

XXIII^{ème} Congrès Mondial des Routes
Paris 2007

AUTRICHE - RAPPORT NATIONAL

Direction stratégique session ST 4

**GESTION DES ACTIFS :
APPORTS TECHNIQUES À LA PRISE DE DECISIONS**

J. LITZKA

Institut für Straßenbau und Straßenerhaltung
(Institut pour la construction et l'entretien des routes)
Université technologique de Vienne
Jlitzka@istu.tuwien.ac.at

A. WENINGER-VYCUDIL

PMS-Consult Vienna
Office@pms-consult.at

Avec la collaboration de
P. MAURER (Arsenal Recherche)
M. PETSCHACHER (Petschacher Consult)

RESUME

Le SGA (Système de gestion des actifs) est employé en Autriche pour planifier l'entretien de l'ensemble du réseau, tout en prenant en considération les différents aspects et besoins des divers niveaux de décisions (au niveau des projets, du réseau, des politiques). Il est actuellement utilisé pour le réseau fédéral des routes (autoroutes et routes express) sur une longueur totale de plus de 2 100 km, ainsi que sur les routes nationales dans la plupart des provinces autrichiennes (les *Laender*).

L'objectif majeur de ce système est l'établissement d'un socle commun en vue d'une planification objective de l'entretien des chaussées comme des structures (ponts, tunnels, etc.).

Le Système de Gestion des Chaussées (SGC) utilisé dans la planification d'un entretien systématique des chaussées est basé sur l'analyse CCV (coût sur cycle de vie) qui fournit un cadre décisionnel aux mesures d'entretien, ceci afin d'optimiser leur efficacité tant pour l'emploi des ressources disponibles que pour l'état des chaussées. Le logiciel commercial VIAPMSTM est utilisé pour l'application concrète.

Les objets faisant partie du réseau routier sont répertoriés par le système BAUT, une base autrichienne des données de construction qui comporte les ponts, tunnels, murs antibruit, murs de soutènement et beaucoup d'autres types de structures. Le but de ce système est de gérer les actions d'entretien de l'administration. Il permet non seulement d'inventorier les données et de mémoriser les résultats des inspections qui servent de base à l'estimation des coûts d'une remise en état, mais s'étend aussi au travail sur les abords de la route. Finalement, des outils d'analyse des données et des graphiques sont à la disposition des décideurs pour les aider au quotidien.

La combinaison des résultats SGS et de l'évaluation des structures s'effectue grâce à l'emploi de techniques de visualisation avancées qui génèrent des cartes de bandes et des cartes thématiques.

L'état des chaussées et des structures est un apport essentiel à l'évaluation et à l'analyse. L'enquête sur l'état d'une chaussée est menée par d'une part une inspection visuelle et d'autre part par des informations provenant d'appareils de mesure à haute vitesse.

L'état d'un objet est inspecté tous les deux ans lors d'une inspection mineure et six ans lors d'une inspection majeure. Au cours de ces inspections, les éléments individuels et la structure entière se voient attribuer une note de 1 à 5, qui reflètent une graduation allant d'un état impeccable à un état non utilisable. Les données obtenues fournissent la base à une modélisation spécifique du vieillissement des objets à l'aide de la méthode de persévérance de la cohorte.

Les résultats techniques des différentes analyses et de l'évaluation des constructions des chaussées et structures peuvent être employés comme base pour élaborer le programme annuel d'entretien ou pour cautionner la nécessité d'un budget destiné à l'entretien à l'échelle politique. Les données permettent aux dirigeants de l'administration des routes de montrer clairement aux politiques les développements sur le long terme de l'état des routes et des structures avec les budgets prévisionnels nécessaires pour convaincre les décideurs d'affecter des moyens à la maintenance des routes.

1. INTRODUCTION

Le réseau des routes fédérales en Autriche s'étend sur une longueur d'environ 2 100 km, comprenant environ 1 700 km d'autoroutes et environ 400 km de routes express. Depuis 1997, ce réseau est géré par ASFINAG (Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft), en charge des entretiens avec la coopération de 4 filiales.

En plus de ce réseau routier fédéral, plus de 34.000 km de routes nationales (divisées en deux catégories : 10 000 km en catégorie B, depuis 2002 sous la responsabilité des gouvernements provinciaux, et 24 000 km en catégorie C) représentent la partie la plus importante de l'infrastructure routière de l'Autriche. Ce réseau est géré par les autorités de l'administration des routes dans le 9 gouvernements provinciaux d'Autriche.

La détérioration continue de l'état des chaussées due à une circulation croissante (essentiellement celle des poids lourds) et le vieillissement ont entraîné des besoins toujours plus élevés d'entretien afin d'assurer un niveau de service convenable sur ces routes. La situation est encore aggravée par le nombre important des constructions spéciales (environ 160 km de tunnels et 200 km de ponts sur les autoroutes et routes express), résultat de la topographie particulière de l'Autriche, facteur important dans la planification de l'entretien. La figure 1 montre une représentation schématique des autoroutes et routes express en Autriche :



Figure1 – Réseau des routes fédérales en Autriche (autoroutes et routes express), ASFINAG

En juillet 1998, l'Institut pour la construction et l'entretien de routes de l'Université technologique de Vienne a été chargé par ASFINAG et le ministère fédéral du Transport, de l'Innovation et de la Technologie du développement et de la mise en œuvre des éléments spécifiques du Système de gestion des chaussées (SGC), en coopération avec les autorités de l'administration des routes. Le processus de développement du système de gestion des actifs autrichiens a ainsi débuté, et il devrait constituer la base pour une planification objective des entretiens dans le futur. Depuis 2001, les divers éléments du système de gestion des actifs autrichiens sont immédiatement employés dans le développement du programme de construction à long et court terme, ainsi que pour la répartition des moyens financiers entre autoroutes et routes express.

Environ 3 ans plus tard, les autorités de l'administration des routes de 5 gouvernements provinciaux ont entamé la mise en oeuvre d'un SGC assisté par ordinateur pour leurs principaux réseaux routiers.

2. STRUCTURE DU SGA (SYSTEME DE GESTION DES ACTIFS) EN AUTRICHE

Comme déjà mentionné dans l'introduction, la topographie montagneuse de l'Autriche nécessite une intensification des activités d'entretien des chaussées et structures (ponts, tunnels, etc.) dans le contexte d'un SGA coordonné. Ce système est employé dans la planification objective de l'entretien du réseau entier, adapté aux différents aspects et besoins des différents niveaux de décisions (planification, réseau, politique).

La figure 2 présente un exposé schématique des éléments du SGA autrichien employés sur le réseau fédéral routier.

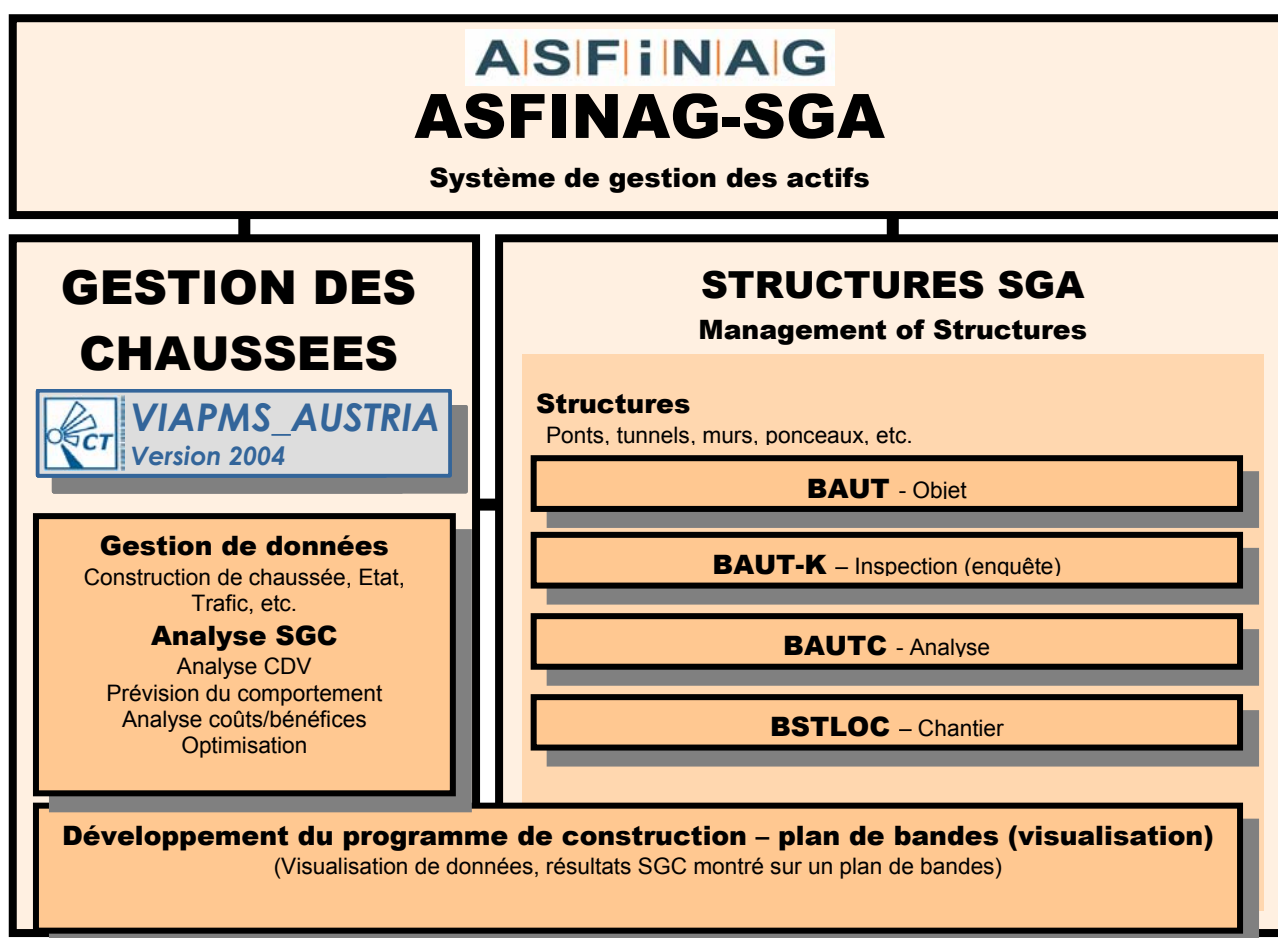


Figure 2 – Eléments du SGA de l'ASFINAG selon Weninger-Vycudil, 2003

La combinaison des résultats SGS et de l'évaluation des structures se fait à l'aide de techniques de visualisation avancées afin de générer des cartes de bandes et des cartes thématiques.

2.1. Système de gestion de chaussées

Le Système de Gestion des Chaussées (SGC) utilisé dans la planification d'un entretien systématique des chaussées est basé sur l'analyse CCV (coûts sur cycle de vie). Il détermine les mesures d'entretien nécessaires selon leur efficacité quand à l'emploi des ressources disponibles ou de l'état d'une chaussée. Les analyses coûts/bénéfices et les méthodes d'optimisation heuristiques mènent à l'identification de la stratégie optimale d'entretien compte tenu des conditions budgétaires ou de l'état de la chaussée. (Weninger-Vycudil, 2004).

Ce système peut être appliqué à l'ensemble du réseau des autoroutes et routes express ainsi qu'à un réseau assez large de routes nationales dans, pour le moment, 5 provinces (Haute-Autriche, Basse-Autriche, Tyrol, Vorarlberg et Burgenland). Les différents éléments du SGS autrichien sont illustrés de manière schématique ci-dessous (figure 3).

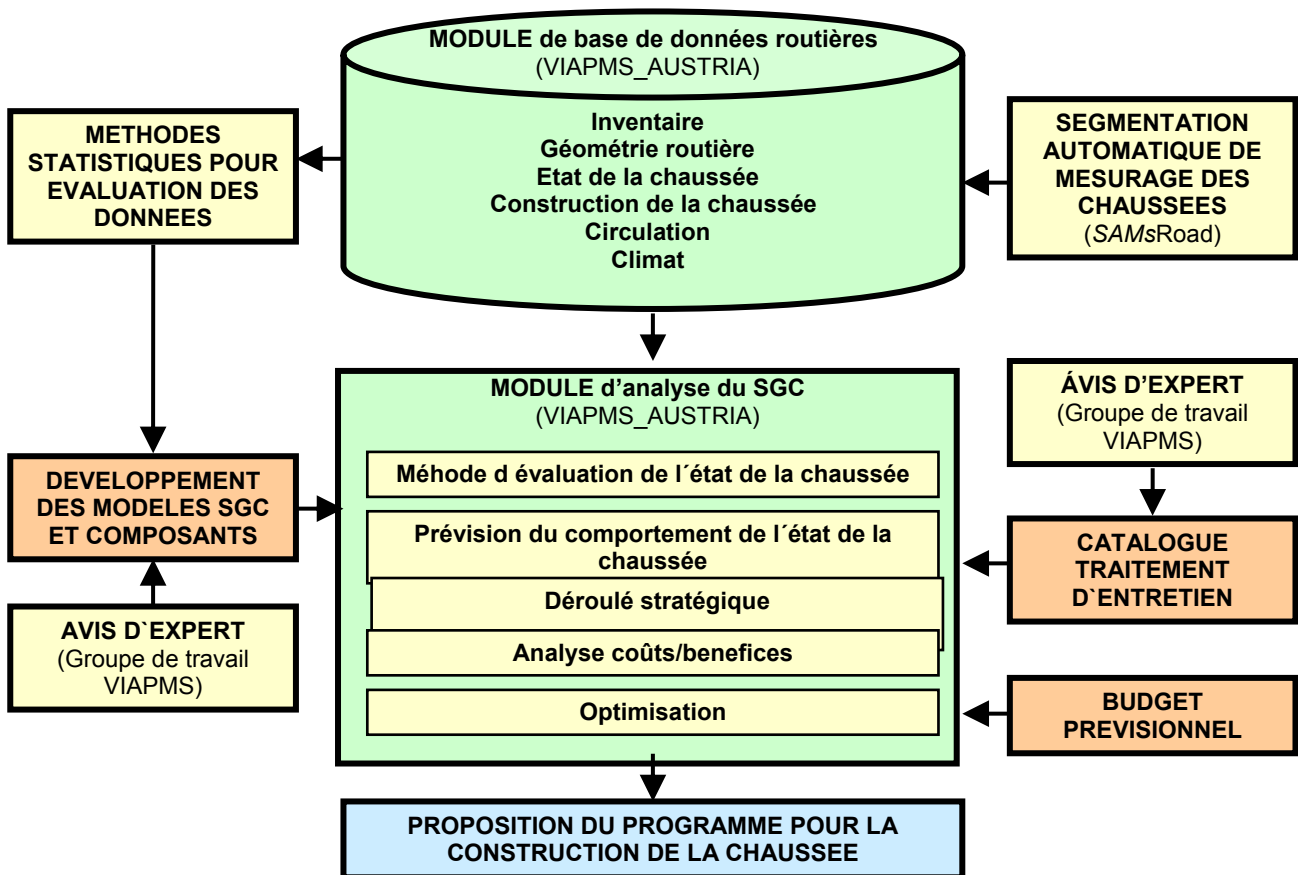


Figure 3 – Eléments du SGC autrichien (Weninger-Vycudil, 2004)

Selon l'analyse SGC, les différentes données de référence pour l'entretien sont les suivantes :

- Inventaire (information sur le réseau et sur les systèmes de référence)
- Géométrie de la route
- Etat de la chaussée après inspection visuelle et mesurage
- Construction de la chaussée avec les détails de l'entretien effectué
- Circulation
- Données sur le climat

L'application pratique du SGS est réalisée au moyen d'un outil de gestion des actifs assisté par l'ordinateur d'origine canadienne (VIAPMSTM – dTIMSTM), qui utilise un modèle déterministe pour sélectionner la stratégie d'entretien la plus efficace dans le contexte de l'analyse des coûts sur le cycle de vie. Ce système a été sélectionné car les algorithmes et modèles peuvent être modifiés et définis par l'utilisateur en fonction de son besoin : un contrôle effectif ou une adaptation au réseau et aux conditions générales.

Des systèmes avancés comme le SGS autrichien cherchent à évaluer le besoin d'entretien et son financement pendant une période spécifique étudiée ou observée sur la base de prévisions du comportement des chaussées. Le SGS autrichien applique des fonctions déterministes de comportement pour la prévision de celui-ci. Ces modèles ont pu être obtenus à partir de données disponibles dans le contexte de différents projets de recherche financés par ASFINAG (autoroutes et routes express) et par le ministère fédéral du transport, de l'innovation et de la technologie (routes nationales) (p.ex. Molzer, 2002).

Le résultat d'une analyse propose une stratégie optimum d'entretien pour chaque tronçon de route analysé (dérivé de l'état comme défini), afin d'être utilisé dans l'évaluation suivante au niveau du projet. Le regroupement des résultats des différents tronçons permet la détermination du développement des coûts en fonction de l'état de chaque chaussée au niveau du réseau entier et la détermination du besoin d'entretien d'un réseau évalué.

2.2. Eléments BAUT

Le système BAUT est une solution au service du client (maître d'ouvrage), composé de différentes strates logiques (voir figure 3). Le logiciel appartient à ASFINAG. Les éléments incorporés dans BAUT comprennent les ponts, tunnels, galeries, murs de soutènement, murs antibruit, portiques de signalisation, ainsi que diverses petites structures le long du réseau et les points de mesurage géologiques. Outre la partie technique, cette base de données offre des informations sur les mesures d'entretien envisagées, les chantiers en cours, avec beaucoup de renseignements supplémentaires sur l'impact sur la circulation ou les travaux de remise en état.

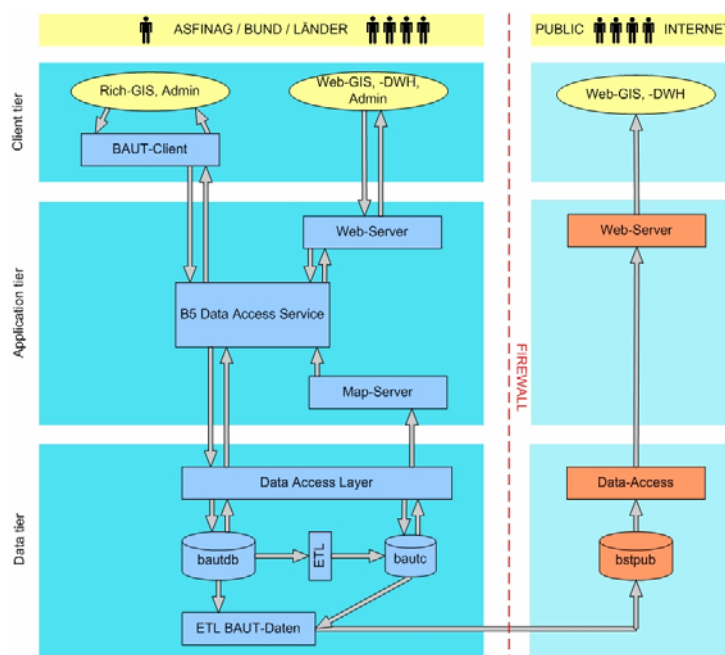


Figure 4 – Strates logiques du système BAUT

Le logiciel appartient à ASFINAG qui s'occupe aussi des mises à jour.

Les administrations des routes dans les neuf *Laender* et quelques municipalités se servent également du système. Environ 250 usagers travaillent avec ce logiciel.

BAUT offre à l'ingénieur un outil qui l'assiste dans son travail quotidien sur un objet spécifique, ainsi que dans la gestion à long terme des constructions le long du réseau. Les informations en forme de données administratives et techniques se trouvent dans une structure hiérarchique de données, permettant une grande flexibilité quant aux développements futurs (voir figure 5). Le système BAUT offre des informations liées ou non à un contexte temporel comme par exemple les données sur l'inventaire et les résultats des inspections. La légende de chaque apport est enregistrée de manière à répondre aux exigences de l'administration électronique. De plus, BAUT intègre les scénarios usuels des flux de travail comme l'enregistrement de défauts, les décisions prises en ce qui concerne les actions de réparation et, à toutes fins utiles, des informations sur les travaux accomplis et les coûts.

En outre, BAUT contient une description de l'inventaire et des périodes valables de données sur les structures dont l'aspect de sécurité est critique. Cet outil peut être employé ou bien au niveau du projet (pour se procurer les détails des données, des illustrations, les rapports des inspections), ou bien au niveau de la gestion (résumés, rapports ou même les méthodes OLAP- Online Analytical Processing). Le logiciel est structuré en tant que modèle hiérarchique des données, assurant une solution flexible pour la description de différents types de structures. Le même schéma permet la définition d'un petit pont très simple comme d'un grand pont techniquement complexe. L'élément fort de BAUT est son compromis entre la quantité de l'information enregistrée et l'intégralité des données, tout en prenant en considération les ressources nécessaires afin de tenir à jour une base de données.

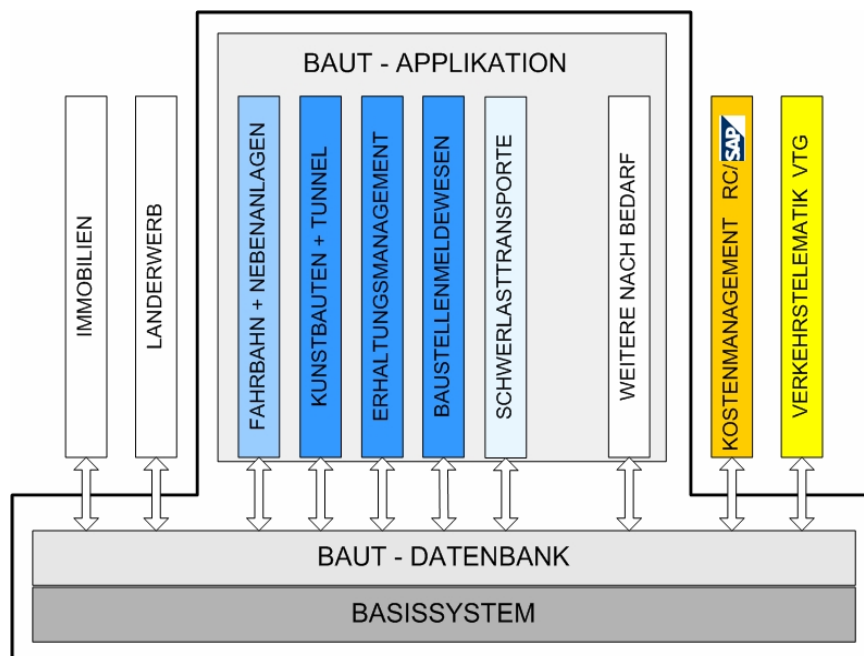


Figure 5 – Structures de données du système BAUT

2.3. Résumé de l'état des chaussées

Les caractéristiques de la surface (orniérage, résistance au dérapage, uni) sont évaluées en Autriche périodiquement dans les résumés sur l'état des chaussées au moyen du RoadSTAR (Road Surface Tester of Arsenal Research, voir figure 6), équipement de mesurage rapide réalisé grâce à des inspections visuelles. Les inspections visuelles se servent du système de détection de fissures dans le RoadSTAR ; sinon une inspection visuelle/manuelle est effectuée.

Le réseau des autoroutes et routes express a déjà été mesuré au cours de trois campagnes (1991 - 1994, 1999, et 2004 - 2005) et le réseau des routes nationales de la catégorie B au cours de deux campagnes (1991 – 1996 et 2001 – 2002). De plus, un grand pourcentage d'autres routes nationales a été mesuré au cours des dernières trois années dans le contexte du processus de la mise en oeuvre du SGC.

De plus, des tests de résistance au dérapage et des tests à la fin de la période de garantie sont obligatoires sur les nouvelles chaussées des autoroutes et routes express en Autriche depuis 2005.

RoadSTAR permet le mesurage des principales qualités d'une surface, ainsi que des paramètres de géométrie sous des conditions normales de circulation :

- Résistance au dérapage (18 % glissement de terrain, roue bloquée, ABS (Automatic Breaking System))
- Macro-Texture (MPD – Mean Profile Depth, ETD – Estimated Texture Depth)
- Uni transversal (profondeur des ornières, épaisseur du film aquatique théorique, profondeur du profil)
- Rugosité (IRI, Ride Number, profil longitudinal, analyse FFT)
- Géométrie des routes (courbure, dévers, déclivité, profils de hauteur, GPS-coordonnées)
- Détection de fissures (système vidéo grande vitesse)



- | | |
|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| ① Roue de mesure, assure aussi le mesurage du couple de freinage | ⑤ Boîte de vitesse pour créer 18% glissement de terrain |
| ② Cylindre pneumatique | ⑥ Citerne à eau |
| ③ Dispositif de mouillage | ⑦ Dispositif de stockage |
| ④ Système de prémouillage | ⑧ Cabine du conducteur – prise de données numériques |

Figure 6 – RoadSTAR (Road Surface Tester of Arsenal Research)

Comme, en règle générale, chaque indicateur de comportement (caractéristique) saisi ne représente qu'un aspect ou une qualité de la chaussée, les valeurs dimensionnelles individuelles (paramètres techniques) recueillies pour les diverses caractéristiques devront tout d'abord être standardisées comme index sans dimension (voir Molzer, 1997), avant d'être regroupées dans les sous-index en application des règles de pondération et de combinaison, et, finalement, être inclus dans l'index principal.

Des fonctions de standardisation (normalisation) ont été définies pour la transformation des valeurs dimensionnelles afin de permettre une évaluation du dommage ou défaut en fonction de l'importance du tronçon de route (chaussée, rampe). Les valeurs sans dimension ainsi obtenues sont regroupées en application des règles de pondération et de combinaison afin de fournir un index du confort et de la sécurité, exprimant la sécurité et le confort de voyage. Ils sont aussi regroupés dans un index structuré qui représente l'état structurel de la chaussée. L'index de l'état entier, en tant que résultat des sous-index, peut être utilisé pour calculer les bénéfices d'une stratégie d'entretien d'une part, et pour définir la finalité en tant que partie du processus d'optimisation, d'autre part.

La combinaison de ce traitement des modèles de prévision déterministe de l'état des chaussées en relation avec les caractéristiques individuelles permet l'application de ce

processus sur toute la période analysée, et, de plus, la prévision des sous-index et de l'index principal.

En Autriche toute inspection des structures est soumise à un code RVS (toujours référencé sous cet acronyme), qui prévoit le nombre des inspections et les intervalles. De plus, ce code définit un système de notation de 1 à 5. Le niveau 1 sous-entend une nouvelle construction en excellent état, tandis que le niveau 5 indique que les exigences d'opérabilité ne sont plus remplies et qu'une action immédiate est requise.

Au cours des inspections tous les deux et tous les six ans, les défauts sont constatés et enregistrés, avec, comme résultat, une classification de la structure entière et de chaque élément selon le système de notation. De plus, chaque élément est reparti en sous-éléments jouant le rôle de facteurs critiques de la construction. Ces listes de contrôle sont réalisées à l'aide de BAUT. Il est possible de définir de manière dynamique une gamme de ces listes et de les configurer selon les besoins de chaque administration.

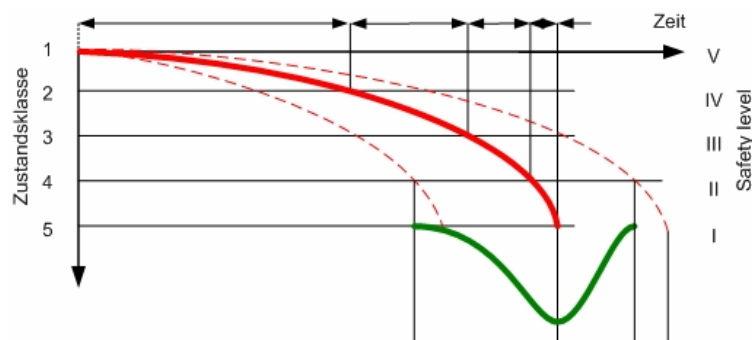


Figure 7 – Prédiction du comportement des structures (schématique)

Le but du système de notation est la détermination de la durée de vie restante avant que des travaux de réhabilitation s'imposent. Si une documentation complète de la durée de vie de tous les ponts était disponible, la qualité de prévision serait extraordinaire. En effet, les données recueillies par BAUT ne couvrent qu'une période de 10 ans au maximum et l'analyse ne concerne donc que ces données spécifiques. Cela apparaît insuffisant de première vue, mais les méthodes d'analyse les plus récentes permettent d'effectuer une extrapolation convaincante (cf. figure 7). S'attendre à une gamme complète de données serait irréaliste. Compte tenu des contraintes de coûts et de temps, les effectifs disponibles pour les inspections sont limités et, avec un réseau toujours plus étendu, le nombre de ponts augmente. Des circonstances pratiques comme l'impact sur la circulation ou les conditions météorologiques forment d'autres obstacles aux inspections.

2.4. Visualisation

La combinaison du résultat de l'analyse SGC et de l'évaluation des structures se fait à l'aide de la technologie de visualisation moderne. Cet outil efficace de la planification de l'entretien permet aux autorités administratives la combinaison et comparaison des besoins d'entretien des différents actifs et la présentation de toute information de manière descriptive pour les preneurs de décisions. La visualisation se fait dans la forme de :

- Cartes de bandes
- Cartes thématiques

Les cartes de bandes forment la base pour la définition du programme annuel d'entretien, en incluant l'information sur les investigations au niveau des projets. Les cartes

thématiques visualisent les différents aspects et caractéristiques de chaussées et structures et seront utilisées dans la prise de décision au niveau politique et pour les relations avec le public.

Les formats de présentation sont standardisés pour le réseau des routes fédérales et les routes provinciales dans certains *Laender*.

De plus, BAUT offre une approche générique pour la production de cartes thématiques, une représentation longitudinale de divers thèmes le long d'une route. L'état de la chaussée et des ponts est présenté en combinaison avec l'information sur la structure, illustré de manière exemplaire dans la figure 8.

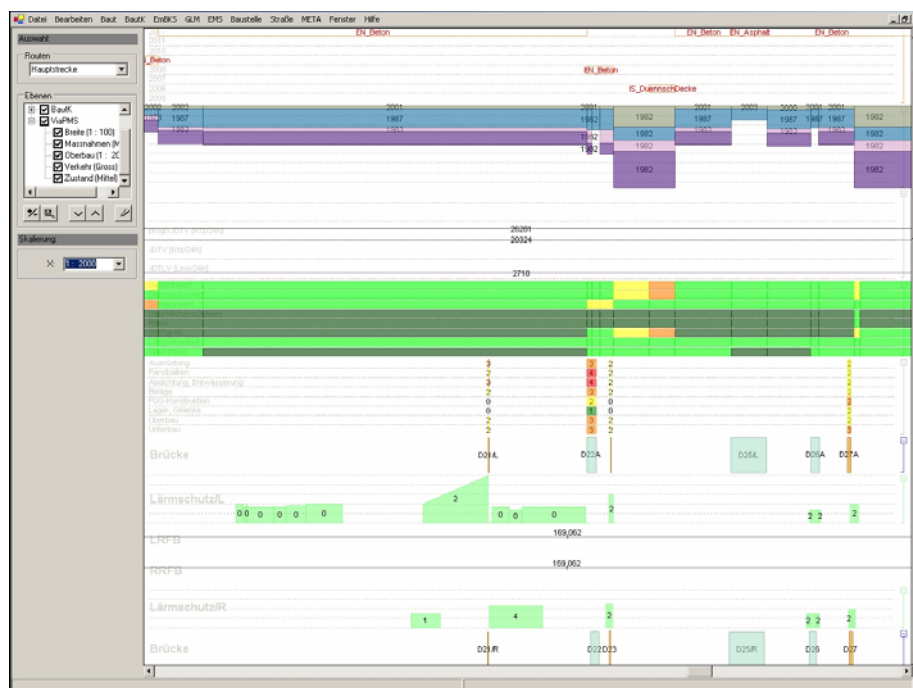


Figure 8 – BAUT visualisation des données

3. RESULTATS TECHNIQUES DE SGC COMME APPORT DANS LA PRISE DE DECISIONS

Les résultats techniques des différentes analyses et de l'évaluation des constructions des chaussées et structures peuvent servir de base pour l'élaboration du programme annuel d'entretien ou pour souligner la nécessité d'un budget destiné à l'entretien au niveau politique.

3.1. Programme d'entretien annuel

L'élaboration du programme d'entretien annuel commence avec le prétraitement des résultats des analyses SGC de tronçons et des données recueillies au cours de l'évaluation de ponts, tunnels, murs, etc., suivi par la planification de l'exécution pratique de l'entretien. La décision finale d'un traitement implique aussi plusieurs investigations au niveau du projet et se réfère à d'autres aspects en dehors du système (p.ex. exigences politiques).

En fonction de l'importance du réseau en question et des activités d'entretien proposées, ce processus est effectué ou bien comme post-processus par les ingénieurs d'entretien

sur place (surtout pour les routes nationales) ou bien sous forme d'un processus intensifié de planification subséquente par une division de planification particulière (surtout pour les routes fédérales).

3.2. Souligner le besoin d'un budget d'entretien sur l'échelle politique

Une de tâches-clef de la fourniture d'information en vue d'une prise de décision est de souligner les besoins budgétaires pour l'entretien des différents actifs. Une telle action permet aux autorités de l'administration des routes de montrer aux politiciens le développement à long terme de l'état de chaussées et structures en fonction des différents budgets et de les convaincre de consacrer les moyens financiers requis à l'entretien des routes. Cette démarche sert, en outre, à confronter les agents sur le niveau politique aux conséquences d'une approche négligente de l'entretien. Les résultats sur le réseau sont les suivants :

- Répartition de l'état aux indicateurs uniques ou combinés pour la période entière de l'analyse en fonction de conditions budgétaires différentes.
- Répartition de coûts (des investissements) pour la période entière de l'analyse en fonction de conditions budgétaires différentes.
- Longueur de chantiers d'entretien et résumé de coûts pour la période entière de l'analyse en fonction de conditions budgétaires différentes.
- Développement du retard pour la période entière de l'analyse en fonction de conditions budgétaires différentes.

La figure 9 représente à titre d'exemple le développement de l'état et de la répartition des coûts pour la construction des chaussées du réseau fédéral en fonction de deux scénarios budgétaires différents.

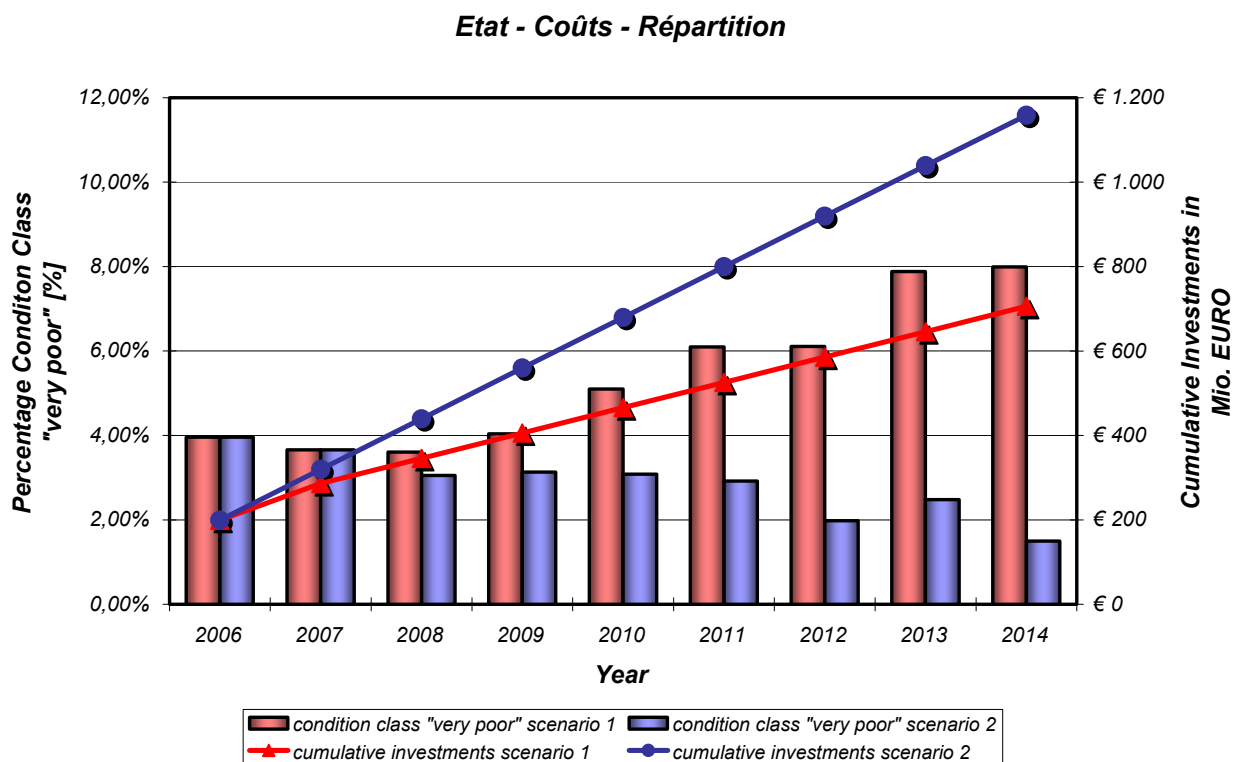


Figure 9 – Etat – Coûts – Répartition en fonction de deux différents scénarios budgétaires (SGC)

4. CONCLUSION

La qualité d'un système de gestion des actifs (SGA) dépend de manière critique de la qualité et quantité des données disponibles. Ainsi, tout travail de suivi doit se concentrer avant tout sur une amélioration notable des données utilisées. Il ne s'agit pas seulement du recueil de données nouvelles mais bien aussi de l'adaptation et actualisation des données existantes comme élément d'un système national de gestion des données.

La mise en oeuvre de ce système ne dépend pas cependant seulement de la disponibilité des différentes parties constituantes ou de ses éléments mais aussi, à un haut degré, de la disposition des administrations à accorder une préférence à ce système plutôt qu'à des méthodes établies ou en service. Comme dans d'autres domaines technologiques, il faut apprendre de nouvelles procédures avant de réaliser leur valeur et les bénéfices et avantages à en obtenir.

La gestion des actifs est devenue une pratique standard dans l'entretien de routes dans beaucoup de pays parce que les autorités de l'administration des routes ont pu apprécier la raison d'être de ce processus et ses bénéfices. C'est pourquoi ce système devrait être également implémenté en Autriche à court ou moyen terme, puisqu'il s'agit du seul instrument disponible capable de révéler la nécessité de prévoir des ressources budgétaires pour l'entretien de routes et structures et d'illustrer les conséquences d'une approche négligente de l'entretien des routes.

5. BIBLIOGRAPHIE

Weninger-Vycudil, A. and Gragger, K. (2003). Neue Strategien fuer die bauliche Autobahnerhaltung. Gestrata Journal, Folge 100, pp 7 – 16 (in German).

Weninger-Vycudil, A., Simanek, P., Molzer, C., and Litzka, J. (2004). Actual Researches on the Austrian PMS-Sector. 6th International Conference on Managing Pavements. TRB, Queensland Government (Dep. of Main Roads), Austroads. Queensland, Australia. Paper 407.

Molzer, C., Litzka, J., Breyer, G., and Felsenstein, K. (1997). Implementation of PMS for the Austrian Federal Road Network. 4th International Conference on Managing Pavements. Durban, South Africa.

Molzer, C., Felsenstein, K., Weninger-Vycudil, A., Litzka, J., and Simanek, P. (2002). Statistische Auswertung der Zustandsdaten der visuellen Zustandserfassung 2000 auf den B-Strassen des österreichischen Bundesstrassennetzes. Project funded by the Federal Ministry of Traffic, Innovation and Technology. Final report. Vienna, Austria (unpublished, in German).

Petschacher, M. (2006). User Manual BAUT Release 5.5. Technical paper not public available, Austria. <http://www.petschacher.at>.

Petschacher, M. and Gragger, K. (2004). Asset Management by Means of BAUT. 2nd European Pavement and Asset Management Conference, Berlin.

Petschacher M. (1999). Traffic Loads on Bridges - Probabilistic Model Code. Joint Committee on Structural Safety, Prague. <http://www.jcss.ethc.ch>.