

L'interface simplifiée de DimMET©

Le calcul de dimensionnement par l'interface simplifiée permet d'effectuer un calcul qui tient compte à la fois de la structure routière actuellement en place et des enlèvements et/ou ajouts de couches à réaliser, à partir d'une collecte de données simples. Comme ces données d'entrée ne sont pas très précises, le résultat du calcul n'est qu'une estimation grossière. Elle permet toutefois à l'utilisateur de se poser des questions importantes concernant le projet d'entretien qu'il envisage et forme un soutien à la procédure de décision. En aucun cas, le résultat du calcul avec DimMET© ne peut être considéré comme une évaluation exacte.

Le calcul de dimensionnement par l'interface simplifiée est limité à une structure souple ou semi-rigide. Les étapes dans le processus sont à respecter strictement (l'ordre de passage dans les différentes fenêtres et onglets est bien déterminé).

Les données d'entrée sur le type de matériaux sont traduites en « modules élastiques » moyens, caractéristiques de ces matériaux. Pour certains matériaux, les modules élastiques sont des fractions (définies par un « facteur de réduction ») du module élastique du matériau à l'état neuf. Ce ne sont que des approximations de la réalité et pour cette raison un « indicateur de fiabilité » a été associé aux modules élastiques utilisés.

La signification de cet « indicateur de fiabilité » dépend d'un cas à l'autre :

- Le « facteur de réduction » ou le « module élastique » a été déterminé sur base d'un certain nombre de données empiriques et/ou de références bibliographiques. Quand ce nombre est faible, l'indicateur de fiabilité est bas et noté en « rouge »).
- Le « facteur de réduction » ou le « module élastique » est une moyenne typique mais la variation des valeurs dans des cas réels est parfois élevée. Dans ces cas, l'indicateur de fiabilité est également bas et noté en (« rouge »).

L'objectif est évidemment de pouvoir faire évoluer cet indicateur du « rouge » vers l'« orange » (fiabilité moyenne) et vers le « vert » (fiabilité bonne) grâce à la réalisation progressive d'études et d'investigations complémentaires permettant de mieux caractériser ces matériaux .

Selon le matériau, les « modules élastiques » associés sont issue d'un simple tableau ou d'un calcul à partir de certains paramètres types du matériau. Pour certains enrobés, le module est ainsi prédéfini dans la base de données de DimMET©. Pour le bitume modifié, DimMET© calcule le module élastique à partir de paramètres caractéristiques qui à leur tour se trouvent dans la base de données de DimMET©.

L'interface simplifiée fait appel au calcul par le moteur interne de DimMET©. L'algorithme qui calcule la durée de vie résiduelle de la structure routière modélisée ne diffère en rien selon la partie de l'interface utilisée. Afin d'obtenir les mêmes résultats en passant par les différentes interfaces, il faudrait simplement introduire les mêmes valeurs de données d'entrée au calcul.

Terminologie et niveau de détail souhaité

Dans le cas de la structure routière en place, il n'est pas très utile pour le calcul de spécifier avec beaucoup de détail les différentes couches de la structure. Il suffit de faire la distinction entre la « couche de roulement » en matériau bitumineux (couche 1), les autres couches en matériau bitumineux (la « couche de base », couche 2), la fondation liée (couche 3), la fondation non liée (couche 4), la sous-fondation (couche 5) et le sol. Toutes ces couches ne sont pas toujours présentes dans une structure routière.

La liste de matériaux possibles est également limitée. Pour une couche de roulement, l'interface simplifiée ne prévoit qu'un choix entre « un enrobé d'aspect ouvert » (SMA) ou « un enrobé d'aspect fermé ».. Pour une couche de base, l'interface simplifiée ne prévoit qu'un seul type par défaut. Un choix de cinq types de fondation liée est prévu : béton maigre, béton maigre poreux, empierrement lié, sable-ciment ou béton sec compacté. Pour une fondation non liée, l'interface simplifiée ne prévoit qu'un seul type par défaut (matériau granulaire) en dehors du cas particulier de la présence d'une couche de pavés dans la structure. Pour la sous-fondation, l'interface simplifiée ne prévoit qu'un seul type par défaut.

Pour les matériaux que l'utilisateur peut proposer pour une nouvelle couche, la gamme complète des types de matériaux dans la base de données de DimMET© est disponible.

Aspect visuel de la surface de la route

Il est demandé à l'utilisateur d'introduire son appréciation de l'état de la surface de la route, en indiquant :

- l'importance de la surface atteint par des fissures,
- l'importance de la surface atteint par du faïençage,
- l'importance de la surface atteint par de l'orniérage de grand rayon.

Les données sur l'aspect visuel de la surface de la route n'interviennent pas dans le calcul mais elles seront mises dans le rapport pour pouvoir vérifier à posteriori la cohérence de toutes les informations recueillies et calculées. En effet, ces données peuvent constituer une aide à l'appréciation des travaux proposés. Par exemple : beaucoup de défauts à la surface de la route impliquent que l'état de la première couche n'est pas bon, la présence de l'orniérage de grand rayon peut être une indication d'un problème structurel dans la fondation. Quand les fissures et/ou le faïençage est « fort » et quand en même temps l'état de la première couche d'asphalte est considéré « bon », il sera indiqué dans le rapport qu'il peut-y avoir une incohérence ! Quand l'« orniérage à grand rayon » est « fort » et quand en même temps la fondation est considérée « bon », il sera indiqué dans le rapport qu'il peut-y avoir une incohérence !

Il existe des catalogues qui listent les types de dégradations d'une surface de route qu'on peut rencontrer, comme p.ex. le « catalogue des dégradations des chaussées (revêtement hydrocarboné, revêtement en béton de ciment, revêtement en pavés) » édité par le Ministère Wallon de l'Équipement et des Transports en collaboration avec le Centre de Recherches Routière en 1999, et le « Manuel d'identification des dégradations des chaussées flexibles » édité par le Gouvernement de Québec (Canada) en 2002.

Enquête avant calcul

Il est recommandé à l'utilisateur de rassembler d'abord toutes les informations sur :

- Les dernières interventions d'entretien sur la section sous investigation,
- L'âge (ou une estimation de l'âge) des différentes couches,
- Une appréciation de l'état visuel de la surface de la route en visitant la section.

Carottages / Fouille au bord de la route – fenêtrage

Il est recommandé à l'utilisateur de procéder au prélèvement de quelques carottes, ou de réaliser une fenêtre (ouverture 80x80 cm) au sein du revêtement ou même une fouille au bord de la route.

Les endroits à investiguer, sont de préférence :

- Au niveau de défauts en surface : afin de trouver une explication sur l'origine du défaut
- A quelques endroits sans défauts en surface : afin de rassembler le plus d'informations possibles sur la profondeur maximale des différentes couches. et la nature (matériaux, épaisseurs, adhérence, état) de celles-ci.

Ceci permettra d'établir avec plus grande certitude :

- Les (types de) matériaux des différentes couches,
- Les épaisseurs des différentes couches,
- Une appréciation visuelle de l'état des différentes couches :
 - Pour l'état de la fondation liée :
 - État « bon » : la fondation ne présente pas de fissures visuellement observables
 - État « moyen » : la fondation est (légèrement) fissurée
 - État « mauvais » : la fondation est complètement fissurée
 - Pour l'état de la fondation non liée :
 - État « bon » : teneur en fines est conforme au Qualiroutes
 - État « mauvais » : teneur en fines est supérieure à 10% (c.-à-d. la fondation est polluée »
 - Pour l'état de la sous-fondation :
 - État « bon » : teneur en fines est conforme au Qualiroutes
 - État « mauvais » : teneur en fines est supérieure à 15% (c.-à-d. la sous-fondation est polluée »
- Une appréciation visuelle de l'état de l'adhérence entre couches :
 - A partir d'une inspection visuelle des carottes, on apprécie l'état de l'adhérence comme étant « bon » ou « mauvais ».
 - On n'apprécie que l'adhérence :
 - Entre la couche de roulement et la couche de base, et
 - à la base de la couche d'asphalte (entre la « couche de base » et la fondation).

Le carottage permet également d'évaluer la "présence d'eau stagnante dans la fondation ou la sous-fondation" (Oui ou Non). L'interface simplifiée demande d'introduire cette information. Si la réponse est « Oui », il est recommandé d'étudier mieux les problèmes éventuels de drainage de la structure routière avant de commencer des travaux de portance sur la structure routière même.

Le calcul de dimensionnement part du principe qu'il n'y a pas de présence d'eau stagnante dans la structure routière. L'information donnée sera mise dans le rapport

pour pouvoir retrouver ultérieurement une trace des observations concernant la présence d'eau stagnante dans la structure.

Premières conclusions avant lancement du calcul

Avant que le calcul ne soit lancé par DimMET©, un certain nombre de vérifications seront faites sur base des données d'entrée introduites par l'utilisateur. Voici la liste des constats qui peuvent apparaître et qui empêchent le lancement d'un calcul de dimensionnement par DimMET© :

- Couche de roulement en mauvaise état : cette couche est à supprimer (en utilisant l'onglet « enlèvement des couches ») ;
- Pavés dans la structure :
 - Souvent du point de vue de la portance, la présence de pavés dans une structure routière ne pose pas de gros problèmes, en particulier s'il existe une fondation en dessous des pavés. Mais le modèle de calcul derrière l'algorithme de dimensionnement implémenté dans DimMET© n'est pas adéquat pour le calcul en présence d'une couche de pavés ;
 - D'autres difficultés liées aux pavés peuvent exister :
 - Un risque élevé d'apparition de fissures de réflexion,
 - Des contraintes de bord liées à l'exécution d'une route en pavés,
 - L'uni transversal qui n'est pas adapté à une route en asphalte,
 - L'uni longitudinal et des faiblesses structurelles.

Ces difficultés sont plus importantes à maîtriser que le risque de manque de portance et constituent des arguments en faveur de l'enlèvement des pavés.

- Un spécialiste de dimensionnement oserait peut-être faire des calculs en considérant une couche de pavés comme une couche de « fondation non liée » avec une épaisseur entre 60 et 150mm – tout en se réalisant que les résultats du calcul seraient une approximation très grossière de la réalité. Dans le cadre de l'interface simplifiée de DimMET© il n'est pas possible d'effectuer un tel calcul.

D'autres observations éventuelles notées par l'utilisateur doivent lui permettre de prendre en considération d'autres aspects que la portance de la structure.

Par exemple :

- Lorsqu'un utilisateur a pu observer que les couches de (sous-)fondation sont gorgées d'eau : il faudra en tout premier lieu rétablir et assurer le drainage de la structure routière qui doit être hors eau.
- Si l'inspection des carottes permet d'établir que la fondation (liée) est fissurée, il est recommandable de procéder à des essais de déflexion à l'aide du FWD ou du Curviamètre.
- Afin de déterminer le pourcentage des fines (pollution en fines) au sein des matériaux non liés des fondations et sous-fondations, un prélèvement d'échantillon pour analyse granulométrique doit être effectué.
- S'il s'agit d'une route à haute fréquence de poids lourds ($T > 1000$ par jour) et si après retrait et ajout de couches, la nouvelle structure contient un ensemble de nouvelles couches d'asphalte de moins de 160mm sur une (partie de la) vieille couche d'asphalte, il est suggéré de réaliser un essai avec un « simulateur d'orniérage ».

- Il est recommandé d'effectuer des carottages à plusieurs endroits et de comparer les différentes carottes. Si la structure est différente ou si l'apparence visuelle des carottes est différente, d'autres moyens d'inspection peuvent permettre d'évaluer le degré d'homogénéité de la structure d'une façon non destructive (p.ex. avec un géoradar ou à l'aide du FWD ou du Curviamètre).
- Si une fondation en béton maigre est fissurée, le risque de remontée des fissures dans une couche d'asphalte posée sur cette fondation est réel.
- Des remontées de fines visibles dans un empierrement non lié sont probablement une indication d'un mauvais drainage et sans doute le constat d'un état d'empierrement qualifié de « mauvais ».
- même si un empierrement non lié est en bon état, une contrainte existe sur l'épaisseur maximale d'une nouvelle couche d'asphalte à poser sur l'empierrement. Il est recommandé d'effectuer plusieurs calculs en changeant les épaisseurs des différentes couches (épaisseur de la couche d'asphalte, épaisseur de la couche d'empierrement) afin d'évaluer l'effet de ces changements d'épaisseur sur le résultat des calculs.
- Si le sol est « très gélif » et la sous-fondation n'est pas très épaisse, cela peut poser un problème structurel.

Instructions à l'utilisateur pour « le calcul par interface simplifié »

L'entrée dans le menu « fonctionnalités » de la barre de DimMET© donne accès à l'interface simplifiée. En sélectionnant « calcul simplifié / chaussées semi-rigide et souple... », une première fenêtre avec le titre « confirmation » apparaît.

Avant de commencer, l'utilisateur doit rassembler les informations nécessaires qui seront utilisées comme données d'entrée pour le calcul de DimMET©. A cet effet,, l'utilisateur doit faire une visite sur place de la section sous investigation, y réaliser une inspection visuelle de la surface routière et le prélèvement de quelques carottes ou d'échantillons au travers d'une fenêtre en cas de couches non liées difficilement carottables. Pour ne pas oublier de rassembler certaines informations, l'utilisateur peut se baser sur le formulaire qui se présente en sélectionnant le bouton « Formulaire préparatoire ». Quand l'utilisateur imprime ce formulaire, il peut l'emporter à l'occasion de la visite à la section. Une recherche dans les archives peut permettre de retrouver l'historique des interventions de maintenance. Il est souhaitable également qu'un comptage de trafic lourd soit effectué.

Dans la fenêtre avec le titre « confirmation » l'utilisateur indique le nom et l'adresse de la section sous investigation, doit donner son nom et confirmer qu'il dispose des informations nécessaires pour le calcul. Il est demandé de faire un « upload » d'au moins une photo d'une carotte prélevée ou d'une fenêtre réalisée au travers de la structure.

L'utilisateur confirme avoir collecté les données nécessaires en appuyant le bouton « suivant ». Ensuite, une nouvelle fenêtre apparaîtra, comprenant 3 onglets. Dans le premier onglet « état actuel » l'utilisateur doit introduire les informations disponibles sur l'état actuel de la section, dans le deuxième onglet « enlèvement des couches » l'utilisateur doit indiquer quelles couches de la structure routière actuelle seront supprimées par les travaux, dans le troisième onglet « ajout de couches » l'utilisateur

doit indiquer quels types de couches seront posés sur ce qui reste en place de la structure actuelle de la route. Dans ce troisième onglet, l'utilisateur pourra lancer le calcul après avoir introduit toutes les données d'entrées.

Dans l'onglet « état actuel » l'utilisateur doit introduire :

- Le nombre de couches de la structure routière en place (maximum 5 couches, sans compter le sol présent en fond de coffre) ;
- Le nombre journalier (moyenne sur une année) de poids lourds qui empruntent actuellement la section sous investigation ;
- Pour chaque couche, le type de matériau et le type de produit utilisé dans la couche, une appréciation de l'état actuel de la couche (bon, moyen, ou mauvais), ainsi que l'épaisseur de la couche (en mm) et une estimation de l'âge de la couche (en nombre d'années) ;
- Pour le sol, soit le type de sol (argile, limon, ou sable), soit la valeur de C.B.R. (« California Bearing Ratio ») ;
- Concernant l'aspect général de la surface de la route :
 - l'importance de la surface atteint par des fissures,
 - l'importance de la surface atteint par de faïençages,
 - l'importance de la surface atteint par de l'orniérage de grand rayon ;
- La zone climatique dans laquelle se trouve la section (c.-à-d. la ville la plus proche) ;
- La gélivité du sol (non gélif, moyennement ou fortement gélif).

Comme l'aspect visuel de la surface de la route, l'âge des couches n'intervient pas dans le calcul. L'âge de chaque couche estimé par l'utilisateur est ajouté dans le rapport et peut être utile dans le cadre d'une analyse plus globale après les calculs. L'interface simplifiée de DimMET© vérifie si les âges introduites des couches en place soient logiques (c.-à-d. les couches inférieures ne peuvent pas être plus jeunes que les couches supérieures).

Quand l'utilisateur a bien rempli les données actuelles, l'onglet « enlèvement des couches » présentera automatiquement le schéma de la structure actuellement en place sur la moitié gauche de l'onglet. L'utilisateur peut choisir le nombre de couches à enlever totalement ou partiellement. Si l'utilisateur indique que la dernière couche ne sera pas totalement enlevée, il doit introduire l'épaisseur restante de cette couche (en mm). Le schéma sur la moitié droite de l'onglet présentera automatiquement la partie de la structure actuelle qui restera en place.

Quand l'utilisateur a bien indiqué quelles couches seront enlevées (totalement ou partiellement), l'onglet « ajout de couches » présentera automatiquement le schéma de la partie de la structure actuelle qui restera en place sur la moitié gauche de l'onglet. L'utilisateur peut donner le nombre de couches qu'il prévoit ajouter à la structure. Le maximum de couches qui peuvent être ajoutées dépend du nombre de couches de la structure actuelle qui restent en place. Le nombre total de couches dans le calcul avec DimMET© ne peut pas dépasser 7 (sans compter le sol). En choisissant le nombre de nouvelles couches, le schéma sur la moitié droite de l'onglet sera adapté en conséquence et pour chaque nouvelle couche, des champs à remplir apparaîtront. L'utilisateur est invité à remplir pour chaque nouvelle couche le type de matériau, le type de produit (à sélectionner dans la liste de produits existants au sein de la base de données interne de DimMET©) et l'épaisseur de la couche.

Quand l'utilisateur appuie le bouton « analyse », le logiciel fera appel à l'application de dimensionnement de DimMET©. Un rapport simple des résultats de calcul apparaîtra dans une nouvelle fenêtre, qui peut être fermée en appuyant sur le bouton « ok ». En sélectionnant « rapport » dans la barre de menu en haut de la fenêtre à trois onglets, un rapport détaillé apparaîtra dans une nouvelle fenêtre. En appuyant sur « fichier », l'utilisateur peut enregistrer ou imprimer ce rapport détaillé.