

Distr.
GÉNÉRALE

TRANS/WP.29/GRSG/1998/15
30 juillet 1998

FRANÇAIS
Original : ANGLAIS

COMMISSION ÉCONOMIQUE POUR L'EUROPE

COMITÉ DES TRANSPORTS INTÉRIEURS

Groupe de travail de la construction des véhicules

Groupe de travail des dispositions générales
de sécurité

(Soixante-quinzième session, 27-30 octobre 1998,
point 4 de l'ordre du jour)

**RAPPORT DU GROUPE INFORMEL DU GRSG SUR LES RÉUNIONS
CONSACRÉES À L'EXTENSION DU RÈGLEMENT No 66**

(Résistance mécanique de la superstructure)

Communication de l'expert de la Hongrie

Note : L'expert de la Hongrie a établi le texte reproduit ci-après en tant que Président du groupe informel afin que le GRSG donne des instructions sur les futurs travaux à réaliser. Ce texte est fondé sur celui qui a été distribué sans cote (document informel No 6) lors de la soixante-treizième session de la Réunion d'experts (TRANS/WP.29/GRSG/53, par. 28).

Note : Le présent document est distribué uniquement aux experts des dispositions générales de sécurité.

GE.98-22293 (F)

I. Le groupe informel a été constitué conformément à la décision prise par le GRSG (voir TRANS/WP.29/GRSG/52, par. 20). Les participants ont été les suivants :

Royaume-Uni : M. Donald MacDonald
M. Dusan Keoman
M. Ian Corfield

Allemagne : M. Roland Niggstich
M. Michael Becker
M. Hubert Hummel

Espagne : M. Andrés Garcia
M. Enrique Alcalá

Hongrie : M. Matolcsy Matyas
M. Molnár Csaba
M. Vincye Papp Sándor

Deux réunions ont été organisées :

- I. Budapest, 19-20 janvier 1998.
- II. Cranfield, 23-24 mars 1998.

Le présent rapport fait état des résultats définitifs des deux réunions. Les documents de base pour les deux réunions étaient les suivants :

- TRANS/WP.29/GRSG/R.305 (établi par le Royaume-Uni, l'Espagne et la Hongrie)
- Document informel No 3 (soixante-treizième session du GRSG)
- observations de l'Allemagne

Lors des deux réunions, un certain nombre de documents informels ont été distribués et examinés. La liste de ces documents constitue l'annexe 1.

II. En ce qui concerne le document TRANS/WP.29/GRSG/R.305, les participants sont convenus que les sujets ci-après figureraient au premier rang des priorités :

1. Domaine d'application
2. Masse des voyageurs retenus par des ceintures
3. Masse des bagages situés dans le compartiment à bagages sous le plancher
4. Relations entre les fabricants et le service technique, nécessité de présenter un autobus (autocar) complet pour demander l'homologation
5. Disposition des sièges

6. Essai au pendule
7. Espace de survie
8. Résultats des essais servant de preuve de l'homologation de type
9. Profondeur du fossé pour l'essai de retournement
10. Sens de l'essai de retournement
11. Supports des roues lors des essais de retournement (plate-forme basculante)
12. Détermination des types et du nombre de sections
13. Notion d'énergie, équations, forme de l'autobus, détermination de "h"
14. Détermination de la validité du facteur 0,75
15. Répartition de l'énergie absorbée
16. Méthode de calcul.

Le GRSG devra donner son point de vue et prendre des décisions sur ces sujets. On pourra alors modifier et reformuler sur cette base le Règlement No 66.

III. Lors de l'examen du document TRANS/WP.29/GRSG/R.305, les participants sont convenus qu'il fallait aussi examiner d'autres sujets pertinents tels que les conséquences et les problèmes liés aux questions prioritaires énumérées ci-dessus. À titre d'exemple, on peut citer les éléments suivants :

- A. Définitions
- B. Méthodes d'essai de remplacement
- C. Comment faire des essais sur des autobus ou autocars articulés
- D. Spécifications relatives à la surface du fossé
- E. Essais quasi statiques sur des sections.

IV. Les participants ont exprimé les vues ci-après sur les questions prioritaires énumérées dans la section II.

Remarques générales faites par le Royaume-Uni et l'Allemagne :

Les amendements au Règlement No 66 doivent être axés sur la sécurité, mais il faut aussi les évaluer en fonction des effets néfastes sur l'environnement et des effets sur les coûts de structures (trop) lourdes et (beaucoup) plus onéreuses. L'expert de l'Allemagne a aussi estimé qu'il fallait conserver la structure actuelle du Règlement. Toute modification fondamentale jugée nécessaire par les délégations devrait être faite sur la base des recherches récentes sur les accidents.

1. Domaine d'application

a) Le nombre de voyageurs n'est pas fixé tant que la décision définitive n'aura pas été prise sur l'extension ou non du Règlement aux minibus;

b) Les participants ont fait les observations suivantes sur l'extension du Règlement No 66 aux minibus et aux autobus (autocars) à deux niveaux :

- Le Royaume-Uni et l'Allemagne ont recommandé d'envisager d'aligner le domaine d'application du Règlement No 66 sur celui du Règlement No 36;
- L'Espagne a proposé d'étendre le Règlement aux deux catégories (dans le cas des minibus, au moins à ceux qui peuvent transporter plus de 16 voyageurs).
- Selon la Hongrie, le Règlement tel qu'il se présente actuellement s'applique aussi aux autobus (autocars) surélevés, mais la méthode d'essai et les prescriptions énoncées dans le Règlement ne conviennent pas pour l'homologation des véhicules de cette catégorie. Si ce problème était réglé (voir point 9) la méthode d'essai modifiée pourrait être acceptable aussi pour les minibus et les autobus à deux étages;

c) Les participants ne voient pas la nécessité de limiter encore le domaine d'application (vitesse et masses limites par exemple) et d'ajouter une note correspondante à la page 1 du Règlement No 66.

2. Masse des voyageurs retenus par des ceintures

- Des experts espagnols ont donné de brèves informations sur une série d'essais sur des sections en simulant les situations suivantes :
 - caisse vide sans sièges;
 - caisse vide avec sièges;
 - caisse avec sièges et mannequins non retenus par des ceintures;
 - caisse avec sièges et mannequins retenus par des ceintures abdominales;

Ils ont promis de présenter un bref rapport écrit sur les résultats des essais.

- Les experts du Royaume-Uni ont informé le groupe sur une série de simulations (sur ordinateur) d'essais sur des sections :
 - caisse vide avec sièges;

- voyageurs retenus par des ceintures abdominales sur les sièges;
- passagers retenus par des ceintures trois points;
- masses rigides placées en des points correspondant au centre de gravité des voyageurs assis.

Ils ont présenté un rapport écrit sur les résultats de cette étude (voir annexe 1, par. 14).

- Il y a eu accord général pour tenir compte de la masse des voyageurs attachés mais il fallait faire des examens et des recherches plus approfondies sur la façon de procéder.
- L'Allemagne a fait observer que la prise en compte des voyageurs retenus par des ceintures ne pouvait être justifiée que si le Règlement était révisé en fonction des accidents réels.

3. Masse des bagages situés dans le compartiment à bagages

- Selon l'Allemagne, la prise en compte de la masse des bagages ne pouvait être justifiée que si le Règlement était révisé en fonction des accidents réels. Prendre en compte la masse des bagages reviendrait à relever le centre de gravité.
- Espagne : les experts n'avaient pas encore d'opinion précise sur le sujet.
- Royaume-Uni : si l'on tenait compte de cette masse, l'énergie cinétique de l'autobus pourrait être trop élevée et l'essai pourrait être trop rude.
- Hongrie : le volume du compartiment à bagages a été considérablement accru au cours des dernières années (autocars de tourisme surélevés). Prendre en compte la masse des bagages pourrait revenir à abaisser le centre de gravité du véhicule.
- Les participants sont convenus qu'il fallait examiner la question plus avant.

4. Présentation d'un autobus (autocar) complet pour demander l'homologation

Les participants sont convenus que les données de référence utilisées pour l'homologation devaient en définitive être confirmées au service technique par présentation d'un véhicule complet correspondant ou "supérieur" au cas le plus défavorable homologué, l'objectif précis étant de vérifier la masse, les charges sur les essieux et la position du centre de gravité. La conformité de la structure avec le modèle homologué est vérifiée dans le cadre du contrôle de conformité de la production.

5. Disposition des sièges

Les participants sont convenus que le fabricant pourrait demander l'homologation indépendamment de la position des sièges sur la base du "cas le plus défavorable". Le "cas le plus défavorable" doit être défini par le service technique après consultation avec le fabricant. Ce pourrait être la caisse sans sièges (pas d'effet de renforcement de la structure) mais avec des masses correspondant aux sièges ou avec le plus grand nombre possible de sièges (masse maximale) ou une autre combinaison de ces formules.

6. Essai au pendule

- Avis des experts hongrois, allemands et espagnols : il faudrait supprimer cet essai, mais il n'y aurait pas besoin d'une nouvelle homologation pour les autobus (autocars) qui ont été homologués au moyen de l'essai au pendule.
- Le Royaume-Uni a émis des réserves concernant l'élimination de l'essai au pendule du fait des caractéristiques ci-après de cet essai :
 - a) Cet essai est prévu dans tous les autres règlements de sécurité touchant le retournement;
 - b) Il permet de s'assurer de l'existence d'une bonne marge de sécurité;
 - c) Il est assez similaire à la méthode d'homologation avec analyse quasi statique.

7. Espace de survie

Les participants se sont mis d'accord sur les deux principes suivants :

- La détermination de l'espace de survie devrait être faite en fonction de la caisse et non des sièges;
- L'espace de survie devrait être étendu à l'habitacle du conducteur ainsi qu'à celui de l'équipage (siège).

8. Résultats des essais servant de preuve de l'homologation de type

Les participants sont convenus que le Règlement devait indiquer précisément les données (résultats des essais, données d'entrée et résultats du traitement des données pour les calculs, etc.) à présenter et à étayer par des documents pour prouver l'homologation. Cette exigence ne devrait cependant pas porter atteinte aux droits de propriété intellectuelle des fabricants. L'Espagne a présenté une proposition (voir annexe 1, par. 8) sur ce sujet.

9. Profondeur du fossé pour l'essai de retournement

- Le Royaume-Uni et l'Allemagne considèrent que les dimensions du fossé sont un élément fondamental du Règlement et correspondent aux circonstances caractéristiques d'un accident; ils sont donc favorables au maintien des spécifications actuelles. La profondeur

du fossé a été déterminée en fonction des conclusions des recherches sur les accidents et est un élément de référence fondamental dans le Règlement. Le principe est d'avoir le même chiffre pour tous les autobus ou autocars auxquels est applicable le Règlement; pour pouvoir modifier le chiffre, il faudrait effectuer d'importantes recherches sur les accidents.

- L'Allemagne a fait observer que l'essai actuellement prévu dans le Règlement No 66 était d'autant plus rude que la hauteur du véhicule était importante.
- Les experts hongrois ont fait observer et ont prouvé au moyen de documents que la profondeur retenue récemment (800 mm) ne convenait pas dans le cas des autobus ou autocars surélevés parce que la déformation de la structure pouvait être limitée du fait de la configuration géométrique même dans le cas d'une superstructure très faible (voir annexe 2). Il n'est pas facile de définir la hauteur de plancher (ou de renfort à mi-niveau) au-dessus de laquelle cette limitation est observée parce qu'elle dépend de la forme de la caisse ainsi que de la hauteur intérieure du compartiment voyageurs, etc. Les experts hongrois proposent donc une méthode d'essai de retournement modifiée (on pourrait modifier la profondeur du fossé, utiliser un fossé ayant une forme particulière ou combiner les deux formules). On montre dans l'annexe 3 en quoi consisteraient ces formules. L'annexe 4 donne une idée des arrangements techniques applicables dans l'installation servant à cet essai et il ne s'agit pas fondamentalement d'un nouveau principe. Cette méthode d'essai modifiée permettrait de régler le problème des essais (et de l'homologation) des minibus et autobus à deux étages dans le cadre d'un règlement unique si cela était nécessaire.
- Les experts espagnols souhaitaient qu'il y ait un seul règlement pour tous les types (toutes les classes) d'autobus ou autocars mais ils ne voyaient pas la nécessité de modifier la profondeur du fossé.

10. Sens de l'essai de retournement

Les participants sont convenus que c'était au service technique et non au fabricant de décider dans quel sens devrait se faire l'essai ou la simulation de retournement. L'essai ne peut être exigé que dans un sens.

11. Supports des roues lors des essais de retournement (plate-forme basculante)

Les participants ont estimé que certains paramètres de la plate-forme de retournement (support des roues, position de l'axe de rotation, etc.) avaient des effets importants sur les résultats des essais de retournement (et sur leur comparaison). Ceci devait donc être bien défini dans le Règlement et il fallait employer des valeurs fixées et non des fourchettes pour la géométrie.

On présente dans l'annexe 5 certaines propositions. Il y a eu accord sur les dimensions ci-après pour les appuis de roues :

hauteur	80 mm
largeur	20 mm
rayon de l'arrondi	[10 mm]
longueur minimale	500 mm

Il faudrait aussi définir la position exacte de l'axe de basculement. Il n'y a pas encore eu accord sur les valeurs indiquées entre crochets à l'annexe 5; il s'agit de valeurs fixes tirées des fourchettes existantes. Il faut aussi déterminer les spécifications de la plate-forme basculante à utiliser pour les essais sur sections.

12. Détermination des types et du nombre de sections à soumettre à des essais

Lors de l'examen de cette question, les participants sont convenus que :

- Les essais sur les sections devraient être liés aux calculs correspondant à l'ensemble de la caisse;
- On ne peut pas se contenter des essais sur des sections ou des calculs (sans faire d'essai en laboratoire).

Le service technique devrait déterminer le nombre et les types de sections à soumettre à des essais. L'expert du Royaume-Uni a présenté un document (voir annexe 1, par. 13) dans lequel il souligne aussi l'importance du moment d'inertie de rotation.

13. Notion d'énergie, équations, forme de l'autobus, détermination de "h"

Les participants se sont mis d'accord sur les points suivants :

- Il faudrait utiliser une formule unique pour déterminer l'énergie $E^* = 0,75 Mgh$. (Ceci est nécessaire pour l'analyse quasi statique, la simulation dynamique et l'essai au pendule);
- La forme réelle (en coupe transversale) de l'autobus devrait être utilisée pour déterminer la valeur de "h";
- Pour déterminer la valeur réelle de "h", il faudrait tenir compte de la déformation supplémentaire (après l'impact du renfort de pavillon). Il faudra à l'avenir étudier comment cela devrait être fait.

Selon l'Allemagne, il fallait maintenir le mode actuel de détermination de "h".

Selon le Royaume-Uni, l'énergie E^* et ses composantes "0,75" et "h" étaient utilisées pour reproduire les conséquences d'un essai de retournement en vraie grandeur en gardant une marge de sécurité. C'est le chiffre final qui compte en définitive.

14. Détermination de la validité du facteur 0,75

- Le Royaume-Uni a informé les experts que dans l'Australian Design Rule on utilisait un facteur plus faible (0,62);
- Les experts hongrois ont souligné qu'il fallait pour simuler correctement le retournement préciser et définir la structure, les phénomènes influant sur le facteur 0,75 et ses composantes.

15. Répartition de l'énergie absorbée

Sur la base de la proposition du Royaume-Uni, les participants ont arrêté le principe suivant : la répartition de l'énergie absorbée devrait suivre globalement la répartition de masse le long de l'autobus. L'Espagne a proposé d'inclure cette règle dans le corps du texte (plutôt que dans l'annexe).

16. Méthode de calcul

Les participants se sont mis d'accord sur le principe énoncé dans le document TRANS/WP.29/R.305 à savoir :

"Il faut sensiblement réviser l'annexe 6 pour établir une interprétation commune du Règlement et fixer des prescriptions qui réduiront autant qu'il est raisonnable la marge de manoeuvre des services techniques pour ne pas porter atteinte à la cohérence du régime d'homologation."

Les participants sont convenus qu'il fallait envisager deux types de calculs :

- Simulation dynamique : simulation sur ordinateur de l'essai de retournement avec masses, inertie, etc.;
- Analyse quasi statique : forces agissant sur les déformations détectées du renfort de pavillon jusqu'à ce que l'énergie E^* ait été absorbée.

Il faudrait inclure dans le Règlement des prescriptions exactes et détaillées concernant les outils (programme par exemple), les méthodes (modélisation, hypothèses et données d'entrée par exemple) et la documentation correspondante. Idéalement, un service technique devrait pouvoir reproduire les calculs d'homologation réalisés par un autre service. Cependant, compte tenu des difficultés organisationnelles et techniques qui peuvent survenir, ceci peut ne pas être toujours possible. Il serait bon de se mettre d'accord, en principe, sur la façon de faire face à de telles discordances. Tous les participants ont brièvement présenté la méthode de calcul utilisée pour l'homologation dans leur pays (la Hongrie et le Royaume-Uni ont en outre présenté une simulation dynamique qui est maintenant utilisée au stade du développement). Sur la base de ces présentations, les participants ont déterminé quels étaient les points les plus importants pour le calcul et la méthodologie utilisée par les pays. On trouvera un résumé de cette étude dans l'annexe 6.

V. Lors de l'examen des sujets énumérés dans la section III, les participants se sont mis d'accord sur les points suivants :

A. Définitions

Il faudrait revoir les définitions lors de l'examen des divers sujets et non isolément.

B. Méthodes d'essai de remplacement

Il faudrait s'attacher à examiner lors des futures discussions la question de savoir si les services techniques sont en mesure de décider qu'une nouvelle méthode d'essai ou de calcul (non précisée dans le Règlement) est acceptable ou non. Le Royaume-Uni a explicitement déclaré qu'il n'était pas favorable à de nouvelles options pour l'homologation.

C. Essai de retournement des autobus articulés

Selon le Règlement existant, les deux parties des autobus articulés doivent faire l'objet d'essais (de simulations) et doivent être homologuées séparément. Il n'y a cependant pas de prescription établie sur la dissociation théorique (masses par exemple) et technique (support de la partie n'ayant qu'un essieu par exemple) des deux parties.

D. Spécifications relatives à la surface du fossé

Pour que les essais puissent être reproduits dans des conditions similaires, il faudrait préciser la qualité de la surface (sèche, rigide, lisse par exemple).

E. Essais quasi statiques sur des sections

Clarifier cette option avant d'établir le texte. Il s'agit par exemple de savoir si l'essai quasi statique :

- a) fait partie d'un processus de calcul (annexe 6)
- b) est une nouvelle procédure d'essai instituée conformément au paragraphe 6.2

En outre, sur le plan de l'application des charges et les conditions d'assemblage des spécimens, cet essai paraît très similaire à l'essai au pendule fortement critiqué, mis à part les aspects relatifs au chargement dynamique.

VI. Le rapport des deux réunions du groupe informel a été présenté lors de la soixante-quatorzième session du GRSG en avril 1998 pour examen plus approfondi. Le GRSG devrait se prononcer sur les suites de la procédure.

Annexe 1

LISTE DE DOCUMENTS TECHNIQUES INFORMELS

1. Documents établis pour la réunion spéciale sur le Règlement No 66 (document hongrois, décembre 1997)
 2. Minutes de la réunion spéciale du GRSG, Budapest, 19-20 janvier 1998
 3. Observations de l'Allemagne sur les minutes de la réunion de Budapest
 4. Règlement No 66 de la CEE - avis de l'Allemagne
 5. Observations du Royaume-Uni sur les minutes de la réunion de Budapest
 6. Position du Royaume-Uni sur les questions prioritaires définies à Budapest
 7. Règlement No 66 de la CEE - position de l'Espagne sur les priorités arrêtées à Budapest
 8. Exemples d'homologation de superstructures conformément au Règlement No 66 de Genève (document de l'Espagne, 23 mars 1998)
 9. Présentation sommaire de la méthode de simulation de retournement AUTÓKUT utilisée pour l'homologation (document de la Hongrie, 23 mars 1998)
 10. Informations provenant d'AUTÓKUT (Hongrie), destinées au groupe spécial du GRSG et contenant les éléments suivants :
 - Essai au pendule sur des membrures transversales d'autobus;
 - Support des roues sur les plates-formes basculantes;
 - Calcul numérique à AUTÓKUT
 11. Schéma fonctionnel de la méthode de calcul espagnole (23 mars 1998)
 12. Calcul de la résistance mécanique des superstructures des autobus compte tenu de la législation internationale (méthode de simulation dynamique hongroise utilisée au stade du développement - pas dans la législation officielle - 23 mars 1998).
 13. Procédure du Royaume-Uni pour l'homologation de type des structures des véhicules de transport public avec détermination de la sécurité en cas de retournement par calculs effectués dans le cadre d'essais de composantes (rapport détaillé établi par M. D. Keoman, CIC, 23 mars 1998)
 14. Résistance mécanique des véhicules de transport public de grande dimension - Règlement No 66 de la CEE (rapport final établi par CIC sur instruction de DETR-UK, février 1998). Principaux sujets : accident type, essai au pendule sur sections, énergie qui doit être absorbée par la structure, effet du moment d'inertie de rotation et des voyageurs retenus par des ceintures.
-

Annexe 6

PRINCIPAUX ÉLÉMENTS DE LA MÉTHODE DE CALCUL

Sur la base de six exposés présentés sur les méthodes de calcul pour l'homologation et le développement, le groupe spécial a défini les caractéristiques les plus importantes des méthodes de remplacement utilisées dans les quatre pays représentés. Elles sont résumées ci-après à titre d'exemple, mais ne font pas l'objet d'une évaluation.

1. Types de méthode de calcul

Tant l'analyse quasi statique que la simulation dynamique sont utilisées pour l'homologation.

Méthode quasi statique : elle repose sur les propriétés élastiques et plastiques de la structure complète et on remplace les effets d'inertie et le chargement dynamique par un chargement quasi statique du renfort de pavillon et des appuis sous le plancher. L'énergie totale absorbée avant le contact de l'espace de survie est comparée avec l'énergie E^* définie dans le Règlement ou son équivalent déterminé par retournement de sections représentatives.

Simulations dynamiques : simulation du processus de retournement, mettant en jeu les effets structurels et inertiels en faisant appel à une vaste gamme de modèles de complexités diverses. Dans les deux approches présentées, on tient compte de l'énergie E^* et on vérifie qu'il n'y a pas intrusion dans l'espace de survie.

Les deux méthodes sont en principe acceptables.

2. Détermination de la hauteur du centre de gravité

Grande diversité dans la pratique :

- Déclaration du fabricant sans essai au stade de la demande d'homologation (avec éventuellement vérification expérimentale du véhicule complet)
- Mesure effectuée par le service technique à l'aide de diverses méthodes :
 - avec suspension à bras rigides ou à bras en mouvement, avec des roues rigides ou les roues originales, etc.;
 - basculement transversal ou soulèvement à l'avant (ou à l'arrière) du véhicule;
 - calcul avec certaines données expérimentales.

Les principes des méthodes acceptables devraient être énoncés dans le Règlement No 66.

3. Détermination des masses

On mesure les charges par essieu ou on fait des calculs en utilisant certaines données expérimentales. Le moment d'inertie de rotation a aussi un effet important sur la dynamique du retournement et l'énergie absorbée. Il faudrait en tenir compte dans le Règlement, après avoir effectué quelques travaux de recherche supplémentaires.

4. Utilisation des résultats d'essai pour les calculs

On utilise maintenant une grande diversité d'essais :

- essai (tant statique que dynamique) sur des composantes seulement, avec ou sans facteur dynamique (1.2);
- essais statiques sur des sections (combinés avec des essais sur des composantes);
- essai de retournement de sections;
- exploitation des résultats d'essais antérieurs;
- substitution et interpolation à l'aide des résultats d'essais effectués sur des composantes similaires mais non identiques.

5. Modélisation de la structure

- on utilise généralement la forme de la section transversale réelle;
- la complexité des modèles structurels varie fortement;
- entre les principaux éléments structurels (arceaux), on simule l'effet intermédiaire de diverses façons : poutre rigide, arceaux élastiques, éléments structurels élastiques, etc.;
- diverses méthodes sont utilisées pour déterminer l'emplacement des articulations plastiques;
- les effets de certains éléments structurels tels que les passages de roues, les cloisons, les toilettes, etc., sont généralement négligés;
- détermination des éléments structurels rigides tels que la structure du soubassement, le toit (dans certains cas), les barres entre les articulations plastiques, etc.

6. Chargement et supports

Diverses méthodes sont utilisées pour les essais quasi statiques :

- chargement seulement sur le renfort de pavillon avec des déplacements égaux et réaction à 25° par rapport au plancher, et conception de la structure de manière à ce que la répartition des masses et celle de l'énergie absorbée le long de la structure soient similaires;
- l'angle de la charge est ajusté en fonction de la géométrie réelle de la forme de section transversale;
- chargement d'abord sur le renfort de pavillon et, après une certaine déformation, chargement également sur le renfort à mi-hauteur (simulation du renfort à mi-hauteur touchant le sol);
- les supports (simples) de la structure en mode de calcul statique sont généralement à la jointure entre les poutres transversales principales sous le plancher et les connexions inférieures longitudinales et du châssis (le cas échéant).

Dans le cas de la simulation dynamique, les charges sont déterminées en fonction de l'inertie. Les questions à étudier sont les suivantes :

- les caractéristiques de support des roues;
- la simulation de la friction;
- l'accroissement des forces de réaction dynamique.

7. Évaluation des résultats

Divers critères sont utilisés selon les pays. Les caractéristiques communes de l'évaluation sont les suivantes :

- chargement jusqu'à ce que l'énergie requise (E^*) soit absorbée par la structure;
- vérification de l'absorption de l'énergie pour déterminer si elle est proportionnelle à la répartition des masses sur la longueur de l'autobus (pour la simulation dynamique cette vérification n'est pas nécessaire);
- vérification des déformations des divers arceaux pour déterminer si l'espace de survie reste intact.

8. Vérification des calculs

Les experts sont convenus que dans le cas de calculs non linéaires complexes, certaines vérifications devaient être intégrées dans le programme pour vérifier par exemple l'ordre des charges internes, la validité des caractéristiques des articulations plastiques, etc.

9. Interprétation des résultats des essais

Diverses méthodes sont utilisées dans la pratique actuelle. Les thèmes suivants ont été mentionnés dans le cadre de la documentation :

- principes fondamentaux du calcul;
- plan de l'autobus, en particulier de sa structure avec toute la géométrie requise;
- analyse structurelle et ses résultats : le modèle d'autobus;
- les masses, leur emplacement et la position du centre de gravité;
- résultats des essais (statiques et dynamiques); courbes de déformation des sections, caractéristiques des articulations plastiques;
- détermination de E^* et de la répartition de l'énergie;
- énergies absorbées;
- déformations des arceaux, distances par rapport à l'espace de survie;
- dossier complet de calcul.

Les experts participant à la réunion spéciale sont convenus que la documentation sur les calculs devrait rendre ceux-ci transparents. Il y a eu un débat sur les conditions de reproductibilité.
