



Commission économique pour l'Europe**Comité des transports intérieurs****Groupe de travail des transports des denrées périssables****Soixante-dixième session**

Genève, 7-10 octobre 2014

Point 5 a) de l'ordre du jour provisoire

Propositions d'amendements à l'ATP: Propositions en suspens**Procédure de mesure de la puissance des groupes réfrigérants à gaz liquéfié mono-température et multi-températures****Communication du Gouvernement français****Contexte**

1. La plupart des groupes frigorifiques actuellement utilisés pour le transport de denrées alimentaires périssables par la route utilisent la compression mécanique de vapeurs.
2. A ce jour les unités de réfrigération basées sur un cycle thermodynamique ouvert avec gaz liquéfié se développe comme alternative aux groupes à compression. On distingue les machines à injection « directe » et les machines à injection « indirecte » à travers un échangeur ventilé. Elles utilisent soit de l'azote (N₂) soit du dioxyde de carbone (CO₂) liquides.
3. L'ATP¹ intègre déjà cette technologie dans le paragraphe dédié aux engins « Réfrigérants ». Le protocole d'essais est identique à celui des groupes à plaques eutectiques. Cette méthode est fiable et éprouvée. Toutefois, pour un type de groupe donné, elle nécessite une grande quantité d'essais liée à la diversité des caisses sur lesquelles cette unité peut être montée. L'essai individuel de l'unité de réfrigération n'est pas prévu.
4. De fait, l'absence de procédure d'essais pour les unités de réfrigération seule pénalise cette technologie par rapport aux technologies concurrentes alors même qu'elle constitue une alternative attendue pour certaines applications.

¹ Accord relatif aux transports internationaux de denrées périssables et aux engins spéciaux à utiliser pour ces transports.

5. Il apparaît nécessaire d'intégrer dans l'ATP des dispositions pour mesurer la puissance frigorifique de ces groupes et pour le dimensionnement des engins qui les utilisent avec une approche similaire à celle des groupes à compression de vapeur.

Proposition

6. La présente proposition introduit la méthodologie de test des groupes réfrigérants à gaz liquéfié qu'ils soient du type mono-température ou multi-températures.

7. La méthode s'applique aux groupes « directs » et aux groupes « indirects ».

Principe de la méthodologie d'essai des groupes réfrigérants à gaz liquéfié

8. La méthodologie de test est directement issue de celle décrite au paragraphe 2 de la section 8, appendice 2 de l'annexe 1 de l'ATP « PROCÉDURE DE MESURE DE LA PUISSANCE DES GROUPES FRIGORIFIQUES MULTI-TEMPÉRATURES MÉCANIQUES ET DE DIMENSIONNEMENT DES ENGINS À COMPARTIMENTS MULTIPLES » dans sa version validée du 23 septembre 2013.

9. Elle introduit au travers d'un nouveau paragraphe les aménagements rendus spécifiquement nécessaire par les particularités de la technique concernée :

- Définitions spécifiques;
- Procédure pour déterminer la puissance frigorifique individuelle d'évaporateurs réfrigérants d'un groupe réfrigérant à gaz liquéfié;
- Procédure pour déterminer la puissance frigorifique nominale maximale d'un groupe réfrigérant à gaz liquéfié;
- Procédure pour déterminer la puissance frigorifique effective restante d'un groupe réfrigérant à gaz liquéfié en mode de fonctionnement multi-températures, compte tenu d'une charge thermique de référence.

Impact

10. Cette proposition permet de disposer d'une méthodologie de mesure de la puissance frigorifique des nouvelles technologies de production de froid de groupes réfrigérants à gaz liquéfié. Cette méthodologie repose sur celle déjà existante dans l'ATP pour les groupes frigorifiques mono et multi-températures qui a fait ses preuves et a trouvé sa structure finale en 1998 pour être intégré à l'ATP dans sa version validée du 23 septembre 2013.

11. La proposition nécessite un amendement à l'accord pour être pleinement et directement utilisable.

Impact environnemental

12. Cette proposition permet de réduire de manière conséquente le nombre de tests et donc leur impact environnemental. Elle permet en outre de ne pas pénaliser une alternative crédible à l'usage de groupe à compression de vapeur utilisant des réfrigérants à fort global warming potential (GWP) alors même que ces fluides frigorigènes sont visés par des protocoles internationaux relatifs à la limitation des gaz à effet de serre.

Impact économique

13. Le coût des essais pour ces matériels sera réduit de manière conséquente lorsque leur utilisation est prévue sur des gammes larges de cellules isothermes. Le coût pour les fabricants et donc pour leurs clients seront drastiquement réduits.

Amendement proposé à l'accord

14. Il est proposé d'ajouter à l'appendice 2 de l'annexe 1 de l'ATP une nouvelle section 9 libellée comme suit:

"9. Procédures de mesure de la puissance des groupes réfrigérants à gaz liquéfié et de dimensionnement des engins

9.1 Définitions

a) Engin à compartiments multiples: engin comportant deux compartiments isothermes ou plus dont les températures sont différentes;

b) Evaporateur réfrigérant: tout élément d'un groupe réfrigérant à gaz liquéfié absorbant une puissance thermique;

c) Groupe réfrigérant à gaz liquéfié à températures multiples: unité de réfrigération à gaz liquéfié comportant deux évaporateurs ou plus pour la régulation de la température dans les différents compartiments d'un engin à compartiments multiples;

d) Fonctionnement en mode températures multiples: fonctionnement d'un groupe réfrigérant à gaz liquéfié à températures multiples comportant deux évaporateurs ou plus fonctionnant à des températures différentes dans un engin à compartiments multiples;

e) Puissance frigorifique nominale maximale: puissance frigorifique maximale à laquelle le constructeur du groupe réfrigérant à gaz liquéfié le limite dimensionnellement;

f) Puissance frigorifique nominale installée: puissance frigorifique maximale délivrable par une configuration donnée du groupe réfrigérant à gaz liquéfié dans la limite de la puissance frigorifique nominale maximale;

g) Puissance frigorifique individuelle ($P_{\text{ind-évap}}$): puissance frigorifique maximale de chaque évaporateur lorsqu'il fonctionne seul avec l'installation;

h) Puissance frigorifique effective ($P_{\text{effective évap congél}}$): puissance frigorifique disponible pour l'évaporateur réfrigérant à la température la plus basse lorsque deux évaporateurs ou plus fonctionnent chacun en mode températures multiples, comme cela est prescrit au paragraphe 8.3.5.

9.2 Procédure d'essai pour les groupes frigorifiques à températures multiples

9.2.1 Procédure générale

La procédure d'essai doit être conforme à celle qui est présentée à la section 4 de l'appendice 2 de l'annexe 1 de l'ATP en tenant compte des particularités ci-après.

Les essais doivent être réalisés pour les différents évaporateurs réfrigérants. Chaque évaporateur réfrigérant doit être testé dans un calorimètre distinct, le cas échéant et placé dans une cellule d'essai sous température contrôlée.

La puissance frigorifique maximale de l'installation en mode de fonctionnement température unique, comme indiqué au paragraphe 9.2.2, doit être mesurée en combinaison avec deux ou trois évaporateurs, dont le plus petit et le plus grand.

Dans le cas d'un groupe réfrigérant à gaz liquéfié mono-température, seules seront effectuées les déterminations des puissances frigorifiques nominales maximales, comme indiqué dans le paragraphe 9.2.2.

La puissance frigorifique individuelle doit être mesurée pour tous les évaporateurs réfrigérants, chacun fonctionnant en mode température unique avec l'installation, comme prescrit au paragraphe 9.2.3.

La détermination des puissances frigorifiques s'effectue avec le plus représentatif des réservoirs de gaz liquéfié pouvant équiper le système. Si la capacité de ce réservoir ne permet pas de réaliser un essai complet sans remplissage intermédiaire, un réservoir d'une capacité supérieure peut être utilisée si :

- La conception (régulateur de pression, collecteur de sortie, crosse d'alimentation, vanne de hachage, etc...) est identique à celui le plus représentatif et si,
- Ce réservoir est commercialisé avec ce groupe réfrigérant à gaz liquéfié sur un engin de transport selon l'ATP.

L'ensemble des constituants du groupe réfrigérant à gaz liquéfié doit être placé dans une enceinte thermostatique à 30°C.

L'essai doit être réalisé avec deux ou trois évaporateurs réfrigérants, y compris le plus petit, le plus grand et, si nécessaire, un évaporateur réfrigérant de taille intermédiaire.

Si le groupe réfrigérant à gaz liquéfié peut fonctionner avec plus de deux évaporateurs réfrigérants:

- L'installation doit être éprouvée en combinaison avec trois évaporateurs réfrigérants, à savoir le plus petit, le plus grand et un intermédiaire;
- En outre, à la demande du fabricant, l'installation peut être éprouvée en combinaison avec deux évaporateurs réfrigérants, à savoir le plus grand et le plus petit.

Pour chaque essai seront enregistrés:

- le débit, la consommation et les pressions du gaz liquéfié utilisé,
- la tension et l'intensité totale absorbée par le groupe réfrigérant à gaz liquéfié.

Par définition, la consommation de réfrigérant est égale à la consommation moyenne massique de réfrigérant tout au long de l'essai considéré dont la durée est au moins égale à 3 heures.

La moyenne sur 15 minutes des températures à la reprise d'air (pour les groupes « indirects ») ou celle des températures d'air intérieures de caisse (pour les groupes « directs ») doit être conforme à la température de classe visée à ± 1 K.

L'essai est mené selon les modes prévus par le constructeur.

9.2.2 Mesure de la puissance frigorifique nominale maximale de l'installation

La puissance frigorifique nominale maximale de l'installation en mode de fonctionnement température unique doit être mesurée en combinaison avec deux ou trois évaporateurs réfrigérants fonctionnant simultanément à la même température. L'essai doit être réalisé à -20 °C et à 0 °C.

La puissance frigorifique maximale d'un groupe réfrigérant à gaz liquéfié est mesurée avec la configuration la plus puissante proposée par le constructeur du groupe.

L'essai est mené avec l'ensemble des évaporateurs:

- Activés et fonctionnels et,
- Ayant une température, si applicable, de reprise d'air identique ou, le cas échéant, une température d'air intérieure de caisse identique.

L'estimation de la puissance frigorifique individuelle se fait en deux temps :

1. La pré-estimation (facultative) pour évaluer la puissance frigorifique :

L'estimation reprend le même processus décrit dans l'ATP avec une variante sur la puissance électrique dissipée dans le caisson calorimétrique. Cette puissance est ajustée tout au long de l'essai pour maintenir la température de reprise d'air de l'évaporateur constante. Le minimum de la puissance thermique dissipée dans le caisson calorimétrique sur toute la durée de l'essai minorée de 5%. Si le demandeur de l'essai ne veut pas faire le test il doit donner la puissance visée au laboratoire.

Détermination de la puissance frigorifique : On détermine le minimum trouvé en 1. ou annoncé par le demandeur de l'essai :

- a. Le point de consigne du groupe réfrigérant à gaz liquéfié est réglé à la température de test choisie,
- b. La puissance électrique dissipée dans le caisson calorimétrique est ajustée et bloquée avant d'initier l'essai.

La puissance frigorifique nominale à -10 °C est calculée par interpolation linéaire des puissances à -20 °C et à 0 °C.

Un unique essai supplémentaire sur 1 heure avec le plus petit réservoir commercialisé avec l'unité doit être effectué pour quantifier l'impact de son volume sur la régulation de la puissance frigorifique. La nouvelle puissance frigorifique obtenue ne doit pas varier de plus de 5% par valeur inférieure et par rapport à celle trouvée avec le réservoir utilisé pour les essais d'une durée supérieure ou égale à 3 heures. En cas d'impact supérieur, une restriction sur le volume du réservoir doit être mentionnée dans le rapport d'essais officiel.

9.2.3 Mesure de la puissance frigorifique individuelle de chaque évaporateur réfrigérant d'un groupe réfrigérant à gaz liquéfié

La puissance frigorifique individuelle de chaque évaporateur réfrigérant doit être mesurée lorsque l'évaporateur réfrigérant fonctionne seul avec l'installation. L'essai doit être réalisé à -20 °C et à 0 °C et selon la même méthodologie décrite au 9.2.2.

La puissance frigorifique individuelle à -10 °C est calculée par interpolation linéaire des puissances à -20 °C et à 0 °C.

9.2.4 Mesure de la puissance frigorifique effective restante d'un groupe réfrigérant à gaz liquéfié en mode de fonctionnement multi-températures, compte tenu d'une charge thermique de référence

La détermination de la puissance effective restante d'un groupe réfrigérant à gaz liquéfié nécessite l'utilisation simultanée de deux ou trois évaporateurs réfrigérants avec, dans le cas d'un groupe à:

- Deux compartiments, les évaporateurs réfrigérants ayant les puissances frigorifiques individuelles la plus grande et la plus réduite,
- Trois compartiments, les mêmes évaporateurs réfrigérants décrits au point ci-dessus et un troisième de puissance frigorifique intermédiaire.

Réglage de la charge thermique de référence:

- Le point de consigne de l'ensemble des évaporateurs réfrigérants sauf un est réglé de façon à obtenir une température à la reprise d'air, ou si non applicable à une température d'air intérieure de caisse, de 0°C.
- Une charge thermique est appliquée à chaque couple calorimètre/évaporateur réfrigérant en régime thermostaté sauf celui non concerné.
- La charge thermique doit être égale à 20% de la puissance frigorifique individuelle de chaque évaporateur réfrigérant considéré à -20°C.

La puissance effective de l'évaporateur réfrigérant restant est mesurée à une température à la reprise d'air, ou si non applicable à une température d'air intérieure de caisse, de -20°C.

Une fois la puissance effective de l'évaporateur restant mesurée, l'essai est renouvelé après avoir effectué une permutation circulaire des couples calorimètres/évaporateurs réfrigérants devant être à -20°C.

Dans le cas d'un groupe réfrigérant à gaz liquéfié à 3 compartiments, un essai de la puissance frigorifique effective d'une configuration en 2 compartiments doit être réalisé.

Une validation fonctionnelle est effectuée en vérifiant que la puissance frigorifique nominale maximale correspond à la somme des puissances individuelles de chaque évaporateur installé pour la détermination de cette puissance dans la limite de 5% par valeur inférieure.

9.3 Dimensionnement et certification des engins réfrigérants à gaz liquéfié à températures multiples

Le dimensionnement et la certification d'engins frigorifiques équipés de groupes réfrigérants à gaz liquéfié doit être conforme à celle qui est présentée à la section 8.3 « Dimensionnement et certification des engins frigorifiques à températures multiples » de l'appendice 2 de l'annexe 1 de l'ATP avec les équivalences de puissance suivantes:

$$P_{\text{nominale installée}} = P_{\text{nominale}}"$$
