, HDM-4 utilise le concept de sections homogènes. Ces dernières sont des sections physiques du réseau routier au sein desquelles toutes les caractéristiques sont constantes. La version actuelle de HDM-4 ne comprend pas un processus qui peut être utilisé pour générer automatiquement la matrice du réseau où les sections homogènes. La raison est que les utilisateurs du modèle sont supposés le faire extérieurement. Cependant, le travail nécessaire pour la création d'une matrice où la conversion d'un réseau routier en un réseau de sections homogènes peut être parfois très lourd et trop long, particulièrement quand le réseau comprend des milliers de kilomètres de sections routières.

Entre autres bénéfices, cet outil de transfert des données automatique permet au personnel de l'Autorité Routière de produire une matrice représentative du réseau routier qui consiste en 17,694 segments basiques en quelques minutes au lieu des semaines habituelles, voir même des mois, que ça prend manuellement. Ces processus sont d'une grande utilité pour les professionnels namibiens de la route en particulier, et tous les autres professionnels en général, dans la phase de préparation préliminaire des données avant l'utilisation de HDM-4. Ces processus leur offriront un outil supplémentaire et flexible pour les aider dans la définition des programmes d'entretien routiers et de la préparation de projets individuels, réduire les temps d'analyses et les coûts associés.

Cette approche est vue comme la meilleure façon d'arriver à une intégration efficace et efficiente entre les Systèmes de Gestion des Routes existants et le HDM-4.

MOTS CLÉS: AUTOMATIQUE / ROUTE / SECTION / RÉSEAU / MATRICE / HOMOGENÈS.

1. INTRODUCTION

Cette communication décrit le développement d'un outil de transfert des données comprenant des processus automatiques générateurs de matrices et de sections homogènes des réseaux routiers pour utilisation dans le modèle 'Highway Development and Management' (HDM-4). Ce travail fait partie du projet de l'intégration générale du

modèle HDM-4 avec le Système de Gestion des Routes existant (RMS) Namibien à travers le Module 'Intégration du Réseau (NIM). Le système NIM fournit la structure totale pour la gestion du réseau national routier namibien. Les preneurs de décisions et de la politique routière au sein de l'Autorité Namibienne ont besoin d'une information pertinente et à jour pour analyser et justifier leur stratégies de planification à long-terme. Ces processus automatiques fournissent au système RMS en générale la capacité de travailler en liaison avec le modèle HDM-4 d'une manière rapide et efficace et ainsi permettre la concrétisation de ces objectifs dans une mode effective.

Ces processus font partie d'un outil d'intégration globale qui inclut l'import des données du RMS à HDM-4 aussi bien que l'export des résultats de HDM-4 vers le système RMS comme le montre la Figure 1. Seul la première partie de l'intégration est discutée dans cette communication.

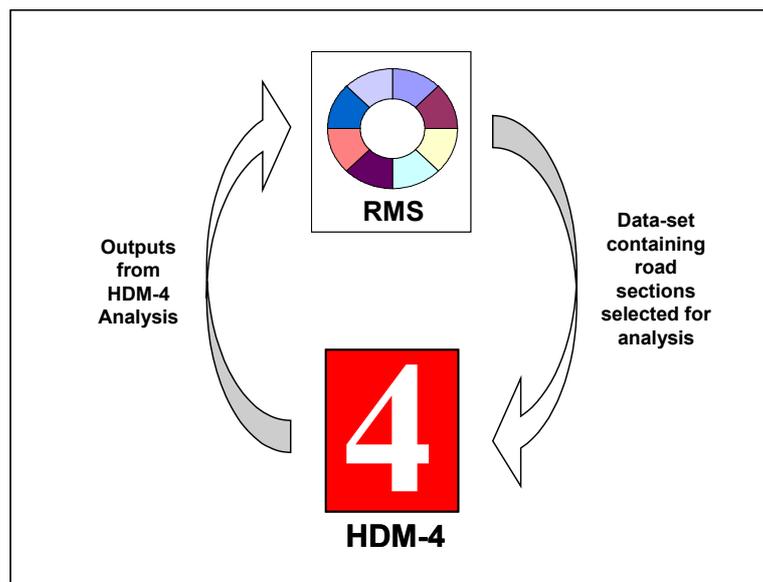


Figure 1- Le Flux des Données entre le RMS et HDM-4

HDM-4, est le successeur du modèle Highway Design and Maintenance Standards (HDM-III) de la Banque Mondiale. Le nouveau HDM-4 est un système puissant pour l'analyse des alternatives de management et d'investissement des réseaux routiers. Il incorpore trois applications spécifiques aux trois niveaux d'analyse que sont: l'analyse projet; la programmation des travaux sous contraintes budgétaires, et la planification stratégique de la performance et des besoins financiers à long terme des réseaux routiers. Il est conçu pour être utilisé comme un outil d'aide à la décision au sein d'un système de gestion routier globale d'où son intégration dans le système Namibien afin de répondre aux besoins de l'analyse réseau.

Cependant, l'expérience a montré que préparer des données pour HDM-4 pour des analyses de réseau n'est pas simple et peut prendre des semaines si ce n'est pas des mois afin d'obtenir l'information dans le format exigé par le modèle. La raison principale est que HDM-4 a des exigences pour les données d'entrée très particulières. Le problème principal rencontré dans le transfert d'informations de réseau des banques de données existantes vers HDM-4 est que ce dernier applique les concepts de matrice du réseau routier (pour analyses stratégiques) et celui des sections homogènes (pour analyses tactiques or de programmation).

Les éléments de la matrice et les sections homogènes comprennent des catégories du réseau routier définis conformément aux attributs clés qui ont le plus d'influence sur la performance des chaussées et les coûts aux usagers de la route. Bien qu'il soit possible de modéliser les segments de base du réseau routier dans une analyse stratégique ou tactique, il est souvent difficile de le faire puisque un réseau routier peut inclure des

milliers de ces segments. Dans le cas de la Namibie, le réseau entier consiste en 17694 segments basic de 500 mètres chacun.

Généralement, un logiciel sophistiqué est nécessaire à répondre à ces besoins en prépartion de données et établir un lien durable entre HDM-4 et system de gestion des route en place. Les sections suivantes décrivent les différentes phases du développement de cet outil de gestion de la génération automatique des matrices et des sections homogènes pour analyses du réseau. La Figure 2 donne une vue d'ensemble des phases impliquées dans la génération automatique de ces ensembles de données HDM-4.

L'outil ci-dessus est implanté comme un élément du Module d'Intégration du Réseau (NIM) Namibien entre HDM-4 et le RMS et est utilisé comme le système principal de préparation des données pour la planification de l'entretien du réseau. L'interface du NIM à était conçu de manière à guider l'utilisateur pas-à-pas dans la préparation des données du réseau d'HDM-4.

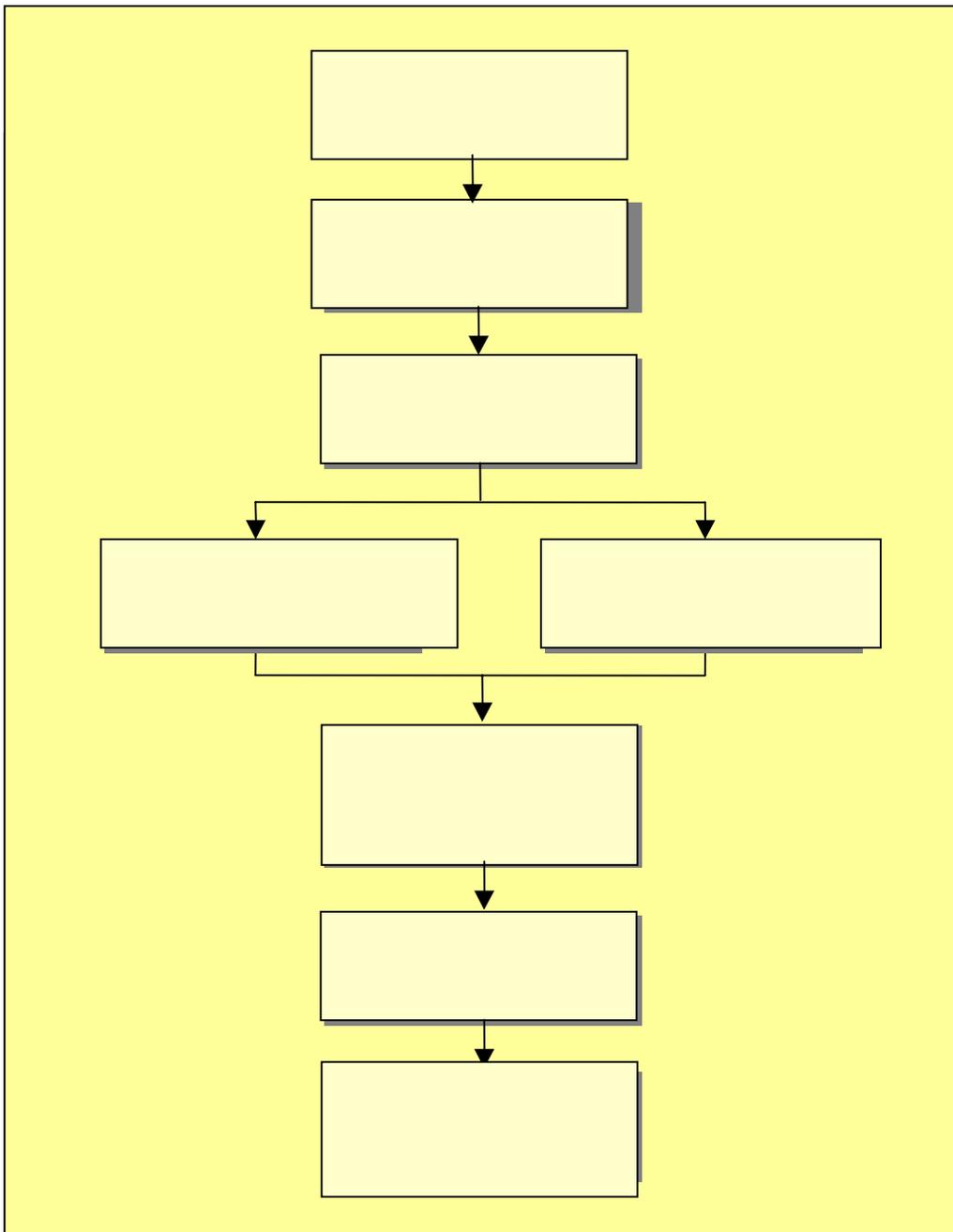


Figure 2 – Vue du processus de génération automatique des données

2. DESCRIPTION DU PROCESSUS DE GENERATION AUTOMATIQUE

2.1 Définition des Attributs influençant le plus la performance et les CEV.

La première phase dans le processus de génération des données d'entrée d'HDM-4 concerne la sélection des attributs qui ont le plus d'influence sur la performance des chaussées et les Coûts d'Exploitation des Véhicules (CEV). Ceci est fait à travers une sélection conviviale (voire Figure 3) sur une liste de 22 attributs pour routes bitumées et non revêtues. Pour chaque attribut, l'utilisateur définit les différentes catégories de valeurs admissibles et leur valeurs (par exemple trafic, portance, condition, etc...). L'utilisateur peut changer ou modifier ces attributs à n'importe quelle phase pendant la génération automatique de la matrice ou des sections homogènes.

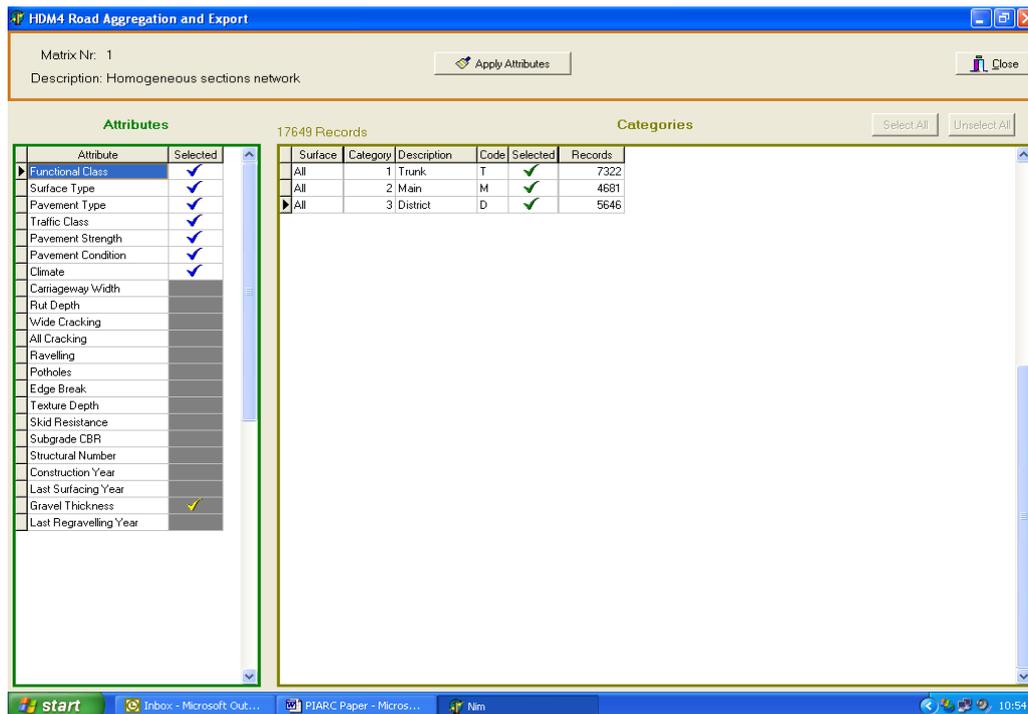


Figure 3: Formulaire pour la sélection des attributs de chaussées

L'utilisateur est capable de sélectionner des attributs suivants et prédéfinit les catégories de l'attribut et des bandes des valeur associées:

- Class Fonctionnelle (Nationale; Departmental;)
- Type de Surface (Bitumé; Non-revetûes)
- Type de Chaussées (ex. Mélange bitumineux sur Base Asphalté (AMAB); etc..)
- Classe de Trafic (ex. Lourd; Moyen; Léger)
- Portance - Déflexion (ex. Bonne; Moyenne;)
- Etat des Chaussées (ex. Bon; Moyen; Mauvais)
- Climat (ex. Semi-aride; Sous-humide; Humide;)
- Largeur de Chaussées (ex. Standard; Etroit)
- Profondeur d'Ornière (ex. Bon; Moyen; Mauvais)
- Toutes Fissures (ex. Bon; Moyen; Mauvais)
- Grandes Fissures (ex. Bon; Moyen; Mauvais)
- Arrachement (ex. Bon; Moyen; Mauvais)
- Nids de Poules (ex. Bon; Moyen; Mauvais)
- Epaufrures (ex. Bon; Moyen; Mauvais)
- Texture (ex. Grossière; Fine)
- Adhérence (ex. Bon; Moyen; Mauvais)
- CBR (ex. Bon; Moyen; Mauvais)
- Nombre Structurel (ex. Bon; Acceptable;)
- Année de Construction (Jeune; Ancien)
- Dernière année de revêtement (Jeune; Ancien)
- Epaisseur de la base (non-revetûe) (Fine; Moyenne; Epaisse)
- Dernière année de Reprofilage (Jeune; Ancien)

La principale recommandation en phase de sélection des attributs est que le plus d'attributs sont sélectionnés, le plus fin l'analyse subséquente en sera. Cependant, en

décidant le nombre d'attributs à utiliser, l'utilisateur doit garder à l'esprit que plus d'attributs augmenteront la taille de la matrice ou le nombre de sections homogènes et par conséquent ralentira l'analyse et rendra l'exploitation des résultats plus difficile.

2.2 Sélection des Sections pour Analyse dans HDM-4

La deuxième phase dans le processus de génération de matrices ou de sections homogènes est la sélection des segments devant faire l'objet d'analyse dans HDM-4. Ce choix dépendra en grande partie du type d'analyse à exécuter. La sélection des segments se fera en utilisant le formulaire tel qu'il est montré en Figure 4.

Matrix Nr: 1
Description: Homogeneous sections network

Select Roads/Segments

All Roads:

Road Nr	Dir	Begin Km	End Km	Segment	Surface
D0201	0	0.000	5.000	1	2
D0201	0	5.000	10.000	2	2
D0201	0	10.000	15.000	3	2
D0201	0	15.000	20.000	4	2
D0201	0	20.000	25.000	5	2
D0201	0	25.000	30.000	6	2
D0201	0	30.000	35.000	7	2
D0201	0	35.000	40.000	8	2
D0201	0	40.000	45.000	9	2
D0201	0	45.000	50.000	10	2
D0201	0	50.000	55.000	11	2
D0201	0	55.000	60.000	12	2
D0201	0	60.000	65.000	13	2
D0201	0	65.000	70.000	14	2
D0201	0	70.000	75.000	15	2
D0201	0	75.000	80.000	16	2
D0201	0	80.000	85.000	17	2
D0201	0	85.000	90.000	18	2
D0201	0	90.000	97.200	19	2
D0202	0	0.000	5.000	20	2
D0202	0	5.000	10.000	21	2
D0202	0	10.000	15.000	22	2
D0202	0	15.000	20.000	23	2
D0202	0	20.000	25.000	24	2
D0202	0	25.000	30.000	25	2

Search for:
Road Nr:
Direction:
Begin Km:

Add Whole Road >
< Remove Whole Road

Add Selection >
< Remove Selection

Selected Roads:
Cells: 17649 Km: 41.877.449

Road Nr	Dir	Begin Km	End Km	Segment	Surface
D0201	0	0.000	5.000	1	2
D0201	0	5.000	10.000	2	2
D0201	0	10.000	15.000	3	2
D0201	0	15.000	20.000	4	2
D0201	0	20.000	25.000	5	2
D0201	0	25.000	30.000	6	2
D0201	0	30.000	35.000	7	2
D0201	0	35.000	40.000	8	2
D0201	0	40.000	45.000	9	2
D0201	0	45.000	50.000	10	2
D0201	0	50.000	55.000	11	2
D0201	0	55.000	60.000	12	2
D0201	0	60.000	65.000	13	2
D0201	0	65.000	70.000	14	2
D0201	0	70.000	75.000	15	2
D0201	0	75.000	80.000	16	2
D0201	0	80.000	85.000	17	2
D0201	0	85.000	90.000	18	2
D0201	0	90.000	97.200	19	2
D0202	0	0.000	5.000	20	2
D0202	0	5.000	10.000	21	2
D0202	0	10.000	15.000	22	2
D0202	0	15.000	20.000	23	2
D0202	0	20.000	25.000	24	2

< Back Cancel Next > Finish

Figure 4. Formulaire de Sélection des Section d'Analyse

Dans le cas d'une analyse stratégique de réseau, typiquement soit le réseau routier entier de la route ou l'une des régions/provinces/états seraient sélectionnés. L'utilisateur peut choisir de filtrer et de ne sélectionner que les sections qui remplissent les critères de définit par l'utilisateur. Ceux-ci peuvent inclure des seuils pour le TJMA, le nombre de véhicules lourds, la rugosité, le pourcentage de fissures, la portance de la chaussée, etc... Cette facilité permet à l'utilisateur de concentrer l'analyse sur les sections qui ont plus de besoin en traitement.

Dans le cas d'analyses tactiques, les désignations des sections réelles à être analysées sont typiquement connu. Dans ce cas l'utilisateur lui est simplement demandé de fournir les références des routes, chainages de début et de fin pour chaque section concernée par l'analyse. Alternativement, l'utilisateur peut sélectionner les sections à être analysées en utilisant les fonctions conviviales décrites ci-dessus.

L'expérience dans le développement de systèmes semblables a montré que le processus de sélectionner les sections routières est souvent itératif. Après une interrogation initiale de la base de données du RMS, l'utilisateur peut décider que l'ensemble de résultant sections de la première sélection n'est pas tout à fait ce qu'il/elle veut. Alors, il/ elle peut souhaiter effacer ou de remplacer certaines sections de l'ensemble sélectionné.

Une fois l'utilisateur est content de la sélection faites, la prochaine étape dans le processus du transfert des données, est la conversion des sections sélectionnées en segments homogènes basées sur les attributs et les catégories sélectionnées.

2.3 Sectionnement Dynamique

HDM-4 nécessite que toutes les données de la route doivent être fournies en forme de sections (ou segments) homogènes. Une section homogène est définie comme une longueur de route pour qui tous attributs (par exemple largeur de la chaussée, trafic, condition, etc...) sont constants pour sa longueur entière. Avant que les segments du RMS soient sélectionnés pour analyse dans HDM-4, ils sont convertis en sections homogènes.

Les données dans la base de données du RMS ne sont pas stockées comme un ensemble singulier de sections homogènes. Les longueurs des segments pour les diverses données (condition, drainage, inventaire, structure, trafic, et histoire des travaux) ne sont pas toujours synchronisées. Par conséquent une routine de sectionnement a été développée pour produire un ensemble harmonisé de segments homogènes par analyse de différent jeux de données simultanément, et identification des longueurs de route pour qui toutes les caractéristiques sont constantes.

La méthode de sectionnement dynamique a été préférée sur l'approche des sections fixes parce que cette dernière agrège les données sur des longueurs arbitraires de section, même si l'intervalle n'est pas le meilleur pour les données mesurées. Le sectionnement dynamique évite ce manque par créer des sections basées sur la condition de la chaussée (ou tout autre paramètre par exemple trafic). Ceci mène à une représentation plus réaliste du réseau puisque les traitements appliqués sont basés sur l'état de la chaussée.

Le sectionnement dynamique est accompli par définir les bandes des valeurs pour chaque attribut (par exemple bonne rugosité < 3 IRI; rugosité pauvre > 3 IRI). Les données d'état sont alors analysées et quand la valeur d'état change d'une bande à une autre une nouvelle section est créée.

Comme le montre la Figure 1, la prochaine étape dans le processus de transfert des données dépendra du mode d'analyse. Dans le cas d'une analyse de projet ou de programmation des travaux annuels (analyse tactique-réseau), la prochaine étape sera la création des 'Sections Homogènes'. Dans le cas d'une analyse stratégique, la prochaine étape sera la génération de la matrice.

2.4 Génération de la Matrice du Réseau Routier

Dans le cas où l'utilisateur a sélectionné d'exécuter une analyse stratégique, qui est habituellement la première étape dans une gestion saine des réseaux routier fait du vélo, la génération d'une matrice de la route est exigée. La création de matrice du réseau de la route consiste à combiner les segments homogènes créer ci-dessus dans une matrice de sections représentatives. Dans HDM-4, une analyse de stratégie n'est pas exécutée sur de "vrai" sections de routes, mais au lieu, utilise une matrice de sections représentatives. Chacune des sections représentative de la matrice représente un grand nombre de vraies sections (souvent des milliers de kilomètres de routes) éparpillé à travers le réseau routier. Toutes les sections appartenant aux à la même section representative ont des caractéristiques semblables (par exemple la classe de la route, la chaussée, le trafic, la condition, la qualité de la construction, etc...). Au lieu d'analyser chaque section réelle séparément, seulement la section du représentative (dont la longueur est la somme des sections la composant) est analysée. L'avantage de cette approche est la rapidité de la la capacité d'arriver a la solution/stratégie préféré relativement rapidement.

Le problème principal avec la génération de la matrice est que le processus donne souvent lieu à un grand nombre de cellules ou sections représentatives relativement courtes. Par conséquent la prochaine étape est la fusion des cellules courtes avec les cellules aux caractéristiques les proches avec une longueur minimum à spécifier par l'utilisateur. Si la Matrice Initiale contient des cellules qui sont plus courtes que la longueur, alors celles-ci seront combinés avec les cellules qui ont les caractéristiques le plus semblables en utilisant la méthode de la précedence des attributs qui peuvent être définit par l'utilisateur. Cette facilité particulière permet d'avoir une matrice prête à l'exportation ne contenant pas de cellules trop courtes pour un but opérationnel. La Figure 6 montre un exemple d'une matrice représentant le réseau routier Namibien comprenant 122 sections représentatives (le réseau initial contient 17694 sections basic).

Final Matrix - Step 2

The table below shows an updated version of the matrix in which all cells shorter than the user specified length have been merged with the most similar cells. The matrix is now almost complete. The next stage is to merge the various RMS segments that constitute each cell, and to add other RMS attributes which are compatible with HDM-4 data requirements. To initiate this process, click 'Next'.

Number of Cells: 122 Total Kilometers: 41877.449

MatrixCode	Funct. Class	Surf. Type	Pave Type	Traffic	Pave Streng	Roughness	Climate	Gravel Thick	Total Km
DPASMTWFZ3	District	Paved	AMSB	Medium	Warning	Fair	Humid/Subt		58.520
DPSGHTWZ4	District	Paved	STGB	High	Warning	Good	Per Humid/S		77.380
DUEALTSZ1MM	District	Unsealed	Earth	Low	Strong	Good	Semi-arid/Si	Medium	510.910
DUEALTSZ1TN	District	Unsealed	Earth	Low	Strong	Good	Semi-arid/Si	Thin	1.434.090
DUEALTSZ2MM	District	Unsealed	Earth	Low	Strong	Good	Sub-humid/S	Medium	335.220
DUEALTSZ2TN	District	Unsealed	Earth	Low	Strong	Good	Sub-humid/S	Thin	2.275.140
DUEALTSZ3MM	District	Unsealed	Earth	Low	Strong	Good	Humid/Subt	Medium	478.640
DUEALTSZ3TN	District	Unsealed	Earth	Low	Strong	Good	Humid/Subt	Thin	4.055.670
DUEALTSZ4MM	District	Unsealed	Earth	Low	Strong	Good	Per Humid/S	Medium	640.580
DUEALTSZ4TN	District	Unsealed	Earth	Low	Strong	Good	Per Humid/S	Thin	300.420
DUEAMTSZ1MM	District	Unsealed	Earth	Medium	Strong	Good	Semi-arid/Si	Medium	33.530
DUEAMTSZ1TN	District	Unsealed	Earth	Medium	Strong	Good	Semi-arid/Si	Thin	724.160
DUEAMTSZ2MM	District	Unsealed	Earth	Medium	Strong	Good	Sub-humid/S	Medium	209.430
DUEAMTSZ2TN	District	Unsealed	Earth	Medium	Strong	Good	Sub-humid/S	Thin	87.180
DUEAMTSZ3TN	District	Unsealed	Earth	Medium	Strong	Good	Humid/Subt	Thin	407.000
DUEAMTSZ4MM	District	Unsealed	Earth	Medium	Strong	Good	Per Humid/S	Medium	152.590
DUEAMTSZ4TN	District	Unsealed	Earth	Medium	Strong	Good	Per Humid/S	Thin	37.160
DUGRHTSZ1TN	District	Unsealed	Gravel	High	Strong	Good	Semi-arid/Si	Thin	35.000
DUGRHTSZ4MM	District	Unsealed	Gravel	High	Strong	Good	Per Humid/S	Medium	31.520
DUGRHTSZ1TN	District	Unsealed	Gravel	Low	Strong	Good	Semi-arid/Si	Thin	651.580
DUGRHTSZ2MM	District	Unsealed	Gravel	Low	Strong	Good	Sub-humid/S	Medium	646.900
DUGRHTSZ2TN	District	Unsealed	Gravel	Low	Strong	Good	Sub-humid/S	Thin	4.427.050
DUGRHTSZ3MM	District	Unsealed	Gravel	Low	Strong	Good	Humid/Subt	Medium	193.050

Figure 6: Exemple de Matrice de Réseau Routier- Réseau Routier Namibien.

2.5 Génération de Sections Homogènes

Dans le cas où l'utilisateur a sélectionné d'exécuter une analyse tactique, la génération d'un réseau de sections homogènes est exigée. La méthodologie à suivre est semblable à celle décrite ci-dessus à pars que pour les analyses tactiques des sections 'réelles' sont créés en fusionnant ensemble les segments adjacents avec caractéristiques semblables pour former des longueurs de routes pouvant former des longueurs de contrats de travaux viables.

Avant 'opération de fusion, l'utilisateur spécifie une longueur minimum pour une section homogène de la même manière que pour la matrice. La même méthode de précedence que pour la génération de la matrice du réseau est utilisée pour la fusion des segments homogènes adjacents.

2.6 Dérivation des Valeurs par Défaut pour les Données Manquantes

La matrice du réseau routier ou les sections homogènes ne comprennent pour l'instant que les données provenant de la base de données du RMS. Pour que la matrice puisse être utilisée dans HDM-4, les valeurs par défaut ou les données 'HDM-4' doivent être inclus pour compléter l'ensemble matricielle.

Le problème principal associé à la préparation des données de réseau pour utilisation dans HDM-4 est le nombre considérable de ces dernières qu'HDM-4 exige pour chaque section de route. HDM-4 exige approximativement 90 paramètres pour chaque section bitumeuse, 60 pour les sections en béton, et 40 pour les sections non-revetûes (N.B. les routes en béton ne concernent pas la Namibie). La base de données du RMS (comme toute autre base de données routières) contient moins que 30 des données exigées par HDM-4 pour chaque section. Cela donne un déficit d'approximativement 60 données pour les chaussées bitumeuses et qui ne sont pas disponible dans la base de données du RMS. En outre, beaucoup de ces données manquantes sont d'obscurs paramètres spécifiques à HDM-4 (par exemple les coefficients de calage des modèles) pour qui des études spécifiques doivent être entreprises pour en obtenir des valeurs raisonnables.

Pour produire des ensemble de données alimentaires conforme à HDM-4, des valeurs par défaut raisonnables doivent être utilisées pour remplacer les paramètres manquant. Le mécanisme qui est utilisé pour la dérivation des valeurs pour les données manquantes dans des systèmes semblables est la 'look-up table'.

La 'look-up table' est effectivement une liste de 'sections représentatives' représentant les différents types de routes existantes dans le réseau routier Nambien. Une manière de voir La 'look-up table' est de la concevoir comme une matrice contenant des sections basées sur les différentes combinaisons des paramètres clés tels que la classe de route, la classe de la surface, la construction de la chaussée, le niveau de trafic, la portance de la chaussée, la largeur de la chaussée, etc... Chaque ligne de cette matrice est une section représentative avec valeurs définies pour ces paramètres et aussi pour les autres paramètres spécifiques à HDM-4. Le Tableau 1 est un exemple à ce qu'une partie d'une 'look-up table' typique peut ressembler:

Table 1: Illustration d'une partie d'une 'look-up table' typique

Classe de la Route	Classe de la Surface	Trafic	Portance de la Chaussée	Largeur de la Chaussée	...	Facteur d'Initiation de l'Ornièrage	Facteur de Progression de l'Ornièrage
Primaire	Bitumineuse	Lourd	Bonne	14.5m	...	0.92	1.00
Primaire	Bitumineuse	Moyen	Moyenne	14.5m	...	0.84	0.92
Primaire	Bitumineuse	Lourd	Bonne	12m	...	1.03	1.20
Secondaire	Bitumineuse	Lourd	Moyenne	14.5m	...	1.01	1.18
Secondaire	Bitumineuse	Lourd	Moyenne	12m	...	1.01	1.01
:	:	:	:	:	:	:	:
Secondaire	Bitumineuse	Moyen	Moyenne	8m	...	0.93	0.97

2.6 Conversion des Données du RMS en Unités HDM-4

A cette étape du transfert des données, nous avons maintenant un ensemble de sections 'candidates', qui incluent des valeurs pour tous les paramètres exigés par HDM-4 pour chaque section de route. Ces valeurs ont été dérivées de la base des données du RMS la ou c'est possible sinon de la 'lookup table'. Dans le cas des valeurs dérivées de la base de données du RMS, plusieurs de ces dernières ne sont pas dans le même format que les unités HDM-4. Par exemple, dans la mise en place du RMS Namibienne, les différentes forems de fissures sont mesurées par inspection visuelle et sont enregistrées sur une échelle de sévérité de 1- 5. Dans HDM-4, le parameter 'toutes fissiures' est fourni comme un% de région du [carriageway], et les autres modes de crevasser est exprimé comme un pourcentage de la zone fissurée. Par conséquent, les valeurs du RMS pour fissures doivent être converties en unités HDM-4 avant leur exportation pour analyse dans le modèle. Le même scenario est vrai pour toutes les autres données du RMS.

Les données du RMS qui ont besoin d'être converties avant utilisation dans HDM-4 ont été identifiées, et les méthodes pour conversion ont été recommandées et incorporées dans le processus automatique. Une fois les données respectives ont été converties en unités HDM-4, les sections ainsi conformes sont prêtes pour analyse dans HDM-4. La prochaine

étape dans le processus du transfert est d'écrire ces sections dans un fichier de transfert pour qu'elles puissent être transférées par la suite à HDM-4.

2.7 Création des Fichiers d'Export

L'étape ultime dans le processus de transférer les données RMS à HDM-4, est la création d'un fichier d'export du réseau. Les phases suivantes sont concernées:

4. Après avoir créé le réseau routier pour être exporté, l'utilisateur initialise le processus de création du fichier et spécifie un dossier pour sa sauvegarde.
5. Une copie du réseau contenant la matrice ou les sections homogènes sont écrites dans ce dossier.
6. L'utilisateur alors invoque la fonction import de HDM-4 et import routier dans l'espace de travail d'HDM-4.

La Figure 7 montre un exemple du fichier de transfert contenant un réseau de sections homogènes pour la Namibie créé en utilisant l'outil automatique.

SECT_ID	SECT_NAME	LINK_ID	LINK_NAME	SPEED_FLOW	TRAF_FLOW	ROAD_CLASS	CLIM_ZONE	
D0201	0 1	Km 0.000 - 97.200 (DUGRLTSGZ2TN)	1	Km 0.000 - 97.200	Narrow Two Lane Road	Free-Flow	District	Sub-humid/Subtropical-hot
D0202	0 2	Km 0.000 - 30.000 (DUGRLTSGZ2HM)	2	Km 0.000 - 30.000	Narrow Two Lane Road	Free-Flow	District	Sub-humid/Subtropical-hot
D0202	0 3	Km 30.000 - 101.520 (DUGRLTSGZ2TN)	3	Km 30.000 - 101.5	Narrow Two Lane Road	Free-Flow	District	Sub-humid/Subtropical-hot
D0203	0 4	Km 0.000 - 73.480 (DUGRLTSGZ2TN)	4	Km 0.000 - 73.480	Narrow Two Lane Road	Free-Flow	District	Sub-humid/Subtropical-hot
D0204	0 5	Km 0.000 - 20.000 (DUGRLTSGZ2TN)	5	Km 0.000 - 20.000	Narrow Two Lane Road	Free-Flow	District	Sub-humid/Subtropical-hot
D0204	0 6	Km 20.000 - 64.880 (DUGRLTSGZ2HM)	6	Km 20.000 - 64.88	Narrow Two Lane Road	Free-Flow	District	Sub-humid/Subtropical-hot
D0205	0 8	Km 0.000 - 64.250 (DUGRLTSGZ2TN)	8	Km 0.000 - 64.250	Narrow Two Lane Road	Free-Flow	District	Sub-humid/Subtropical-hot
D0206	0 9	Km 0.000 - 45.000 (DUGRLTSGZ2HM)	9	Km 0.000 - 45.000	Narrow Two Lane Road	Free-Flow	District	Sub-humid/Subtropical-hot
D0206	0 11	Km 45.000 - 78.400 (DUGRLTSGZ2HM)	11	Km 45.000 - 78.40	Narrow Two Lane Road	Free-Flow	District	Sub-humid/Subtropical-hot
D0208	0 12	Km 0.000 - 55.000 (DUGRLTSGZ2TN)	12	Km 0.000 - 55.000	Narrow Two Lane Road	Free-Flow	District	Sub-humid/Subtropical-hot
D0208	0 13	Km 55.000 - 80.000 (DUGRLTSGZ2HM)	13	Km 55.000 - 80.00	Narrow Two Lane Road	Free-Flow	District	Sub-humid/Subtropical-hot
D0208	0 14	Km 80.000 - 108.000 (DUGRLTSGZ2TN)	14	Km 80.000 - 108.0	Narrow Two Lane Road	Free-Flow	District	Sub-humid/Subtropical-hot
D0209	0 15	Km 0.000 - 76.590 (DUGRLTSGZ2TN)	15	Km 0.000 - 76.590	Narrow Two Lane Road	Free-Flow	District	Sub-humid/Subtropical-hot
D0210	0 16	Km 0.000 - 26.880 (DUGRLTSGZ2HM)	16	Km 0.000 - 26.880	Narrow Two Lane Road	Free-Flow	District	Sub-humid/Subtropical-hot
D0211	0 20	Km 0.000 - 34.260 (DUGRLTSGZ2TN)	20	Km 0.000 - 34.260	Narrow Two Lane Road	Free-Flow	District	Sub-humid/Subtropical-hot
D0212	0 23	Km 0.000 - 75.000 (DUEAHTSGZ2HM)	23	Km 0.000 - 75.000	Narrow Two Lane Road	Free-Flow	District	Sub-humid/Subtropical-hot
D0212	0 27	Km 75.000 - 100.000 (DUEAHTSGZ1TH)	27	Km 75.000 - 100.0	Narrow Two Lane Road	Free-Flow	District	Semi-arid/Subtropical-cool
D0212	0 29	Km 100.000 - 153.540 (DUEAHTSGZ1TN)	29	Km 100.000 - 153.	Narrow Two Lane Road	Free-Flow	District	Semi-arid/Subtropical-cool
D0213	0 30	Km 0.000 - 46.200 (DUGRLTSGZ2HM)	30	Km 0.000 - 46.200	Narrow Two Lane Road	Free-Flow	District	Sub-humid/Subtropical-hot
D0214	0 31	Km 0.000 - 1.860 (DUGRLTSGZ2TN)	31	Km 0.000 - 1.860	Narrow Two Lane Road	Free-Flow	District	Sub-humid/Subtropical-hot

Figure 7: Exemple du Fichier Export

2. CONCLUSION

Cet outil a été développé pour mettre à la disposition de l'Autorité Routière Namibienne un processus automatique pour transférer les données entreposées dans la base de données du RMS existant dans HDM-4 dans le format tel qu'exigé par ce dernier. Cet outil minimise l'intervention humaine dans le processus de transfert développe, et donc réduit les possibilités pour introduire des erreurs, le temps nécessaire pour produire ses données et par conséquent le coût de préparation des données. Avec cet outil, le personnel de l'AR de Namibie est capable de produire une matrice représentative de leur réseau routier qui consiste en 17694 segments standards dans quelques minutes au lieu des semaines habituelles si ce n'est pas des mois que normalement ça prend de faire manuellement.

L'approche décrite a été envisagée comme le meilleur moyen pour accomplir une intégration effective et efficace entre les Systèmes de Gestion des Chaussées existants et le modèle HDM-4.

REMERCIEMENTS

Les auteurs souhaitent exprimer leurs remerciements aux plusieurs participants dans ce projets qui ont contribué directement ou indirectement à cette communication essentiellement:

- Sophie Teckie, Roads Authority - Namibie.
- Albie Hanekom, Infrastructure System Integrators (ISI)- Afrique du Sud.
- Gerrie Van Zyl, Independent Consultant – Afrique du Sud
- Terence Zekveld, Infrastructure System Integrators (ISI)- Afrique du Sud.

REFERENCES

HDM-4 Highway Development and Management Series CD-ROM, The World Road Association (PIARC), Paris, France, 1999. ISBN: 2-84060-058-7.

WIGHTMAN, D.C., STANNARD, E.E. and DAKIN, J.M. HDM-4 Software User Guide, The World Road Association (PIARC), Paris, France, 1999. ISBN: 2-84060-061-7

KERALI, H.R., WIGHTMAN, D.C. and STANNARD, E.E. Design and Development of the HDM-4 Software. Proceedings of the International Computing Congress, American Society of Civil Engineers, Boston, Massachusetts, October 1998.

KERALI, H.R., ODOKI, J.B., WIGHTMAN, D.C. and STANNARD, E.E. Structure of Highway Development and Management Tool: HDM-4. Fourth International Conference on Managing Pavement, Durban, South Africa, May 1998.

KERALI, H.R., ODOKI, J.B. and WIGHTMAN, D.C. The New HDM-4 Analytical Framework, Joint 18th ARRB Transport Research Conference and Transit New Zealand Transport Symposium, Christchurch, New Zealand, September 1996.