



**Conseil économique  
et social**

Distr.  
GÉNÉRALE

ECE/TRANS/WP.11/2009/14  
14 août 2009

Original: FRANÇAIS

---

**COMMISSION ÉCONOMIQUE POUR L'EUROPE**

**COMITÉ DES TRANSPORTS INTÉRIEURS**

Groupe de travail du transport des denrées périssables

Soixante-quatrième session

Genève, 27-30 octobre 2009

Point 5 a) de l'ordre du jour provisoire

**PROPOSITION D'AMENDEMENT À L'ACCORD RELATIF AUX TRANSPORTS  
INTERNATIONAUX DE DENRÉES PÉRISSABLES ET AUX ENGIN  
SPÉCIAUX À UTILISER POUR CES TRANSPORTS (ATP)**

Propositions en suspens

Procédures de test et d'attestation ATP pour les groupes frigorifiques en multitempératures\*

Communication du Gouvernement français

**Introduction**

1. L'Accord relatif aux transports internationaux de denrées périssables et aux engins spéciaux à utiliser pour ces transports (ATP) signé en 1970 prend en compte les équipements existants à cette époque sur le marché. Dans les années 1990, les fabricants de groupes frigorifiques de transport ont commencé à développer et commercialiser des groupes de réfrigération multitempératures. Ces équipements sont conçus pour maintenir, dans une même caisse isotherme, différentes températures dans différents compartiments isolés.

2. Les stations d'essai ont essayé ces équipements sur la base de l'ATP. Ils ont mesuré la puissance frigorifique comme pour les engins monotempérature.

---

\* Le présent document est soumis en vertu du point 2.11 a) du programme de travail du Comité des transports intérieurs pour la période 2008-2012 (ECE/TRANS/2008/11) intitulé «Examen des propositions d'amendement concernant l'ATP pour assurer sa nécessaire mise à jour».

3. Il est apparu assez rapidement que si la puissance globale est nécessaire pour dimensionner l'équipement complet, elle n'est pas suffisante pour dimensionner les différents compartiments et les évaporateurs utilisés pour chacun d'entre eux. Les fabricants et les stations d'essai ont travaillé ensemble, de 1994 à 1998, à l'élaboration d'un protocole pour essayer ces équipements.
4. Ils ont aussi préparé une méthode de dimensionnement des engins multitempérature et un modèle de certificat pour ces engins.
5. Une première proposition a été présentée au Groupe de travail des denrées périssables (WP.11) en 1997. Une version révisée a été présentée et approuvée par le WP 11 en 1998.
6. Malheureusement quand l'amendement a été envoyé aux gouvernements pour l'approbation finale il n'y avait plus unanimité et si le modèle d'attestation ATP pour les engins multitempérature a été approuvé, la méthode de test et la méthode de dimensionnement ont été rejetées.
7. Depuis 1997, la quasi-totalité des groupes multitempératures du marché ont été testés suivant la procédure approuvée en 1998 par le WP.11. Plus de 100 rapports de test de groupes multitempérature ont été réalisés par 3 différentes stations d'essai ATP officielles pour les quatre fabricants du marché. Plusieurs pays membres de l'ATP utilisent ces résultats de test et la méthode de dimensionnement de 1998 pour délivrer des attestations ATP pour des engins multitempératures. La méthode d'essai a démontré sa qualité même si elle peut être améliorée sur certains points. D'autre part, la méthode de dimensionnement a montré quelques défauts qui peuvent être facilement corrigés sans augmenter la complexité.
8. Depuis 1997 également, certain fabricant non satisfait par le protocole essaie de le modifier mais n'a jamais trouvé l'unanimité des autres fabricants sur ses propositions. Il a été demandé au TÜV de réaliser de nouveaux essais et de trouver un compromis sans succès. Enfin le Cemafruid s'est vu demander d'essayer à nouveau de trouver un compromis.
9. Cette proposition est le résultat du travail effectué avec le TÜV dans un premier temps puis avec les constructeurs représentant la majeure partie du marché.
10. Cette proposition a reçu le soutien de:
  - La Sous-Commission des stations d'essai de l'Institut International du Froid réunie en juin 2009 à Castelo Branco au Portugal;
  - Fabricants de groupes frigorifiques de transport représentant plus de 80% du marché européen et mondial des groupes multitempérature.

### **Etat de l'art**

11. Comme pour les engins monotempérature, l'objectif est de mesurer la puissance de réfrigération des groupes dans le but de vérifier que le groupe est suffisant pour compenser la demande due aux pertes de la caisse augmentée d'un coefficient de sécurité.

## **Historique des essais**

12. La méthode de 1998 et toutes les propositions formulées par la suite demandent:
- a) Pour chaque évaporateur:
    - La mesure du débit d'air.
  - b) Pour les différentes versions deux ou trois compartiments:
    - La mesure de:
      - La puissance nominale du groupe avec une série d'évaporateurs correspondant au nombre de compartiments;
      - La puissance individuelle de chaque évaporateur proposé (une combinaison d'évaporateurs pour le même compartiment est considérée comme un évaporateur);
      - La capacité utile d'un jeu d'évaporateur incluant le plus petit et le plus grand.
    - Le calcul de la capacité utile de tous les autres évaporateurs proposés.
13. La méthode actuelle a démontré à travers plus de 100 tests que l'interpolation des puissances utiles est possible et juste et que l'essai d'un seul jeu est suffisant.
14. Le protocole d'essai n'était pas très clair sur certains points. Il est proposé de le préciser. La présentation des résultats des puissances utiles a été améliorée au fil des ans, il est proposé d'utiliser une présentation plus claire.

## **Historique pour le dimensionnement**

15. La méthode de 1998 consiste à vérifier la capacité du groupe à fournir suffisamment de puissance à l'ensemble de l'équipement et à chaque compartiment.
16. Pour chaque compartiment le coefficient K est considéré égal à celui de l'équipement complet. Les autres règles de dimensionnement sont les mêmes que pour les équipements ATP monotempérature.
17. Cette méthode sous-estime la demande en froid de chaque compartiment dans certaines configurations et utilisations. Elle peut conduire à des puissances insuffisantes dans certains cas. Il est préférable d'améliorer cette méthode.
18. Les principaux changements concernent le calcul de la demande frigorifique de chaque compartiment. Le coefficient K de l'engin entier ne sera plus utilisé. Le coefficient K du compartiment sera calculé avec le coefficient K de la caisse entière et celui des cloisons.

## Attestations

19. Il n'y a pas de changement dans le modèle d'attestation ATP qui peut facilement être utilisé. Il peut être perfectionné dans le même projet que le modèle d'attestation des engins monotempérature.

## La proposition

20. La proposition est divisée en trois parties:

- Le titre et les définitions;
- La procédure d'essai des groupes multitempératures;
- La méthode de dimensionnement des engins multitempératures.

21. Le modèle d'attestation ATP a déjà été adopté en 1998. Il n'y a pas de changement à ce modèle.

## Définitions

22. Les nouveaux termes introduits dans l'ATP sont définis.

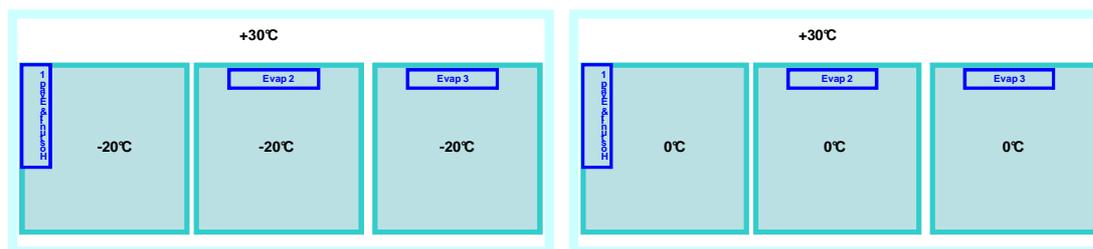
## Procédure d'essai

23. L'essai est réalisé dans les mêmes conditions que pour les groupes monotempérature. Chaque évaporateur est installé sur un calorimètre séparé.

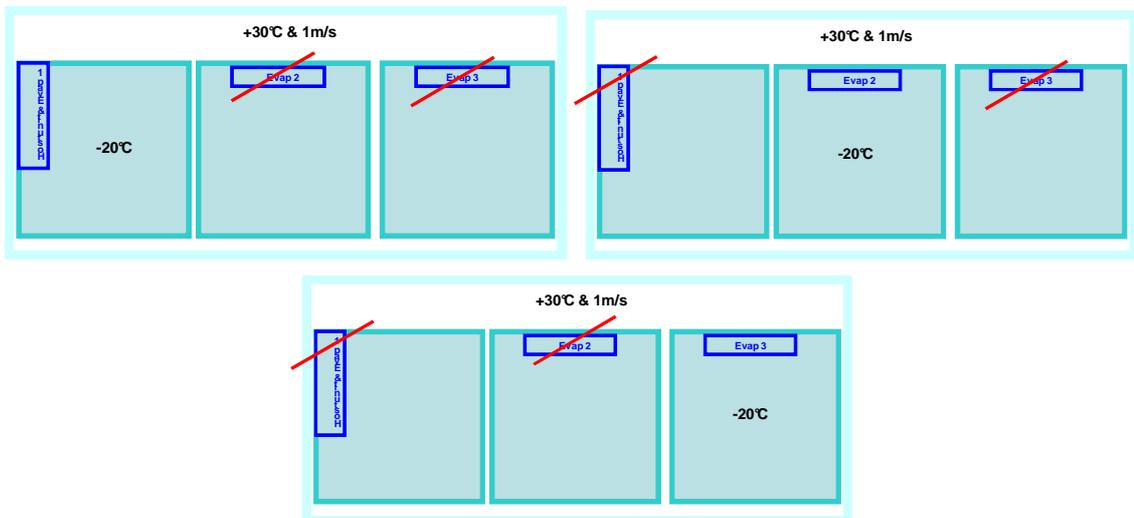
24. Le débit d'air est mesuré pour chaque évaporateur.

25. Considérant que plusieurs mesures sont réalisées pour chaque groupe, les puissances frigorifiques des groupes multitempératures sont seulement mesurées à 0 °C et -20 °C. L'essai de puissance frigorifique est divisé comme suit:

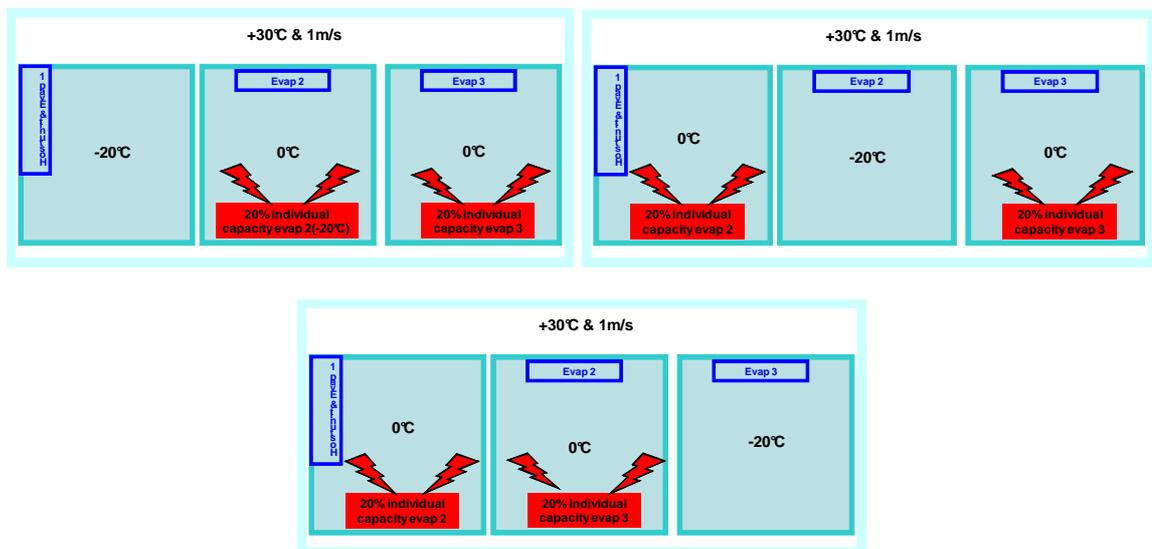
- Mesure de la **Puissance Nominale**



- Mesure de la **Puissance Individuelle** pour chaque évaporateur ou combinaison



- Aussi avec les autres évaporateurs (n<sup>os</sup> 4, 5...); et
- Pour chacun d'entre eux le test sera aussi répété à 0 °C;
- Mesure de la **Puissance Utile d'un jeu d'évaporateurs**: le plus petit, le plus grand, et si nécessaire un intermédiaire.



26. Ces tests doivent être réalisés pour une combinaison de deux évaporateurs et une combinaison de trois évaporateurs si les deux sont disponibles. Dans tous les cas, les mesures sont réalisées pour les puissances nominales et individuelles à 0 °C et -20 °C. Les puissances à -10 °C sont calculées par interpolation linéaire.

27. Ensuite les puissances utiles des autres évaporateurs sont calculées en prenant en compte le fait qu'elles sont proportionnelles à la puissance individuelle de l'évaporateur à -20 °C avec le même coefficient.

28. Tous les essais sont réalisés en mode route et secteur si applicable.

29. Finalement les résultats sont présentés dans un tableau suivant le modèle ci-dessous.

TEMPERATURE	TOTALE NOMINALE TOTAL NOMINAL	Puissance utile pour évaporateur Useful capacity for evaporator (W)			Puissance utile pour évaporateur Useful capacity for evaporator (W)			Puissance utile pour évaporateur Useful capacity for evaporator (W)		
		Evaporator 1			Evaporator 2			Evaporator 3		
	(W)	Individuel Individual	2 compts 2 compts	3 compts 3 compts	Individuel Individual	2 compts 2 compts	3 compts 3 compts	Individuel Individual	2 compts 2 compts	3 compts 3 compts
Avec entrainement par moteur thermique <i>With engine driven</i>										
-20 / 30 °C										
-10 / 30 °C (*)										
0 / 30 °C										
Avec entrainement par moteur électrique <i>With electrical motor driven</i>										
-20 / 30 °C										
-10 / 30 °C (*)										
0 / 30 °C										

(\*) Les capacités à -10 °C sont calculées par interpolation entre les capacités à -20°C et à 0°C.

(\*) The capacities at -10 °C are calculated by interpolation between capacities at -20 °C and at 0 °C

Légende Legend:

- Puissance nominale totale du groupe ; Total nominal capacity of the unit
- Puissance individuelle de l'évaporateur ; Individual capacity of the evaporator
- Puissance utile de l'évaporateur pour 2 compartiments ; Useful capacity of the evaporator for 2 compartiments
- Puissance utile de l'évaporateur pour 3 compartiments ; Useful capacity of the evaporator for 3 compartiments

### Méthode de dimensionnement

30. Le dimensionnement est effectué en 2 étapes:

- Dimensionnement global de l'équipement;
- Dimensionnement de chaque compartiment.

31. Le dimensionnement global de l'équipement est réalisé comme pour les engins monotempérature avec:

- La puissance nominale du groupe;
- Le coefficient K de l'ensemble de la cellule;
- La surface moyenne extérieure de l'ensemble de la cellule.

32. Le dimensionnement de chaque compartiment est réalisé comme pour les engins monotempérature avec:

- La taille maximale du compartiment et sa surface correspondante;
- La puissance utile de l'évaporateur de ce compartiment;
- Le coefficient K mesuré ou calculé du compartiment. Le coefficient K des parois extérieures de la caisse est considéré égal au coefficient K de la caisse complète. Le coefficient K de la paroi peut être mesuré par une station d'essai officielle ATP par différence ou bien pris dans le tableau ci-dessous:

	Coefficient K- [W/m²K]		Épaisseur minimale de mousse [mm]
	Fixe	Mobile	
Longitudinal	2.5	3.5	25
Transversale	1.5	2.5	40

33. Dans tous les cas le coefficient de sécurité est le même que celui des monotempératures dans l'ATP.

34. Le débit d'air de chaque compartiment dans sa taille maximale doit respecter les règles de l'ATP pour les engins monotempératures.

### Exemples d'essai de groupe et de dimensionnement d'engin

#### Essai d'un groupe multitempérature

35. Pour un groupe multitempératures commercialisé avec cinq modèles d'évaporateurs classés par ordre croissant de taille dénommés E1, E2, E3, E4, E5.

#### Puissances nominales et individuelles:

36. La puissance nominale et les puissances individuelles sont mesurées à -20 °C et à 0 °C et les puissances à -10 °C sont interpolées. Les valeurs ci-dessous sont obtenues:

Puissances	Nominale	Individuelle E1	Individuelle E2	Individuelle E3	Individuelle E4	Individuelle E5
-20°C / +30°C	5 000	4 500	4 200	4 000	3 500	3 000
-10°C / +30°C	7 500	7 000	6 300	6 000	5 250	4 500
0°C / +30°C	10 000	9 500	8 400	8 000	7 000	6 000

#### Puissances utiles mesurées et taux de réfrigération relative R pour une configuration à deux évaporateurs

37. Les évaporateurs E1 et E5 (le plus petit et le plus grand) sont montés sur **deux calorimètres** séparés et les puissances utiles sont mesurées à -20 °C. Les valeurs mesurées sont les suivantes:

Puissances	Utile E1 (2 évaporateurs)	Utile E5 (2 évaporateurs)	
-20 °C / 0°C	<b>3717</b>	1 035	Thermostaté à 0°C
0°C / -20 °C	678	<b>2 466</b>	Thermostaté à 0°C

Soit en pourcentage les coefficients Ri calculés par rapport aux puissances individuelles à -20 °C:

$$R_1 = P_{U_1} / P_{I_1} = 3717 / 4500 = 0,826$$

$$R_2 = P_{U_2} / P_{I_2} = 2466 / 3000 = 0,822$$

38. Elles sont données dans le tableau ci-dessous:

Puissances	Utile E1 (2 évaporateurs)	Utile E5 (2 évaporateurs)
-20 °C / 0°C	<b>82,6%</b>	23,0%
0 °C / -20 °C	22,6%	<b>82,2%</b>

39. Le coefficient R moyen est ensuite calculé pour deux évaporateurs. Le coefficient R est alors pour la configuration à deux évaporateurs (noté  $R_{2\text{evap}}$ ):

$$R_{2\text{evap}} = \text{moyenne } (R_1, R_2) = (82,6 + 82,2)/2 \text{ soit } \mathbf{R_{2\text{evap}} = 82,4\%}$$

### Puissances utiles mesurées et taux de réfrigération relative R pour une configuration à trois évaporateurs

40. Les évaporateurs E1, E3 et E5 (le plus petit, le moyen et le plus grand) sont installés sur **trois calorimètres** séparés et les puissances utiles sont mesurées à  $-20\text{ °C}$ .

41. Deux évaporateurs thermostatent à  $0\text{ °C}$  avec une charge de chauffage de 20% de leur puissance individuelle. Par permutation l'essai est réalisé pour chaque évaporateur à  $-20\text{ °C}$ . Les valeurs mesurées sont les suivantes:

Puissances	Utile E1 (3 évaporateurs)	Utile E3 (3 évaporateurs)	Utile E5 (3 évaporateurs)	
$-20\text{ °C} / 0\text{ °C} / 0\text{ °C}$	<b>3 290</b>	900	700	Thermostaté à $0\text{ °C}$
$0\text{ °C} / -20\text{ °C} / 0\text{ °C}$	950	<b>2 920</b>	650	Thermostaté à $0\text{ °C}$
$0\text{ °C} / 0\text{ °C} / -20\text{ °C}$	980	850	<b>2 200</b>	Thermostaté à $0\text{ °C}$

Soit, en pourcentage, les coefficients  $R_i$  calculés par rapport aux puissances individuelles à  $-20\text{ °C}$ :

$$R_1 = P_{U,1} / P_{I,1} = 3290 / 4500 = 0,731$$

$$R_2 = P_{U,2} / P_{I,2} = 2920 / 4000 = 0,730$$

$$R_3 = P_{U,3} / P_{I,3} = 2200 / 3000 = 0,733$$

42. Elles sont données dans le tableau ci-dessous:

Puissances	Utile E1 (3 évaporateurs)	Utile E3 (3 évaporateurs)	Utile E5 (3 évaporateurs)
$-20\text{ °C} / 0\text{ °C} / 0\text{ °C}$	<b>73,1%</b>	22,50%	23,33%
$0\text{ °C} / -20\text{ °C} / 0\text{ °C}$	21,11%	<b>73,0%</b>	21,67%
$0\text{ °C} / 0\text{ °C} / -20\text{ °C}$	21,78%	21,25%	<b>73,3%</b>

43. Le coefficient R moyen est ensuite calculé pour trois évaporateurs (noté  $R_{3\text{evap}}$ ).

$$R_{3\text{evap}} = \text{moyenne } (R_1, R_2, R_3) = (73,1 + 73,0 + 73,3)/3 \text{ soit } \mathbf{R_{3\text{evap}} = 73,1\%}$$

### Détermination des puissances utiles de tous les évaporateurs

44. Pour la configuration à deux évaporateurs, la puissance utile pour chaque évaporateur est calculée comme suit:

$$P_{U\_n}(-20\text{ °C}) = R_{2\text{evap}} \times P_{L\_n}(-20\text{ °C})$$

Où  $P_{U\_n}(-20\text{ °C})$  est la puissance utile de l'évaporateur à  $-20\text{ °C}$  et  $P_{L\_n}(-20\text{ °C})$  est la puissance individuelle du même évaporateur à  $-20\text{ °C}$ . Le même calcul est effectué à  $0\text{ °C}$ .

$$P_{U\_n}(0\text{ °C}) = R_{2\text{evap}} \times P_{L\_n}(0\text{ °C})$$

45. Les puissances utiles de chaque évaporateur sont ensuite interpolées à  $-10\text{ °C}$  pour la configuration à deux évaporateurs:

Puissances	Utile E1 (2 évaporateurs)	Utile E2 (2 évaporateurs)	Utile E3 (2 évaporateurs)	Utile E4 (2 évaporateurs)	Utile E5 (2 évaporateurs)
$-20\text{ °C} / +30\text{ °C}$	3708	3 461	3 296	2 884	2 472
$-10\text{ °C} / +30\text{ °C}$	5 768	5 191	4 944	4 326	3 708
$0\text{ °C} / +30\text{ °C}$	7 828	6 922	6 592	5 768	4 944

46. Les mêmes calculs sont effectués pour la configuration à trois évaporateurs à partir du coefficient  $R_{3\text{evap}}$  et les puissances individuelles à  $-20\text{ °C}$  et à  $0\text{ °C}$  de chaque évaporateur:

Puissances	Utile E1 (3 évaporateurs)	Utile E2 (3 évaporateurs)	Utile E3 (3 évaporateurs)	Utile E4 (3 évaporateurs)	Utile E5 (3 évaporateurs)
$-20\text{ °C} / +30\text{ °C}$	3 290	3 070	2 924	2 559	2 193
$-10\text{ °C} / +30\text{ °C}$	5 117	4 605	4 386	3 838	3 290
$0\text{ °C} / +30\text{ °C}$	6 945	6 140	5 848	5 117	4 386

### Impact de la proposition

#### Impact technique

47. La nouvelle version du protocole d'essai ne change pas le volume et la durée des essais. Il n'y a pas d'impact direct du protocole sur les produits déjà présents sur le marché, ni pour les groupes ni pour les engins.

48. La nouvelle méthode de dimensionnement aura un impact sur les engins avec un très faible coefficient de sécurité proche de 1,75. L'étude des équipements vendus en France sur l'année 2007 et 2008 montre que pour tous les types d'équipements les coefficients de sécurité moyens sont très au dessus de 1,75 comme le montre la figure ci-dessous. Les nouvelles dispositions impacteront un nombre extrêmement limité de configurations.

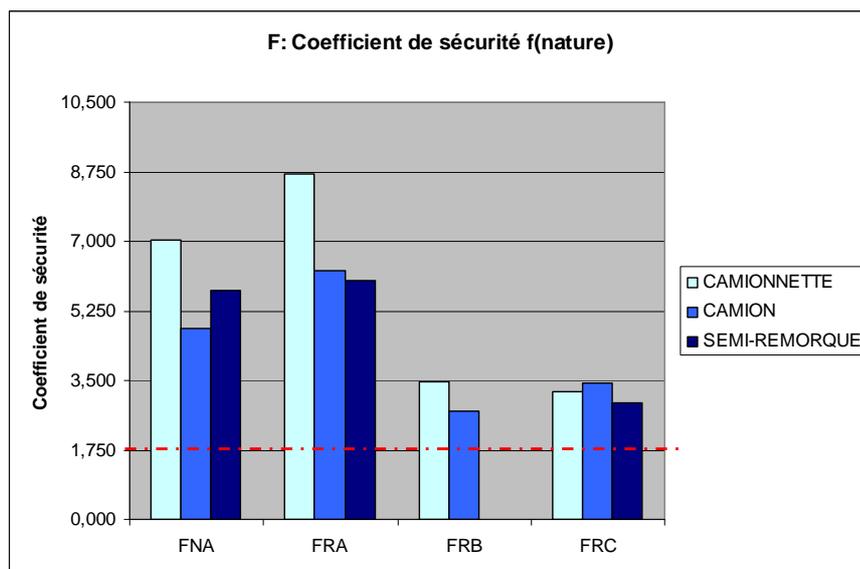


Figure 1: Coefficient de sécurité moyen des équipements vendus en France entre 2007 et 2008

### Impact économique

49. L'impact économique de cette proposition sur les essais est nul car les durées et nombre d'essais sont identiques à ceux du protocole actuel. Par ailleurs les anciens essais pourront toujours être utilisés.

50. L'impact sur le prix des équipements sera négligeable pour la majeure partie d'entre eux. Pour les équipements mal dimensionnés, l'amélioration des performances et la réduction des risques compensera les éventuels surcoûts du nouveau dimensionnement.

### Conclusion et proposition

51. Sur la base de cette présentation, il est proposé trois amendements complémentaires à l'Annexe 1, Appendice 2 de l'ATP dans un nouveau chapitre E:

- **Amendement n° 1:** Titre et définitions,
- **Amendement n° 2:** Méthode d'essai des groupes multitempératures,
- **Amendement n° 3:** Méthode de dimensionnement des engins ATP multitempératures.

## Propositions d'amendements à l'ATP

### Amendement n° 1

#### E. Procédure pour la mesure de la puissance des groupes frigorifiques de réfrigération et le dimensionnement des engins multicompartiments

##### I. Définitions

61.

- a) **Engin multicompartiments:** Engin avec deux ou trois compartiments isolés pour des températures différentes dans chaque compartiment;
- b) **Groupe frigorifique multitempératures:** groupe frigorifique à compression avec un condenseur et deux ou trois évaporateurs pour le contrôle de températures différentes dans chaque compartiment d'un engin multicompartiment;
- c) **Utilisation multitempératures:** utilisation d'un engin frigorifique multitempératures avec deux ou trois évaporateurs travaillant à des températures différentes dans un engin multicompartiment;
- d) **Puissance frigorifique Nominale:** Puissance frigorifique maximale du groupe de condensation en utilisation monotempérature avec deux ou trois évaporateurs fonctionnant simultanément à la même température;
- e) **Puissance frigorifique individuelle:** Puissance frigorifique maximale de chaque évaporateur utilisé seul avec le groupe de condensation;
- f) **Puissance frigorifique Utile:** Puissance frigorifique de chaque évaporateur avec le groupe de condensation utilisé en multitempérature avec deux ou trois évaporateurs à différentes températures;
- g) **Taux de réfrigération relative:** Puissance Utile/Puissance individuelle.

### Amendement n° 2

#### II. Procédure d'essai pour les groupes frigorifiques multitempérature

62. Procédure générale

La procédure d'essais est conforme à l'Annexe 1, Appendice 2, chapitre D de l'accord ATP. L'incertitude est celle de l'Annexe 1, Appendice 2 D et de l'Annexe 1, Appendice 2, paragraphe 10 de l'accord ATP.

Le groupe de condensation doit être essayé combiné avec différents évaporateurs. Chaque évaporateur doit être essayé sur un calorimètre distinct.

La capacité nominale du groupe de condensation en utilisation multitempératures, comme prescrit au paragraphe 63, est mesurée avec une seule combinaison de deux ou trois évaporateurs incluant le plus petit et le plus grand.

La puissance individuelle est mesurée pour chaque évaporateur en utilisation monotempérature avec le groupe de condensation comme prescrit au paragraphe 64.

La puissance utile des évaporateurs en utilisation multitempératures comme prescrites aux paragraphes 65 et 66 sont mesurées pour des combinaisons de deux ou trois évaporateurs incluant le plus petit et le plus grand.

Si le groupe multitempératures peut fonctionner avec plus de deux évaporateurs:

- La combinaison du groupe de condensation et deux évaporateurs est essayée avec une combinaison de deux évaporateurs: le plus grand et le plus petit;
- La combinaison du groupe de condensation et de trois évaporateurs est essayée avec une combinaison de trois évaporateurs: le plus petit, le plus grand et un intermédiaire.

Les puissances utiles sont calculées pour chaque évaporateur dans une combinaison de deux et, si nécessaire, une combinaison de trois évaporateurs.

#### 63. Mesure de la puissance nominale du groupe de condensation

La puissance nominale du groupe de condensation en utilisation monotempérature est mesurée avec une seule combinaison de deux ou trois évaporateurs fonctionnant simultanément à la même température. Cet essai est réalisé à  $-20\text{ °C}$  et à  $0\text{ °C}$ . La température d'entrée d'air du condenseur est de  $+30\text{ °C}$ .

La puissance nominale à  $-10\text{ °C}$  est calculée par interpolation linéaire des puissances à  $-20\text{ °C}$  et à  $0\text{ °C}$ .

#### 64. Mesure de la puissance individuelle de chaque évaporateur

La puissance individuelle de chaque évaporateur est mesurée lorsqu'il fonctionne seul avec le groupe de condensation. L'essai est réalisé à  $-20\text{ °C}$  et à  $0\text{ °C}$ . La température d'air à l'entrée du condenseur est de  $+30\text{ °C}$ .

La puissance individuelle à  $-10\text{ °C}$  est calculée par interpolation linéaire des puissances à  $0\text{ °C}$  et à  $-20\text{ °C}$ .

#### 65. Mesure des puissances utiles d'un jeu d'évaporateurs en utilisation multitempératures

La puissance utile maximale de chaque évaporateur est mesurée à  $-20\text{ °C}$  alors que le ou les autre(s) évaporateur(s) fonctionnent en régime thermostaté à  $0\text{ °C}$  avec une charge de chauffage de 20% de la puissance individuelle à  $-20\text{ °C}$  de l'évaporateur concerné. La température d'air à l'entrée du condenseur est de  $+30\text{ °C}$ .

Cet essai est réalisé avec deux ou trois évaporateurs incluant le plus petit et le plus grand et, si nécessaire, un intermédiaire.

66. Détermination de la puissance utile de chaque évaporateur utilisé en multitempératures

La puissance utile de chaque évaporateur utilisé en multitempératures est calculée avec la puissance individuelle à  $-20\text{ °C}$  de l'évaporateur fonctionnant seul avec le groupe de condensation et le taux relatif de réfrigération du groupe.

Le taux relatif de réfrigération (R) est déterminé pour une configuration de deux évaporateurs et pour une configuration de trois évaporateurs le cas échéant.

**Détermination du taux relatif de réfrigération du groupe pour une configuration de deux évaporateurs**

- $R = \text{moyenne } (R_i)$ ;
- $R_i = U_i / I_i$ .

Où :

- $U_i$  est la puissance utile à  $-20\text{ °C}$  de l'évaporateur (i);
- $R_i$  est le taux relatif de réfrigération de l'évaporateur (i);
- R est le taux relatif de réfrigération moyen, pour une configuration à deux évaporateurs,
- $I_i$  est la puissance individuelle de l'évaporateur (i) opérant à  $-20\text{ °C}$ .

**Détermination de la puissance utile de chaque évaporateur pour une configuration à deux évaporateurs:**

- à  $-20\text{ °C}$ :  $U_n(-20\text{ °C}) = R \times I_n(-20\text{ °C})$
- à  $0\text{ °C}$ :  $U_n(0\text{ °C}) = R \times I_n(0\text{ °C})$

Où :

- $U_n(-20\text{ °C})$  et  $U_n(0\text{ °C})$ , sont les puissances utiles respectivement à  $-20\text{ °C}$  et à  $0\text{ °C}$  de l'évaporateur (n);
- R est le taux relatif de réfrigération;
- $I_n(-20\text{ °C})$  et  $I_n(0\text{ °C})$  sont les puissances individuelles respectivement à  $-20\text{ °C}$  et à  $0\text{ °C}$  de l'évaporateur (n).

Les puissances utiles à  $-10\text{ °C}$  sont calculées par interpolation linéaire des puissances utiles à  $0\text{ °C}$  et  $-20\text{ °C}$ .

Le même calcul est effectué pour les configurations à trois évaporateurs. Il s'agit de déterminer le taux relatif de réfrigération pour les configurations à trois évaporateurs et de déterminer la puissance utile de chaque évaporateur opérant avec une configuration à trois évaporateurs.

**Amendement n° 3****III. Dimensionnement et certification des engins frigorifiques multitempératures**

## 67. Procédure générale

La demande de puissance frigorifique des engins multitempératures est basée sur celle des engins monotempérature définie dans l'Annexe 1, Appendice 2 de l'accord ATP.

Pour les engins multicompartiments, un coefficient K inférieur ou égal à 0,40W/m<sup>2</sup>K (IR) pour l'ensemble de la caisse doit être approuvé suivant l'Annexe 1, Appendice 2, paragraphes 7 à 25 de l'ATP.

Pour la délivrance de l'attestation ATP, la puissance nominale de tous les dispositifs installés doit être au moins égale aux pertes thermiques à travers les parois de l'ensemble de l'engin multipliées par le même facteur qu'au paragraphe 41.

Pour la délivrance de l'attestation ATP, dans chaque compartiment, la puissance utile de l'évaporateur utilisé en multitempérature doit être supérieure ou égale à la demande maximale du compartiment en puissance frigorifique multipliée par le même facteur qu'au paragraphe 41.

## 68. Détermination de la demande de puissance frigorifique

Le calcul de la demande de puissance frigorifique maximale pour chaque compartiment doit être basé sur la classe de température la plus basse. Dans le cas des cloisons mobiles, le calcul doit être effectué avec la position la plus défavorable de la cloison pour chaque compartiment.

L'isolation des cloisons peut être mesurée à l'intérieur d'une cellule isolée ou calculée à partir des valeurs du tableau du paragraphe 69.

Le coefficient K du compartiment est la moyenne pondérée par les surfaces intérieures des panneaux des coefficients K des différents côtés.

La température extérieure du compartiment doit être considérée égale à +30 °C sur chaque côté du compartiment pour les panneaux intérieurs comme extérieurs.

## 69. Cloisons internes

Les pertes thermiques à travers les cloisons internes peuvent être calculées avec les coefficients du tableau ci-après. Le coefficient K des cloisons internes peut également être mesuré sur une caisse isolée complète suivant l'Annexe 1, Appendice 2, paragraphes 7 à 25 de l'accord ATP.

	Coefficient K- [W/m <sup>2</sup> K]		Épaisseur minimale de mousse [mm]
	Fixe	Mobile	
Longitudinal	2.5	3.5	25
Transversale	1.5	2.5	40