



## Conseil économique et social

Distr. générale  
20 juillet 2016

Original: français

---

### Commission économique pour l'Europe

#### Comité des transports intérieurs

#### Groupe de travail du transport des denrées périssables

##### Soixante douzième session

Genève, 4-7 octobre 2016

Point 5 b) de l'ordre du jour provisoire

##### Propositions d'amendements à l'ATP : nouvelles propositions

### **Procédure de mesure de la puissance des groupes à gaz liquéfié mono-température et multi-températures**

#### **Communication du Gouvernement français**

#### **Contexte**

1. A ce jour, on constate le développement d'unités de réfrigération basées sur un cycle thermodynamique avec gaz liquéfié comme alternative aux groupes à compression. Elles utilisent le plus souvent un système de détente indirect de l'azote (N<sub>2</sub>) ou du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) liquides.
2. L'ATP intègre déjà la certification d'un engin complet mais ne permet pas d'approuver les dispositifs de production de froid seuls.
3. Le présent amendement propose d'intégrer dans l'ATP des dispositions pour mesurer la puissance frigorifique de ces groupes et pour dimensionner les engins qui les utilisent avec une approche similaire à celle des groupes à compression mécanique de vapeurs.

#### **Proposition**

4. La présente proposition introduit la méthodologie :
  - a) de test des groupes réfrigérants à gaz liquéfié qu'ils soient du type mono-température ou multi-températures.
  - b) de dimensionnement à utiliser pour les engins qui mettent en œuvre les groupes réfrigérants à gaz liquéfié.

5. La méthode s'applique aux groupes « indirects » c'est-à-dire en excluant toute injection de gaz dans la caisse isotherme.

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

6. La méthodologie de test est directement issue de celle décrite au paragraphe 2 de la section 7, 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 ENGIN À COMPARTIMENTS MULTIPLES » dans sa version validée du 30 septembre 2015.

7. 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**

8. Cette proposition permet de disposer d'une méthodologie de mesure de la puissance frigorifique des groupes à gaz liquéfié. Cette méthodologie repose sur celle déjà existante dans l'ATP pour les groupes frigorifiques.

## **Impact environnemental**

9. 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 mécanique de vapeurs utilisant des réfrigérants à fort potentiel de réchauffement global (PRG) alors même que ces fluides frigorigènes sont visés par des protocoles internationaux relatifs à la limitation des gaz à effet de serre.

## **Impact économique**

10. 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**

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

## «9. PROCEDURE DE MESURE DE LA PUISSANCE DES GROUPES A GAZ LIQUEFIE ET DE DIMENSIONNEMENT DES ENGIN UTILISANT DE TELS GROUPES

### 9.1 Définitions

- a) Evaporateur primaire : tout ensemble minimal d'un groupe à gaz liquéfié destiné à absorber une puissance thermique dans un compartiment isotherme;
- b) Evaporateur: toute composition constituée par des évaporateurs primaires positionnés dans un compartiment isotherme;
- c) Evaporateur nominal maximal: toute composition constituée par des évaporateurs réfrigérants primaires positionnés dans un ou plusieurs compartiments isothermes;
- d) Groupe à gaz liquéfié à température unique: unité de réfrigération à gaz liquéfié comportant un réservoir de gaz liquéfié ainsi qu'un unique évaporateur pour la régulation de la température d'un unique compartiment isotherme;
- e) Groupe à gaz liquéfié à températures multiples: unité de réfrigération à gaz liquéfié comportant un réservoir de gaz liquéfié et au moins deux évaporateurs, chacun régulant la température d'un unique compartiment isotherme distinct d'un seul et unique engin à compartiments multiples;
- f) Fonctionnement en mode température unique: fonctionnement d'un groupe à gaz liquéfié à température unique ou multiples où un seul évaporateur réfrigérant est activé et assure le maintien d'un seul compartiment d'un engin à simple compartiment ou à compartiments multiples;
- g) Fonctionnement en mode températures multiples: fonctionnement d'un groupe à gaz liquéfié à températures multiples comportant au moins deux évaporateurs activés assurant le maintien de deux températures différentes dans les compartiments isothermes d'un engin à compartiments multiples;
- h) Puissance frigorifique nominale maximale (Pnom-max): puissance frigorifique spécifiée à laquelle le constructeur du groupe à gaz liquéfié déclare le limiter;
- i) Puissance frigorifique nominale installée (Pnom-ins): puissance frigorifique maximale pouvant être fournie par une configuration donnée d'évaporateurs du groupe réfrigérant à gaz liquéfié dans la limite de la puissance frigorifique nominale maximale;
- j) Puissance frigorifique individuelle (Pind-évap): puissance frigorifique maximale développée par chaque évaporateur lorsque le groupe à gaz liquéfié fonctionne tel un groupe à température unique;
- k) Puissance frigorifique effective (Peff-évap-congél): puissance frigorifique disponible pour l'évaporateur à la température la plus basse lorsque le groupe à gaz liquéfié fonctionne tel que prescrit au paragraphe 9.2.4.

### 9.2 Procédure d'essai pour les groupes à gaz liquéfié

#### 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 primaires. Chaque évaporateur primaire doit être testé dans un calorimètre distinct, le cas échéant, et placé dans une cellule d'essai sous température contrôlée.

Dans le cas d'un groupe à gaz liquéfié à température unique, seule sera réalisée la mesure de la puissance frigorifique de l'installation avec l'évaporateur de puissance nominale maximale. Un troisième niveau de température, est ajouté conformément à la section 4 de l'appendice 2 de l'annexe 1 de l'ATP.

Dans le cas d'un groupe à gaz liquéfié à température multiples, la puissance frigorifique individuelle doit être mesurée pour tous les évaporateurs primaires, chacun fonctionnant en mode température unique, comme prescrit au paragraphe 9.2.3.

La détermination des puissances frigorifiques s'effectue avec un réservoir de gaz liquéfié prévu par le constructeur et permettant de réaliser un essai complet sans remplissage intermédiaire.

L'ensemble des constituants du groupe réfrigérant à gaz liquéfié doit être placé dans une enceinte thermostatique maintenue à la température ambiante de  $30,0 \pm 0,5$  °C.

Pour chaque essai seront enregistrés:

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

L'essai doit durer au moins 3 heures.

Le débit de gaz est égal à la consommation moyenne massique de liquide au cours de l'essai considéré.

Hormis pour la détermination du débit de gaz liquéfié, chaque grandeur doit faire l'objet d'une acquisition physique de période fixe inférieure ou égale à 10 secondes et chaque grandeur enregistrée selon une période fixe maximale de 2 minutes selon :

Chaque température enregistrée à la reprise d'air de l'évaporateur ventilé ou chaque température d'air intérieur de caisse enregistrée dans le cas d'évaporateur non ventilé doit être conforme à la température de classe visée à  $\pm 1$ K.

L'essai est mené selon l'ensemble des modes d'alimentation électrique prévus par le constructeur.

Si les essais montrent une équivalence de la puissance frigorifique nominale maximale quel que soit le mode de fonctionnement du groupe réfrigérant à gaz liquéfié, alors les essais pourront se limiter à un mode d'alimentation électrique tout en tenant compte de l'impact potentiel sur le débit d'air soufflé par les évaporateurs le cas échéant. L'équivalence se démontre si :

$$2 * \frac{|P_{nom-max,1} - P_{nom-max,2}|}{P_{nom-max,1} + P_{nom-max,2}} \leq 0,035$$

Avec :

$P_{nom-max,1}$  : La puissance nominale maximale du groupe eutectique a gaz liquéfié déterminée pour un mode d'alimentation électrique donné,

$P_{nom-max,2}$  : La seconde puissance nominale maximale du groupe eutectique a gaz liquéfié déterminée pour un autre mode d'alimentation électrique donné.

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

L'essai doit être réalisé aux températures de référence égales à -20 °C et à 0 °C.

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

La puissance frigorifique nominale maximale de l'installation en mode de fonctionnement température unique doit être mesurée avec l'évaporateur nominal maximal proposé par le constructeur. Cet évaporateur est la constitution d'évaporateur(s) réfrigérant(s) primaire(s).

L'essai est mené avec l'ensemble en fonctionnement à une même température de référence, mesurée à la reprise d'air dans le cas d'évaporateur ventilé ou mesurée à la température d'air intérieur de caisse dans le cas d'évaporateur non-ventilé.

L'estimation de la puissance frigorifique nominale maximale se fait selon une variante de la procédure décrite dans la section N°7 de l'ATP :

- a) Le point de consigne du groupe à gaz liquéfié est réglé à la température de test choisie avec un décalage de consigne si besoin est selon les instructions du commanditaire des essais,
- b) La puissance électrique dissipée dans le caisson calorimétrique est ajustée tout au long de l'essai pour maintenir la température de référence constante.

La dérive de la puissance frigorifique pendant les essais doit être inférieure à 5%/heure glissante et dans la limite de 10% sur toute la durée de l'essai. Si tel est le cas, la puissance frigorifique retenue correspond au minimum de la puissance frigorifique enregistrée tout au long de l'essai.

Uniquement dans le cas de la mesure de la puissance frigorifique nominale maximale de l'installation, 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 primaire d'un groupe réfrigérant à gaz liquéfié

La puissance frigorifique individuelle de chaque évaporateur réfrigérant primaire doit être mesurée lorsque l'évaporateur réfrigérant fonctionne seul. 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 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 ayant les puissances frigorifiques individuelles la plus grande et la plus petite,

- Trois compartiments ou plus, les mêmes évaporateurs décrits au point ci-dessus et autant d'autres que nécessaire de puissances frigorifiques intermédiaires.

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 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 classes de température.

### 9.3 Puissance frigorifique des évaporateurs

La constitution d'évaporateurs réfrigérants est possible sur la base des essais de puissance frigorifiques réalisés sur les évaporateurs primaires. La puissance frigorifique et la consommation de gaz liquéfié des évaporateurs correspondent à la somme arithmétique, respectivement, des puissances frigorifiques et de la consommation en gaz liquéfié des évaporateurs réfrigérants primaires dans la limite de la puissance frigorifique nominale maximale et du débit de gaz liquéfié qui y est lié.

### 9.4 Dimensionnement et certification des engins frigorifique à gaz liquéfié à températures multiples

Le dimensionnement et la certification d'engins frigorifiques équipés de groupes à gaz liquéfié doit être conforme à celle qui est présentée à la section 3.2.6 pour les engins mono température avec les équivalences de puissance suivantes:

$$P_{\text{nom-ins}} = P_{\text{utile}} \text{ (Puissance Frigorifique Utile)}$$

ou 7.3 pour les engins frigorifiques à températures multiples avec les équivalences de puissance suivantes:

$$P_{\text{nom-max}} = P_{\text{nominale}}$$

Par ailleurs, le volume utile des réservoirs de gaz liquéfiés doit permettre au groupe à gaz liquéfié d'assurer le maintien de la température de la classe d'engin pendant 12 heures au minimum.»