



*L'Algérie est désormais engagée sur la bonne voie car elle a compris que  
"La route du développement passe par le développement de la route"*



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE



وزارة الأشغال العمومية  
MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS

DOCUMENT TECHNIQUE REGLEMENTAIRE  
D . T . R .

REGLES DEFINISSANT LES CHARGES  
A APPLIQUER POUR LE CALCUL ET  
LES EPREUVES DES PONTS ROUTES

# P R E F A C E



Le transport routier a connu ces dernières années un développement rapide tant en nombre de convois qu'en poids. Cette situation est due en particulier au redéploiement de l'industrie engendrant l'augmentation du transport du lieu de production au lieu d'utilisation ou au lieu d'exportation.

Pour améliorer la rentabilité, les dimensions et le poids des masses ont tendance à augmenter avec tout ce que cela suppose comme risque de dégradation des ouvrages d'art qui se trouvent parfois, sollicités à leur limite admissible sous l'effet des convois lourds.

Aujourd'hui, l'enjeu est tellement considérable que nous avons jugé utile d'élaborer ce règlement des charges et surcharges applicables aux ponts routes qui permettra d'uniformiser la réglementation et les documents contractuels concernant les études et l'exécution des ouvrages d'art.

Tout en gardant les mêmes convois types que le fascicule 61 titre II couramment utilisés dans les études de ponts en Algérie, ce règlement apporte une nouvelle approche des règles de calculs en améliorant la présentation des convois types et en ajoutant d'autres charges à prendre en compte, et ce, pour tenir compte de l'évolution du trafic routier en Algérie.

Ce document de référence se veut un outil pédagogique au service des différents intervenants (concepteurs, entreprises, bureaux d'études,...) et vise les trois objectifs suivants:

- Définir les convois types qui serviront tant pour les études de tracés que pour les études d'ouvrages d'art.
- Donner des règles de vérification des ouvrages d'art sous les différents cas de charges.
- Définir le contenu et le déroulement du programme des épreuves (opérations préalables à la réception de l'ouvrage).

Je suis persuadé que les règles développées dans ce document vont contribuer de façon qualitative à encadrer les différents programmes d'ouvrages d'art que le secteur s'est engagé à réaliser dans les règles de l'art.

Enfin, je tiens à remercier le groupe technique ayant travaillé sans relâche pour mettre au point ce document qui servira utilement nos ingénieurs au niveau des entreprises et bureau d'études.

**Le Ministre des Travaux Publics**

**Dr. Amar GHOUL**

# AVANT PROPOS



Les réalisations en matière d'ouvrages d'art ont connu ces dernières années une évolution significative, soit en moyenne **150** ouvrages par an, ce qui a permis de renforcer et de développer davantage le réseau routier en général et le patrimoine d'ouvrages d'art en particulier qui compte actuellement, plus de **5000** ouvrages d'art.

Tenant compte de l'importance de l'évolution du transport routier en Algérie, d'une part, et le rôle primordial des ouvrages d'art dans les déplacements routiers d'autre part, la Direction des Routes du Ministère des Travaux Publics a jugé nécessaire dans le cadre du développement de la réglementation technique du secteur, d'élaborer un règlement de référence national ayant pour but de définir toutes les charges et surcharges à prendre en considération dans le calcul et les épreuves des ouvrages d'art, et ce, pour répondre aux exigences de sécurité.

En effet, le pont pour assurer sa fonction, doit supporter les charges réglementaires auxquelles il sera soumis durant sa mise en exploitation. Il doit également être capable de résister, avec les marges appropriées, non seulement aux efforts engendrés par son poids propre, mais aussi aux efforts dus à l'ensemble des actions d'origine naturelle et fonctionnelle qui lui seront appliquées.

Ce présent document apporte une nouvelle approche des règles de calcul des ponts en améliorant les convois types et en ajoutant d'autres charges à prendre en compte. Il définit les charges civiles du système A et B ainsi que les convois militaires et les convois exceptionnels.

L'architecture de ce règlement repose sur trois chapitres essentiels à savoir : la classification des actions, l'évaluation des actions et les épreuves.

Ce document élaboré par le CTTP, a été enrichi et validé par un groupe technique spécialisé. Il constitue l'une des actions d'unification des règlements utilisés par les différents intervenants leur permettant de mener la vérification des calculs ainsi que les épreuves des ponts routiers.

Enfin, je tiens à remercier tous les membres pour leur participation active dans l'élaboration de ce document qui est ainsi, mis à la disposition de tous les acteurs concernés que j'invite à veiller à son application en vue de contribuer à atteindre l'objectif fixé par notre secteur.

**LE DIRECTEUR DES ROUTES**

**Hocine NECIB**

---

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS**

**ARRETE DU 27 Juin 2009 PORTANT APPROBATION DU DOCUMENT TECHNIQUE  
REGLEMENTAIRE RELATIF AUX REGLES DEFINISSANT LES CHARGES A  
APPLIQUER DANS LE CALCUL ET LES EPREUVES DES PONTS ROUTES.**

Le Ministre des Travaux Publics,

- Vu le décret n° 86-213 du 13 Dhou El Hidja 1406 correspondant au 19 août 1986, portant création d'une commission technique permanente pour le contrôle technique de la construction.

- Vu le décret présidentiel n° 09-129 du 2 Joumada El Oula 1430 correspondant au 27 avril 2009 portant reconduction dans leurs fonctions de membres du gouvernement ;

## **Arrête**

**Article 1er:** - : - Conformément aux dispositions de l'article 2 du décret n° 86-213 du 19 août 1986, susvisé, est approuvé le document technique réglementaire D.T.R intitulé « **règles définissant les charges à appliquer dans le calcul et les épreuves des ponts routes** », version 2008, annexé à l'original du présent arrêté.

**Article 2:** - Les dispositions de ce document visé à l'article 1<sup>er</sup> ci-dessus, sont applicables à toute nouvelle étude, six (06) mois après la date de publication du présent arrêté au Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire.

**Article 3:** Le maître d'ouvrage, le maître d'œuvre, les entreprises de réalisation, les organismes de contrôle technique et d'expertise sont tenus de respecter les dispositions du document technique réglementaire suscitée.

**Article 4:** - L'organisme national de contrôle technique des travaux publics est chargé de l'édition et de la diffusion de ce document technique réglementaire, objet du présent arrêté.

**Article 5:** - Le présent arrêté sera publié au Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire.

Fait à Alger, le 27 Juin 2009

**Le Ministre des Travaux Publics**  
**Amar GHOUL**

**COMPOSITION DU GROUPE TECHNIQUE SPECIALISE G.T.S.**  
**« Règles définissant les charges à appliquer pour le calcul  
et les épreuves des ponts routes ».**

**Président d'honneur :**

M. Hocine NECIB, Directeur des routes, Ministère des Travaux Publics

**Président du GTS:**

M. Mohamed BELLAZOUGUI, Directeur du CGS.

**Membres:**

- M. Abdelkader ZENATI: .....Expert, AZ Consulting
- M. Mustapha DJAFFOUR : .....Enseignant à l'université de Tlemcen
- M. Moussa RILI : .....Enseignant à l'Université de Bab Ezzour – Alger
- M. Mouloud ABDESSEMED:..... Directeur des Infrastructures  
Aéroportuaires – MTP
- M. Youcef DJIAR: .....Sous Directeur des ouvrages d'art – MTP
- M. Boualem AMEUR:..... Chef de département – CGS
- M. Abderrahmane KIBBOUA:..... Chargé de recherche – CGS
- M. Mohamed NABOUSSI FARSI:.....Chef de département - CGS
- M. Farid MAKHLOUFI: .....Directeur d'ouvrages d'art – SAETI
- M. Mohamed TAHRAOUI:..... représentant du Ministère de la Défense  
Nationale.
- M. Ferhat FEDGHOUCHE:.....Chargé de cours – ENTP
- Mme Djamilia CHERID:..... Enseignante - ENP
- M. Rachid BOUKHETTALA:..... Chef de département OA - CTTT
- M. Bouaziz DJERIR:..Chef de département étude et contrôle – SAPTA
- M. Yahia brahim MRAIN:..... Chef de département études – ENGOA
- Mme Naima MOKHBI:..... Chef de bureau – MTP
- M. Rachid ALLOU: .....Ingénieur – DTP de Boumerdès
- Mme Zouina AKLI :..... Ingénieur – ANA
- M. Said NAHAL:..... Ingénieur – DTP de Constantine
- M. Kamel MESSAOUD SAADELLAH:..... Ingénieur – DTP d'Alger
- Melle Fatiha SADAOUI:..... Ingénieur – Ministère des Transports

**HOMMAGE POST – MORTEM**

Tous les membres du groupe de travail spécialisé ont été profondément touchés par la perte de Monsieur TAHRAOUI Mohamed, Directeur d'études au Centre d'Etudes des Infrastructures Militaires (CETIM), décédé accidentellement en octobre 2008. Il était un membre actif au sein du groupe de travail. Tous les membres tiennent à lui rendre un grand hommage pour son apport appréciable à ce document et prient Dieu le Tout-Puissant d'accueillir le défunt en Son Vaste Paradis. « A Dieu nous appartenons et à Lui nous retournons ».

# Sommaire

<b>1 Généralités</b> .....	<b>5</b>
1.1 Domaine d'application .....	5
1.2 Hypothèses, conditions d'application .....	5
1.3 Unités et notations utilisées .....	6
1.3.1 Notations utilisées .....	6
1.3.2 Unités utilisées .....	6
1.4 Termes et définitions généraux .....	6
<b>2 Classification des actions</b> .....	<b>8</b>
2.1 Généralités .....	8
2.2 Évaluation des actions permanentes .....	8
2.2.1 Poids propre des constructions .....	8
2.2.2 Poids des équipements .....	9
2.2.3 Autres actions permanentes .....	9
2.3 Charges d'exploitation .....	9
2.4 Actions accidentelles .....	10
<b>3 Evaluation des actions hors trafic</b> .....	<b>11</b>
3.1 Actions permanentes .....	11
3.1.1 Poids propre .....	11
Pour l'évaluation des poids propres, les volumes sont à calculer avec les dimensions nominales données sur les plans de coffrage .....	11
3.1.2 Actions thermiques .....	11
3.1.2.1 Variations uniformes .....	11
3.1.2.2 Gradient thermique .....	12
3.1.2.3 Actions de la température dans les piles .....	12
3.1.3 Actions dues à la précontrainte et aux variations linéaires du tablier (retrait, fluage) .....	12
3.1.4 Tassements .....	13
3.1.5 Dénivellations .....	13
3.1.6 Effort de rappel du au frottement des appareils d'appui .....	13
3.2 Actions variables hors trafic .....	14
3.2.1 Actions dues au vent .....	14
3.2.2 Actions dues à l'eau .....	15
<b>4 Evaluation des actions dues au trafic</b> .....	<b>17</b>
4.1 Charges à considérer .....	17
4.2 Largeur roulable, largeur chargeable, nombre de voies .....	17
4.2.1 Largeur roulable .....	17
4.2.2 Largeur chargeable .....	17
4.2.3 Nombre de voies .....	18
4.3 Classes de ponts routes .....	18
4.4 Système de charges A .....	19
4.5 Système de charges B .....	21
4.5.1 Système $B_c$ .....	21
4.5.2 Système $B_r$ .....	23
4.5.3 Système $B_t$ .....	23
4.6 Coefficient de majoration dynamique .....	25
4.7 Efforts de freinage .....	26
4.8 Forces centrifuges .....	26
4.9 Charges sur les remblais .....	27
4.10 Charges militaires .....	28
4.10.1 Système $M_c$ .....	28
4.10.1.1 Convoi $M_c$ 80 .....	28
4.10.1.2 Convoi $M_c$ 120 .....	29
4.10.2 Système $M_e$ .....	30
4.10.2.1 Convoi $M_e$ 80 .....	30
4.10.2.2 Convoi $M_e$ 120 .....	31



4.11 Charges exceptionnelles.....	32
4.11.1 Convois types D.....	32
4.11.1.1 Convoi type D280.....	33
4.11.1.2 Convoi type D240.....	33
4.11.2 Convois types E.....	33
4.11.2.1 Convoi type E400.....	34
4.11.2.2 Convoi type E360.....	34
4.12 Charges sur les trottoirs.....	35
4.12.1 Les divers types de charges.....	35
4.12.2 Charges locales.....	35
4.12.3 Charges générales.....	35
4.13 Charges sur les garde-corps.....	36
<b>5 Actions accidentelles.....</b>	<b>38</b>
5.1 Généralités.....	38
5.2 Forces d'impact des véhicules sous le pont.....	38
5.2.1 Forces d'impact contre les piles et autres éléments porteurs.....	38
5.2.2 Forces d'impact contre les tabliers.....	39
5.2.3 Chocs de véhicules ferroviaires sur piles.....	39
5.2.4 Chocs de bateaux sur piles.....	40
5.3 Actions de véhicules sur le pont.....	40
5.3.1 Véhicules sur les trottoirs et les pistes cyclables.....	40
5.3.2 Forces d'impact sur les bordures.....	41
5.3.3 Forces d'impact sur les dispositifs de retenue des véhicules.....	41
5.4 Séisme.....	42
5.5 Incendie.....	42
<b>6 Combinaisons des actions.....</b>	<b>43</b>
6.1 Etats limites.....	43
6.1.1 Les états limites de service.....	43
6.1.2 Les états limites ultimes.....	43
6.2 Ecriture des combinaisons d'action.....	44
6.2.1 Valeurs caractéristiques des actions.....	44
6.2.1.1 Coefficients pour les actions permanentes.....	44
6.2.1.2 Coefficients pour les actions dues au trafic.....	45
6.2.2 Formes générales des combinaisons d'actions.....	45
6.2.2.1 Etats limites ultimes de résistances.....	45
6.2.2.2 Etats limites ultimes d'équilibre statique.....	46
6.2.2.3 Etats limites de service.....	46
6.2.2.4 Etats limites ultimes sismiques.....	46
<b>7 Epreuves.....</b>	<b>47</b>
7.1 Nécessité et consistance des épreuves.....	47
7.1.1 Nécessité des épreuves.....	47
7.1.2 Consistance des épreuves.....	47
7.2 Programme des épreuves.....	48
7.3 Charges sur les chaussées.....	48
7.3.1 Constitution de la charge d'épreuve.....	48
7.3.2 Epreuves par poids mort.....	49
7.3.3 Epreuves par poids roulant.....	49
7.4 Charges sur les trottoirs.....	49
7.4.1 Epreuves de charge locale.....	49
7.4.2 Epreuves de charge générale.....	50
7.5 Visite des ouvrages.....	50
7.6 Mesure de flèches et déformations.....	50
7.7 Procès-verbal des épreuves.....	51
7.8 Mode de Règlement des épreuves.....	51
7.9 Simplifications et dérogations.....	52
7.9.1 Simplifications.....	52
7.9.2 Dérogations.....	52

# 1 Généralités

Le calcul d'un pont, comme de toute autre construction, a pour objet de vérifier que le dimensionnement adopté lui confère le niveau (initial) de fiabilité requis compte tenu de la qualité exigée des matériaux qui seront utilisés et du niveau de contrôle prévu lors de son exécution. Pour assurer sa fonction, il doit être capable de résister, avec les marges appropriées, non seulement aux efforts engendrés par son poids propre, mais aussi aux efforts dus à l'ensemble des actions d'origine naturelle et fonctionnelle qui lui seront appliquées. Dans la plupart des cas, toutes ces actions sont introduites dans les calculs avec des valeurs codifiées. Mais, dans le cas d'ouvrages de dimensions exceptionnelles, le concepteur peut être amené à recourir à des modèles complexes non codifiés, notamment des modèles d'interaction action-réponse structurale, et à définir ses critères de dimensionnement sur la base d'une évaluation des risques. Le présent document se propose de décrire les principales actions applicables aux ponts et se propose de les codifier pour en donner d'ores et déjà aux futurs concepteurs un guide de lecture.

## 1.1 Domaine d'application

Le présent règlement définit des actions et fournit des indications pour la conception structurale des ponts.

Il vise les actions permanentes, les charges sur les chaussées et leurs effets annexes, les charges sur les trottoirs, les charges de vent, les charges accidentelles, les charges sur les garde-corps et sur les dispositifs de retenue, applicables au calcul des ponts routes.

Dans les justifications à présenter, les actions et les sollicitations correspondantes sont multipliées par divers coefficients.

Pour l'application des règlements de calcul aux états limites, les valeurs nominales définies dans le présent titre sont introduites dans les calculs comme valeurs caractéristiques en donnant aux différents coefficients les valeurs fixées par les règlements en cause. Dans la justification vis-à-vis des états limites de service, le coefficient à affecter aux charges des systèmes A et B, aux forces de freinage, aux forces centrifuges et aux charges sur les remblais sera pris égal à 1,2. Il sera pris égal à 1 pour les autres charges.

## 1.2 Hypothèses, conditions d'application

Les hypothèses et conditions suivantes s'appliquent :

- les structures sont conçues et dimensionnées par un personnel ayant une qualification et une expérience appropriées,
- un contrôle et un système de suivi de la qualité adéquats sont assurés pendant la réalisation de l'ouvrage, c'est à dire en bureau d'études, dans les usines et sur chantier,
- la mise en oeuvre est réalisée par un personnel ayant la qualification et l'expérience appropriées,
- les matériaux et produits de construction sont utilisés comme prescrit dans les règles en vigueur ou dans d'autres spécifications sur les matériaux et les produits,
- la structure doit être entretenue de façon satisfaisante,
- la structure doit être utilisée conformément aux hypothèses prises en compte lors de la conception et du dimensionnement.

## 1.3 Unités et notations utilisées

### 1.3.1 Notations utilisées

G : valeur nominale des charges permanentes,  
P : forces de précontrainte éventuelles (à long terme),  
Q : actions variables des charges d'exploitation,  
H : effort horizontal,  
N : effort normal,  
 $\Psi$  : coefficient de combinaison,  
 $\Delta T$  : désigne les variations de température,  
D : les déformations différées des matériaux (retrait et fluage du béton),  
g : accélération de la pesanteur,  
 $\beta$  : angle de biais (ponts biais),  
L : longueur,  
l<sub>r</sub> : largeur roulable,  
l<sub>c</sub> : largeur chargeable,  
 $\mu$  : coefficient de frottement.

### 1.3.2 Unités utilisées

Les unités suivantes sont recommandées pour les calculs :

- forces et charges : kN ; kN/m ; kN/m<sup>2</sup>
- poids volumique : kN/m<sup>3</sup>
- contraintes et résistances : MPa
- moments (fléchissant, etc.) : kN.m
- angle de biais : grade
- température : °C

## 1.4 Termes et définitions généraux

Pour les besoins des présentes règles, les termes et définitions suivants, s'appliquent.

**Angle de talus naturel** : L'angle de talus naturel est l'angle formé naturellement par les côtés d'un tas de matériaux en vrac avec l'horizontale,

**Bande d'arrêt** : bande revêtue, habituellement de la largeur d'une voie de circulation, située le long d'une voie de circulation réelle, du côté extérieur de la chaussée, utilisable en cas de difficultés ou d'obstruction des voies,

**Bande dérasée** : bande revêtue, habituellement de 2 m de large au plus, située le long d'une voie de circulation réelle, entre celle-ci et une barrière de sécurité ou une barrière pour ouvrage d'art,

**Barrière de sécurité** : Dispositif de retenue des véhicules installé en accotement ou en terre-plein central d'une route,

**Barrière pour ouvrage d'art** : Barrière de sécurité installée en bordure de pont ou à proximité, sur un mur de soutènement ou une structure semblable avec dénivelée verticale, et qui peut comprendre un dispositif complémentaire pour la retenue des piétons ou autres usagers de la route,

**Barrière pour piétons** : Dispositif de retenue pour piétons ou autres usagers, installé en bordure de trottoir ou de passage de service pour les empêcher de passer sur la route ou une autre aire qui pourrait être dangereuse, ou de les traverser,

**Charge exceptionnelle** : charge roulante ne pouvant circuler sur un itinéraire donné sans autorisation de l'autorité concernée,

**Chaussée** : Partie de la surface de la route supportée par une structure unique (tablier, pile etc.) et comprenant toutes les voies de circulation réelles (c'est-à-dire telles qu'elles peuvent être matérialisées sur le revêtement), les bandes d'arrêt, bandes dérasées et bandes de marquage),

**Dispositif de retenue pour piétons** : Dispositif installé pour retenir et guider les piétons,

**Dispositif de retenue** : Terme général désignant les dispositifs de retenue des véhicules et les dispositifs de retenue pour piétons,

Les dispositifs de retenue routiers peuvent être, selon leur utilisation :

- permanents (fixes) ou provisoires (démontables, c'est-à-dire amovibles et utilisés lors de travaux routiers temporaires, en cas d'urgence ou lors de situations analogues),
- déformables ou rigides,
- simples (ils ne peuvent être heurtés que d'un côté) ou doubles (ils peuvent être heurtés des deux côtés),

**Écran anti-bruit** Écran destiné à réduire la propagation du bruit,

**Éléments non structuraux** : les éléments non structuraux incluent les éléments de finition et les éléments de décoration assemblés à la structure, y compris les revêtements de chaussée et les garde-corps non structuraux. Ils incluent également les équipements et réseaux fixés de manière permanente à ou dans la structure,

**Éléments structuraux** : Les éléments structuraux comprennent l'ensemble de l'ossature et les structures d'appui. Dans le cas des ponts, les éléments structuraux comprennent les poutres principales, les dalles et les éléments assurant la stabilité tels que les haubans,

**Garde-corps** : Dispositif de retenue pour piétons ou autres usagers, installé en bordure de pont, sur un mur de soutènement ou une structure similaire, non destiné à la retenue des véhicules,

Le terme "autres usagers" peut englober les cavaliers, les cyclistes et le bétail,

**Passerelle fixe de visite** : Accès permanent pour l'inspection, non accessible au public,

**Passerelle** : Pont principalement destiné à porter les charges de piétons et/ou de deux-roues et sur lequel les charges du trafic routier normal, à l'exception des véhicules autorisés, par exemple les véhicules pour l'entretien, ainsi que du trafic ferroviaire quel qu'il soit, sont interdites,

**Plate-forme mobile de visite** : Élément d'un véhicule, non solidaire du pont, utilisé pour inspection,

**Poids total autorisé en charge (PTAC)** : Le poids total autorisé en charge est la somme du poids propre du véhicule et de sa charge utile autorisée,

**Poids volumique apparent** : Le poids volumique apparent est le poids d'un matériau par unité de volume,

**Tablier** : Parties d'un pont supportant la charge de trafic au-dessus des piles, culées et autres murs, à l'exception des pylônes,

**Tandem** : assemblage de deux essieux consécutifs chargés simultanément,

**Terre-plein central** : zone séparant les voies de circulation réelles d'une route à deux chaussées. Elle comprend en général une bande médiane et des bandes dérasées latérales séparées de la bande médiane par des barrières de sécurité,

## 2 Classification des actions

### 2.1 Généralités

Les actions appliquées à un pont sont de deux types :

- Les actions hors trafic,
- Les actions dues au trafic.

Il convient de classer les actions de trafic concernées et les autres actions spécifiques exercées sur les ponts.

Les actions hors trafic sont composées d'actions permanentes et actions variables.

Les actions de trafic sur les ponts routiers, les passerelles consistent en actions variables et en actions accidentelles, représentées par différents modèles.

### 2.2 Évaluation des actions permanentes

#### 2.2.1 Poids propre des constructions

Il convient de considérer que les dimensions nominales sont celles indiquées sur les plans.

On reprend globalement les usages actuels pour le calcul de ponts : le poids propre des structures en béton traditionnel, armé ou précontraint, (et des parties non porteuses faites des mêmes matériaux comme les barrières en béton) est évalué, dans la plupart des cas, à partir de leurs dimensions nominales et d'une valeur nominale du poids volumique égale à  $25 \text{ kN/m}^3$ .

Le poids propre des structures en acier est évalué à partir de leurs dimensions nominales et d'une valeur du poids volumique à choisir dans une plage allant de 77 à  $78,5 \text{ kN/m}^3$ .

Dans certains cas, il peut s'avérer nécessaire de considérer des valeurs caractéristiques supérieures et inférieures pour le poids propre. Ceci peut s'appliquer aux éléments minces en béton ou bien en cas d'incertitude quant à la valeur précise du poids propre, ou encore lorsque les caractéristiques dimensionnelles et le type de matériau à mettre en œuvre ne sont pas encore déterminés, en phase de conception.

Il convient de classer les poids propres des ouvrages de construction comme actions permanentes fixes.

Lorsque le poids propre peut varier dans le temps, il convient de prendre en considération la valeur caractéristique supérieure et la valeur caractéristique inférieure.

Le poids des terres doit être considéré comme une action permanente.

Il convient de tenir compte, dans le calcul, des variations de la teneur en eau et d'épaisseur (susceptible de se produire suite à une accumulation incontrôlée de matériau) pendant la durée de vie prise en compte pour le calcul de la structure.

Pour les parties non structurales, telles que le remblai sur les structures enterrées et si le matériau est présumé se consolider, se saturer ou changer par ailleurs de propriétés en cours d'usage, il convient de prendre en considération les valeurs caractéristiques inférieure et supérieure du poids volumique.

## 2.2.2 Poids des équipements

En ce qui concerne le poids des équipements, des fourchettes destinées à l'évaluation des valeurs caractéristiques sont fournies pour le revêtement des tabliers (étanchéité et couche de roulement).

Il est fourni les valeurs suivantes de certains poids volumiques :

- asphalte coulé et béton bitumineux: 24 à 25 kN/ m<sup>3</sup>
- mastic d'asphalte: 18 à 22 kN/ m<sup>3</sup>
- asphalte coulé à chaud : 23 kN/ m<sup>3</sup>.

Pour déterminer les valeurs caractéristiques inférieure et supérieure du poids propre de l'étanchéité, des revêtements de chaussée et autres revêtements des ponts lorsque la variabilité de leur épaisseur peut être élevée, il convient de tenir compte d'un écart de l'épaisseur totale par rapport à la valeur nominale ou aux autres valeurs spécifiées. Sauf indication contraire, il y a lieu de prendre un écart de  $\pm 20\%$  si la valeur nominale tient compte d'un revêtement postérieur à la construction, et de  $+ 40\%$  et  $- 20\%$  dans le cas contraire.

Il convient, bien entendu, de spécifier, en tant que de besoin, la valeur de calcul du poids de certains équipements comme les canalisations, les dispositifs de retenue, les écrans acoustiques, etc. Mais, en ce qui concerne le poids des réseaux de conduites, la valeur caractéristique maximale de ce poids est obtenue en appliquant une majoration de 20% à la valeur nominale maximale déterminée lors de l'étude de définition.

Pour ce qui est du poids propre des autres éléments non structuraux tels que mains courantes, barrières de sécurité, garde corps, bordures et autres équipement, il convient de prendre comme valeurs caractéristiques les valeurs nominales.

Il convient, sauf indication contraire, de prendre comme valeurs caractéristiques les valeurs nominales.

Un tableau relativement complet de poids volumiques nominaux pour les matériaux de construction est fourni en 3.1.1.

## 2.2.3 Autres actions permanentes

On range également dans la catégorie des actions permanentes la précontrainte, les tassements, le retrait, etc., mais elles ne sont pas l'objet des mêmes pondérations à l'état limite ultime.

## 2.3 Charges d'exploitation

Sauf indication contraire, les charges d'exploitation doivent être classées comme actions variables.

Il convient de considérer les charges d'exploitation comme des actions quasi-statiques. Les modèles de chargement peuvent inclure des effets dynamiques s'il n'y a pas de risque de résonance ou d'autre réponse dynamique significative de la structure. Si l'on peut s'attendre à des effets de résonance dus à des mouvements rythmés et synchronisés de personnes, à des mouvements ou à des sauts, il convient de déterminer le modèle de chargement pour une analyse dynamique particulière.

Les actions provoquant une accélération significative de la structure ou d'éléments structuraux doivent être classées comme actions dynamiques et prises en compte dans une analyse dynamique.

Dans les conditions normales d'utilisation (c'est-à-dire à l'exclusion de toute situation accidentelle), il convient de considérer comme variables les charges roulantes de trafic et celles dues aux piétons (majoration dynamique incluse le cas échéant).

## **2.4 Actions accidentelles**

Les véhicules routiers et les trains ou les bateaux peuvent engendrer des actions par collision ou par leur présence accidentelle. Il convient de prendre en compte ces actions dans le calcul dès lors qu'aucune protection appropriée n'a été mise en œuvre.

Les actions accidentelles décrites dans ce document concernent les situations courantes. Elles sont représentées par divers modèles de charge définissant des valeurs de calcul sous forme de charges statiques équivalentes.

Les actions accidentelles dues aux chocs des véhicules routiers, de trains ou de bateaux sur ponts routiers sont définies au chapitre 5.

Le séisme et l'incendie sont considérés comme actions accidentelles et traitées par des règlements spécifiques.

## 3 Evaluation des actions hors trafic

### 3.1 Actions permanentes

#### 3.1.1 Poids propre

Pour l'évaluation des poids propres, les volumes sont à calculer avec les dimensions nominales données sur les plans de coffrage.

Les poids volumiques à utiliser sont donnés dans le tableau 3.1 ci après.

Matériaux	Poids volumique $\gamma$ (KN/m <sup>3</sup> )
<b>Béton</b>	<b>25</b>
<b>Métal</b>	<b>78</b>
<b>Revêtements des ponts routiers</b>	
asphalte coulé à froid	24,0 à 25,0
béton bitumineux	24,0 à 25,0
mastic d'asphalte	18,0 à 22,0
asphalte coulé à chaud	23,0
<b>Remplissages pour ponts</b>	
sable (sec)	15,0 à 16,0
graviers (non compacté)	15,0 à 16,0
pierres	18,5 à 19,5
laitier concassé	13,5 à 14,5
gabions	20,5 à 21,5
argile	18,5 à 19,5

Tableau 3.1 : Poids volumiques des matériaux

Pour les revêtements des ponts routiers, fourchette de :  $\pm 20\%$  si rechargement prévu, + 40% ; - 20% si rechargement non prévu.

Le poids nominal des réseaux de conduites est majoré/minoré de  $\pm 20\%$ .

#### 3.1.2 Actions thermiques

##### 3.1.2.1 Variations uniformes

Sauf spécification contraire du Cahier des Clauses techniques Particulières (CCTP) et à défaut de justifications plus précises, on adopte les variations de température uniformes suivantes :

- En Algérie du Nord (climat tempéré) : +35° C et -15° C ;
- Pour le proche et moyen Sud : +45° C et -20° C ;
- Pour l'extrême Sud : +50° C et -30° C ;

Les déformations linéaires sont à considérer entre les températures initiales moyennes au moment de la réalisation de l'ouvrage (généralement comprise entre +10° et +25°) et les températures extrêmes ci dessus.

Dans cette amplitude de température, une part de température rapidement variable (variation journalière) est prise égale à  $\pm 10^\circ$  C et la détermination des sollicitations (efforts horizontaux sur les piles et culées) dues à des variations rapides doit être effectuée avec le module de déformation instantanée des matériaux (béton, néoprène,...) et de sol.



### 3.1.2.2 Gradient thermique

Il y a lieu de prendre en compte l'effet d'un même gradient thermique vertical tout le long de l'ouvrage. Il est admis une variation linéaire de température sur la hauteur de la section. Le module d'élasticité à considérer pour le béton est le module instantané.

Le gradient est positif si la température de la fibre supérieure du tablier est plus grande que celle de la fibre inférieure.

Sauf indication contraire du CCTP, les valeurs numériques à prendre en compte pour le gradient thermique vertical sont données dans le tableau 3.2 ci après.

	En phase de construction	En service
	Gradient (°c)	Gradient (°c)
Type 1 (tablier métallique)	±18	±10
Type 2 (tablier mixte)	±15	±8
Type 3 (tablier béton)	±12	±7

Tableau 3.2 : gradient thermique

### 3.1.2.3 Actions de la température dans les piles

Il y a lieu de prendre en compte les effets d'un gradient linéaire de température entre surfaces opposées des piles. En l'absence d'exigences particulières il convient de considérer une valeur caractéristique du gradient linéaire égale à 10°C dans le cas des piles en béton, qu'elles soient creuses ou pleines.

De plus, il y a lieu de considérer, une différence de température entre les faces interne et externe d'une paroi (dans le cas de piles creuses) dont la valeur caractéristique est fixée à 15°C en l'absence d'indications particulières.

D'autre part, lorsqu'il y a lieu de considérer des différences de températures entre différents éléments structuraux d'un même ouvrage, il est proposé une valeur caractéristique de 15°C pour couvrir les effets de telles différences. Ceci concerne, en particulier, les ponts à câbles puisque des différences de température existent effectivement, par exemple entre le tablier et la suspension.

### 3.1.3 Actions dues à la précontrainte et aux variations linéaires du tablier (retrait, fluage)

Les actions dues aux variations linéaires engendrées par le retrait, fluage et relaxation des matériaux constitutifs des éléments structurels ainsi que l'action de la précontrainte sont prises en compte comme actions permanentes selon les règlements en vigueur de béton armé et de béton précontraint.

### 3.1.4 Tassements

Les efforts dus au mouvement des appuis, tel que le tassement d'appui sont à prendre en compte dans le calcul en tant qu'actions permanentes.

Sauf indication contraire du CCTP, un tassement de 5 mm est à considérer, par rapport au profil théorique de l'ouvrage. Il est appliqué sur une seule ligne d'appui à la fois, mais doit être étudié pour tous les appuis successivement, de manière à obtenir les effets les plus défavorables. Le module du béton est le module différé

### 3.1.5 Dénivellations

Sauf indication contraire du CCTP, une dénivellation de 5 mm est à considérer, par rapport au profil théorique de l'ouvrage. Elle est appliquée sur une seule ligne d'appui à la fois, mais doit être étudiée pour tous les appuis successivement, de manière à obtenir les effets les plus défavorables. Le module du béton est le module différé

### 3.1.6 Effort de rappel du au frottement des appareils d'appui

Pour les ouvrages équipés d'appareils d'appuis glissants, la détermination des sollicitations agissant sur les appuis (pile ou culée) doit prendre en compte le coefficient de frottement de ces organes.

Ces efforts horizontaux sont proportionnels au coefficient de frottement et à la charge appliquée perpendiculairement au plan de glissement.

$$H = \mu.N \quad (3.1)$$

Avec :

$\mu$  : coefficient de frottement, pris en général égal à 5% sauf indication contraire,

H : effort horizontal,

N : effort vertical (charge permanente)

L'effort horizontal H est appliqué directement en tête de l'appui, ceci pour l'étude de la pile ou de la culée.

## 3.2 Actions variables hors trafic

### 3.2.1 Actions dues au vent

Les efforts engendrés sont introduits dans les calculs comme des pressions horizontales statiques appliquées aux surfaces frappées. Leur intensité, assimilée à une valeur caractéristique, vaut:

- 2,00 kN/m<sup>2</sup> pour les ouvrages en service;
- 1,25 kN/m<sup>2</sup> pour les ouvrages en cours de construction.

Les effets du vent et des charges d'exploitation ne sont pas cumulables au niveau des justifications.

Toutefois, certaines dispositions particulières sont à prévoir pour :

- Les ponts à piles hautes et minces qui sont très souvent plus sensibles au vent que les tabliers. Les phases d'exécution qui précèdent la continuité des tabliers, sont souvent les phases les plus défavorables,
- L'ouvrage comportant des parties situées à une grande hauteur au-dessus du sol, en particulier en cours de construction (cas des ponts à haubans ou des ponts construits en encorbellement, dotés de piles de grande hauteur),
- L'ouvrage sensible aux oscillations provoquées par l'écoulement de l'air en son voisinage (ponts suspendus et à haubans, passerelles légères),
- L'ouvrage situé dans une zone de très fortes turbulences.

On doit faire une analyse dynamique spécifique dès que la portée de l'ouvrage dépasse 40 m

Pour les ouvrages pouvant présenter un risque de rupture d'équilibre statique du fait de leur légèreté (passerelles élancées, équipements ...), il convient de prendre en compte les effets du soulèvement.

Le vent développe une pression appliquée normalement à l'axe longitudinal sur toute surface de la structure.

Dans le cas général, pour le calcul des efforts liés au vent, il y a lieu de déterminer les surfaces soumises à la pression du vent en fonction du type de circulation et de la géométrie de l'ouvrage.

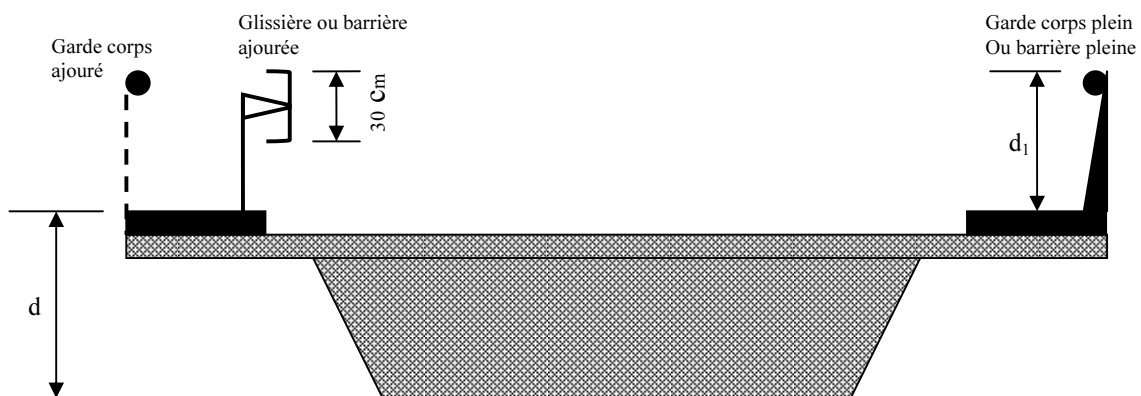


Figure 3.1 : Epaisseur à prendre en compte pour la pression du vent

Dispositif de retenue sur la chaussée	Sur un côté	Sur les deux côtés
Garde-corps ajouré ou glissières	$d + 30 \text{ cm}$	$d + 60 \text{ cm}$
Garde-corps plein ou muret	$d + d_1$	$d + 2d_1$
Garde-corps ajouré et glissières	$d + 60 \text{ cm}$	$d + 120 \text{ cm}$

Tableau 3.3 : Epaisseur à prendre en compte pour la pression du vent

Pour les tabliers d'épaisseur variable,  $d$  désigne l'épaisseur moyenne du tablier sur la longueur considérée. L'action du vent calculée sur cette base doit ensuite être répartie sur cette longueur conformément à la répartition réelle de l'épaisseur sur cette longueur.

Pour tenir compte des garde-corps au vent et sous le vent et des glissières de sécurité, on ajoute à la hauteur  $d$  de la surface les dimensions suivantes :

- 30 cm pour chaque garde-corps et glissières de sécurité ajourées ;
- la somme des hauteurs des garde-corps et glissières de sécurité s'ils présentent des parements continus.

Il convient également de prendre en compte, s'il y a lieu, les aires d'un écran anti-bruit (mais non de deux) par tablier.

Lorsque le pont comporte des piles hautes et minces en élévation, il y a lieu de prendre en compte un vent oblique développant des pressions verticales. Leur intensité, assimilée à une valeur caractéristique, vaut:

- $1,00 \text{ kN/m}^2$  pour les ouvrages en service;
- $0,65 \text{ kN/m}^2$  pour les ouvrages en cours de construction.

La surface frappée dans ce cas correspond à la projection horizontale du tablier.

### 3.2.2 Actions dues à l'eau

Les actions dues à l'eau se manifestent de multiples manières. Les phénomènes les plus couramment rencontrés sont:

- la pression hydrostatique;
- la poussée hydrodynamique du courant;
- l'action abrasive du courant;
- l'affouillement général des rivières et local autour des piles de ponts.

La prise en compte de la pression hydrostatique ne pose généralement aucun problème. L'action abrasive du courant est un phénomène physique assez rare dont on se prémunit à l'aide de dispositions constructives appropriées.

Par sa vitesse, l'eau développe une action hydrodynamique sur les obstacles qu'elle rencontre. L'intensité de cette action est généralement faible, voire négligeable, et n'intervient pas dans les calculs de stabilité des appuis de ponts, sauf :

- dans le cas de certains batardeaux ;
- lorsque le mouvement de l'eau est dû à la crue.

En ce qui concerne l'action hydrodynamique d'un courant sans houle, on admet, à titre de simplification, que le diagramme des vitesses de l'eau est triangulaire entre le lit et la surface libre (Fig. 3.2). La grandeur de la force horizontale exercée par des courants sur la surface verticale d'un objet immergé peut être déterminée par l'expression suivante:

$$F_{wa} = k\rho_{wa}hbv_{wa}^2 \quad (3.2)$$

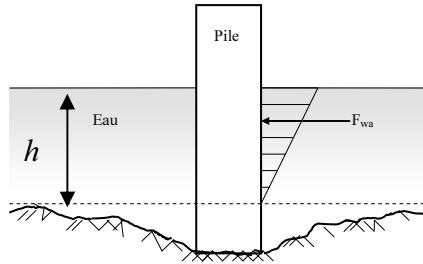


Figure 3.2 : Force Hydrodynamique sur une pile.

Avec :

$v_{wa}$  : vitesse moyenne de l'eau, prise en moyenne sur la profondeur, en m/s;

$\rho_{wa}$  : masse volumique de l'eau en kg/m<sup>3</sup> ;

$h$  : profondeur de l'eau, n'incluant pas, le cas échéant, la surprofondeur locale due à l'affouillement en mètres;

$b$  : largeur ou diamètre de la pile en mètres;

$k$  : coefficient de forme ;

$k = 0,72$  pour une pile de section transversale horizontale carrée ou rectangulaire,

$k = 0,35$  pour une pile de section transversale horizontale circulaire.

## **4 Evaluation des actions dues au trafic**

### **4.1 Charges à considérer**

Les charges définies dans les articles suivants sont valables pour les ponts-routes supportant une ou plusieurs chaussées. Elles ne s'appliquent pas telles quelles aux ouvrages de géométrie complexe, tels que ponts en croix ou en Y par exemple.

Pour les ouvrages complexes, il appartient alors au CCTP de définir les modalités d'application particulières au cas considéré.

Deux systèmes de charges civiles A et B (voir 4.4 et 4.5) peuvent être disposés sur les chaussées des ponts. Ces systèmes sont distincts et indépendants, en ce sens que pour le calcul d'un effet donné les deux systèmes ne peuvent être appliqués simultanément.

Les deux systèmes A et B sont à envisager successivement pour toutes les justifications des éléments du tablier et du pont.

En outre, les itinéraires faisant l'objet d'un classement doivent permettre la circulation de matériels militaires lourds (voir 4.10) ou de convois exceptionnels (voir 4.11).

Dans certains cas, d'autres types de charges peuvent être pris en compte, notamment pour les ponts ayant à supporter la circulation d'engins de chantier lors de la construction d'une section de route ou autoroute; le CCTP fixe alors les caractéristiques des véhicules à prendre en compte, ainsi que les modalités du calcul.

### **4.2 Largeur roulable, largeur chargeable, nombre de voies.**

#### **4.2.1 Largeur roulable**

La largeur roulable est définie comme la largeur comprise entre dispositifs de retenue ou bordures : elle comprend donc outre la chaussée proprement dite toutes les surlargeurs éventuelles, telles que bande dérasée, bande d'arrêt, etc. Dans le cas où l'on prévoit un élargissement futur de la chaussée, il y a lieu de considérer celle-ci dans son état définitif (voir figure 4.1 ci après).

#### **4.2.2 Largeur chargeable**

La largeur chargeable se déduit de la largeur roulable :

- en enlevant une bande de 0,50 m le long de chaque dispositif de retenue (glissière ou barrière) lorsqu'il en existe ;
- En conservant cette même largeur roulable dans le cas contraire.

Si une chaussée est encadrée par deux bordures, la largeur chargeable est confondue avec la largeur roulable ; si elle est bordée d'un côté par un dispositif de retenue, de l'autre par une bordure, c'est une bande de 0,50 m qui doit être enlevée (voir figure 4.1 ci après).

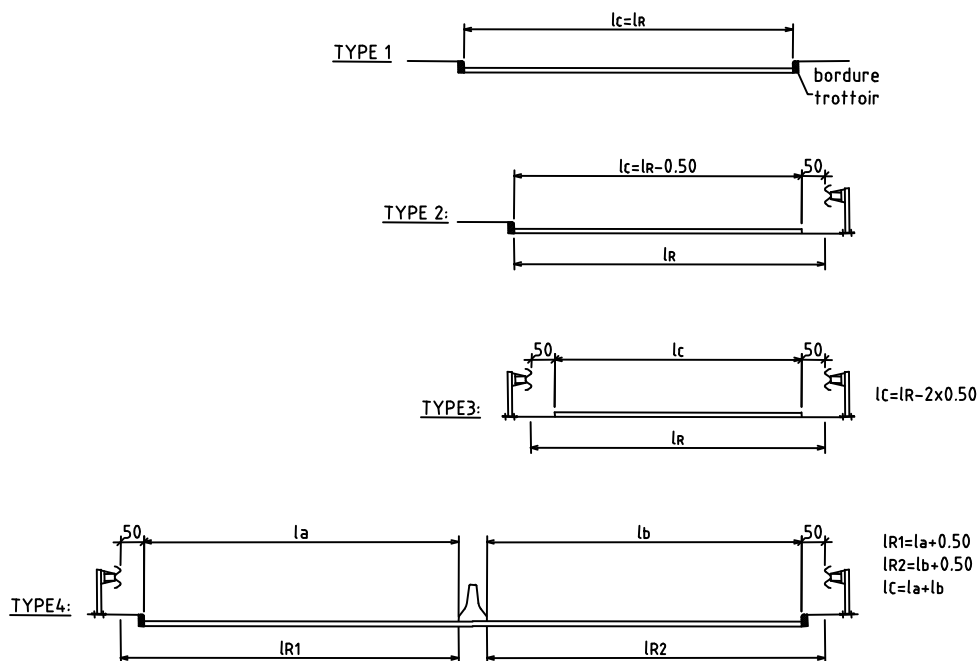


Figure 4.1 : Largeur chargeable et largeur roulable

## 4.2.3 Nombre de voies

Par convention, les chaussées comportent un nombre de voies de circulation égal à la partie entière du quotient par 3 de leur largeur chargeable, exprimée en mètres.

Toutefois, les chaussées dont la largeur chargeable est comprise entre 5 m inclus et 6 m sont considérées comme comportant deux voies de circulation.

Par convention, les voies de circulation d'une même chaussée ont des largeurs égales au quotient de la largeur chargeable par le nombre de voies.

Lorsqu'un même tablier supporte deux chaussées distinctes, séparées par des éléments solidaires de l'ossature, la détermination du nombre et de la largeur des voies doit être conduite séparément pour chaque chaussée à partir de la largeur chargeable de chacune d'entre elles.

Cependant, si la structure des éléments de séparation est telle qu'ils puissent être considérés comme amovibles, il y a lieu de considérer la chaussée unique obtenue en supprimant les éléments de séparation dont l'emplacement fait alors partie de la largeur roulable.

## 4.3 Classes de ponts routes

Les ponts routes sont rangés en 3 classes, en fonction de la largeur roulable et de leur destination.

- Ponts de première classe :
  - tous les ponts supportant des chaussées de largeur roulable supérieure ou égale à 7m,
  - tous les ponts supportant des bretelles d'accès à de telles chaussées,
  - les ponts urbains ou en zone industrielle quelle que soit leur largeur,
  - les ponts de largeur roulable inférieure à 7 m, qui sont désignés par le CCTP.

- Ponts de deuxième classe :

Sont rangés en deuxième classe les ponts, autres que ceux énumérés ci-dessus, supportant des chaussées à deux voies de largeur roulable comprise entre 5.50m et 7m valeurs limites exclues.

- Ponts de troisième classe :

sont rangés en troisième classe, les ponts autres que ceux énumérés ci-dessus, supportant des chaussées à une ou deux voies de largeur roulable inférieure ou égale à 5.50m.

## 4.4 Système de charges A

Pour les ponts comportant des portées unitaires atteignant au plus 200 m, la chaussée supporte une charge uniforme dont l'intensité est égale au produit de la valeur  $A(l)$  donnée ci après par les coefficients résultants de l'application du tableau 4.1.

La charge  $A(l)$ , exprimée en kilonewton par mètre carré (kN/m<sup>2</sup>) est donnée en fonction de la longueur chargée,  $l$ , exprimée en mètres par la formule :

$$A(l) = 2,30 + \frac{360}{l + 12} \quad (4.1)$$

La largeur et les longueurs des zones chargées sont choisies d'après les règles qui sont formulées ci-après, de manière à produire les effets maximaux dans l'élément d'ouvrage dont on a en vue la justification.

Pour les ponts comportant une ou plusieurs travées dépassant 200 m, le CCTP fixe l'intensité des charges à prendre en compte.

Dans le sens transversal, la largeur de la zone chargée comprend un nombre entier de voies de circulation.

Lorsque la largeur chargeable varie de façon importante sur la longueur du pont (élargissement au voisinage d'un about par exemple), il est loisible de disposer sur les surlargeurs correspondantes (triangles curvilignes) la même intensité de charge que sur les voies courantes.

En fonction de la classe du pont et du nombre de voies chargées, la valeur de  $A(l)$  est multipliée par les coefficients  $a_1$  du tableau 4.1

Nombre de voies		1	2	3	4	> 5
Classe de pont	Première	1	1	0.9	0.75	0.7
	Deuxième	1	0.9	-	-	-
	Troisième	0.9	0.8	-	-	-

Tableau 4.1 : coefficients  $a_1$



Lorsque la valeur de la charge répartie, trouvée après application des coefficients ci-dessus, est inférieure à  $(4 - 0,002l)$  kN/m<sup>2</sup>, expression dans laquelle la longueur chargée  $l$  est exprimée en mètres, c'est cette dernière valeur qui doit être prise en compte.

La charge  $A_1$  est obtenue par :

$$A_1 = \max \begin{cases} a_1 A(l) \\ 4 - 0,002l \end{cases} \quad (4.2)$$

La charge  $A_1$  obtenue est multipliée par un coefficient  $a_2 = v_o/v$ ,

$v$  étant la largeur d'une voie et,

$v_o$  ayant les valeurs données par le tableau 4.2 :

<b>Classe de pont</b>	<b><math>v_o</math></b>
<b>première classe</b>	<b>3,5 m</b>
<b>deuxième classe</b>	<b>3,0 m</b>
<b>troisième classe.</b>	<b>2,75 m</b>

Tableau 4.2 : valeurs de  $v_o$

La charge  $A_2 = a_2 A_1$  ainsi obtenue est appliquée uniformément sur toute la largeur de chacune des voies considérées.

Dans le sens longitudinal, les zones chargées sont déterminées par la considération de la ligne d'influence de l'effet envisagé.

En règle générale, notamment pour les ponts dont les lignes d'appui font avec l'axe longitudinal de la chaussée un angle de valeur non nulle (ponts droits ou biais), les limites des zones chargées doivent coïncider avec les zéros de la ligne d'influence. Si l'on ne charge qu'une zone, la longueur chargée,  $l$ , est la différence des abscisses de ces zéros, si l'on charge plusieurs zones, contiguës ou non, la longueur chargée,  $l$ , est prise égale à la somme des longueurs de ces zones chargées.

Pour les ponts courbes ou présentant un biais variable suivant les appuis on peut adopter pour les longueurs des valeurs moyennes pour chaque voie (longueur mesurée suivant l'axe de la voie).

Dans le cas des ponts dont les lignes d'appui sont parallèles à l'axe longitudinal de la chaussée, il y a lieu cependant de disposer la charge  $A$  en vue de rechercher le maximum de l'effet envisagé.

Lorsque les effets sont calculés par d'autres méthodes que celles qui ont recours à leurs lignes d'influence, ou lorsque ces effets ne comportent pas de ligne d'influence, le CCTP précise les valeurs de  $l$  à prendre en compte.

Les valeurs données dans les articles ci-dessus pour les charges du système A tiennent compte des majorations pour effets dynamiques.

## 4.5 Système de charges B

Le système de charges B comprend trois systèmes distincts dont il y a lieu d'examiner indépendamment les effets pour chaque élément des ponts :

- Le système  $B_c$  se compose de camions types,
- Le système  $B_r$  se compose d'une roue isolée,
- Le système  $B_t$  se compose de groupes de deux essieux dénommés essieux tandems.

Les deux premiers systèmes  $B_c$  et  $B_r$ , s'appliquent à tous les ponts quelle que soit leur classe, le système  $B_t$  ne s'applique qu'aux ponts de première ou de deuxième classe.

### 4.5.1 Système $B_c$

Un camion type du système  $B_c$  comporte trois essieux, tous à roues simples munies de pneumatiques et qui répond aux caractéristiques suivantes :

Charge totale .....	300 KN
Charge portée par chacun des essieux arrière.....	120 KN
Charge portée par l'essieu avant .....	60 KN
Longueur d'encombrement .....	10,50 m
Largeur d'encombrement.....	2,50 m
Distance des essieux arrière .....	1,50 m
Distance de l'essieu avant au premier essieu arrière.....	4,50 m
Distance d'axe en axe des deux roues d'un essieu.....	2 m
Surface d'impact d'une roue arrière : carré de 0,25 m de côté.	
Surface d'impact d'une roue avant: carré de 0,20 m de côté.	

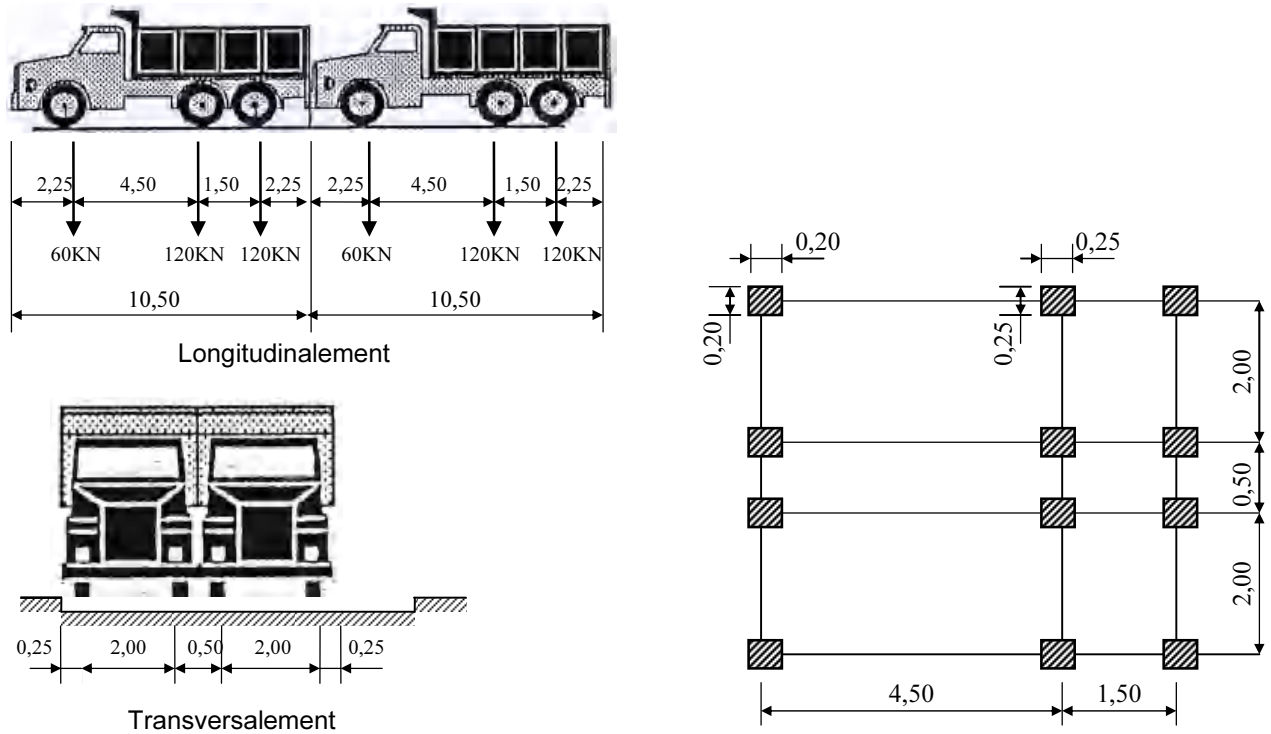


Figure 4.1 : Système  $B_c$

On dispose sur la chaussée au plus autant de files ou convois de camions que la chaussée comporte de voies de circulation et on place toujours ces files dans la situation la plus défavorable pour l'élément considéré.

Il convient naturellement de disposer moins de files que de voies de circulation si cela est plus défavorable, mais on ne doit pas disposer plus de files que de voies, même si cela est géométriquement possible (chaussées de 7.50 et 10.50 m par exemple).

Dans le sens transversal, chaque file est supposée circulant dans l'axe d'une bande longitudinale de 2.50 m de largeur. Les diverses bandes peuvent être contiguës ou séparées.

Pour le calcul des poutres maîtresses les bandes latérales peuvent toucher les bords de la largeur chargeable mais non empiéter sur eux.

Pour le calcul des éléments du tablier (dalles sous chaussée, longerons, pièces de pont, entretoises) ; ces mêmes bandes peuvent toucher les bords de la largeur roulable, mais non empiéter sur eux.

Dans le sens longitudinal le nombre de camions par file est limité à deux. La distance des deux camions d'une même file est déterminée pour produire l'effet le plus défavorable. Les camions homologues des diverses files sont disposés de front. Tous les camions étant orientés dans le même sens.

Dans les ponts biais, il est loisible, pour faciliter le calcul, de décaler suivant le biais les camions homologues des diverses files, ainsi que les roues homologues de chacun des essieux.

En fonction de la classe du pont et du nombre de files considérées, les valeurs des charges du système  $B_c$  prises en compte sont multipliées par les coefficients  $b_c$  du tableau 4.3 ci après :

Classe de pont	Nombre de voies chargées				
	1	2	3	4	≥ 5
Première	1,20	1,10	0,95	0,80	0,70
Deuxième	1,00	1,00	-	-	-
Troisième	1,00	0,80	-	-	-

Tableau 4.3 : valeurs de  $b_c$

### 4.5.2 Système $B_r$

La roue isolée, qui constitue le système  $B_r$  porte une charge de 100 kiloNewtons. Sa surface d'impact sur la chaussée est un rectangle uniformément chargé dont le côté transversal mesure 0,60 m et le côté longitudinal 0,30 m, figure 4.2.

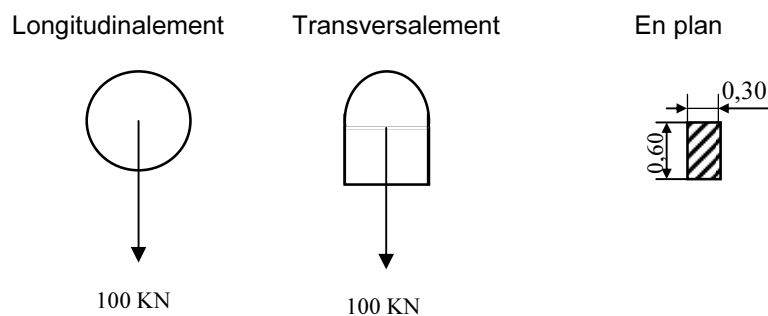


Figure 4.2 : Système  $B_r$

Le rectangle d'impact de la roue  $B_r$ , disposé normalement à l'axe longitudinal de la chaussée, peut être placé n'importe où sur la largeur roulable.

Dans les ponts biais il est loisible de diriger suivant le biais le rectangle d'impact.

### 4.5.3 Système $B_t$

Un tandem du système  $B_t$  comporte deux essieux tous deux à roues simples munies de pneumatiques et répondant aux caractéristiques suivantes :

Charge portée par chaque essieu. ....160 KN

Distance des deux essieux. ....1,35 m

Distance d'axe en axe des deux roues d'un essieu.....2 m.

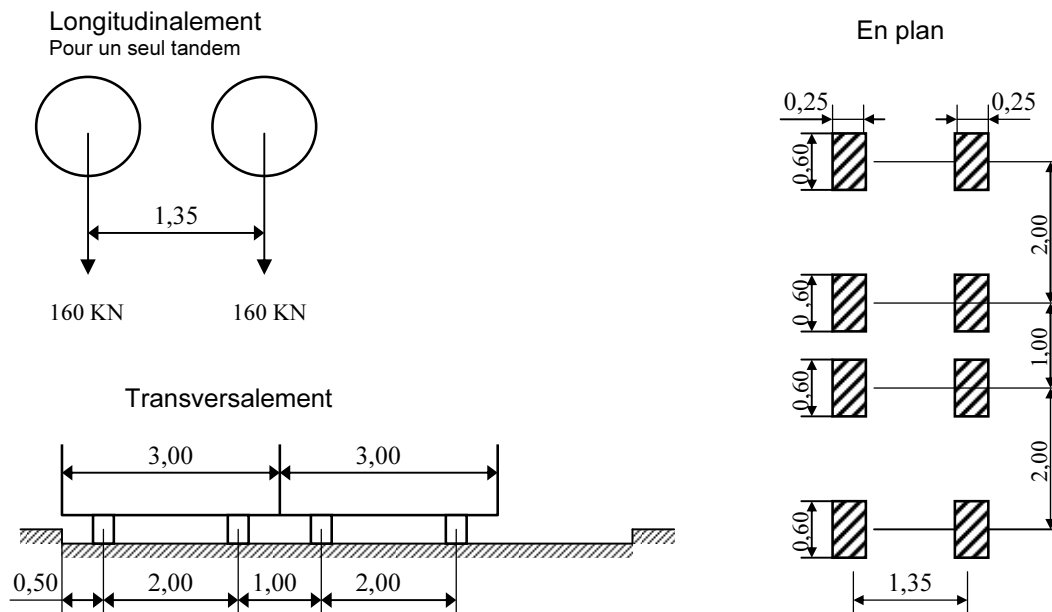


Figure 4.3 : Système  $B_t$

La surface d'impact de chaque roue (portant 80 KN) sur la chaussée est un rectangle uniformément chargé dont le côté transversal mesure 0,60 m et le côté longitudinal 0,25 m.

Chaque tandem est supposé circuler dans l'axe d'une bande longitudinale de 3 m de large.

Pour les ponts à une voie un seul tandem est disposé sur la chaussée, pour les ponts supportant au moins deux voies, deux tandems au plus sont disposés de front sur la chaussée, les deux bandes longitudinales qu'ils occupent pouvant être contiguës ou séparées de façon à obtenir la situation la plus défavorable pour l'élément considéré.

Dans les ponts biais, il est loisible, pour faciliter les calculs, de décaler suivant le biais les 2 tandems, ainsi que les roues homologues de chacun des essieux.

La disposition de ces bandes longitudinales par rapport aux bords de la largeur chargeable ou de la largeur roulable, est soumise aux mêmes règles que les bandes considérées en 4.5.1 pour les camions  $B_c$ .

En fonction de la classe du pont, les valeurs des charges du système  $B_t$  prises en compte sont multipliées par les coefficients  $b_t$  suivants :

Classe de pont	$b_t$
première classe	1,2
deuxième classe	1

Tableau 4.4 : valeurs de  $b_t$

## 4.6 Coefficient de majoration dynamique

Les charges du système B sont frappées de majorations dynamiques et le coefficient de majoration applicable aux trois systèmes  $B_c$ ,  $B_t$ ,  $B_r$  est le même pour chaque élément d'ouvrage. Le coefficient de majoration dynamique relatif à un tel élément est déterminé par la formule :

$$\delta = 1 + \frac{0,4}{1+0,2.L} + \frac{0,6}{1+4 \frac{G}{S}} \quad (4.3)$$

dans laquelle :

$L$  : représente la longueur de l'élément exprimée en mètres,

$G$  : sa charge permanente,

$S$  : sa charge B maximale.

La valeur de  $S$  à introduire dans la formule est celle obtenue après multiplication par le coefficient  $b_c$  (tableau 4.3) ou  $b_r$  (tableau 4.4).

Quand il s'agit de poutres ou fermes maîtresses, pour chaque travée ou arche de pont à plusieurs travées ou arches (solidaires ou indépendantes) ou pour la travée ou l'arche d'un pont à travée ou arche unique, la longueur  $L$  est la portée de la travée ou arche considérée.  $G$  est le poids total de l'ouvrage dans cette travée ou arche.  $S$  est le poids total le plus élevé des essieux du système B qu'il est possible de placer sur le tablier de cette travée ou arche en respectant les règles fixées aux paragraphes 4.5.1 et 4.5.3 du présent chapitre.

Le coefficient  $\delta$  ainsi obtenu s'applique à tous les éléments des poutres ou fermes maîtresses de la travée ou arche considérée, ainsi qu'à leurs entretoises de solidarisation si ces fermes sont des fermes multiples sous chaussée.

Quand il s'agit de la couverture d'un pont à poutres multiples sous chaussée et que cette couverture est formée d'une dalle continue (telle qu'une dalle en béton armé ou précontraint ou une dalle orthotrope métallique), la longueur  $L$  est prise égale à la plus grande des valeurs entre la largeur roulable et l'entraxe des poutres de rive, ou à la portée des poutres si celle-ci est inférieure à la valeur précédente.  $G$  est le poids total d'une section de couverture de longueur  $L$  et de toute la largeur, limitée à cette seule couverture et aux éléments reposant sur elle à l'exclusion des entretoises de solidarisation des poutres maîtresses.  $S$  est le poids total le plus élevé des essieux du système B qu'il est possible de placer sur la longueur  $L$  du tablier en respectant les règles fixées aux paragraphes 4.5.1 et 4.5.3 du présent chapitre. Le coefficient  $\delta$  obtenu s'applique au calcul de tous les éléments de la couverture.

Quand il s'agit du tablier d'un pont à poutres latérales, et que la couverture de ce tablier est formée d'une dalle continue, la longueur  $L$  est la distance entre les axes des appuis sur les poutres ou la portée de ces dernières si elle est inférieure à ladite distance.  $G$  est le poids total d'une section de tablier de longueur  $L$  et de toute la largeur, tous éléments compris (chaussée, trottoirs, chapes, couverture, longerons, pièces de pont), à l'exclusion de tout élément appartenant aux poutres principales.  $S$  est calculé comme dans le cas précédent.

Le coefficient  $\delta$  obtenu s'applique à tous les éléments structuraux du tablier, dalles élémentaires, longerons, pièce de pont.

Quand il s'agit de la couverture ou du tablier d'un pont de troisième classe, la valeur du coefficient  $\delta$  est bornée supérieurement à 1.4.

## 4.7 Efforts de freinage

Les charges de chaussée des systèmes A et B<sub>c</sub> sont susceptibles de développer des réactions de freinage, efforts s'exerçant à la surface de la chaussée, dans l'un ou l'autre sens de circulation.

Dans les cas courants la résultante de ces efforts peut être supposée centrée sur l'axe longitudinal de la chaussée.

Les efforts de freinage n'intéressent généralement pas la stabilité des tabliers. Il y a lieu de les considérer pour la stabilité des appuis (piles et culées) et la résistance des appareils d'appui qui sont justifiés suivant les règles en usage.

L'effort de freinage correspondant à la charge A (voir 4.4) est égal à :

$$F = \frac{A.S}{20 + 0,0035S} \quad (4.4)$$

expression dans laquelle  $S$  désigne en mètres carrés la surface chargée.

Chaque essieu d'un camion du système B<sub>c</sub> peut développer un effort de freinage égal à son poids. Parmi les camions B<sub>c</sub> que l'on peut placer sur le pont, un seul est supposé freiner. Les camions sont disposés suivant les règles énoncées en 4.5.1 pour développer l'effet le plus défavorable.

Les efforts de freinage développés par le système B<sub>c</sub> ne sont pas à majorer pour effets dynamiques. Cependant les coefficients  $b_c$  du tableau 4.3 s'appliquent aux efforts de freinage développés par le système B<sub>c</sub>.

Lorsque le pont se compose de plusieurs tabliers successifs séparés par des joints (par exemple une série de travées indépendantes), le camion qui freine doit être mis successivement sur chacun de ces tabliers, mais il n'y a pas lieu de supposer que plusieurs camions freinent en même temps sur les divers tabliers.

Les charges de trottoir sont supposées appliquées en même temps que le système A ou le système B<sub>c</sub> si cela est plus défavorable pour l'effet recherché. Elles sont déterminées et disposées suivant les règles énoncées en 4.12.

Pour leur prise en compte dans les justifications, les efforts de freinage sont traités séparément comme pour ce qui est des charges des systèmes A et B<sub>c</sub>.

## 4.8 Forces centrifuges

Les forces centrifuges sont calculées uniquement à partir du système B<sub>c</sub> dans les conditions suivantes :

Sur les ponts où la chaussée est en courbe, tous les camions du système B<sub>c</sub> disposés sur la chaussée sont susceptibles de développer des efforts centrifuges, horizontaux, normaux à l'axe de la chaussée et appliqués à sa surface.

En désignant par  $R$  (en mètres) le rayon du tracé de l'axe de la chaussée sur le pont il y a lieu d'adopter, pour la force centrifuge développée par un essieu, une fraction de son poids égale à :

$$\frac{R+150}{6R+350} \quad \text{pour les valeurs de } R \text{ inférieures ou égales à } 400 \text{ m}$$

$$\text{et } \frac{80}{R} \quad \text{pour les valeurs de } R \text{ supérieures à } 400 \text{ m.}$$

Lorsque le tracé de l'axe de la chaussée n'est pas circulaire (cloïde), il y a lieu d'adopter pour chaque camion un rayon moyen qui peut être le rayon du cercle, osculateur au tracé de l'axe, à l'abscisse correspondant à la position du centre de gravité du camion ou de la file.

Pour la justification des éléments du tablier, la roue d'un même essieu placée du côté extérieur de la courbe est supposée subir une majoration relative de poids égale aux mêmes fractions que ci-dessus (fonctions de  $R$ ) et la roue intérieure une minoration égale.

Les efforts tant horizontaux que verticaux, développés par la force centrifuge sont frappés de majoration pour effets dynamiques ; les coefficients correspondants gardent les valeurs indiquées en 4.6.

Il y a lieu également de tenir compte des coefficients  $bc$  donnés au tableau 4.3.

Les effets des forces centrifuges ainsi évaluées sont à cumuler avec les effets résultant du poids soit de la surcharge  $B_c$ , soit de la surcharge A dans les conditions suivantes :

- Dans le cas où on applique uniquement le système  $B_c$ , les camions sont placés d'après les règles énoncées en 4.5.1 de manière à produire l'effet le plus défavorable sur l'élément en cause.
- Dans le cas contraire, avant de cumuler leurs effets, on évalue séparément, les effets des forces centrifuges dues au système  $B_c$  et ceux dus à la charge A, chacun de ces deux systèmes étant pris en considération avec ses règles propres avec cependant les réserves qui suivent :
  - Le poids total de la charge A ne doit pas être inférieur à celui du système  $B_c$  ayant servi au calcul des forces centrifuges,
  - Le nombre de voies chargées avec le système A, doit être au moins égal au nombre de files de camions  $B_c$  considérées.

Les effets des forces centrifuges ne sont pas cumulés avec ceux des efforts de freinage.

Pour leur prise en compte dans les justifications, les forces centrifuges sont traitées séparément comme pour ce qui est des charges des systèmes A et  $B_c$ .

## 4.9 Charges sur les remblais

En vue de la justification des éléments ou structures susceptibles d'être soumis à des efforts de la part des remblais d'accès aux ponts, on considère que ces remblais sont susceptibles de recevoir une charge de dix kiloNewtons par mètre carré, répartie sur toute la largeur de la plate-forme, les talus étant exclus.

Dans le cas des plates-formes résultant de déblais, il appartient au CCTP de fixer la charge à prendre en compte sur toute surface autre qu'une plate-forme routière.

La charge de 10 kN/m<sup>2</sup> est également applicable aux murs de soutènement.

L'attention est attirée cependant sur le fait qu'elle ne saurait couvrir les effets résultant de passage d'engins lourds de terrassement ou de compactage.

En outre, pour la justification des éléments de faible dimension, tels que murs garde grèves, il y a lieu de disposer sur le remblai, dans les conditions énumérées en 4.5.2 et 4.5.3, les systèmes  $B_t$  ou  $B_r$ . Ces systèmes, exclusifs de toute autre charge, sont considérés comme non susceptibles de majoration pour effets dynamiques lorsqu'ils sont disposés sur le remblai.

Pour leur prise en compte dans les justifications, les charges sur remblais sont traitées comme les charges des systèmes A et B.



## 4.10 Charges militaires

Pour permettre la circulation des convois militaires de l'une des classes M80 ou M120, les ponts doivent être calculés pour supporter les véhicules types décrits ci-après, susceptibles dans certains cas d'être plus défavorables que les surcharges des systèmes A et B.

Le CCTP précise alors la classe à considérer.

Chaque classe se compose de deux systèmes distincts  $M_c$  et  $M_e$  dont il y a lieu d'examiner indépendamment les effets pour chaque élément du pont. Chaque système étant exclusif de tout autre charge routière :

Le système  $M_c$  se compose de véhicules types à chenilles :

Le système  $M_e$  se compose d'un groupe de deux essieux.

Les majorations dynamiques sont applicables aux charges militaires, le coefficient de majoration étant calculé par la même formule que celle qui est donnée en 4.6 pour le système B. Dans l'application de cette formule, le symbole  $S$  représente le système de charges militaires qu'il est possible de disposer sur la même surface que celle qui est à considérer pour le système B suivant l'élément calculé.

Pour une classe donnée de charges (80 ou 120) le coefficient de majoration applicable aux deux systèmes  $M_c$ ,  $M_e$  est le même pour chaque élément d'ouvrage.

Les charges militaires sont supposées ne développer aucune réaction de freinage, ni force centrifuge.

### 4.10.1 Système $M_c$

#### 4.10.1.1 Convoi $M_c$ 80

Un véhicule type du système  $M_c$  80 comporte deux chenilles et répond aux caractéristiques suivantes :

Charge totale .....720 KN

Longueur d'une chenille .....4,90 m

Largeur d'une chenille .....0,85 m

Distance d'axe en axe des deux chenilles.....2,80 m.

Le rectangle d'impact de chaque chenille est supposé uniformément chargé.

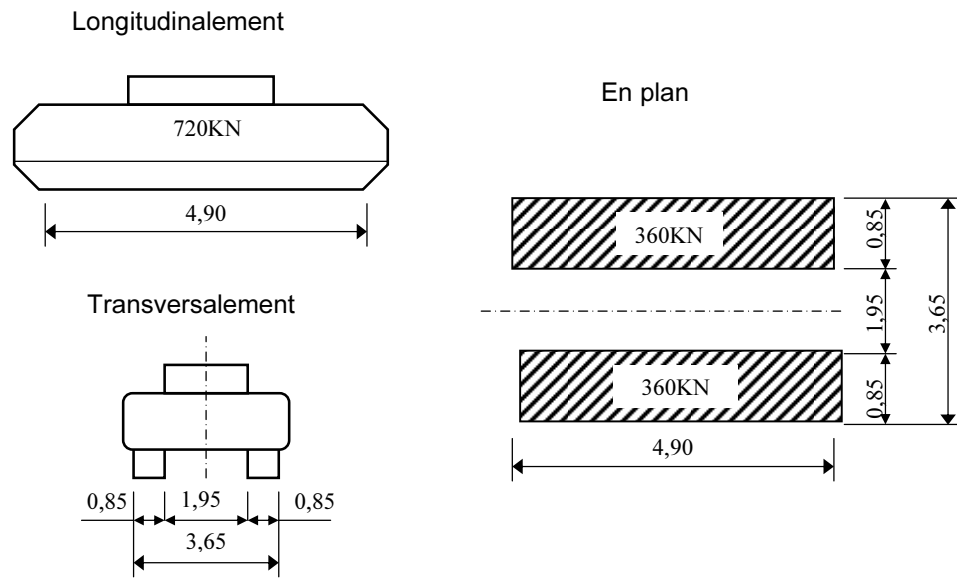


Figure 4.4 : Convoi  $M_c$  80

#### 4.10.1.2 Convoi $M_c$ 120

Un véhicule type du système  $M_c$  120 comporte deux chenilles et répond aux caractéristiques suivantes :

Charge totale .....1100 KN

Longueur d'une chenille .....6,10 m

Largeur d'une chenille. ....1,0 m

Distance d'axe en axe des deux chenilles. .... 3,30 m.

Le rectangle d'impact de chaque chenille est supposé uniformément chargé.

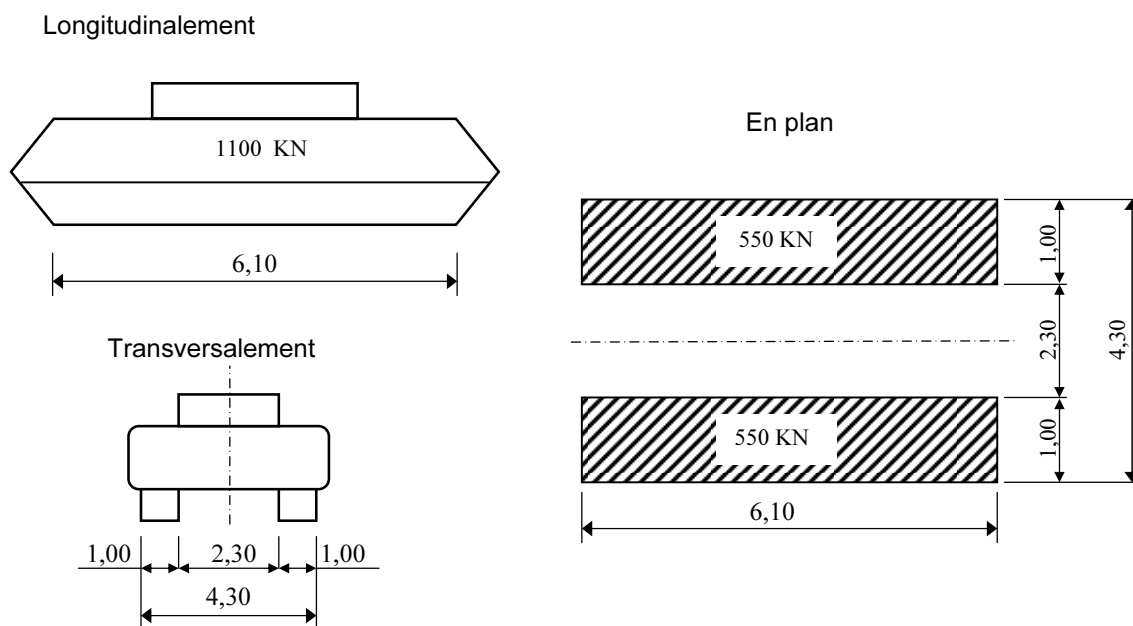


Figure 4.5 : Convoi  $M_c$  120

Les véhicules des systèmes  $M_c$  peuvent circuler en convoi ; dans le sens transversal, un seul convoi est supposé circuler quelle que soit la largeur de la chaussée ; dans le sens longitudinal, le nombre des véhicules du convoi n'est pas limité et la distance de deux véhicules successifs est déterminée pour produire l'effet le plus défavorable, la distance libre entre leurs points de contact avec la chaussée devant être au moins égale à 30,50m.

Les impacts des chenilles sur la chaussée sont dirigés parallèlement à l'axe de celle-ci et peuvent être disposés sur toute la largeur chargeable sans pouvoir empiéter sur les bandes de 0,50 m réservées le long des dispositifs de sécurité.

## 4.10.2 Système $M_e$

### 4.10.2.1 Convoi $M_e$ 80

Un véhicule type  $M_e$  80 comporte deux essieux assimilés et répond aux caractéristiques suivantes :

- Charge totale .....440 KN
- Longueur d'une chenille .....3,50 m
- Largeur d'une chenille. ....0,12 m
- Distance d'axe en axe des deux chenilles.....1,50 m.

La surface d'impact sur la chaussée est un rectangle uniformément chargé dont le côté transversal mesure 3,50 m et le côté longitudinal 0,12m.

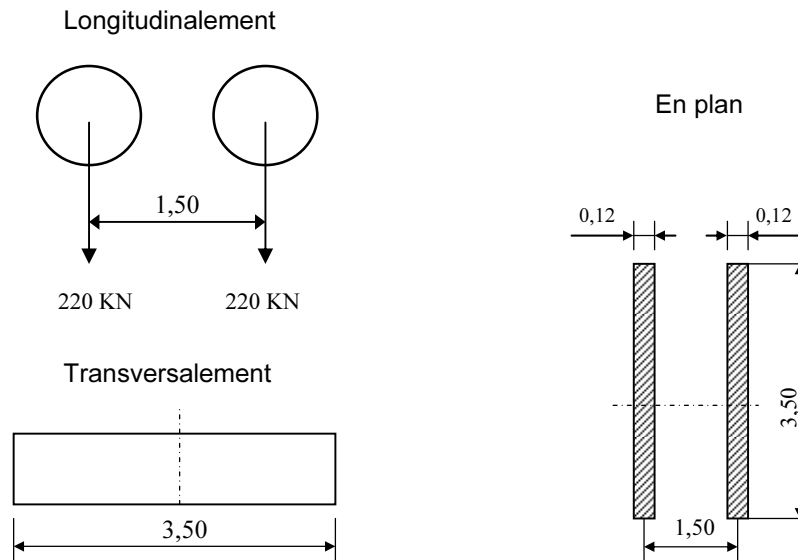


Figure 4.6 : Convoi  $M_e$  80

#### 4.10.2.2 Convoi $M_e$ 120

Les deux essieux qui constituent le système  $M_e$  120 sont distants de 1.80 m d'axe en axe et sont assimilés chacun à un rouleau. Chaque essieu porte une charge de 330 kiloNewtons.

Charge totale ..... 660 KN

Longueur d'une chenille .....4,0 m

Largeur d'une chenille. ....0,15 m

Distance d'axe en axe des deux chenilles.....1,80 m.

La surface d'impact sur la chaussée est un rectangle uniformément chargé dont le côté transversal mesure 4,0 m et le côté longitudinal 0,15m.

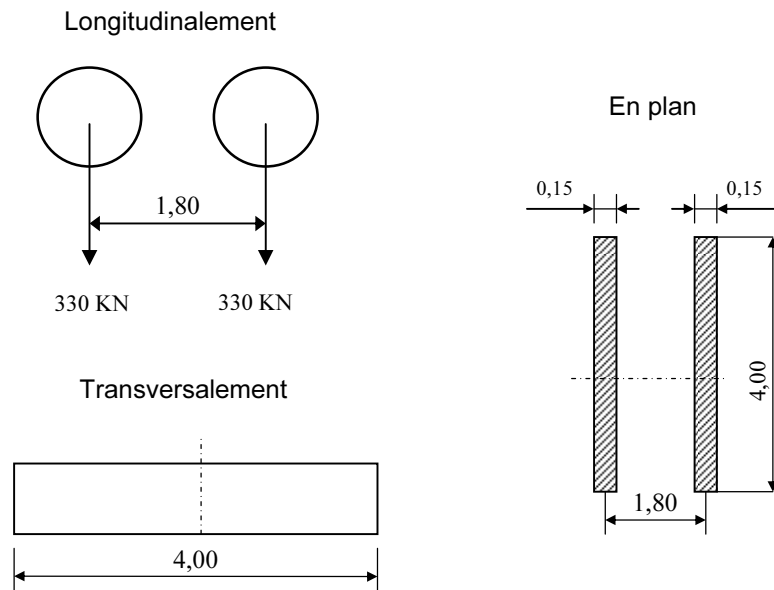


Figure 4.7 : Convoi  $M_e$  120

Les rectangles d'impact des essieux constituant les systèmes  $M_e$  sont disposés normalement à l'axe longitudinal de la chaussée et peuvent être placés n'importe où sur la largeur chargeable sans pouvoir empiéter sur les bandes de 0,50 m réservées le long des dispositifs de retenue.

## 4.11 Charges exceptionnelles

Sur les itinéraires classés pour permettre la circulation de convois lourds exceptionnels de l'un des types D ou E, les ponts doivent être calculés pour supporter le véhicule-type correspondant décrit ci-après susceptible dans certains cas d'être plus défavorable que les charges des systèmes A et B.

Le CCTP précise alors le type de convoi lourd exceptionnel à prendre en compte, celui-ci étant exclusif de toute autre charge.

Les charges exceptionnelles ne sont pas frappées de majorations pour effets dynamiques ; elles sont supposées ne développer aucune réaction de freinage, ni force centrifuge.

Les convois lourds exceptionnels sont supposés rouler sur les ponts à une vitesse au plus égale à 10 km/h, ce qui justifie l'absence d'effets annexes.

### 4.11.1 Convois types D

les ponts doivent être calculés pour supporter les convois types D280 ou D240 décrits ci-après, susceptibles dans certains cas d'être plus défavorables que les surcharges des systèmes A et B.

Le convoi D280 ou D240 est supposé circuler seul quelque soient la largeur et la longueur du pont ; dans le sens longitudinal il est disposé pour obtenir l'effet le plus défavorable.

Dans le sens transversal, son axe longitudinal est réputé situé à 3,50 m du bord de la largeur chargeable.

#### 4.11.1.1 Convoi type D280

Le convoi type D280 comporte deux remorques supportant chacune 1400 kiloNewtons, dont le poids est supposé réparti au niveau de la chaussée sur un rectangle uniformément chargé de 3.30 m de large et 11 mètres de long, la distance entre axes des deux rectangles est de 19 mètres.

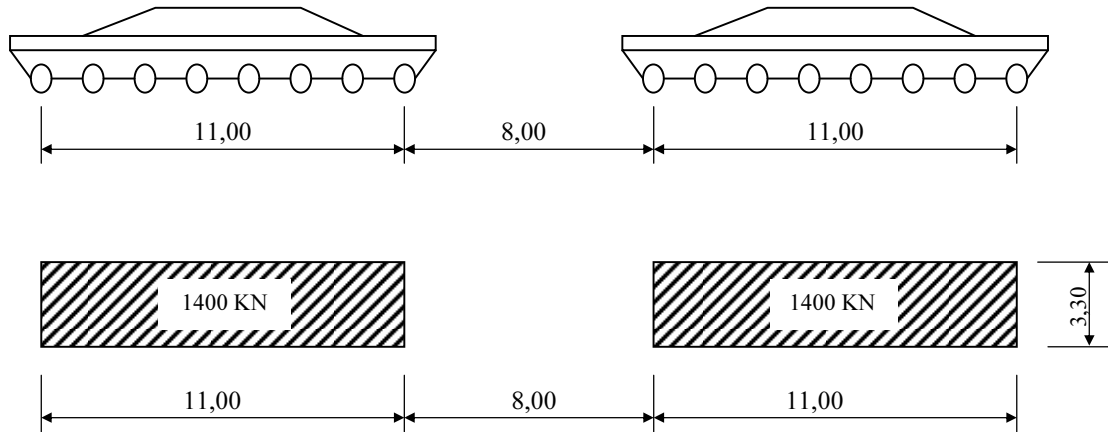


Figure 4.8 : Convoi type D280

#### 4.11.1.2 Convoi type D240

Le convoi type D240 comporte une remorque de trois éléments de quatre lignes à deux essieux de 2400 kiloNewtons de poids total.

Ce poids est supposé réparti au niveau de la chaussée sur un rectangle uniformément chargé de 3,20m de large et de 18,60m de long.

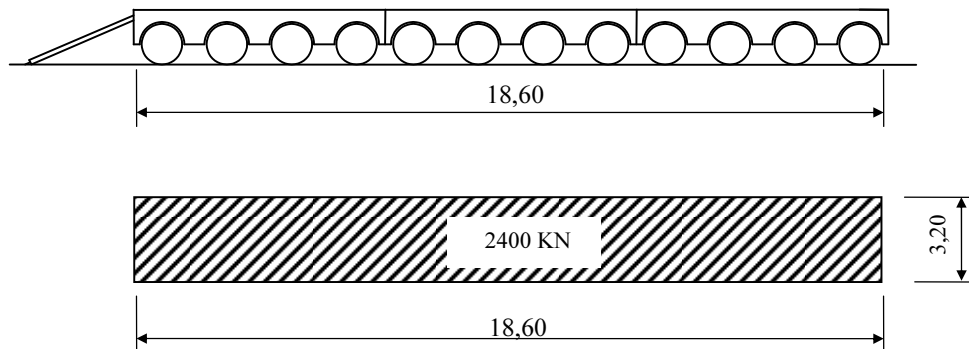


Figure 4.9 : Convoi type D240

#### 4.11.2 Convois types E

les ponts doivent être calculés pour supporter les convois types E400 ou E360 décrits ci-après, susceptibles dans certains cas d'être plus défavorables que les surcharges des systèmes A et B.

Le convoi E400 ou E360 est supposé circuler seul quelque soient la largeur et la longueur du pont ; dans le sens longitudinal il est disposé pour obtenir l'effet le plus défavorable.

Dans le sens transversal, son axe longitudinal est réputé situé à 3,50 m du bord de la largeur chargeable.

#### 4.11.2.1 Convoi type E400

Le convoi-type E400 comporte deux remorques supportant chacune 2000 kiloNewtons, dont le poids est supposé réparti au niveau de la chaussée sur un rectangle uniformément chargé de 3,30 m de large et 15 mètres de long : la distance entre axes des deux rectangles est de 33 mètres.

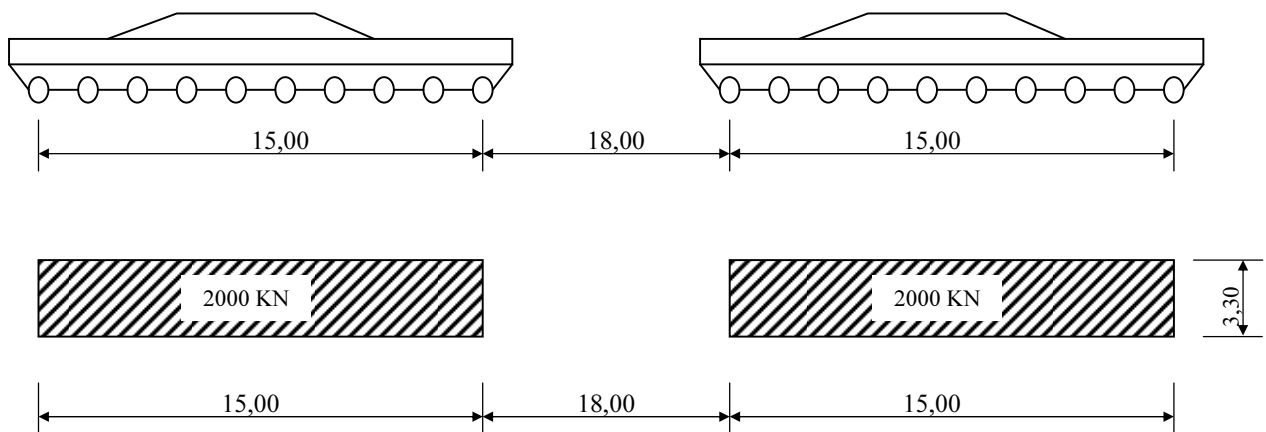


Figure 4.10 : Convoi type E400

#### 4.11.2.2 Convoi type E360

Le convoi type E360 comporte une remorque de trois éléments de quatre lignes à trois essieux de 3600 kiloNewtons de poids total.

Ce poids est supposé réparti au niveau de la chaussée sur un rectangle uniformément chargé de 5,10m de large et de 18,60m de long.

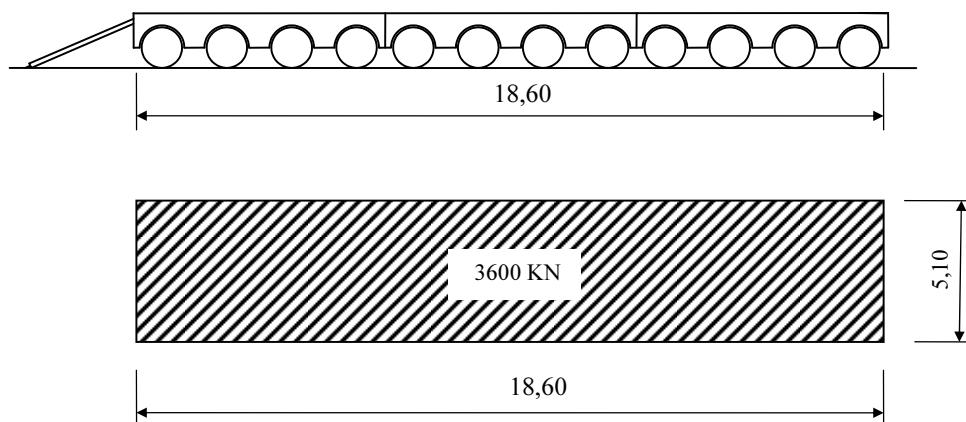


Figure 4.11 : Convoi type E360

## **4.12 Charges sur les trottoirs.**

### **4.12.1 Les divers types de charges.**

Les trottoirs et les pistes cyclables, qui leur sont assimilées, supportent des charges différentes selon le rôle de l'élément structural considéré et selon qu'il s'agit de ponts portant à la fois une ou des chaussées et un ou des trottoirs, ou de ponts réservés exclusivement à la circulation des piétons et des cycles.

Les charges qui sont utilisées dans la justification des éléments de tabliers prennent le nom de charges locales, celles qui servent à la justification des poutres maîtresses sont appelées charges générales.

Les diverses charges de trottoirs ne sont pas frappées de majorations pour effets dynamiques.

### **4.12.2 Charges locales**

Une charge uniforme de 4,50 kiloNewtons par mètre carré est supportée par les trottoirs de tous les ouvrages, y compris les bandes éventuelles de séparation des chaussées et des pistes cyclables.

Elle est prise en compte pour le calcul de tous les éléments des couvertures et des tabliers, dalles, longerons, pièces de pont, suspentes, entretoises, mais non pour celui des poutres principales. Elle est disposée tant en longueur qu'en largeur pour produire l'effet maximal envisagé.

Les effets peuvent éventuellement se cumuler avec ceux du système B ou des charges militaires.

Sont dans ce cas, non seulement les passerelles à piétons proprement dites, mais aussi les ponts sous trottoirs accolés aux ponts sous chaussée et mécaniquement indépendants d'eux.

Sur les trottoirs en bordure d'une chaussée, il y a lieu de disposer dans la position la plus défavorable pour l'élément considéré une roue isolée de 60 kiloNewtons dont la surface d'impact est un carré de 0.25 m de côté.

Les effets de cette roue ne se cumulent pas avec ceux des autres charges de chaussée ou de trottoirs. Ils sont à prendre en compte uniquement lorsqu'il s'agit d'état-limite ultime.

La roue isolée de 60 kiloNewtons doit être envisagée même dans le cas où le trottoir en bordure de la chaussée est porté par un ouvrage mécaniquement indépendant de l'ouvrage qui porte la chaussée (exemple : tablier sous chaussée et tabliers sous trottoirs accolés).

Il est loisible de ne pas procéder à une étude spéciale sous la roue isolée de 60 kiloNewtons, aux environs des joints ou des abouts. Les dalles amovibles de couverture des caniveaux éventuels sous trottoir et les dallages sur renformis meubles ou peu résistants peuvent n'être pas prévus pour résister à la roue de 60 kiloNewtons, si le fond des caniveaux ou les dalles de couverture sur lesquelles reposent les renformis sont en mesure d'y résister.

Pour leur prise en compte dans les justifications vis-à-vis des états- limites ultimes, les charges locales de trottoirs sont traitées comme les charges des systèmes A et B.

### **4.12.3 Charges générales**

Pour la justification des poutres maîtresses qui supportent à la fois une chaussée et un ou des trottoirs, il y a lieu d'appliquer sur les trottoirs une charge uniforme de 1,50 kiloNewtons par mètre carré de façon à produire l'effet maximal envisagé.



Dans le sens de la largeur, chaque trottoir est chargé dans sa totalité, mais les deux trottoirs, s'il y en a deux, peuvent n'être pas chargés simultanément.

Dans le sens de la longueur, les zones chargées sont choisies de la manière la plus défavorable.

Il est loisible, en vue de simplifier les calculs, de charger les trottoirs sur les mêmes longueurs que la charge A pour obtenir l'effet envisagé.

Pour la justification des poutres maîtresses des ouvrages qui sont réservés à la circulation des piétons et des cycles, on doit disposer une charge uniforme,  $a$ , dont l'intensité, fonction de la longueur chargée,  $l$ , est donnée en kiloNewtons par mètre carré par la formule :

$$a(l) = 2,00 + \frac{150}{l + 50}$$

où  $l$  est exprimée en mètres.

Dans le sens de la largeur, les zones chargées sont déterminées dans chaque cas de manière à produire l'effet maximal envisagé. Dans le sens de la longueur elles sont déterminées dans le même but en respectant les règles qui ont été énoncées en 4.4 pour la charge de chaussée A.

Pour leur prise en compte dans les justifications vis-à-vis des états -limites ultimes, les charges générales de trottoirs sont traitées comme les charges des systèmes A et B.

### 4.13 Charges sur les garde-corps

Les présentes dispositions concernent les conditions courantes d'utilisation.

Dans certains cas, la résistance du garde-corps à la rupture sous l'effet d'un choc doit être accrue par rapport aux exigences exposées ci-après.

Il y a lieu de supposer que peut s'exercer sur la main courante d'un garde-corps pour piétons une poussée normale horizontale et uniforme  $q$ , donnée en fonction de la largeur du trottoir,  $b$ , exprimée en mètres par la formule :

$$q = 0,50 (1 + b) \text{ kiloNewtons par mètre linéaire,}$$

avec maximum de 2,500 kN/m.

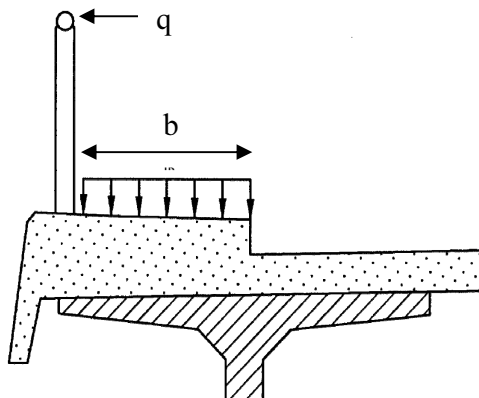


Figure 4.12 : Charges sur les gardes corps

Si le garde-corps est fixé sur les éléments porteurs du trottoir, la poussée  $q$  est supposée s'exercer en même temps qu'agit la charge locale de trottoir.

La poussée  $q$ , lorsqu'il s'agit d'un garde-corps de service est supposée égale à un kiloNewton par mètre linéaire (1 kN/m).

Le garde-corps doit comporter des dispositions permettant l'accrochage éventuel de dispositifs antichute.

Une charge verticale uniforme de un kiloNewton par mètre linéaire (1 kN/m) est supposée susceptible d'être appliquée à la main courante d'un garde-corps.

On suppose également qu'une charge verticale concentrée de un kiloNewton (1 kN) est susceptible d'être appliquée en tout point sur tout élément non vertical du garde-corps.

Les effets de ces charges ne sont cumulables ni avec ceux de la poussée horizontale, ni avec ceux des surcharges de trottoir.

Pour leur prise en compte dans les justifications vis-à-vis des états limites ultimes, les charges sur garde-corps sont traitées comme les charges des systèmes A et B.

## 5 Actions accidentelles

### 5.1 Généralités

Les actions à prendre en compte, lorsqu'il y a lieu, dans les situations de projet accidentelles, résultent de :

- l'impact d'un véhicule routier contre les piles, l'intrados ou les tabliers de ponts ;
- la présence de roues de forte charge ou de véhicules sur les trottoirs (les effets des roues de forte charge ou de véhicules sur les trottoirs doivent être pris en compte pour tous les ponts routiers dont les trottoirs ne sont pas protégés par un dispositif de retenue rigide efficace) ;
- l'impact d'un véhicule contre les bordures, les barrières pour ouvrages d'art et les composants structuraux (les effets de l'impact des véhicules contre les barrières de sécurité et les barrières pour ouvrages d'art doivent être pris en compte pour tous les ponts routiers dont les tabliers comportent de tels dispositifs de retenue ; les effets d'impact des véhicules contre les bordures doivent être pris en compte dans tous les cas) ;
- Choc d'un train ;
- Choc d'un bateau.

Il convient de tenir compte des forces d'impact de véhicules sur les éléments structuraux non protégés, situés au-dessus ou à côté de la chaussée.

Cependant, lorsque des mesures de protection complémentaires sont prévues entre la chaussée et ces éléments, cette force peut être réduite.

Il n'y a pas lieu de considérer la présence simultanée d'aucune autre charge variable.

Le séisme et l'incendie sont considérés comme actions accidentelles et traitées par des règlements spécifiques.

### 5.2 Forces d'impact des véhicules sous le pont

Le CCTP peut définir :

- des règles pour protéger le pont des forces d'impact dues aux véhicules,
- dans quelles conditions des forces d'impact doivent être prises en compte (par rapport à une distance de sécurité entre les piles et le bord de la chaussée, par exemple),
- l'intensité et l'emplacement des forces d'impact dues aux véhicules,
- ainsi que les états limites à considérer.

#### 5.2.1 Forces d'impact contre les piles et autres éléments porteurs

Il convient de tenir compte des forces dues à l'impact, contre les piles ou les éléments porteurs d'un pont, de véhicules de hauteur exceptionnelle ou en situation anormale.

Les piles doivent être calculées pour résister à un effort statique concentré agissant horizontalement à 1,25 m au-dessus du niveau de la chaussée, et égal à :

- 1000 kN dans le sens du déplacement des véhicules
- 500 kN dans le sens perpendiculaire du déplacement des véhicules

La surface d'impact est égale à 25 cm x 25 cm.

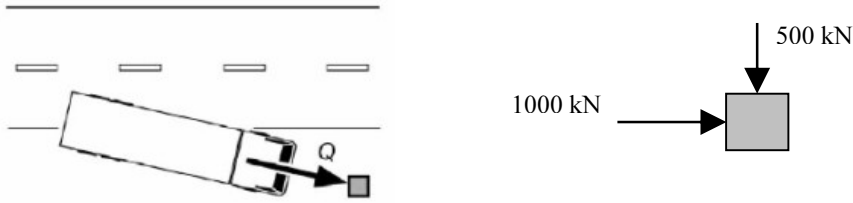


Figure 5.1 : Choc de véhicule sur pile

### 5.2.2 Forces d'impact contre les tabliers

Les charges d'impact sur les tabliers de pont et autres éléments structuraux au-dessus des routes peuvent varier considérablement en fonction de paramètres structuraux et non structuraux d'une part, ainsi que de leurs conditions d'application d'autre part. La possibilité de collision de véhicules présentant une hauteur exceptionnelle ou prohibée, ainsi que celle d'une grue pivotant vers le haut lors du passage d'un véhicule, peut devoir être envisagée. Des mesures de prévention ou de protection peuvent être introduites en alternative à un dimensionnement vis-à-vis des forces d'impact.

Elles sont de :

500 KN sur les autoroutes et,  
250 KN pour les voies urbaines et dépendent des gabarits.

La surface d'impact est égale à 25 cm x 25 cm.

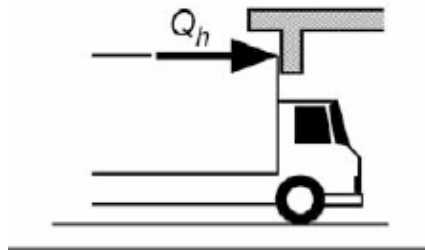


Figure 5.2 : Choc de véhicule contre le tablier

### 5.2.3 Chocs de véhicules ferroviaires sur piles

Le CCTP précise les forces statiques équivalentes, sur la surface ou le point d'impact, à appliquer en fonction de la distance entre l'appui et l'axe de la voie d'une part et le système constructif (structure continue ou non) d'autre part.

## 5.2.4 Chocs de bateaux sur piles

La conception et le dimensionnement des piles de ponts implantées dans les zones accessibles aux bateaux, doivent obligatoirement tenir compte des chocs de bateaux. Selon les caractéristiques des voies navigables (grand gabarit ou petit gabarit)

Les valeurs des chocs sont à préciser par le CCTP. A défaut, et en l'absence de protection ( Duc d'Albe), le choc éventuel est assimilé à l'action d'une force horizontale appliquée au niveau des plus hautes eaux navigables (NPHEN) . cette force est soit parallèle au sens du courant (choc frontal), soit perpendiculaire à celui-ci (choc latéral). Les valeurs représentatives à introduire sont les suivantes :

- pour le choc frontal :

10000 kN pour les grands gabarits,  
1200 kN pour les petits gabarits.

- pour le choc latéral :

2000 kN pour les grands gabarits  
240 kN pour les petits gabarits.

Ces valeurs sont à ajuster en fonction des conditions réelles du site (caractéristiques des convois, vitesse du courant, vitesse de circulation autorisée...).

## 5.3 Actions de véhicules sur le pont

### 5.3.1 Véhicules sur les trottoirs et les pistes cyclables

Si une barrière de sécurité d'un niveau de retenue approprié est prévue, il n'est pas nécessaire de prendre en considération des charges de roue ou de véhicule au-delà de cette protection.

il convient, sur les parties non protégées du tablier, de placer une charge accidentelle correspondant à un camion Bc de telle sorte que l'on obtienne l'effet le plus défavorable à proximité de la barrière, comme l'indique par exemple la Figure 5.3. Il n'y a pas lieu de considérer la présence simultanée d'aucune autre charge variable sur le tablier. Si des contraintes géométriques rendent une configuration à deux files de roues impossible, il convient de ne prendre en compte qu'une seule file de roue.

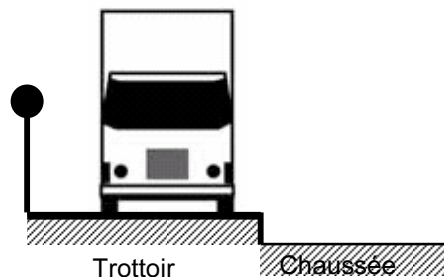


Figure 5.3 : position des charges de véhicule sur trottoirs

### 5.3.2 Forces d'impact sur les bordures

Il convient de considérer l'action due à l'impact d'un véhicule sur les bordures ou le bord relevé de la chaussée comme une force latérale égale à 100 kN agissant à une hauteur de 0,05 m sous le niveau supérieur de la bordure.

Il convient de considérer que cette force agit sur une longueur de 0,5 m, qu'elle est transmise par les bordures aux éléments structuraux qui les supportent et qu'elle se diffuse à 45° dans les éléments structuraux rigides. Par ailleurs, lorsqu'elle est défavorable, il convient de tenir compte d'une charge verticale de trafic agissant simultanément avec la force d'impact et égale à 100 kN, (voir Figure 5.4).

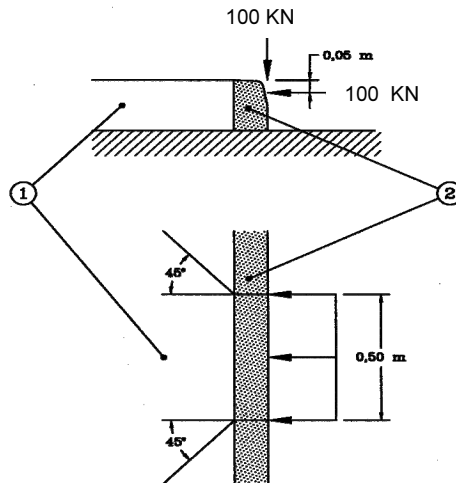


Figure 5.4 : position des charges de véhicule sur trottoirs

### 5.3.3 Forces d'impact sur les dispositifs de retenue des véhicules

Pour le calcul de la structure, il convient de tenir compte des forces horizontales et verticales transmises au tablier par les dispositifs de retenue.

La composante horizontale est liée à la souplesse de la liaison entre le dispositif de retenue et la bordure sur laquelle il est fixé.

Le CCTP précisera l'effort horizontal de calcul à prendre en compte. A défaut, il pourra être utilisé une force de 500 kN.

La force horizontale, agissant transversalement, peut être appliquée à 100 mm au-dessous du niveau supérieur du dispositif de retenue choisi ou à 1,0 m au-dessus du niveau de la chaussée ou du trottoir, le niveau à prendre en compte étant le plus faible des deux ; on considère que la force agit sur une longueur de 0,5 m.

Lorsque cela est possible, des dispositions constructives (ferraillage par exemple), dispensent du calcul aux charges verticales et horizontales.

Il convient de calculer les structures supportant les barrières pour ouvrage d'art de manière à ce qu'elles puissent résister localement à l'effet d'une charge accidentelle correspondant à au moins 1,25 fois la valeur

caractéristique de la résistance locale de la barrière (résistance de la fixation de la barrière à la structure, par exemple), sans devoir la combiner avec toute autre charge variable.

## **5.4 Séisme**

Le séisme est considéré comme une action accidentelle. Il y a lieu de se référer à cet égard, à la réglementation parasismique en vigueur.

## **5.5 Incendie**

Les seuls ponts-routes dont la résistance doit être justifiée dans le cas d'incendie sont ceux qui sont incorporés dans des bâtiments relevant de la réglementation anti-incendie en vigueur.

Les effets d'un incendie se traduisent par une élévation de température à prendre en compte. Cette action s'accompagne de modification des caractéristiques mécaniques des matériaux.

Le CCTP précise la durée de la résistance au feu.

## 6 Combinaisons des actions

Il convient de combiner les différentes actions qui peuvent s'exercer sur l'ouvrage, pour obtenir les sollicitations correspondantes aux différents états limites à considérer. Les combinaisons d'actions expriment différentes répartitions des efforts appliqués (en distinguant les actions permanentes, variables et accidentelles) aux structures en fonction de la probabilité de leur existence et des plus grandes valeurs qu'ils peuvent prendre. Ces combinaisons sont à comparer avec la résistance des matériaux (bétons, aciers, sols...) et à prendre en compte pour l'étude de la stabilité des éléments de fondation.

### 6.1 Etats limites

On distingue conventionnellement deux états limites : Les Etats Limites de Service et les Etats Limites Ultimes.

#### 6.1.1 Les états limites de service

Les états limites de service sont des états correspondant à des conditions au-delà desquelles les exigences d'aptitudes spécifiées (sécurité de la circulation...) pour une structure ou un élément structural ne sont plus satisfaites. Les combinaisons d'actions correspondantes à ces états limites de service traduisent différents niveaux de probabilités d'application de ces actions. Ainsi, les actions qui s'exercent sur les différents éléments de fondation sont pondérées par des coefficients minoratifs,  $\psi$ , selon que l'on considère que telle ou telle répartition des efforts est fortement probable ou peu probable. On distingue ainsi trois niveaux de probabilité :

- **ELS rares** : sollicitation que la structure (ou sa grande partie) aura à subir au moins une fois pendant la durée de sa vie.
- **ELS fréquents** : sollicitation que la structure aura à subir de manière relativement fréquente.
- **ELS quasi permanent** : sollicitation que la structure aura à subir pendant la majeure partie de la durée de sa vie.

Les vérifications à effectuer dans le cas des états limites de service portent sur, la contrainte maximale de compression du béton, la fissuration du béton ou la contrainte limite de l'acier, la déformation et les déplacements de la structure.

#### 6.1.2 Les états limites ultimes

Les états limites ultimes sont des états limites associés à la ruine des structures, c'est à dire à son effondrement ou à d'autres formes de défaillances structurales ; ils correspondent à l'atteinte de la capacité structurale de la structure (résistance, stabilité de forme) ou à une perte d'équilibre statique. Pour les ELU, il y a lieu de se servir de coefficients majorateurs,  $\gamma$ .

Enfin, il faut envisager plusieurs situations de dimensionnement, on en distingue trois :

- Fondamentaux (Durables ou Transitoires)
- Accidentels
- Sismiques

Dans le cas d'une vérification à l'état limite ultime, on devra justifier la résistance des matériaux constitutifs de tous les éléments de construction, la mobilisation du sol (capacité portante), la stabilité de tous ces éléments compte tenu des effets du 2<sup>e</sup> ordre et l'équilibre statique de l'ouvrage.



## 6.2 Ecriture des combinaisons d'action

Une combinaison d'actions, représente une sollicitation appliquée en un point ou sur une surface. Elle est calculée à partir d'un certain nombre d'actions qui peuvent agir en ce point ou cette surface. Les actions qui s'exercent ainsi sont classées en trois catégories :

### Les actions permanentes :

On distingue au sein de celles-ci les actions permanentes favorables  $G_{min}$  et les actions permanentes défavorables  $G_{max}$  pour le calcul à l'ELS et l'ELU de résistance. Pour l'équilibre statique, on les notera respectivement G1 (action ayant un rôle stabilisateur) et G2 (action ayant un rôle déstabilisateur). Ces actions comme leur nom l'indique sont appliquées à la structure de façon permanente. Il est à noter qu'il existe des actions permanentes en phase de construction et des actions permanentes en phase d'exploitation. Les combinaisons d'action sont à écrire pour ces deux phases.

### Les actions variables :

Ce sont des actions qui ne sont pas appliquées à la structure en permanence. Au sein des actions variables Q, on différenciera les actions variables de base et les actions variables d'accompagnement, sachant qu'une action de base sera dotée d'un coefficient majorateur plus important que celui d'une action variable d'accompagnement.

Les actions accidentelles et sismiques à prendre en compte, lorsqu'il y a lieu, sont définies au chapitre 5.

## 6.2.1 Valeurs caractéristiques des actions

### 6.2.1.1 Coefficients pour les actions permanentes

Les valeurs caractéristiques à considérer sont celles définies au chapitre 3, multipliées par les coefficients du tableau 6.1 ci-après qui dépendent de la nature de la charge pour laquelle il est référé.

Charges	$G_{max}$	$G_{min}$
Poids propre	1,06	0,9
Terres	1,05	0,95
Etanchéité	1,2	0,8
Enrobé et béton bitumineux	1,4	0,8
Autres équipements	1,2	0,8
Autres charges	1	1

Tableau 6.1 – Coefficients multiplicateurs des actions permanentes

Les valeurs caractéristiques ainsi obtenues doivent être utilisées dans les combinaisons d'actions.

### 6.2.1.2 Coefficients pour les actions dues au trafic

Les valeurs caractéristiques à considérer sont celles définies au chapitre 4, multipliées par les coefficients du tableau 6.2 ci-après qui dépendent de l'état limite (ultime ou de service) et de la nature de la charge pour laquelle il est référé.

Charges	Nature de l'état limite	
	ELU de résistance	ELS
- Charges de chaussées et effets annexes, - Charges sur remblais	1,07	1,2
- Charges militaires, - Charges exceptionnelles	1,0	1,0
- Charges sur trottoirs, - Gardes corps, - Passerelles piétons	1,07	1,0

Tableau 6.2 – Coefficients multiplicateurs des actions dues au trafic

Les valeurs caractéristiques ainsi obtenues doivent être utilisées dans les combinaisons d'actions.

## 6.2.2 Formes générales des combinaisons d'actions

Les combinaisons définies ci-après sont à considérer pour les justifications de l'ouvrage avec les notations suivantes :

- T** la variation uniforme de température,
- $\Delta\theta$**  le gradient thermique vertical,
- $G_{max}$**  l'ensemble des actions permanentes défavorable (y compris tassements d'appuis),
- $G_{min}$**  l'ensemble des actions permanentes favorables,
- $Q_r$**  les charges de chaussées A(I) ou B avec les charges de trottoirs,
- $Q_{rp}$**  les charges militaires ou exceptionnelles,
- $A_d$**  la charge accidentelle,
- W** vent sur ouvrage.

### 6.2.2.1 Etats limites ultimes de résistances

**ELU - Combinaison fondamentale :**

$$1,35 G_{max} + G_{min} + 1,5 Q_r + 1,5 \times 0,6 \times T + 1,5 \times 0,5 \times \Delta\theta$$

$$1,35 G_{max} + G_{min} + 1,35 Q_{rp} + 1,5 \times 0,6 \times T + 1,5 \times 0,5 \times \Delta\theta$$

$$1,35 G_{max} + G_{min} + 1,5 Q_r + 1,5 \times 0,6 \times W$$

$$1,35 G_{max} + G_{min} + 1,35 Q_{rp} + 1,5 \times 0,6 \times W$$

$$1,35 G_{max} + G_{min} + 1,5 W$$

### **ELU - Combinaison accidentelle :**

$$G_{\max} + G_{\min} + 0,6 Q_r + A_d$$

$$G_{\max} + G_{\min} + A_d$$

### **6.2.2.2 Etats limites ultimes d'équilibre statique**

Doivent être vérifiés dans chaque phase de construction et pour la structure complète en exploitation.

#### **En situation durable**

$$0,9 G_1 + 1,1 G_2 + 1,5 Q_r + 0,8 T + 0,65 \Delta\theta$$

#### **En situation transitoire**

$$0,9 G_1 + 1,1 G_2 + 1,5 Q_r + 0,8 T + 0,65 \Delta\theta$$

#### **En situation accidentelle**

$$G_1 + G_2 + 0,6 Q_r + A_d + 0,6 T$$

### **6.2.2.3 Etats limites de service**

#### **Combinaisons rares**

$$G_{\max} + G_{\min} + Q_r + 0,6 T + 0,5 \Delta\theta$$

$$G_{\max} + G_{\min} + Q_{rp} + 0,6 T + 0,5 \Delta\theta$$

$$G_{\max} + G_{\min} + T$$

$$G_{\max} + G_{\min} + \Delta\theta$$

$$G_{\max} + G_{\min} + W$$

#### **Combinaisons fréquentes**

$$G_{\max} + G_{\min} + 0,6 Q_r + 0,6 T + 0,5 \Delta\theta$$

#### **Combinaisons quasi permanentes :**

$$G_{\max} + G_{\min}$$

### **6.2.2.4 Etats limites ultimes sismiques**

Voir la réglementation parasismique en vigueur.

## 7 Epreuves

### 7.1 Nécessité et consistance des épreuves

#### 7.1.1 Nécessité des épreuves

Tout pont doit être soumis à des épreuves suivant les modalités définies dans ce qui suit.

Les épreuves n'ont pas pour but de mesurer le coefficient de sécurité réel offert par le pont.

L'objet des épreuves est le contrôle de la bonne conception et de la bonne exécution des ponts par l'examen de leur comportement sous des charges normales. Dans certains cas particuliers, la réalisation des épreuves peut être l'occasion de fournir un moyen d'investigation technique pour le perfectionnement de l'art de l'ingénieur.

La date des épreuves est fixée par le maître d'ouvrage et celles-ci ne sont exécutées que sur ordre de service et en présence du maître d'œuvre .

Au préalable le maître d'œuvre devra :

- établir le programme des épreuves,
- désigner un ingénieur responsable qui assistera aux épreuves,
- s'assurer de la disponibilité du personnel et des moyens matériels nécessaires.

Pour procéder aux épreuves, l'âge minimal requis pour les bétons de la structure porteuse de l'ouvrage est de 90 jours.

Les épreuves doivent normalement être réalisées avant mise en service de l'ouvrage. Si les exigences de l'exploitation rendent nécessaire la mise en service avant qu'il ait été procédé aux épreuves :

- il appartient au maître d'ouvrage d'apprécier, en fonction de la qualité de la réalisation (essai de contrôle du béton notamment) et de l'importance des circulations prévisibles, les mesures à prendre à titre provisoire jusqu'au moment des épreuves (limitation des charges ou de la vitesse par exemple).
- les épreuves devront avoir lieu dans les délais les plus brefs compatibles avec l'âge minimal du béton précisé ci-avant.
- une visite contradictoire détaillée de l'ouvrage doit être réalisée juste avant la mise en service ou, si cela n'est pas possible, juste après.

Dans les cas où les résultats issus des épreuves imposées laissent planer un doute sur l'aptitude de l'ouvrage à remplir son rôle, des épreuves complémentaires plus poussées doivent être exécutées.

#### 7.1.2 Consistance des épreuves

Les épreuves ont généralement la consistance suivante:

- Visite détaillée de toutes les parties de l'ouvrage avant mise en charge.
- Levé des repères de nivellement.
- Mises en charge statique de l'ouvrage ou de certaines parties.
- Nivellements des appuis et mesures des flèches.
- Relaxation de l'ouvrage.
- mises en charge dynamique avec mesures des flèches et des tassements d'appuis.
- Relaxation de l'ouvrage.
- Nivellement à vide.

- Visite détaillée de toutes les parties de l'ouvrage.

Les conditions climatiques sont relevées en tant que de besoin.

## **7.2 Programme des épreuves**

Il est notifié à l'entrepreneur par le maître d'ouvrage.

Ces épreuves comportent normalement :

- l'application des charges définies dans ci-après,
- la position et la durée de chaque chargement statique,
- des visites détaillées du pont avant, pendant et après l'application des charges,
- la durée des relaxations entre les chargements,
- la ou les vitesses de circulation des convois,
- la mesure des flèches et le nivellement des appuis,
- les flèches calculées.

En outre, le maître d'ouvrage se réserve de procéder à toutes autres mesures utiles qui sont alors à sa charge.

Dans les cas où un même marché comporte l'exécution de plusieurs ponts de même type, le maître d'ouvrage fixe le programme des épreuves dans les conditions suivantes :

Un pont au moins doit faire l'objet de l'ensemble des épreuves énumérées à l'alinéa précédent et détaillées dans les dispositions qui suivent.

Les autres ponts peuvent ne faire l'objet que d'épreuves par poids mort sur chaussée (voir 7.3.2); dans ce dernier cas, il est loisible de simplifier le processus des épreuves tel qu'il est prévu en 7.9.

Il appartient au maître d'ouvrage d'apprécier dans quelle mesure les visites prévues en 7.5 peuvent être simplifiées ; d'autre part, il est recommandé de procéder à au moins une mesure de flèche par travée, le but étant alors d'obtenir un ordre de grandeur de cette flèche sans rechercher forcément une très grande précision.

Les ponts ou ensembles de ponts présentant un caractère particulier du fait de leur conception (ponts mobiles et ponts comportant une ou plusieurs travées de plus de 200 mètres de portée), de leurs dimensions ou de leur nombre, doivent faire l'objet d'un programme spécial d'épreuves que le CCTP doit préciser.

## **7.3 Charges sur les chaussées**

### **7.3.1 Constitution de la charge d'épreuve.**

La charge d'épreuve de chaussée est constituée par un nombre de véhicules suffisant pour satisfaire aux prescriptions qui suivent ; cette charge est mise en œuvre dans deux sortes successives d'épreuves, les épreuves par poids mort et les épreuves par poids roulant.

Les épreuves se déroulent sans qu'aucune charge soit disposée sur les trottoirs, exception faite pour l'épreuve des suspentes d'un pont suspendu ou à tablier suspendu et pour celles des éléments structuraux du pont qui seraient désignés par le CCTP.

Dans certains cas particuliers, notamment s'il y a des doutes sérieux sur la qualité de l'ouvrage, le maître d'ouvrage peut prescrire des charges d'épreuve plus sévères que celles résultant des dispositions suivantes.

### **7.3.2 Epreuves par poids mort.**

Les véhicules d'épreuve sont disposés à l'arrêt sur la chaussée et serrés tant dans le sens longitudinal que transversal de façon que les sollicitations qu'ils développent dans l'élément faisant l'objet de l'épreuve soient comprises entre les deux tiers et les trois quarts des sollicitations maximales développées par l'ensemble des charges de chaussée et des charges générales de trottoir du présent règlement.

Les sollicitations visées ici qui s'ajoutent à celles développées par les charges permanentes sont celles qui résultent de l'application des charges du présent règlement sans coefficient de majoration : il ne faut pas les confondre avec les sollicitations qui interviennent dans les justifications basées sur la considération de coefficients de pondération ou d'états limites.

Les charges de chaussée dont il s'agit ici sont celles décrites au chapitre 4.

D'autre part les véhicules sont serrés de telle sorte que leur charge totale rapportée à la surface de la chaussée atteigne au moins la charge minimale définie au chapitre 4.

Les épreuves doivent commencer par le chargement des appuis avant d'effectuer toute mesure sur les travées.

Pour les épreuves des travées, les longueurs et les portions des zones à charger sont déterminées comme suit :

Pour les ponts à travées indépendantes on charge la totalité de la travée, la même opération est effectuée sur toutes les travées si le pont en comporte plusieurs.

Pour les ponts à travées solidaires, chaque travée est d'abord chargée isolément comme il vient d'être dit pour les travées indépendantes, puis l'on charge simultanément la totalité de la longueur de deux travées adjacentes à l'exclusion de toutes les autres, l'opération étant répétée pour tous les groupes de deux travées contiguës à chaque pile.

Pour les ponts en arc, chaque arche est chargée sur une moitié de sa portée, puis sur l'autre, puis sur la totalité de sa portée, et enfin dans sa partie médiane.

Pour les ponts suspendus, le nombre de véhicules réunis doit au moins pouvoir permettre de charger indépendamment la moitié de la plus grande travée (ou de la travée unique) et la totalité de la travée adjacente. Le programme des épreuves fixe la disposition détaillée des charges.

### **7.3.3 Epreuves par poids roulant**

Parmi les véhicules utilisés pour les épreuves par poids mort on en conserve un nombre égal à celui des voies de circulation, en choisissant ceux qui comportent les essieux les plus lourds. Ces véhicules étant disposés de front et dans le même sens. on les fait circuler de bout en bout du pont à la plus grande vitesse possible compte tenu des exigences de la sécurité.

Pour les ponts comportant des voies étroites, il est loisible d'utiliser un nombre de camions inférieurs au nombre de voies, de telle sorte qu'ils puissent effectivement atteindre la vitesse maximale sans être gênés par une trop grande proximité les uns des autres.

## **7.4 Charges sur les trottoirs**

### **7.4.1 Epreuves de charge locale**

L'épreuve de charge des trottoirs est imposée :

- pour les ponts urbains,
- pour les trottoirs en encorbellement par rapport à la poutre de rive, lorsque la largeur de l'encorbellement atteint au moins 1,50 mètre.

On éprouve localement les trottoirs, pistes cyclables et bandes de séparation de ces dernières d'avec les chaussées en disposant sur une partie de leur surface un lest ou charge morte de 0,350 kiloNewtons par mètre carré.

La surface à charger, d'un seul tenant ou en plusieurs parties dont les limites sont fixées par le maître d'ouvrage, est le dixième de la surface totale; d'autre part, la longueur chargée doit atteindre au moins trois fois la largeur du trottoir ou de la piste cyclable.

Les limites des zones chargées sont fixées de façon à développer les efforts maximaux, sans coefficient de majoration, dans chacun des éléments structuraux intéressés par le trottoir, dalles de couverture, longerons, pièces de pont, entretoises de solidarisation de poutres multiples sous chaussée, suspentes de ponts suspendus ou à tablier suspendu.

Pour les éléments soumis à des sollicitations importantes provenant à la fois des surcharges de trottoir et de celles de chaussée, il y a lieu de laisser en place les charges locales de trottoir pendant le déroulement des épreuves par charge de chaussée ; c'est le cas notamment pour les suspentes d'un pont suspendu ou à tablier suspendu et pour les encorbellements supportant à la fois un trottoir et une partie de la chaussée.

## 7.4.2 Epreuves de charge générale

Aucune épreuve de charge de l'ensemble des trottoirs n'est prévue pour les ponts dont les poutres maîtresses supportent à la fois chaussées et trottoirs.

Pour les ponts réservés à la circulation des piétons et des cycles et pour les ponts sous trottoirs en bordure de chaussée mécaniquement indépendants des ponts sous-chaussée, on procède à des épreuves par poids mort.

La charge composée d'un lest ou, si cela est possible, de véhicules de poids approprié, est égale en moyenne au mètre carré aux trois quarts de la charge générale considérée pour la même zone de chargement.

Les zones de chargements successifs sont fixées en largeur par le maître d'ouvrage de la manière la plus défavorable, et leurs longueurs sont déterminées suivant le type du pont comme il a été dit en 7.3.2 pour les épreuves de charge de chaussée par poids mort.

## 7.5 Visite des ouvrages

Toutes les parties du pont auxquelles il est possible d'accéder, au besoin au moyen de passerelles et échafaudages provisoires doivent être visitées en détail avant les épreuves.

Pendant chaque phase des épreuves par poids mort, il y a lieu de visiter les parties du pont susceptibles d'être le plus sollicitées pendant cette phase.

Après les épreuves, on visite en détail à nouveau toutes les parties accessibles du pont. Ces diverses visites sont effectuées contradictoirement avec l'entrepreneur (ou ses agents habilités).

## 7.6 Mesure de flèches et déformations

Pour les ponts de plus de 10 mètres de portée, on mesure, au cours des épreuves, les tassements des appuis et les flèches maximales et résiduelles au milieu de chaque travée. Si l'importance des ouvrages le justifie, ces mesures sont rapportées à des repères fixes.

De tels repères permettent de suivre les déformations qui se produisent éventuellement à une époque quelconque après les épreuves. Ils ne sont en général à prévoir que pour les ponts comportant des travées de plus de 20 mètres de portée unitaire. Pour les ouvrages ne présentant pas de grande portée, les niveaux

des points les plus bas des sections des poutres au milieu de chaque travée et à ses extrémités sont repérés avant les épreuves à deux points fixes. On repère par rapport aux mêmes points le dessus de chacun des appuis.

Pour les ouvrages plus importants les points observés sur les travées et éventuellement sur les appuis sont plus nombreux ; on peut même aller jusqu'au relevé du profil en long complet du dessus de l'ouvrage.

La température est relevée en tant que de besoin. En raison de l'inertie thermique des ponts, il y a lieu de prendre les températures à heures régulières plusieurs fois par jour et de commencer à les relever au moins la veille des épreuves

Si, en outre, le CCTP ou le programme des épreuves le prescrivent, on mesure les déformations des éléments désignés dans les conditions qu'ils indiquent.

Pour les ponts de moins de 10 mètres de portée, le CCTP précise ceux pour lesquels ces mesures doivent être faites.

## **7.7 Procès-verbal des épreuves**

Les épreuves donnent lieu à un procès-verbal détaillé.

Sont consignés dans ce procès-verbal :

- l'horaire exact de toutes les opérations successivement effectuées,
- la description de ces opérations,
- la liste des véhicules utilisés ainsi que leur poids total et par essieu. les distances entre essieux et les dimensions d'encombrement de chaque véhicule,
- les dispositions exactes de ces divers véhicules à chaque phase d'épreuve par poids mort. ainsi que le calcul de la charge répartie correspondante et des sollicitations maximales développées par ces véhicules,
- les résultats de toutes les mesures de flèches et de niveaux, des mesures de température et des observations d'ensoleillement correspondantes,
- la comparaison des flèches calculées et des flèches observées,
- les constatations faites lors des visites détaillées prévues en 7.5,
- les renseignements nécessaires pour permettre de retrouver ultérieurement les repères de nivellement et tous autres éléments qui peuvent paraître utiles.

En cas d'ouvrages répétitifs, il est suffisant de rédiger un seul procès-verbal rassemblant tous les éléments utiles pour, l'ensemble des ponts ne faisant l'objet que de l'épreuve par poids mort.

## **7.8 Mode de Règlement des épreuves**

L'entrepreneur fournit à ses frais la main-d'oeuvre nécessaire pour l'installation de tous les appareils de mesure. Si le CCTP le prescrit, il doit en outre fournir et installer, à ses frais, en se conformant aux prescriptions du maître d'ouvrage les échafaudages et passerelles nécessaires pour visiter les différentes parties des ponts au cours des essais.

Sauf disposition différente prévue au CCTP, l'entrepreneur a également à sa charge les prestations suivantes :

- Proposition détaillée du programme des épreuves accompagnée:



- de la note de calculs donnant les flèches calculées sous les convois d'épreuves (les calculs étant effectués en considérant deux hypothèses enveloppes pour la fissuration du béton).
  - d'un cadre de procès-verbal.
- Participation aux épreuves d'un représentant qualifié (ingénieur).
  - Mise à disposition du personnel, des appareils et des équipements nécessaires aux visites des diverses parties d'ouvrage et à la réalisation des mesures.
  - Rédaction du P.V. des épreuves et interprétation des résultats en cas de divergence entre les valeurs attendues et mesurées.

## **7.9 Simplifications et dérogations**

### **7.9.1 Simplifications**

L'introduction de simplifications dans le programme de charges prescrit par le présent règlement, en vue d'alléger l'écriture des programmes de calcul automatique, peut être admise, à condition que les ajustements impliqués par ces simplifications conduisent à des résultats suffisamment précis dans un domaine de validité bien défini.

Ces simplifications doivent alors, être approuvées par décision du maître de l'ouvrage.

### **7.9.2 Dérogations**

Le maître de l'ouvrage se réserve d'apprécier les cas qui pourraient motiver des dérogations aux prescriptions des chapitres précédents.

Des dérogations sont à envisager, par exemple :

- pour les ouvrages des itinéraires sur lesquels le gabarit ou le tonnage des véhicules admis est limité de façon définitive. De tels ouvrages peuvent faire l'objet de programmes de charges de chaussée réduites. Toutefois, dans de tels cas, une attention particulière doit être portée sur les charges en phase de construction.
- pour les ouvrages susceptibles de supporter une circulation exceptionnellement lourde. De tels ouvrages peuvent faire l'objet de charges de chaussée majorées ; à titre d'exemple on peut citer les ponts supportant des embouteillages fréquents sur toute leur largeur et sur lesquels les poids lourds sont susceptibles d'être distribués de façon quelconque.

Les charges d'épreuve sont réduites ou relevées proportionnellement aux modifications apportées aux programmes des charges.

# ***LISTE DES MEMBRES DU GROUPE TECHNIQUE SPECIALISE (GTS)***

---



## **M. BELAZOUGUI Mohamed**

Directeur du Centre National de Recherche appliquée en génie Parasismique (CGS) depuis 1987.

Délégué National aux Associations Internationales et Européennes de Génie Parasismique.

Président de l'Association Algérienne de Génie Parasismique (AGS).

Doctorat d'ingénieur – Paris (1972).

Ingénieur en Génie Civil –ENP (1967).

---



## **M. ZENATI Abdelkader**

Expert consultant.

Ingénieur expert auprès de la SNCF, France (depuis 1991).

Doctorat d'université en mécanique appliquée à la construction, université Pierre et Marie Curie – Paris VI.

Diplôme d'études approfondies en mécanique appliquée à la construction, Paris VI (1986).

Ingénieur d'Etat en Génie Civil, ENP (1985).

---



## **M. DJAFFOUR Mustapha**

Vice recteur de l'université de Tlemcen.

Doctorat d'Etat en Génie Civil, université de Tlemcen (2007).

Directeur de l'institut de Génie Civil de Tlemcen (1994/1998).

Enseignant chercheur, institut de Génie Civil de Tlemcen (1988).

Magister en ouvrages spéciaux, université d'Oran (1991).

Ingénieur d'Etat, université d'Oran.

---



### **M. RILI Moussa**

Maître assistant chargé de cours de construction d'ouvrages en béton, université de Bab-Ezzouar.  
Diplôme du centre des hautes études de la construction de Paris, France.  
Magister, ENP Alger.  
Ingénieur d'Etat, ENP Alger.



### **M. ABDESSEMED Mouloud**

Directeur des Infrastructures Aéroportuaires, Ministère des Travaux Publics.  
Doctorant à l'ENP, Alger et chercheur associé au CGS.  
Magister, université de Blida (2003).  
Ingénieur d'Etat en Génie Civil, ENP Alger (1988).



### **M. DJIAR Youcef**

Sous directeur des ouvrages d'art, Ministère des Travaux Publics.  
Master en infrastructures de transport, ENPC Paris – France (1998).  
Certificat d'Engineering des ponts, JICA – JAPON (1996).  
Ingénieur d'Etat en Travaux Publics, ENTP (1991).



### **M. AMEUR Boualem**

Chef de département Réglementation et Réduction du Risque Sismique – Centre National de Recherche Appliquée en Génie Parasismique (CGS).  
Master en Sciences Appliquées – USA 1984.  
Ingénieur en Génie civil- CANADA (1973).

---



**M. KIBBOUA Abderrahmane**

Chargé de Recherche - Centre de Recherche Appliquée en Génie Parasismique (CGS).  
Magister en Génie Civil ENTP, Alger ( 2006).  
Ingénieur d'Etat en Génie Civil, ENP Alger (1988).



**M. FARSI Mohamed Naboussi**

Directeur de Recherche, Centre National de Recherche Appliquée en génie Parasismique (CGS).  
Doctorat en mécanique (Génie civil), Grenoble (1996).  
Ingénieur Génie Civil, ENP Alger (1978).



**M. MAKHLOUFI Farid**

Directeur d'Engineering – SAETI  
Master en ouvrages d'art, ENTPE Paris (1987).  
Ingénieur d'Etat, ENTP ( 1983).



**M. FEDGHOUCHE Ferhat**

Chargé de cours et responsable des laboratoires à l'ENTP.  
Magister en Génie Civil, ENTP Alger (2001).  
Ingénieur d'Etat, ENTP Alger (1993).

---



**Mme CHERID Djamila**

Chargée de cours à l'ENP, Alger  
Magister en Génie Civil, ENP –Alger (1996)  
Ingénieur d'Etat en génie Civil, ENP Alger (1982).



**M. BOUKHETTALA Rachid**

Directeur des Etudes et des Travaux d'Infrastructures- CTTT.  
Ingénieur principal en ouvrages d'art – CTTT (2001).  
Ingénieur d'Etat, ENTP (1987).



**M. DJERIR Bouaziz**

Chef de département Etudes- SAPTA  
Ingénieur d'Etat en Génie Civil, ENP Alger (1988)



**M. MRRAIN Yahia Brahim**

Directeur des Travaux du Groupement GEOTERA  
Chef de département études techniques, ENGOA (1993/2007)  
Ingénieur d'Etat en Génie Civil, USTHB(1982).

---



**Mme MOKHBI Naima**

Chef de bureau ouvrages d'art, Direction des Routes, MTP.  
Ingénieur d'Etat, ENTP ( 1992).



**M. ALLOU Rachid**

Expert 2<sup>ème</sup> degré- Direction des Travaux Publics, Wilaya de  
Boumerdès.  
Ingénieur d'Etat, ENTP (1980).



**Mme AKLI Zouina**

Chef de département, Agence Nationale des Autoroutes (ANA).  
Ingénieur d'Etat, USTHB (1992).



**M. NAHAL Said**

Chef de projet – Direction des Travaux Publics, Wilaya de  
Constantine.  
Certificat des Etudes Supérieures ENTPE- France (2000).  
Ingénieur d'Etat, ENTP (1991).

---



**M. MESSAOUD SADALLAH Kamel**

Chef de projet – Direction des Travaux Publics, Wilaya d’Alger.  
Certificat des études Spécialisées en Génie Civil (CES), ENTPE-  
France (1999).  
Ingénieur d’Etat en Génie Civil, USTHB ( 1993)



**Mlle SADAOUI Fatiha**

Cadre chargé du suivi des projets ferroviaires – Ministère des  
Transports.  
Ingénieur d’Etat, ENTP (2003).

---

## *Hommage*

*Ce document n'aurait pas pu être réalisé sans la mobilisation d'un groupe technique spécialisé constitué de compétences nationales et internationales.*

*Ces membres du GTS ont beaucoup travaillé et ont donné le meilleur d'eux-mêmes pour mettre au point ce document technique réglementaire.*

*Les multiples réunions ont été animées de réflexions, discussions et débats contradictoires. Certains articles du règlement ont nécessité plusieurs séances et les membres du GTS n'hésitaient pas à renvoyer le document pour expertise/évaluation auprès d'experts nationaux ou internationaux.*

*Le fruit de ce dur labeur est enfin prêt et nous tenons à rendre hommage aux membres du GTS et à toutes les personnes qui ont contribué à la rédaction de ce règlement. Nous les remercions vivement pour leurs efforts, leur abnégation et leur professionnalisme.*

*Le Ministre des Travaux Publics*

*Dr. Amar GHOUL*