



**Conseil économique  
et social**

Distr.  
GÉNÉRALE

ECE/TRANS/WP.11/2007/18  
31 août 2007

FRANÇAIS  
Original: ANGLAIS

---

**COMMISSION ÉCONOMIQUE POUR L'EUROPE**

**COMITÉ DES TRANSPORTS INTÉRIEURS**

Groupe de travail du transport des denrées périssables

Soixante-troisième session

Genève, 12-15 novembre 2007

Point 5 b) de l'ordre du jour provisoire

**PROPOSITIONS D'AMENDEMENT À L'ATP**

Propositions en suspens

Proposition visant à inclure dans l'ATP une procédure d'essai pour  
les systèmes frigorifiques à températures multiples  
et à évaporateurs extérieurs

Communication de Transfrigoroute International

Note du secrétariat

Dans le programme de travail pour la période 2006-2010 qu'a adopté le Comité des transports intérieurs à sa soixante-huitième session, en 2006 (ECE/TRANS/166/Add.1, point 2.11 i)), il est demandé au Groupe de travail du transport des denrées périssables (WP.11) de mener à bien l'harmonisation des règlements et des normes concernant le transport international de denrées périssables et de faciliter ces opérations de transport, notamment en examinant les propositions d'amendement concernant les méthodes d'essai et les procédures d'agrément pour les véhicules à compartiments et températures multiples afin de tenir compte de l'évolution des techniques. Le présent document est soumis conformément à ce mandat.

## Introduction

1. Suite aux débats approfondis qui ont eu lieu au sein du WP.11 et de la sous-commission D2 (CERTE) de l'Institut international du froid (IIF), le WP.11 a en 2001 reporté l'adoption des dispositions réglementaires à insérer dans l'ATP concernant les essais relatifs aux véhicules frigorifiques à compartiments, évaporateurs et températures multiples jusqu'à ce que les stations d'essai ATP se soient suffisamment familiarisées avec la méthode d'essai proposée par la France.
2. Bien que cette méthode permette de tester, pour un coût acceptable, un groupe frigorifique muni de plusieurs évaporateurs additionnels, la puissance frigorifique mesurée conformément à l'ATP des évaporateurs fonctionnant en mode seul et en régime permanent est nettement plus élevée que la puissance frigorifique effective en mode températures multiples observée lorsque plusieurs évaporateurs fonctionnent simultanément à des températures différentes. De même, la puissance frigorifique mesurée conformément à l'ATP du groupe considéré en mode températures multiples est loin d'égaliser la puissance en mode température unique.
3. Le groupe de travail de Transfrigoroute International chargé de l'ATP – qui comprend à la fois des représentants de l'industrie des transports frigorifiques, des constructeurs de caisses et des stations d'essai ATP intéressées – a trouvé une explication physique à la réduction excessive de la puissance frigorifique. Cette explication reposait sur des mesures comparatives très complètes effectuées sur un groupe frigorifique à températures multiples de conception toute récente (Supra 950 MT), dans le laboratoire d'essai ATP du TÜV et dans l'entreprise Cemafrroid sur une période de plus de douze mois, avec une participation financière de l'industrie des équipements frigorifiques.
4. Pendant les mesures, la puissance frigorifique de chacun des évaporateurs fonctionnant effectivement en mode températures multiples a enregistré une baisse pouvant aller jusqu'à 50 % et la puissance frigorifique du groupe considéré a enregistré une baisse pouvant aller jusqu'à 20 %. La cause de cette baisse considérable de puissance est d'ordre physique: l'évaporateur utilisé dans le compartiment congélation ne peut réfrigérer activement que si un évaporateur de réfrigération réfrigère en même temps.
5. À cet égard, le groupe de travail a proposé une nouvelle méthode de dimensionnement fondée sur le principe de la puissance frigorifique théoriquement disponible du groupe considéré (essai n° 1) et de la puissance frigorifique théorique des évaporateurs en mode seul (essai n° 2). Les mesures qui servent de base aux calculs sont identiques aux mesures effectuées dans le cadre de la méthode d'essai proposée par la France.
6. À l'avenir, la puissance frigorifique réelle disponible en mode températures multiples devra être calculée sur la base de la durée de fonctionnement relative des divers évaporateurs. Dans chaque compartiment, cette puissance frigorifique doit être égale à 1,75 fois la valeur maximale prescrite, et ce dans les conditions les plus défavorables (position des cloisons, températures).
7. Toutefois, à l'avenir, il faudra aussi, dans le cadre de l'essai d'homologation de type, vérifier la régulation et le bon état de marche de l'ensemble du système fonctionnant effectivement en mode températures multiples (essai n° 3). Tandis que l'évaporateur (1)

fonctionne dans le compartiment congélation (-20 °C), la puissance frigorifique utile disponible de l'évaporateur congélation (1) est vérifiée pour l'évaporateur réfrigération (2) (0 °C), à 20 % de la charge thermique. Dans le même temps, on teste la puissance calorifique maximale de l'évaporateur dans le deuxième compartiment réfrigération (évaporateur 3) (+12 °C) en refroidissant ce compartiment au moyen d'un échangeur de chaleur supplémentaire à charge calorifique.

8. Avec cette méthode, le système de régulation et la puissance du système à températures multiples sont testés dans des conditions réelles pour la première fois. Avec des cloisons variables, le flux d'air allant du compartiment congélation vers le compartiment réfrigération est souvent si fort que les évaporateurs réfrigération en mode températures multiples doivent chauffer au plus fort de l'été pour ne pas être endommagés par le givre.

9. Même des évaporateurs plus petits dont la précédente méthode d'essai a permis d'établir qu'ils avaient des puissances frigorifiques trop élevées peuvent être testés dans des conditions réelles au moyen de la nouvelle méthode de dimensionnement proposée. Elle s'inspire de la méthode précédemment appliquée et tous les résultats enregistrés à ce jour dans le cadre des homologations de type conformément à la méthode d'essai française sont appliqués. Avec un nombre d'épreuves d'essai pratiquement identique, l'essai n° 3 permet d'enregistrer des résultats de mesures nettement plus réalistes.

10. C'est pourquoi cette proposition a été acceptée par la majorité des stations d'essai, les entreprises de transport frigorifique et les constructeurs de caisses, ainsi que par les associations concernées (Transfrigoroute International et Comité de liaison de la construction de carrosseries et de remorques (CLCCR)). La proposition a été de nouveau examinée lors de la réunion de la sous-commission D2 (CERTÉ) de l'Institut international du froid, tenue cette année à Piestany, et a été modifiée conformément aux décisions prises lors de cette réunion.

11. Il est proposé au WP.11 d'accepter cette proposition et de mettre à jour l'ATP dès que possible.

**E. Procédure pour la mesure de la puissance frigorifique et de la puissance calorifique et pour le dimensionnement de la demande frigorifique et de la demande calorifique des groupes frigorifiques à températures multiples pour des installations à compartiments multiples**

**I. Définitions**

**61)**

- 1) **Engin à compartiments multiples**: engin ayant deux compartiments isothermes ou plus dont les températures sont différentes.
- 2) **Groupe frigorifique à températures multiples**: unité de réfrigération mécanique comportant un compresseur, un condensateur et deux évaporateurs ou plus pour la régulation (refroidissement et/ou chauffage) de la température dans les différents compartiments d'un engin à compartiments multiples.

- 3) **Fonctionnement en mode températures multiples:** fonctionnement d'un groupe frigorifique à températures multiples comprenant deux évaporateurs ou plus fonctionnant à des températures différentes dans un engin à compartiments multiples.
- 4) **Puissance frigorifique nominale:** puissance frigorifique maximale du groupe de condensation en mode de fonctionnement température unique avec deux ou trois évaporateurs fonctionnant simultanément à la même température.
- 5) **Puissance frigorifique individuelle:** puissance frigorifique maximale de chaque évaporateur fonctionnant en mode seul avec le groupe de condensation.
- 6) **Puissance calorifique individuelle:** puissance calorifique maximale de chaque évaporateur fonctionnant en mode seul avec le groupe de condensation.
- 7) **Puissance frigorifique utile:** puissance frigorifique de chaque évaporateur lorsque le groupe de condensation est en mode de fonctionnement températures multiples avec deux évaporateurs ou plus à des températures différentes.
- 8) **Durée de refroidissement relative:** puissance utile/puissance individuelle.
- 9) **Puissance calorifique utile:** puissance calorifique de chaque évaporateur lorsque le groupe de condensation est en mode de fonctionnement températures multiples avec deux évaporateurs ou plus à des températures différentes.
- 10) **Groupe de condensation:** ...

## II. Procédures d'essai pour les groupes frigorifiques à températures multiples

### 62) Procédure générale

La procédure d'essai doit être conforme à l'appendice 2 D de l'annexe 1 de l'ATP et au paragraphe 10 de l'appendice 2 de l'annexe 1 de l'ATP.

[Lorsque la méthode de refroidissement intérieur est utilisée, un ou plusieurs échangeurs de chaleur sont placés à l'intérieur de la caisse. La surface de ces échangeurs doit être telle que lorsqu'ils sont parcourus par un fluide dont la température n'est pas inférieure à 0 °C, la température moyenne intérieure de la caisse reste inférieure à +12 °C, une fois le régime permanent établi.] La puissance calorifique doit être déterminée avec une précision de  $\pm 5$  %.

Le groupe de condensation peut être testé conjointement avec un nombre variable d'évaporateurs. Chaque évaporateur doit être testé dans un calorimètre séparé.

La puissance frigorifique nominale du groupe de condensation fonctionnant en mode températures multiples comme indiqué au paragraphe 63 est mesurée en combinaison avec deux ou trois évaporateurs, dont le plus petit et le plus grand.

La puissance frigorifique individuelle est mesurée pour tous les évaporateurs. On mesure la puissance frigorifique individuelle de chacun des évaporateurs fonctionnant seul avec le groupe de condensation comme indiqué au paragraphe 64.

La puissance frigorifique utile des évaporateurs fonctionnant en mode températures multiples comme indiqué aux paragraphes 65 et 66 est mesurée avec deux ou trois évaporateurs.

Si le nombre d'évaporateurs testés est supérieur à trois, les groupes de condensation de deux évaporateurs au maximum sont testés avec l'évaporateur le plus grand et l'évaporateur le plus petit, et les groupes de condensation de trois évaporateurs ou plus sont testés avec l'évaporateur le plus grand, l'évaporateur le plus petit et un évaporateur de taille moyenne.

### **63) Essais concernant la présence frigorifique nominale du groupe de condensation**

**Puissance frigorifique nominale du groupe de condensation fonctionnant en mode température unique**, tous les évaporateurs fonctionnant simultanément à la même température:

Admission d'air dans le groupe d'évaporation à des températures de -20 °C et de 0 °C et admission d'air dans le groupe de condensation à une température de +30 °C.

### **64) Essais concernant la puissance individuelle des évaporateurs**

a) **Puissance frigorifique individuelle des évaporateurs** fonctionnant en mode seul avec le groupe de condensation:

Admission d'air dans le groupe d'évaporation à des températures de -20 °C et de 0 °C et admission d'air dans le groupe de condensation à une température de +30 °C. La puissance individuelle des évaporateurs à -10 °C peut être calculée par interpolation linéaire de sa puissance à -20 °C et de sa puissance à 0 °C.

b) **Facultatif: puissance calorifique individuelle des évaporateurs** fonctionnant en mode seul avec le groupe de condensation:

Admission d'air dans le groupe d'évaporation à la température de +12 °C et admission d'air dans le groupe de condensation à une température de -20 °C.

### **65) Essais concernant la puissance frigorifique utile d'évaporateurs en mode de fonctionnement températures multiples**

Mesure de la puissance frigorifique utile maximale de chaque évaporateur à -20 °C pendant que les autres évaporateurs refroidissent sous contrôle thermostatique à 0 °C avec une charge thermique fixe égale à 20 % de la puissance frigorifique nominale du groupe considéré à -20 °C. La température de l'air admis dans le groupe de condensation est de +30 °C (deux essais pour les groupes de condensation ayant deux évaporateurs, trois essais pour les groupes de condensation ayant trois évaporateurs ou plus).

### **66) Essais concernant la puissance frigorifique utile et la puissance calorifique utile des évaporateurs fonctionnant en mode températures multiples**

Mesure parallèle de la puissance frigorifique utile maximale à -20 °C d'un évaporateur et de la puissance calorifique utile maximale à +12 °C d'un autre évaporateur. Les puissances frigorifique et calorifique doivent faire l'objet d'essais pour chaque évaporateur. La température de l'air admis dans le groupe de condensation est de +30 °C.

Dans le cas de groupes de condensation ayant trois évaporateurs, le troisième évaporateur refroidit sous contrôle thermostatique à 0 °C avec une charge thermique fixe égale à 20 % de la puissance frigorifique nominale du groupe considéré à -20 °C. Les puissances frigorifique et calorifique doivent faire l'objet d'essais pour chaque évaporateur (deux essais pour les groupes de condensation ayant deux évaporateurs, trois essais pour les groupes de condensation ayant trois évaporateurs).

### **67) Calcul de la puissance frigorifique utile des évaporateurs fonctionnant en mode températures multiples**

La puissance frigorifique utile de chaque évaporateur fonctionnant en mode températures multiples peut être calculée sur la base des puissances respectives des évaporateurs fonctionnant en mode seul avec le groupe de condensation à -20 °C et des durées de refroidissement relatives des évaporateurs. Les calculs reposent sur le fait qu'un évaporateur ne refroidit pas à -20 °C tandis qu'un autre évaporateur refroidit à 0 °C.

Puissance frigorifique utile = durée de refroidissement relative × puissance frigorifique individuelle à -20 °C

Durée de refroidissement relative d'un évaporateur de congélation  
= 1 – durée de refroidissement relatif de tous les évaporateurs de réfrigération

## **III. Dimensionnement et certification des groupes frigorifiques à températures multiples pour engins à compartiments multiples**

### **68) Procédure générale**

La demande de puissance frigorifique et de puissance calorifique pour les engins à compartiments multiples repose sur l'appendice 2 de l'annexe 1 de l'ATP pour les engins fonctionnant en mode température unique.

Pour les engins à compartiments multiples, un coefficient K inférieur ou égal à 0,40 W/m<sup>2</sup>.K (IR) pour la caisse doit être approuvé conformément aux paragraphes 7 à 25 de l'appendice 2 de l'annexe 1 de l'ATP.

### **69) Calcul de la demande frigorifique et de la demande calorifique**

Le calcul des puissances frigorifique et calorifique pour chaque compartiment doit être effectué sur la base de la température maximale possible pour la demande frigorifique et calorifique maximale. Dans le cas de cloisons mobiles, le calcul doit être fait sur la base de la position la plus défavorable de la cloison et de la taille maximale de chaque compartiment.

L'isolation des cloisons internes peut être mesurée dans une caisse isotherme ou calculée sur la base du tableau relatif au coefficient K figurant au paragraphe 71 ci-après.

Les demandes frigorifiques peuvent être calculées pour une température ambiante de +30 °C et de +30 °C dans les compartiments pour marchandises solides, de -20 °C dans les compartiments de congélation et de 0 °C dans les compartiments de réfrigération.

Les demandes calorifiques doivent être calculées pour une température ambiante de -20 °C et pour une température de +12 °C dans le compartiment de réfrigération.

**70) Contrôle des résultats d'essais en mode de fonctionnement températures multiples et certification**

La puissance frigorifique ou calorifique nominale de tous les dispositifs installés doit être au moins égale aux déperditions thermiques à travers les parois de l'engin complet multipliées par 1,75.

La puissance frigorifique ou calorifique utile calculée des évaporateurs dans chaque compartiment en mode de fonctionnement températures multiples avec le groupe de condensation (par. 67) doit être au moins égale à la demande frigorifique ou calorifique maximale calculée des compartiments multipliée par 1,75.

Pour la certification, la puissance frigorifique utile mesurée des évaporateurs de congélation visés aux paragraphes 65 et 66 doit être en moyenne supérieure à 90 % de la puissance frigorifique calculée visée au paragraphe 67.

**71) Cloisons internes**

Les déperditions thermiques des cloisons internes peuvent être calculées à l'aide des valeurs du coefficient K figurant dans le tableau ci-après. La capacité d'isolation (coefficient K) des cloisons internes peut également être mesurée sur un véhicule complet conformément aux paragraphes 7 à 25 de l'appendice 2 de l'annexe 1 de l'ATP.

	Coefficient K [W/m <sup>2</sup> .K]		Épaisseur moyenne minimale de mousse [en mm]
	Cloisons fixes	Cloisons mobiles	
Cloisons longitudinales	2,5	3,5	25
Cloisons transversales	1,5	2,5	40

Notes:

- a) Les coefficients K des cloisons internes sont obtenus à partir de calculs qui tiennent compte des ponts thermiques dans les cloisons, le plafond, le plancher, les plaques protectrices, les barres d'arrimage et les dispositifs de scellement.

-----