Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Office fédéral des routes OFROU

IT-DOCUMENTATION

KUBA 5 APPLICATION MÉTIER OUVRAGES D'ART ET TUNNELS

Manuel de l'utilisateur

PARTIE 2 PLANIFICATION DE CONSERVATION KUBA MS

Édition 2023 V3.20
ASTRA 62011

Impressum

Auteurs / Groupe de travail
OFROU N-SSI
OFROU I-FU
IMC GmbH, Zürich, contrôle, auteur
Unit Solutions SA, Allschwil, auteur

Traduction
UNIT Solutions, la version originale en allemand fait foi.

Ce document se compose de plusieurs parties qui sont publiées séparément.

Partie 1	Gestion d'ouvrages d'art	KUBA-DB
Partie 2	**Planification de conservation**	**KUBA-MS**
Partie 3	Transports Spéciaux	KUBA-ST
Partie 4	Analyse des données	KUBA-RP
Partie 5	Administration	KUBA-ADM
Partie 6	Application Mobile	KUBA-Mobile

Éditeur
Office fédéral des routes OFROU
Division Réseaux routiers N
Standards et sécurité de l'infrastructure SSI
3003 Berne

Diffusion
Le document est téléchargeable gratuitement sur le site www.astra.admin.ch.

© OFROU 2023
Reproduction à usage non commercial autorisée avec indication de la source.

Avant-propos

La version 5.0 de l’application métier KUBA fait peau neuve : en plus de son adaptation à une nouvelle technologie de logiciels et de la révision de son interface d’utilisateurs, elle a intégré diverses fonctions, notamment celle permettant de traiter les données des tunnels creusés. Il en résulte des modifications importantes au niveau de la structuration des ouvrages, vu que les tunnels les plus complexes requièrent un plus grand nombre d’échelons hiérarchiques. Par ailleurs, il est désormais possible de relier la localisation d’un ouvrage à un axe routier du système de repérage de base des routes nationales (SRB) et de saisir des données relatives à la faune grâce à l’ajout de nouveaux champs. Les propriétés qui sont constantes le long d'un axe peuvent désormais être saisies plus facilement au moyen de séries de propriétés.

Les ajouts effectués ces dernières années concernent la saisie des murs, la saisie et l'évaluation des objets d'infrastructure relatives aux séismes, une gestion améliorée des campagnes d'inspection, les esquisses intelligentes avec fonctions de dessin, la saisie ultérieure des systèmes de protection de surface.

La présente édition du manuel d'application tient compte de ces nouveautés.

Office fédéral des routes
Christian Gammeter
Responsable Tunnel et géotechnique

Table des matières

Impressum **2**
Avant-propos **3**

1 Introduction **6**
1.1 Objectif de ce document 6
1.2 Champ d'application 6
1.3 Destinataires 6
1.4 Entrée en vigueur et modifications 6
2 Entrée en matière **7**
2.1 Qu'est-ce que KUBA-MS? 7

3 Interface Utilisateur **8**
3.1 Vue d'ensemble 8
3.1.1 Fenêtre de l'explorateur 8
3.1.2 Zone de travail et affichage 9
3.1.3 Mode 9
3.1.4 Menu et menu contextuel 10
3.1.5 Barre d'outils 10
3.1.6 Barre de statut 10
3.2 Termes et définitions 10

4 Modes et sous-modes **15**
4.1 Configuration 15
4.1.1 Principes fondamentaux 15
4.1.2 Interface utilisateur 17
4.1.3 Fonctions 19
4.2 Politique d'entretien 24
4.2.1 Principes fondamentaux 24
4.2.2 Interface utilisateur 25
4.2.3 Fonctions 27
4.3 Echelle du réseau 27
4.3.1 Principes fondamentaux 27
4.3.2 Interface utilisateur 28
4.3.3 Fonctions 35
4.4 Echelle du projet 37
4.4.1 Principes fondamentaux 37
4.4.2 Interface utilisateur 38
4.4.3 Fonctions 46

Annexes **53**
Bibliographie **59**
Liste des modifications **61**

1 Introduction

1.1 Objectif de ce document

Le manuel d'utilisation est utilisé comme document de référence pour la manipulation de la composante KUBA-MS. Il fournit les informations de base relatives aux aspects techniques. La partie technique de KUBA-MS est détaillée dans le manuel technique [3].

Ce manuel d'application remplit les fonctions suivantes :

- Introduction au principe et aux fonctions de KUBA-MS.
- Comment procéder avec KUBA-MS.

1.2 Champ d’application

Cette documentation-IT est valable pour la version KUBA 5.1.

1.3 Destinataires

Le présent manuel s'adresse aux personnes responsables de la gestion de la conservation des ouvrages d'art. En ce qui concerne les droits d'utilisateurs, KUBA-MS distingue les rôles d'analyste et d’auteur de projet. L'analyste fait des analyses pour un réseau d'ouvrages d'art, afin obtenir les informations relatives au besoin financier à long terme et le développement médian de l'état. L’auteur de projet est assisté pour la planification de projets de conservation optimum sur une période de 5 à 20 ans. Il peut en outre saisir des interventions d'aménagement et les intégrer dans la planification.

Ce manuel permet à des utilisateurs débutant de travailler avec l'ensemble des fonctionnalités de KUBA-MS. Des connaissances générales dans l'utilisation des programmes MS-Windows sont toutefois nécessaires. Au besoin, des initiations adaptées (stages, aides MS-Windows ou formations) peuvent s'avérer nécessaires.

1.4 Entrée en vigueur et modifications

Ce documentation-IT entre en vigueur le 12.12.2023. La « liste des modifications » se trouve à la page 61.

2 Entrée en matière

2.1 Qu’est-ce que KUBA-MS?

Le développement d'un programme permettant de faciliter la conservation des ouvrages d'art remonte à l'année 1995, lorsque pour la première fois, un concept pour l'application d'un tel programme a été présenté en Suisse. Ce concept a donné jour au premier prototype sous MS-Excel, démontrant ainsi son essence mathématique, sans toutefois pouvoir être mis en pratique. Le canton du Tessin souhaitant vivement voir ce concept très prometteur se concrétiser en un programme pratique, c'est vers le milieu de 1996 qu'est apparu le premier prototype MP-Ticino. Ce prototype combinait les éléments essentiels du fameux concept avec les exigences spécifiques de la conservation des ponts dans le canton du Tessin.

Le prototype KUBA-MS-Ticino est ensuite venu remplacer ce premier prototype, en apportant essentiellement une fonctionnalité étendue pour la réalisation de calculs d'une part et un module d'exploitation d'autre part. De plus, des améliorations de la banque de données ont été faites, ayant pour but en particulier d’améliorer la compatibilité avec KUBA-DB.

Le module de programme KUBA-MS décrit dans ce manuel et conçu grâce aux expériences acquises avec KUBA-MS-Ticino, a été intégré à KUBA 4.0 et migré pour KUBA 5.0. Le présent manuel doit faciliter l'utilisation du programme et l'obtention de résultats concrets à toute personne en charge de la conservation des ouvrages d'art.

L'objectif de ce concept est de soutenir et de structurer efficacement la conservation des ouvrages d'art sur les voies publiques de Suisse. D'une part, l'ordinateur doit pouvoir être utilisé pour soulager les services en charge de la conservation en programmant les tâches automatisables, afin que ces services puissent se concentrer sur des travaux requérant toute leur attention. D'autre part, ce concept doit simplifier la prise de décision relative aux moyens à mettre en œuvre pour la conservation des ouvrages, resp. la décision relative à la façon la plus appropriée de les mettre en œuvre.

Les points suivants ne sont pas pris en compte par KUBA-MS :

- Planification des conservations des tunnels creusés.
- Prise en compte des données préalables en relation avec les sections d'entretien sur routes nationales.
- Intégration des risques (chute de pierres, avalanches, inondations, etc.).
- Importances des ouvrages d'art au sein du trafic.
- Coordination avec d'autres systèmes partiels de l'infrastructure (chaussée, lignes électriques, évacuation des eaux, etc.).

3 Interface Utilisateur

En-dehors des autres composants KUBA, KUBA-MS a conservé la structure resp. le mode de fonctionnement de éléments d'interface de KUBA 4.0, comme décrit en détail dans le chapitre suivant, 3.1.

3.1 Vue d'ensemble

L'interface utilisateur de KUBA-MS se compose essentiellement de la fenêtre Explorer (sur le côté gauche) et de la Zone de travail (sur le côté droit). Selon le mode ou le sous-mode sélectionné, la zone de fenêtre Explorer est divisée en deux parties : une zone de navigation et une arborescence secondaire.

Un autre élément spécifique est le bouton de mode qui permet de passer d'un mode à l'autre. Pour certains modes, il est également possible de sélectionner différents sous-modes.

Les autres éléments sont des éléments standard que l'on retrouve sous une forme similaire dans la plupart des programmes MS-Windows, comme la barre de menus, la barre d'outils (toolbar), la barre de titre (tout en haut), la barre d'état (tout en bas).

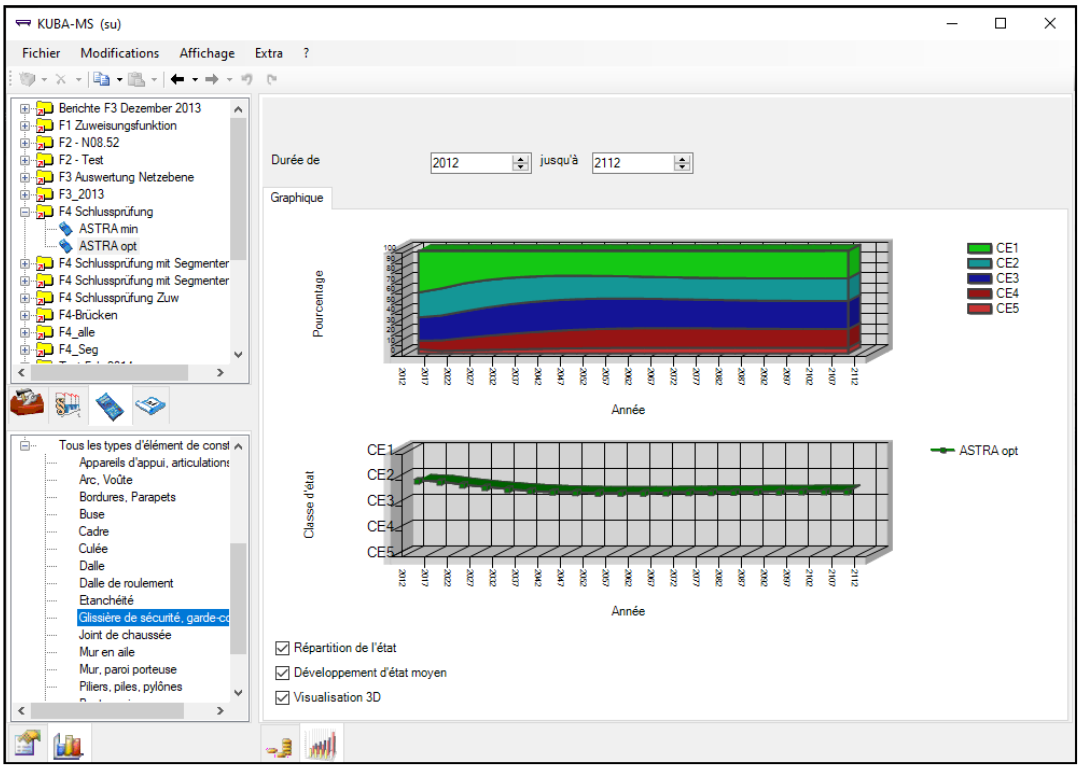


Fig. 3.1 Interface utilisateur KUBA-MS.

Les aspects et éléments de base de l'interface utilisateur sont décrits ci-dessous

3.1.1 Fenêtre de l'explorateur

Dans la partie gauche de la fenêtre KUBA se trouve la fenêtre Explorer.

La fenêtre Explorer dépend du mode et, le cas échéant, du sous-mode et contient :

- L'arborescence Explorer (en abrégé : arborescence), dans laquelle les objets disponibles du mode sont affichés sous forme hiérarchique (voir fig. 3.2)

- La sous-arborescence Explorer (en abrégé : sous-arborescence), dans laquelle les objets disponibles du sous-mode sont affichés sous forme hiérarchique.

Les actions suivantes sont possibles dans l'arborescence Explorer :

- Marquer les objets qui doivent être affichés ou modifiés
- Regrouper des objets dans des groupes
- Copier ou déplacer des objets d'un groupe vers un autre groupe
- Créer de nouveaux objets
- Supprimer des objets et des groupes
- Utiliser le menu contextuel pour appeler des fonctions supplémentaires qui existent également dans le menu ou la barre d'outils

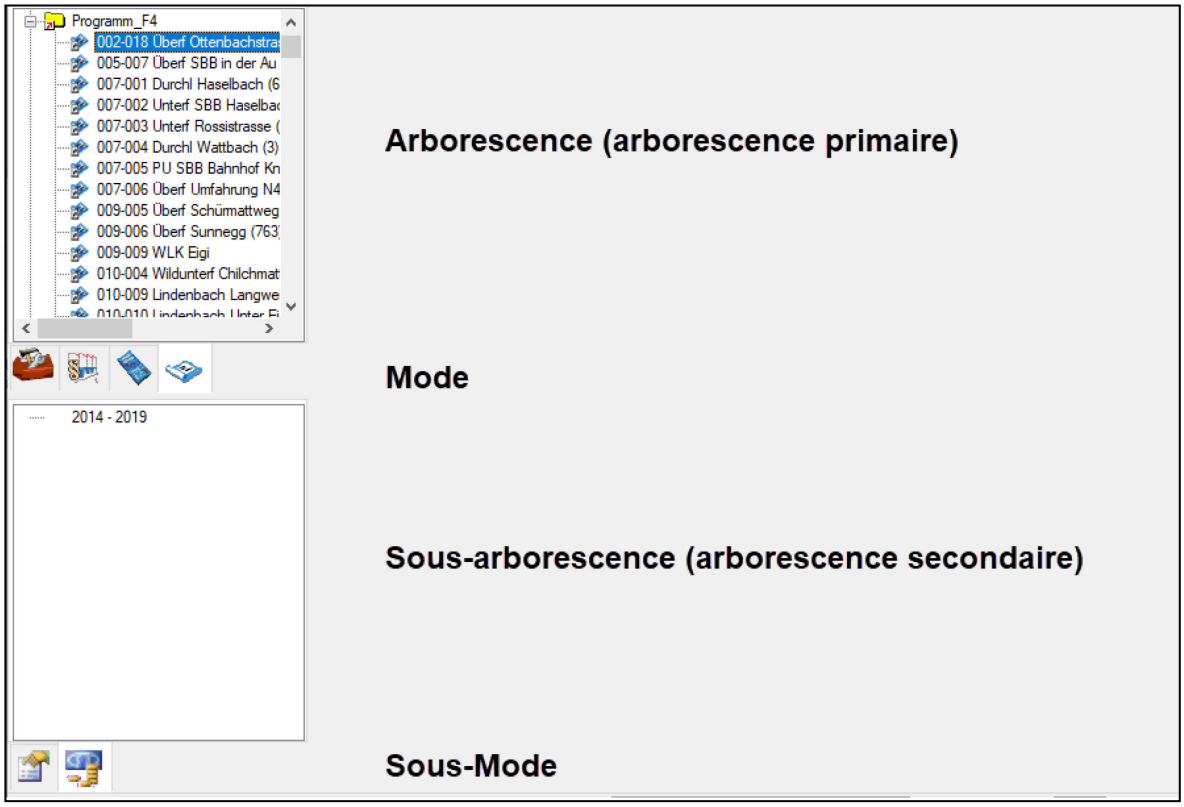


Fig. 3.2 Arborescence Explorer avec zone de navigation et arborescence secondaire.

Remarque : La délimitation entre la fenêtre de l'Explorateur et la zone de travail située à sa droite peut être déplacée à l'aide de la souris, de sorte que la fenêtre de l'Explorateur soit plus large ou plus étroite. Pour ce faire, placez le curseur de la souris sur la délimitation entre les deux fenêtres et déplacez la délimitation tout en maintenant le bouton gauche de la souris enfoncé.

3.1.2 Zone de travail et affichage

La fenêtre de travail se trouve dans la partie droite de la fenêtre KUBA. Le contenu de la fenêtre de travail dépend du **Mode/sous-mode** sélectionné et du **type d'objets marqués dans l'arbre/sous-arbre** (ou arbre primaire/secondaire).

Selon le Mode/sous-mode sélectionné et les objets marqués dans l'arbre/sous-arbre, la zone de travail affiche des données sur la configuration, la politique d'entretien ou les résultats de calcul de la planification au niveau du réseau ou de la planification au niveau de l'objet.

3.1.3 Mode

Dans KUBA-MS, il existe quatre modes qui peuvent être sélectionnés. Les modes et sous-modes de KUBA-MS sont décrits au chapitre 4.

Dans la barre des modes se trouvent des boutons qui permettent de passer d'un mode (bloc fonctionnel) à l'autre (Fig. 3.3).

Les boutons du mode ou du sous-mode actuellement sélectionné sont affichés en tant que bouton sélectionné (surélevé par rapport aux autres boutons) et de couleur claire. Les autres boutons de mode sont surélevés par rapport à la surface environnante et légèrement plus foncés.

Fig. 3.3 Mode dans KUBA-MS.

3.1.4 Menu et menu contextuel

La barre de menu contient les menus principaux avec les commandes de menu. Les commandes de menu sont en partie redondantes, c'est-à-dire que les actions déclenchées par les commandes peuvent être effectuées - souvent plus efficacement - d'une autre manière (utilisation de boutons / menus contextuels / actions de la souris / combinaisons de touches). Les commandes de la barre de menu peuvent varier en fonction de la sélection des objets et de leurs données.

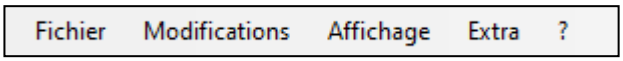


Fig. 3.4 Barre de Menu.

3.1.5 Barre d'outils

La barre d'outils contient des boutons permettant d'exécuter des fonctions standard fréquemment utilisées. L'utilisation des boutons spécifiques à KUBA est décrite dans les instructions relatives aux fonctions correspondantes.

Fig. 3.5 Barre d'outils standard.

3.1.6 Barre de statut

La barre d'état contient l'URL du serveur d'application, la base de données de travail actuelle (KUBA) et le mandant de travail par défaut de l'utilisateur actuel (par ex. ZE). Un clic sur le mandant de travail permet de le modifier. Le choix des mandants de travail proposés ici est défini dans le composant KUBA-ADM.

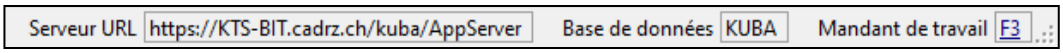


Fig. 3.6 Barre de Statut.

3.2 Termes et définitions

Ce chapitre est conçu comme un ouvrages de référence pour les termes utilisés sur les différents masque d'écran :

Vecteur de transition — Intitulé désignant le vecteur de réussite et Configuration (données de base)le vecteur de détérioration.

Vecteur de réussite — Définit la probabilité de la transition d'une étendue des dégâts de la classe d'état n (n = 2…5) vers les classes d'état 1 ou 2 par l'application d'une intervention sur une période de 5 ans. Le vecteur de réussite dépend de la classe d'état, de l'intervention, du processus de détérioration et de l'influence.

	Les vecteurs de réussite initiaux peuvent être saisis manuellement.
Vecteur de détérioration	Définit les probabilités de la transition d'une étendue des dégât de la classe d'état n (n = 1…4) vers les classes immédiatement inférieures sur une période de 5 ans. Le vecteur de détérioration dépend de la classe d'état, du processus de détérioration et de l'influence. Les vecteurs de détérioration initiaux peuvent être saisis manuellement ou récupérés par le biais de Delphi Interviews.
Coûts unitaires (initiaux)	Coûts d'une intervention par unité de mesure. Les coûts unitaires dépendent de la classe d'état, de l'intervention, du type d'éléments de construction généralisé et du processus de détérioration. Les coûts unitaires initiaux peuvent être saisis manuellement.
Coûts unitaires résultants	Somme des coûts unitaires escomptés pour l'application d'une intervention sur la durée de vie restante d'un élément de construction par unité de mesure. Les coûts unitaires résultant dépendent de la classe d'état, du type d'éléments de construction généralisé, du processus de détérioration, de l'influence et de l'ensemble des politiques d'entretien.

Coûts unitaires à long terme Somme des coûts unitaires et des coûts unitaires résultants.

Type d'éléments de construction généralisé	Des types d'élément de construction similaires sont regroupés en type d'éléments de construction généralisé. KUBA-MS utilise 16 types d'élément de construction généralisés (voir : I.1, p. 55). Ces différents types sont identifiés dans le cadre d'examens comme étant déterminant pour les coûts d'entretien des ouvrages d'art, car ils engendrent 80% des coûts d'entretien. L'ensemble des calculs effectués dans KUBA-MS est basé sur les types d'éléments de construction généralisés.
Ensemble de politiques d'entretien	Un ensemble de politiques d'entretien est une stratégie pour l'entretien des ouvrages. Le système de stratégie optimal définit pour chaque classe d'état, processus de dégradation et influence, l'intervention engendrant le moins de frais d'exploitation à long terme. Le système de stratégie minimal définit pour chaque classe d'état, processus de détérioration et influence, l'intervention engendrant le moins de frais à très court terme, c.à.d. que pour les éléments d'ouvrage se trouvant dans les classes d'état 1 à 4, aucune intervention n'est appliquée. La stratégie « définie par l'utilisateur » permet à chaque utilisateur de définir pour chaque combinaison de classe d'état, processus de détérioration et influence, une intervention issue d'un ensemble d'interventions plausibles.
Politique d'entretien	Ensemble des politiques d'entretien rapporté à un type d'élément de construction généralisé.
Position de la politique d'entretien	Politique d'entretien rapportée à une classe d'état.
Interventions plausible	Un ensemble d'interventions plausibles regroupe toutes les interventions, pouvant être appliquées dans une classe d'état donnée, pour un processus de détérioration défini (ceci est défini à partir de l'expérience permettant de décider de l'opportunité des interventions).
Ensemble des	Regroupe les données de base et les ensembles de politiques

données de base	d'entretien d'une configuration donnée. Les données de base regroupent les interventions plausibles, les coûts unitaires, les coûts unitaires résultant ainsi que les vecteurs de transition. Les ensembles de politique d'entretien regroupent les politiques d'entretien ainsi que les positions des politiques d'entretien. Un nouvel ensemble de données de base est créé pour chaque calcul de « mise à disposition des politiques d'entretien et des données de base ». Le dernier calcul génère l'ensemble actif des données de base. Cet ensemble est utilisé pour les calculs suivants (optimisation au niveau du réseau, optimisation au niveau du projet).
Configuration (données de base)	Une configuration est constituée d'un ensemble actif de données de base, ainsi que de tous les calculs antérieurs de cet ensemble de données de base. Pour chaque ensemble de données de base, une configuration doit être affectée aux valeurs initiales pour les interventions plausibles, les vecteurs de transition et les vecteurs de réussite. Un ensemble actif de données de base peut être exporté et importé.
Modèle de calcul/ Coûts additionnels	Les coûts additionnels résultent de l'exécution des interventions, mais ne sont pas directement liés à l'intervention. Il s'agit de valeurs en pourcent calculées sur la base des expériences ou pouvant être saisies par l'utilisateur. Ces facteurs en pourcent sont ajoutés en dernier lieu aux coûts calculés. Ils sont constitués des frais d'installation, des frais de gestion de la circulation, de la signalisation et du marquage routier, des honoraires pour la direction du projet et du chantier ainsi que des honoraires pour les différents contrôles.
Segment	Un segment, défini par le processus de détérioration et l'influence, est affecté à une inspection d'élément de construction. Un segment peut être constitué d'une étendue exempte de dégâts et/ou d'un ou plusieurs étendues de dégâts.
Processus de détérioration	Un processus de détérioration (par ex. la corrosion de l'acier de construction) dépend du type de construction (par ex. construction en acier) et génère un délabrement dont la vitesse de développement dépend de l'influence. Il existe neuf processus de détérioration.
Influence	L'influence (positif, neutre, négatif) est définie par l'utilisateur, en fonction des conditions extérieures (intempéries, environnement ou qualité de l'exécution).
Groupe de dégâts	Un groupe de dégâts correspond à une surface / une zone détériorée (étendue des dégâts), touchée par un processus de détérioration et d'influence identiques et évaluée par le biais de la même classe d'état.
Etendue des dégâts	Au cours d'une inspection, une étendue et une classe d'état sont attribuées à chaque groupe de dégâts (interprétation). Cette étendue correspond à l'étendue des dégâts. Les étendues des dégâts de l'inspection précédente sont automatiquement appliquées à l'inspection suivante et peuvent faire l'objet d'une nouvelle évaluation (étendue, classe d'état).
Etude à l'échelle réseau	Il est possible d'établir un pronostic financier à long terme et de prévoir le développement moyen pour une population d'ouvrages (c.à.d. pour un réseau de trafic).
Etude à l'échelle projet	Tous les projets de conservation (un par ouvrage et par ensemble

de politique d'entretien) sont générés pour une période donnée, pour les ouvrages d'art sélectionnés (sélection pour l'étude) et dans les limites d'un budget prédéfini, pour une période donnée. Les projets de conservation illustrent les interventions et les coûts prévus pour chaque ouvrage. Une analyse incrémentielle coûts/bénéfice permet de mettre en place un programme de travail, définissant quels projets de conservation doivent être réalisés plutôt que d'autres, en fonction de la limite budgétaire.

Projet de conservation

Un projet de conservation est mis en place pour un ouvrage sur une période donnée (tous les 5 ans) en appliquant un ensemble donné de politiques d'entretien. Un projet de conservation est constitué des interventions proposées et des coûts résultant de ces interventions pour la période calculée.

Programme de travail

Un programme de travail est un classement des projets de conservation, définissant les priorités (coûts / bénéfice) pour l'exécution des interventions. Les projets de conservation qui ne sont pas pris en compte en raison de limites budgétaires ou parce qu'ils se positionnent moins bien par rapport à d'autres ensembles de projets d'entretien de l'ouvrage, sont inclus dans le programme de travail mais sont caractérisés différemment.

Etat moyen d'un élément de construction

L'état moyen est une note décrivant l'état général d'un élément de construction. Cette note peut varier entre1 et 5, selon les classes d'état.

Dalle de roulement de 520 m^2

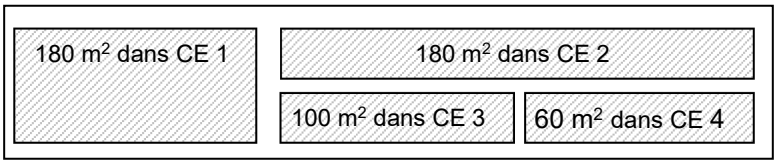


Fig. 3.7 Etendue des dégâts.

Dans l'exemple de la figure 2, l'état moyen doit être calculé comme suit :

$$z_m = \frac{1 \cdot 180 + 2 \cdot 180 + 3 \cdot 100 + 4 \cdot 60}{180 + 180 + 100 + 60} = 2.08$$

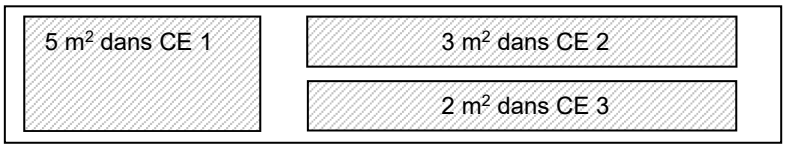
Répartition de l'état

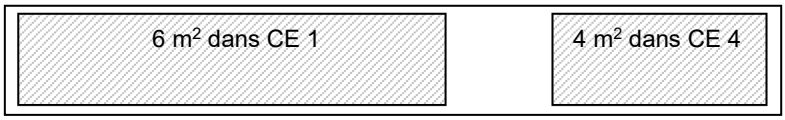
La répartition de l'état est calculée pour chaque type d'éléments de construction généralisé et correspond à l'état dans lequel se trouve l'élément de construction. Elle est égale à la somme des étendues des classes d'état identiques divisée par la somme des étendues de toutes les classes d'état.

Etat moyen de l'ouvrage

L'état moyen de l'ouvrage est la moyenne de la pondération des différentes étendues (étendue par classe d'état et type d'élément de construction) avec les coûts unitaires pour le remplacement du type d'élément de construction correspondant).

Dalle de roulement de 10 m^2 (Coûts de remplacement 1323 CHF/m^2).





Pour l'exemple, l'état moyen de l'élément d'ouvrage doit être calculé comme suit :

$$z = \frac{(5 \cdot 1 + 3 \cdot 2 + 2 \cdot 3)/(5+3+2) \cdot 1323 + (6 \cdot 1 + 4 \cdot 4)/(6+4) \cdot 2656}{(1323 + 2656)} = 2.03$$

Coûts de l'utilisateur	Coûts économiques, résultant d'un encombrement à la circulation.
Bénéfices de l'utilisateur	Profit économique résultant d'un projet de transformation (par ex. l'ajout d'une voie de circulation).
Coûts initiaux d'exploitation	Les coûts initiaux d'exploitation sont définis par l'ensemble des coûts des interventions relatives à un projet de conservation. Les frais relatifs aux éléments de construction non déterminants pour les coûts sont calculés en multipliant cette somme par « Facteur d'élément de construction non déterminant pour les coûts (%) » (saisie possible dans l'onglet Modèle de calcul du mode CONFIGURATION).
Coûts d'exploitation	Les coûts d'exploitation sont égaux à la somme des coûts initiaux d'exploitation et de tous les coûts additionnels (installation, gestion de la circulation, honoraires pour la direction du projet, honoraires pour le contrôle).
Facteur d'escompte	Le facteur d'escompte (également appelé facteur d'actualisation) permet de calculer l'argent devant être investi aujourd'hui de manière à avoir à disposition la somme pour l'avenir, en tenant compte d'un taux d'intérêt fixe. Le facteur d'escompte est calculé pour une période de cinq ans comme indiqué ci-dessous : $1/(1 + tauxd'escompte)^5$.

4 Modes et sous-modes

KUBA-MS est structuré en différents modes (modules fonctionnels) et sous-modes :

- CONFIGURATION
- POLITIQUE D'ENTRETIEN
- ECHELLE DE RÉSEAU
  - DONNÉES DE BASE
  - RÉSULTAT
- ECHELLE DU PROJET
  - DONNÉES DE BASE
  - RÉSULTAT

Fig. 4.1 Modes (Configuration, politique d'entretien, échelle du réseau, échelle du projet).

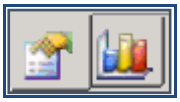


Fig. 4.2 Sous-modes Données de base et Résultats à l'échelle du réseau.

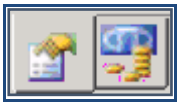


Fig. 4.3 Sous-modes Données de base et Résultats à l'échelle du projet.

L'utilisateur a besoin du rôle Manager de configuration MS, pour mettre à disposition les données de base et les politiques d'entretien d'une configuration (mode CONFIGURATION), du rôle *Analyste MS*, pour effectuer des analyses à l'échelle du réseau (mode ECHELLE DU RÉSEAU) et du rôle *Auteur de projet MS*, pour planifier les projets d'entretien et pour créer un programme de travail (mode ECHELLE DU PROJET).

L'utilisateur a besoin du rôle *Analyste MS* ou *Auteur de projet MS* pour créer des politiques d'entretien définies par l'utilisateur (mode POLITIQUES D'ENTRETIEN).

4.1 Configuration

4.1.1 Principes fondamentaux

Tous les calculs à l'échelle du réseau et du projet sont basés sur une configuration. Une configuration est composée d'une suite chronologique d'ensembles de données de base.

L'ensemble de données de base le plus récent (ensemble de données de base actif) peut être calculé ou être ouvert pour la saisie des données de base initiales. Une configuration est active et peut être utilisée pour le calcul à l'échelles du réseau et du projet, lorsque l'ensemble de données de base le plus récent est calculé. Les ensembles de données de base plus anciens ne peuvent plus être modifiés. Ils sont conservés, car ils constituent la base des calculs plus anciens.

En mode CONFIGURATION, des configurations et des ensembles de données de base sont créés, calculés et gérés. La configuration ASTRA existe toujours. Elle est entretenue par l'OFROU.

Un ensemble de données de base est composé de données de base et leurs politiques d'entretien calculées (stratégie d'entretien minimale et optimale). Si l'ensemble de données

de base est ouvert pour la saisie, les données de base peuvent être saisies avec des valeurs initiales ou enregistrées grâce à des interviews d'experts (Delphi Interviews). Les données de base sont constituées des éléments suivants :

- Interventions plausible (par processus de détérioration et classe d'état)
- Vecteur de transition (par intervention plausible et influence)
- Coûts unitaires (par intervention plausible et type d'élément de construction)
- Modèle de calcul

Les données de base sont calculées à partir des données initiales et des données saisies dans KUBA-DB pour les inspections (inspections, segmentation) et les interventions de conservation d'objet réalisées. A partir de ces données, dans un deuxième pas l'ensemble de politiques d'entretien pour une stratégie d'entretien minimale et optimale est déterminé.

Un ensemble de politiques d'entretien est constitué de différentes politiques d'entretien (une par processus de détérioration, influence et type d'élément de construction). Une politique d'entretien est elle-même constituée de cinq positions de politiques d'entretien (une par classe d'état). Une position de politique d'entretien est composée des éléments suivants :

- Intervention proposée (intervention issue de l'intervention plausible)
- Vecteur de transition (vecteur de réussite ou vecteur de détérioration)
- Coûts unitaires
- Coûts unitaires résultants

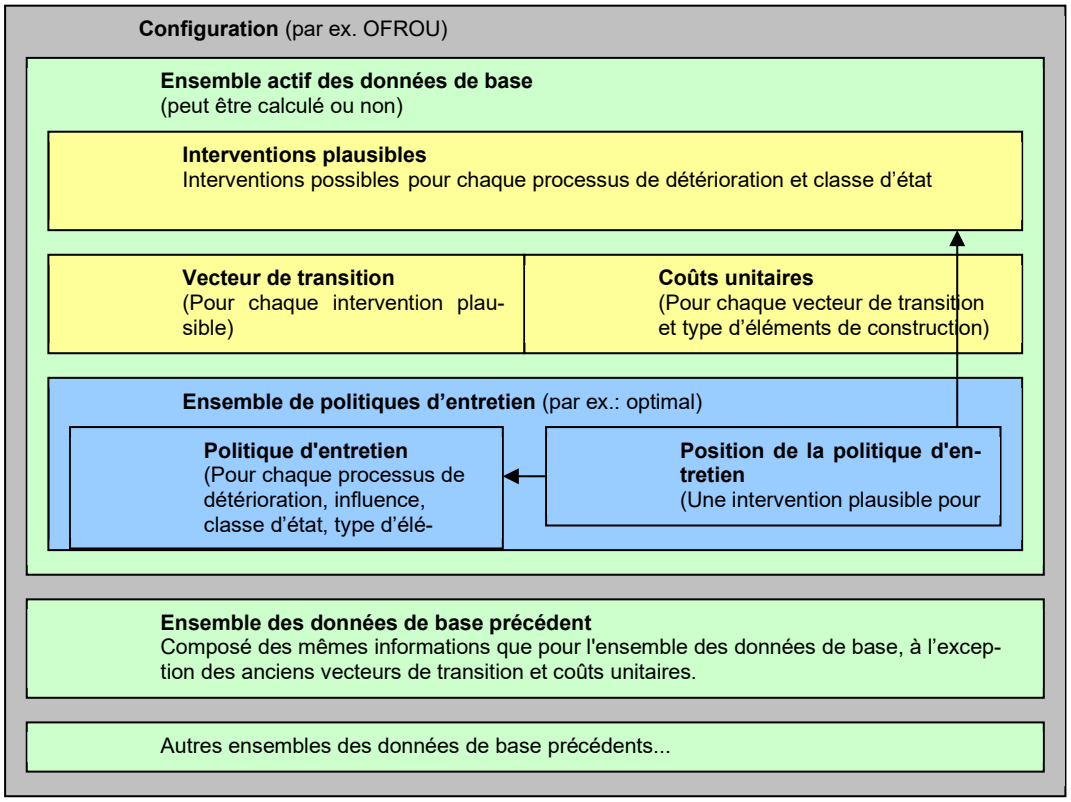


Fig. 4.4 Configuration (éléments constitutifs)

En mode Configuration, l'utilisateur peut effecteur les actions suivantes :

- **Nouvelle Configuration** : définit une nouvelle configuration, pouvant se fonder sur une configuration existante.
- **Définir un modèle de calcul** : **(**onglet Modèle de calcul**) :** saisie du modèle de calcul. La configuration (ensemble actif de données de base) ne doit pas être calculée.
- **Nouvelle version pour l'ensemble de données de base** : Permet de créer une nouvelle version (en copiant les données de base initiales) de l'ensemble actif et calculé de données de base. La nouvelle version n'est pas calculée (absence de données de base calculée et d'ensembles de politiques d'entretien), ce qui permet de modifier les données de base initiales et de lire les Delphi Interviews.
- **Gestion des données de base (**onglet Intervention plausibles, vecteurs de transition, coûts unitaires**)** : Permet de créer, effacer les interventions plausibles et de saisir les coûts unitaires correspondants. L'ensemble actif de données de base ne doit pas être calculé.
- **Importer Delphi Interview** : Les interviews des experts peuvent être importées à l'aide des Delphi Interviews à un emplacement central.
- **Lire Delphi Interview** : les Delphi Interviews importées sont exploitées (moyenne) et lues en tant que données initiales dans les vecteurs de transition (détérioration). Pour pouvoir lire les données, l'ensemble actif de données de base ne doit pas être calculé.
- **Mettre à disposition les données de base et les politiques d'entretien** : Dès que les données de base initiales sont ajustées, le calcul des données de base et des politiques d'entretien peut être effectué. En plus des données initiales, l'historique (inspections, interventions de conservation d'objet) est utilisé pour le calcul des vecteurs de transition, des coûts unitaires et du modèle de calcul (champ optionnel Calcul sans historique). Les positions des politiques d'entretien sont calculées directement sur le calcul des données de base, pour les deux stratégies : optimal (intervention la plus avantageuse financièrement à long terme pour chaque processus de détérioration, influence et classe d'état) et minimal (intervention la plus avantageuse financièrement à court terme pour chaque processus de détérioration, influence et classe d'état).
- **Ajuster la configuration** : Permet d'effacer tous les ensembles de données de base qui n'ont pas été utilisés dans un calcul (ni à l'échelle réseau ni à l'échelle projet).
- **Effacer la configuration** : Permet d'effacer l'ensemble d'une configuration, dans la mesure où elle n'a pas été utilisée dans un calcul.
- **Exporter la configuration** : Permet d'exporter l'ensemble actif et calculé de données de base d'une configuration.
- **Importer la configuration** : importer un ensemble de données de base. L'ensemble de données de base nouvellement importé est l'ensemble actif de données de base, dans la mesure où la date de calcul est la plus récente.
  - Si l'ensemble de données de base appartient à une configuration qui n'existait pas jusqu'ici, le système crée une nouvelle configuration avec l'ensemble de données de base.
  - Si l'ensemble de données de base appartient à une configuration existante avec une date plus récente que la configuration active jusqu'ici, le système crée un nouvel ensemble de données de base.
  - Si l'ensemble de données de base appartient à une configuration existante, avec une date plus ancienne que la configuration active jusqu'ici, le système demande si l'ensemble de données de base doit être importé. En cas d'import, le système génère un nouvel ensemble de données de base et définit le champ Date de calcul à la date actuelle

4.1.2 Interface utilisateur

La fenêtre explorer regroupe toutes les configurations. Pour chaque configuration sélectionnée, la fenêtre de travail affiche les informations de base de la configuration par le biais de deux onglets.

L'onglet *Configuration* indique si une configuration est en cours de calcul (tous les champs sont bloqués, date de calcul déterminée) ou si elle est déjà prête pour l'ajustement de la configuration.

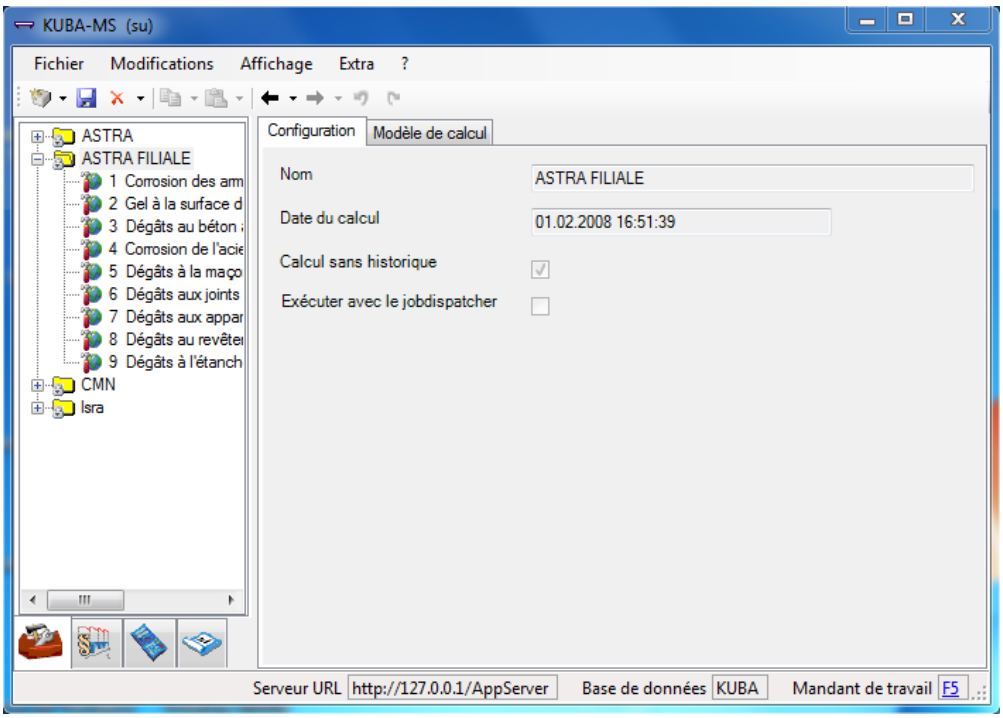


Fig. 4.5 Onglet Configuration.

Dans l'onglet *Modèle de calcul*, plusieurs facteurs importants pour le calcul des besoins financiers sont définis.

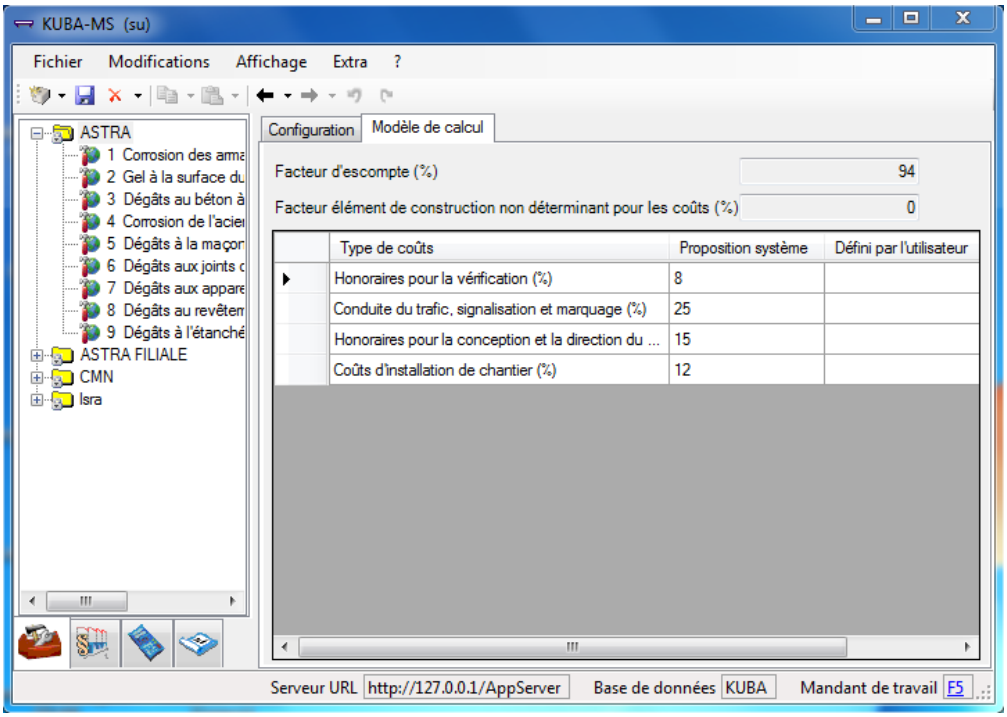


Fig. 4.6 Onglet Modèle de calcul.

Pour chaque configuration, la version la plus récente des données de base peut être consultée ou saisie. A cet effet, les neuf processus de détérioration sont affichés pour chaque configuration dans la fenêtre de navigation. Cliquer sur un processus de détérioration dans la fenêtre de navigation pour saisir les données de base correspondantes (interventions plausibles. (voir : Fig. 4.7, p. 22), les vecteurs de transition (voir : Fig. 4.8, p. 23) et les coûts unitaires (voir : Fig. 4.9, p. 24)).

4.1.3 Fonctions

Le paragraphe suivant détaille les fonctionnalités du mode CONFIGURATION.

⇨ Comment créer une nouvelle configuration

Mode CONFIGURATION

1. Dans l'arborescence Explorer, sélectionner une configuration (dossier racine).
2. Dans le menu contextuel (bouton droit de la souris) sélectionner *Nouvelle configuration* - *ou*- dans le menu Modifications - Nouveau - Nouvelle configuration.
3. Saisir le nom de la configuration dans la boîte de dialogue qui s'ouvre.
4. Choisir si le nouvel ensemble de données de base doit se fonder sur une configuration existante et le sélectionner dans le cas échéant.
5. Confirmer avec OK
6. Déterminer si, pour le calcul des données de base, seules les valeurs initiales saisies ou également l'historique (données d'inspection ou interventions de conservation d'objet) doivent être pris en compte.
7. Déterminer si le calcul des données de base et les politiques d'entretien doit être effectué sur l'ordinateur Client ou via le Jobdispatcher en arrière-plan (sur le serveur d'application).
8. Il est désormais possible de saisir/modifier les données pour le modèle de calcul et les données de base initiales (onglets Interventions plausibles, Vecteurs de transition *et* Coûts unitaires).

⇨ Comment saisir de modèle de calcul

Mode CONFIGURATION

1. Dans l'arborescence Explorer, choisir la configuration souhaitée et sélectionner l'onglet *Modèle de calcul*.
2. Saisir le facteur d'escompte.

Remarque : Le facteur d'escompte se calcule pour une période de 5 ans comme indiqué ci-dessous : $1/(1 + \text{taux d'escompte})^5$

3. Saisir le facteur pour les éléments de construction non déterminants pour les coûts.
4. Saisir les facteurs pour les coûts supplémentaires :
   - Honoraires pour la conception et la direction du chantier
   - Conduite du trafic, signalisation et marquage.
   - Coûts d'installation de chantier
   - Honoraires pour la vérification.

Remarque : Saisir le modèle de calcul uniquement lorsque l'on souhaite adapter les valeurs calculées par le système.
Lors du calcul à l'échelle du réseau, les facteurs de coûts additionnels peuvent être adaptés pour une simulation étendue sur chaque pronostic.

⇨ Comment créer une nouvelle version d'un ensemble de données de base

Mode CONFIGURATION

1. Dans l'arborescence Explorer, sélectionner une configuration (répertoire racine).
2. Dans le menu contextuel (bouton droit de la souris) sélectionner Nouvelle version pour l'ensemble de données de base - ou - dans le menu Modifications - Nouveau - Nouvelle

version pour l'ensemble de données de base.

Les données de base initiales peuvent à nouveau être modifiées.

Remarque : L'ancienne version de l'ensemble de données de base est conservée (archivée). La nouvelle version de l'ensemble de données de base n'est pas calculée.
L'ensemble de données de base doit à nouveau être calculé à la fin de la saisie des données initiales ou de l'enregistrement des Delphi Interviews (fonction Préparer les données de base et les politiques d'entretien)

⇨ Comment importer des Delphi Interviews

Mode CONFIGURATION

1. Dans le menu *Modifications,* sélectionner la fonction *Importer Delphi Interview.*
2. Sélectionner le fichier Delphi (fichier xml contenant la Delphi Interview dans la boîte de dialogue qui s'ouvre).

Remarque : En important une Delphi Interview, celle-ci n'est pas automatiquement lue (partie des vecteurs de transition initiaux). Les Delphi Interviews sont regroupées à un emplacement central. Lors de la lecture des Delphi Interviews, celles-ci sont d'abord utilisées comme données initiales pour la génération des vecteurs de transition (pour la détérioration).

⇨ Comment lire les Delphi Interviews

Remarque : Pour pouvoir consulter des Delphi interviews, l'ensemble actif de données de base ne doit pas être calculé (voir Comment créer une nouvelle version d'un ensemble de données de base, page 19).

Mode CONFIGURATION

1. Dans l'arborescence Explorer, sélectionner la configuration (répertoire racine) dont les données de base doivent être complétées par des Delphi Interviews.
2. Dans le menu contextuel (bouton droit de la souris) sélectionner *Lire Delphi Interview* - ou - dans le menu *Modifier - Lire Delphi Interview.*
3. Um message apparaît confirmant la lecture des interviews.

⇨ Comment mettre à disposition les données de base et les politiques d'entretien

Remarque : S'assurer que toutes les valeurs initiales des données de base soient saisies avant d'exécuter cette fonction !
L'ensemble actif de données de base ne doit pas être calculé.

Mode CONFIGURATION

1. Dans l'arborescence Explorer, sélectionner la configuration (répertoire racine).
2. Dans le menu contextuel (bouton droit de la souris) sélectionner *Mettre à disposition données de base et politiques d'entretien.* - ou - dans le menu *Modifications – Mettre à disposition données de base et politiques d'entretien.*
3. Un message apparaît une fois la mise à disposition réussie.

Remarque : Pour les ensembles de politiques d'entretien calculés optimal et minimal, les politiques d'entretien et les positions des politiques d'entretien sont accessibles dans le mode POLITIQUES D'ENTRETIEN. Il y est également possible de créer des ensembles de politiques d'entretien définis par l'utilisateur.

⇨ Comment ajuster une configuration

Mode CONFIGURATION

1. Dans l'arborescence Explorer, sélectionner la configuration (répertoire racine).

2. Dans le menu contextuel (bouton droit de la souris) sélectionner *Ajuster la configuration.* - ou dans le menu *Modifications - Ajuster la configuration*
   Tous les ensembles de données de base archivés, qui n'ont pas été utilisés dans un calcul, sont effacés.

⇨ Commet exporter une configuration

Remarque : Pour pouvoir exporter une configuration (avec l'ensemble actif de données de base), l'ensemble actif de données de base doit être calculé.

Mode CONFIGURATION

1. Dans l'arborescence Explorer, sélectionner la configuration (répertoire racine).
2. Dans le menu *Modifications* - sélectionner la fonction *Exporter la configuration.*
3. Une boîte de dialogue pour la sélection du fichier s'ouvre. Sélectionner un fichier, dans lequel l'export doit se faire, ou donner un nom de fichier et enregistrer ce dernier.
4. Un message apparaît une fois l'import réussi.

⇨ Comment importer une configuration

Remarque : Pour pouvoir importer une configuration, l'ensemble actif de données de base doit être calculé.

Mode CONFIGURATION

1. Dans l'arborescence Explorer, sélectionner la configuration (répertoire racine).
2. Dans le menu *Modifications* - sélectionner la fonction *Importer la configuration.*
3. Sélectionner le fichier à importer dans la boîte de dialogue qui s'ouvre.
4. Un message apparaît une fois l'import réussi.

⇨ Comment enregistrer, modifier les données de base d'une configuration

Remarque : Pour pouvoir modifier les données de base d'une configuration, l'ensemble actif de données de base ne doit pas être calculé.

1. Dans l'arborescence Explorer, sélectionner le processus de détérioration souhaité.
2. Saisir les données de base initiales dans l'onglet *Interventions plausibles, Vecteurs de transition, Coûts unitaires et Modèle de calcul*.

Remarque : La configuration de l'OFROU ne peut être modifiée que par un utilisateur mandaté par l'OFROU. La configuration de l'OFROU est disponible pour l'ensemble des utilisateurs de KUBA-MS.

Remarque : Les coûts de l'intervention sont déterminés à partir des coûts unitaires de l'intervention de remplacement et de l'étendue de l'élément de construction.

⇨ Comment ajouter une intervention plausible

Une intervention plausible est une intervention applicable pour des constatations locales contigües, soumises à un processus de détérioration et une influence commun(e)s et qui présente le même degré de détérioration (classe d'état).

Puisque la stratégie d'entretien minimale prévoit une simple dégradation pour les classes d'état 1 à 4 et un remplacement de l'élément de construction resp. une autre intervention appropriée dans la classe d'état 5, le système doit comporter les définitions des interventions plausibles suivantes : « Aucune Intervention » pour les classes d'état 1 à 4, et « Remplacement de l'élément de construction » pour la classe d'état 5.

Mode CONFIGURATION

1. Dans l'arborescence Explorer, sélectionner le processus de détérioration souhaité.
2. Dans l'onglet *Interventions plausible* sélectionner la classe d'état souhaitée (CE2, CE3, CE4 ou CE5)
3. Cliquer dans la dernière ligne (vide) de la première colonne. *Un bouton* apparaît. Cliquer dessus pour afficher une sélection d'interventions plausibles.

4. Sélectionner l'intervention souhaitée.

Remarque : Selon le processus de détérioration choisi, seule une partie des interventions est proposée dans la sélection.

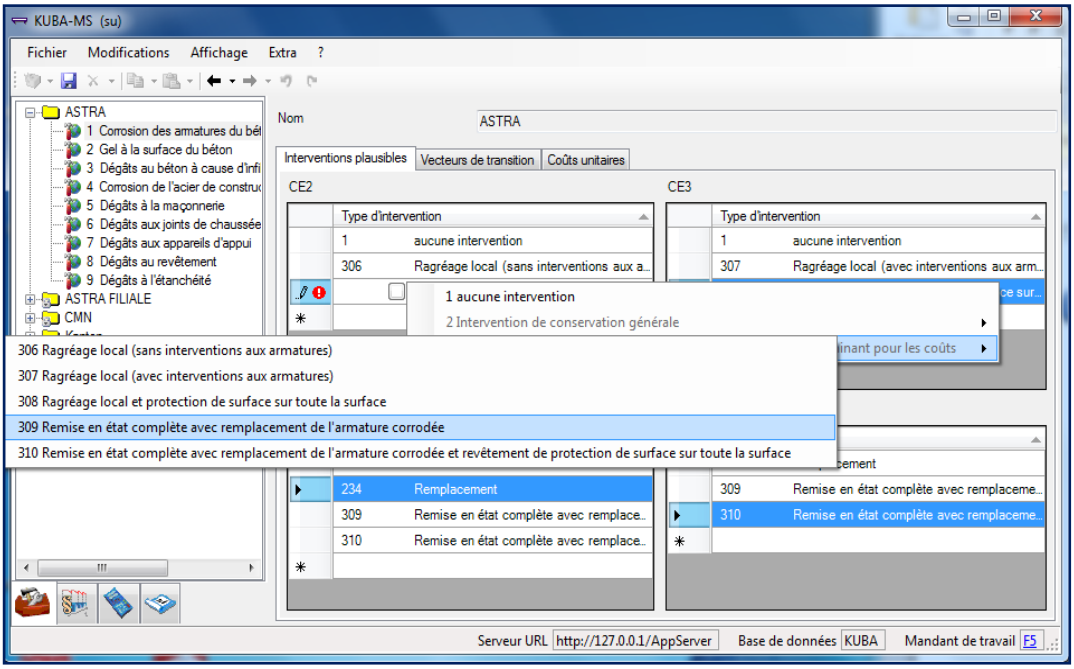


Fig. 4.7 Onglet Interventions plausibles.

⇨ Comment ajouter un vecteur de transition

Pour chaque intervention plausible et chaque influence (négative, neutre, positive), saisir le vecteur de transition correspondant (efficacité de l'intervention ou en cas d'intervention type « Aucune intervention » la détérioration).

Mode CONFIGURATION

1. Dans l'arborescence Explorer, sélectionner le processus de détérioration souhaité.
2. Dans l'onglet *Vecteurs de transition*, sélectionner le type d'intervention souhaité.
3. Pour les classes d'état nécessaires, reporter les vecteurs de transition.

Remarque : Un vecteur de transition peut être uniquement saisi pour un processus de détérioration et une classe d'état pour lesquels l'intervention sélectionnée est définie comme plausible.

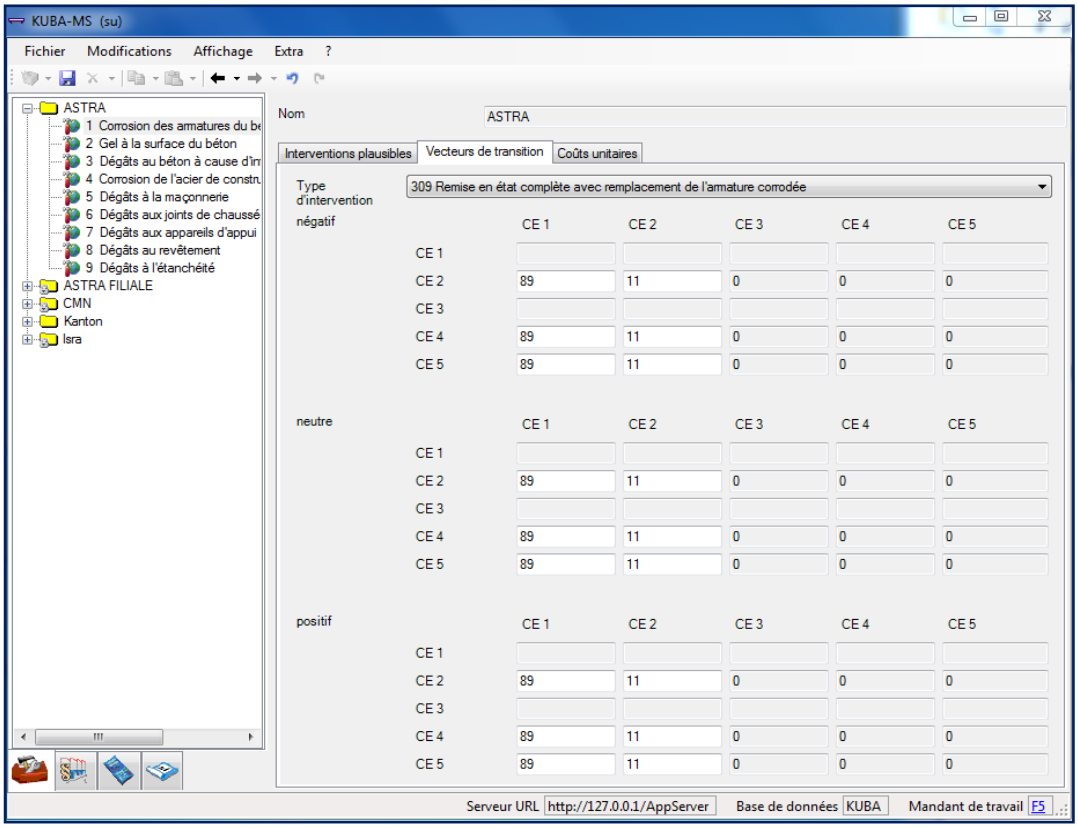


Fig. 4.8 Onglet Vecteurs de transition.

Dans le cas d'une intervention améliorant l'état, les valeurs des colonnes correspondant à la classe d'état 1 (en bon état) et 2 (en état acceptable) peuvent être saisies.

Dans le cas d'une intervention type « Aucune intervention » (égale à une dégradation), les valeurs peuvent être saisies pour la classe d'état actuelle (CE de la ligne = CE de la colonne) et pour la classe de détérioration immédiatement supérieure.

Les Delphi Interviews (résultats des interviews d'experts) peuvent également être lues à l'endroit où s'effectue la saisie manuelle de la détérioration (intervention « Aucune intervention »).

⇨ Comment ajouter les coûts unitaires

Pour chaque intervention plausible, les coûts unitaires correspondants doivent être saisis. Les coûts unitaires dépendent du processus de détérioration, de l'intervention dans une classe d'état déterminée et du type d'éléments de construction généralisé. Le processus de détérioration détermine quels types d'éléments de construction généralisé sont concernés.

Mode CONFIGURATION

1. Dans l'arborescence Explorer, sélectionner le processus de détérioration souhaité.
2. Dans l'onglet Coûts unitaires, sélectionner le type d'intervention souhaité et le type d'élément de construction généralisé.
3. Saisir les coûts unitaires pour les classes d'état souhaitées. Des coûts unitaires peuvent être seulement saisis pour un processus de détérioration et une classe d'état pour lesquels l'intervention sélectionnée est définie comme plausible, (à savoir pour tous les types d'éléments de construction qui autorisent le processus de détérioration).

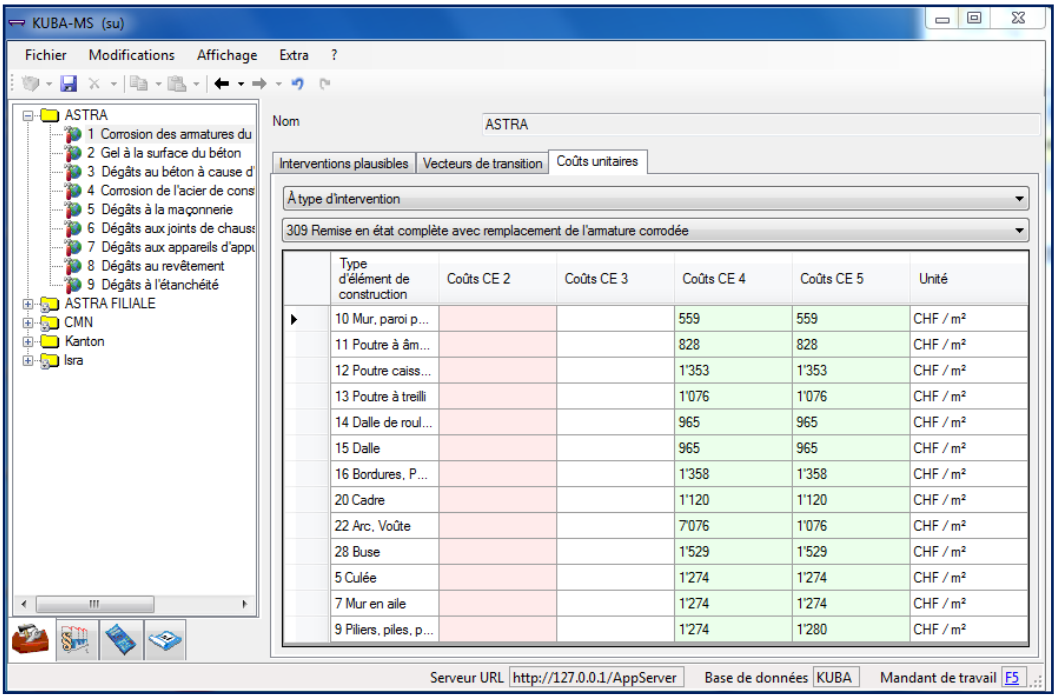


Fig. 4.9 Onglet Coûts unitaires.

4.2 Politique d'entretien

4.2.1 Principes fondamentaux

Le mode POLITIQUE D'ENTRETIEN réunit les politiques d'entretien (resp. les ensembles de politiques d'entretien) préalablement mis à disposition et calculés dans le mode CONFIGURATION. Elles contiennent les ensembles de politiques d'entretien Optimale et Minimale décrites ci-après.

- **Ensemble de politiques d'entretien Système Optimal**
  L'ensemble de politiques d'entretien Système optimal préconise l'intervention économiquement optimale pour chaque combinaison d'un processus de détérioration, d'une influence, d'un type d'élément de construction généralisé et d'une classe d'état. En d'autres termes, il s'agit de l'intervention permettant de minimiser les coûts à long terme de l'exploitant, à la seule condition qu'un élément de construction ne passe pas dans la classe d'état 5.
- **Ensemble de politique d'entretien Système minimal**
  L'ensemble de politiques d'entretien Système minimal laisse un élément de construction se détériorer jusqu'à la classe d'état 5, avant de déclencher une intervention de conservation. Il s'agit là de la politique d'entretien la plus favorable à court terme.

Il est possible en outre regroupe au premier niveau les différentes configurations. La configuration de l'OFROU est toujours disponible (voir Fig. 4.4, p. Fig. 4.4).

4.2.2 Interface utilisateur

La fenêtre explorer regroupe au premier niveau les différentes configurations. La configuration de l'OFROU est toujours disponible.

Au-dessous de la configuration se trouve l'historique des ensembles de données de base (répertoriés en fonction de la date du calcul). L'ensemble de données de base le plus récent est affiché en premier lieu. Cet ensemble peut être calculé ou ouvert pour la saisie des valeurs initiales. Le calcul à l'échelle du réseau ainsi que le calcul à l'échelle du projet doit être effectués sur la base d'un ensemble de données de base le plus récent. Cet ensemble doit être calculé pour pouvoir être appliqué.

Sous l'ensemble de données de base se trouvent les ensembles de politiques d'entretien. Deux ensembles de politiques d'entretien, à savoir Système optimal et Système minimal, sont affichés d'office. L'utilisateur peut définir d'autres ensembles de politiques d'entretien. Ils seront alors pris en compte lors d'un nouveau calcul des données de base.
Les données relatives aux différents ensembles de politiques d'entretien sont répertoriées en deux onglets Propriétés et Politique d'entretien.
L'onglet Propriétés fournit des informations de base pour le calcul.

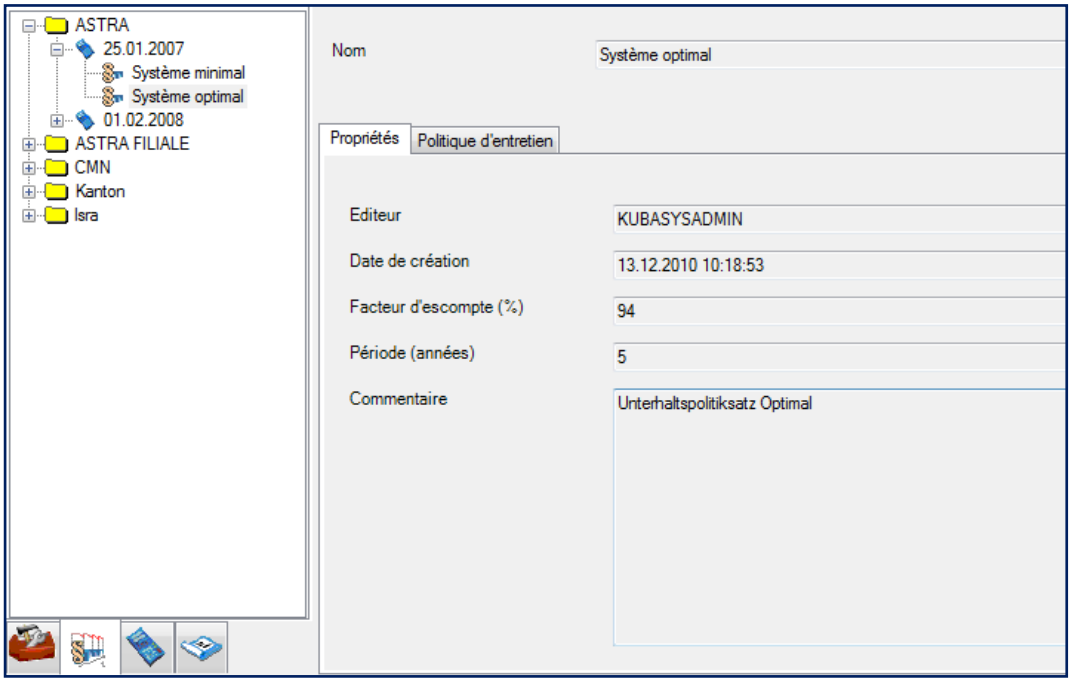


Fig. 4.10 Mode Politique d'entretien / sélection de l'ensemble de politiques d'entretien Système optimal (onglet Propriétés).

Editeur
Utilisateur à l'origine du calcul de l'ensemble des données de base

Date de création
Date du calcul de l'ensemble des données de base

Facteur d'escompte (%)
Facteur d'escompte indiqué en pourcent

Période (année)
Durée de la période (5 ans fixe)

Commentaire
Commentaire relatif à la configuration
L'onglet Politique d'entretien regroupe la politique d'entretien adaptée à chaque processus de détérioration, chaque type d'éléments de construction généralisé et chaque influence

ainsi que les coûts unitaires et les coûts unitaires résultant.

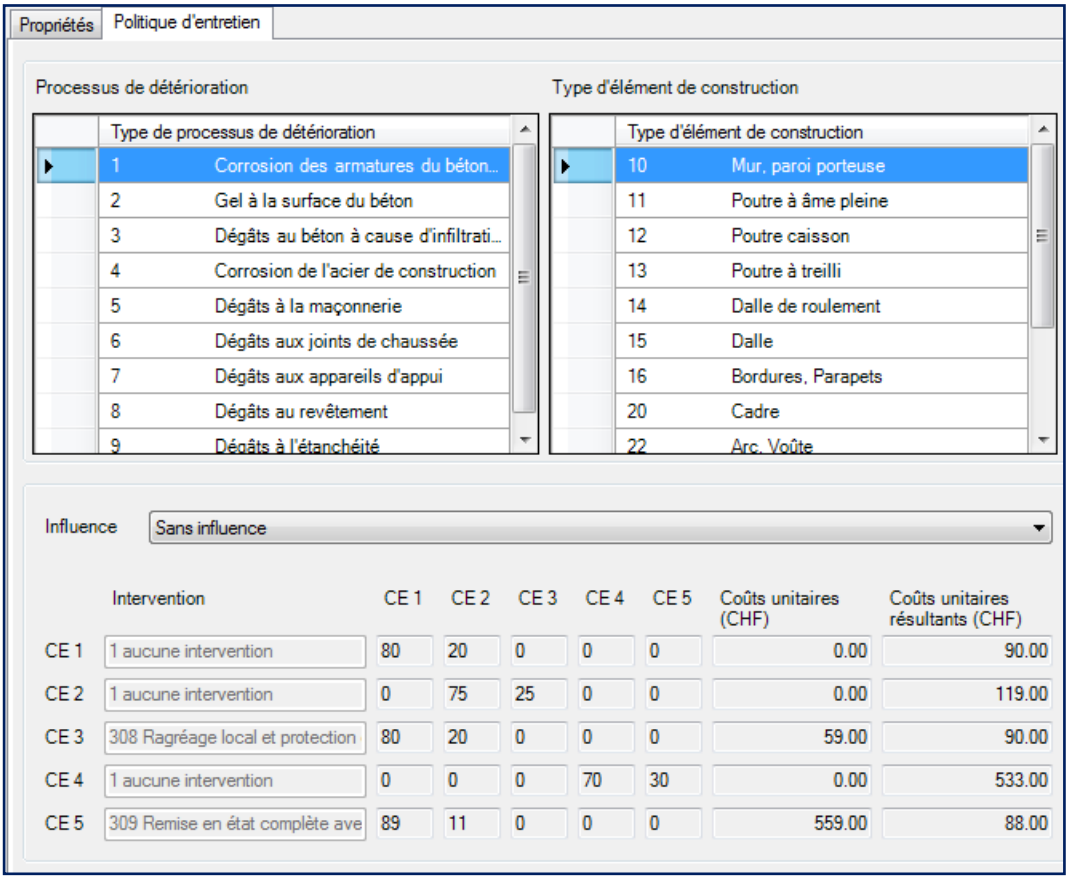


Fig. 4.11 Mode Politique d'entretien / sélection de l'ensemble de politiques d'entretien Système optimal (onglet Politique d'entretien).

Tableau *Type de processus de détérioration*
Liste de 9 processus de détérioration existant

Tableau *Type d'élément de construction*
Liste de type d'élément de construction généralisé correspondant au processus de détérioration sélectionné

Influence
Le champ de sélection (sans influence, neutre, avec influence) définit la vitesse de détérioration (en l'absence d'intervention, c.à.d. type d'intervention n°1 correspondant à « aucune intervention »)

CE 1-5 (colonnes verticales)
Les positions des politiques d'entretien correspondant aux combinaisons du processus de détérioration, de l'influence et du type de l'élément de construction généralisé, pour chaque CE

Intervention, vecteur de transition (CE 1-5 à l'horizontale), coûts unitaires (CHF), coûts unitaires résultant (CHF)
Position des politiques d'entretien avec les coûts unitaires et les coûts unitaires résultant

Le vecteur de transition indique la probabilité d'atteindre un état donné dans la période qui suit après application d'une intervention de remise en état (type d'intervention). Le type d'intervention « Aucune intervention » correspond à une détérioration pure. Le vecteur de transition définit alors la probabilité de transition vers la classe d'état immédiatement supérieur en chiffre resp. inférieure en termes de qualité.

4.2.3 Fonctions

Le paragraphe suivant détaille les fonctionnalités du mode POLITIQUE D'ENTRETIEN.

⇨ Comment créer un ensemble de politique d'entretien défini par l'utilisateur

Mode POLITIQUE D'ENTRETIEN

1. Dans l'arborescence Explorer, sélectionner et développer (en cliquant sur le signe +) la configuration dans laquelle un ensemble de politiques d'entretien défini par l'utilisateur doit être créé.

Remarque : Pour la configuration de l'OFROU, il n'est pas possible de créer un ensemble de politiques d'entretien défini par l'utilisateur (il faut pour cela définir une configuration propre, basée sur la configuration de l'OFROU).

2. Dans l'arborescence Explorer, sélectionner l'ensemble de données de base le plus récent (première entrée figurant sous la configuration).

Remarque : Un ensemble de données de base préalablement calculé constitue une condition préalable à la création d'un ensemble de politiques d'entretien défini par l'utilisateur. (Le calcul d'un ensemble de données de base est effectué dans le mode CONFIGURATION via la fonction Mise à disposition *des données de base et politiques d'entretien*.)

3. Dans la barre des symboles, cliquer sur **Nouvel ensemble de politiques d'entretien défini par l'utilisateur** - ou - Ouvrir le menu contextuel (bouton droit de la souris; attention, le curseur de la souris doit pointer vers l'ensemble des base de données le plus récent) et sélectionner Nouvel ensemble de politiques d'entretien défini par l'utilisateur - ou - Sélectionner dans le menu Modifications – Nouveau - Nouvel ensemble de politiques d'entretien défini par l'utilisateur.

4. Une boîte de dialogue s'ouvre. Sélectionner l'ensemble de politiques d'entretien devant servir de modèle au nouvel ensemble.

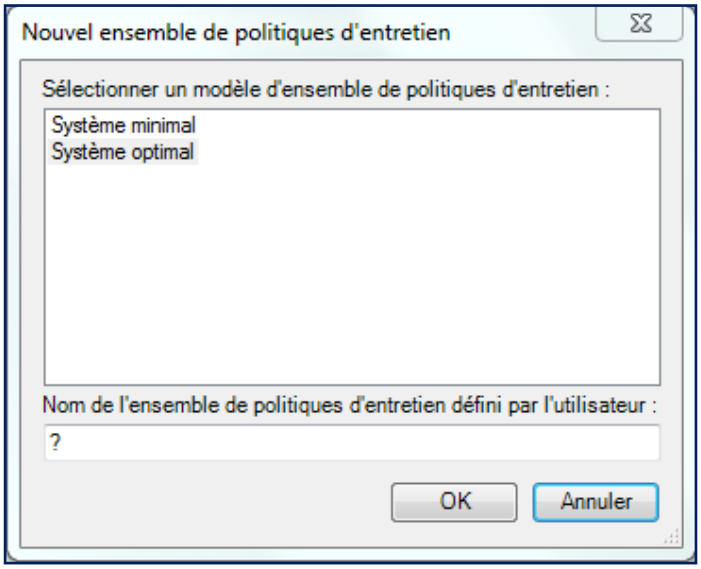


Fig. 4.12 Boîte de dialogue Nouvel ensemble de politiques d'entretien.

5. Entre un nouveau nom pour l'ensemble de politique d'entretien plus cliquer sur OK.
6. Compléter les propriétés (facteur d'escompte, commentaire)
7. Modifier les politiques d'entretien (interventions proposées).

4.3 Echelle du réseau

4.3.1 Principes fondamentaux

A l'échelle du réseau, le besoin financier à long terme ainsi que la répartition de l'état et le développement de l'état moyen sont déterminés pour un groupe d'ouvrages donné. Ce processus se sert des politiques d'entretien dans lesquelles est défini, pour chaque type d'élément de construction généralisé, chaque type de processus de détérioration et chaque influence, quelle est l'intervention de conservation à mettre en œuvre et pour quelle classe d'état (une intervention par classe d'état).

Le besoin financier permettant la mise en œuvre d'une intervention de conservation est le produit de l'étendue des dégâts par les coûts unitaires relatifs à l'intervention de conservation. Le besoin financier résultant pour le groupe d'ouvrages pour un ensemble de politiques d'entretien donné est la somme des besoins financiers de chaque élément de construction (les coûts unitaires utilisés pour les calculs varient en fonction du type d'intervention de conservation, du type d'éléments de construction généralisé, du type de processus de détérioration et de la classe d'état). Le besoin financier étant calculé sur plusieurs périodes, tient compte de la détérioration et de la remise en état des éléments de construction (sur toute leur étendue).

La détérioration et la remise en état (de l'étendue) des éléments de construction sont simulées à l'aide de chaînes de Markov. Ces chaînes déterminent les probabilités qu'un étendue progresse d'une classe d'état dans la suivante. Le produit des étendues dans les classes d'état d'un élément de construction avec la matrice de transition (comprenant les vecteurs de transition concernés) est égal aux étendues dans les classes d'état de l'élément de construction pour la période suivante. Les vecteurs de transition se distinguent par le processus de détérioration, l'influence et le type d'élément de construction.

L'état moyen d'un ouvrage est déterminé en estimant la classe d'état de diverses manières et en tenant compte des coûts unitaires pour le remplacement d'un élément de construction. La répartition de l'état (pour chaque type d'élément de construction généralisé) est la somme des étendues des classes d'état identiques divisée par la somme des étendues de toutes les classes d'état.

Pour estimer l’état moyen d’un ouvrage il ne serait pas logique d'additionner simplement les étendues des classes d'état de tous les types d'éléments de construction, puisque les unités ainsi que la signification des types d'éléments de construction sont différentes.
Les données permettant de définir les pronostics peuvent être saisis dans le sous-mode DONNEES DE BASE. Les différents pronostics peuvent être réunis en groupes de pronostics. Pour le calcul (simulation sur 100 ans) et l'affichage des résultats, se reporter au sous-mode RESULTATS.

4.3.2 Interface utilisateur

Le mode ECHELLE DU RÉSEAU est subdivisé en deux sous-modes. Le sous-mode DONNÉES DE BASE permet de créer des groupes de pronostics et des pronostics simples. Le sous-mode RÉSULTATS permet de consulter les résultats des pronostics simples et de comparer les résultats au sein d'un même groupe de pronostics.

Données de base
Le sous-mode DONNÉES DE BASE contient trois onglets permettant la création et la modification des pronostics : Propriétés, Ouvrages et Modèle de calcul.

Tout utilisateur disposant du rôle Auteur de projet MS peut saisir les informations relatives aux pronostics dans ce mode : les données de base d'un pronostic sont définies par la sélection d'une configuration, d'un ensemble de politiques d'entretien et d'une année de

lancement. En outre, l'auteur du projet sélectionne les ouvrages pour lesquels un pronostic doit être calculé. Il peut également modifier les facteurs des coûts supplémentaires du modèle de calcul, proposés par la configuration (indiqués en pourcent).

Onglet *Propriétés*

Fig. 4.13 Pronostic (mode Echelle du réseau, sous-mode Données de base, onglet Propriétés).

Configuration
Nom de la configuration d'un ensemble de données de base.

Date du calcul
Date et heure du calcul de l'ensemble actif des données de base de la configuration.

Ensemble de politiques d'entretien
Ensemble de politiques d'entretien de l'ensemble actif de données de base.

Durée à partir de (année)
Indication d'une année (en général, dans la futur).

Commentaire
Commentaire relatif au pronostic.

Onglet *Ouvrages*

Propriétés | Ouvrages | Modèle de calcul

N° de l'ouvrage	Nom de l'ouvrage
1.602	Überführung Zurlinden
1.603.1	Brücke Hafenbahn Brü. 1
1.604	Brücke Grenzacherstrasse
1.607	Anschl. Lie. Überf. Rampe Kt.
1.608	Brücke Salinenstrasse
1.610	Strassenbrücke Krummeneich
1.662.1	Rampenunt. Anschl. Sissach 1
1.662.2	Rampenunt. Anschl. Sissach 2
1.683.1	Kantonstr. Anschluss Diegten
1.683.2	Kantonstr. Anschluss Diegten

Fig. 4.14 Pronostic (mode Echelle du réseau, sous-mode Données de base, onglet Ouvrages).

⇨ Comment ajouter un ouvrage

Mode ECHELLE DU RÉSEAU, Sous-mode DONNÉES DE BASE, Onglet *Ouvrages*

1. Afficher le menu contextuel et cliquer sur la fonction Ajouter ouvrages.
   La fenêtre Chercher *s'ouvre*.
2. Sélectionner le filtre requis, saisir les mots clé et cliquer sur le bouton Exécuter.
   Le filtre défini s'exécute.
3. Dans la liste résultante affichée dans la partie inférieure, sélectionner l'ouvrage souhaité puis cliquer sur Appliquer.

⇨ Comment supprimer un ouvrage

Mode ECHELLE DU RÉSEAU, Sous-mode DONNÉES DE BASE, Onglet *Ouvrages*

1. Dans l'onglet, sélectionner un ouvrage.
2. Afficher le menu contextuel et cliquer sur la fonction *Supprimer ouvrages*.
   L'ouvrage est supprimé.

Onglet *Modèle de calcul*

Propriétés | Ouvrages | Modèle de calcul

Type de coûts	Proposition système	Défini par l'utilisateur
Honoraires pour la vérification (%)	8	
Coûts d'installation de chantier (%)	12	
Honoraires pour la conception et la dir...	15	
Conduite du trafic, signalisation et mar...	25	

Fig. 4.15 Pronostic (mode Echelle du réseau, sous-mode Données de base, onglet Modèle de calcul).

Cette fenêtre affiche toujours quatre types de coûts, dont les valeurs sont indiquées en pourcent (%) : « Coûts d'installation du chantier », « Conduite du trafic, signalisation et marquage », « Honoraires pour la vérification » et « Honoraires pour la conception et la direction du chantier ». La colonne Défini par l'utilisateur permet de modifier les valeurs proposées par le système (colonne Proposition système).

Résultat

Le calcul du besoin financier à long terme et du développement d'état moyen est réalisé

lors d'un changement de contexte (par ex. lors du basculement dans le sous-mode RÉSULTAT).

Le sous-mode RÉSULTAT comporte deux vues : *BESOIN* financier (sous forme de tableau ou de graphique) et *DÉVELOPPEMENT D'ÉTAT* (sous forme de graphique).

La fenêtre de navigation à gauche est divisée en deux arborescences Explorer. L'arborescence Explorer supérieure contient, à l'instar du sous-mode Données de base les groupes de pronostics avec leurs pronostics. L'arborescence Explorer inférieure contient les types d'éléments de construction généralisés concernant les éléments de construction utilisés sur les ouvrages inclus dans les groupes de pronostics. Afin de simplifier l'exploitation, ces types sont réunis dans les groupes de types d'éléments de construction « Tous les types d'élément de construction », « Eléments de construction porteurs », « Chaussée ».

Tab. 4.1 Affichage des résultats

Vue	Sélection dans la fenêtre de navigation	Affichage du résultat
Besoin financier	Groupe de pronostics / groupe de type d'éléments de construction	Besoin financier sur 20 périodes (100 ans) de tous les éléments de construction des ouvrages contenus dans les pronostics des groupes de pronostics et dont le type d'éléments de construction généralisé correspond à un type d'éléments de construction contenu dans le groupe des types d'éléments de construction.
	Groupe de pronostics / type d'éléments de construction	Besoin financier sur 20 périodes (100 ans) de tous les éléments de construction des ouvrages contenus dans les pronostics des groupes de pronostics et dont le type d'éléments de construction généralisé correspond au type d'éléments de construction sélectionné.
	Groupe de pronostics /	Besoin financier sur 20 périodes (100 ans) de tous les éléments de construction des ouvrages contenus dans le pronostic et dont le type d'éléments de construction généralisé correspond à un type d'éléments de construction contenu dans le groupe de types d'éléments de construction.
	Pronostic/ groupe de types d'éléments de construction	Besoin financier sur 20 périodes (100 ans) de tous les éléments de construction des ouvrages contenus dans le pronostic et dont le type d'éléments de construction généralisé correspond au type d'éléments de construction sélectionné.
	Pronostic/ type d'éléments de construction	Développement d'état moyen sur 20 périodes (100 ans) de tous les éléments de construction des ouvrages contenus dans les pronostics des groupes de pronostics et dont le type d'éléments de construction généralisé correspond à un type d'éléments de construction contenu dans le groupe des types d'éléments de construction.
Développement d'état	Groupe de pronostics / groupe de type d'éléments de construction	Besoin financier sur 20 périodes (100 ans) de tous les éléments de construction des ouvrages contenus dans les pronostics des groupes de pronostics et dont le type d'éléments de construction généralisé correspond à un type d'éléments de construction contenu dans le groupe des types d'éléments de construction.
	Groupe de pronostics / type d'éléments de construction	Développement d'état moyen sur 20 périodes (100 ans) de tous les éléments de construction des ouvrages contenus dans les pronostics des groupes de pronostics et dont le type d'éléments de construction généralisé correspond au type d'éléments de construction sélectionné.
	Pronostic / groupe de types d'éléments de construction	Développement d'état moyen sur 20 périodes (100 ans) de tous les éléments de construction des ouvrages contenus dans le pronostic et dont le type d'éléments de construction généralisé correspond à un type d'éléments de construction contenu dans le groupe de types d'éléments de construction.
	Pronostic / type d'éléments de construction	Développement d'état moyen ou développement d'état sur 20 périodes (100 ans) de tous les éléments de construction des ouvrages contenus dans le pronostic et dont le type d'éléments de construction généralisé correspond au type d'éléments de construction sélectionné

Vue BESOIN FINANCIER

L'utilisateur peut sélectionner une durée pendant laquelle les analyses doivent avoir lieu.
Onglet *Tableau*

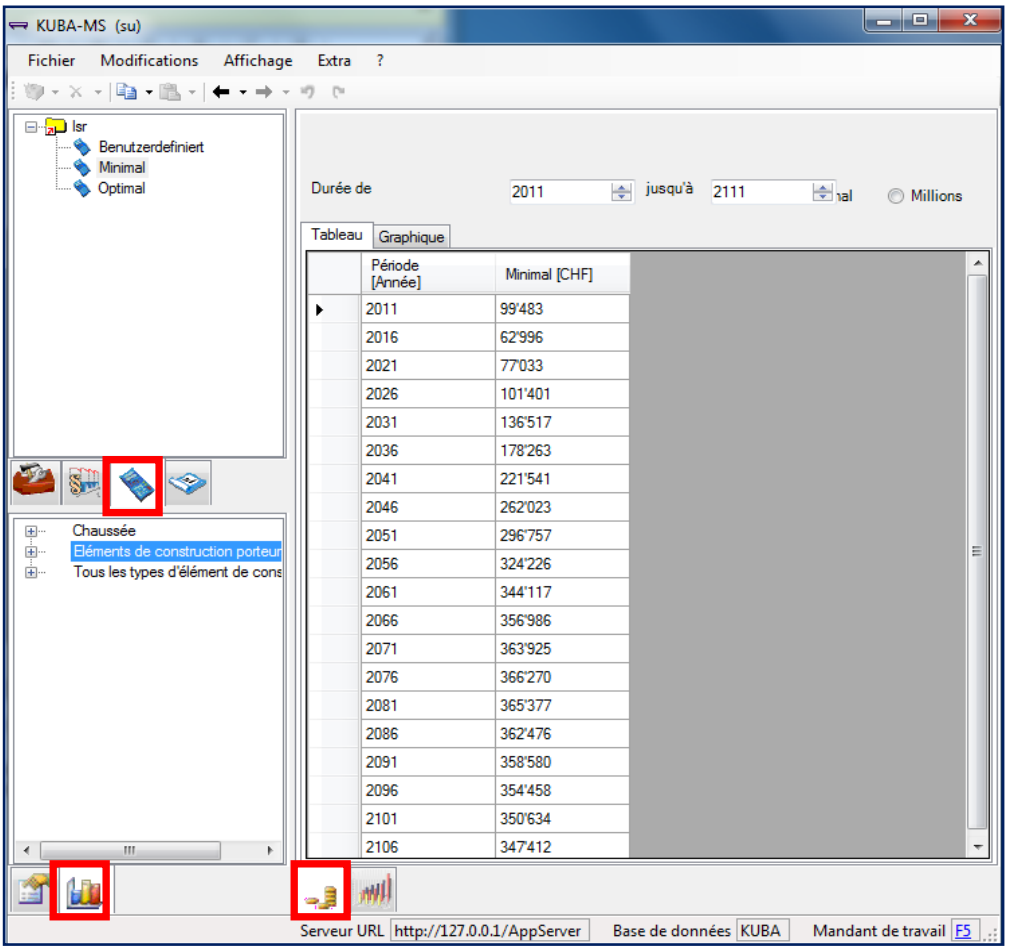


Fig. 4.16 Pronostic (mode Echelle du réseau, sous-mode Résultats, vue Besoin financier, onglet Tableau).

Le tableau indique le besoin financier des éléments de construction selon le pronostic sélectionné (le groupe de pronostics) et selon le type d'éléments de construction (groupe) au cours de la période sélectionnée.

Normal / Millions
Indique la somme des coûts en millions ou en mode normal.

Onglet *Graphique*

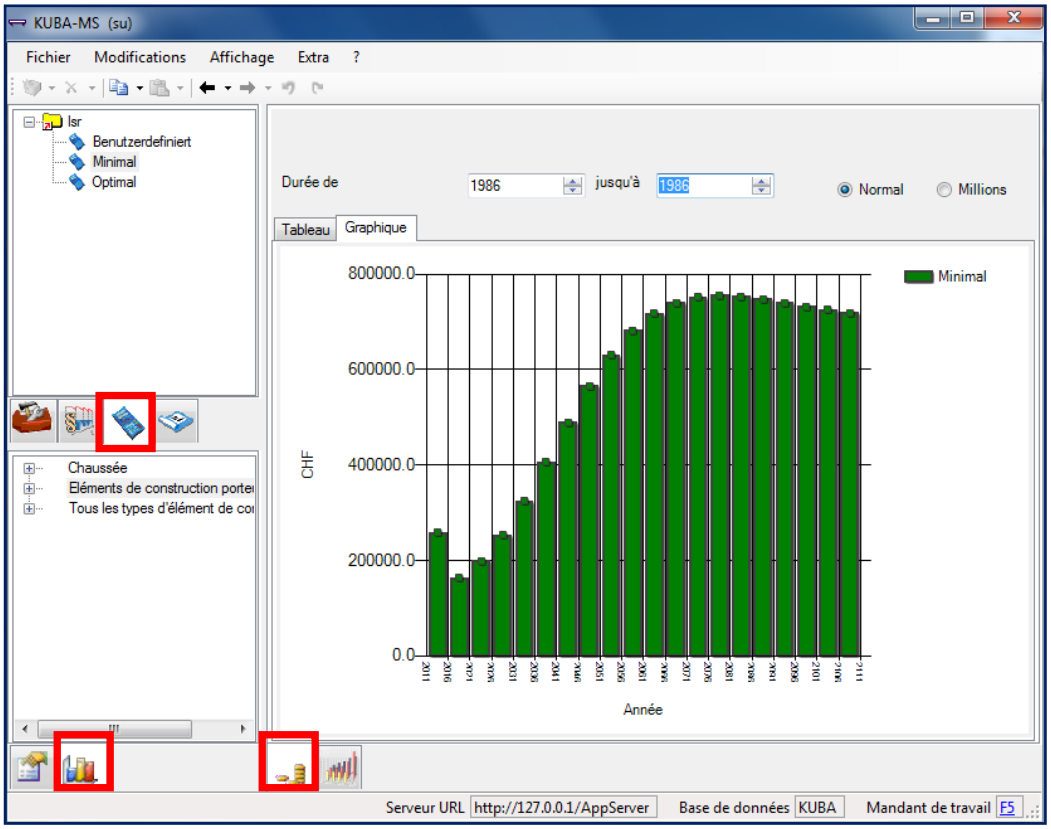


Fig. 4.17 Pronostic (mode Echelle du réseau, sous-mode Résultats, vue Besoin financier, onglet Graphique).

Le graphique indique le besoin financier des éléments de construction selon le pronostic sélectionné (le groupe de pronostics) et selon le type d'éléments de construction (groupe) au cours de la période sélectionnée.

Normal/Millions
Indique la somme des coûts en millions ou en mode normal.

Remarque : Lorsqu'un pronostic est basé sur un ancien ensemble de données de base, un message d'avertissement apparaît au-dessus du champ « Durée de ».

Astuce : Un nouveau pronostic doit être créé et le pronostic doit être recalculé.

Vue DÉVELOPPEMENT D'ÉTAT : Onglet *Graphique*

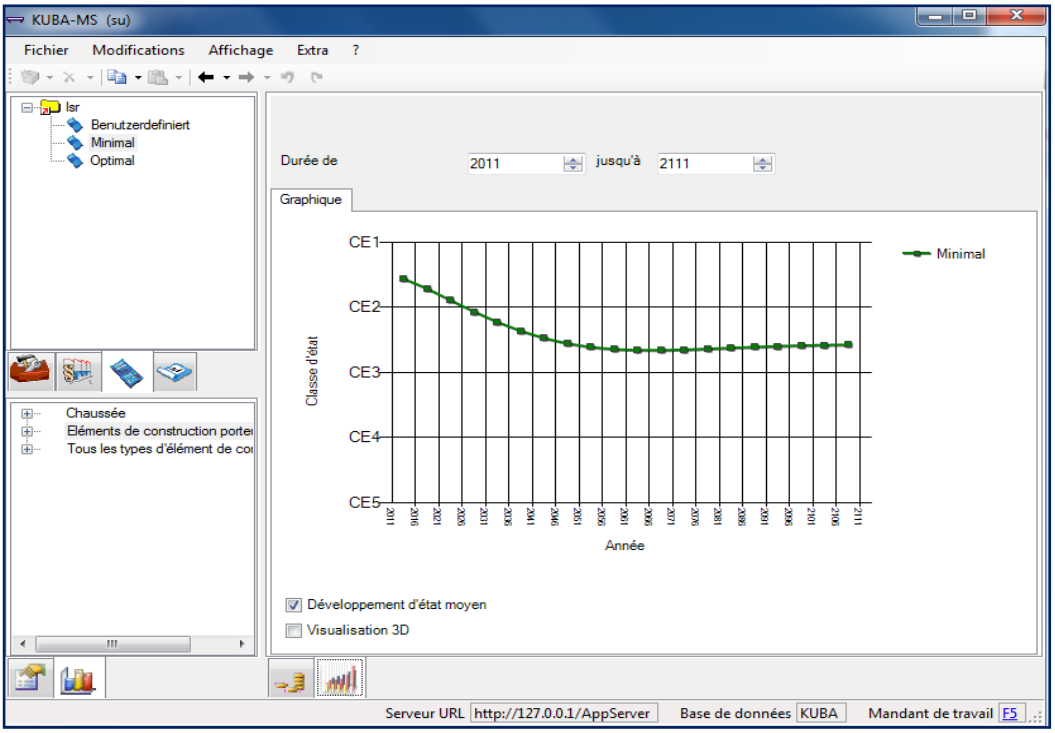


Fig. 4.18 Pronostic (mode Echelle du réseau, sous-mode Résultats, vue Développement d'état moyen).

Le graphique indique le développement d'état moyen pour la période définie.

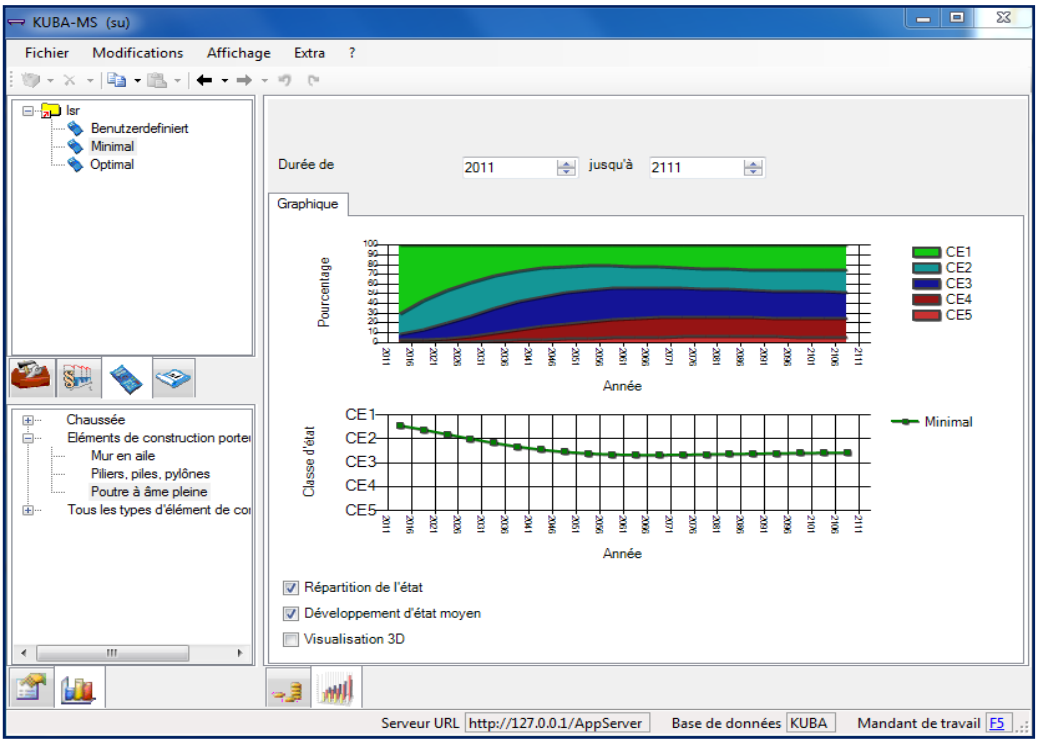


Fig. 4.19 Pronostic (mode Echelle du réseau, sous-mode Résultats, vue Développement d'état moyen et répartition de l'état).

Lors de la sélection d'un pronostic et d'un type d'éléments de construction généralisé, il est possible d'afficher, outre le développement d'état moyen, la répartition de l'état des différentes classes d'état.

4.3.3 Fonctions

Le paragraphe suivant détaille les fonctionnalités du mode ECHELLE DU RÉSEAU.

⇨ Comment créer un groupe de pronostics

Mode ECHELLE DU RÉSEAU, Sous-mode DONNÉES DE BASE

1. Sélectionner un groupe de pronostics s'il en existe déjà un.
2. Dans la barre de symboles, cliquer sur **Nouveau groupe de pronostics** - ou - ouvrir le menu contextuel (bouton droit de la souris; attention, le curseur de la souris doit se trouver dans la fenêtre de navigation à ce moment là) et sélectionner dans le menu contextuel Nouveau groupe de pronostics - ou - dans le menu : Modifications - Nouveau – Nouveau groupe de pronostics.
3. Un nouveau groupe de pronostics est ajouté, l'utilisateur peut ensuite saisir un nom de groupe et un commentaire.
4. Pour enregistrer le groupe de pronostics, changer de contexte ou cliquer sur le bouton Enregistrer.

⇨ Comment créer un groupe de pronostics

Mode ECHELLE DU RÉSEAU, Sous-mode DONNÉES DE BASE

1. Dans l'arborescence Explorer, sélectionner le groupe auquel le nouveau pronostic doit être ajouté.
2. Ouvrir le menu contextuel (bouton droit de la souris; attention, le curseur de la souris doit pointer dans le groupe souhaité) et sélectionner Nouveau pronostic - ou - dans le menu : Modifications - Nouveau – Nouveau pronostic.
3. Un nouveau pronostic est ajouté.
4. Saisir une désignation du pronostic.
5. Définir la configuration, l'ensemble de politiques d'entretien et la période (année) à partir de laquelle le pronostic doit être calculé.
6. Basculer sur l'onglet Ouvrages et ajouter les ouvrages devant être intégrés au pronostic. (menu contextuel Ajouter les ouvrages et au besoin Supprimer ouvrages).
7. Basculer sur l'onglet Modèle de calcul et vérifier les facteurs affectés aux coûts supplémentaires (indiqués en pourcent). Ces facteurs peuvent être corrigés dans la colonne Défini par l'utilisateur.
8. Pour enregistrer les définitions du pronostics, changer de contexte ou cliquer sur le bouton *Enregistrer*.

Remarque : Une exploitation est pertinente lorsque tous les pronostics d'un groupe de pronostics sont définis sur la même année de départ et contiennent les mêmes ouvrages.

⇨ Comment modifier un groupe de pronostics

Mode ECHELLE DU RÉSEAU, Sous-mode DONNÉES DE BASE.

1. Dans la structure arborescente, sélectionner le pronostic à modifier.
2. Lorsque le pronostic ne peut pas être édité (tous les champs sont en mode lecture et ne peuvent pas être modifiés) et l'utilisateur dispose du rôle Auteur du projet (visible dans le menu *?-->via KUBA-MS* dans l'onglet Utilisateur), le mandant de travail ne correspond pas au mandant défini pour le pronostic/groupe de pronostics ou le calcul a été effectué sur la base d'un ancien (qui n'est plus actif) ensemble de données de base. Si l'utilisateur souhaite conserver le pronostic, il est possible de travailler sur une copie de ce pronostic, en copiant le pronostic (voir Comment copier un pronostic, p. 36) puis en dissociant les bases de calcul du pronostic copié (voir Comment valider les bases de

calcul, p. 36).

3. Modifier l'identification, la configuration, l'ensemble de politiques d'entretien et la période (année) à partir de laquelle le calcul doit être effectué.
4. Dans l'onglet Ouvrages sélectionner les ouvrages qui doivent être pris en compte dans le calcul (menu contextuel Ajouter ouvrages resp. Supprimer ouvrages).
5. Basculer dans l'onglet Modèle de calcul et vérifier les facteurs pour les coûts supplémentaires (indiqués en pourcent). Ces facteurs peuvent être corrigés dans la colonne Défini par l'utilisateur.
6. *Pour enregistrer les définitions du pronostic, changer de contexte ou cliquer sur le bouton* Enregistrer.

⇨ Comment valider les bases de calcul

Mode ECHELLE DU RÉSEAU, Sous-mode DONNÉES DE BASE

1. Dans l'arborescence Explorer, sélectionner le pronostic (calculé avec l'ancien ensemble de données de base) qui doit être recalculé puis dans le menu contextuel, sélectionner la fonction Valider les bases de calcul.
2. Le système affiche une boîte de dialogue permettant de sélectionner la nouvelle configuration (seules les configurations calculées actives sont proposées) et de l'ensemble de politiques d'entretien.
3. Sélectionner la configuration souhaitée et l'ensemble de politiques d'entretien souhaités.
4. Confirmer la sélection en cliquant sur le bouton Terminer.
5. Il est désormais possible de modifier les données de pronostic. Le calcul du pronostic se fait lors du changement de contexte.

⇨ Comment copier un pronostic

Mode ECHELLE DU RÉSEAU, Sous-mode DONNÉES DE BASE.

1. Dans l'arborescence Explorer, sélectionner le pronostic à copier.
2. Dans la barre de symboles, cliquer sur **Copier le pronostic** - ou - ouvrir le menu contextuel (bouton droit de la souris; attention, le curseur doit pointer sur le pronostic souhaité) et sélectionner dans le menu contextuel la fonction Copier le pronostic **- ou - dans le menu**: Modifications – *sélectionner la fonction* **Copier le pronostic** - ou - enfoncer la combinaison de touches [Ctrl] + [C].
3. Le pronostic est copié.
4. Sélectionner le groupe de pronostics dans lequel le pronostic doit être copié.
5. Dans la barre de symboles, cliquer sur Coller le pronostic - ou - ouvrir le menu contextuel (bouton droit de la souris) puis dans ce menu contextuel, sélectionner la fonction Coller le pronostic - ou - dans le menu : Modifier – *Sélectionner la fonction* Coller le pronostic - ou - enfoncer la combinaison de touches [Ctrl] + [V].
6. Le pronostic est ajouté.

Remarque : Dans le cas d'une copie ou d'un ajout d'un pronostic non calculé avec un ensemble de données de base actif, tous les champs restent accessibles en lecture uniquement. Une utilisation avec l'ensemble de données de base requière encore la validation des bases de calcul.

⇨ Comment supprimer un groupe de pronostics

Mode ECHELLE DU RÉSEAU, Sous-mode DONNÉES DE BASE.

1. Dans l'arborescence Explorer, pointer la souris sur le groupe de pronostics à supprimer.
2. Ouvrir le menu contextuel (bouton droit de la souris) et cliquer sur Effacer le groupe de pronostics - ou - dans le menu *Modifications - Effacer* le groupe de pronostics.

3. Le groupe de pronostics ainsi que l'ensemble des pronostics de ca groupe sont supprimés.

⇨ Comment supprimer un pronostic

Mode ECHELLE DU RÉSEAU, Sous-mode DONNÉES DE BASE.

1. Dans l'arborescence Explorer, pointer la souris sur le pronostic à supprimer.
2. Ouvrir le menu contextuel (bouton droit de la souris) et cliquer sur Effacer le pronostic - ou - dans le menu *Modifications - Effacer* le pronostic.
3. Le pronostic est supprimé est retiré du groupe de pronostics.

4.4 Echelle du projet

4.4.1 Principes fondamentaux

Pour des ouvrages donnés et pour un budget donné, tous les projets de conservation possibles (un par ouvrage et par ensemble de politiques d'entretien) sont simulés pour la période suivante.

Pour chaque étendue du dégât, l'ensemble de politiques d'entretien définit une intervention, où « Aucune intervention » correspond à une détérioration pure. La détermination de la transition vers la classe d'état immédiatement inférieure (en termes de qualité) se fait plus facilement dans l'étude de conservation à l'échelle du projet qu'à l'échelle du réseau. La détérioration est également simulée par le biais de matrices de Markov. L'échelle du projet permet toutefois de faire passer uniquement certains segments dans la classe d'état immédiatement inférieure.

Pour que le système puisse définir dans quelle classe d'état une étendue va passer à la période suivante, un indicateur de détérioration est utilisé.
Les indicateurs de détérioration, calculés lors de la saisie des inspections des éléments de construction, représentent le processus de détérioration du segment par le passé. Plus l'indicateur de détérioration est important, plus la détérioration a été rapide et inversement.

A l'aide de ce processus passé de détérioration d'un segment, le système va pouvoir conclure sur la détérioration future du segment par le biais de l'indicateur de détérioration. Une étendue des dégâts avec un indicateur de détérioration élevé est fortement susceptible de passer dans la classe d'état immédiatement inférieure en termes de qualité, dans le cas d'une détérioration pure. Ce mécanisme est utilisé pour le calcul des étendues de dégât dans la période suivante.

Bien que le système ne génère que des projets de remise en état, il est toutefois possible de prendre en compte des projets d'aménagement par le biais des projets de conservation définis par l'utilisateur.

Dans les projets de conservation avec encombrement de la circulation, il est possible de définir les coûts utilisateur, dans les projets d'aménagement, c'est le bénéfice de l'utilisateur qui peut être déterminé.

Dans les projets de conservation définis par l'utilisateur, il est également possible de modifier les coûts supplémentaires ainsi que les interventions (type, étendue, coûts). L'utilisateur peut en outre enregistrer de nouveaux éléments de construction.

Le système génère un programme de travail basé sur les projets de conservation. Un seul projet de conservation est pris en compte pour chaque ouvrage. Une analyse incrémentielle coûts / bénéfice permet d'affecter un rang aux projets de conservation, tenant compte des limites budgétaires éventuelles.

S'il le souhaite, l'utilisateur peut « forcer l'exécution » d'un projet de conservation pour

chaque ouvrage en le désignant ainsi. Les projets de conservation ainsi désignés apparaissent en tête de liste dans le programme de travail (c.à.d. que leur exécution va être forcée).

4.4.2 Interface utilisateur

Une sélection d'ouvrages d'art pour l'étude de planification (bref : sélection pour l'étude) peut être faite et éditée dans le mode ECHELLE DU PROJET. Le mode ECHELLE DU PROJET se divise en sous-modes DONNÉES DE BASE et RÉSULTAT.

Une sélection pour l'étude comporte des ouvrages, un ou plusieurs ensembles budgétaires et les bases de calcul (configuration, période). Le calcul des projets de conservation et le calcul du programme de travail sont réalisés sur la base de ces données.

De manière générale, seuls les projets de conservation de la période actuelle (la dernière) peuvent être modifiés. Chaque modification des chiffres au niveau du projet de conservation entraîne automatiquement un nouveau calcul du programme de travail.

Sous-mode Données de base - Echelle du projet Onglet *Propriétés*

Les projets de conservation sont calculés sur la base d'un ensemble de données de base actif d'une configuration donnée. La Durée à partir de (année) détermine le point de lancement de la simulation. Le calcul simule une détérioration pure jusqu'au point final de la simulation.

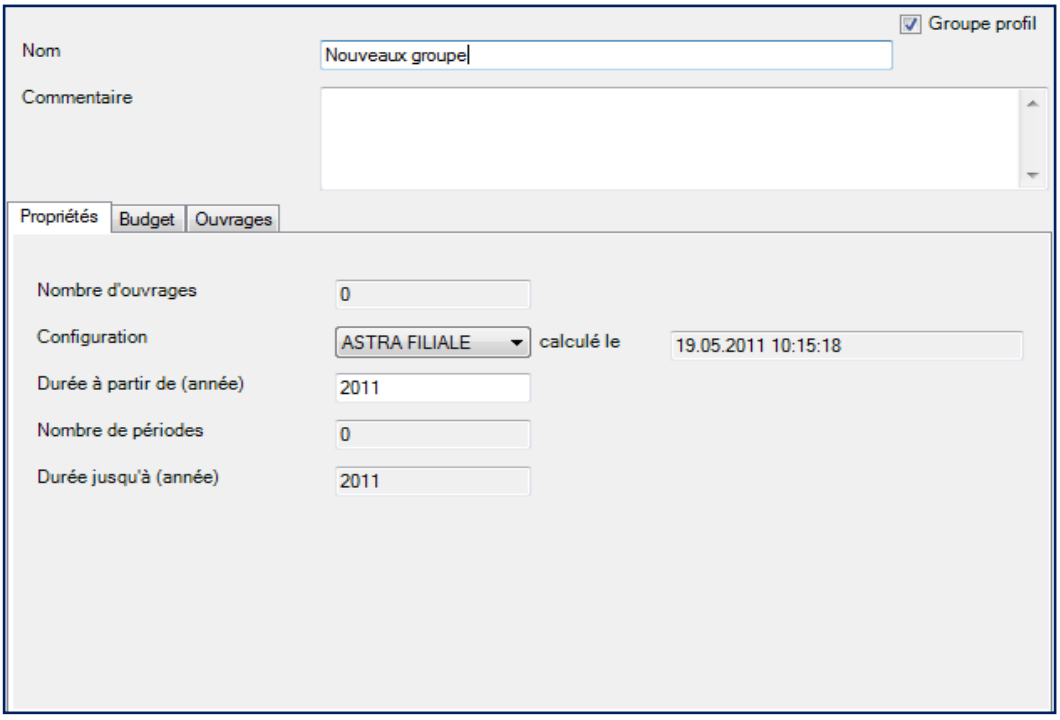


Fig. 4.20 Sélection pour l'étude (mode Echelle du projet, sous-mode Données de base, onglet Propriétés).

Nombre d'ouvrages
Nombre d'ouvrages affectés dans l'onglet *Ouvrages*.

Configuration
Ensemble de données de base. Si le champ est uniquement en mode lecture, il s'agit alors non pas de l'ensemble calculé actif, mais plutôt d'un ensemble de données de base calculé bien auparavant.

Calculé le
Indique le date de calcul de l'ensemble de données de base utilisé (uniquement en mode lecture).

Durée à partir de (année)
Année de lancement de la simulation.

Nombre de périodes
Indique le nombre de périodes calculées (0 au départ).

Durée jusqu'à (année)
Indique l'année de fin de simulation (uniquement en mode lecture).

Onglet Budget
Les ensembles de budget peuvent être saisis dans le tableau de la partie supérieure. 25 entrées budgétaires peuvent être affectées à chaque ensemble de budget, dans le tableau de la partie inférieure (la simulation couvre 5 périodes maximum, chacune de 5 ans), chaque entrée correspondant à une année à partir de l'année de lancement. L'ensemble de budget « illimité » reste toujours disponible et ne doit pas être saisi.

Seules les entrées budgétaires de la période calculée en dernier lieu ainsi que des périodes suivantes peuvent être modifiées. Lors du calcul d'une étape de simulation, les entrées budgétaires de la période correspondante sont prises en compte pour la création du programme de travail.

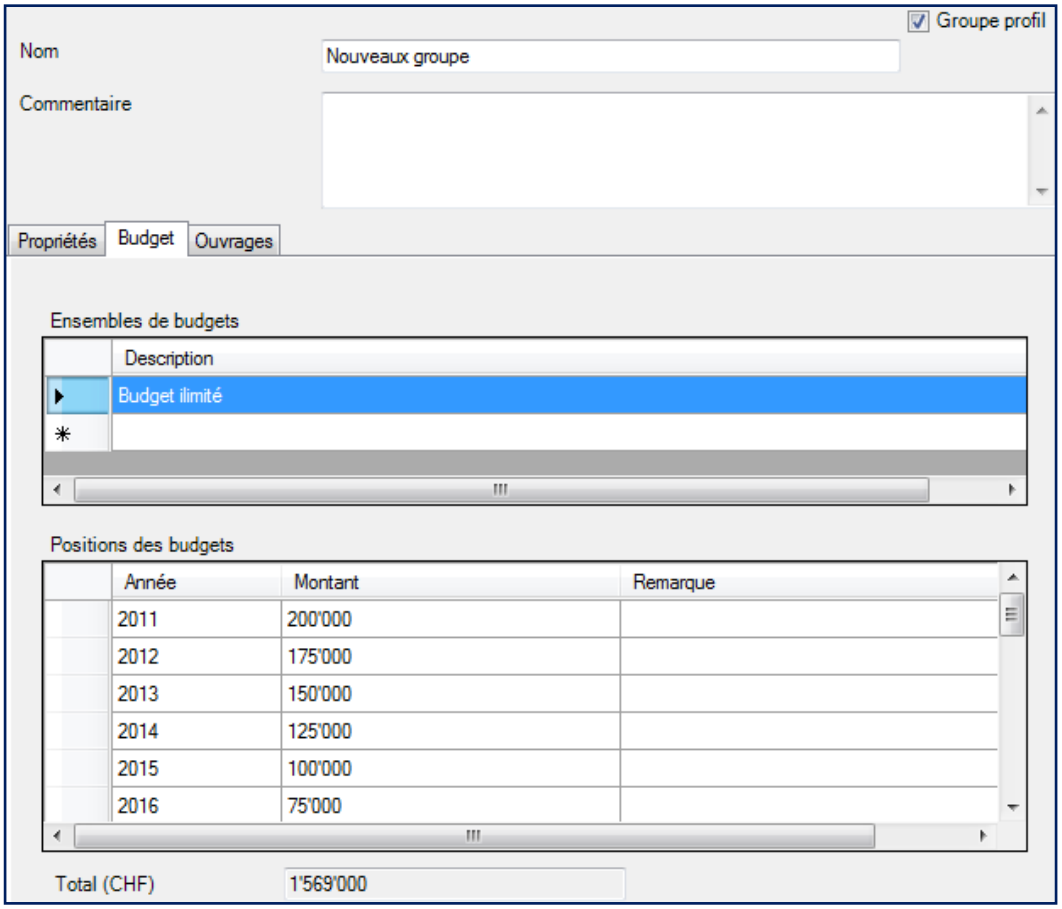


Fig. 4.21 Sélection pour l'étude (mode Echelle du projet, sous-mode Données de base, onglet Budget).

Onglet *Ouvrages*
Le calcul est effectué pour les ouvrages sélectionnés. En l'absence d'éléments de construction déterminants pour les coûts au niveau d'un ouvrage, aucun projet de conservation n'est calculé pour cet ouvrage. L'ajout ou la suppression d'ouvrages suite à un calcul entraîne la suppression des résultats pour toutes les périodes, hormis ceux de la première période qui est alors recalculée.

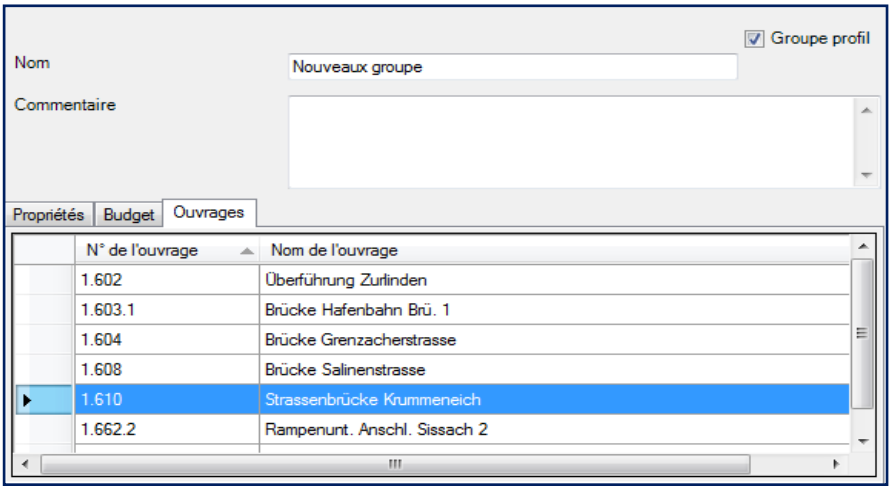


Fig. 4.22 Sélection pour l'étude (mode Echelle du projet, sous-mode Données de base, onglet Ouvrages).

⇨ Comment ajouter un ouvrage

Mode ECHELLE DU PROJET, Sous-mode DONNÉES DE BASE, Onglet *Ouvrages*.

1. Afficher le menu contextuel et cliquer sur la fonction Ajouter ouvrages. La fenêtre Rechercher *s'ouvre*.
2. Sélectionner le filtre requis, saisir les mots clé et cliquer sur le bouton Exécuter. Le filtre défini s'exécute.
3. Dans la liste résultante affichée dans la partie inférieure, sélectionner l'ouvrage souhaité puis cliquer sur Appliquer.

⇨ Comment supprimer un ouvrage

Mode ECHELLE DU PROJET, Sous-mode DONNÉES DE BASE, Onglet *Ouvrages.*

1. Dans l'onglet, sélectionner un ouvrage.
2. Afficher le menu contextuel et cliquer sur le fonction *Supprimer Ouvrages*. L'ouvrage est supprimé.

Sous-mode Résultats

⇨ Comment créer une nouvelle période

Mode ECHELLE DU PROJET, Sous-mode RÉSULTAT

1. Dans l'arborescence Explorer, sélectionner le groupe pour lequel une nouvelle période doit être créée.
2. Ouvrir le menu contextuel dans la partie inférieure de la fenêtre de travail et sélectionner la fonction Nouvelle période. La fenêtre suivante s'ouvre :

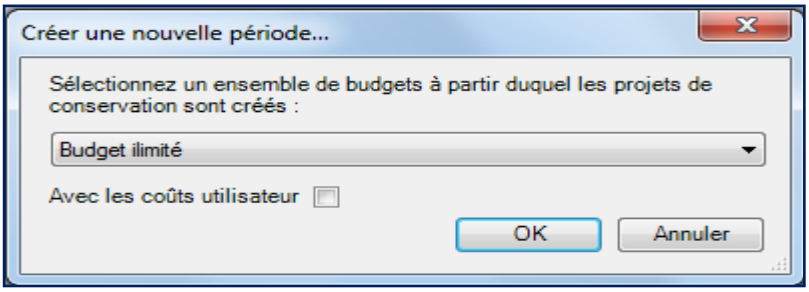


Fig. 4.23 Créer une nouvelle période.

3. Cliquer sur le bouton OK pour lancer le calcul du programme de travail pour la période suivant.

Programme de travail

Le programme de travail est toujours présenté en deux formes (avec ou sans prise en compte des coûts utilisateur). Lorsque le programme de travail comporte des projets d'aménagement engendrant un bénéfice utilisateur, cet état de fait est visible uniquement dans le programme de travail « Avec les coûts utilisateur ».

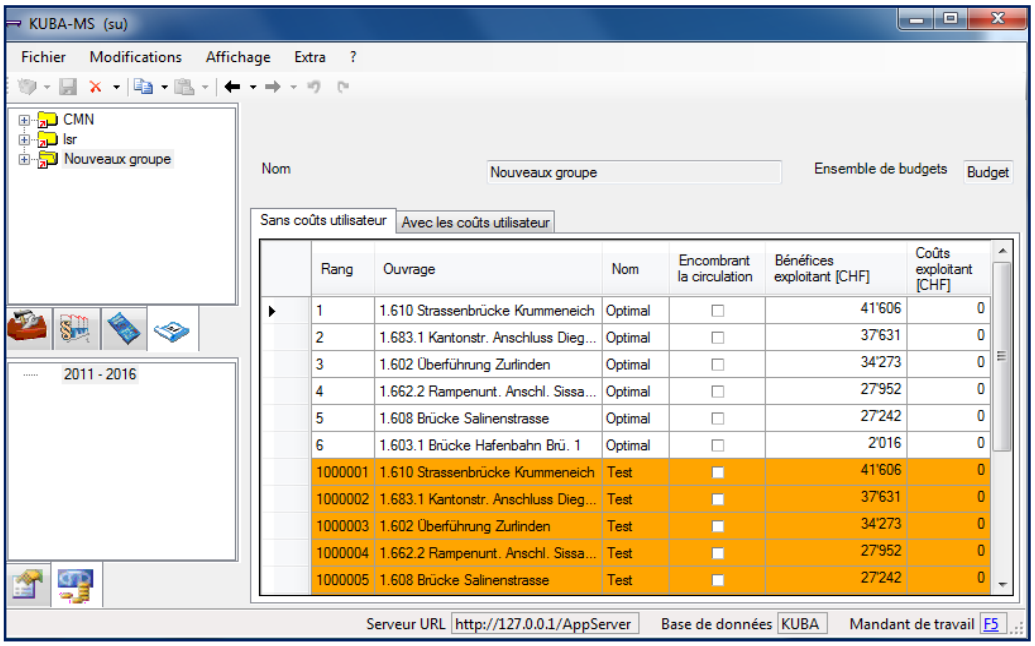


Fig. 4.24 Sélection pour l'étude (mode Echelle du projet, sous-mode Résultats, onglet Programme de travail sans coûts utilisateur).

Nom
Nom de la sélection pour l'étude

Ensemble de budgets
Nom de l'ensemble de budgets

Un projet de conservation par ensemble de politiques d'entretien est affecté à chaque ouvrage contenu dans la sélection pour l'étude. En outre, il est possible de définir, pour un ouvrage, un ou plusieurs projets de conservation défini(s) par l'utilisateur. Toutefois, un projet de conservation au maximum est exécutable pour chaque ouvrage. L'analyse incrémentielle coûts / bénéfice affecte un rang aux différents projets de conservation et détermine pour chaque ouvrage un projet de conservation « gagnant » (auquel est affecté le rang le plus petit). En fonction des limites budgétaires, les projets gagnants sont affectés d'un rang < 1'000'000 et les projets perdants sont affectés d'un rang > 1'000'000. Les projets perdants sont en outre surlignés en orange.

Lorsqu'un projet de conservation doit être exécuté, quoi qu'il arrive, ceci peut être spécifié avec « Forcer l'exécution ». Cette fonction est particulièrement utile dans le cas de projets de conservation définis par l'utilisateur.

En l'absence de limites budgétaires et de la spécification « Forcer l'exécution » pour un projet de conservation, les projets de conservation gagnants sont ceux de l'ensemble de politiques d'entretien « optimal ».

Projets de conversation

Un projet de conservation est établi, pour une période donnée, pour chaque ouvrage et ensemble de politiques d'entretien. Ces projets sont visibles dans la liste de la partie supérieure, dans la fenêtre de travail.

N° de l'ouvrage 1.602 Nom de l'ouvrage Überführung Zurlinc Propriétaire des données CH - SCHWEI

	Nom	Politique d'entretien	Encombrant la circulation	Forcer l'exécution	Coûts exploitant [CHF]
▶	Minimal		☐	☐	0
	Optimal		☐	☐	0

Fig. 4.25 Projets de conservation (mode Echelle du projet, sous-mode Résultats).

N° de l'ouvrage
Numéro de l'ouvrage

Nom de l'ouvrage
Nom de l'ouvrage

Propriétaire des données
Propriétaire des données de l'ouvrage

Nom
Nom de projet de conservation (par défaut = nom de l'ensemble de politiques d'entretien)

Politique d'entretien
Nom de l'ensemble de politique d'entretien

Encombrant la circulation
Caractère indiquant si le projet de conservation comporte une intervention encombrant la circulation.

Forcer l'exécution
Force l'exécution d'un projet de conservation (visible dans le programme de travail). Un seul projet de conservation peut être exécuté pour chaque ouvrage, par période.

Coûts exploitant
Similaire au champ du même nom dans l'onglet Projet. Les détails y sont visibles (voir Onglet *Projet*, p. 43).

Projets de conservation planifiés
En plus des projets de conservation générés et définis par l'utilisateur, KUBA-MS prend en considération des projets de conservation planifiés basés sur les mesures de conservation planifiées saisies dans KUBA-DB ((cf. paragraphe 3.3.3 dans [6]). Ces projets sont caractérisés par :

- Afin qu'une intervention de conservation de l'élément de construction saisie dans KUBA-DB puisse être prise en considération, la date de réception doit se trouver dans la période à calculer (par ex. lorsque la période s'étend de 2025 à 2030, la date de réception doit être >1.1.2025 et < 31.12.2030.).
- Afin qu'une intervention de conservation de l'élément de construction saisie dans KUBA-DB puisse être prise en considération, en plus du statut et de la date de réception, les coûts doivent être saisis et le type d'intervention doit correspondre à une des interventions plausibles. Les interventions plausibles par processus de détérioration et état sont déterminées dans la configuration utilisée (KUBA-ADM). Les processus de détérioration et les états déterminants sont indiqués par l'étendue des dégâts de l'élément de construction au début de la période.

Les interventions de conservation planifiées dans KUBA-DB sont prises en considération à la fois dans le projet et dans le réseau et sont intégrées dans la simulation. Seuls les projets de conservation planifiés achevés avant le début du pronostic sont pris en considération dans le réseau. Ils ne sont cependant pas indiqués séparément. Dans le projet, les interventions de conservation planifiées sont représentées comme des projets de conservation planifiés (nom=planifié) qui sont réglés automatiquement sur **« Forcer l'exécution »** lors de la simulation du système.

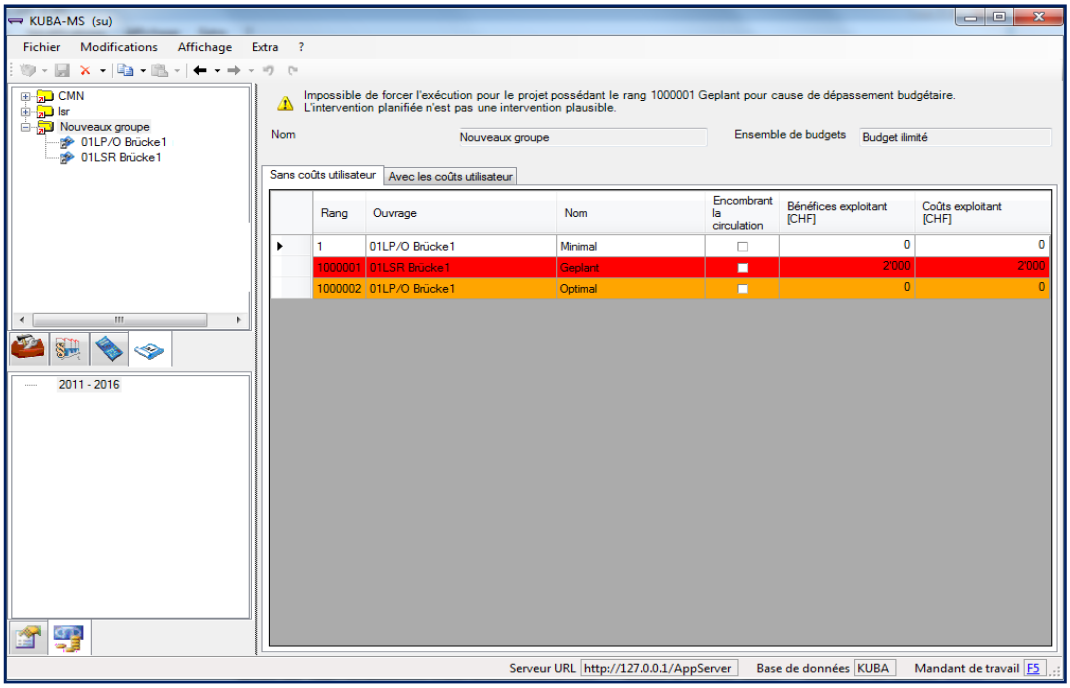


Fig. 4.26 Projets de conservation planifiés avec dépassement du budget (Mode Projet, sous-mode Résultats, Onglet programme de travail sans coût utilisateur).

Si un projet de conservation est sélectionné et spécifié avec « Forcer l'exécution » mais le budget est insuffisant, celui-ci est marqué en rouge (dans la Fig. 4.26 il s'agit du projet de conservation planifié). Le message suivant apparaît : « Le projet de rang {X} ne peut pas être exécuté en raison d'un dépassement de budget ».

Si des interventions sont définies pour des projets de conservation planifiés et ne correspondent cependant pas aux interventions plausibles de la configuration sélectionnée, le message suivant apparaît : « L'intervention planifiée n'est pas une intervention plausible ».+ description de l'intervention.

Onglet *Projet*

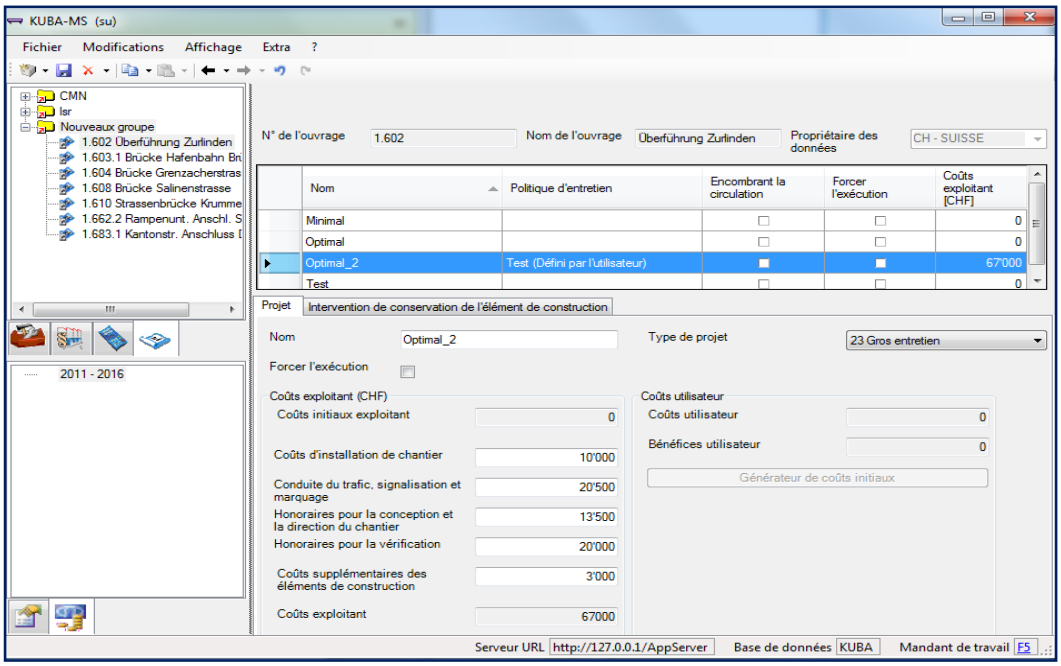


Fig. 4.27 Projet de conservation (mode Echelle du projet, sous-mode Résultats, onglet Projet).

Nom
Nom par défaut du projet de conservation (= nom de l'ensemble de politiques d'entretien)

Type de projet
« 23 Gros entretien » ou « 4 Aménagement »

Forcer l'exécution
Force l'exécution d'un projet de conservation (visible dans le programme de travail).

Unseul projet de conservation peut être exécuté pour chaque ouvrage, par période.

Coûts initiaux exploitant
Somme de tous les coûts d'intervention du projet de conservation, multipliée par un facteur pour les éléments de construction non déterminants pour les coûts :

$CoûtsInitiauxExploitant_t$ = ($CoûtsIntervention_{i,t}$) (1+*FacteurPasDetElemConst*)
n = Nombre Interventions du Projet de conservation
Coûts d'installation de chantier

Produit des coûts initiaux exploitant et d'un facteur pour les coûts d'installation de chantier

$CoûtsInstallationChantier_t$ = $CoûtsInitiauxExploitant_t$ x Facteur*CoûtsSuppl.Installation*
$CoûtsConstruction_t$ = $CoûtsInitiauxExploitant_t$ + $CoûtsInstallationChantier_t$
Conduite du trafic, signalisation et marquage

Produit des coûts de construction et des facteurs pour la conduite du trafic, la signalisation et le marquage etc. Les coûts de construction sont égaux à la somme des coûts initiaux exploitant et des coûts d'installation du chantier.

$$CoûtsDirectionTraficEtc_t = CoûtsConstruction \cdot FacteurCoûtsSuppl.DirectionTraficEtc$$

Honoraires pour la conception et la direction du chantier
Produit des coûts de construction et du facteur pour la conception (l'étude de projet) et la direction du chantier.

$$HonorairesDirectionChantier_t = CoûtsConstruction \cdot FacteurHonorairesDirectionProjet$$

Honoraires pour la vérification
Produit des coûts de construction et du facteur pour la vérification

$$HonorairesVérification_t = CoûtsConstruction \cdot FacteurHonorairesVérification$$

Coûts exploitant
Somme des coûts de construction, des coûts de la conduite du trafic, signalisation et marquage, des honoraires pour la direction et la conception du chantier et des honoraires pour la vérification.

$$CoûtsExploitant_t = CoûtsConstruction_t + DirectionTraficEtc_t + HonorairesDirectionChantier_t + HonorairesVérification_t$$

Coûts utilisateur
Les coûts utilisateur peuvent être calculés manuellement ou par le biais du générateur des coûts initiaux. Le champ est actif uniquement lorsque le projet de conservation est désigné comme encombrant la circulation.

Bénéfice utilisateur
Requis uniquement dans le cas d'un projet d'aménagement.

Bouton Générateur des coûts initiaux
Permet le calcul du bénéfice utilisateur. Le bouton est actif uniquement lorsque le projet de conservation est désigné comme encombrant la circulation.

***Onglet* Intervention de conservation de l'élément de construction**

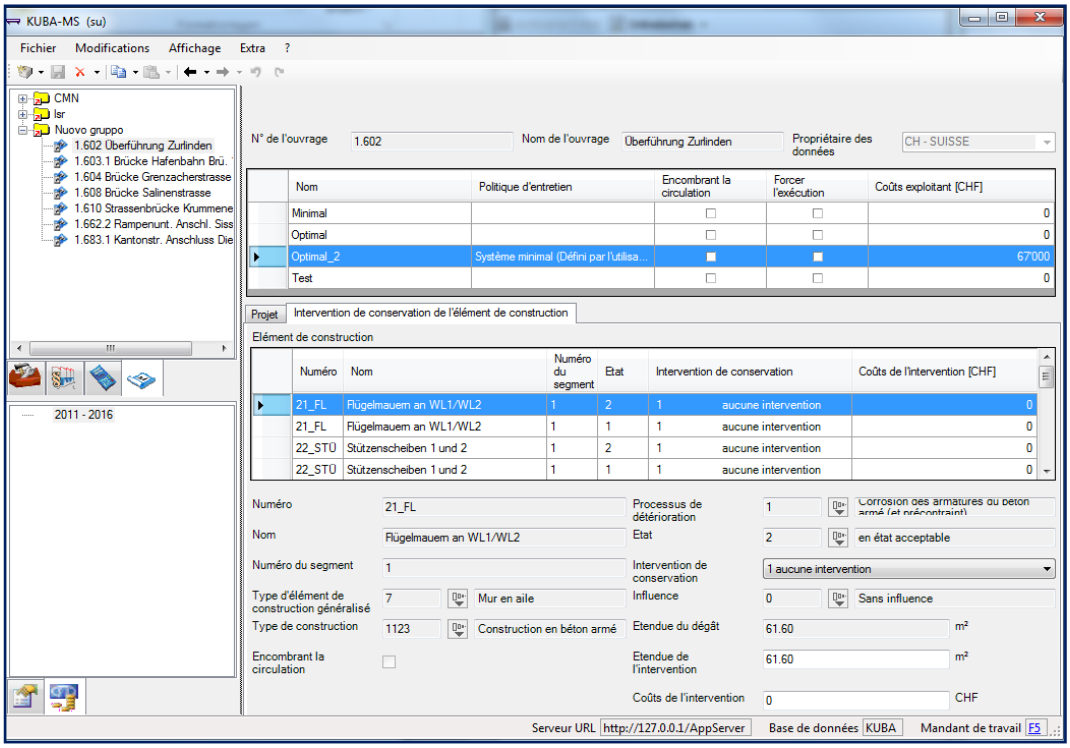


Fig. 4.28 Projet de conservation (mode Echelle du projet, sous-mode Résultats, onglet Intervention de conservation de l'élément de construction).

Numéro
Numéro de l'élément de construction (peut être saisi uniquement dans le cas d'un nouvel élément de construction)

Nom
Nom de l'élément de construction (peut être saisi uniquement dans le cas d'un nouvel élément de construction)

Numéro du segment
Intégré en fonction de la segmentation actuelle de l'élément de construction

Type d'élément de construction généralisé
Sélection en catalogue (peut être saisie uniquement dans le cas d'un nouvel élément de construction)

Type de construction
Sélection en catalogue (peut être saisie uniquement dans le cas d'un nouvel élément de construction)

Encombrant la circulation
Champ optionnel. Caractérise l'ensemble du projet de conservation comme encombrant la circulation et permet la saisie des coûts utilisateur.

Processus de détérioration
Sélection en catalogue (mode lecture uniquement)

Etat
Etat de l'étendue des dégâts (mode lecture uniquement)

Intervention de conservation
Sélection d'une intervention plausible (peut être modifiée uniquement dans le cas d'un projet de conservation défini par l'utilisateur)

Influence
Sélection en catalogue (peut être saisie uniquement dans le cas d'un nouvel élément de construction)

Etendue de dégât
Etendue du dégât (peut être saisie uniquement dans le cas d'un nouvel élément de construction et correspond dans ce cas à l'étendue de l'élément de construction → CE1)

Etendue de l'intervention
Défini l'étendue de l'intervention. Généralement, identique ou supérieure à l'étendue du dégât (peut être modifiée uniquement dans le cas d'un projet de conservation défini par l'utilisateur)

Coûts de l'intervention
Les coûts de l'intervention calculés peuvent être remplacés (uniquement dans le cas d'un projet de conservation défini par l'utilisateur).

4.4.3 Fonctions

Le paragraphe suivant détaille les fonctionnalités de mode ECHELLE DU PROJET.

⇨ Comment créer une sélection d'études

Mode ECHELLE DU PROJET, Sous-mode DONNÉES DE BASE.

1. Dans la barre de symboles, cliquer sur **Nouvelle sélection d'études** - ou - ouvrir le menu contextuel (bouton droit de la souris; attention, le curseur doit se trouver dans l'arborescence Explorer) et sélectionner dans le menu contextuel Nouvelle sélection d'études - ou - sélectionner dans le menu : Modifications - Nouveau – Nouvelle sélection d'études.
2. Saisir un nom voire un commentaire relatif à la sélection d'études.
3. Saisir le période (de l'année) à partir de laquelle le calcul doit être effectué.
4. Dans l'onglet Ouvrages sélectionner les ouvrages qui doivent être pris en compte dans le calcul (menu contextuel Ajouter ouvrages resp. Supprimer ouvrages).
5. Sélectionner l'onglet Budget.
6. Dans le tableau du haut Ensembles de budgets, saisir le nom d'un nouvel ensemble de budget.
7. Dans le tableau Positions des budgets de la partie inférieure, saisir la somme budgétaire allouée pour chaque année.

Remarque : L'ensemble de budgets « illimité » reste disponible à tout moment. En cas d'application de cet ensemble de budgets, les étapes 6 et 7 ne sont pas requises.

8. La sélection d'études est enregistrée lors d'un changement de contexte ou en cliquant sur le bouton *Enregistrer*.

⇨ Comment modifier une sélection d'études

Mode ECHELLE DU PROJET, Sous-mode DONNÉES DE BASE.

1. Dans la structure arborescente, sélectionner la sélection d'études ä modifier.
2. Lorsque la sélection d'études ne peut pas être éditée (tous les champs sont en mode lecture uniquement) et si l'utilisateur dispose du rôle Auteur du projet (visible via le menu *?-->A propose de KUBA-MS* dans l'onglet Utilisateur), cela signifie que le calcul a été effectué avec un ancien ensemble de données de base (qui n'est plus actif). Si l'utilisateur souhaite conserver la sélection d'études, il est possible de travailler sur une copie de cette sélection, en la copiant (voir Comment copier et ajouter une sélection d'études, p. 48). Une modification de cette sélection d'études requière un ensemble de données de base actif, pour cela, dissocier les bases de calcul (voir Comment valider les basses de calcul, p. 48).
3. Modifier le nom et le commentaire de la sélection d'études.

4. Modifier la période (année) à partir de laquelle le calcul doit être effectué.

Remarque : si une ou plusieurs période(s) a/ont déjà été calculée(s), toutes les périodes et leurs données (en particulier les projets de conservation définis par l'utilisateur) sont supprimées.

5. Dans le tableau Ensembles de budgets de la partie supérieure, sélectionner le nom d'un ensemble de budgets existant.
6. Dans le tableau du bas Positions des budgets de la partie inférieure, modifier la somme du budget allouée pour l'année correspondante.

Remarque : Seules les sommes budgétaires à partir de la dernière période calculée peuvent être modifiées. Si l'utilisateur souhaite modifier une somme budgétaire antérieure, supprimer d'abord la période correspondante (voir Comment supprimer une période, p. 47).

7. Dans l'onglet Ouvrages sélectionner les ouvrages qui doivent être pris en compte dans le calcul (menu contextuel Ajouter ouvrages resp. Supprimer ouvrages).

Remarque : Lorsque déjà plusieurs périodes ont été calculées, l'ajout ou la suppression d'un ouvrage entraîne la suppression de toutes les périodes et de leurs données en-dehors de la première période (en particulier les projets de conservation définis par l'utilisateur).

8. La sélection d'études est enregistrée lors d'un changement de contexte ou en cliquant sur le bouton *Enregistrer*.

⇨ Comment calculer une période

Mode ECHELLE DU PROJET, Sous-mode DONNÉES DE BASE.

1. Basculer dans le sous-mode RESULTAT et cliquer dans la zone de la structure arborescente inférieure (vide au début) avec le bouton droit de la souris (menu contextuel) puis sélectionner la fonction Nouvelle période.

Remarque : 5 périodes au maximum peuvent être calculées.

2. Le système ouvre une boîte de dialogue dans laquelle l'ensemble de budgets à prendre en compte peut être défini. En l'absence de calcul de la première période, l'utilisateur peut choisir de se baser sur le programme de travail précédent avec prise en compte des coûts utilisateur ou sans prise en compte de ces coûts.
3. Cliquer sur OK. Le système crée tous les projets de conservation possibles pour la période suivante (un par ouvrage et par ensemble de politiques d'entretien) et génère un programme de travail basé sur une analyse incrémentielle coûts / bénéfices.
4. Le système affiche deux programmes de travail (avec/sans prise en compte des coûts de l'utilisateur).
5. Si l'utilisateur souhaite visualiser ou modifier un projet de conservation, ou encore créer son propre projet de conservation, sélectionner l'ouvrage correspondant dans la structure arborescente de la partie supérieure d'une part, et la période la plus récente dans la structure arborescente de la partie inférieure d'autre part (voir Comment établir un projet de conservation défini par l'utilisateur, p. 49).

⇨ Comment supprimer une période

Mode ECHELLE DU PROJET, Sous-mode RÉSULTAT.

1. Basculer dans le sous-mode RESULTAT, dans la structure arborescente de la partie supérieure, sélectionner la sélection d'études souhaitée, et dans la structure arborescente de la partie inférieure, sélectionner la période la plus récente. Avec le bouton droit de la souris (menu contextuel), cliquer sur la période la plus récente et sélectionner la fonction Supprimer période.
2. Valider la demande de confirmation avec OUI.
3. Le système supprime la période avec tous les projets de conservation (même les projets de conservation définis par l'utilisateur).

⇨ Comment valider les basses de calcul

Mode ECHELLE DU PROJET, Sous-mode DONNÉES DE BASE.

1. Sélectionner la sélection d'études devant être à nouveau calculée dans la structure arborescente puis dans le menu contextuel, cliquer sur la fonction Valider les bases de calcul.
2. Il est désormais possible de modifier les données de la sélection d'études. Le calcul su pronostic se fait lors du changement de contexte (par ex. affichage du sous-mode RÉSULTAT).

⇨ Comment copier et ajouter une sélection d'études

Mode ECHELLE DU PROJET, Sous-mode DONNÉES DE BASE.

1. Dans la structure arborescente Explorer, sélectionner la sélection d'études devant être copiée.
2. Dans le menu contextuel (bouton droit de la souris; attention, le curseur doit pointer sur le pronostic concerné) et sélectionner dans le menu contextuel Copier la sélection d'études - ou - sélectionner dans le menu Modifications *ou* dans la barre de symboles la fonction **Copier la sélection d'études**.
3. Dans le menu contextuel ou dans la barre de symboles, sélectionner la fonction **Coller la sélection d'études**.
4. Le système crée une copie de la sélection d'études. Le nom de la sélection d'études ajoutée est formé par l'ancien nom suivi du texte « Copie ».
5. Modifier le nom de la sélection d'études ajoutée.

Remarque : Si la sélection d'études n'est pas basée sur un ensemble de données de base actif, , il est possible de valider la sélection d'études.

⇨ Comment supprimer une sélection d'études

Mode ECHELLE DU PROJET, Sous-mode DONNÉES DE BASE.

1. Pointer le curseur de la souris sur l'objet devant être supprimé dans la structure arborescente Explorer.
2. Dans le menu contextuel (bouton droit de la souris) sélectionner Effacer la sélection d'études - ou - dans le menu Modifications ou dans la barre de symboles, sélectionner la fonction Effacer la sélection d'études
3. *Le système demande confirmation de la suppression de la sélection d'études.*
4. *Si la demande de confirmation est validée par OUI, le système supprime définitivement la sélection d'études.*

⇨ Comment définir un encombrement de la circulation sur projet de conservation et comment saisir les coûts

Mode ECHELLE DU PROJET, Sous-mode RÉSULTAT.

1. Au sein de la sélection d'études, sélectionner l'ouvrage souhaité (structure arborescente de la partie supérieure).
2. Dans l'arborescence inférieure, sélectionner la période actuelle.
3. Dans la fenêtre de visualisation, dans la partie supérieure, sélectionner le projet de conversation concerné.
4. Basculer dans l'onglet Intervention de conservation d'éléments de construction et sélectionner dans la liste des interventions celle engendrant un encombrement de la circulation.
5. Le système affiche dans la partie inférieure les informations détaillées relatives à cette intervention. Cocher la case Encombrant la circulation (en cliquant dans la case de contrôle).

Remarque : Pour qu'un projet de conservation puise être défini comme encombrant la circulation, au moins une intervention doit entraîner un encombrement de la circulation.

6. Basculer sur l'onglet Projet. Le bouton Générateur des coûts initiaux est désormais actif. Cliquer sur le bouton, le système ouvre un petit calculateur (module auxiliaire pour le calcul des coûts utilisateur).
7. Saisir les valeurs correspondantes.

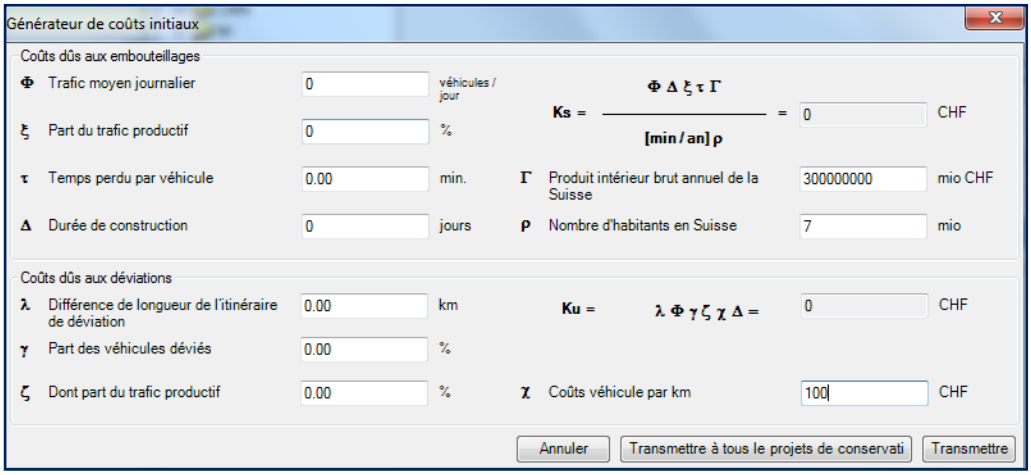


Fig 4.29 Générateur de coûts initiaux.

8. Cliquer sur le bouton Transmettre pour calculer la somme de Ku et Ks dans les coûts utilisateur du projet de conservation sélectionné. Le bouton Transmettre à tous les projets de conservation permet de calculer la somme de Ku et Ks dans tous les projets de conservation de l'ouvrage, dans la période actuelle. Cliquer sur Annuler pour interrompre la saisie des coûts utilisateur, l'ancienne valeur est alors conservée.

⇨ Comment établir un projet de conservation défini par l'utilisateur

Mode ECHELLE DU PROJET, Sous-mode RÉSULTAT.

1. Dans la sélection de l'étude (structure arborescente supérieure), sélectionner l'ouvrage concerné.
2. Dans la structure arborescente inférieure, sélectionner la période actuelle.
3. Dans la fenêtre de visualisation, tableau de la partie supérieure, sélectionner le projet de conservation souhaité devant servir de base pour la création du projet de conservation défini par l'utilisateur.
4. Cliquer avec le bouton droit de la souris sur le projet de conservation correspondant et sélectionner la fonction Nouveau projet de conservation défini par l'utilisateur, dans le menu contextuel.
5. Dans l'onglet Projet saisir le nom du projet de conservation défini par l'utilisateur.
6. Modifier les coûts supplémentaires.
7. Utiliser les champs correspondants pour transformer un projet de conservation défini par l'utilisateur en un projet d'aménagement, pour modifier les différentes interventions proposées (intervention de conservation, étendue de l'intervention, coûts de l'intervention, caractère « encombrant la circulation »).

⇨ Comment enregistrer un projet d'aménagement

Mode ECHELLE DU PROJET, Sous-mode RÉSULTAT.

1. Créer un projet de conservation défini par l'utilisateur (voir Comment établir un projet de conservation défini par l'utilisateur).
2. Dans l'onglet *Type de projet*, modifier le type de projet ver « 4 Aménagement ».

3. Le système débloque le champ de saisie Bénéfice de l'utilisateur. Le bénéfice de l'utilisateur est essentiel à la création du programme de travail « avec coûts utilisateur ».
4. Saisir le bénéfice de l'utilisateur.

⇨ Comment modifier les interventions proposée pour un projet de conservation défini par l'utilisateur

Mode ECHELLE DU PROJET,.Sous-mode RÉSULTAT.

1. Dans la sélection d'études (partie haute de l'arborescence), sélectionner l'ouvrage concerné.
2. Dans l'arborescence inférieure, sélectionner la période actuelle.
3. Dans la fenêtre de visualisation, tableau de la partie supérieure, sélectionner le projet de conservation défini par l'utilisateur souhaité.
4. Dans l'onglet Intervention de conservation de l'élément de construction, sélectionner l'intervention à modifier.
5. Pour chaque intervention, il est possible de modifier l'intervention de conservation (dans la limite des interventions plausibles), l'étendue de l'intervention et les coûts de l'intervention, ainsi que le caractère ‘Encombrant la circulation’.

Remarque : La modification de l'intervention de conservation entraîne une modification des coûts d'intervention ainsi que des coûts résultants, qui sont visibles dans l'onglet Projet des coûts exploitant initiaux.

⇨ Comment affecter un nouvel élément de construction à un projet de conservation défini par l'utilisateur

Mode ECHELLE DU PROJET, Sous-mode RÉSULTAT.

1. Dans la sélection d'études (partie haute de l'arborescence), sélectionner l'ouvrage concerné.
2. Dans l'arborescence inférieure, sélectionner la période actuelle.
3. Dans la fenêtre de visualisation, tableau du haut, sélectionner le projet de conservation défini par l'utilisateur souhaité.
4. Cliquer avec le bouton droit de la souris (menu contextuel) dans l'onglet Intervention de conservation de l'élément de construction et sélectionner dans le menu contextuel la fonction Nouvel élément de construction comme intervention de conservation.
5. Dans la partie détaillée, saisir le numéro, le nom, le type d'élément de construction généralisé et le type de construction. Ce dernier paramètre doit être compatible avec le type d'élément de construction sélectionné. Dans le cas contraire, un message d'avertissement apparaît. Une fois le type de construction sélectionné, le système définit automatiquement le processus de détérioration par défaut.
6. Saisir l'influence, l'étendue du dégât et les coûts de l'intervention.

Remarque : L'étendue du dégât correspond à l'étendue de l'élément de construction, car la classe d'état a été prédéfinie sur « 1 en bon éta »”.

⇨ Comment supprimer un nouvel élément de construction pour un projet de conservation défini par l'utilisateur

Mode ECHELLE DU PROJET, Sous-mode RÉSULTAT.

1. Dans la sélection d'études (partie haute de l'arborescence), sélectionner l'ouvrage concerné.
2. Dans l'arborescence inférieure, sélectionner la période actuelle.
3. Dans la fenêtre de visualisation, tableau du haut, sélectionner le projet de conservation défini par l'utilisateur souhaité.
4. Dans l'onglet Intervention de conservation de l'élément de construction, sélectionner l'élément de construction créé ultérieurement. Cliquer (bouton droit de la souris) sur la

saisie correspondante pour visualiser le menu contextuel. Sélectionner la fonction Effacer la nouvelle intervention d'élément de construction.

⇨ Comment forcer la prise en compte d'un projet de conservation dans le programme de travail

Mode ECHELLE DU PROJET, Sous-mode RÉSULTAT.

1. Dans la sélection d'études (partie haute de l'arborescence), sélectionner l'ouvrage concerné.
2. Dans l'arborescence inférieure, sélectionner la période actuelle.
3. Dans la fenêtre de visualisation, tableau du haut, sélectionner le projet de conservation défini par l'utilisateur souhaité.
4. Dans l'onglet Projet cocher la case Exécuter.

Remarque : Pour chaque ouvrage et période, un seul projet de conservation peut être défini comme exécutable. Tout autre projet de conservation défini comme exécutable précédemment est automatiquement désactivé (la case est décochée).

Annexes

I Anexe 55
I.1 Type d'élément d'ouvrage généralisé 55
I.2 Processus de détérioration d'élément de construction déterminant pour les coûtsd'élément 57
I.3 Processus de détérioration d'élément spécial 58

I Anexe

I.1 Type d'élément d'ouvrage généralisé

Tous les types d'éléments de construction cités ici sont déterminants pour les coûts.

Tab. I.1 Type d'élément d'ouvrage généralisé

Type d'élément d'ouvrage généralisé		Type d'élément de construction	
CodeH	**Texte**	**CodeH**	**Texte**
5	Culée	31	Culée
		3101	Culée avec couloir de visite
		3102	Culée sans couloir de visite
		375	Banc d'appui
		3805	Mur de culée
		3807	Mur arrière de culée
7	Mur de Soutènement, Mur en aile	1244	Construction de soutènement
		3806	Mur en aile
		3008	Mur massif
		3809	Mur à contreforts
		3810	Mur à console
		3811	Mur ancré
		3812	Mur de revêtement
9	Piliers, piles, pylônes	32	Pilier, pile, pylône
		321	Pilier, béquille
		3211	Pilier isolé
		3212	Rangée de piliers
		3213	Rangée de piliers avec entretoise
		3215	Béquille
		3216	Rangée de béquilles
		3217	Pilier (sur arc)
		3218	Montant
		322	Pile
		3221	Pile unique
		3222	Pile à marteau
		3223	Piles doubles
		3224	Piles doubles avec entretoise
		323	Pylône
		3231	Pylône unique
		3232	Pylône double
		3233	Pylône en forme de A
		3234	Pylône en forme de H
10	Mur, paroi porteuse	3801	Mur, paroi porteuse
		3804	Mur
		3814	Ame
		3815	Dalle inférieure
		3816	Entretoise
11	Poutre à âme pleine	33	Poutre
		3303	Poutre à âme pleine
		3304	Poutre à section en T
		3305	Poutre à section en T multiples
		3307	Poutre «Vierendeel»
		3308	Poutre haubanée
		3309	Poutre sous-tendue
		3310	Tablier
		3311	Sommier, traverse
		3817	Contreventement
12	Poutre caisson	3301	Poutre caisson
		3302	Poutre caisson multicellulaire
13	Poutre à treillis	3306	Poutre à treilli
14	Dalle de roulement	371	Dalle
		373	Dalle de roulement

Tab. I.1 Type d'élément d'ouvrage généralisé

Type d'élément d'ouvrage généralisé		**Type d'élément de construction**	
CodeH	**Texte**	**CodeH**	**Texte**
		374	Console
15	Dalle	377	Grillage de poutres
16	Bordures, Parapets	3813	Bordures
		660	Parapet de sécurité
		661	Parapet avec filière
		662	Parapet
18	Appareils d'appui, articulations	391	Appareil d'appui
		3911	Appui déformable
		3912	Appui oscillant ponctuel
		3913	Appui oscillant linéaire
		3914	Appui en téflon
		3915	Appui omnidirectionnel à coussin hémisphérique
		3916	Feuille de glissement
		3917	Feuille avec reprise de torsion angulaire
		3918	Appui pour efforts horizontaux
		3919	Appui à rouleau
		395	Articulation
		3951	Articulation ponctuelle
		3952	Articulation linéaire
		3953	Articulation Gerber
19	Joint de chaussée	40	Joint de chaussée
		401	Joint déformable
		402	Joint de transition muni de membrane
		403	Joint de chaussée à plaques glissante
		404	Joint de chaussée avec garniture en caoutchouc
		405	Joint de chaussée avec fermeture à rouleaux
		406	Joint de chaussée à peignes
20	Cadre	342	Cadre
22	Arc, Voûte	34	Arc, cadre
		341	Arc
		343	Voûte
		378	Coque
23	Etanchéité	54	Etanchéité
		540	Etanchéité en général
		5403	Etanchéité du tablier
24	Revêtement	61	Chaussée
		62	Revêtement routier
		631	Couche de roulement
		633	Couche de base
		635	Couche de fondation
25	Glissière de sécurité, garde-corps	663	Glissière de sécurité
		664	Garde-corps
28	Buse	3013	Radier

I.2 Processus de détérioration d'élément de construction déterminant pour les coûtsd'élément

Tab. I.2 Processus de détérioration d'élément de construction déterminant pour les coûts

Type de construction		Processus de détérioration	
CodeH	**Texte**	**CodeH**	**Texte**
391	Appareil d'appui	7	Dégradation des appareils d'appui
3911	Appui déformable	7	Dégradation des appareils d'appui
3912	Appui oscillant ponctuel	7	Dégradation des appareils d'appui
3913	Appui oscillant linéaire	7	Dégradation des appareils d'appui
3914	Appui en téflon	7	Dégradation des appareils d'appui
3915	Appui omnidirectionnel à coussin hémisphérique	7	Dégradation des appareils d'appui
3916	Feuille de glissement	7	Dégradation des appareils d'appui
3917	Feuille avec reprise de torsion angulaire	7	Dégradation des appareils d'appui
3918	Appui pour efforts horizontaux	7	Dégradation des appareils d'appui
3919	Appui à rouleau	7	Dégradation des appareils d'appui
395	Articulation	7	Dégradation des appareils d'appui
3951	Articulation ponctuelle	7	Dégradation des appareils d'appui
3952	Articulation linéaire	7	Dégradation des appareils d'appui
3953	Articulation Gerber	7	Dégradation des appareils d'appui
40	Joint de chaussée	6	Dégradation des joints de chaussée
401	Joint déformable	6	Dégradation des joints de chaussée
402	Joint de transition muni de membrane	6	Dégradation des joints de chaussée
403	Joint de chaussée à plaques glissante	6	Dégradation des joints de chaussée
404	Joint de chaussée avec garniture en caoutchouc	6	Dégradation des joints de chaussée
405	Joint de chaussée avec fermeture à rouleaux	6	Dégradation des joints de chaussée
406	Joint de chaussée à peignes	6	Dégradation des joints de chaussée
54	Etanchéité	9	Dégradation du revêtement
5403	Etanchéité du tablier	9	Dégradation du revêtement
631	Couche de surface	8	Dégradation de l'étanchéité
633	Couche de base	8	Dégradation de l'étanchéité
635	Couche de fondation	8	Dégradation de l'étanchéité

Le processus de détérioration indiqué en premier lieu pour chaque type de construction constitue le processus de détérioration par défaut.

I.3 Processus de détérioration d'élément spécial

Tab. I.3 Processus de détérioration d'élément spécial

Type de construction		Processus de détérioration	
CodeH	**Texte**	**CodeH**	**Texte**
391	Appareil d'appui	7	Dégradation des appareils d'appui
3911	Appui déformable	7	Dégradation des appareils d'appui
3912	Appui oscillant ponctuel	7	Dégradation des appareils d'appui
3913	Appui oscillant linéaire	7	Dégradation des appareils d'appui
3914	Appui en téflon	7	Dégradation des appareils d'appui
3915	Appui omnidirectionnel à coussin hémisphérique	7	Dégradation des appareils d'appui
3916	Feuille de glissement	7	Dégradation des appareils d'appui
3917	Feuille avec reprise de torsion angulaire	7	Dégradation des appareils d'appui
3918	Appui pour efforts horizontaux	7	Dégradation des appareils d'appui
3919	Appui à rouleau	7	Dégradation des appareils d'appui
395	Articulation	7	Dégradation des appareils d'appui
3951	Articulation ponctuelle	7	Dégradation des appareils d'appui
3952	Articulation linéaire	7	Dégradation des appareils d'appui
3953	Articulation Gerber	7	Dégradation des appareils d'appui
40	Joint de chaussée	6	Dégradation des joints de chaussée
401	Joint déformable	6	Dégradation des joints de chaussée
402	Joint de transition muni de membrane	6	Dégradation des joints de chaussée
403	Joint de chaussée à plaques glissante	6	Dégradation des joints de chaussée
404	Joint de chaussée avec garniture en caoutchouc	6	Dégradation des joints de chaussée
405	Joint de chaussée avec fermeture à rouleaux	6	Dégradation des joints de chaussée
406	Joint de chaussée à peignes	6	Dégradation des joints de chaussée
54	Etanchéité	9	Dégradation du revêtement
5403	Etanchéité du tablier	9	Dégradation du revêtement
631	Couche de surface	8	Dégradation de l'étanchéité
633	Couche de base	8	Dégradation de l'étanchéité
635	Couche de fondation	8	Dégradation de l'étanchéité

Bibliographie

Documentation / rapports

[1] Office fédéral des routes OFROU (2023), **« KUBA 5.0 Application métier ouvrages d'art et tunnels - Manuel de l'utilisateur KUBA-ST»**, Documentation IT ASTRA 62011, www.admin.ch.

[2] Office fédéral des routes OFROU (2012), « **KUBA 5.0 Application métier ouvrages d'art et tunnels - Manuel d'acquisition des données**», Documentation IT ASTRA 62014, www.admin.ch.

[3] Office fédéral des routes OFROU (2023), « **KUBA 5.0 Application métier ouvrages d'art et tunnels - Manuel de l'utilisateur KUBA-ADM**», Documentation IT ASTRA 62011, www.admin.ch.

[4] IMC GmbH (2011) « **Manuel technique**», Zürich., www.admin.ch.

[5] Office fédéral des routes OFROU (2023), **« KUBA 5.0 Application métier ouvrages d'art et tunnels - Manuel de l'utilisateur KUBA-RP**», Documentation IT ASTRA 62011, www.admin.ch.

[6] Office fédéral des routes OFROU (2023), « **KUBA 5.0 Application métier ouvrages d'art et tunnels - Manuel de l'utilisateur KUBA-DB**», Documentation IT ASTRA 62011, www.admin.ch.

[7] Office fédéral des routes OFROU (2023), « **KUBA 5.0 Application métier ouvrages d'art et tunnels - Manuel de l'utilisateur KUBA-Mobile**», Documentation IT ASTRA 62011, www.admin.ch.

Liste des modifications

Édition	Version	Date	Modifications
2023	V3.20	12.12.2023	• Adaptation générale du formatage.
2023	V3.10	29.11.2023	• Adaptation générale du formatage.
2021	V3.00	29.11.2023	• Adaptation au Release 5.1.8
2013	V2.00	29.11.2023	• Adaptation générale du formatage.