

ddd F
E = 7760

8786



WORLD HEALTH ORGANIZATION
ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ

WHO/EPI/CCIS/86.2

ORIGINAL: ANGLAIS

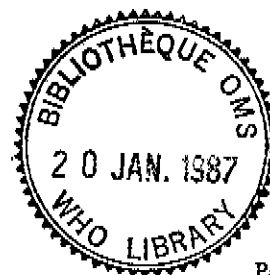
Distr.: GENERALE

Programme élargi de vaccination
AMELIORATION DES REFRIGERATEURS FONCTIONNANT AU PETROLE
POUR L'ENTREPOSAGE DES VACCINS

Résumé de la situation

Mai 1986

Table des matières



	<u>Pages</u>
Introduction	2
1. Amélioration et mise au point du matériel	2
2. Amélioration de la qualité des pièces de rechange	3
3. Mise au point de cours et de matériels de formation	4
4. Evolution future	9
ANNEXE 1 : Réfrigérateur RCW 42 pour centres de santé	11
ANNEXE 2 : Comparaison entre les réfrigérateurs SIBIR et ELECTROLUX fonctionnant au gaz ou au pétrole	21

The issue of this document does not constitute formal publication. It should not be reviewed, abstracted or quoted without the agreement of the World Health Organization. Authors alone are responsible for views expressed in signed articles.

Ce document ne constitue pas une publication. Il ne doit faire l'objet d'aucun compte rendu ou résumé ni d'aucune citation sans l'autorisation de l'Organisation Mondiale de la Santé. Les opinions exprimées dans les articles signés n'engagent que leurs auteurs.

INTRODUCTION

Des efforts considérables ont été faits, au cours des sept dernières années, pour améliorer la qualité des réfrigérateurs à pétrole utilisés pour conserver les vaccins. Avant 1978, les petits réfrigérateurs à pétrole disponibles sur le marché étaient connus pour être inefficaces à des températures ambiantes supérieures à 35°C. Certains progrès demandaient donc à être réalisés dans la technologie d'entreposage des vaccins.

Etant donné que, dans la plupart des pays en développement, il y avait au moins une période de l'année où la température à midi dépassait 35°C, il apparaissait nécessaire d'améliorer l'efficacité du système de réfrigération et la conception même de l'armoire réfrigérante. Dans la très grande majorité des cas, la clientèle potentielle était constituée par de petites unités de santé isolées desservant des populations de taille réduite et n'ayant, par conséquent, besoin que de petits réfrigérateurs pour conserver les vaccins. Les coffres réfrigérants, à ouverture par le haut, plus efficaces, ne se prêtaient pas un tel usage.

Il était, par ailleurs, très difficile de trouver les moyens et le matériel pédagogique voulus pour instruire et guider le personnel de santé. Les conditions spéciales de fonctionnement et d'entretien des appareils fonctionnant au pétrole étaient peu connues et les responsabilités en la matière étaient mal définies. Une formation "sur le tas", dans ce domaine, était rarement possible et l'on manquait également de véritables cours de formation et de matériel pédagogique pour initier les nouveaux venus aux principes de la conservation et de la manutention des vaccins.

Enfin, une enquête sur la chaîne du froid dans sept pays a montré que le pétrole utilisé était partout de qualité médiocre. En fait, cette qualité était si médiocre que l'on ne pouvait attendre d'un réfrigérateur ménager ordinaire, du type utilisé dans le cadre du PEV, qu'il reste à une température correcte.

La combinaison de ces divers facteurs - défaut de conception du matériel, inadéquation de l'équipement, insuffisance de l'entretien et mauvaise qualité du combustible - a fait qu'il était rare de trouver, dans un centre de santé, un réfrigérateur à pétrole fonctionnant convenablement et assurant la protection voulue des stocks de vaccin.

Le but du présent document est de résumer l'évolution de la situation depuis 1978. La première et la deuxième parties sont consacrées aux progrès survenus dans le domaine de l'équipement et des pièces de rechange, tandis que la troisième partie décrit le matériel de formation disponible. Il reste néanmoins beaucoup à faire et la fin du document donne un certain nombre d'indications sur les perfectionnements à apporter encore aux appareils fonctionnant au pétrole.

1. AMELIORATION ET MISE AU POINT DU MATERIEL

Les principaux changements survenus dans la conception des réfrigérateurs à pétrole ont été la mise au point de deux réfrigérateurs-congélateurs spécialement conçus pour l'entreposage des vaccins.

1.1 Réfrigérateur-congélateur pour les unités de santé : le premier des ces deux nouveaux réfrigérateurs a été conçu pour le PEV par la Société Electrolux et se trouve décrit en détail dans l'annexe 1.

Les avantages de ce nouveau réfrigérateur à pétrole, par rapport aux modèles antérieurs de taille analogue, sont, en bref, les suivants :

- faible consommation (moins d'un demi-litre de combustible par jour);
- plus longue durée d'autonomie (jusqu'à 12 heures) si la flamme s'éteint;
- armoire s'ouvrant par le haut construite en plastique et, de ce fait, inattaquable par la rouille;
- bonne stabilité de la température intérieure en dépit des variations de la température extérieure;
- capacité à fonctionner avec plusieurs types de combustible;
- réservoir à combustible en plastique insensible à la corrosion.

Cet appareil présente toutefois certains inconvénients :

- faible production de glace (moins de 250 g à 43°C);
- verre de lampe fragile;
- rendement du brûleur variant beaucoup en fonction de la qualité du pétrole et réglage de la flamme difficile, même lorsque le combustible est de qualité acceptable;
- prix unitaire par rapport à sa capacité de stockage plus élevé que celui d'autres modèles;
- réglage difficile de la température intérieure.

1.2 Réfrigérateur-congélateur pour utilisation au niveau du district/de la région : le deuxième réfrigérateur mis au point par SIBIR, également pour les besoins du PEV, se trouve, lui aussi, décrit plus en détail dans l'annexe 2.

Ses avantages sont, en gros, les suivants :

- stabilisation automatique de la température intérieure;
- durée d'autonomie plus longue (trois fois plus que les autres appareils analogues);
- plus forte capacité de production de glace (jusqu'à 4,8 kg par jour);
- réservoir à pétrole en plastique inattaquable par la rouille;
- prix inférieur à celui des modèles antérieurement disponibles.

Cet appareil comporte toutefois certains inconvénients :

- Il s'agit d'un modèle de diffusion encore restreinte pour lequel il peut s'avérer malaisé de trouver des pièces détachées dans certains pays.
- Il faut bouger l'appareil pour en assurer l'entretien courant (accès par l'arrière).
- Ouverture frontale.

Ces deux réfrigérateurs présentent des avantages appréciables pour l'entreposage des vaccins par rapport à tous les modèles analogues (capacité allant jusqu'à 100 litres) antérieurement disponibles.

2. AMELIORATION DE LA QUALITE DES PIECES DE RECHANGE

2.1 Verre de lampe

A la suite de recherches effectuées par M. S. Patternmaker de Dacca (Bangladesh), le verre de lampe fragile qui équipait, à l'origine, la plupart des réfrigérateurs à pétrole a généralement disparu. A l'exception de l'Electrolux RCW 42, tous les réfrigérateurs à pétrole sont maintenant équipés de verres de lampe que l'on peut sans danger laisser tomber d'une hauteur d'environ 1 mètre. Certains de ces "verres" de lampe sont, en réalité, maintenant faits en acier, avec seulement un petit hublot de verre; d'autres sont fabriqués en verre plus épais ayant subi un traitement thermique. Les travaux se poursuivent en vue de remplacer le verre de lampe fragile de l'Electrolux RCW 42 et d'améliorer encore le hublot des verres de lampe métalliques en le munissant d'un verre résistant à la chaleur.

2.2 Mèches à pétrole

La Silver Trading Company, d'Osaka (Japon) a mis au point pour les réfrigérateurs à pétrole utilisés dans le cadre du PEV une série de mèches faites de fibre de verre, à la place du coton traditionnel. Ces mèches existent dans les 4 tailles standard généralement utilisées dans les réfrigérateurs à vaccins, à savoir:

Type de brûleur	Numéro de la mèche	Coût unitaire (US\$)*	
		Fibre de verre	Coton
Kosmos 8"	SWM-001UF	0,47	0,67
Kosmos 10"	SWM-002UF	0,51	1,39
Aladdin 23E	SWT-231UF	1,03	2,96
Aladdin 32	SWT-141UF	0,94	1,45

* Prix indiqués par le fabricant pour les mèches en fibre de verre, en mai 1985, et prix du catalogue UNIPAC 1985 pour les mèches en coton.

Ces nouvelles mèches ont été testées dans la pratique et en laboratoire et les essais se poursuivent pour déterminer leur durée d'utilisation. Les mèches de coton habituelles semblent durer entre 3 et 12 mois, selon les conditions d'utilisation. En comparaison, les mèches de fibre de verre, selon leur fabricant, auraient une durée d'utilisation de 3 ans. A l'époque de la rédaction du présent document (mai 1986), il y a 16 mois que les mèches en fibre de verre brûlent de façon continue sans que l'on puisse noter une réduction sensible dans leur performance ou leur longueur.

3. MISE AU POINT DE COURS ET DE MATERIELS DE FORMATION

En plus du matériel de formation disponible concernant la chaîne du froid, l'entretien et le fonctionnement de tous les types de réfrigérateurs à pétrole pour l'entreposage des vaccins sont expliqués dans des livrets spéciaux qui, sauf indication contraire, peuvent être obtenus gratuitement, sur demande adressée au PEV, à l'Organisation mondiale de la Santé, à Genève, ou dans les bureaux régionaux.

3.1 Livrets pour l'utilisation, l'entretien et la réparation des réfrigérateurs

Pour les cours destinés à améliorer l'entretien et la réparation des réfrigérateurs et des chambres froides, il est prévu une série de 15 fascicules subdivisés en deux groupes :

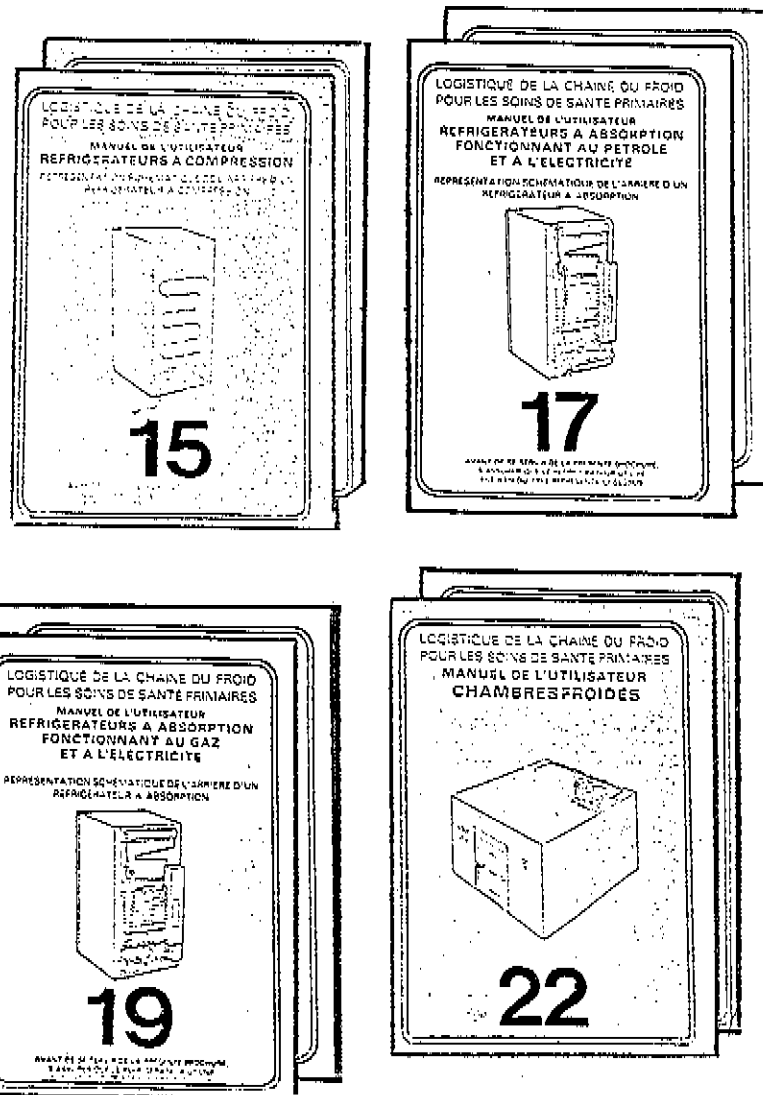
a) Les manuels de l'utilisateur

Chacun de ces groupes de deux livrets correspond à une journée de cours destiné aux utilisateurs des réfrigérateurs à compression, à pétrole ou à gaz ou des chambres froides :

Numéro de module¹

Titre

- | | |
|----|--|
| 14 | Comment entretenir un réfrigérateur à compression |
| 15 | Manuel de l'utilisateur pour les réfrigérateurs à compression |
| 16 | Comment entretenir un réfrigérateur fonctionnant au pétrole |
| 17 | Manuel de l'utilisateur pour les réfrigérateurs fonctionnant au pétrole et à l'électricité |
| 18 | Comment entretenir un réfrigérateur fonctionnant au gaz |
| 19 | Manuel de l'utilisateur pour les réfrigérateurs fonctionnant au gaz |
| 21 | Comment assurer l'entretien d'une chambre froide |
| 22 | Manuel de l'utilisateur des chambres froides pour vaccins |

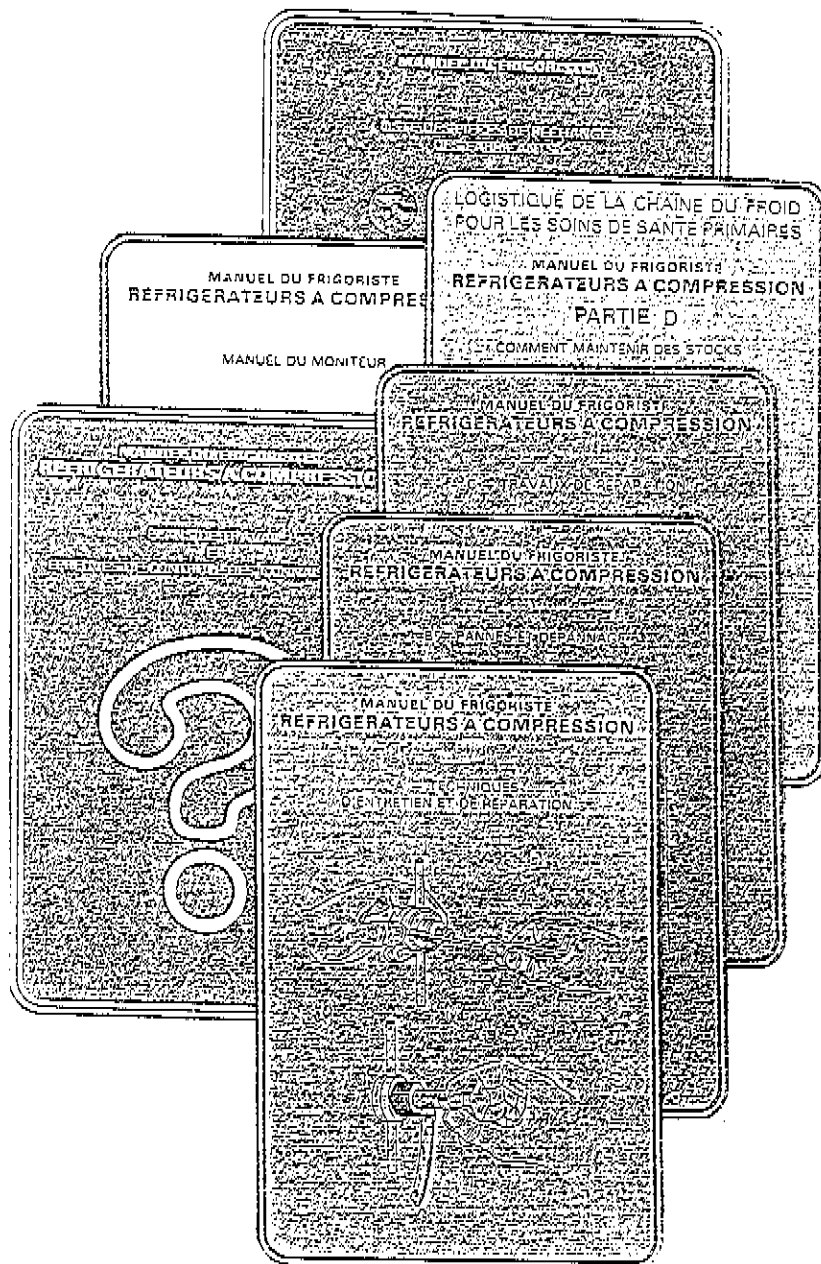


¹ Ces modules font partie de la série consacrée à la logistique de la chaîne du froid pour les soins de santé primaires et les numéros indiqués sont ceux qu'ils portent dans cette série.

b) Les manuels du frigoriste

Les livrets ci-après constituent le matériel pédagogique de base pour des cours d'une durée de 10 jours à l'intention des techniciens de la réparation des réfrigérateurs:

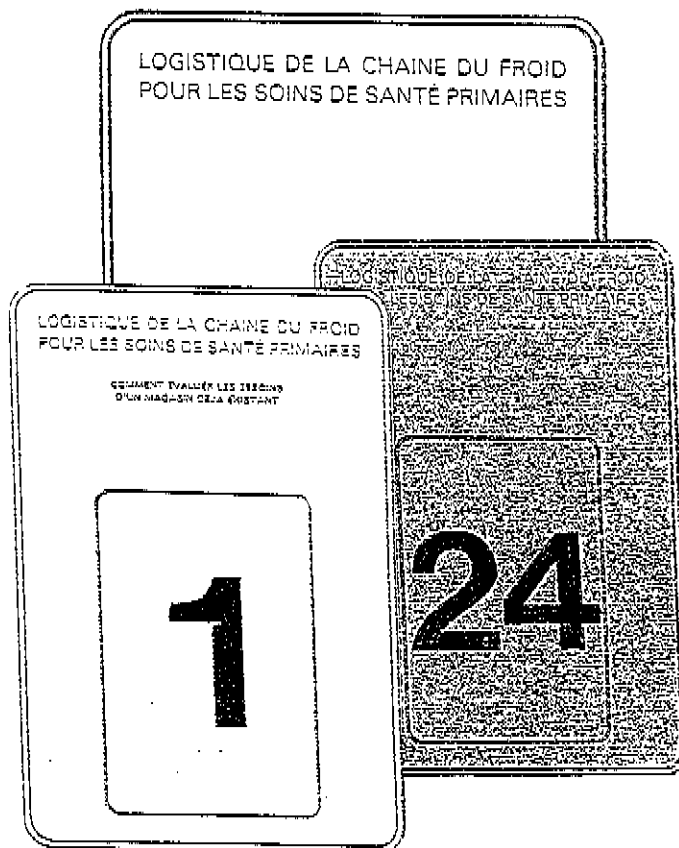
<u>Numéro du module</u>	<u>Titre</u>
A	Techniques d'entretien et de réparation
B	Pannes et dépannage
C	Travaux de réparation
D	Comment maintenir des stocks de pièces de rechange
E	Plans de travail et épreuves de contrôle des connaissances
F	Manuel du moniteur
G	Listes de pièces de rechange



3.2 La logistique de la chaîne du froid pour les soins de santé primaires fait l'objet d'une série de 24 livrets qui concerne la façon d'estimer la demande de fournitures, d'entreposer et de distribuer convenablement ces fournitures et d'entretenir le matériel d'entreposage. Les titres ci-après (dont certains sont déjà cités plus haut, au paragraphe 3.1 a) font partie de cette série :

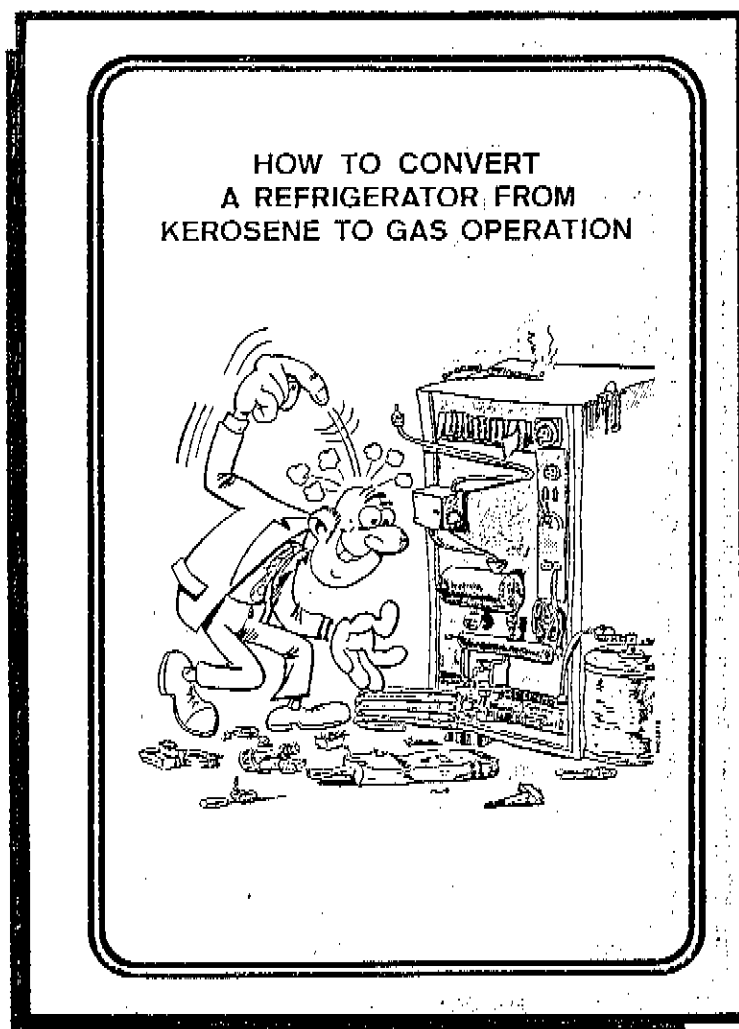
Numéro du module

1. Comment évaluer les besoins d'un magasin déjà existant
2. Comment entreposer les fournitures
3. Comment distribuer les fournitures
4. Comment tenir les registres et calculer les pertes
5. Comment contrôler la qualité des stocks
6. Comment évaluer les besoins pour la première fois
7. Comment évaluer les besoins en chloroquine pour la première fois
8. Comment évaluer les besoins en sachets SRO pour la première fois
9. Comment évaluer les besoins en vaccins pour la première fois
10. Comment évaluer les besoins en contraceptifs pour la première fois
11. Comment évaluer les besoins en médicaments essentiels pour la première fois
12. Le jeu de la chaîne du froid
13. Comment améliorer la communication
14. Comment entretenir un réfrigérateur à compression
15. Manuel de l'utilisateur pour les réfrigérateurs à compression
16. Comment entretenir un réfrigérateur fonctionnant au pétrole
17. Manuel de l'utilisateur pour les réfrigérateurs fonctionnant au pétrole
18. Comment entretenir un réfrigérateur fonctionnant au gaz
19. Manuel de l'utilisateur pour les réfrigérateurs fonctionnant au gaz
20. Comment maintenir des stocks de pièces de rechange
21. Comment assurer l'entretien d'une chambre froide
22. Manuel de l'utilisateur pour les chambres froides
23. Guide à l'usage des responsables de cours
24. Questionnaire pour l'évaluation



3.3 La transformation d'un réfrigérateur à pétrole en réfrigérateur à gaz est expliquée en détail dans un fascicule qui concerne plus particulièrement deux modèles courants de réfrigérateurs : l'Electrolux RAK 100 et le Sibir K230T.

Des instructions générales sont également données pour permettre la transformation de n'importe quel autre modèle de réfrigérateur à pétrole en réfrigérateur à gaz. Pour la transformation du modèle Sibir K230T, le fabricant peut fournir des jeux de pièces détachées, mais pour le modèle Electrolux RAK 100, il faut commander spécialement les pièces nécessaires, en suivant les indications données dans ce livret (qui n'existe qu'en anglais).



3.4 Des modules pour l'installation, l'entretien et la réparation des réfrigérateurs solaires sont en préparation. Ceux qui concernent l'entretien et la réparation devraient être prêts pour la fin de 1986, tandis que le module relatif à l'installation ne devrait pas tarder à suivre.

3.5 Des séries de diapositives montrent comment soigner et entretenir le matériel fonctionnant au pétrole, comment manipuler et emballer les vaccins et comment reconnaître les 6 maladies visées par le PEV. Chacune de ces séries se compose de 48 diapositives destinées à faire connaître ces importants principes au personnel de santé de tout niveau. On peut se les procurer auprès de Teaching Aids at Low Cost (TALC) UK, au prix de 6,5 livres par série accompagnée d'un texte explicatif qui peut servir de base à une présentation technique.

3.6 Les divers points exposés dans la série de diapositives concernant l'entretien des réfrigérateurs à pétrole sont illustrés par un dépliant destiné à être apposé dans tous les endroits où l'on utilise des réfrigérateurs et que l'on peut se procurer, en anglais, en français ou en portugais, sur demande adressée au PEV, à l'OMS.

4. EVOLUTION FUTURE

En dépit des progrès réalisés dans un certain nombre de domaines, il reste beaucoup à faire. Parmi les problèmes importants qui retiennent actuellement l'attention, on note, en particulier, les problèmes suivants :

4.1 Gestion de l'approvisionnement en combustible

L'un des problèmes les plus critiques auquel doivent faire face les utilisateurs de réfrigérateur fonctionnant au pétrole est celui de l'approvisionnement régulier et sûr en combustible de haute qualité. Ce problème est, d'ordinaire, en rapport étroit avec l'économie nationale et il peut, par conséquent, ne pas être possible aux administrateurs du PEV, ni même au Ministère de la Santé, d'assurer un approvisionnement continu et suffisant en pétrole.

Plusieurs stratégies ont toutefois été utilisées, avec des degrés de succès divers, pour essayer de résoudre ce problème.

- a) Le financement extérieur des coûts de fonctionnement (achat de pétrole, d'essence ou de gazole, par exemple) est maintenant reconnu par certains organismes comme étant un élément essentiel de l'assistance au programme. Ce financement est parfois uniquement assuré par l'organisme donateur pour une période limitée, après quoi ce genre de frais est censé être pris en charge par le gouvernement national. En période de difficultés économiques, il se peut toutefois qu'il faille envisager de prendre des dispositions particulières pour le financement extérieur de cet élément vital du programme.
- b) La création d'un fonds de roulement destiné à couvrir le coût du combustible est envisagée (notamment par le Mozambique) et ce système offre également des possibilités dans les autres pays. Un fonds en devises est, par exemple, établi pour l'achat sur les marchés internationaux d'un combustible de haute qualité qui peut ensuite être racheté par le pays en monnaie locale. L'organisme qui a établi le fonds utilise alors les sommes versées en monnaie locale pour financer d'autres projets dans le pays. Celui-ci peut ainsi compter sur un approvisionnement continu en combustible de haute qualité, tandis que le donateur a, de son côté, l'assurance que son argent ne sert pas à couvrir les frais de fonctionnement.
- c) La sous-traitance de l'approvisionnement en combustible avec le secteur privé (comme il est fait pour l'approvisionnement en gaz au Zimbabwe) évite au programme les problèmes inhérents à la gestion de ce type d'approvisionnement. La question du financement adéquat et des stocks de combustible reste toutefois posée.
- d) Des cuves spéciales sont utilisées en Tanzanie pour entreposer de grosses quantités de pétrole à l'intention exclusive du PEV. Ce système peut être appliqué, selon le cas, à l'échelon national ou régional ou à celui du district ou du centre de santé. Ces stocks tampons aident à parer aux fluctuations à court terme dans les approvisionnements. La viabilité du programme continue toutefois à dépendre des stocks nationaux et du budget disponible pour l'achat de combustible.
- e) La méthode qui consiste à livrer du pétrole en fûts scellés en même temps que les vaccins et les autres fournitures permet également de s'assurer d'un approvisionnement régulier en combustible et d'éviter les problèmes dus à la mauvaise qualité du pétrole existant dans bien des pays. Cette méthode est actuellement utilisée à Fidji.

Mais, bien que ces diverses stratégies se soient montrées utiles pour obtenir un approvisionnement régulier en combustible, aucune ne permet pour l'instant de garantir l'offre. Il y a là un problème critique qui demande à être étudié de plus près.

4.2 Qualité du combustible

La qualité du combustible peut être altérée par la présence :

- i) d'impuretés (saletés, eau, etc.) qui se sont trouvées mélangées au pétrole, ou
- ii) de corps étrangers subsistant dans le pétrole après le raffinage.

Le premier de ces problèmes peut être résolu par une meilleure manutention du combustible (en utilisant le système du fût scellé, par exemple, comme il a déjà été dit plus haut), mais le deuxième problème est responsable de la fumée qui se dégage de la flamme lorsque l'on monte la mèche. Plus il y a d'impuretés dans le combustible, plus la flamme fumera et plus il sera difficile d'ajuster le réfrigérateur à la température de stockage voulue.

On a essayé de réduire la quantité de fumée produite par la combustion du pétrole en utilisant des additifs chimiques. Les essais n'ayant pas jusqu'ici donné des résultats concluants, il faut poursuivre l'étude de ce procédé.

4.3 Brûleur

Pour résoudre les problèmes posés par les combustibles de basse qualité, on peut aussi essayer de mettre au point des réfrigérateurs et des brûleurs qui tolèrent ce genre de produits. Un fabricant a conçu un brûleur pouvant fonctionner avec du pétrole de basse qualité, mais les dimensions de ce brûleur ne permettent pas de l'utiliser dans les réfrigérateurs à vaccin. Il est évident qu'il faut poursuivre l'étude de la question.

On a également essayé de mettre au point un brûleur diesel pour réfrigérateur, ce qui permettrait de se passer totalement de pétrole, mais ces tentatives n'ont jusqu'ici pas été couronnées de succès et la question réclame, elle aussi, des études théoriques et pratiques plus poussées.

ANNEXE 1

REFRIGERATEUR RCW 42 POUR CENTRES DE SANTE²

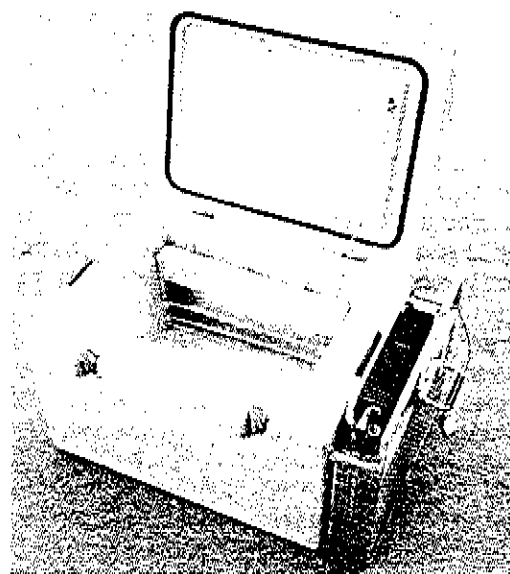
Le réfrigérateur RCW42 a été mis au point par Electrolux* conformément à une spécification OMS/PEV concernant le stockage des vaccins dans les centres de santé. Il consiste en une glacière du modèle RCW25 complétée par un système de réfrigération. Le RCW42 a une capacité suffisante pour l'approvisionnement mensuel en vaccins d'un centre de santé situé dans une région comptant 100 000 habitants. Il existe en cinq modèles, à savoir:

a) Modèle à absorption:

1. EK (fonctionnant à l'électricité - courant continu 220/110V, 12V - et au pétrole)
2. EG (fonctionnant à l'électricité - courant continu 220/110V, 12V - et au gaz)
3. EKG (fonctionnant à l'électricité - courant continu 220/110V, 12V, 24V - ainsi qu'au pétrole et au gaz)

b) Modèles à compression:

1. A courant alternatif (110/220V)
2. A courant continu (12/24V)

RCW 42 EG

Les résultats des épreuves pratiques et des essais de laboratoire auxquels ont été soumis les modèles EK et EG du réfrigérateur RCW42 sont récapitulés dans le présent document.

*Les frais de mise au point ont été pris en charge par le Gouvernement du Luxembourg; 359 réfrigérateurs ont été fournis gratuitement pour l'expérimentation sur le terrain.

² Document déjà diffusé sous la cote EPI/CCIS/83.10.

- a. Expérimentation sur le terrain
- b. Essais de laboratoire
 1. Maintien de la température voulue pour la conservation du vaccin.
 2. Maintien à l'intérieur d'une température acceptable en cas d'alimentation partielle en électricité ou de coupure du courant.
 3. Capacité de congélation de la glace.
 4. Autonomie frigorifique.
 5. Influence des températures diurnes et nocturnes.
 6. Consommation d'énergie.
 7. Prix unitaire des modèles RCW 42.
 8. Points faibles des modèles EG et EK du RCW 42.
- c. Récapitulation

a. Expérimentation sur le terrain

Au total, 359 modèles RCW42 EK et EG ont été soumis en 1982 et 1983, dans 77 pays en développement faisant partie de cinq Régions de l'OMS, à cette expérimentation.

Certain utilisateurs de réfrigérateurs RCW42 ainsi essayés dans le cadre du PEV ont fait part de leurs observations quant à leur fonctionnement et à leur état, et ont fourni un certain nombre de relevés quotidiens des températures enregistrées à l'intérieur et à l'extérieur des appareils. A ce jour, de tels comptes rendus ont été reçus de 15 pays. Ils sont résumés à la Figure 1.

Figure 1. Résumé des résultats obtenus sur le terrain avec les modèles EK et EG

Région	Nombre de pays participant à l'expérimentation	Nombre d'appareils essayés	Nombre de pays ayant rendu compte des essais	Nombre de jours de fonctionnement des réfrigérateurs alimentés en				Nombre total de jours de fonctionnement
				E	G	P	?	
Afrique	42	100	7	344	-	57	373	744
Amériques	17	70	4	356	-	-	156	512
Méditerranée orientale	5	50	2	137	177	30	-	344
Asie du Sud-Est	9	70	-	83	-	-	-	83
Pacifique occidentale	4	69	-	-	-	-	-	-
Total:	77	359	15	845	177	87	529	1713

76 modèles EG
283 modèles EK
Au total, 359 RCW42

Les données recueillies à l'issue des essais sur le terrain ont fait l'objet d'une analyse quantitative et qualitative. Au total, les modèles EK et EG ont fonctionné pendant 1.713 jours (voir Fig. 1).

b. Essais de laboratoire

Les réfrigérateurs RCW42 ont été essayés en laboratoire dans les conditions standard définies par le PEV. Les résultats des essais sont résumés à la figure 2 ci-dessous.

Figure 2. Résumé des essais de laboratoire effectués sur les modèles RCW42

Modèles	Appareils alimentés en	
	E (220V) UV CA	P ou G UV CA*
EK		
EG	SP	SP CA
EKG	CA**	-

*Uniquement la capacité de congélation de la glace et le fonctionnement avec du pétrole contenant des impuretés.

**Deux appareils à absorption fonctionnant simultanément pendant les essais.

UV: Univalle Laboratoires, Cali, Colombie.

CA: Consumers' Association, Harpenden, Royaume-Uni.

SP: Staten Provningsanstalt, Suède.

1. Capacité de maintien de la température au niveau voulu pour le stockage du vaccin

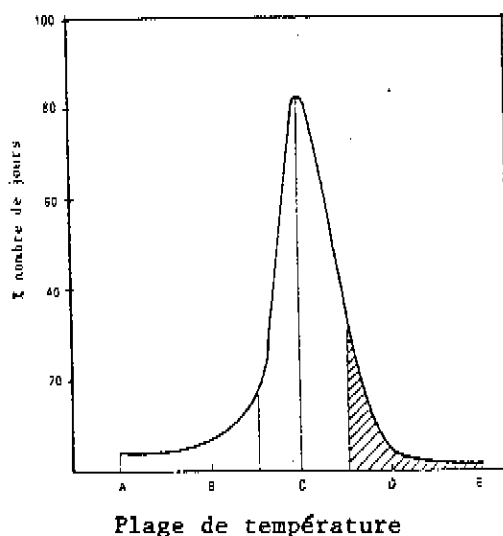
Les figures 3 et 4 montrent la répartition en pourcentage des périodes pendant lesquelles les diverses plages de températures ont été maintenues à l'intérieur des appareils. Les essais sur le terrain ayant été exécutés dans 77 pays, on peut en déduire que les appareils ont été exposés à un vaste éventail de conditions climatiques. La température ambiante variait entre 9°C et 42°C et s'établissait en moyenne à 29°C environ.

Figure 3. Répartition de la température observée à l'intérieur lors des essais sur le terrain

Plage de température	Température à l'intérieur °C	Nombre de jours	Pourcentage du total
A	-20 à -5	81	5
B	-4 à 0	113	7
C	1 à 8	1439	83
D	9 à 20	72	4
E	21 à 43	8	1
Total		1713	100%

Comme on peut le constater, 83% des températures enregistrées à l'intérieur s'inscrivent dans la plage admissible pour la conservation du vaccin.

Figure 4. Répartition des températures à l'intérieur observée lors des essais sur le terrain.



En ce qui concerne les 17 % de températures intérieures qui ne se situent pas dans la plage admissible, la situation peut s'expliquer ainsi:

- 5 % des températures comprises entre 9°C et 43°C (zone hachurée de la courbe, à droite, Fig. 4) correspondent à de longues coupures de courant (plus de 13 heures sur 24) et à un manque de pétrole ou de gaz;
- 12 % des températures allant de -20°C à +10°C (partie gauche de la courbe, Fig. 4) sont imputables à un mauvais réglage de la longueur de la flamme sur les modèles EK fonctionnant au pétrole. Le réglage de la flamme et, par conséquent, la stabilisation de la température à l'intérieur des modèles EK, ont soulevé certaines difficultés attribuées pour l'essentiel à la mauvaise qualité du pétrole disponible dans de nombreux pays en développement.

Ainsi qu'il en ressort des essais de laboratoire, une température convenant au stockage du vaccin peut être maintenue dans les modèles EK et EG par une température extérieure atteignant 32°C ou 43°C. Il en est ainsi dans les mêmes conditions, pour le modèle EG fonctionnant à l'électricité sans qu'il faille changer le réglage du thermostat (réglé sur 5), ce qui est peut-être dû à l'étanchéité du couvercle et à la bonne isolation de la carrosserie.

Les résultats obtenus en laboratoire avec le modèle EK fonctionnant au pétrole peuvent se comparer à ceux qui l'ont été lors de l'expérimentation sur le terrain. Ils confirment qu'il est difficile de régler la flamme et de stabiliser ainsi la température à l'intérieur. Un essai a été fait en laboratoire, par 32°C de température à l'extérieur, sur le modèle EK alimenté en pétrole renfermant des impuretés. Il a révélé qu'il fallait procéder tous les trois jours environ à un entretien de routine (nettoyage du brûleur et mouchage de la mèche) pour assurer la stabilité de la température à l'intérieur, et qu'il était nécessaire d'examiner plus fréquemment le brûleur lorsque la température à l'extérieur était plus forte et que, de ce fait, la flamme devrait être plus longue.

D'après les résultats des essais de laboratoire, il faut approximativement trois heures et demie aux modèles RCW42 EK et EG pour amener la température à l'intérieur à 10°C lorsqu'elle est à l'extérieur de 32°C.

2. Maintien à l'intérieur d'une température acceptable en cas d'alimentation partielle en électricité ou de coupure de courant

Comme les modèles EK et EG fonctionnent à l'électricité et soit au pétrole ou au gaz, ils peuvent être utilisés dans des régions où l'alimentation en électricité fait défaut ou laisse à désirer.

Dans la catégorie des petits réfrigérateurs à faible capacité de stockage de vaccins, les modèles RCW42 sont les seuls qui puissent fonctionner aussi bien à l'électricité qu'avec une autre source d'énergie.

3. Capacité de congélation de la glace

L'évaporateur dont le RCW42 est actuellement équipé n'est pas spécialement conçu pour la congélation des accumulateurs de glace. La capacité de congélation des appareils a été mise à l'épreuve en laboratoire au moyen de bacs à glace. Les résultats sont résumés à la figure 5.

Figure 5. Quantité de glace, exprimée en kg, pouvant être congelée en 24 heures par un modèle RCW42

Modèle	Température extérieure	
	32°C	43°C
EK	1,1	Non essayé
EG	1,35	0,5
EKG*	2,40	1,5
AC	2,40	Non essayé

*Deux modèles à absorption fonctionnant simultanément.

Comme les essais des modèles RCW42 en laboratoire l'ont révélé, tant que la température intérieure est acceptable, l'écart de température entre l'endroit le plus froid et le plus chaud à l'intérieur du réfrigérateur est très faible (voir Figure 6).

Figure 6. Ecart de température (en °C) entre l'endroit le plus chaud et l'endroit le plus froid à l'intérieur du réfrigérateur

Modèle	Température extérieure		Température intérieure moyenne °C
	32°C	43°C	
EK	Non disponible	1,2	6,5
EG	1,5	1,2	4,25

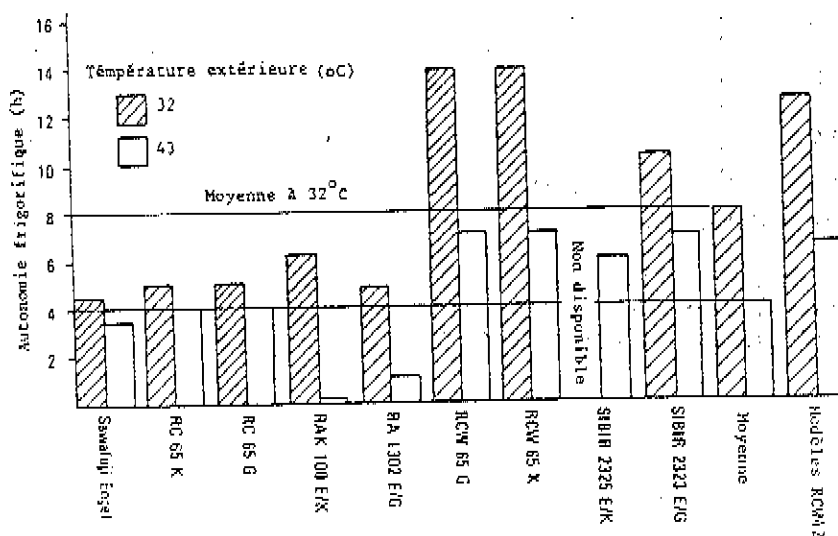
Comme on peut le constater, il faut régler avec précision le thermostat afin que la glace puisse être congelée en un laps de temps optimal sans que le vaccin soit exposé à une température à laquelle il risque de geler.

A partir de 1984, les réfrigérateurs RCW42 seront tous dotés de nouveaux évaporateurs grâce auxquels ils pourront congeler 4 accumulateurs de glace standard (1,3 litre) en l'espace de 24 heures à 32°C de température ambiante. Les utilisateurs des modèles précédents pourront se procurer ces nouveaux évaporateurs et les monter sur leurs réfrigérateurs qui seront ainsi à même de congeler les accumulateurs de glace.

4. Autonomie frigorifique

La figure 7 renseigne sur l'autonomie frigorifique de plusieurs modèles de réfrigérateurs.

Figure 7 Autonomie frigorifique en heures

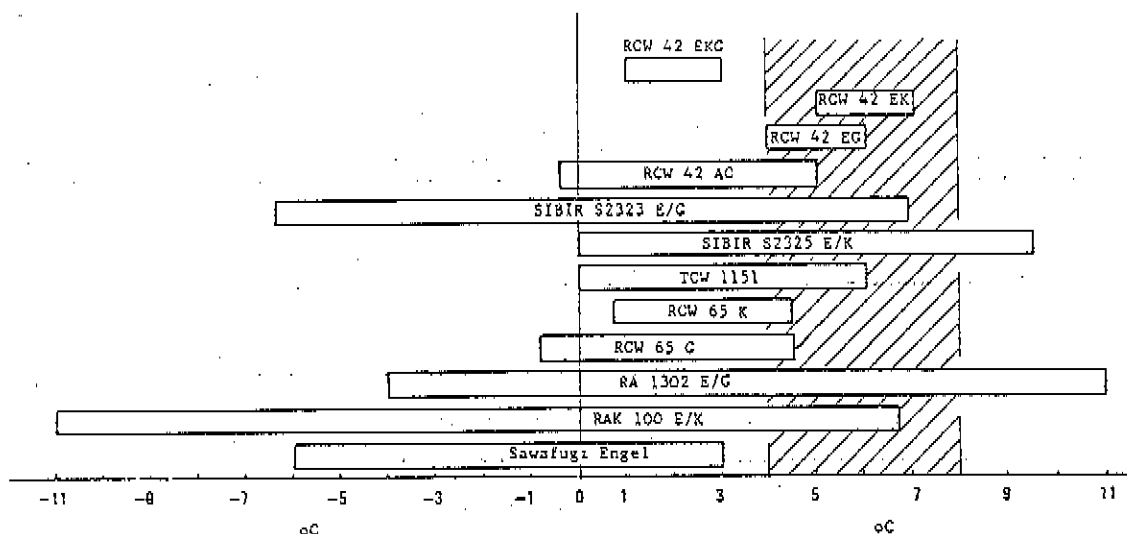


Il en ressort que l'autonomie frigorifique du RCW42 (12,5 heures et 6,5 heures à 32°C et à 43°C de température extérieure) peut, malgré sa capacité inférieure, se comparer à celle des autres réfrigérateurs.

5. Influence des températures diurnes et nocturnes

Au vu des résultats des effets en laboratoire, on peut considérer que la température voulue pour le stockage des vaccins est exceptionnellement bien maintenue à l'intérieur de tous les modèles RCW42 soumis à des influences extérieures variables, telles que les changements de températures diurnes et nocturnes dans une région désertique. L'effet de ces influences sur différents réfrigérateurs est illustré à la Figure 8.

Figure 8. Températures minimale et maximale à l'intérieur par 43°C de jour et 15°C de nuit



Toutefois, ces essais montrent aussi que la température à l'intérieur du modèle EK est moins stable avec le pétrole qu'avec l'électricité. Il faut donc régler la longueur de la flamme en fonction des températures diurne et nocturne.

6. Consommation d'énergie

La consommation d'énergie des modèles RCW42, déterminée en laboratoire, est présentée à la Figure 9.

Figure 9. Consommation d'énergie

Modèle	Source d'énergie	Température extérieure C		Unité
		32	43	
EK	E K	2,2 0,3	2,2 0,4	Kwh/24h l/24h
EG	E G	- 0,13	- 0,2	- kg/24h
EKC*	E P G	2,4 - -	3,1 - -	Kwh/24h - -

*Deux systèmes de réfrigération fonctionnant simultanément.

La consommation d'énergie des modèles RCW42 par rapport à d'autres réfrigérateurs du même genre est indiquée à la Figure 10. La dernière colonne du tableau montre la consommation d'énergie par 10 litres nets de capacité de stockage de vaccin pendant 24 heures et par 43°C de température extérieure. La consommation des modèles EK et EG est visiblement inférieure à celle d'autres réfrigérateurs à absorption.

Figure 10. Consommation d'énergie de différents modèles

Réfrigérateurs	Capacité nette de stockage de vaccins litres.	Source d'énergie	Consommation en 24 h à		Consommation par 10 litres nets de capacité de stockage de vaccin en 24 h par 43°C
			32°C	43°C	
RAK 100	70	E/P	0,8 l	1,1 l	0,143
SIBIR 2325	60	E/P	0,9 l	1,1 l	0,166
RCW 65 K	142	P	1,81 l	2,5 l	0,176
RCW 42 EK	24	E/P	-	0,3 l	0,125
RA 1302	70	E/G	-	-	-
SIBIR 2323	60	E/C	0,45 kg	0,6 kg	0,1
RC 65	142	C	0,9 kg	1,5 kg	0,105
RCW 42 EG	24	E/G	0,13 kg	0,2 kg	0,08

Dans le cas des modèles EK, la consommation de pétrole par 10 litres de capacité nette de stockage est de 22 % inférieure à la consommation moyenne des trois autres réfrigérateurs à pétrole. De même, la consommation de gaz par 10 litres de capacité nette de stockage des modèles EG est inférieure de 24 % à la consommation moyenne des deux autres réfrigérateurs à gaz.

7. Prix unitaire des modèles RCW42

Le prix unitaire des différents réfrigérateurs à absorption pouvant être alimentés par deux sources d'énergie est indiqué à la Figure 11, et rapporté dans la dernière colonne à la capacité nette de stockage de vaccin. Les modèles RCW42 ont une capacité supérieure à celle de tous les autres réfrigérateurs. Elle est de 2 (modèle EG) et de 2,36 fois (modèle EK) supérieure au chiffre moyen obtenu pour tous les autres réfrigérateurs. Toutefois, étant donné qu'un seul RCW42 suffirait pour un centre de santé desservant une région dont les habitants sont au nombre de 100 000 (et qu'il faudrait réapprovisionner en vaccin à intervalles d'un mois), ce prix unitaire élevé par rapport à la capacité de stockage serait compensé à la longue par la modicité des frais de fonctionnement de l'appareil.

Figure 11. Prix unitaire (en mai 1983)

Réfrigérateur à absorption	Capacité nette de stockage	Capacité de fabrication de glace kg/jour		Source d'énergie	Prix unitaire (US\$)	Investissement initial rapporté à la capacité nette de stockage de vaccin
		à 32°C	à 43°C			
EL RAK 100	70	1,9	1,4	E/P	602	8,6
SIBIR 2325	60	2,9	3,4	E/P	580	9,6
RA 1302	70	3,0	1,4	E/G	589	8,4
SIBIR 2323	60	2,7	2,7	E/G	390	6,5
Mean					540,25	8,275
RCW 42 EK	24	1,1	-	E/P	470	19,58
RCW 42 EG	24	1,35	0,5	E/G	398	16,58
RCW 42 EKC	21			E/P/C	397	28,43

EK: 19,58: 8,275 = 2,37

EG: 16,58: 8,275 = 2,00

8. Points faibles des modèles RCW42 EG et EK (détectés lors des essais sur le terrain et en laboratoire)a Communs aux deux modèles

- L'évaporateur actuel n'est pas en mesure de congeler efficacement les accumulateurs de glace.
- Les indications du thermostat sont difficilement comprises dans un certain nombre de pays en développement. Les chiffres figurant sur la graduation sont parfois confondus avec les températures intérieures.
- Aucune clayette n'ayant été fournie avec les appareils, il faut parfois enlever le vaccin pour pouvoir mettre les bacs à glace dans le réfrigérateur et les en sortir.

b) Particuliers au modèle EK

- Le brûleur fonctionne plus ou moins bien selon la qualité du pétrole.
- La flamme n'est pas facile à régler même lorsque le pétrole est d'une qualité relativement acceptable.
- Le bris des verres de lampe est fréquent et les rechanges livrées avec les réfrigérateurs ne sont pas en nombre suffisant.

c) Résumé

Compte tenu des résultats des essais en laboratoire et sur le terrain, les modèles RCW42 EK ET EG conviennent pour le stockage des vaccins. Ils se distinguent des autres réfrigérateurs à faible capacité de stockage de vaccin du fait qu'ils peuvent être alimentés par deux sources d'énergie distinctes.

Ils peuvent être utilisés dans des régions où l'alimentation en électricité est défaillante ou inexistante. Grâce à leur faible consommation d'énergie, les modèles EK et EG sont tout indiqués pour les centres de santé isolés qui sont néanmoins approvisionnés à intervalles réguliers en combustible.

La température peut y être maintenue au niveau de sécurité même dans les régions où les écarts entre les températures diurne et nocturne sont très accentués.

Les modèles EK et EG sont d'une exploitation très économique.

- = -

ANNEXE 2

COMPARAISON ENTRE LES REFRIGERATEURS SIBIR ET ELECTROLUX
FONCTIONNANT AU GAZ OU AU PETROLE³

Au cours des 2 ou 3 dernières années, la conception des réfrigérateurs destinés à la chaîne du froid, fonctionnant au gaz ou au pétrole, s'est beaucoup modifiée.

Pendant de nombreuses années, un fabricant - Electrolux AB, Suède - a dominé le marché en fournissant la plupart des réfrigérateurs destinés à la conservation des vaccins. Récemment, un autre fabricant - Réfrigérateur SIBIR, Suisse - bénéficiant du concours de l'OMS/Genève a mis au point des réfrigérateurs spécialement modifiés, fonctionnant au gaz ou au pétrole, destinés à la conservation des vaccins. SIBIR a produit 4 modèles qui sont en compétition avec deux modèles Electrolux équivalents.

Ce document a pour objet de comparer les six réfrigérateurs et de mettre en évidence leurs points forts et leurs points faibles pour guider l'acheteur dans son choix.

Au premier abord, ces six réfrigérateurs présentent plusieurs caractéristiques communes (voir les photographies reproduites plus loin):

- ils ont tous la même taille à peu de chose près;
- ils sont tous à ouverture frontale;
- ils comportent tous deux portes:
 - une porte pour le compartiment de congélation;
 - une porte pour le compartiment principal du réfrigérateur.

Le tableau à la page 2 résume les différences.

CONCLUSIONS

Réfrigérateurs fonctionnant au pétrole:

Le choix entre ces trois réfrigérateurs dépend du prix, du combustible nécessaire, de la capacité de production de glace et du besoin ou non d'un dispositif automatique de régulation de la température. Ce dispositif, spécialement conçu pour le PEV, régularise la température à l'intérieur du réfrigérateur lorsque les températures extérieures présentent de grandes variations. En outre, ce dispositif de régulation donne une plus grande autonomie au réfrigérateur si la flamme vient à s'éteindre (six heures).

- | | |
|---|--|
| Si le facteur coût est important: | Choisir le modèle SIBIR S2325 PV1, coût US \$458. |
| Si le choix d'un fonctionnement mixte (pétrole ou électricité) s'impose: | Choisir le modèle SIBIR S2325 PV1 avec l'élément chauffant en option au prix de US \$31. Coût total: US \$489. |
| Si on a besoin d'une meilleure régulation de la température à l'intérieur du réfrigérateur: | Choisir le modèle SIBIR S2325 PEV 1ST coût US \$585. |
| Si le facteur fabrication de glace est important: | Choisir le modèle ELECTROLUX RAK 1302, coût US \$641. |

Réfrigérateurs fonctionnant au gaz:

Le choix entre ces trois modèles dépend du prix et de la quantité de glace nécessaire.

- | | |
|---|---|
| Si le facteur coût est important: | Choisir le modèle SIBIR S 2323 2WV1, coût US \$456. |
| Si le facteur capacité de fabrication de glace est important: | Choisir le modèle SIBIR S 2723-2WV1 qui fabrique 6,3 kg de glace en 24 h et coûte US \$510. |

³ Document déjà diffusé sous la cote EPI/CCIS/85.3/Rev.1.

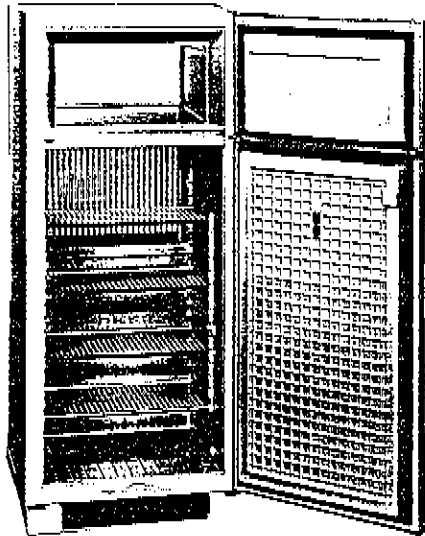
	Réfrigérateurs fonctionnant au pétrole			Réfrigérateurs fonctionnant au gaz		
	ELECTROLUX RAK 1302	SIBIR S2325/PV1	SIBIR S2325/PEV 1ST	ELECTROLUX RA 1302	SIBIR S2323/2WV1	SIBIR S2723/2WV1
Capacité du compartiment de congélation	44 litres	30 litres	30 litres	44 litres	30 litres	52 litres
Volume/litres de vaccin	70 litres	68 litres	68 litres	70 litres	68 litres	80 litres
Fabrication de glace à une tempéra- ture ambiante de 32°C	1,5 kg	4,8 kg	4,8 kg	3,0 kg	2,7 kg	6,3 kg
Autonomie à une température ambiante de 43°C	3,5 h	1,5 h	6 h	1 h	3,5 h	4,3 h
Température minimale/maximale à une température ambiante de 32°C	0,4 à 7,5°C	0,4 à 5,3°C	0 à 6°C	-1,8 à 5,1°C	0,4 à 3,0°C	0,7 à 8°C
Consommation en combustible à une température ambiante de 32°C	1,32 lit.	0,7 lit.	0,7 lit.	0,63 kg**	0,45 kg	0,5 kg
Réservoir à pétrole exempt de rouille	Non	Oui	Oui	Sans objet	Sans objet	Sans objet
Verre de lampe du brûleur en métal	Oui	Non	Non	Sans objet	Sans objet	Sans objet
Thermomètre intérieur	Non	Oui	Oui	Non	Oui	Oui
Jauge (Dispositif pour mettre à niveau)	Non	Oui	Oui	Non	Oui	Oui
Joint de porte remplaçable	Non	Oui	Oui	Non	Oui	Oui
Jauge extérieure du pétrole	Non	Oui	Oui	Non	Non	Non
Stabilisateur de température	Non	Non	Oui	Non	Non	Non
Porte spécialement modifiée	Non	Oui	Oui	Non	Oui	Oui
Fonctionnement mixte	Oui	Non**	Oui	Oui	Oui	Oui
Prix par unité en	641	458	585	548	456	510

★Indique le meilleur rapport qualité-prix pour chacune des caractéristiques mentionnées.

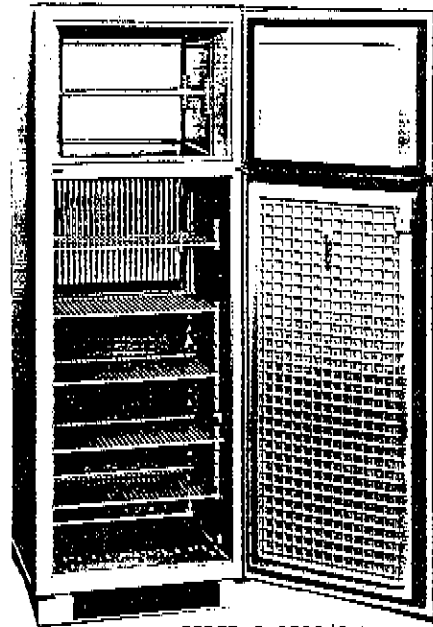
* Données fournies par le fabricant qui a procédé aux essais.

** Mesuré à une température ambiante de 25°C.

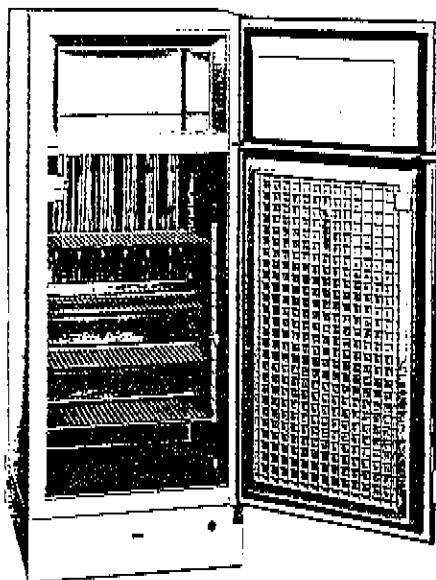
*** Equipement électrique (pour le passage au fonctionnement à l'électricité) disponible au prix de \$EU 31,00.



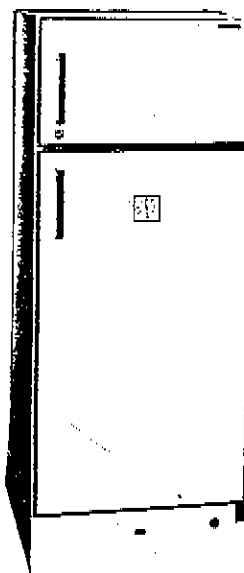
SIBIR S 2323/2WV1



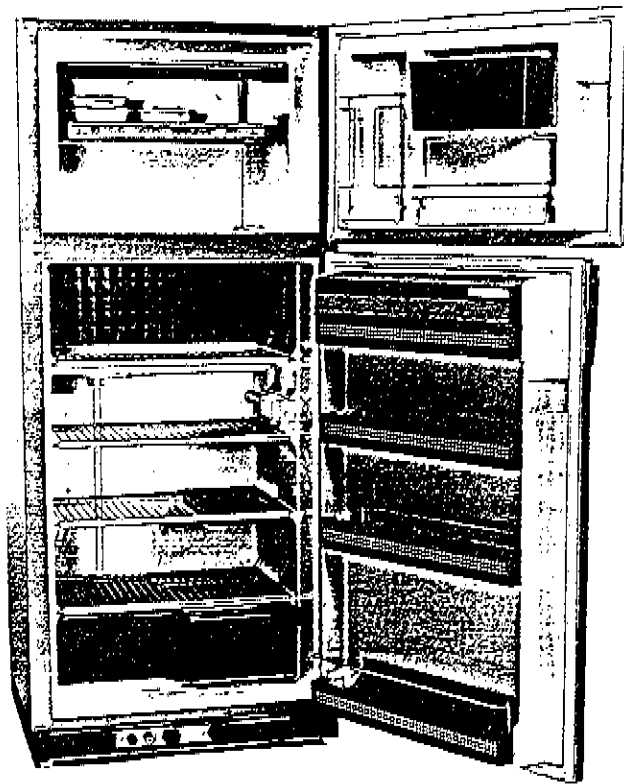
SIBIR S 2723/2WV1



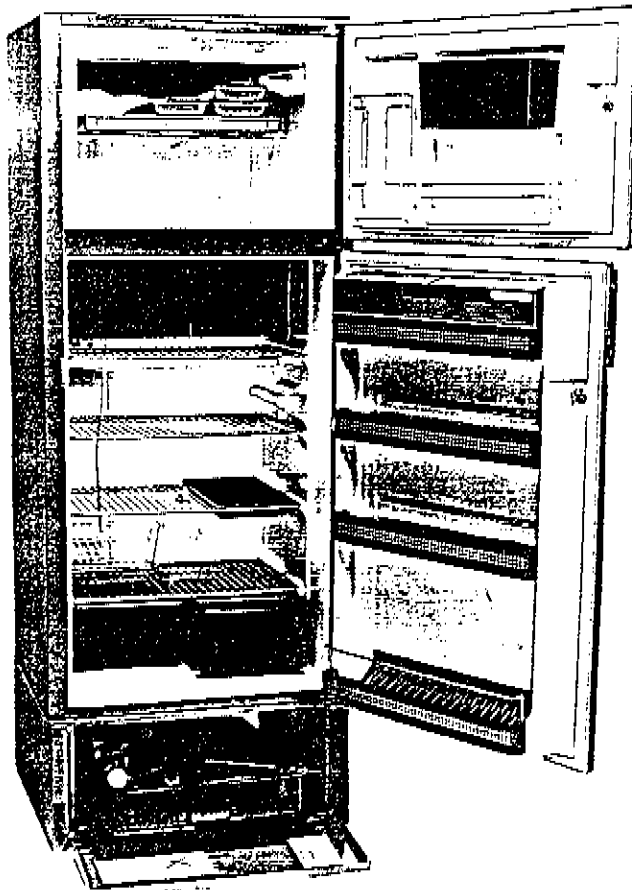
SIBIR S 2323/PEV1ST



SIBIR S 2325/PV1



ELECTROLUX RA 1302



ELECTROLUX RAK 1302