



Comité d'experts sur le transport des marchandises dangereuses et sur le système général harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques**Sous-Comité d'experts du transport des marchandises dangereuses****Soixante-deuxième session**

Genève, 3-7 juillet

Point 6 d) de l'ordre du jour provisoire

Propositions diverses d'amendements au Règlement type pour le transport des marchandises dangereuses : autres propositions diverses**Unités de mesure****Communication de l'expert de l'Espagne*****I. Introduction**

1. On trouve au 1.2.2.1 la liste des différentes unités de mesure à utiliser dans le Règlement type, notamment sous la forme d'un tableau indiquant la relation entre les principales unités du Système international d'unités et d'autres unités reconnues.
2. Les valeurs arrondies utilisées pour la conversion des différentes unités sont indiquées dans la note ^a du 1.2.2.1.

II. Utilisation de « kg » comme unité de force

3. Au 1.2.2.1, le kilogramme (kg) est indiqué en tant qu'unité de mesure de la masse et le Newton (N) en tant qu'unité de mesure de la force, la relation entre les deux étant la suivante :

$$1 N = 1 kg \cdot \frac{m}{s^2}$$

4. Pourtant, à la note ^a du 1.2.2.1, le kg est aussi considéré comme une unité de force, sa conversion étant établie à $1 kg = 9,807 N$, ce qui est inexact. S'il est vrai que l'accélération gravitationnelle terrestre se maintient presque constamment à $g = 9,807 m/s^2$, et que la relation entre le N et le kg pourrait donc être $1 kg \cdot 9,807 \frac{m}{s^2} = 9,807 N$, il n'en reste pas moins que le kg ne peut pas être considéré comme une unité de force, la masse et le poids ayant des propriétés physiques différentes.

* A/77/6 (Sect. 20), tableau 20.6.



5. Une autre unité pouvant être utilisée dans ce cas est le kilopond (kp) ou kilogramme-force (kgf), qui est la force exercée par un kilogramme de masse sous l'effet de la gravité normale à la surface de la Terre, soit $9,80665 \frac{m}{s^2}$; la relation avec le N est donc $1 \text{ kgf} = 1 \text{ kp} = 980665 \text{ N}$. Toutefois, cette unité n'est pas conforme au Système international d'unités et son utilisation n'est donc pas recommandée.

6. La note ^a du 1.2.2.1 devrait être modifiée afin d'éliminer plusieurs mentions du kg en tant qu'unité de force (voir la proposition 1). Les modifications proposées sont conformes aux règlements du Comité international des poids et mesures (CIPM), en particulier à la 9^e édition du Système international d'unités publiée en 2019¹.

7. L'utilisation du Système international d'unités ayant toujours été encouragée dans le Règlement type, les conséquences de la modification sur le reste du texte sont limitées. La seule utilisation incorrecte du kg en tant qu'unité de force se trouve dans les paragraphes relatifs au gerbage (voir les paragraphes 13 à 19 ci-dessous). Il convient également de modifier en conséquence la définition de la masse nette de matières explosibles au 1.2.1 (voir les paragraphes 20 et 21 ci-dessous).

III. Utilisation de « torr »

8. Dans la note ^a du 1.2.2.1, le torr est introduit en tant qu'autre unité de mesure de la pression. Le torr doit son nom à Evangelista Torricelli, physicien et mathématicien italien ayant découvert le principe du baromètre en 1644.

9. Historiquement, le torr était censé correspondre à « un millimètre de mercure », mais il est aujourd'hui défini comme correspondant exactement à 1/760 de l'atmosphère type (101 325 Pa). Toutefois, il ne fait pas partie du Système international d'unités.

10. Cette unité n'est employée nulle part dans le Règlement type. Son ancienne définition, à savoir le millimètre de mercure (masse d'un mm de mercure), n'était pas conforme au Système international d'unités. Ce problème a été résolu en changeant la définition. Cela étant, puisque cette unité n'est pas utilisée dans le Règlement type, son inclusion dans la note ^a du 1.2.2.1 ne semble pas présenter d'intérêt (voir la proposition 2).

IV. Intérêt général de la note ^a du 1.2.2.1

11. Les modifications proposées raccourcissent considérablement la note ^a du 1.2.2.1. Les valeurs arrondies restantes à utiliser pour la conversion seraient les suivantes :

a) Relation entre le Pascal et le bar concernant la pression : la valeur exacte est $1 \text{ Pa} = 10^{-5} \text{ bar}$; il ne s'agit pas d'une approximation ni d'une valeur arrondie. La relation étant déjà clairement indiquée dans le texte principal du 1.2.2.1, la note n'apporte aucune information supplémentaire ;

b) Relation entre le Joule et la calorie : la valeur exacte est $1 \text{ cal} = 4 184 \text{ J}$ ou $1 \text{ J} = 0,2390057 \times 10^{-3} \text{ cal}$; la valeur arrondie proposée dans le Règlement type ($1 \text{ J} = 0,239 \times 10^{-3} \text{ cal}$) se retrouve facilement dans la littérature spécialisée et il est rare que d'autres approximations soient utilisées. Les relations entre unités apparentées (kcal/h) sont également faciles à trouver ;

c) Utilisation de St : l'unité Stokes utilisée pour la viscosité cinématique est définie précisément (ce n'est pas une valeur arrondie) comme suit : $1 \text{ St} = 10^{-4} \frac{m^2}{s}$. Cette définition figure dans la note, mais St n'est utilisé nulle part dans le Règlement type ;

d) Utilisation de P : l'unité Poise utilisée pour la viscosité cinématique est définie précisément (ce n'est pas une valeur arrondie) comme suit : $1 \text{ Pa} \cdot s = 10 \text{ P}$. Cette définition figure dans la note, mais P n'est utilisé nulle part dans le Règlement type ;

¹ <https://www.bipm.org/en/publications/si-brochure>.

e) La définition des unités d'énergie, de puissance, de viscosité cinématique et de viscosité dynamique à partir des principales unités du Système international d'unités figure déjà dans le tableau principal du 1.2.2.1 ; la note n'apporte aucune valeur ajoutée aux informations données.

12. De ce fait, le Sous-Comité pourrait envisager de supprimer complètement la note du 1.2.2.1 en tant que solution de remplacement aux propositions 1 et 2 (voir la proposition 3).

V. Utilisation de « kg » en tant qu'unité de mesure des forces dans le cadre du gerbage

13. La seule occurrence du kg en tant qu'unité de mesure des forces dans le Règlement type concerne la charge de gerbage.

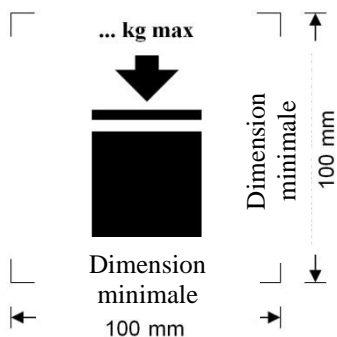
14. L'épreuve de gerbage est décrite au 6.1.5.6 comme suit : « L'échantillon doit être soumis à une force appliquée à sa surface supérieure équivalant au poids total des colis identiques qui pourraient être empilés sur lui durant le transport ». La relation entre la force appliquée (mesurée en N) et le poids (mesuré en N) est ainsi définie, sans que soit établie une relation directe avec la masse (mesurée en kg). Le libellé est donc exact et conforme au Système international d'unités.

15. En outre, l'épreuve de gerbage prévue au 6.4.15.5 établit une équivalence entre la charge et le poids.

16. Cependant, à plusieurs reprises, il est directement fait référence à la charge appliquée lors de l'épreuve de gerbage et à sa valeur en kg, ce qui est en principe incorrect, les charges devant être mesurées en N. C'est le cas dans les passages suivants :

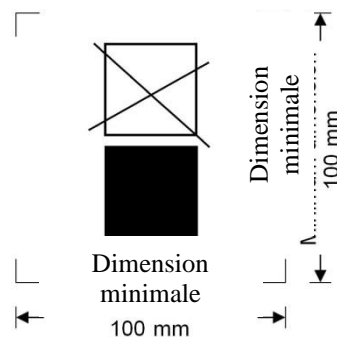
- a) Marquage principal des GRV, au 6.5.2.1.1 g) :
« la charge appliquée lors de l'épreuve de gerbage en kg. Pour les GRV non conçus pour être gerbés, le chiffre « 0 » doit être apposé ; » ;
- b) Exemples de marquage au 6.5.2.1.3 :
« ... charge utilisée pour l'épreuve de gerbage en kg, ... » ;
- c) Texte et figures au 6.5.2.2.2 :
« La charge de gerbage maximale autorisée doit être indiquée sur le symbole, comme indiqué à la figure 6.5.1 ou à la figure 6.5.2. Le symbole doit être durable et bien visible.

Figure 6.5.1



GRV qu'il est possible d'empiler

Figure 6.5.2

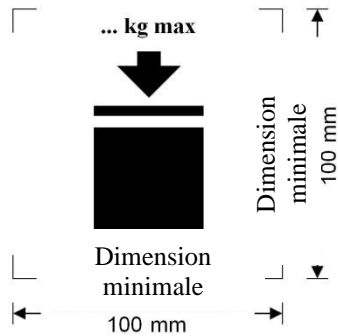


GRV qu'il n'est PAS possible d'empiler » ;

- d) Marques principales des grands emballages au 6.6.3.1 g) :
« la charge appliquée lors de l'épreuve de gerbage, en kg. Pour les grands emballages non conçus pour être empilés, la mention doit être "0". » ;

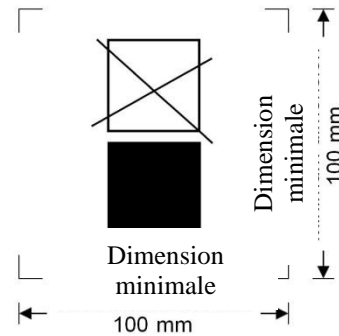
- e) Exemples de marquage au 6.6.3.2 :
« ... charge de gerbage : 2 500 kg ; ... » (à deux reprises) ;
- f) Texte et figures au 6.6.3.3 :
« La charge de gerbage maximale autorisée doit être indiquée sur le symbole comme indiqué à la figure 6.6.1 ou à la figure 6.6.2. Le symbole doit être durable et bien visible.

Figure 6.6.1



Grands emballages qu'il est possible d'empiler

Figure 6.6.2



Grands emballages qu'il n'est PAS possible d'empiler » ;

- g) Marquage des conteneurs pour vrac au 6.8.5.5 g) :
« la charge appliquée lors de l'épreuve de gerbage en kg ; ».

17. La marque qui figure aux 6.5.1 et 6.6.1 est très intuitive. Elle indique la masse maximale pouvant être empilée sur la surface du GRV sans endommager celui-ci. Cette marque ne devrait pas être modifiée.

18. Dans le texte de la définition, le terme « charge de gerbage » n'est pas utilisé. Ce terme est employé uniquement concernant la marque ; il serait plus simple de parler de « masse de gerbage » plutôt que de « charge de gerbage », ou de « masse appliquée lors de l'épreuve de gerbage » plutôt que de « charge appliquée lors de l'épreuve de gerbage ». Les modifications qu'il est proposé d'apporter figurent dans la proposition 4.

19. En outre, la formulation utilisée aux 6.5.6.6.4 et 6.6.5.3.3.4 devrait être modifiée pour la rendre plus conforme à la définition. Elle devrait être harmonisée avec la formulation relative à l'épreuve de gerbage du 6.1.5.6 et du 6.4.15.5, afin que la charge soit calculée en fonction du poids et non de la masse (voir la proposition 5).

VI. Masse nette de matières explosibles

20. Dans la définition de « masse nette de matières explosibles » au 1.2.1, il est indiqué que les termes « masse nette de matières explosibles » et « poids net de matières explosibles » sont souvent utilisés dans le même sens. S'il est vrai que ces termes sont liés, ils ne représentent pas pour autant les mêmes concepts (voir la justification au paragraphe 4). Il est donc nécessaire de rectifier (voir la proposition 6).

21. Le terme « poids net de matières explosibles », introduit au 1.2.1, n'est pas employé dans le Règlement type, de sorte que la modification n'a pas d'autres conséquences.

VII. Propositions

A. Proposition 1

22. Afin de supprimer l'emploi de « kg » comme unité de force, il est proposé de modifier la note ^a du 1.2.2.1 comme suit (les suppressions figurent en caractères **biffés**) :

^a Les valeurs arrondies suivantes sont à utiliser pour la conversion de certaines unités utilisées en unités SI.

Force

$$1 \text{ kg} = 9,807 \text{ N}$$

$$1 \text{ N} = 0,102 \text{ kg}$$

Contrainte

$$1 \text{ kg/mm}^2 = 9,807 \text{ N/mm}^2$$

$$1 \text{ N/mm}^2 = 0,102 \text{ kg/mm}^2$$

Pression

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2 = 10^{-5} \text{ bar} = 1,02 \times 10^{-5} \text{ kg/cm}^2 = 0,75 \times 10^{-2} \text{ torr}$$

$$1 \text{ Bar} = 10^5 \text{ Pa} = 1,02 \text{ kg/cm}^2 = 750 \text{ torr}$$

$$1 \text{ kg/cm}^2 = 9,807 \times 10^4 \text{ Pa} = 0,9807 \text{ bar} = 736 \text{ torr}$$

$$1 \text{ torr} = 1,33 \times 10^2 \text{ Pa} = 1,33 \times 10^{-3} \text{ bar} = 1,36 \times 10^{-3} \text{ kg/cm}^2$$

Travail, Énergie, Quantité de chaleur

$$1 \text{ J} = 1 \text{ Nm} = 0,278 \times 10^{-6} \text{ kWh} = 0,102 \text{ kgm} = 0,239 \times 10^{-3} \text{ kcal}$$

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \times 10^6 \text{ J} = 367 \times 10^3 \text{ kgm} = 860 \text{ kcal}$$

$$1 \text{ kgm} = 9,807 \text{ J} = 2,72 \times 10^{-6} \text{ kWh} = 2,34 \times 10^{-3} \text{ kcal}$$

$$1 \text{ kcal} = 4,19 \times 10^3 \text{ J} = 1,16 \times 10^{-3} \text{ kWh} = 427 \text{ kgm}$$

Puissance

$$1 \text{ W} = 0,102 \text{ kgm/s} = 0,86 \text{ kcal/h} = 1 \text{ m}^2/\text{s} = 10^4 \text{ St (Stokes)}$$

$$1 \text{ kgm/s} = 9,807 \text{ W} = 8,43 \text{ kcal/h} = 1 \text{ St} = 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$1 \text{ kcal/h} = 1,16 \text{ W} = 0,119 \text{ kgm/s}$$

Viscosité cinématique

Viscosité dynamique

$$1 \text{ Pa s} = 1 \text{ Ns/m}^2 = 10 \text{ P (poise)} = 0,102 \text{ kg/m}^2$$

$$1 \text{ P} = 0,1 \text{ Pa s} = 0,1 \text{ Ns/m}^2 = 1,02 \times 10^{-2} \text{ kg/s/m}^2$$

$$1 \text{ kg/s/m}^2 = 9,807 \text{ Pa s} = 9,807 \text{ Ns/m}^2 = 98,07 \text{ P}$$

B. Proposition 2

23. Afin de supprimer l'emploi de l'unité torr, il est proposé de modifier la section « Pression » dans la note ^a du 1.2.2.1 comme suit (les suppressions figurent en caractères **biffés**) :

Pression

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2 = 10^{-5} \text{ bar} = 1,02 \times 10^{-5} \text{ kg/cm}^2 = 0,75 \times 10^{-2} \text{ torr}$$

$$1 \text{ Bar} = 10^5 \text{ Pa} = 1,02 \text{ kg/cm}^2 = 750 \text{ torr}$$

$$1 \text{ kg/cm}^2 = 9,807 \times 10^4 \text{ Pa} = 0,9807 \text{ bar} = 736 \text{ torr}$$

$$1 \text{ torr} = 1,33 \times 10^2 \text{ Pa} = 1,33 \times 10^{-3} \text{ bar} = 1,36 \times 10^{-3} \text{ kg/cm}^2$$

C. Proposition 3 (solution de remplacement des propositions 1 et 2)

24. Supprimer la note ^a du 1.2.2.1 et renuméroter les notes actuelles « ^b » et « ^c » en tant que notes « ^a » et « ^b », respectivement.

D. Proposition 4

25. Modifier les paragraphes suivants comme suit (les modifications qu'il est proposé d'apporter au texte figurent en caractères **gras** pour les ajouts et ~~biffés~~ pour les suppressions) :

- a) Marquage principal des GRV, au 6.5.2.1.1 g) :
« la ~~masse charge~~ **masse** appliquée lors de l'épreuve de gerbage en kg. Pour les GRV non conçus pour être gerbés, le chiffre "0" doit être apposé ; » ;
- b) Exemples de marquage au 6.5.2.1.3 :
« ... ~~masse charge~~ **masse** appliquée lors de l'épreuve de gerbage en kg, ... » ;
- c) Texte au 6.5.2.2.2 :
« La ~~masse charge~~ **masse** de gerbage maximale autorisée doit être indiquée sur le symbole, comme indiqué à la figure 6.5.1 ou à la figure 6.5.2. Le symbole doit être durable et bien visible. » ;
- d) Marques principales des grands emballages au 6.6.3.1 g) :
« la ~~masse charge~~ **masse** appliquée lors de l'épreuve de gerbage en kg. Pour les grands emballages non conçus pour être empilés, la mention doit être "0" ; » ;
- e) Exemples de marquage au 6.6.3.2 :
« ... ~~masse charge~~ **masse** de gerbage : 2 500 kg ; ... » (à deux reprises) ;
- f) Texte au 6.6.3.3 :
« La ~~masse charge~~ **masse** de gerbage maximale autorisée doit être indiquée sur le symbole, comme indiqué à la figure 6.6.1 ou à la figure 6.6.2. Le symbole doit être durable et bien visible. » ;
- g) Marquage des conteneurs pour vrac au 6.8.5.5 g) :
« la ~~masse charge~~ **masse** appliquée lors de l'épreuve de gerbage en kg ; ».

E. Proposition 5

26. Modifier les paragraphes suivants comme suit (les modifications qu'il est proposé d'apporter au texte actuel figurent en **caractères gras** pour les ajouts et ~~biffés~~ pour les suppressions) :

- « 6.5.6.6.4 *Calcul de la charge d'épreuve superposée*
La ~~masse charge~~ **masse** qui doit être appliquée au GRV doit être de 1,8 fois la masse brute maximale admissible du nombre de GRV semblables qui peuvent être empilés sur le GRV au cours du transport. ».
- « 6.6.5.3.3.4 *Calcul de la charge d'épreuve superposée*
La ~~masse charge~~ **masse** posée sur le grand emballage peut être égale à 1,8 fois la masse brute maximale admissible totale du nombre de grands emballages similaires qui peuvent être empilés sur un grand emballage au cours du transport. ».

F. Proposition 6

27. Modifier comme suit la définition de « Masse nette de matières explosibles » au 1.2.1 :

- « *Masse nette de matières explosibles*, la masse totale des matières explosibles, sans emballages, enveloppes, etc. (Les termes "*quantité nette de matières explosibles*" ; **ou**

“*contenu net de matières explosibles*”, ou “~~*poids net de matières explosibles*~~” sont souvent utilisés dans le même sens.) ; ».

VIII. Justification

28. Le fait d’adopter une approche plus systématique et plus logique dans le Règlement type permet de clarifier le cadre juridique et d’éviter que des critères différents soient appliqués selon les pays et les services d’inspection, ce qui est conforme à la cible 16.6 du Programme de développement durable à l’horizon 2030 (Mettre en place des institutions efficaces, responsables et transparentes à tous les niveaux).
