



ANNEXE A LA DOCUMENTATION ASTRA 82001

**ÉVALUATION DE PONTS
ROUTIERS EXISTANTS
AVEC UN MODÈLE DE
CHARGE DE TRAFIC AC-
TUALISÉ.
MODÉLISATION DES
DALLES DE ROULEMENT
DES PONTS-POUTRES.**

Édition 2024 V1.03

Rapport interne EPFL n° 306891-2

Table des matières

Impressum	2
Avant-propos.....	2
1 Introduction.....	3
1.1 Objectif de cette annexe	3
2 Modélisation.....	4
2.1 Informations de base	4
2.2 Modélisation avec logiciel d'éléments finis	7
2.3 Import des données dans MATLAB.....	8
3 Comparaison avec les résultats de l'AGB 2009/005	9
3.1 Reproduction des graphiques : efforts le long d'une coupe longitudinale	9
3.2 Reproduction des graphiques : efforts maximaux avec modèles SIA et DET1	11
3.3 Reproduction des graphiques : rapport des efforts maximaux modèles SIA/DET1	15
4 Proposition des nouveaux résultats.....	18
4.1 Résultats avec les données WIM	18
4.2 Résultats pour les cas particulier BAU (utilisation de la bande d'arrêt d'urgence)	20
Annexes.....	22
Liste des modifications.....	24

Impressum

Auteurs

Mathevet Lucas Laurent Léon EPFL, ENAC, IIC, RESSLab, collaborateur
Prof. Alain Nussbaumer EPFL, ENAC, IIC, RESSLab, chef de projet

© RESSLab et OFROU 2024

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

Avant-propos

Cette annexe est un complément à la documentation OFROU 82001 révisée « évaluation de ponts routiers existants avec un modèle de charge de trafic actualisé », édition 2024 (qui remplace l'édition de 2006).

1 Introduction

1.1 Objectif de cette annexe

La présente annexe vise à expliquer la méthodologie suivie et mise en place pour la modélisation des dalles de roulement des ponts-poutres dans le cadre du projet de révision de la documentation OFROU 82001. Elle donne dans un premier temps un aperçu des informations de base et hypothèses retenues pour la génération des modèles (tirées en partie de l'AGB 2009/005), la méthodologie appliquée pour la modélisation sur le logiciel éléments finis puis, en dernière partie, le procédé pour l'import des résultats dans MATLAB.

Dans cette annexe, des comparaisons entre les nouveaux résultats obtenus et ceux présentés dans l'étude précédente de l'AGB 2009/005 sont effectuées au Chap. 3. Ces comparaisons sont intéressantes car les résultats obtenus dans l'étude de l'AGB 2009/005 se basent sur la définition de modèles de charges déterministes alors que l'actualisation proposée suggère l'utilisation des données WIM pour simuler directement le passage de trafics existants (méthode générée WIM) sur les modèles de ponts retenus.

2 Modélisation

2.1 Informations de base

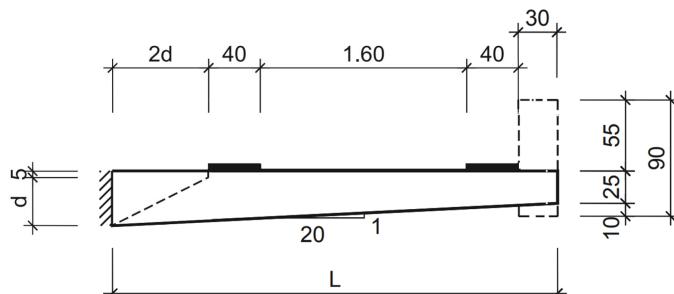
Les informations de base pour la modélisation sont tirées du document « Projet de recherche AGB2009/005 ». Elles se trouvent aux pages 42-43 dudit document.

Selon le document, plusieurs paramètres ont été définis. Il s'agit de :

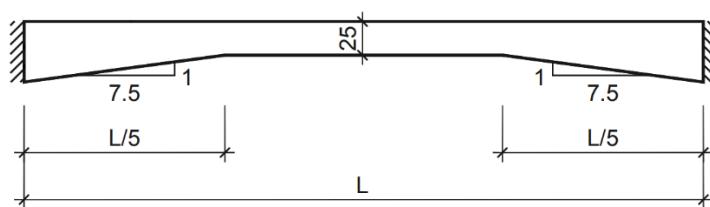
- 1) La géométrie des 2 types de dalles de roulement considérées
- 2) La largeur des dalles (portée transversale)
- 3) La longueur des dalles (portée longitudinale)
- 4) La position des charges
- 5) Les efforts et leur position d'étude respective
- 6) Les systèmes statiques étudiés (plus précisément les conditions d'appuis)

Selon le document, les valeurs suivantes ont été retenues pour les différents paramètres énumérés :

- 1) Deux types de dalles de roulement sont étudiés : les porte-à-faux et les dalles entre poutres. Celles-ci permettent de modéliser les efforts transversaux des dalles de ponts caisson et bipoutres en béton ou mixte acier-béton. Les dimensions retenues sont les mêmes que celles employées dans l'AGB 2009/005. Elles sont données ci-dessous.



Géométrie type des porte-à-faux modélisés



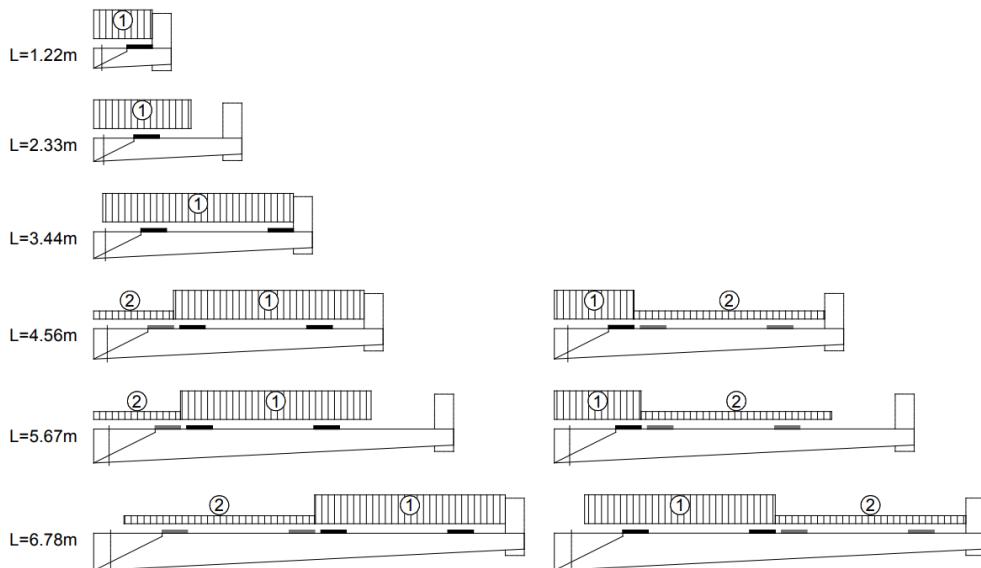
Géométrie type des dalles entre poutres modélisées

- 2) Plusieurs largeurs sont retenues en fonction du type de dalle de roulement. Pour les porte-à-faux, les largeurs étudiées sont $L = [1.22, 2.33, 3.44, 4.56, 5.67, 6.78]$ mètres. Pour les dalles entre poutres, $L = [3, 7.5, 12]$ mètres. Pas toutes les largeurs ont été étudiées dans le cas des dalles entre poutres car non déterminantes en se basant sur le rapport de l'AGB 2009/005.
- 3) Une seule longueur (portée longitudinale) pour les dalles a été retenue. Elle est fixée à $P = 50$ mètres (identique à celle retenue dans l'AGB2009/005). La longueur du pont est peu

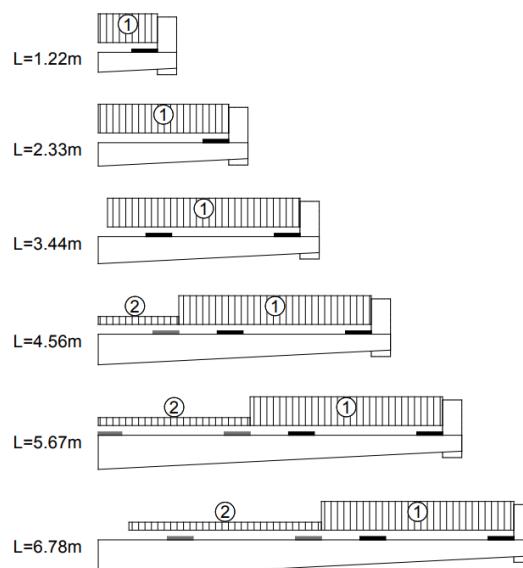
importante pour la modélisation des dalles de roulement, cependant il faut s'assurer de choisir une longueur suffisante pour développer pleinement les lignes d'influence.

- 4) Le positionnement des charges proposés dans l'AGB 2009/005 a été conservé et étudié. Les dispositions de charges dépendent du type de dalle, de la largeur et de l'effort étudié. Voici les dispositions analysées, tirées de l'AGB 2009/005 :

Porte-à-faux:

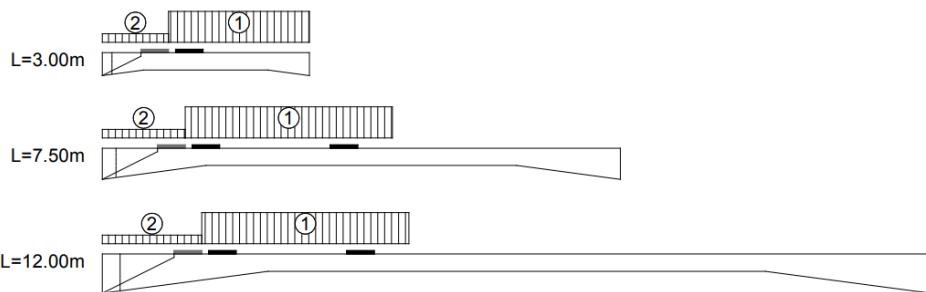


Disposition des charges pour les porte-à-faux, effort tranchant à $d/2$

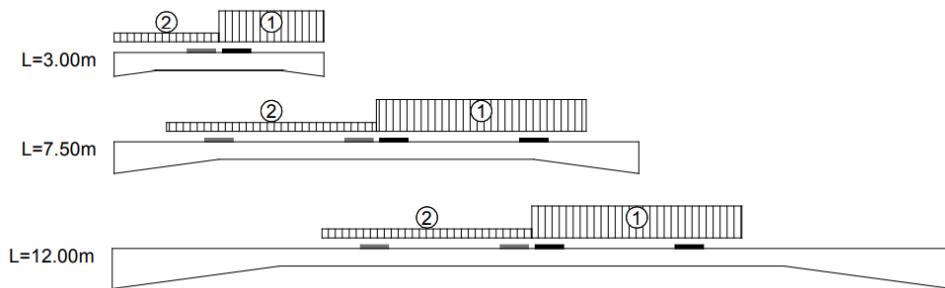


Disposition des charges pour les porte-à-faux, moment de flexion à l'encastrement

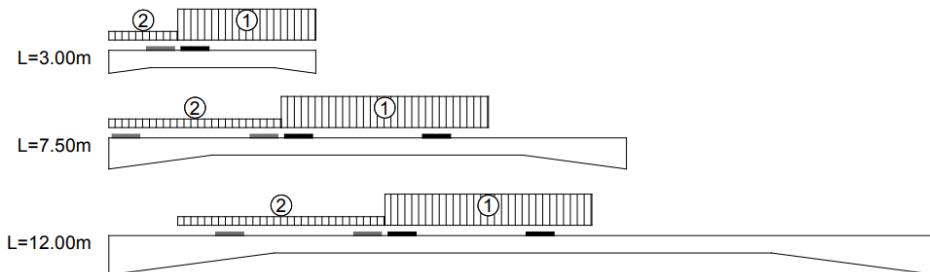
Dalles entre poutres:



Disposition des charges pour les dalles entre poutres, effort tranchant à $d/2$



Disposition des charges pour les dalles entre poutres, moment de flexion à mi-portée

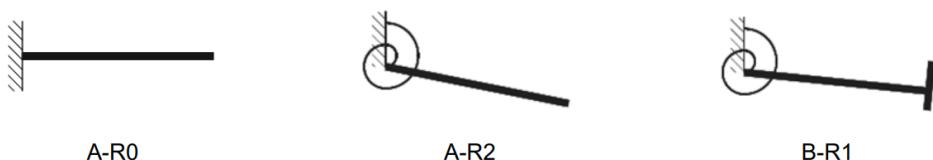


Disposition des charges pour les dalles entre poutres, moment de flexion à l'encastrement

Pour l'étude de l'utilisation de la bande d'arrêt d'urgence (R-BAU), les mêmes dispositions de charges sont employées.

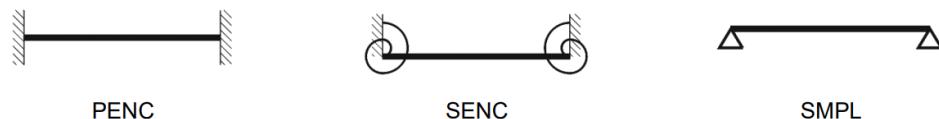
- 5) Pour les porte-à-faux, deux efforts sont étudiés. L'effort tranchant à $d/2$ de l'appui et le moment négatif sur appuis. Pour les dalles entre poutres, trois efforts sont étudiés. L'effort tranchant à $d/2$ de l'appui, le moment négatif sur appuis et le moment positif sous la charge de la voie de circulation 1. La position longitudinale d'étude est la même pour tous les efforts, soit à mi-portée du pont $P = 25$ mètres. Dans l'AGB 2009/005, les efforts concomitants ont également été étudiés. Cependant en raison du fonctionnement actuel du code pour les simulations de trafic, il n'est pour l'instant pas possible d'obtenir les efforts concomitants. Ceux-ci n'ont donc pas été étudiés ici (de plus ils suivent les tendances et donnent des ratios très similaires à ceux des efforts principaux selon l'AGB 2009/005).
- 6) Différentes conditions d'appuis pour les dalles ont été retenues. Celles-ci sont tirées de différentes études paramétriques et de validations sur des modèles complets selon l'AGB 2009/005. Pour le cas porte-à-faux 3 modèles sur les 5 étudiés dans l'AGB 2009/005 ont été retenus (seulement 3/5 car uniquement les cas déterminants sur la base de l'analyse menée dans l'AGB 2009/005 sont traités ici). Les 3 modèles sont les suivants : A-R0 Cas

parfaitement encastré sans bordure, A-R2 Cas impliquant une flèche six fois plus importante que le cas encastré sous une charge uniformément répartie sans bordure et B-R1 Cas impliquant une flèche trois fois plus importante que le cas encastré sous une charge uniformément répartie avec bordure.



Schémas types des porte-à-faux modélisés

Pour les cas dalles entre poutres les 3 modèles de l'AGB 2009/005 ont été retenus. Il y a : PENC Cas parfaitement encastré, SENC Cas semi-encastré (flèche maximale 4.5 fois plus importante que pour le cas PENC parfaitement encastré sous une charge uniformément répartie) et SMPL Cas rotulé.



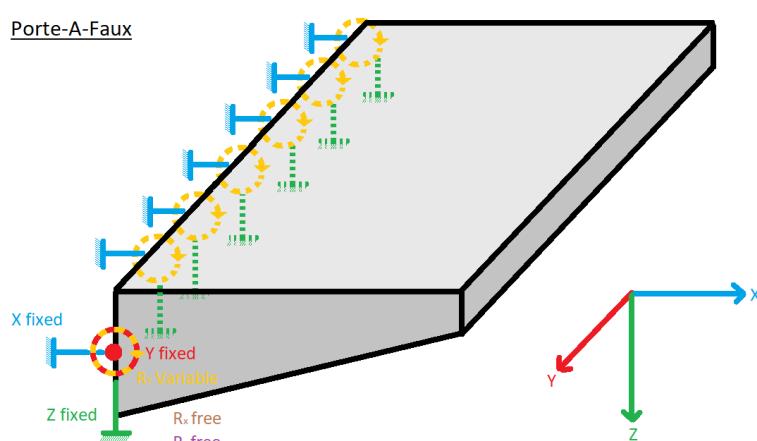
Schémas types des dalles entre poutres modélisées

2.2 Modélisation avec logiciel d'éléments finis

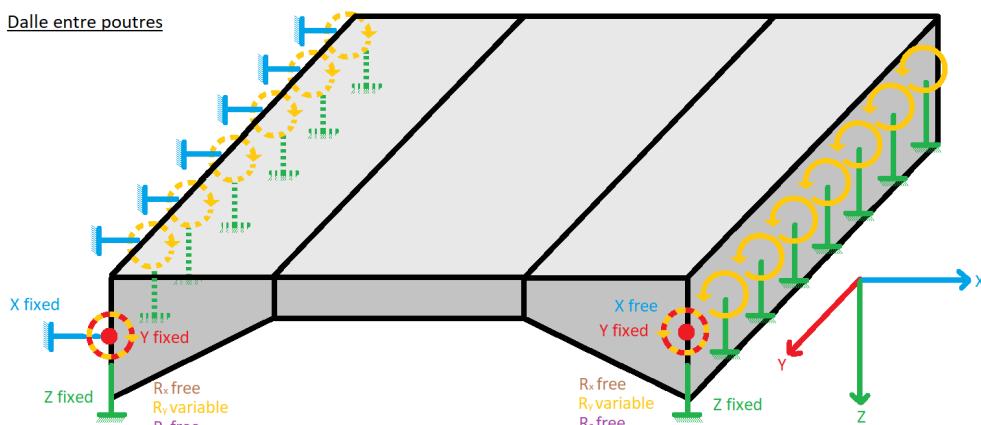
Pour réaliser les modèles des dalles de roulement, il a été décidé d'employer le logiciel SCIA.

Voici les différentes hypothèses retenues pour la réalisation des modèles :

- Respect des informations de base pour la modélisation, énumérées plus haut et tirées de l'AGB2009/005.
- Modélisation des appuis à l'aide d'appuis répartis sur un bord et d'un appui ponctuel pour tenir la direction longitudinale dans SCIA. Pour les appuis à ressort, la rigidité Ry a été modifiée de sorte à correspondre à la flèche recherchée. Les schémas ci-dessous présentent la disposition des appuis retenue pour les deux types de dalles de roulement étudiées (disposition identique à celle employée dans l'AGB 2009/005).



Disposition des appuis pour les porte-à-faux modélisés



Disposition des appuis pour les dalles entre poutres modélisées

- Convention des degrés de liberté et de contraintes de rotation : $R_x \rightarrow m_y$; $R_y \rightarrow m_x$.
- Choix d'un maillage fin : Taille moyenne de l'élément de maillage 1D/2D = 0.1 [m].
- Placement des points d'étude comme indiqué plus haut (voir 2.1-5). Sortie des résultats sous forme de lignes d'influence grâce à l'outil charges mobiles dans SCIA (retraitement des résultats par la suite avec le logiciel Matlab).
- Propriétés du béton : béton C30/37, $E = 36'982 \left[\frac{N}{mm^2} \right]$, $\nu = 0.2$, $G = 15'409 \left[\frac{N}{mm^2} \right]$.
- Modélisation identique à celle réalisée pour l'AGB2009/005. Modèles linéaire-élastique, avec béton homogène, isotrope et non-fissuré.
- Les lignes d'influence permettent d'obtenir les efforts par bande de 1 mètre unitaire, soit $M : [kN.m/m]$ et $V : [kN/m]$). Et pour être cohérent, ces efforts transversaux sont désignés par des minuscules, i.e. m_{xD+} et v_y .

2.3 Import des données dans MATLAB

Le logiciel SCIA permet d'obtenir en sortie (dans un fichier Excel), les lignes d'influence de tous les efforts pour une position d'étude définie. Le script Matlab « WriteInfDallesRoulementBridgesSCIA » permet dans un premier temps, d'aller lire automatiquement tous les fichiers Excel d'intérêt (disponibles dans les dossiers « PorteAFaux » ou « DalleEntrePoutres »), générés par SCIA. Il sauvegarde ensuite les lignes d'influence liées aux efforts d'intérêt, puis sur la base d'une moyenne, regroupe les lignes d'influence en lignes d'influence par voie. Les valeurs sont pour finir rangées, classées et sauvegardées dans le fichier ILLib.m selon le format prédéfini du code MATLAB mère. L'utilisateur peut choisir en tête de code, de sauvegarder ou non le fichier ILLib.m généré (savefile) et de laisser MATLAB lire automatiquement les fichiers Excel sur la base du type de dalle spécifié (auto).

3 Comparaison avec les résultats de l'AGB 2009/005

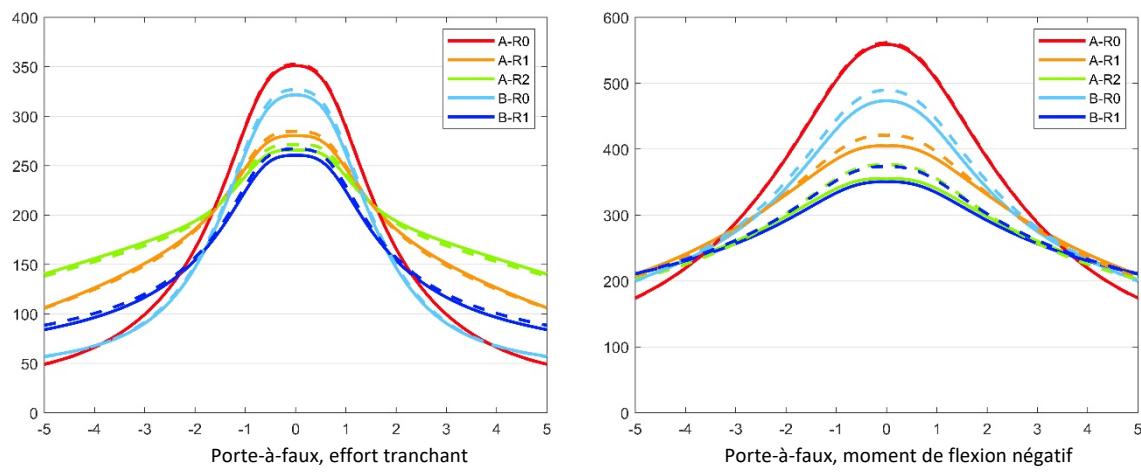
3.1 Reproduction des graphiques : efforts le long d'une coupe longitudinale

Dans un premier temps, pour confirmer la justesse des modèles éléments finis réalisés, les graphiques représentant les efforts le long d'une coupe longitudinale ont été reproduits. Ces graphiques sont intéressants car ils permettent de vérifier deux informations sur les modèles. Premièrement, la valeur de pic, valeur finale retenue pour la comparaison entre les modèles déterministes/WIM et SIA. Deuxièmement, la forme des courbes surtout au niveau des bords, pour confirmer la bonne diffusion des efforts le long de la coupe jusqu'aux appuis. A noter que dans l'AGB 2009/005, les efforts présentés correspondent aux efforts principaux ou de dimensionnement. Ceux-ci s'obtiennent facilement dans le logiciel SCIA avec, q_{max-b} pour l'effort tranchant et m_{xD+} pour les moments. Ces valeurs peuvent également être calculées à l'aide des valeurs de base (valeurs selon les axes locaux de la dalle). Pour ce faire il faut utiliser les formules de liaison suivantes:

$$q_{max-b} = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

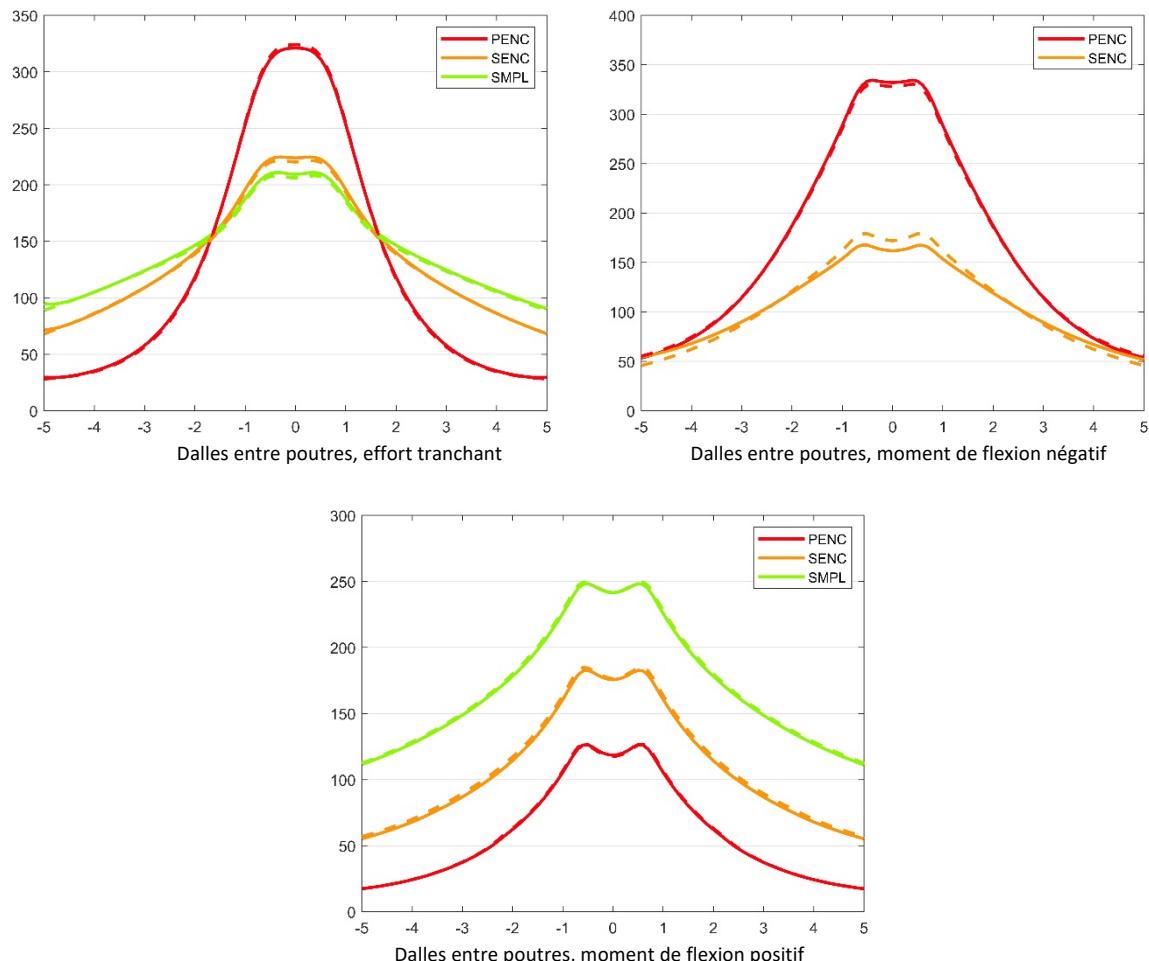
$$m_{xD+} = \begin{cases} -m_x + |m_{xy}| & \text{si } m_x \leq m_y \text{ et } m_y \leq |m_{xy}| \\ -m_x + |m_{xy}| & \text{si } m_x > m_y \text{ et } m_x \leq |m_{xy}| \\ -m_x + \frac{|m_{xy}|^2}{|m_y|} & \text{si } m_x \leq m_y \text{ et } m_y > |m_{xy}| \\ 0 & \text{si } m_x > m_y \text{ et } m_x > |m_{xy}| \end{cases}$$

Pour le cas porte-à-faux, c'est la dalle de largeur $L = 4.56$ m qui a été retenue dans l'AGB 2009/005. Les efforts étudiés sont, l'effort tranchant le long d'une coupe à $d/2$ de l'appui avec le modèle SIA et le moment de flexion négatif le long de l'appui avec le modèle SIA. Pour les nouveaux résultats présentés, ceux-ci proviennent directement du logiciel SCIA via les valeurs q_{max-b} pour l'effort tranchant et m_{xD+} pour les moments (pas d'utilisation des lignes d'influence ici). Les efforts calculés avec le modèle de charge de la norme considèrent les coefficients $\alpha_{Qi}, \alpha_{qi}, \alpha_{qr} = 0.9$ et le facteur de charge $\gamma_Q = 1.5$. Les résultats sont présentés dans les graphiques ci-dessous, avec les traits pleins pour les valeurs de l'AGB 2009/005 et les traitillés pour les nouvelles valeurs calculées.



Pour le cas des dalles entre poutres, c'est la dalle de largeur $L = 7.50$ m qui a été retenue dans l'AGB 2009/005. Les efforts étudiés sont: l'effort tranchant le long d'une coupe à $d/2$ de l'appui avec le modèle SIA, le moment de flexion négatif le long de l'appui avec le modèle SIA et le moment de flexion positif le long d'une coupe à mi-travée avec le modèle SIA.

Les nouveaux résultats présentent pour tous les cas des valeurs similaires à celle de l'AGB. Les nouvelles modélisations sont donc proches de celles utilisées dans l'AGB 2009/005.



3.2 Reproduction des graphiques : efforts maximaux avec modèles SIA et DET1

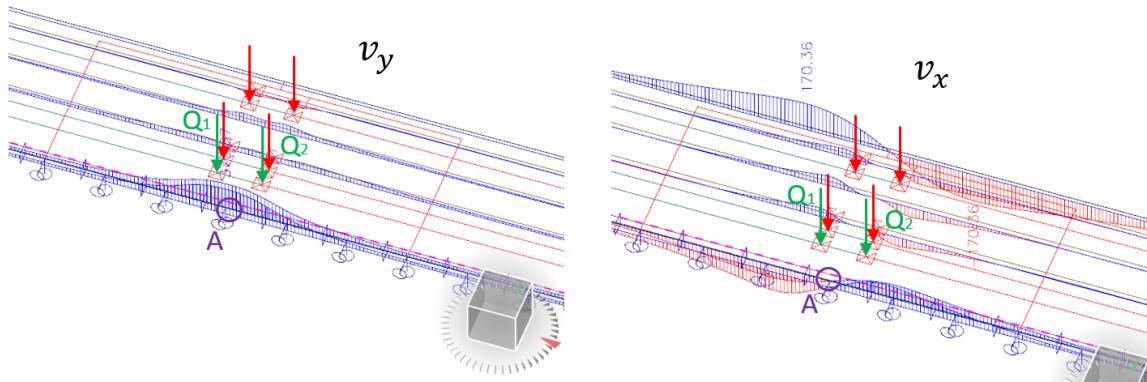
Ensuite, l'objectif ici est de reproduire les graphiques présentant les efforts maximaux avec les modèles SIA et déterministe (DET1). Cependant, l'intérêt principal consiste ici à utiliser le code Matlab avec les nouvelles lignes d'influence générées, dans le but de comparer les nouveaux résultats obtenus à ceux dans l'AGB 2009/005 et ainsi confirmer le bon fonctionnement du code ainsi que la justesse des lignes d'influence retenues.

Les lignes d'influence sont tirées des modèles SCIA. Cependant il n'est pas possible d'obtenir les lignes d'influence pour les efforts principaux ou de dimensionnement directement. En effet, les lignes d'influence sont données pour les valeurs de base des efforts (valeurs selon les axes locaux de la dalle). Comme vu au chapitre précédent, les formules de liaison pourraient être employées. Cependant, pour pouvoir les appliquer, les valeurs de base des efforts doivent être sommées pour chacune des charges considérées. En effet, lorsque plusieurs charges sont considérées, la formule pour l'effort tranchant q_{max-b} devrait être réécrite comme ceci :

$$q_{max-b} = \sqrt{\sum v_{x,i}^2 + \sum v_{y,i}^2}$$

avec $v_{x,i}$ et $v_{y,i}$ les valeurs de base des efforts pour la charge i selon les directions x et y

A titre d'exemple, intéressons-nous au cas fictif ci-dessous.



La charge Q1 au point A, génère les efforts de base suivants : $v_y = 87 \left[\frac{kN}{m} \right]$ et $v_x = 31 \left[\frac{kN}{m} \right]$

La charge Q2 au point A, génère les efforts de base suivants : $v_y = 87 \left[\frac{kN}{m} \right]$ et $v_x = -31 \left[\frac{kN}{m} \right]$

Ainsi la valeur de l'effort principal tranchant pour les charges Q1 et Q2 devrait être :

$$q_{max-b} = \sqrt{\sum v_{x,i}^2 + \sum v_{y,i}^2} = \sqrt{(v_{x,1} + v_{x,2})^2 + (v_{y,1} + v_{y,2})^2} = \\ \sqrt{(31 - 31)^2 + (87 + 87)^2} = \sqrt{174^2} = 174 \left[\frac{kN}{m} \right]$$

Ce qui correspond à la valeur q_{max-b} calculée dans SCIA pour les 2 charges Q1 et Q2 au point A.

En conclusion ici, pour trouver les valeurs des efforts principaux ou de dimensionnement recherchés, il faut calculer les valeurs des efforts de base puis utiliser la formule correspondante. Cette méthodologie est en réalité complexe à implémenter dans le code Matlab actuel. En effet, le code actuel est construit pour lire une seule ligne d'influence à la fois (et non pas deux, v_x et v_y simultanément, comme dans l'exemple précédent avec l'effort tranchant principal). Cependant, les valeurs recherchées correspondent à la valeur maximale trouvée sur chacun des modèles. Le fait de rechercher uniquement la valeur maximale permet de simplifier les formules pour les valeurs des

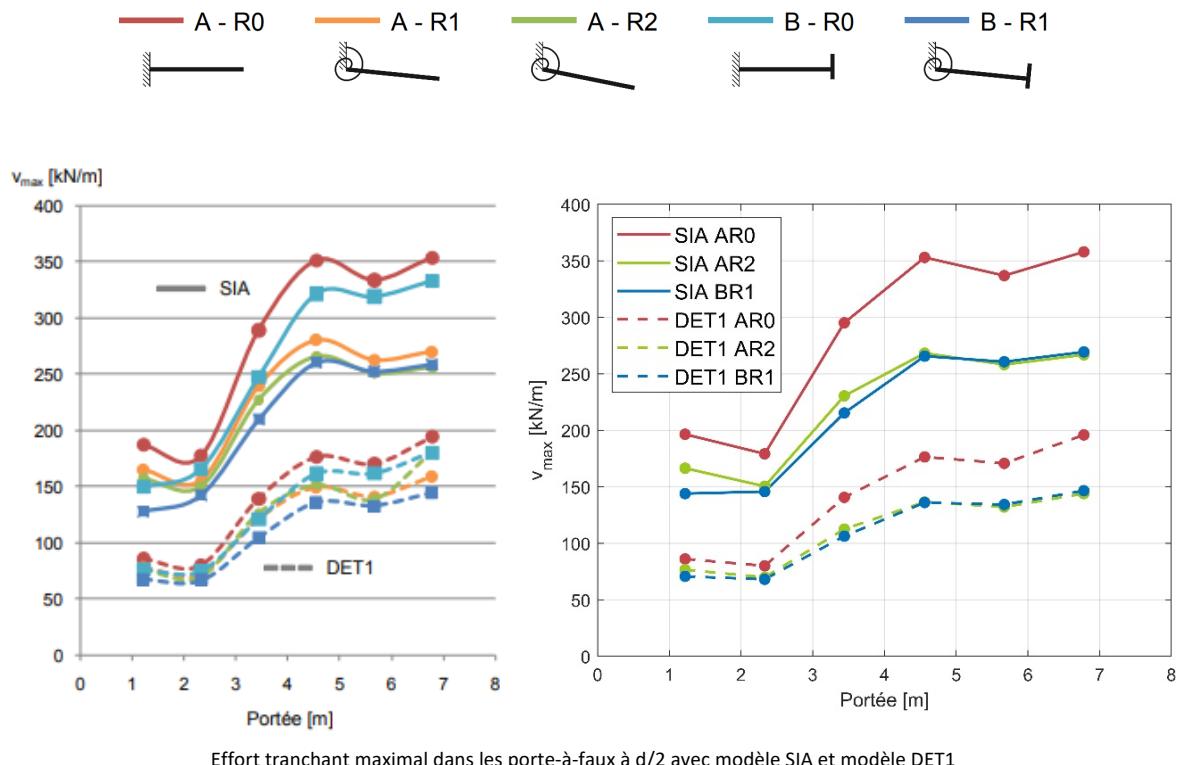
efforts principaux et de dimensionnement. En effet, sur les modèles les valeurs maximales sont toujours atteintes lorsque toutes les valeurs de base deviennent nulles sauf une. Les formules de liaison pour les valeurs maximales deviennent ainsi :

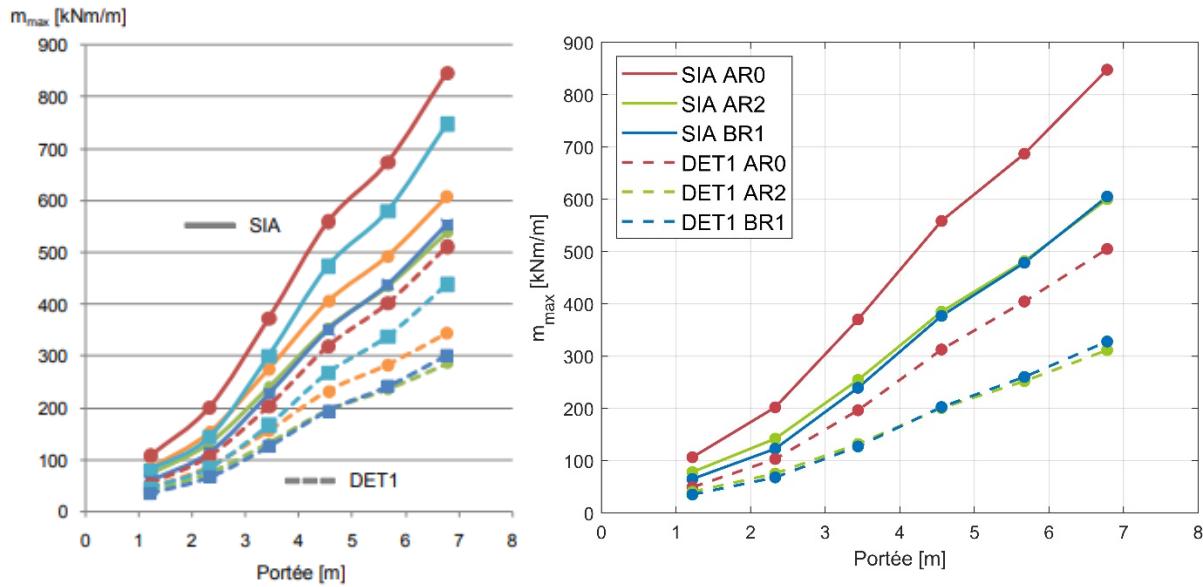
$$\max(q_{max-b}) = \max\left(\sqrt{v_x^2 + v_y^2}\right) = \sqrt{0 + v_y^2} = v_y$$

$$\min(m_{xD+}) = \begin{cases} 0 & \text{si } m_x > m_y \text{ et } m_x > |m_{xy}| \\ -m_x & \text{sinon} \end{cases}$$

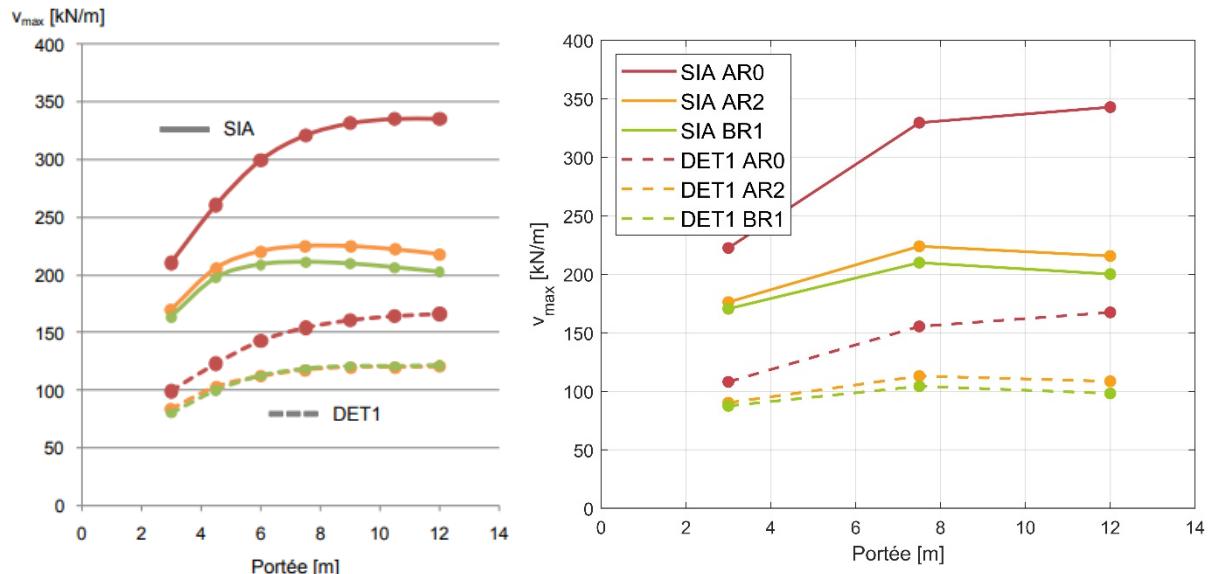
Ainsi, les lignes d'influence pour les valeurs des efforts de base suffisent pour décrire les valeurs maximales recherchées. Pour la suite tous les résultats calculés utilisent les valeurs des efforts de base.

Ci-dessous, les graphiques de gauche correspondent aux valeurs présentées dans l'AGB 2009/005 et ceux de droite aux valeurs calculées à partir du code Matlab et des lignes d'influence trouvées. Les efforts calculés avec le modèle de charge de la norme considèrent les coefficients $\alpha_{Qi}, \alpha_{qi}, \alpha_{qr} = 0.9$ et le facteur de charge $\gamma_Q = 1.5$. Les traits pleins correspondent aux valeurs de la SIA et les traitillés aux valeurs déterministes du modèle Det1 (modèle présenté dans l'AGB 2009/005).

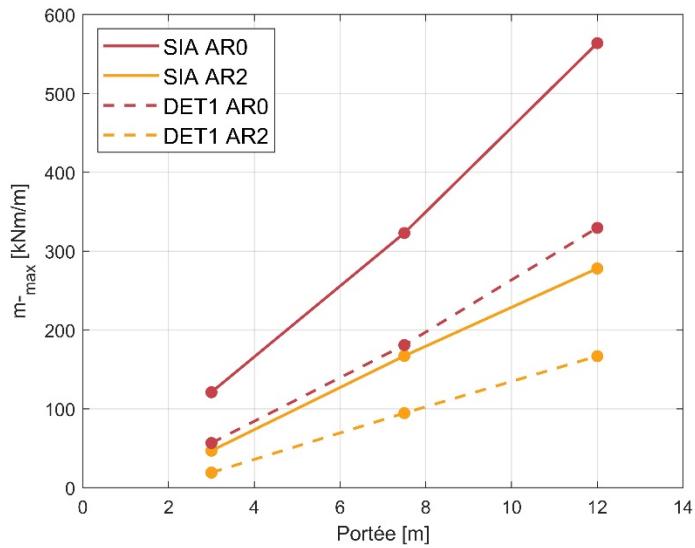
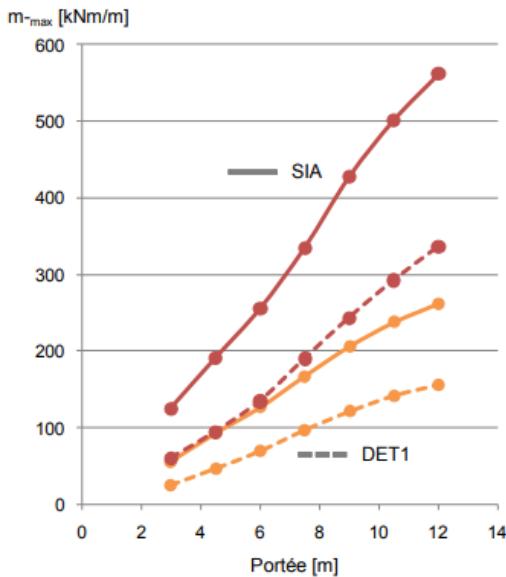




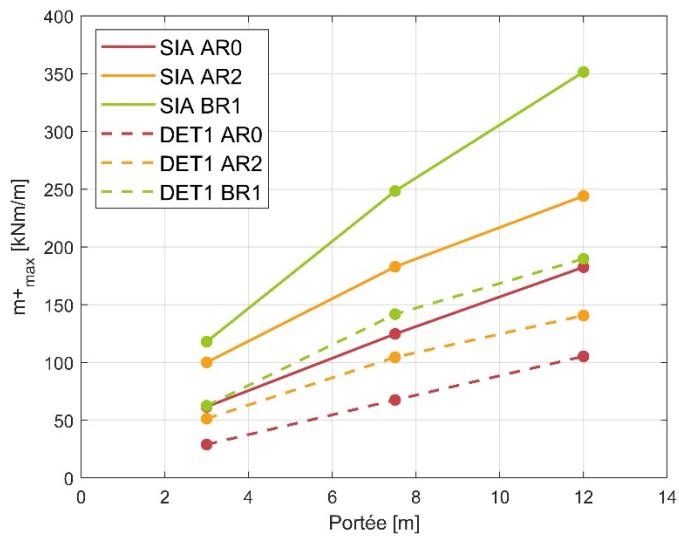
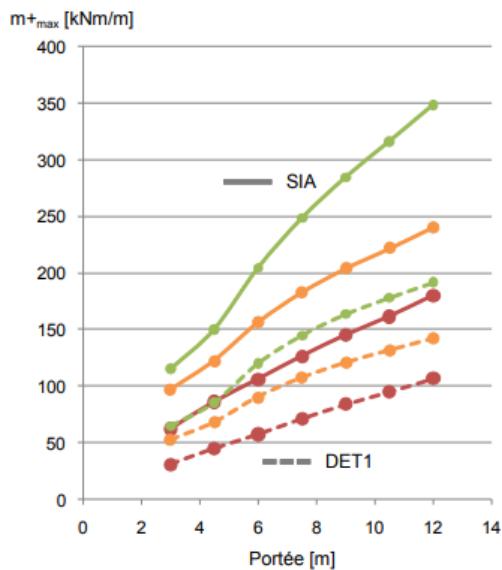
Moment de flexion négatif maximal sur appui du porte-à-faux avec modèle SIA et modèle DET1



Effort tranchant maximal dans la dalle entre poutres à d/2 avec modèle SIA et modèle DET1



Moment de flexion négatif maximal dans la dalle entre poutres sur appui avec modèle SIA et modèle DET1



Moment de flexion positif maximal dans la dalle entre poutres à mi-travée avec modèle SIA et modèle DET1

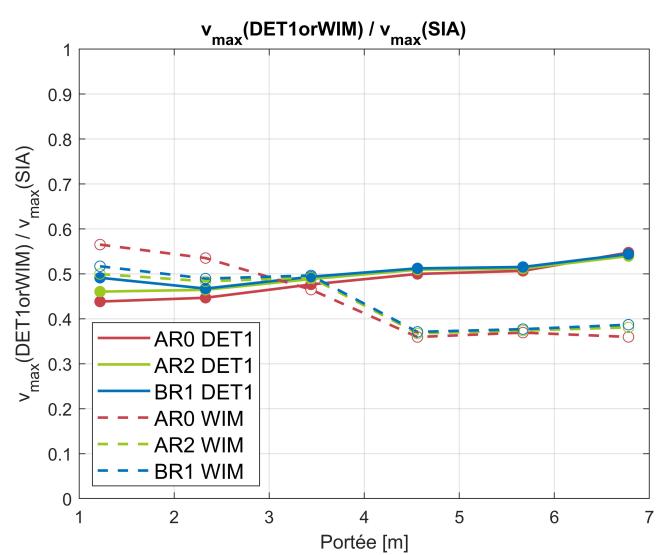
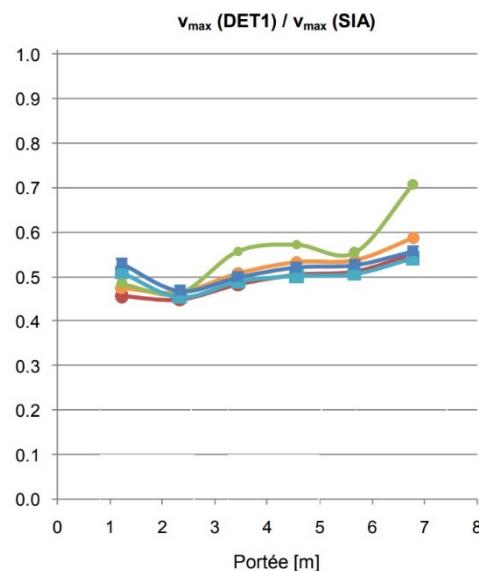
De manière globale, les nouveaux résultats obtenus sont identiques à ceux de l'AGB 2009/005. La méthodologie mise en place avec le code Matlab et les nouvelles lignes d'influence donnent de bons résultats. Une exception subsiste pour l'effort tranchant maximal dans les porte-à-faux à $d/2$ avec modèle DET1, pour la portée 6.78m et le cas A-R2. Dans l'AGB 2009/005, la valeur élevée est justifiée par un changement dans le positionnement des voies déterminantes. Cependant, même en essayant toutes les configurations de positionnement pour ce cas, il n'a pas été possible de reproduire ce résultat.

3.3 Reproduction des graphiques : rapport des efforts maximaux modèles SIA/DET1

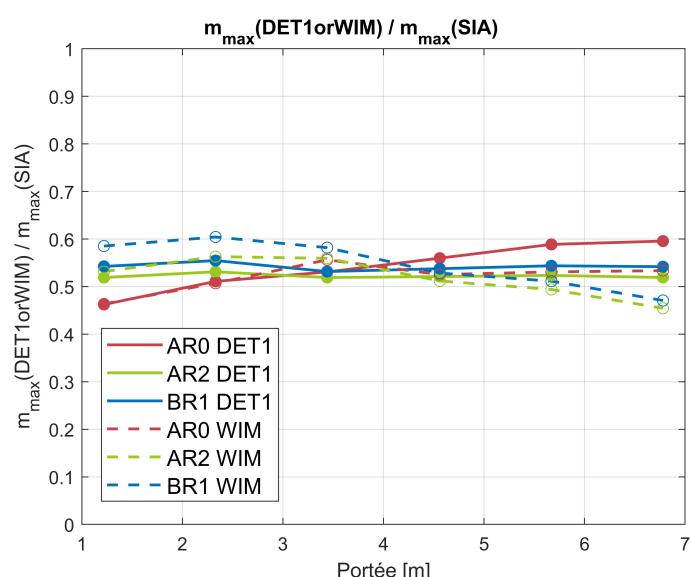
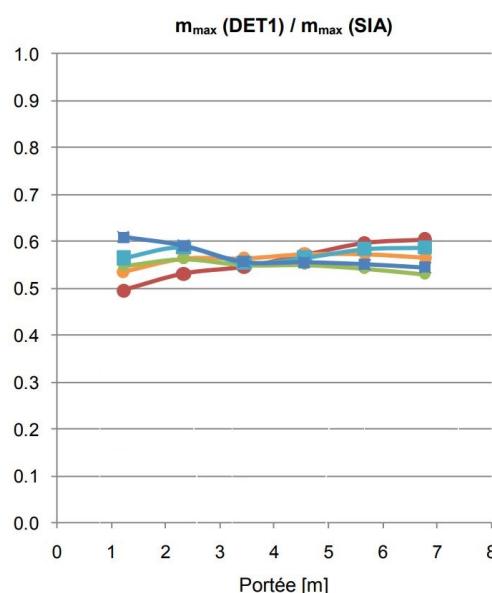
Pour la dernière étape, il faut procéder à la division de la valeur maximale de l'effort déterministe par celle du modèle SIA. Petite complexité encore pour les nouveaux résultats avec l'utilisation de résultats tirés des simulations WIM. L'objectif est de comparer le modèle déterministe retenu dans l'AGB 2009/005 aux résultats probabilistes des simulations WIM.

Ci-dessous, les graphiques de gauche correspondent aux valeurs présentées dans l'AGB 2009/005 et ceux de droite aux valeurs calculées avec les simulations WIM (Class+) et le modèle déterministe DET1.

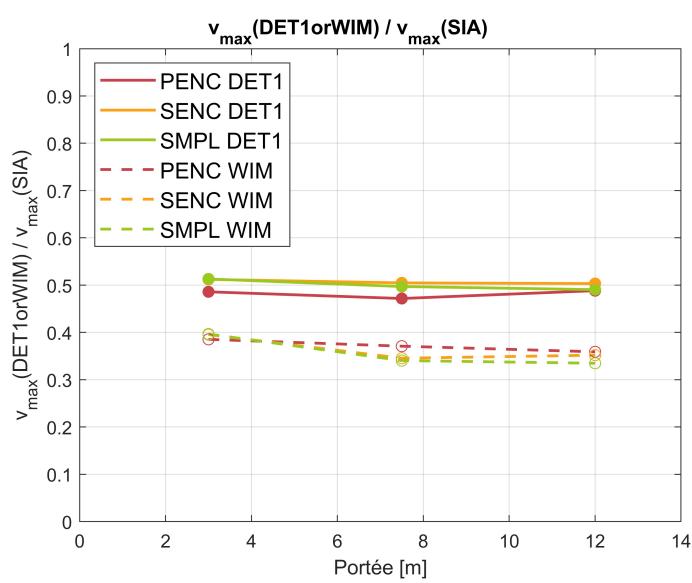
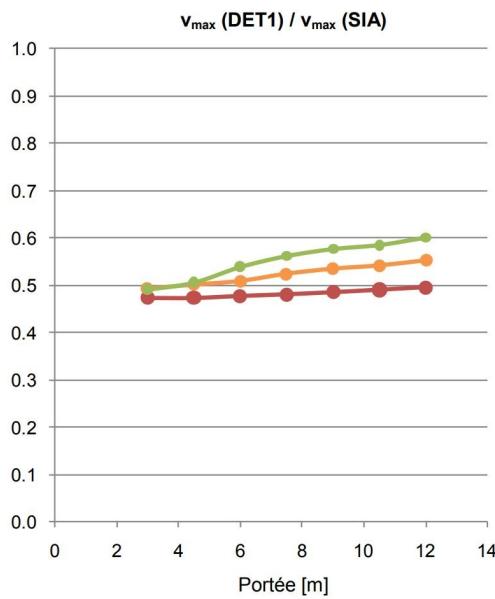
Les efforts calculés avec le modèle de charge de la norme considèrent les coefficients α_{Qi} , α_{qi} , $\alpha_{qr} = 0.9$ et le facteur de charge $\gamma_Q = 1.5$.



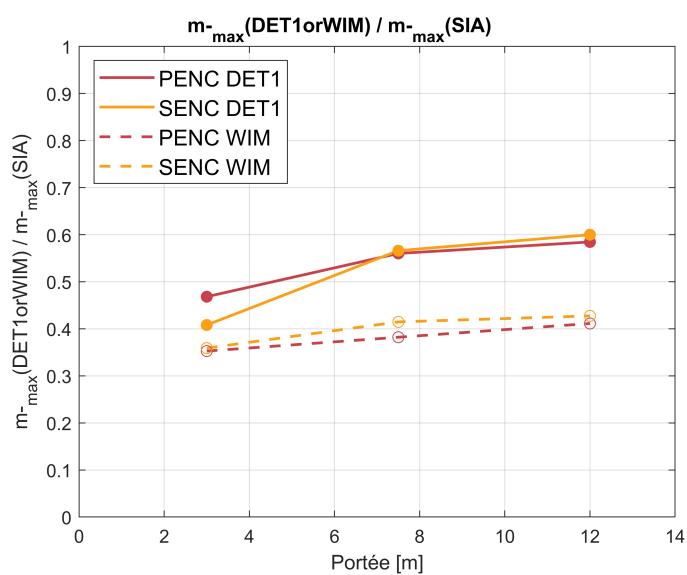
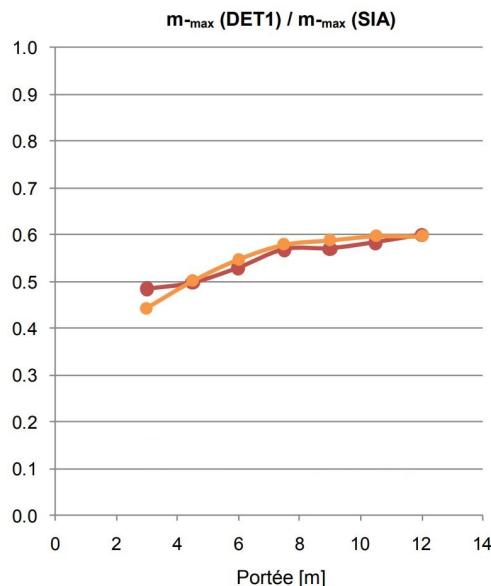
Effort tranchant maximal dans le porte-à-faux à d/2 rapport des efforts DET1/SIA ou WIM/SIA



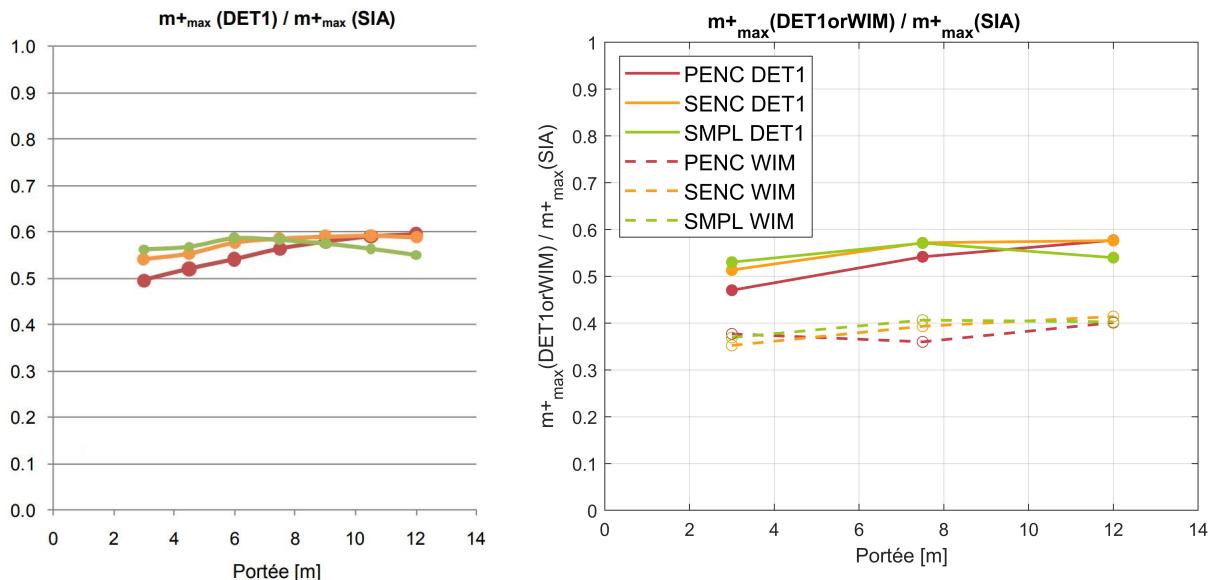
Moment de flexion négatif maximal dans le porte-à-faux sur appui rapport des efforts DET1/SIA ou WIM/SIA



Effort tranchant maximal dans la dalle entre poutres à d/2 rapport des efforts DET1/SIA ou WIM/SIA



Moment de flexion négatif maximal dans la dalle entre poutres sur appui rapport des efforts DET1/SIA ou WIM/SIA



Moment de flexion positif maximal dans la dalle entre poutres à mi-travée rapport des efforts DET1/SIA ou WIM/SIA

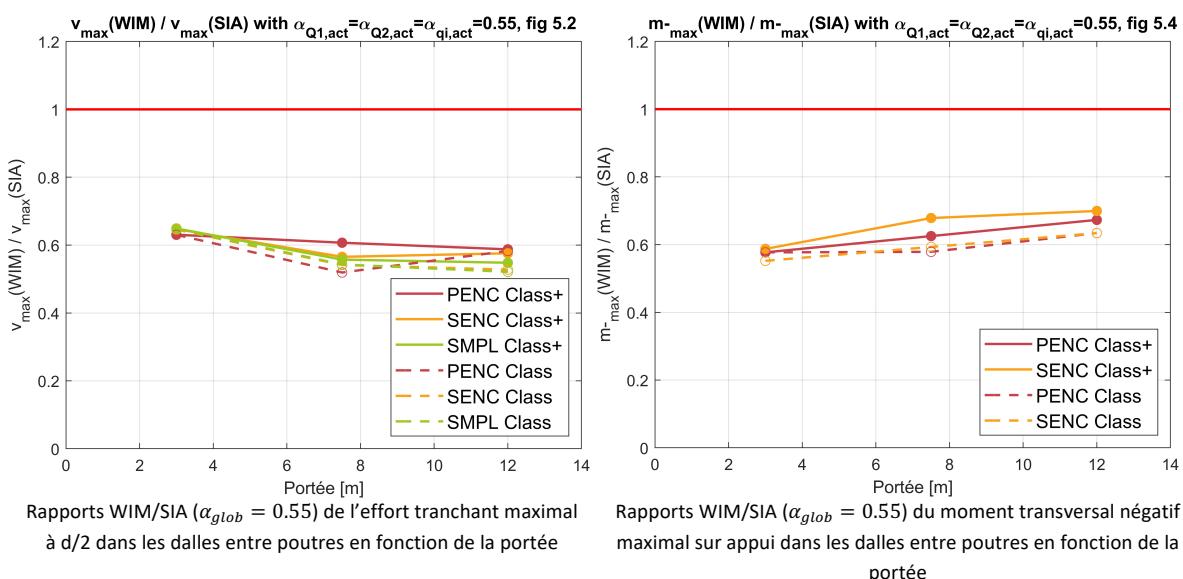
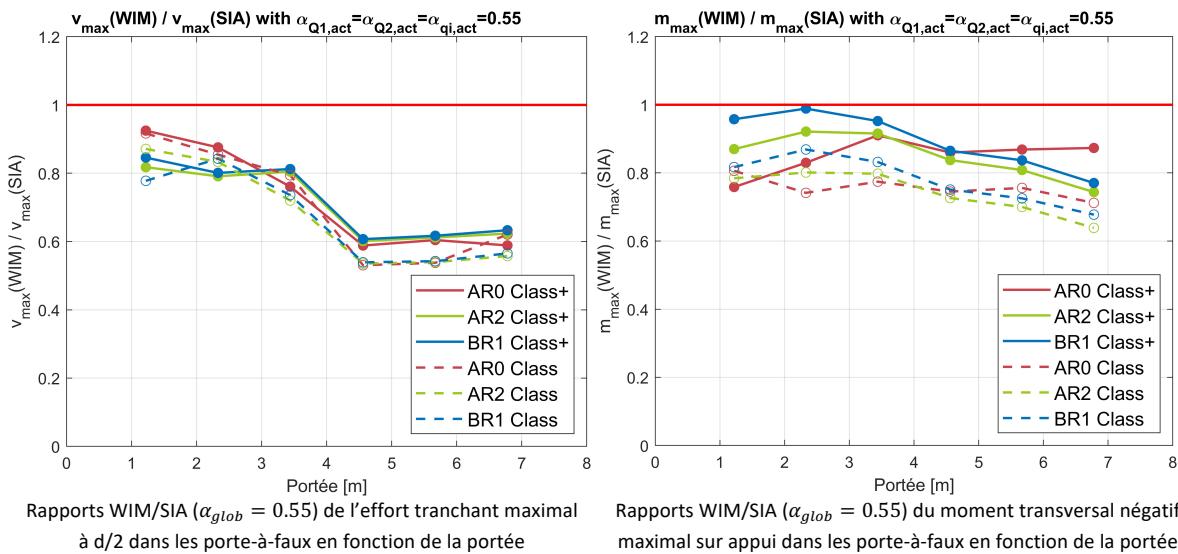
De nouveau, si l'on compare les résultats de l'AGB 2009/005 aux nouveaux avec le modèle déterministe, on remarque qu'ils sont très similaires. En ce qui concerne les résultats des simulations WIM, on observe deux tendances. La première, présentant des résultats similaires entre WIM et déterministe pour les modèles ne considérant qu'une seule voie de circulation, soit les porte-à-faux de portée inférieure ou égale à 3.44m. La seconde présentant des résultats inférieurs pour les WIM pour les modèles considérant deux voies de circulation, soit les porte-à-faux de portée supérieure à 3.44m et toutes les dalles entre poutres. En étudiant les cas max trouvés avec les données WIM pour deux voies de circulation, on observe qu'il est rare d'avoir la combinaison un véhicule sur chaque voie et donc commun d'obtenir un véhicule sur une seule voie. Cela veut donc dire que le passage d'une voie de circulation à deux n'augmente que peu les efforts calculés selon les données WIM mais bien plus dans le cas des valeurs SIA ou du modèle déterministe considérant un véhicule sur chacune des voies.

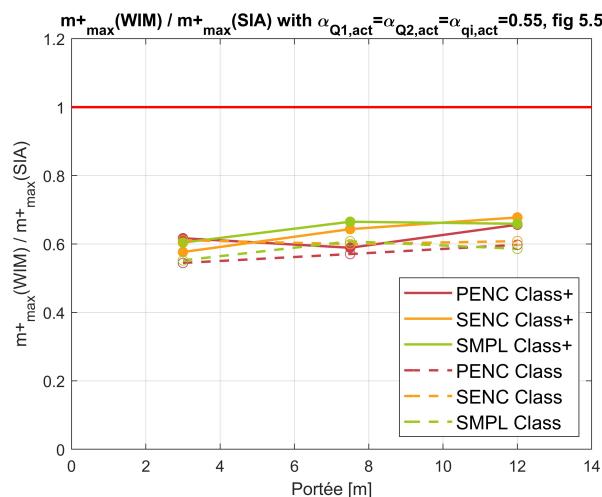
En conclusion, le modèle déterministe DET1 choisi dans l'AGB 2009/005 semble bien fonctionner pour les modèles avec une seule voie de circulation **mais surestime les résultats pour les modèles avec deux voies de circulation.**

4 Proposition des nouveaux résultats

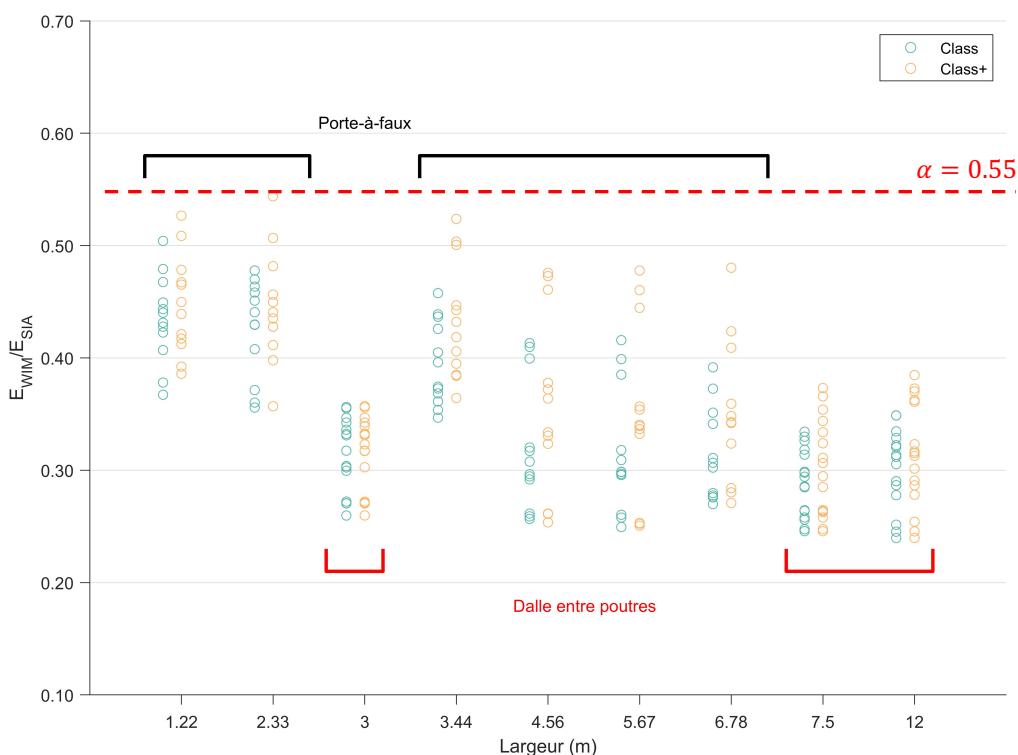
4.1 Résultats avec les données WIM

Pour finir tous les résultats obtenus à l'aide des données WIM sont représentés plus bas. On peut y comparer les deux classes de trafic retenues (Class et Class+). Un facteur global $\alpha = 0.55$ a été appliqué et permet de montrer le respect de la valeur limite de 1 pour toutes les valeurs obtenues. Le step 0 (α général) spécifié dans la documentation est donc respecté et peut être employé pour les dalles de roulement.





Tous les résultats des différents modèles de dalles de roulement ont été rassemblés sur le graphique ci-dessous. Ce format est identique à celui utilisé dans la documentation. De nouveau, on observe que facteur global $\alpha = 0.55$ est respecté pour tous les types de dalles de roulement.
On peut réduire cette valeur individuellement suivant le cas (step 1) en respectant toutefois toutes les exigences de la documentation.



4.2 Résultats pour les cas particulier BAU (utilisation de la bande d'arrêt d'urgence)

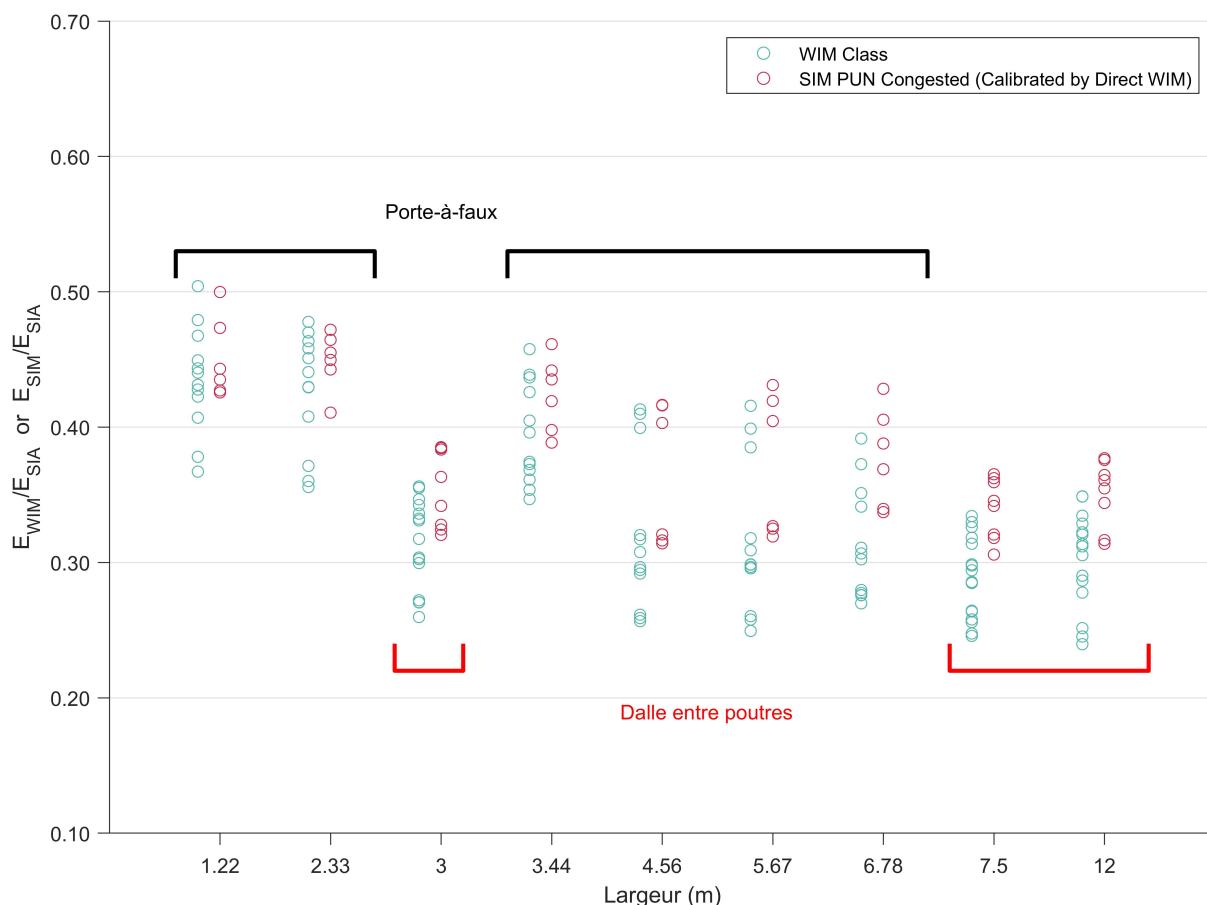
L'utilisation de la bande d'arrêt d'urgence a également été étudié. Ce cas particulier conduit à une disposition du trafic plus défavorable dans laquelle il est plus courant d'observer des dépassements de véhicules lourds. Les données WIM disponible actuellement ne comporte que de trop rares enregistrements avec la bande d'arrêt d'urgence et ne permettent pas une analyse WIM du problème. Pour générer une quantité suffisante de données pour ce cas, il faut avoir recours à la méthode du trafic simulé. Le code Matlab actuel est capable de générer un trafic virtuel. Pour ce faire, celui-ci a besoin de connaître : la proportion par types de véhicules (directement tirée d'un trafic WIM existant), le pourcentage global de véhicules lourds dans le trafic, la distribution par voies des véhicules lourds (pour le cas BAU et selon des mesures, la distribution suivante a été retenue [60,40,0]) et enfin l'état du trafic (trafic saturé ou bouchonné). Sur cette base, le code génère un trafic virtuel qui peut être utilisé de la même manière qu'un trafic WIM.

Il a été observé que l'utilisation dans le code d'un trafic virtuel génère des résultats plus bas qu'avec un trafic WIM. De cette manière, lors de l'utilisation d'un trafic virtuel pour générer des résultats, il est nécessaire de tenir compte d'un facteur de correction. Ce facteur de correction s'obtient en comparant les résultats issus de paramètres identiques du trafic simulé à ceux du trafic WIM (même ligne d'influence, même disposition du trafic). Pour le cas BAU, comme il n'existe pas de résultats WIM pour définir les facteurs de correction, les résultats BAU obtenus selon le trafic virtuel sont calibrés à l'aide des facteurs de correction les plus proches, eux-mêmes obtenus en comparant les résultats du trafic WIM à ceux du trafic simulé équivalent. Pour bien comprendre la méthodologie utilisée pour calibrer les résultats BAU, voici les étapes suivies : 1. Calcul des résultats sur la base de trafics WIM (résultats présentés au chapitre précédent) 2. Calcul des résultats sur la base du trafic simulé avec paramètres identiques à ceux du trafic WIM 3. Comparaison des résultats SIM et WIM, obtention des facteurs de corrections pour corriger les résultats SIM 4. Calcul des résultats pour le cas BAU sur la base du trafic simulé. 5. Correction des résultats BAU selon les facteurs de corrections les plus proches. Une fois les résultats SIM du cas BAU corrigés, ceux-ci peuvent être directement utilisés pour décrire l'effet de l'utilisation de la bande d'arrêt d'urgence sur les dalles de roulement.

Avant de présenter les résultats du cas BAU, un paramètre doit encore être discuté. Il s'agit de la définition de l'état du trafic. Comme vu dans le rapport "Révision de l'ASTRA 82001, Charges de trafic actualisées pour les ponts existants", il est important de distinguer le trafic saturé du trafic bouchonné. En effet, il a été défini que le trafic saturé est représentatif pour les lignes d'influences $\leq 30m$ et le trafic bouchonné pour celles $> 30m$. Pour les dalles de roulement, la plus grande largeur (portée transversale) étudiée étant celle de 12m pour les dalles entre poutres, on serait tenté de ne considérer que le trafic saturé. Cependant en étudiant la forme des lignes d'influences retenues, plusieurs d'entre elles dépassent les 30m (il est possible de positionner 2 charges séparées de 30m d'écart dans le sens longitudinal et d'observer une contribution de chacune d'entre elles sur l'effort étudié). De cette manière, toutes les dalles de roulement présentant des lignes d'influence dépassant les 30m ont été regroupées, puis réanalysées avec un trafic bouchonné. Les résultats de cette analyse sont disponibles en annexe. Il est important de préciser que les résultats issus d'un trafic virtuel et défini comme bouchonné n'ont pas besoin d'être calibrer à l'aide des facteurs de corrections. Finalement, toutes valeurs obtenues avec le trafic bouchonné étant plus petites que celles obtenus avec les mêmes lignes d'influence et le trafic saturé, celles-ci n'ont pas été retenues pour décrire l'effet de l'utilisation de la bande d'arrêt d'urgence sur les dalles de roulement.

En conclusion, l'utilisation de la bande d'arrêt d'urgence sur les dalles de roulement est décrite par les résultats présentés ci-dessous, obtenus à l'aide de trafics saturés simulés et corrigés selon les résultats WIM. Le facteur global $\alpha = 0.60$ est facilement respecté ici aussi, le step 0 peut être employé pour l'utilisation des bandes d'arrêt d'urgence sur les dalles de roulement.

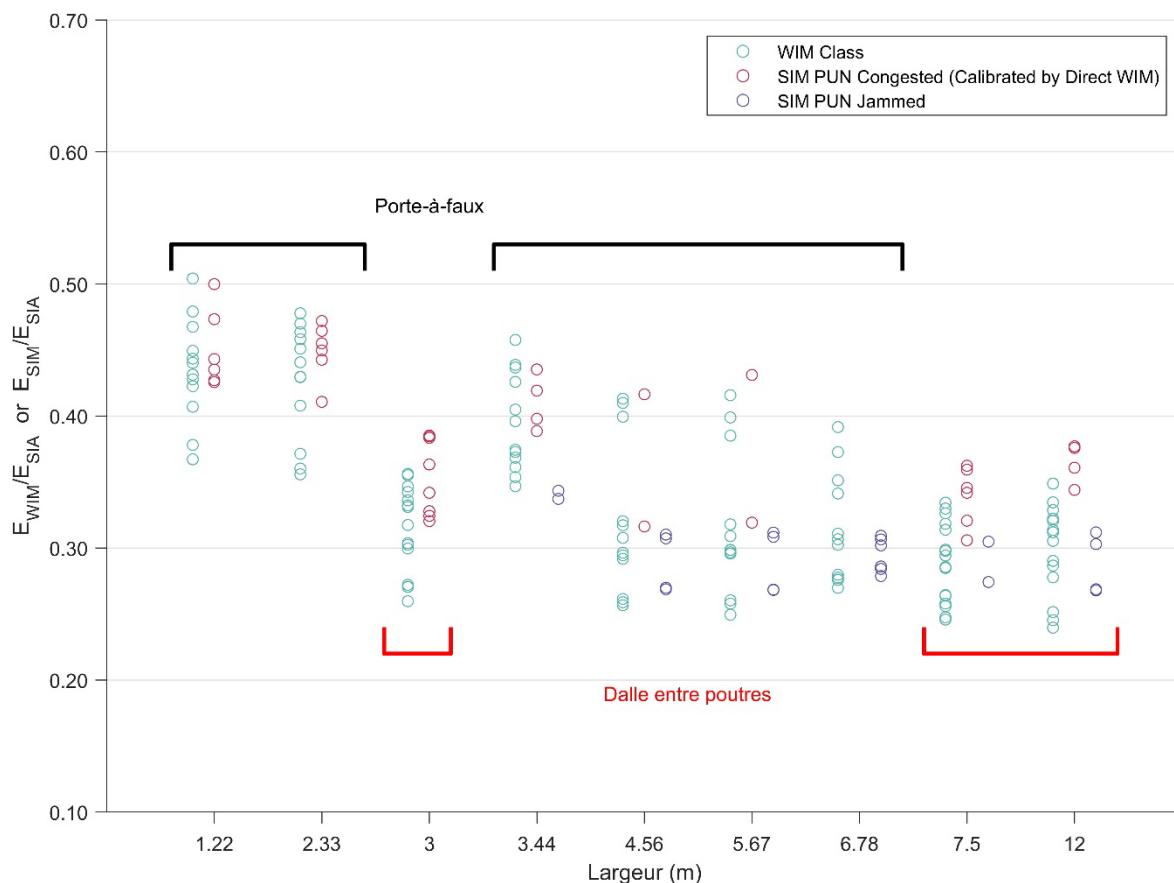
On pourrait réduire cette valeur $\alpha = 0.55$ (step 0) et plus suivant le cas (step 1) en respectant toutefois toutes les exigences de la documentation.



Annexes

I.1	Résultats pour la BAU avec trafic bouchonné considéré	24
-----	---	----

I.1 Résultats pour la BAU avec trafic bouchonné considéré



Résultats pour l'utilisation de la BAU sur les dalles de roulement selon la méthode d'analyse du trafic saturé simulé (quadrant 4) et du trafic bouchonné simulé (quadrant 3) en fonction de la portée transversale

Liste des modifications

Édition	Version	Date	Modifications
2023	1.00	28.03.2023	
2024	1.01	29.01.2024	Corrections
2024	1.02	29.01.2024	Quelques corrections de cohérence entre les documents. Corrections de mise en page et d'orthographe
2024	1.03	19.11.2024	Corrections mineures et désignation des efforts intérieurs

