

Journées techniques Ouvrages d'Art 2013

Dijon, Mercredi 05 et Jeudi 06 juin

Étude de limitation de tonnage et calibration des charges de l'annexe nationale de l'EN 1991-2

C. Crémona, JM. Lacombe, P. Chambon
Mercredi 5 Juin



Réseau
Scientifique
et Technique

Sétra
Service d'études
sur les transports,
les routes et leurs
aménagement

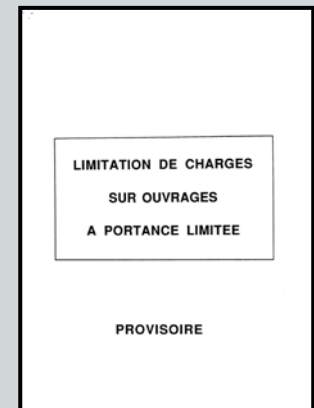
IFSTTAR

Introduction : Problématique

- Présence d'ouvrages d'art à capacité portante réduite sur le réseau



- Projet de circulaire datant de 1985, inspirée du règlement de l'époque, fascicule 61 titre II
Jamais validée et publiée



Introduction : Objectifs

- Dans le cadre de l'étude :
 - Proposer des coefficients pondérateurs sur les charges réglementaires
 - Utilisation du logiciel LCPC-Pollux© : calcul des effets de trafics réels
 - Confronter les résultats avec les propositions du projet de circulaire
- Publication d'une note d'information Sétra proposant des règles de calcul basées sur le règlement Eurocode et permettant de justifier une limitation de tonnage pour un ouvrage existant



Sommaire



I – le contexte de l'étude

II – Méthodologie de l'étude

III – Résultats

IV – Confrontation des résultats



I – le contexte de l'étude

- Background de l'Eurocode 1-2

Background de l'annexe nationale de l'EN 1-2

Documents décrivant la méthode pour obtenir les charges réglementaires

Principe : Calculer les effets de trafics réels et créer des charges réglementaires engendrant des effets plus élevés

Outils :

- Lignes d'influence
- Trafics autoroutiers et routiers : notamment A6, 1986, Auxerre



I – le contexte de l'étude

- Le code de la route

PTAC : Poids Total Autorisé en Charge (véhicule unique)

PTRA : Poids Total Roulant Autorisé (véhicule articulé ou avec remorque)

Limites théoriques à ne pas dépasser :

- 2 essieux : 19t
- 3 essieux : 26t
- 4 essieux : 32t ou 38t (articulé)
- 5 essieux : 44t (articulé)



Moyens pratiques de limitation :

- Contrôle continu par les forces de l'ordre
- Panneau de signalisation
- Gabarits



I – le contexte de l'étude

- Le projet de circulaire de 1985

4 niveaux de limitation du PTAC : 1,5t ; 3,5t ; 12t ; 19t

Pour une limitation donnée, 3 types de charge doivent être vérifiés par un ouvrage pour satisfaire la limitation :

- Charge répartie dépendant de la longueur d'application
- Charges ponctuelles
- Un poids lourd de la catégorie supérieure



II - Méthodologie de l'étude

- **Raisonnement général de la note d'information**

1) Définir des charges de calcul associées à des limitations de tonnage :

- Calculer les effets de trafics réels soumis aux limitations
- Déterminer des charges réglementaires dont les effets sont supérieurs aux précédents avec une marge de sécurité raisonnable

2) Un ouvrage présente une capacité portante réduite.

Quelle limitation imposer à l'ouvrage ?

- Modélisation de l'ouvrage en prenant les charges de calcul d'une limitation donnée
- Deux cas possibles : soit l'ouvrage résiste et la limitation est retenue

soit l'ouvrage ne résiste pas et une limitation inférieure doit être testée



II - Méthodologie de l'étude

- Les limitations retenues

Choix d'une limitation à la silhouette

- En accord avec les définitions du PTRA et du PTAC qui font référence à des masses théoriques
- Prend en compte d'éventuels dépassements

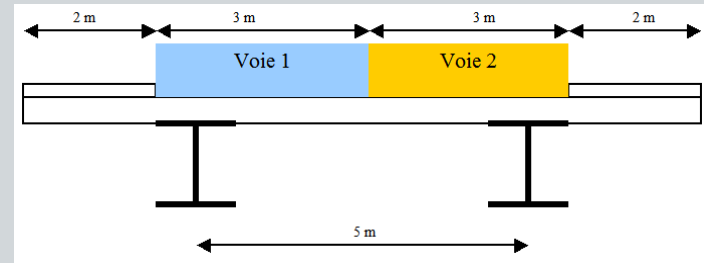
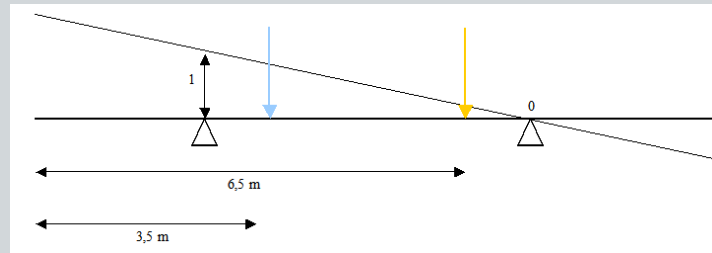
▶ Limitations à 2 essieux et à 3 essieux (19t et 26t en théorie)



II - Méthodologie de l'étude

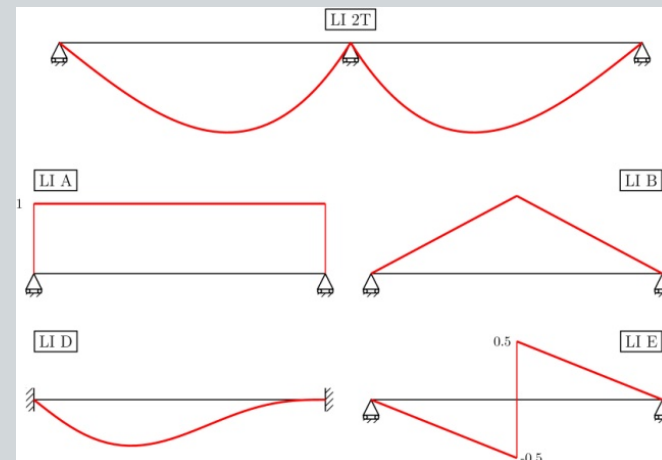
- Données initiales

- 3 configurations transversales : 1 voie caisson, 2 voies caisson et 2 voies bipoutre



- 17 Lignes d'influence longitudinales :

Longueurs des travées : 5, 10, 25, et 50 mètres



Colas 2011



II - Méthodologie de l'étude

- Données initiales

Traffics retenus : - A9 Gallargues 2009

- A9 Saint Jean Vedas 2010

3 mois par année, soit 6 fichiers de traffics :

```
0005920000130989122826602000569124507840159120735812714132
000602000013098912282810217
000612000013098912282975261
000622000013098912283765325
0006320000130989122849864000023024201124012
000642000013098912290372333
0006520000130989122948062670143056204856095
000662000013098912295197364
000672000013098912295767406
000682000013098912301633264
0006920000130989123053914170018029200929009
000702000013098912314032417
000712000013098912320896400
000722000013098912323142375
000732000013098912324997344
000742000013098912331449414
000752000013098912333317353
000762000013098912334362372
000772000013098912334809344
00078200001309891234166024402471074037340956105812057
```

[num1]	[num2]	[date]	[heure]	[vitesse]	[PTC]	[longueur]	[nbessieux]
00059	20000	130989	12282660	200	0569	124	5

...

[ppp]	[dd]	[ppp]	[dd]	[ppp]	[dd]	[ppp]	[dd]	[ppp]
078	40	159	12	073	58	127	14	132

Notice LCPC-Pollux ©

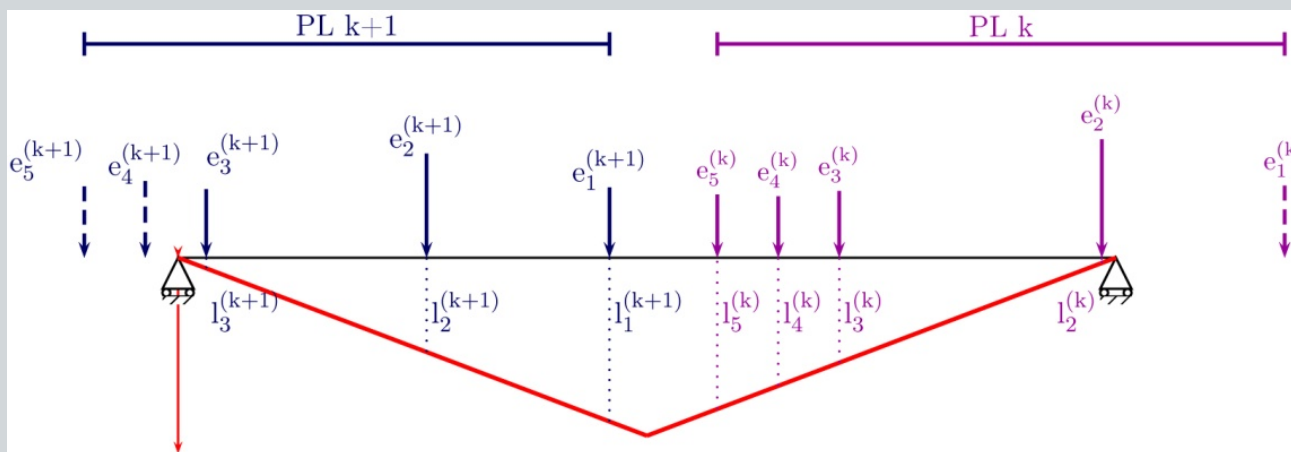
▶ Création de fichiers de traffics limités à 2 essieux, à 3 essieux et non limités avec situation de trafic fluide ou congestionnée



II - Méthodologie de l'étude

- Obtention des effets du trafic

1 - Calcul des effets bruts à l'aide du logiciel LCPC-Pollux©



Colas 2011

$$E = g \left[e_2^{(k)} l_2^{(k)} + e_3^{(k)} l_3^{(k)} + e_4^{(k)} l_4^{(k)} + e_5^{(k)} l_5^{(k)} + e_1^{(k+1)} l_1^{(k+1)} + e_2^{(k+1)} l_2^{(k+1)} + e_3^{(k+1)} l_3^{(k+1)} \right]$$

Étape effectuée pour les configurations **fluides** et **congestionnées**



II - Méthodologie de l'étude

2 – Extrapolation des effets bruts avec le logiciel Pollux

Détermination de la valeur de l'effet pour une période de retour de 1000 ans, ie probabilité de 5% d'être dépassé sur une période de référence de 50 ans

Majoration effective de l'ordre de 30% (allant de 10% à 70% suivant les cas)

3 – Majoration dynamique

Majoration effective de l'ordre de 20% (allant de 0% à 55% suivant les cas)

Étapes effectuées uniquement pour les configurations **fluides**



II - Méthodologie de l'étude

- Optimisation et détermination des coefficients pondérateurs a et b

Calcul des effets des charges de l'Eurocode

classe 1 de trafic

$$E_{LMcl1} = E_{TScl1} + E_{UDLcl1}$$

classe 2 de trafic

$$E_{LMcl2} = E_{TScl2} + E_{UDLcl2}$$

Principe du raisonnement : égalité entre

- ratio de la valeur cible d'un trafic réduit à 2 ou 3 essieux sur celle d'un trafic brut
- ratio de l'effet du LM1 pondéré par a et b sur l'effet du LM1 brut

$$\frac{E_{2E}}{E_T} = \frac{a * E_{TScl1} + b * E_{UDLcl1}}{E_{LMcl1}}$$

$$\frac{E_{2E}}{E_T} = \frac{a * E_{TScl2} + b * E_{UDLcl2}}{E_{LMcl2}}$$



III - Résultats

- Optimisation avec 2 coefficients a et b

Cas de la configuration transversale 2 voies caisson

Gallargues

Classe	Limitation à 2 essieux	Limitation à 3 essieux	
1	0,64	0,82	a
	0,5	0,51	b
2	0,64	0,81	a
	0,49	0,5	b

Saint-Jean de Védas

Classe	Limitation à 2 essieux	Limitation à 3 essieux	
1	0,39	0,6	a
	0,72	0,79	b
2	0,41	0,61	a
	0,73	0,79	b

Analyse difficile : Pas de prédominance d'un coefficient sur l'autre



III - Résultats

- Optimisation avec un coefficient unique

Cas de la configuration transversale 2 voies caisson

Gallargues

Limitation à 2 essieux	Limitation à 3 essieux
0,56	0,76

Saint-Jean de Védas

Limitation à 2 essieux	Limitation à 3 essieux
0,51	0,79

Limitation à 2 essieux : $0,5 < c < 0,6$

Limitation à 3 essieux : $0,65 < c < 0,8$



IV – Confrontation des résultats

- Comparaison entre charges pondérées Eurocode et charges proposées dans le projet de circulaire de 1985

► Limitation à 19t / 2 essieux :

Pondération charges Eurocode	0,5 soit : $\frac{0,5 * (E_{TS} + E_{UDL})}{E_{Circ1985}}$		0.6 soit : $\frac{0,6 * (E_{TS} + E_{UDL})}{E_{Circ1985}}$	
	Classe 1	Classe 2	Classe 1	Classe 2
Configuration 1 voie caisson	1,25	1,03	1,5	1,24
Configuration 2 voies caisson	1,31	1,07	1,57	1,28
Configuration 2 voies bipoutre	1,49	1,22	1,79	1,47

Charges de l'Eurocode pondérées plus agressives en configuration 2 voies bipoutre

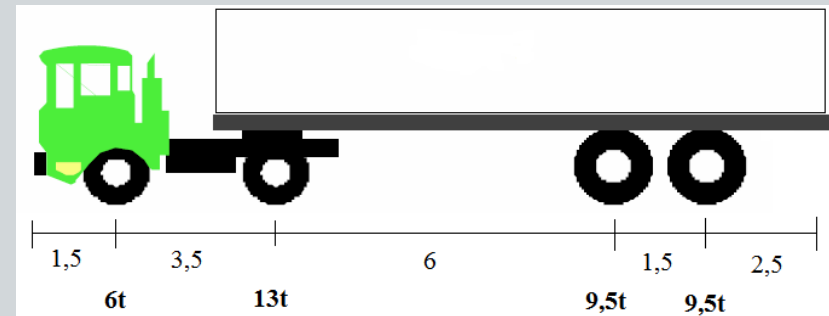
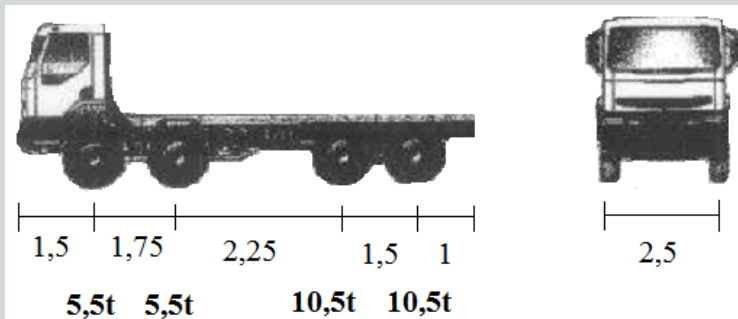
Effet pondération 0,5 en classe 2 \approx Effet projet de circulaire de 1985



IV – Confrontation des résultats

- Poids lourd de la catégorie supérieure par rapport à la limitation à 3 essieux

Poids lourds à 4 essieux : - 32 tonnes
- 38 tonnes



Effet Poids lourd 4 essieux << Effet charges Eurocode pondérées par 0,65



Conclusion



- Limitation à 2 essieux : Coefficients pondérateurs compris entre **0,5 et 0,6**
- Limitation à 3 essieux : Coefficients pondérateurs compris entre **0,65 et 0,8**
- Perspectives :
 - Poursuites des études pour 1,5t ; 3,5t ; 12t
 - Publication de la note d'information Sétra



Merci pour votre attention

