

AMELIORER LA CHAINE DU FROID

WHO/EPI/CCIS/89.2



PROGRAMME ELARGI DE VACCINATION



**SERIE INFORMATION SUR LA
CHAINE DU FROID**

Code de commande : WHO/EPI/CCIS/89.2

*Imprimé mai 1990
(Original : anglais)*

Disponible auprès du:

*Programme élargi de vaccination
Organisation mondiale de la Santé
1211 Genève 27, Suisse
Téléphone : 022 791 21 11
Télex : 415 416 OMS
Fax : 791 07 46*

PROGRAMME ELARGI DE VACCINATION

AMELIORER LA CHAINE DU FROID*

* Ce document a été publié à l'origine comme document de travail (WP.11) à la réunion du Groupe consultatif mondial du PEV, tenue au Japon du 16 au 20 octobre 1989.

TABLE DES MATIERES

Résumé des progrès accomplis en 1989 et plans pour 1990

1.	AMELIORATION DU MATERIEL D'INJECTION	01
1.1	Seringues autobloquantes	01
1.2	Seringues préemplies	03
1.3	Injecteurs sans aiguille pour la vaccination systématique	04
1.4	Aiguilles réutilisables à embase en matière plastique	05
1.5	Collecteurs de seringues et d'aiguilles souillées	06
2.	AMELIORATION DES SERINGUES STERILISABLES EN PLASTIQUE	07
2.1	Effets du calcaire pendant la stérilisation	07
2.2	Tambours de stérilisateur	08
2.3	Stérilisateurs électriques	09
2.4	Indicateurs de stérilisation	10
2.5	Réchauds pour la stérilisation à la vapeur	10
2.6	Bouchons des flacons de vaccins et risque de contamination	11
3.	SURVEILLANCE DE LA CHAÎNE DU FROID	12
3.1	Etudes des fiches de contrôle de la chaîne du froid	12
3.2	Indicateur pour vaccin antipoliomyélitique	15
3.3	Thermomètre universel pour la chaîne du froid	15
4.	TRANSPORT	16
4.1	Motocycles légers pour le PEV	16
5.	REFRIGERATION ET STERILISATION SOLAIRES	18
5.1	Réfrigérateurs solaires et autofinancement	20
5.2	Activités régionales de formation	21
5.3	Réfrigérateurs solaires à absorption	23
5.4	Autoclaves solaires	25
5.5	Recherche sur les batteries solaires	26
6.	FAITS NOUVEAUX CONCERNANT LA REFRIGERATION DES VACCINS	29
6.1	Réfrigérateurs à pétrole	29
6.2	Réfrigérateurs pour les cabinets médicaux dans les zones urbaines	31

7.	AUTRES ACTIVITES DE LA CHAINE DU FROID	32
7.1	Chaîne du froid pour le maintien de la sécurité hématologique	32
7.2	Chaîne du froid pour les échantillons de selles	32
7.3	Examen des systèmes d'inventaire informatisés	34
7.4	Mise au point d'eutectiques à point de congélation élevé	34
7.5	Mesures destinées à réduire les rejets de chlorofluorocarbones (CFC) dans l'atmosphère	37
8.	INFORMATION GENERALE SUR LES TRAVAUX DU GROUPE CHAINE DU FROID DU PEV	38

Résumé des progrès accomplis en 1989 et plans pour 1990

La première seringue jetable autobloquante à avoir atteint le stade de la production et subi avec succès les essais en laboratoire et d'autres vérifications doit être utilisée expérimentalement au Paraguay à dater du 23 septembre 1989. Sur un total de 239 propositions soumises depuis 1986, les produits de sept fabricants en sont actuellement au stade de l'évaluation en laboratoire et sur le terrain. D'autres matériels d'injection parviendront à ce stade en 1990. On continue à chercher les moyens de réduire les effets de l'eau calcaire sur les seringues stérilisables, sans avoir encore trouvé de solution.

Des études des fiches de contrôle de la chaîne du froid ont été menées à bien dans cinq pays en 1989 et neuf autres études sont en cours. Cette méthode de contrôle de la qualité de la manipulation du vaccin à tous les stades de la distribution s'est révélée très efficace dans les pays ayant une couverture vaccinale allant de moyenne à élevée.

Un indicateur pour le vaccin antipoliomyélique oral est en cours de mise au point et devrait atteindre le stade des essais sur le terrain en 1990. Ce vaccin étant le moins thermostable de tous les vaccins du PEV, il a été choisi pour être le premier dont chaque flacon comportera un indicateur individuel.

La mise au point de réfrigérateurs/congérateurs fonctionnant à l'énergie solaire accuse des progrès encourageants. De nombreux pays ont entrepris de se doter de tels systèmes pour la chaîne du froid. Lorsqu'il y a auparavant planification consciencieuse et formation du personnel comme c'est le cas en Gambie et en Ouganda, ces systèmes se révèlent d'une excellente fiabilité. Quatre centres de formation ont été jusqu'ici établis, des matériels pédagogiques ont été élaborés et plusieurs cours ont été menés par l'OMS. Des recherches ont été entreprises sur la possibilité de vendre l'énergie solaire excédentaire à la communauté, pour disposer de revenus permettant de couvrir les dépenses locales de fonctionnement du PEV.

Les études de terrain sur les modifications à apporter aux petits réfrigérateurs/congérateurs fonctionnant au pétrole de qualité inférieure s'achèveront à la fin de 1989. Si elles donnent de bons résultats, 14 000 de ces réfrigérateurs dans le continent africain pourraient être transformés, et les considérables problèmes que posent leur fonctionnement et leur entretien s'en trouveraient réduits.

Des travaux sont en cours sur la mise au point d'une chaîne du froid "à rebours" pour la collecte et le transport d'échantillons jusque dans les centres internationaux de référence dans le cadre de l'effort mondial d'éradication de la poliomyélite. Une chaîne du froid est également mise sur pied, en liaison avec l'initiative mondiale pour la sécurité hématologique, pour la collecte, le traitement et la redistribution du sang.

1. AMELIORATION DU MATERIEL D'INJECTION

Rappel : Après la mise au point de seringues unidose en plastique réutilisables pour le PEV au début des années 80, l'OMS et l'UNICEF ont collaboré à l'élaboration de spécifications pour de nouveaux matériels d'injection non réutilisables et ont demandé à l'industrie de leur soumettre des propositions. Un groupe d'experts s'est réuni officieusement en 1986 pour étudier les propositions reçues et, à la suite de réunions successives, a retenu plusieurs inventeurs et fabricants pour poursuivre la collaboration dans ce domaine.

1.1 Seringues autobloquantes

Rappel : Il est certain que dans bien des cas, les seringues jetables sont réutilisées sans stérilisation adéquate, en particulier dans les pays en développement où le fardeau des dépenses et les difficultés d'approvisionnement viennent renforcer la réticence traditionnelle à jeter quelque chose qui peut encore servir. L'OMS et l'UNICEF collaborent avec l'industrie pour mettre au point des seringues jetables qui ne peuvent pas être réutilisées après avoir servi une seule fois et qui peuvent être incinérées sans utiliser de combustible local ou d'autres matériels.

Il a été décidé d'inclure dans les essais sur le terrain les seringues qui, au stade de la production de masse, coûteraient au maximum US \$0,12 par unité, et des accords ont été négociés entre les fabricants et l'OMS pour protéger les intérêts du secteur public dans l'éventualité de la constitution d'un monopole.

Progrès en 1989 : l'OMS/PEV a passé en revue 239 prototypes de seringues autobloquantes. Les fabricants de 18 de ces articles ont été encouragés à en poursuivre la mise au point. Cependant, 5 prototypes ont été abandonnés ou n'ont enregistré aucun progrès au cours des 6 derniers mois. La mise au point des seringues autobloquantes passe par huit étapes de l'invention à l'utilisation dans le cadre du PEV. On trouvera dans le tableau 1 l'état d'avancement des produits des fabricants collaborant avec l'OMS.

Six autres seringues sont actuellement développées par des fabricants indépendamment de l'OMS. Quatre de ces fabricants ont fait savoir qu'ils souhaitaient la collaboration de l'OMS pour la mise au point ou l'essai de leur produit. Un de ces produits a fait l'objet d'essais en laboratoire et n'a pas donné de résultats satisfaisants. De nouveaux échantillons sont actuellement mis au point et devraient être soumis à des essais dans les semaines à venir. Une autre seringue sera également

prête dans quelques semaines. Les quatre autres ne devraient pas être disponibles avant la fin de l'année.

Le PEV ne sollicite plus de propositions relatives à des seringues autobloquantes, mais continue d'en recevoir. Il ne donne d'encouragement que pour les nouvelles seringues qui présentent un avantage significatif par rapport aux seringues déjà en cours de mise au point.

Aucun "vainqueur" n'a émergé clairement. Certaines seringues présentent des avantages par rapport aux autres en ce qui concerne le prix, la facilité d'emploi ou l'impossibilité d'être réutilisées. Une des seringues récemment reçues est conçue de telle manière que l'on ne peut s'en servir pour une deuxième personne même si la première n'a reçu qu'une demi-dose du vaccin.

Tableau 1 : Stade de la collaboration avec l'OMS

Stade atteint	Fabricant/inventeur						
	A	B	C	D	E	F	G
CONCEPTION :							
Premier prototype approuvé	0	0	0	0	0	0	0
Accord signé avec l'OMS	0	0	0	0	0	0	0
Fabricant trouvé	0	0	N	0	N	0	0
ESSAI :							
100 exemplaires fabriqués :							
- essais de performance	0	0	N	N	N	N	N
- examen par EPITECH	0	0	N	N	N	N	N
ETUDES DE TERRAIN :							
10 000 exemplaires fabriqués :							
- pays contactés	0	0	N	N	N	N	N
- essais sur le terrain exécutés	0	N	N	N	N	N	N
- appel d'offres auprès de l'UNICEF	N	N	N	N	N	N	N
0 = Oui							
N = Non							

Un autre dispositif fonctionne comme une seringue normale pendant un laps de temps limité et se bloque lorsque ce temps est écoulé. Les autres dispositifs sont dotés de diverses additions mécaniques servant à empêcher leur réutilisation.

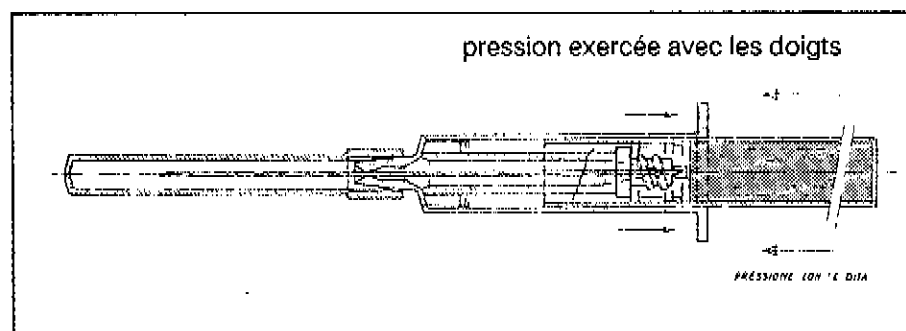
Plans pour 1990 : des dispositions sont prises pour que des essais sur le terrain aient lieu en Amérique du Sud, aux Antilles, au Moyen-Orient, dans le Pacifique Sud et en Asie. Les premiers essais devraient se dérouler en septembre 1989. Certains matériels seront disponibles en grande quantité dans un délai de six mois après des essais satisfaisants et une commande ferme.

Discussion : Les conséquences de l'adoption de seringues autobloquantes pour le PEV sont actuellement à l'étude.

1.2 Seringues préemplies

Rappel : Les essais menés au Guatemala en 1985 sur un prototype de seringue unidose jetable préemplies ayant donné des résultats satisfaisants, l'OMS/PEV a continué d'encourager la mise au point de seringues préemplies malgré leur coût élevé.

Figure 1 : seringue préemplies déjà fabriquée



Progrès en 1989 : Une seringue-dose préemplies a été fabriquée. Le vaccin est présenté dans une ampoule classique en verre, avec opercule en caoutchouc, qui sert de piston. Le prix pour une dose unique d'anatoxine tétanique devrait de l'ordre de US \$0,28.

Un deuxième dispositif, un vaccinotube mou (sorte de tube auquel est fixée une aiguille), fait l'objet d'études destinées à vérifier la stabilité du vaccin et ne sera pas disponible avant six mois.

Un troisième dispositif, un vaccinotube semi-rigide (comme Ezejet), est actuellement mis au point pour d'autres produits pharmaceutiques. Les études sur la stabilité des vaccins n'ont pas encore commencé. Le produit ne devrait pas être disponible avant une année.

Plans pour 1990 : Des échantillons de la première seringue-dose préemplie (verre et caoutchouc) seront évalués sur le terrain en 1990. Les études entreprises dans le cadre du programme d'élimination du tétanos néonatal détermineront s'il est possible d'améliorer la couverture vaccinale en étendant la vaccination antitétanique au niveau du village.

Discussion : Le coût du matériel d'injection préempli est aujourd'hui proche de la limite de US \$0,24 fixée par l'OMS et l'UNICEF comme condition à leur collaboration avec les fabricants pour les essais sur le terrain. Ce coût, environ quatre fois supérieur à celui de l'administration d'une dose unique d'anatoxine tétanique avec une seringue jetable est manifestement trop élevé pour permettre d'envisager l'utilisation systématique de ce matériel dans le cadre du PEV.

Cependant, dans certaines circonstances, les seringues-doses préemplies pourraient être utilisées au-delà de la chaîne du froid par les sages-femmes de village qui ont plus facilement accès aux femmes. Si d'importantes améliorations pouvaient être ainsi réalisées dans la couverture vaccinale, il serait justifié de produire et d'utiliser chaque année une quantité symbolique d'environ un million de seringues-doses d'anatoxine tétanique.

1.3 Injecteurs sans aiguille pour la vaccination systématique

Rappel : L'OMS/PEV a procédé à une étude ainsi qu'à des essais en laboratoire et sur le terrain sur toute une gamme d'injecteurs sans aiguille en 1978 et a constaté que les injecteurs disponibles étaient coûteux, exigeaient beaucoup d'entretien et ne semblaient utiles que dans le cas des vaccinations de masse. Cependant la commodité de la vaccination sans aiguille, sa sécurité et son caractère indolore constituent autant de raisons d'encourager la poursuite de la mise au point d'un injecteur sans aiguille pratique, d'un coût réduit et d'une fiabilité accrue, qui puisse être utilisé pour la vaccination systématique d'effectifs peu nombreux.

Progrès en 1989 : L'OMS et l'UNICEF ont sollicité la coopération des fabricants pour la mise au point d'un injecteur pour la vaccination systématique d'un coût inférieur à US \$250. Cinq fabricants ont déjà soumis des propositions et quatre ont produit des prototypes. Un seul des prototypes semble répondre aux critères fixés. La mise en place des premières unités de production devrait prendre plus d'une année.

Plans pour 1990 : La collaboration se poursuivra avec les fabricants actuels et le Comité EPITECH étudiera toutes les propositions présentées par

d'autres fabricants. Lorsque le PEV disposera de prototypes assez proches du stade de la production, des essais de performance auront lieu d'abord en laboratoire, puis sur le terrain.

Discussion : Pour que l'injection par injecteur sans aiguille soit sans danger, il faut que la tête de l'injecteur ne puisse pas être contaminée pour éviter le risque d'infection croisée.

En gros, les travaux vont dans deux directions. Certains injecteurs utilisent des ampoules unidoses de vaccin, jetables, à tête intégrée. D'autres ont une tête stérilisable dont la conception minimise les risques de contamination. La première solution semble devoir être très coûteuse et le succès de la deuxième sera déterminé par les essais en laboratoire et sur le terrain.

Chacun des injecteurs proposés présente différentes caractéristiques pratiques qui augmentent le coût du produit fini. Il faudra voir si ces avantages justifient le coût supplémentaire.

1.4 Aiguilles réutilisables à embase en matière plastique

Rappel : Les seringues réutilisables en matière plastique sont largement utilisées dans le PEV, mais les embases de ces aiguilles sont toujours en laiton nickelé. Les recherches vont permettre d'évaluer les avantages que semblent présenter les embases en matière plastique :

- le prix devrait être inférieur au prix actuel de US \$0,05 par aiguille;
- les embases peuvent être colorées ou porter une marque distinctive pour permettre de reconnaître les différents types d'aiguilles lorsque celles-ci sont suspendues sur un portoir;
- l'embase peut être transparente pour permettre de distinguer les bulles d'air dans l'embout de la seringue.

Progrès en 1989 : Les essais de performance applicables aux aiguilles à embase en métal ont servi pour évaluer des échantillons de cette nouvelle aiguille avant et après 100 stérilisations. Après plusieurs échecs et ajustements du protocole, les résultats ont été jugés satisfaisants, et l'on a entrepris l'évaluation de 2000 échantillons dans des pays de la Région de l'Asie du Sud-Est.

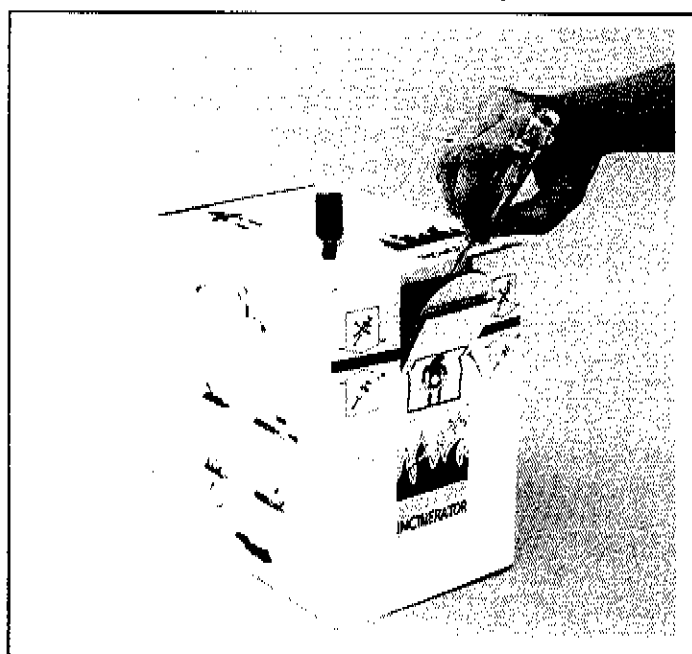
Plans pour 1990 : Des protocoles sont établis pour l'exécution de nouveaux essais sur le terrain en 1990.

1.5 Collecteurs de seringues et aiguilles souillées

Rappel : Dans de nombreux cas, les aiguilles et seringues jetables qui ont été utilisées, et peut-être contaminées, n'ont pas de dispositifs de protection contre les piqûres accidentelles et sont jetées dans des conditions qui laissent à désirer. Le problème a notamment pour cause l'absence de moyens appropriés de destruction des seringues. Or, les boîtes mêmes dans lesquelles sont livrées les seringues jetables par les fabricants peuvent servir à collecter celles-ci après usage, sans risque de piqûres accidentelles et être utilisées, une fois pleines, comme incinérateurs.

Progrès en 1989 : Des prototypes ont été conçus et essayés en 1989 avec des résultats très satisfaisants. La boîte est munie d'une ouverture par laquelle on glisse les seringues après usage; une fois la boîte pleine, on agrandit l'ouverture pour pouvoir mettre le feu à la boîte à l'aide d'un petit allume-feu (fourni avec la boîte et accepté par l'IATA). La température nécessaire à l'incinération des seringues jetables en matière plastique est atteinte en 10 minutes.

Figure 2. Collecteur de seringues et aiguilles souillées



Plans pour 1990 : Les caractéristiques techniques de ces boîtes figurent dans le protocole de mise au point des seringues autobloquantes. On prévoit que, dès le stade des essais sur le terrain, les nouvelles seringues autobloquantes seront livrées dans ce type d'emballage. Un stock de telles boîtes pliées à plat est disponible au PEV, Genève. Les pays qui se servent actuellement de seringues jetables ordinaires souhaiteront sans doute étudier l'utilisation de ces boîtes dans le cadre de leurs programmes. On cherche actuellement à mettre au point des boîtes d'une nouvelle conception qui en rendra l'assemblage sur place plus facile. On devrait en disposer au premier trimestre de 1990.

Discussion : Cette modification des caractéristiques techniques de l'emballage des seringues devrait entraîner des dépenses de l'ordre de US \$0,007 par seringue, doublant approximativement le coût de l'emballage actuellement utilisé. Si toutefois cela permet de protéger contre les piqûres accidentelles sans avoir à utiliser un capuchon ou tout autre dispositif de protection, le coût supplémentaire s'en trouvera diminué. Les boîtes ont été conçues de manière à garantir une incinération efficace sans recourir à des combustibles ou à des matériels locaux. Il reste à voir si cela constitue vraiment un avantage utile sur le terrain.

2. AMELIORATION DES SERINGUES STERILISABLES EN PLASTIQUE

2.1 Effets du calcaire pendant la stérilisation

Rappel : Les dépôts calcaires temporaires et permanents qui s'accumulent dans le corps et sur le piston des seringues réutilisables en matière plastique pendant la stérilisation raccourcissent la vie utile des seringues, la faisant passer de 200 stérilisations à 20 stérilisations dans les cas extrêmes.

Progrès en 1989 : Au cours des deux dernières années, de nombreux essais ont été menés pour améliorer la conception des seringues de manière à réduire les effets du calcaire et pour mettre au point un filtre qui retient les dépôts temporaires de calcaire. Ces filtres sont largement utilisés maintenant bien que les études de terrain et en laboratoire aient montré qu'ils n'étaient efficaces que pour les dépôts calcaires temporaires, pas pour les dépôts permanents. De nouveaux essais en laboratoire ont été entrepris portant sur le remplacement des joints, leur ressiliconage, l'utilisation de nouveaux matériels pour les seringues et l'utilisation de seringues associant verre et matière plastique.

Plan pour 1990 : Lorsque l'on aura trouvé des méthodes pratiques et efficaces pour lutter contre les dépôts calcaires, elles seront mises à l'essai sur le terrain, probablement dès 1990.

Discussion : Le prix d'une seringue en plastique réutilisable varie de US \$0,17 à US \$0,43. Lorsqu'une telle seringue ne peut être utilisée que 20 fois, son coût par stérilisation peut s'élever jusqu'à US \$0,02, à quoi il convient d'ajouter une fraction d'un cent pour la stérilisation elle-même. Par comparaison, une seringue et une aiguille jetables ordinaires coûtent actuellement US \$0,045 par unité. Il est donc très important de trouver des solutions permettant de réutiliser les seringues au moins 100 fois.

2.2 Tambours de stérilisateur

Rappel : Le stérilisateur portatif a été conçu pour disposer d'un récipient stérile scellé, dans lequel transporter les seringues stérilisées jusqu'au point d'utilisation. Toutefois, lorsque des séances de vaccination ont lieu simultanément à différents endroits, il faut disposer de nombreux stérilisateur et procéder à de nombreux cycles de stérilisation pendant la journée de travail. On a donc mis au point des tambours de stérilisateur grâce auxquels il est possible de stériliser plusieurs jeux de seringues et d'aiguilles au cours d'un même cycle de stérilisation effectué au niveau central. Ces tambours peuvent ensuite être envoyés vers les différents points de vaccination.

Progrès en 1989 : Des tambours de stérilisateur ont été mis au point par des fabricants en Italie et en Indonésie. Les tambours italiens ont subi avec succès des essais en laboratoire et ont été évalués sur le terrain en Indonésie en même temps qu'un tambour similaire fabriqué localement. Les premiers résultats indiquent que les essais ont été généralement satisfaisants mais les indicateurs de stérilisation ont montré que la stérilisation n'est pas toujours parfaite dans les tambours supérieurs des stérilisateur à plusieurs tambours.

Plans pour 1990 : Les caractéristiques techniques des tambours seront définitivement mises au point d'ici la fin de 1989 et les tambours seront disponibles dans le commerce au début de 1990.

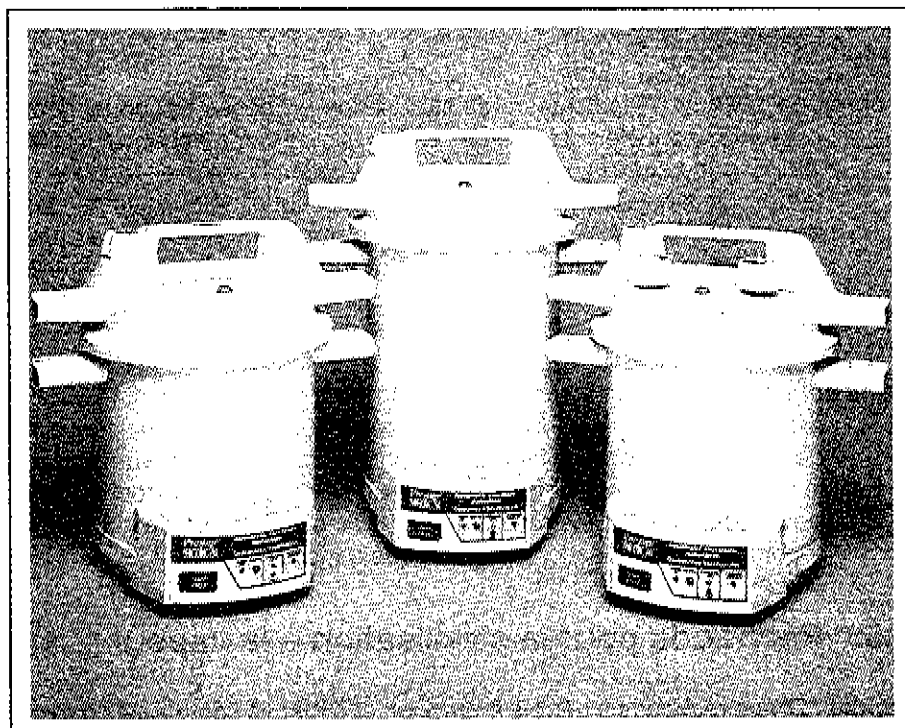
Discussion : Pour que les seringues et les aiguilles soient convenablement stérilisées et restent stériles dans ces tambours, les clapets doivent être ouverts avant la stérilisation et fermés après. L'étude de terrain a indiqué qu'en général les agents de santé respectent ce principe, mais on ne peut se fier complètement au système des tambours que si les clapets s'ouvrent et se ferment automatiquement, modification qui en augmen-

tera considérablement le coût. Le modèle indonésien est en aluminium, matériau peu coûteux et léger mais très fragile. Le modèle italien en acier inoxydable présente les caractéristiques inverses et le coût de ces deux modèles est supérieur de plus d'un tiers au coût d'un stérilisateur complet à portoir unique.

2.3 Stérilisateurs électriques

Rappel : Jusqu'à une date récente, les stérilisateurs portatifs utilisés par le PEV étaient chauffés sur une flamme ou sur des plaques électriques. S'ils n'ont pas une base laminée, qui est coûteuse, l'échange de chaleur entre la plaque électrique et le stérilisateur est médiocre et le temps de chauffage du stérilisateur est plus long, d'où un gaspillage d'énergie. Un stérilisateur à portoirs multiples doté d'un élément électrique interne a donc été mis au point pour être utilisé dans des régions où l'approvisionnement en électricité est variable.

Figure 3 : Stérilisateur électrique pour le PEV



Progrès en 1989 : Ce stérilisateur (voir Figure 3) a été mis au point par un fabricant britannique en réponse à la demande de médecins et dentistes qui, en Europe et aux Etats-Unis, souhaitent avoir sous la main un

stérilisateur personnel peu coûteux. Le fabricant l'a adapté conformément aux caractéristiques techniques fixées par le PEV pour protéger les commandes électroniques et l'élément électrique contre les fluctuations de courant communes dans de nombreux pays tropicaux. Les essais en laboratoire ont donné satisfaction et un petit nombre de stérilisateurs ont été distribués dans des pays d'Afrique, du Pacifique occidental, de l'Asie du Sud-Est. L'information en retour des utilisateurs est attendue.

Plans pour 1990 : Le stérilisateur est déjà disponible pour le PEV, mais les données fournies en retour par les usagers seront analysées en 1990.

2.4 Indicateurs de stérilisation

Rappel : La stérilisation est souvent interrompue par des pannes d'énergie mais les seringues et aiguilles non stériles qui n'auront pas été correctement stérilisées ne se distingueront pas des seringues et aiguilles bien stérilisées. Pour que les stagiaires aient conscience de l'importance d'une stérilisation parfaitement menée et pour indiquer que la stérilisation est imparfaite, on a recherché des indicateurs de stérilisation que l'on a adaptés au PEV.

Progrès en 1989 : Des indicateurs de stérilisation proposés par un fabricant britannique ont été soumis à des essais afin de voir s'ils pouvaient faire la distinction entre la chaleur sèche et la chaleur humide en fonction du temps. On a constaté qu'ils ne fonctionnaient que lorsque la saturation de vapeur était suffisante pour une bonne stérilisation. Des études sur le terrain faites en Indonésie ont montré que les indicateurs étaient faciles à interpréter et pouvaient déceler les cas où la stérilisation n'était pas parfaite.

Plans pour 1990 : Les indicateurs sont actuellement distribués sur demande. Il est envisagé de les introduire dans le processus de formation des agents de santé qui ne sont pas familiarisés avec la stérilisation à la vapeur dans le cadre du PEV. Les travaux de mise au point se poursuivront en 1990 pour réduire la dimension et le coût de l'indicateur afin de pouvoir recommander l'utilisation systématique dans le PEV.

2.5 Réchauds pour la stérilisation à la vapeur

Rappel : Divers réchauds à pétrole à pression et à mèche sont utilisés dans le cadre du PEV pour chauffer les stérilisateurs à la vapeur. Certains ont un fort rendement thermique et la flamme peut être réglée alors que d'autres n'ont qu'un faible rendement thermique. La consommation de

combustible par unité de chaleur produite varie beaucoup. On a donc entrepris des essais pour trouver le rendement thermique le plus faible acceptable aux fins de la stérilisation et pour déterminer quels sont les réchauds les plus rentables du point de vue de la consommation d'énergie.

Progrès en 1989 : Les réchauds le plus fréquemment achetés par l'UNICEF ont été rassemblés au Consumer Research Laboratory, Royaume-Uni, où les essais ont commencé. Des essais ont été entrepris parallèlement pour trouver l'apport thermique minimum requis pour que les autoclaves portatifs fonctionnent de façon satisfaisante. Les essais devraient être terminés vers la fin de 1989, ensuite un rapport sera distribué pour discussion.

2.6 Bouchons des flacons de vaccin et risque de contamination

Rappel : Les bouchons des flacons de vaccin sont faits en matières diverses et ne sont pas soumis à une réglementation internationale. L'expérience pratique montre qu'il arrive plus souvent avec certains vaccins qu'avec d'autres qu'en perforant le bouchon, l'aiguille en enlève un petit fragment et se bouche. Un flacon de 20 doses perforé à vingt reprises risque davantage la contamination par pénétration de l'air, en particulier s'il est conservé plus d'une journée. Afin d'éviter que l'aiguille ne se bouche, de réduire le risque de contamination et, si possible, de conserver les flacons entamés pendant une période supérieure à une journée, dans le cas des vaccins les plus thermostables, le PEV s'efforce de trouver le meilleur matériau pour les bouchons de flacons de vaccin et de fixer les caractéristiques techniques de ces bouchons.

Progrès en 1989 : Un protocole pour la vérification en laboratoire des bouchons de différents fournisseurs de vaccins a été élaboré. Des méthodes permettant de comparer la contamination au bout d'une journée et au bout d'une semaine sont encore en préparation. Les essais devraient être terminés d'ici la fin de 1989.

Discussion : Si l'on trouve un matériau approprié pour la fabrication des bouchons de flacons de vaccin, on pourra minimiser le risque d'obturation des aiguilles qui contribue grandement à entraver les opérations de vaccination et à raccourcir la durée de vie des aiguilles. En outre, dans les pays où les séances de vaccination systématique rassemblent bien moins de 20 enfants, il serait alors possible de recommander, dans le cas de certains vaccins, de conserver plus d'une journée les flacons entamés.

3. SURVEILLANCE DE LA CHAÎNE DU FROID

3.1 Etude des fiches de contrôle de la chaîne du froid

Rappel : Depuis plusieurs années, le PEV utilise un indicateur chimique fixé sur une fiche de contrôle pour surveiller les conditions de stockage des vaccins (Figure 4). Les fiches de contrôle de la chaîne du froid servent notamment à mener des évaluations de la chaîne du froid en se basant sur les modifications de couleur enregistrées à chaque étape du transport et du stockage, tout le long de la chaîne du froid. Ces évaluations commencent par la distribution de milliers ou plus de fiches de contrôle tout au long d'une chaîne du froid nationale; les fiches sont ensuite récupérées et l'on analyse les modifications de couleur enregistrées.

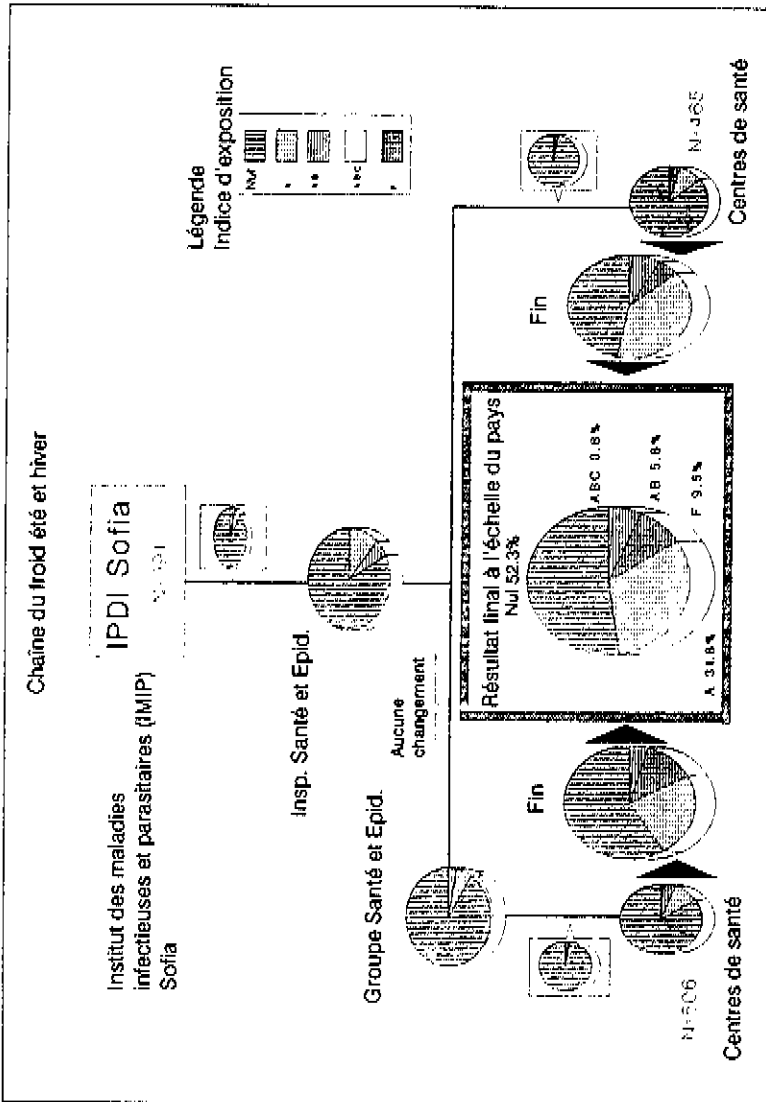
Progrès en 1989 : En 1989, des évaluations ont été menées à bien dans 3 pays européens et se sont poursuivies dans 14 autres pays. Elles sont organisées et les données recueillies analysées avec l'assistance d'un consultant à court terme qui a également aidé à mettre au point le logiciel EPIC. Ce logiciel permet de saisir sur un ordinateur les données de chaque fiche de contrôle, de les vérifier, de les analyser et de produire des tableaux et des chiffres pour le rapport final. Le logiciel et son mode d'emploi viennent d'être mis au point et sont actuellement distribués.

Plans pour 1990 : La conduite d'évaluations de la chaîne du froid, avec ou sans l'aide du PEV à Genève, continuera d'être encouragée en 1990. Le logiciel sera évalué par un plus grand nombre d'usagers, et il est prévu d'en faire paraître une nouvelle édition fin 1990 ou début 1991.

Discussion : Les évaluations de la chaîne du froid menées dans différents pays se sont révélées très utiles pour ces pays et, dans plusieurs cas, ont été les premières évaluations jamais faites des programmes nationaux de vaccination et ont débouché sur des activités destinées à améliorer le PEV. Les analyses sont assez sensibles pour déterminer le niveau de risque, en fonction de l'exposition des indicateurs et des délais de distribution des vaccins, dans chaque dépôt de vaccin inclus dans l'étude.

La Figure 5 (page 14) est extraite d'un rapport d'évaluation de la chaîne du froid en Bulgarie où cette chaîne est à trois niveaux dans une partie du pays (IMIP, Insp. Santé et Epid., Centres de Santé), et à quatre niveaux dans le reste du pays (IMIP, Insp. Santé et Epid., Groupes Santé et Epid., Centres de santé). Le pourcentage de fiches de contrôle indiquant une exposition (voyants A à ABC) et d'indicateurs d'alerte à la

Figure 5 : Exemple de rapport sur l'évaluation de la chaîne du froid



congélation ayant viré de couleur (Annexe F) est représenté par un "camembert" à chaque niveau de stockage et de transport de la chaîne du froid. Les camemberts intitulés "FIN" indiquent l'exposition cumulée à la fin de la chaîne à trois niveaux et à quatre niveaux respectivement et le camembert central représente le résultat combiné à l'échelle de tout le pays.

3.2 Indicateur pour vaccin antipoliomyélitique

Rappel : Le vaccin antipoliomyélitique reste le plus sensible à la chaleur de tous les vaccins du PEV. Cependant, la chaîne du froid a été suffisamment efficace pour protéger ce vaccin et permettre d'envisager l'objectif de l'éradication de la poliomyélite avec confiance. La façon dont le vaccin antipolio est manipulé le long de la chaîne donne donc une bonne indication de la qualité de celle-ci. C'est pourquoi les fabricants d'indicateurs chimiques ont été invités à concevoir un indicateur qui puisse être apposé sur chaque flacon de vaccin antipoliomyélitique oral.

Progrès en 1989 : Quatre des cinq fabricants d'indicateurs sollicités au début de 1989 ont soumis des propositions et deux d'entre eux ont promis des échantillons d'indicateurs pour des essais d'ici à fin 1999.

Plans pour 1990 : Si, avant la fin de 1989, les performances d'un certain nombre d'indicateurs ont pu être vérifiées, les discussions seront engagées avec chaque grand fournisseur de vaccin antipolio oral au sujet du coût et de la méthode d'application de l'indicateur sur les flacons de vaccin. Les indicateurs qui se révéleront pratiques et d'un coût abordable seront évalués sur le terrain, en 1990 probablement.

Discussion : A supposer qu'une ou plusieurs solutions se révèlent efficaces, pratiques à appliquer par les fournisseurs de vaccin et faciles à interpréter sur le terrain, il sera nécessaire d'adopter un changement de couleur uniforme pour tous les indicateurs d'exposition à la chaleur utilisés dans le cadre de la chaîne du froid afin de réduire les risques de confusion et de simplifier la formation du personnel.

3.3 Thermomètre universel pour la chaîne du froid

Rappel : La surveillance de la température est une des activités les plus importantes pour la chaîne du froid tout au long de laquelle des thermomètres et enregistreurs très divers sont actuellement utilisés. Les prix en sont variés et le volume d'informations que chaque type d'instrument permet d'obtenir est également variable. De plus ces instruments sont souvent délicats et fragiles. Outre le thermomètre ou enregistreur pour

chaque réfrigérateur ou congélateur, on utilise aussi un thermostat qui surveille et contrôle les températures de stockage des vaccins et un système d'alarme est parfois aussi fourni. On dispose actuellement de la technologie électronique nécessaire pour produire un thermomètre universel peu coûteux qui combine les fonctions de thermomètre, de thermostat et d'alarme et qui soit à la fois fiable et robuste.

Progrès en 1989 : Un fabricant européen, officieusement contacté, a présenté une proposition en vue de la mise au point d'un thermomètre universel pour le PEV.

Plans pour 1990 : Les discussions en vue de l'élaboration d'une fiche technique pour un thermomètre universel, se poursuivront avec ce fabricant. La fiche technique, la proposition, les engagements financiers nécessaires pour mettre au point et produire ce thermomètre en petites quantités jusqu'à ce que le marché se développe seront alors étudiés avec les principaux bailleurs de fonds.

4. TRANSPORT

4.1 Motocycles légers pour le PEV

Rappel : Le groupe Chaîne du froid du PEV à l'OMS a commencé une étude sur les motocycles légers pour voir si leur utilisation comme moyen de transport pour les agents de santé et les cadres locaux dans les pays où l'infrastructure des transports locaux est médiocre et peu fiable, permet d'améliorer la couverture vaccinale. Dans les régions périphériques de ces pays, l'utilisation de motocycles légers devrait :

- améliorer la supervision du personnel;
- permettre d'organiser des séances de vaccination dans des lieux que n'atteint pas le réseau de transport local;
- améliorer la fiabilité et la régularité des séances de vaccination.

L'UNICEF a été jusqu'ici le principal fournisseur de motocycles pour les programmes de santé et le nombre d'engins fournis a régulièrement augmenté ces dernières années.

Progrès en 1989 : A la suite d'une réunion organisée en avril pour discuter des résultats d'une enquête faite auprès des principaux donateurs de motocycles pour les programmes de santé, des visites ont été faites au Zaïre, au Costa Rica et au Mozambique pour étudier la façon dont les motocycles légers destinés aux agents des soins de santé primaires étaient

choisis, utilisés et entretenus. Une des grandes conclusions de l'enquête est qu'il est universellement nécessaire d'améliorer considérablement la formation des nouveaux conducteurs et les conditions d'obtention du permis de conduire ces engins. Savoir bien conduire et entretenir son motocycle est indispensable pour éviter les accidents et prolonger la vie de l'engin.

L'élaboration de manuels pour les moniteurs et les conducteurs, plus particulièrement les conducteurs de motocycles légers de moins de 120 cc. s'est poursuivie, en collaboration avec Transaid (Royaume-Uni), groupement d'organisations de transports publics et privés ayant pour objet d'aider les organisations non gouvernementales qui ont des problèmes de transport. Ces manuels seront essayés pour la première fois en Gambie en novembre.

Plans pour 1990 : Les matériels de formation seront révisés et essayés à nouveau en janvier 1990, probablement en Ouganda, et pourraient déboucher sur l'instauration d'un permis de conduire international OMS pour les conducteurs de motocycles légers travaillant pour les services de santé. Le "Save the Children Fund" sera le principal collaborateur pour les essais sur le terrain du matériel de formation. Il est prévu d'engager au PEV, Genève, au deuxième trimestre de 1990 un expert de la gestion des transports, pour une durée de onze mois.

Discussion : L'étude du rôle des motocycles légers a rapidement débouché sur la question plus vaste de la politique d'achat et de gestion des moyens de transport. Malgré l'ampleur des problèmes dans ce domaine, il est indispensable de mettre au point d'urgence un plan d'action pour améliorer la situation actuelle.

L'attention accordée à la planification et à la gestion des transports dans le secteur public, et en particulier dans les services de santé, est extraordinairement faible, si l'on considère le coût des transports et leur impact sur le développement. Les transports représentent plus de 20 % des dépenses de l'UNICEF et du "Save the Children Fund", par exemple, et pourtant, aucune de ces deux organisations pas plus qu'aucune des autres organisations non gouvernementales et internationales que nous avons interrogées, n'a élaboré de politiques en matière d'achat, d'entretien et de gestion des moyens de transport.

Bien que les problèmes de transport soient fréquemment évoqués à l'occasion des évaluations régulières des Programmes Nationaux de Vaccination, ils sont rarement étudiés et suivis et les questionnaires utilisés par ces enquêtes ne comportent aucune question portant spécifiquement sur les transports.

5. REFRIGERATION ET STERILISATION SOLAIRES

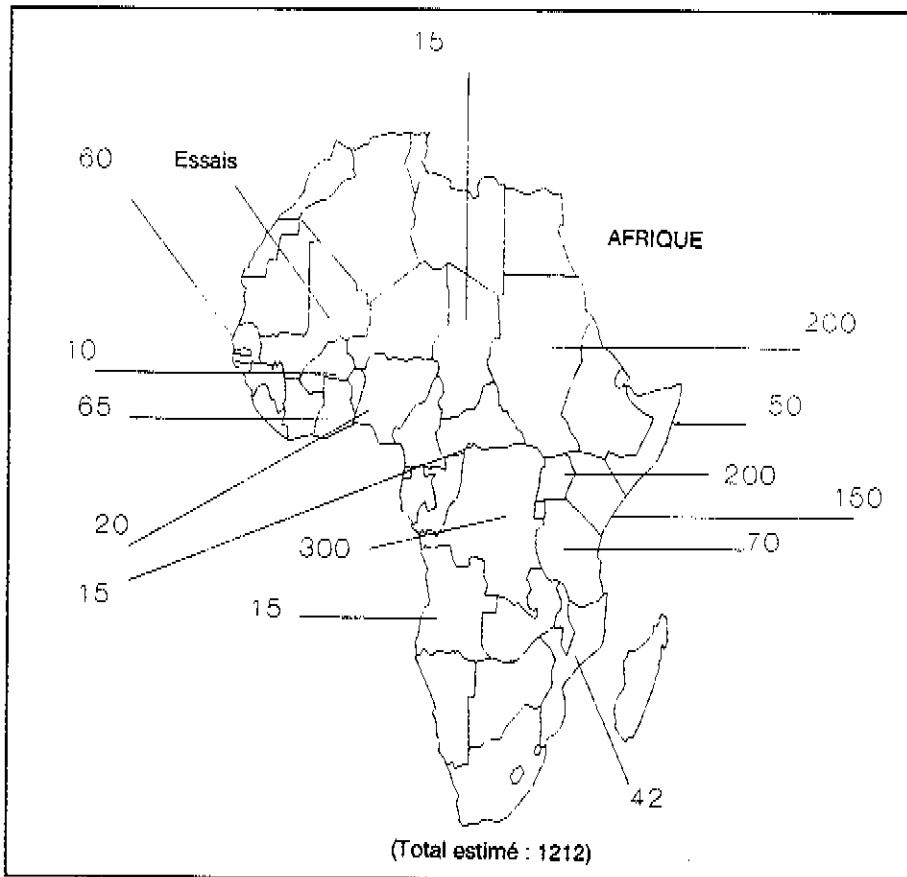
Depuis 1980 l'OMS a collaboré avec de nombreuses autres organisations et avec l'industrie de l'énergie solaire photovoltaïque (PV) pour la mise au point, l'évaluation et, maintenant, l'application de la réfrigération solaire pour la chaîne du froid. Cet ambitieux programme de transfert de technologie dans le cadre du PEV a pour objet d'apporter une solution aux graves problèmes de la piètre qualité du pétrole et de la rareté et du coût du gaz en bouteille qui menace le bon fonctionnement de la chaîne du froid aujourd'hui.

La confiance dans la viabilité de cette technologie gagne du terrain, comme en atteste le nombre croissant des pays qui, après une période d'évaluation, ont décidé d'augmenter grandement le nombre de leurs systèmes solaires. L'Afrique est le continent pionnier en ce domaine, comme l'indique clairement la figure 6 ci-après. Les pays tels que l'Ouganda, le Zaïre, la Gambie et le Soudan ont mis sur pied de vastes programmes de réfrigération solaire. D'autres pays dans le monde ont entrepris d'évaluer l'effectif limité de systèmes solaires dont ils disposent et dans certains cas, de se doter d'un plus grand nombre de réfrigérateurs solaires.

La vague d'enthousiasme suscitée par les projets de réfrigération solaire est à la fois un bien et un danger potentiel. Il faut que les décisions soient prises après mûre réflexion et qu'il y ait une planification et une préparation minutieuses des projets, faute de quoi ceux-ci échoueront. Les recommandations suivantes concernant l'utilisation courante de réfrigérateurs solaires (PV) dans le cadre du PEV sont proposées :

- La technologie solaire se prête à une utilisation courante dans le cadre du PEV.
- Les réfrigérateurs solaires ne sont la meilleure solution que dans des cas bien particuliers. Une étude de faisabilité doit être menée systématiquement avant la mise en chantier des grands projets d'application de l'énergie solaire.
- Si l'on choisit la solution de l'énergie solaire de préférence aux autres, on doit formuler un plan bien clair pour s'assurer que :
 - le meilleur fournisseur de matériel/système sera retenu;
 - les lieux d'implantation seront méthodiquement choisis;
 - la formation sera organisée à tous les niveaux;
 - le programme d'installation sera élaboré dans le détail, le transport du personnel et du matériel sur les lieux d'implantation compris;
 - des procédures seront établies pour la supervision et l'entretien dans le long terme.

Figure 6 : Réfrigérateurs solaires (PV) dans la Région africaine



Dans le domaine de la recherche et du développement:

- Les recherches doivent se poursuivre sur les systèmes sans batterie et/ou avec de meilleurs couples batterie/régulateur et la possibilité de remplacer les batteries photovoltaïques par des batteries d'automobiles achetées localement sera explorée.
- Les travaux doivent continuer sur l'intégration des programmes avec d'autres applications de l'énergie solaire dans le domaine de la santé (lumière, communications, etc.), en étudiant la possibilité d'obtenir des revenus grâce à la vente du surplus d'énergie solaire.

5.1 Réfrigérateurs solaires et autofinancement

Rappel : A mesure que les systèmes de réfrigération photovoltaïque deviennent une solution viable pour le PEV et que les bailleurs de fonds se montrent prêts à couvrir le coût de l'investissement initial, l'attention se porte sur le financement à long terme de l'entretien de ces systèmes, y compris le coût des techniciens et le remplacement des pièces essentielles qui ont une durée de vie limitée.

L'OMS/PEV étudie la possibilité de recourir à la vente de l'énergie solaire en excédent pour contribuer au recouvrement des frais récurrents de la chaîne du froid solaire. Il ne serait pas exclu que cette source de revenus serve aussi à financer d'autres dépenses de fonctionnement du PEV. L'énergie électrique excédentaire peut être vendue à différentes fins, selon les besoins de la communauté.

L'idée a fait l'objet de discussions avec un certain nombre de bailleurs de fonds et l'on a constaté que des stratégies similaires étaient étudiées dans de nombreux secteurs, y compris le pompage de l'eau et l'électrification des zones rurales. La vente d'énergie à la communauté pourrait contribuer à l'Initiative de Bamako qui vise à l'autofinancement des soins de santé primaires à moyen terme et qui est actuellement mise en oeuvre dans les pays africains avec l'appui de l'OMS et de l'UNICEF.

Progrès en 1989 : les critères ci-après ont été fixés pour le choix d'un pays et d'un district où pourrait être menée une brève étude. Le pays devrait :

- s'être engagé à utiliser l'énergie solaire pour la chaîne du froid;
- avoir pendant au moins deux ans utilisé un certain nombre de réfrigérateurs solaires dans le cadre de la chaîne du froid;
- avoir un programme de vaccination actif;
- consentir à ce que des activités génératrices de revenus s'instaurent localement;
- accepter de ne pas réduire leur budget actuel de la santé;
- accepter que le revenu localement produit soit géré et réinvesti au niveau du district.

Le district de Nselo, situé dans le Bas Zaïre, a été choisi pour un essai sur le terrain.

Une étude préliminaire a été menée pour déterminer les services qu'il conviendrait d'offrir à la communauté. Les données recueillies font actuellement l'objet d'une analyse qui devrait permettre la formulation :

- d'une liste détaillée des options concernant la vente d'énergie;
- de recommandations concernant le matériel à installer et les lieux d'implantation retenus;
- de recommandations concernant l'établissement d'un système de gestion garantissant que les recettes serviront à financer les dépenses de fonctionnement du PEV et que la vente d'énergie ne se fera pas au détriment des activités normales du PEV.

On pense que les applications ci-après de l'énergie solaire excédentaire seront possible dès la fin de 1989 :

- systèmes de charge de batteries, à des fins commerciales ou domestiques;
- réseaux communautaires de télévision/vidéo pour l'éducation sanitaire, la formation et les loisirs;
- stations de charge de piles Nicad utilisées pour les radios et les magnétophones.

Plans pour 1990 : En 1990, l'étude au Zaïre sera terminée et fournira des conclusions et recommandations concernant :

- la mesure dans laquelle la vente de l'énergie solaire excédentaire pourra contribuer à couvrir les dépenses de fonctionnement du PEV;
- les services qu'il convient d'offrir à la communauté pour assurer le succès des projets et en faciliter la gestion par les agents de santé;
- les critères auxquels devrait répondre un centre de santé pour pouvoir prétendre à une telle activité.
- les recommandations à faire aux organismes internationaux et aux donateurs bilatéraux pour encourager encore cette approche.

En outre, il est prévu de mener d'autres enquêtes préliminaires dans divers pays pour étudier la possibilité de lancer un ou deux petits projets similaires.

5.2 Activités régionales de formation

Rappel : L'expérience pratique acquise dans les pays qui ont déjà installé un grand nombre de réfrigérateurs solaires a montré que, si la technologie de la réfrigération solaire est fiable, des erreurs d'utilisation de la part de l'utilisateur ou des déficiences mineures entraînent souvent des pannes qui mettent le réfrigérateur hors service pendant longtemps. La formation du personnel est donc capitale pour le succès des projets de réfrigération solaire et les objectifs de l'OMS en ce domaine sont les suivants :

- produire des matériels de formation concernant l'installation, la réparation et l'utilisation des réfrigérateurs solaires;
- soutenir les pays qui ont entrepris de mettre sur pied des programmes nationaux en organisant un cours de formation national, au niveau central, pour les techniciens locaux, avec le matériel acheté pour le programme;
- établir des centres régionaux de formation en matière de réfrigération solaire au sein de centres déjà en place qui ont l'expérience de l'énergie solaire et de ses applications et où des cours inter pays peuvent être organisés régulièrement.

Progrès en 1989 : Formation : une série complète de modules de formation a été mise au point et a été utilisée dans le cadre de plusieurs cours tenus en 1989. Ces modules existent en anglais et en français, les versions arabe (EMRO), portugaise (SCF/Mozambique) et une adaptation en espagnol (AMRO) sont également disponibles.

Liste des matériels de formation OMS/PEV concernant les réfrigérateurs solaires

Série Logistique de la chaîne du froid pour les soins de santé primaires :

- *Manuel de l'utilisateur : réfrigérateurs photovoltaïques, Module 26*

Série Manuel du frigoriste :

- *Localisation des pannes et réparations des réfrigérateurs photovoltaïques, Partie H*
- *Manuel pour l'installation de réfrigérateurs photovoltaïques, Partie I*
- *Plans de travail pour les réfrigérateurs photovoltaïques, Partie E/ Add.1*
- *Manuel du moniteur -- Réfrigérateurs photovoltaïques, Partie F/ Add.1*

Un nouveau document sur l'infrastructure centrale et régionale nécessaire pour la mise en oeuvre d'un programme de réfrigération solaire qui existe sous forme de projet devrait être disponible sous forme finale avant la fin de 1990.

Cours de formation et centres de formation : Des cours nationaux ont eu lieu au Soudan, en Tanzanie et au Mozambique. Des centres de formation régionaux ont été établis à : LESO/Mali, HTI/Chypre, Univalle/Colombie et un autre est en cours d'établissement à l'Institut asiatique de Technologie de Bangkok. Des cours ont déjà été dispensés dans les centres du Mali et de Chypre et d'autres sont prévus pour les dates suivantes :

- octobre 1989 (Chypre)
- septembre 1990 (LESO, Mali)
- septembre 1989 (Univalle, Colombie)
- juillet 1990 (AIT, Thaïlande)

Plans pour 1990 : D'autres cours interrégionaux seront organisés en 1990 avec l'appui de donateurs internationaux et bilatéraux, mais l'on pense que la formation assumera un caractère plus national à l'avenir, les dépenses étant supportées localement ou régionalement et associées à l'installation d'un grand nombre de réfrigérateurs solaires.

5.3 Réfrigérateurs solaires à absorption

Rappel : Au cours des huit dernières années, un certain nombre d'entreprises et d'inventeurs ont conçu des réfrigérateurs solaires thermiques. Ces appareils, à absorption, fonctionnent selon un cycle jour/nuit. La chaleur générée par le soleil au cours de la journée est utilisée pour produire du froid la nuit.

Jusqu'ici aucun de ces réfrigérateurs n'a encore atteint le stade de la production à grande échelle. Cela est dû à plusieurs raisons dont les suivantes :

- la technologie même a ses propres limites:
 - le matériel est encombrant, difficile à déplacer et à transporter,
 - il n'y a pas de contrôle thermostatique de la température,
 - il est difficile de faire fonctionner un compartiment réfrigérateur pour le stockage des vaccins et un compartiment congélateur pour les accumulateurs de froid avec un seul et même appareil,
 - comme il faut que le réfrigérateur ne soit pas très loin du panneau solaire, le système doit être installé en plein air,
- les entreprises qui s'intéressent à cette technologie sont de petites entreprises disposant de ressources limitées et elles n'ont pas pu mener les essais coûteux et à long terme nécessaires pour adapter leur technologie aux besoins du terrain.

Malgré ces inconvénients, la simplicité mécanique du système et ses faibles frais d'entretien et de fonctionnement sont des raisons suffisantes pour poursuivre activement les recherches appliquées déjà en cours.

Progrès en 1989 : l'OMS/PEV a collaboré avec des inventeurs et trois fabricants à l'adaptation de leur matériel en vue de l'utilisation dans le cadre du programme de vaccination systématique. Jusqu'ici deux entreprises ont atteint le stade où l'on peut, avec confiance, envisager des essais sur le terrain. Les deux systèmes conçus répondent aux normes recom-

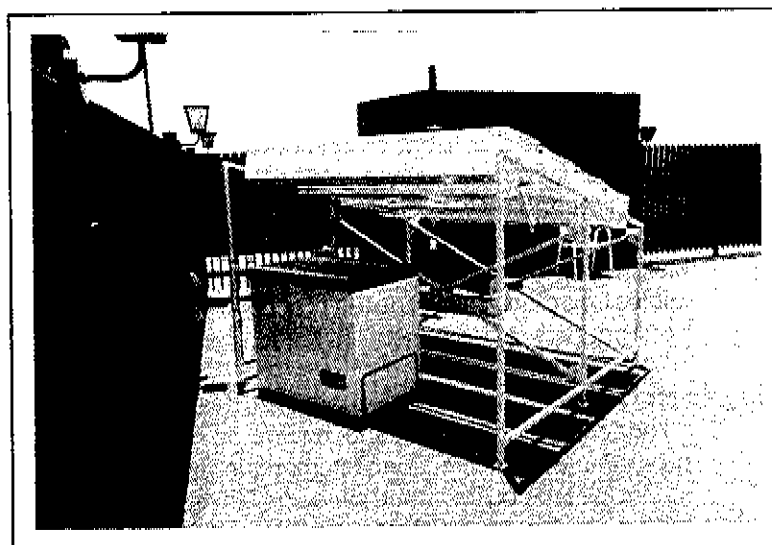
mandées par le PEV et assurent le stockage sans risque des vaccins tout en congelant au moins quatre accumulateurs de froid standard par jour. Les fabricants fournissent le matériel gratuitement et des ONG aident à en surveiller la performance sur le terrain. Le financement de l'OMS est donc limité au matériel d'acquisition des données et aux dépenses locales.

Plans pour 1990 : Des essais sur le terrain auront lieu en 1990 dans les pays suivants :

- Burkina Faso (Comesse/Institut Mérieux, France)
- Tanzanie (Sunice/Danida, Danemark)
- Zimbabwe (Sunice/MOH)
- Sierra Leone (Comesse/Médecins du Monde, France)

Un autre lieu d'essai est envisagé afin d'obtenir les données nécessaires pour des comparaisons à long terme de la réfrigération photovoltaïque et de la réfrigération solaire à alimentation thermique.

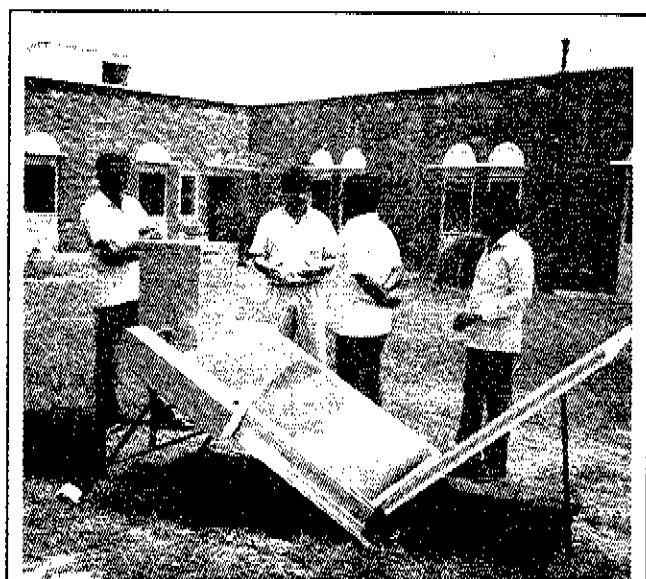
Figure 7 : Réfrigérateurs/congélateurs solaires à absorption



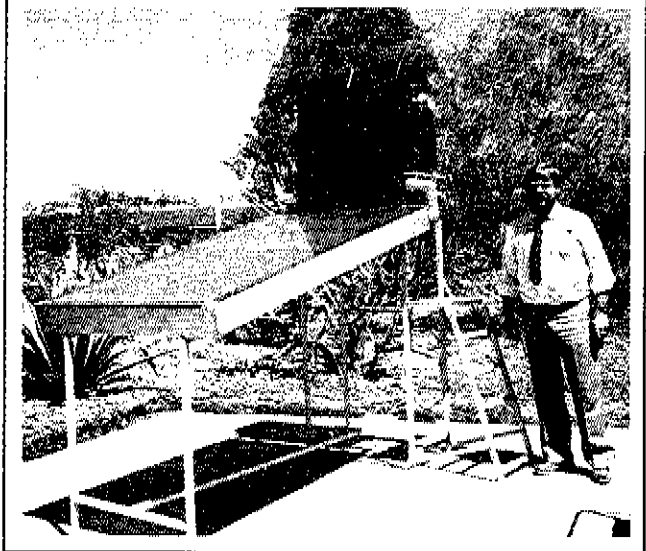
5.4 Autoclaves solaires

Rappel : Pour la stérilisation à la vapeur il faut disposer d'un réchaud fonctionnant au pétrole ou au gaz. On a essayé d'utiliser du charbon de bois ou du bois dans certains centres de santé, mais cela a pour inconvénient de brûler les poignées des récipients, certes remplaçables. Dans les pays qui ont à faire face à de graves pénuries de combustible, notamment de bois de feu, le coût et les problèmes associés au fonctionnement des

stérilisateurs classiques deviennent insurmontables.



Divers fabricants ont donc mis au point des autoclaves solaires en utilisant à cette fin des autoclaves portatifs du PEV mais en se servant du soleil comme source d'énergie. Dans un système, la vapeur produite dans un capteur solaire est envoyée dans l'autoclave. Dans deux autres systèmes, l'énergie solaire sert à chauffer une certaine quantité d'eau ou d'huile qui à son tour chauffe l'autoclave.



Progrès en 1989 : en 1989 deux essais sur le terrain ont été entrepris en Inde et au Burkina Faso et un autre devrait l'être en Tunisie. Des protocoles pour ces essais ont été élaborés par l'OMS avec la collaboration des fabricants en vue :

Figure 8 : Système solaire de stérilisation à la vapeur

- d'évaluer la performance de ces systèmes sur le terrain tout au long de l'année,
- de déterminer leurs limites en ce qui concerne l'utilisation dans les programmes de vaccination systématique,
- de déterminer le type de formation à donner aux agents de santé qui les utilisent.

D'autres essais de terrain sont menés, selon le protocole de l'OMS, au Kenya avec le soutien de la DANIDA et de l'UNICEF.

Plans pour 1990 : Les essais sur le terrain se termineront en 1990. L'OMS/PEV publiera alors des recommandations concernant l'usage plus généralisé des autoclaves solaires.

Discussion : Le coût des autoclaves solaires est assez élevé (US \$2000 le moins cher) et ne devrait pas beaucoup baisser avec la production de masse. Leur emploi va donc certainement être limité à des cas tout à fait particuliers, à moins que la production locale ne puisse être envisagée.

L'utilisation des autoclaves solaires amènera des modifications dans le programme de travail des agents de santé, qui devront attendre midi, heure à laquelle le système aura chauffé, pour procéder à la stérilisation.

Il faudrait continuer à étudier la possibilité de concevoir des autoclaves solaires photovoltaïques à faible consommation d'énergie. Ils pourraient être installés dans les centres de santé en même temps que les réfrigérateurs solaires.

5.5 Recherche sur les batteries solaires

Rappel : Les batteries sont le point faible du système de réfrigération solaire à énergie photovoltaïque et représentent près d'un tiers du coût du système. Les batteries solaires ont souvent une durée de vie plus courte que celle affichée dans les prospectus de fabricants. Il arrive donc que les réfrigérateurs restent hors service pendant plusieurs mois, à moins que des dispositions n'aient été prises pour disposer de batteries de rechange, ce qui accroît encore le coût du système.

Les batteries peuvent lâcher tôt pour plusieurs raisons :

- choix inadéquat de la batterie;
- inadaptation du régulateur de charge aux caractéristiques de la batterie;
- mauvais entretien de la batterie;
- utilisation de la batterie à d'autres fins.

L'OMS/PEV est en train d'étudier différents moyens de réduire ou simplement d'éviter le problème des batteries, notamment :

- Etablir un protocole pour l'essai de couples batterie/régulateur qui sera ensuite proposé aux fournisseurs de systèmes de réfrigération solaire. L'UNICEF s'est déclarée prête, une fois le protocole établi, à rejeter les soumissions des fournisseurs qui n'offrent pas des couples batterie/régulateur contrôlés selon ce protocole.
- Etudier la possibilité d'utiliser des batteries de voiture localement disponibles qui durent moins longtemps mais peuvent être achetées avec la monnaie locale.
- Rédiger un manuel sur les batteries à l'intention du personnel de terrain.
- Encourager la recherche/développement sur les réfrigérateurs solaires sans batterie.

Progrès en 1989 : Un projet de protocole pour l'essai des couples batterie/régulateur circule auprès des fabricants et des donateurs mais n'a pas encore été pleinement approuvé par eux. Il est actuellement en révision.

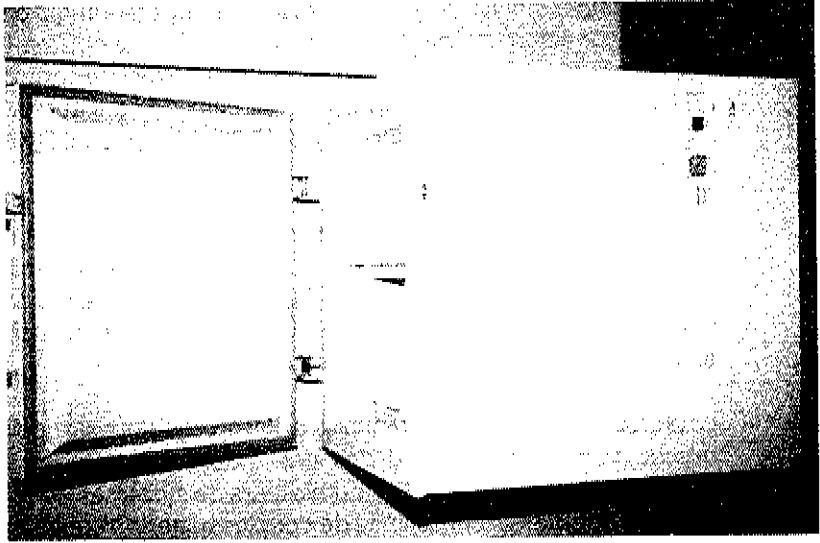
Des contacts préliminaires ont été établis avec une ONG spécialisée pour qu'elle soumette une proposition en vue de la rédaction d'un manuel de terrain sur les batteries solaires.

Plans pour 1990 : Une grande entreprise met actuellement au point un réfrigérateur/congélateur à stockage de frigories (gaine réfrigérante) qui pourrait être alimenté directement par les panneaux solaires avec une très petite batterie ou pas de batterie du tout. La figure 9 permet de comparer le prix anticipé de ce système (US \$2000) avec celui de neuf autres systèmes actuellement sur le marché, qui va de US \$3000 (système B) à US \$9000 (système A).

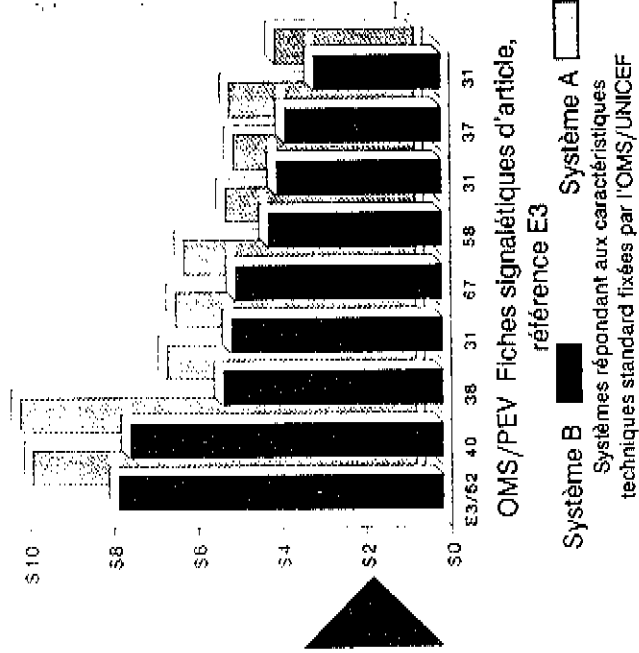
L'élimination, ou la réduction, de la composante batterie et l'utilisation d'armoires standard pour les réfrigérateurs solaires pourrait entraîner des réductions de prix importantes. Des essais préliminaires de l'appareil sont prévus pour la fin de 1990. Si les résultats sont satisfaisants, des essais sur le terrain seront organisés ensuite.

Le protocole pour l'essai des couples batterie/régulateur sera définitivement mis au point avec l'accord des principaux donateurs en 1990. On s'efforcera alors d'amener les fournisseurs de systèmes de réfrigération solaire à adopter un choix limité de couples batterie/régulateur et de les soumettre aux essais.

Figure 9 : Pour casser les prix du solaire : le réfrigérateur à stockage de frigories



Systèmes de réfrigération solaire
Coûts actuels (août 1989)
US FOB (milliers)



Système B ■ Système A □
Systèmes répondant aux caractéristiques techniques standard fixées par l'OMS/UNICEF

Le réfrigérateur solaire à stockage de frigories dont la photo figure ci-dessus n'a pas encore fait l'objet d'essais indépendants. Le fabricant propose de commercialiser le système complet pour moins de US \$2000. Le coût actuel des systèmes solaires, comme indiqué dans le diagramme à droite, va de US \$3800 à US \$10 000. Sortir de cette fourchette de prix constituerait un progrès important pour l'application de la technologie solaire.

6. FAITS NOUVEAUX CONCERNANT LA REFRIGERATION DES VACCINS

6.1 Réfrigérateurs à pétrole

Rappel : Le pétrole reste la source d'énergie la plus largement disponible et la moins coûteuse dans les zones dépourvues d'électricité. Cependant la qualité du pétrole est médiocre, trop médiocre pour le bon fonctionnement des brûleurs des réfrigérateurs à pétrole actuellement utilisés dans 75 % de tous les centres de santé qui ne bénéficient pas de l'électricité. On a donc en 1988 poursuivi des travaux en Suède, en R.F. d'Allemagne et au Luxembourg pour améliorer la performance des brûleurs des réfrigérateurs alimentés en pétrole de qualité inférieure et pour rechercher des solutions de remplacement pour l'avenir.

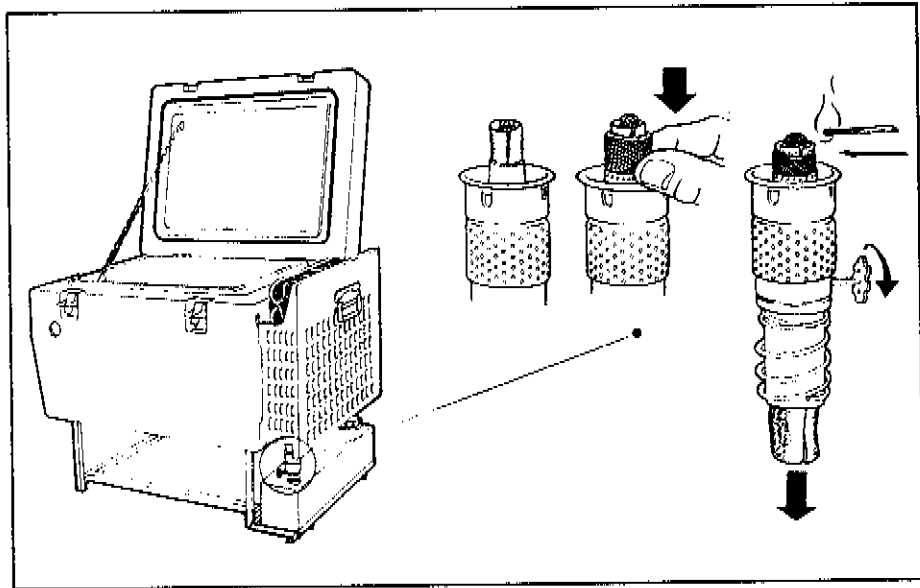
Progrès en 1989 : Au cours des 12 derniers mois un dispositif simple pouvant être adapté aux brûleurs par les agents de santé a été mis au point et essayé par le laboratoire GET, R.F.d'Allemagne, puis testé sur le terrain au Ghana, au Zaïre et en Indonésie. "L'intervalle de maintenance", c'est-à-dire l'intervalle entre les réglages nécessaires de la mèche a été porté de quelques heures seulement à un minimum de 48 heures et à un maximum de plus d'une semaine après modification.

Cette modification provoque la gazéification du pétrole, entraînant une combustion à flamme bleue au lieu d'une combustion à flamme blanche. Le revers de la médaille est que l'on n'obtient une flamme stable que dans une marge d'ajustement étroite et avec une flamme haute. Cet optimum est facile à trouver dans la pratique, mais entraîne un surrefroidissement du réfrigérateur au bout de quelques heures.

Les travaux de développement se poursuivent chez Electrolux, Luxembourg, qui cherche à maîtriser cet inconvénient dans son modèle RCW42EK généralement utilisé dans les centres de santé; une solution a déjà été proposée, et des essais de terrain ont été entrepris pour évaluer le dispositif modifiant le brûleur en même temps qu'une cloison

isotherme destinée à réduire le risque de congélation des vaccins. Si ces essais sont satisfaisants, de tels dispositifs seront offerts aux pays utilisant des réfrigérateurs à pétrole alimentés au pétrole de qualité médiocre.

Figure 10 : Modification des brûleurs pour l'utilisation de pétrole de qualité inférieure



La possibilité d'utiliser un brûleur à pression a été examinée avec Casa Hipolito, une entreprise portugaise. Des expériences et des essais préliminaires menés sur des brûleurs plus grands que les brûleurs nécessaires pour les réfrigérateurs à pétrole ont donné des résultats prometteurs, mais l'entreprise n'a pas accepté de poursuivre ces travaux sans appui financier de la part de l'OMS. L'OMS a accepté en principe de fournir un appui, mais exige un accord de collaboration protégeant les intérêts du secteur public que l'entreprise n'est pas disposée à discuter ni à signer pour le moment.

Discussion : Malgré les problèmes posés par les réfrigérateurs à pétrole, le PEV continue de s'en servir pour le stockage des vaccins dans les zones éloignées. Les petits réfrigérateurs à pétrole au fonctionnement desquels le pétrole de qualité inférieure nuit particulièrement, sont tout à fait adaptés aux postes et aux centres de santé parce qu'ils sont d'une dimension appropriée, qu'ils sont transportables facilement et sans danger, et qu'ils utilisent peu de combustible. Une fois le problème de

l'entretien des brûleurs résolu et le risque de congélation des vaccins réduit, ces petits réfrigérateurs devraient pouvoir, une fois de plus, offrir une solution de rechange valable pour remplacer les grands réfrigérateurs-armoires qui sont actuellement le seul choix possible.

6.2 Réfrigérateurs pour les cabinets médicaux dans les zones urbaines

Rappel : La chaîne du froid n'a guère eu à faire avec la conservation des vaccins dans les nombreux cabinets de consultation privés des zones urbaines. Les enquêtes montrent qu'un grand nombre des occasions manquées de vaccination le sont dans les cabinets médicaux privés où les patients ne viennent que pour des soins curatifs et qui n'offrent la vaccination que sur demande.

Les praticiens disposent rarement de réfrigérateurs adéquats réservés au stockage des vaccins et mettent les médicaments qui doivent être gardés au frais dans le réfrigérateur domestique qu'ils ont chez eux. Dans les zones urbaines, où les températures sont élevées et les pannes d'électricité fréquentes, ce mode de conservation des vaccins n'est pas satisfaisant. Il faut absolument que les praticiens du secteur privé disposent d'un réfrigérateur "personnel" peu coûteux qui protège le vaccin même lorsque l'approvisionnement en énergie est intermittent.

Progrès en 1989 : Electrolux a entrepris au début de l'année de mettre au point un petit réfrigérateur peu coûteux pour le stockage des vaccins dans les régions où l'approvisionnement en électricité est déficient. L'entreprise s'est servi pour cela du modèle bien connu RAK362 qui a été modifié de manière à pouvoir fonctionner à l'électricité, au pétrole ou au gaz LP, et qui maintient le froid dans des grands réservoirs remplis d'eau. Des essais récents menés par Consumer Research Laboratories au Royaume-Uni ont montré que des modifications encourageantes avaient été apportées à ce réfrigérateur mais qu'il en restait encore à apporter pour qu'il donne toute satisfaction.

Plans pour 1990 : Des échantillons de ce réfrigérateur seront installés dans des cabinets de consultation privés en zone urbaine dans un pays d'Afrique en 1990, en vue d'une évaluation. On s'efforcera de stimuler l'intérêt d'autres fabricants de réfrigérateurs pour la production d'un réfrigérateur de ce type et d'obtenir le concours de l'industrie pharmaceutique pour sa commercialisation dans le secteur privé des pays en développement.

7. AUTRES ACTIVITES DE LA CHAINE DU FROID

7.1 Chaîne du froid pour le maintien de la sécurité hématologique

Rappel : Le sang n'est sans danger que s'il a été soumis à des tests et s'il a été traité et stocké correctement. Du sang "propre" est disponible aujourd'hui dans la plupart des pays industrialisés et dans les grands hôpitaux des pays en développement. Pour qu'il y en ait aussi au niveau régional et au niveau des districts dans les pays en développement, il faut une chaîne du froid permettant de conserver le sang dans des conditions adéquates au stade de la collecte, du traitement et de la redistribution.

Progrès en 1989 : Le PEV a commencé à collaborer avec l'Initiative Mondiale pour la Sécurité Hématologique en juin et une proposition a été formulée à la fin de ce même mois en vue de l'établissement d'une chaîne du froid pour le maintien de la sécurité hématologique. Tandis que la proposition était examinée par l'OMS et la Ligue de la Croix-Rouge qui font partie de l'Initiative Mondiale, en juillet et en août, des travaux préparatoires ont été menés, notamment les suivants :

- établissement d'une base de données sur les fabricants de matériels de la chaîne du froid utilisés pour le stockage et le transport du sang,
- élaboration de protocoles pour l'étude des conditions de stockage du sang.

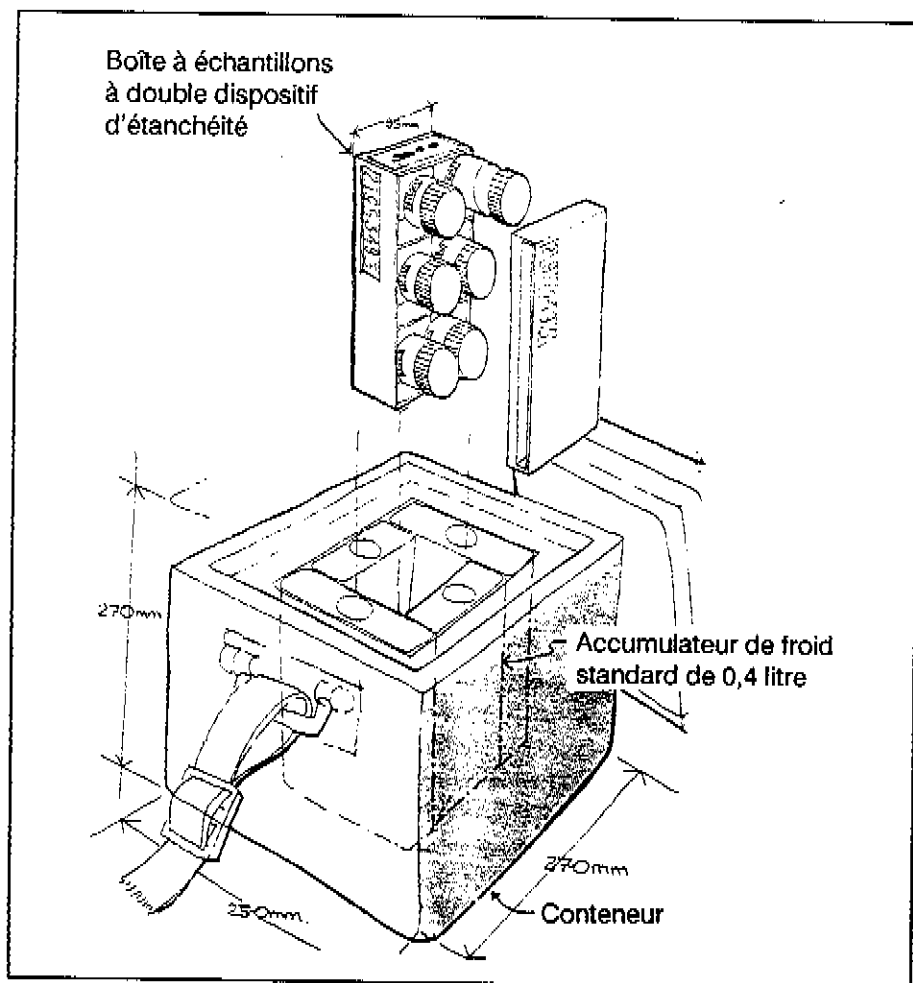
7.2 Chaîne du froid pour les échantillons de selles

Rappel : L'analyse en laboratoire des échantillons de selles est un maillon indispensable de l'effort mondial d'éradication de la poliomyélite. Selon le PEV, chaque cas de polio survenant dans un pays enregistrant moins de 50 cas par an mérite de faire l'objet d'investigations poussées en laboratoire. Il devrait donc y avoir chaque année quelque 10 000 échantillons individuels à recueillir sur le terrain et à transporter vers les laboratoires d'analyse nationaux. Une partie des échantillons seront aussi envoyés par avion dans des laboratoires internationaux.

Une chaîne du froid est indispensable pour protéger les échantillons de selles provenant de cas suspects pendant le transport jusqu'au laboratoire. Les échantillons sont considérés comme contaminés et sont conservés entre +0°C et +8°C pendant le transport. Un petit nombre de ces échantillons seront traités puis transportés, congelés, dans les conditions stipulées par l'IATA, pour réduire les risques de contamination.

Progrès en 1989 : Un récipient isotherme pour le transport et l'expédition des échantillons de selles est actuellement mis au point et essayé avec la collaboration d'entreprises et d'institutions australiennes. Ce conteneur doit avoir une durée de vie froide maximale pour une capacité de 400 cm³ de prélèvement ou d'échantillons traités et sera livré par le fournisseur plié à plat pour faciliter la distribution à tous les hôpitaux susceptibles de déceler des cas de poliomyélite. Des essais de performance sont actuellement menés dans les laboratoires du Royaume-Uni sur des modèles présentant des caractéristiques techniques différentes, après quoi l'industrie en Australie sera invitée à en entreprendre la production.

Figure 11 : Récipient isotherme pour le transport et l'expédition d'échantillons de selles



7.3 Examen des systèmes d'inventaire informatisés

Rappel : L'usage d'ordinateurs personnels ne cesse de s'étendre dans les bureaux centraux du PEV ainsi que dans les magasins médicaux centraux de nombreux pays. L'inventaire des vaccins, du matériel, des pièces détachées et des fournitures courantes dans la plupart de ces pays se fait à une échelle telle qu'il serait possible d'en améliorer l'efficacité en utilisant un logiciel approprié.

Progrès en 1989 : Le Service de Distribution (DST) à Genève dispose d'un premier projet de logiciel d'inventaire qui va faire l'objet d'essais dans des pays et de modifications, si nécessaire. John Snow Incorporated (JSI)/Reach (Etats-Unis d'Amérique) a entrepris la production d'un logiciel pour l'inventaire des vaccins. Des versions préliminaires de ce logiciel devraient être fournies avant la fin de 1989. Une étude des logiciels commerciaux d'inventaires a été entreprise.

Plans pour 1990 : Le logiciel du Service de Distribution devrait être testé sur le terrain en 1990 et la Tanzanie et le Mozambique ont manifesté un début d'intérêt pour la collaboration avec l'OMS/PEV au développement et à l'essai de ce logiciel. La mise au point définitive du logiciel pour l'inventaire des vaccins devrait être faite par JSI/Reach d'ici mars 1990. Ce logiciel sera ensuite modifié et développé de manière à couvrir tous les autres matériels du PEV, moyens de transport compris.

7.4 Mise au point d'eutectiques à point de congélation élevé

Rappel : Dans un certain nombre de cas il serait utile de pouvoir disposer d'un produit autre que l'eau comme agent réfrigérant. L'eau gèle à 0°C, mais souvent ne change pas de phase avant d'avoir atteint -3°C. La chaleur latente stockée dans la glace n'est donc disponible que lorsque le processus de cristallisation s'est réellement produit.

- La congélation des accumulateurs de froid remplis d'eau exige des appareils de congélation à basse température, qui consomment beaucoup d'énergie.
- L'utilisation d'accumulateurs de froid à bas point de congélation dans les porte-vaccins peut être dangereuse pour les vaccins si les précautions nécessaires ne sont pas prises.
- Dans les réfrigérateurs à stockage de frigories qui sont alimentés en électricité 8 heures par jour la température de l'évaporateur doit

rester suffisamment basse pendant la plus grande partie du temps afin que l'eau de la "gaine" réfrigérante soit bien congelée et qu'il y ait un stock suffisant de frigories pour la période sans électricité. La température descend donc en dessous de 0°C dans le chargement de vaccins, ce qui est dangereux pour les vaccins.

Il serait donc très utile pour un certain nombre de matériels de la chaîne du froid de pouvoir disposer d'un produit qui ait un comportement thermique et une chaleur latente analogue à ceux de l'eau mais dont le point de congélation/décongélation soit situé entre 0 et 8°C :

- Les accumulateurs de froid pourraient être congelés à des température moins basses.
- Les accumulateurs de froid congelés pourraient être stockés dans les réfrigérateurs.
- Les réfrigérateurs à stockage de frigories pourraient fonctionner à une température moins basse, ce qui supprimerait le risque de congélation des vaccins.
- Les réfrigérateurs à pétrole et les réfrigérateurs solaires qui congèlent difficilement une quantité suffisante d'accumulateurs de froid fonctionneraient mieux.

Progrès en 1989 : Un produit de ce type a été inventé par une entreprise française; il est actuellement soumis à des essais indépendants au Consumer Research Laboratory, du Royaume-Uni. Ce produit a une chaleur latente proche de celle de l'eau et son point de congélation/décongélation se situe à 6°C (voir figure 12).

Figure 12 : Courbe de congélation de l'eutectique à point de congélation élevé

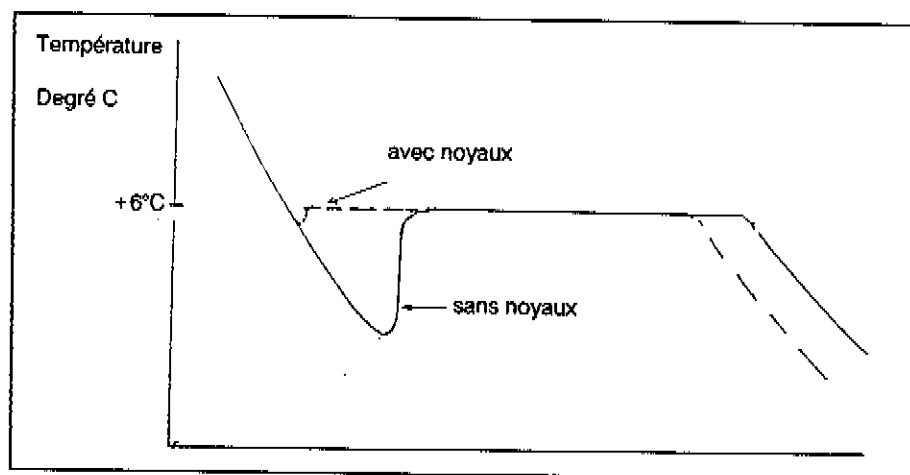
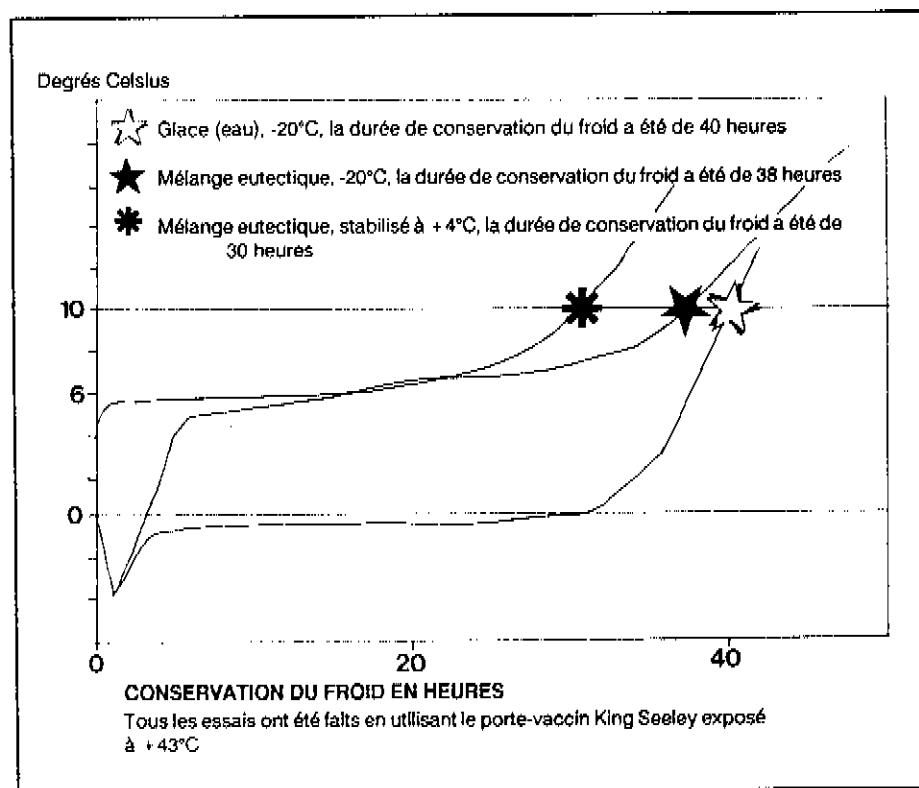


Figure 13 : Durée de conservation du froid – mélange eutectique et eau



La figure 13 montre les résultats obtenus par le fabricant avec des accumulateurs de froid remplis d'eau et des accumulateurs de froid remplis du nouveau produit, utilisés dans un porte-vaccin King Seeley.

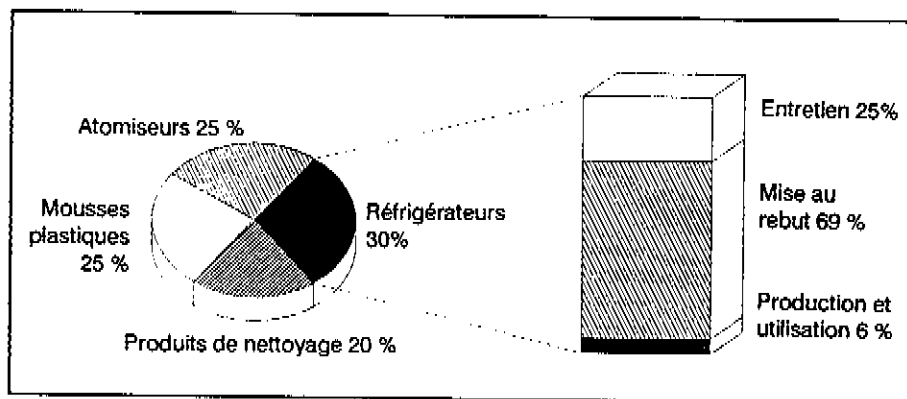
Plans pour 1990 : Le nouveau produit sera essayé dans le cadre de toute une gamme d'applications. Le fabricant continuera ses travaux pour réduire les problèmes de surfusion et diminuer le coût du produit. La toxicité et l'action corrosive du produit seront étudiées.

7.5 Mesures destinées à réduire les rejets de chlorofluorocarbones (CFC) dans l'atmosphère

Rappel : Si la destruction se poursuit au rythme actuel, 20 % de la couche d'ozone pourrait avoir disparu d'ici une cinquantaine d'années, ce qui risque vraisemblablement de provoquer une mortalité importante par cancer de la peau, ainsi que des famines généralisées en raison des dégâts aux récoltes provoqués par le réchauffement général de l'atmosphère.

La principale stratégie envisagée par le protocole de Montréal consiste à réduire le rejet de CFC pour limiter toute nouvelle destruction de la couche d'ozone. On sait que 30 % des CFC libérés dans l'atmosphère le sont à l'occasion de la fabrication, de l'utilisation et de l'élimination des réfrigérateurs contenant du fréon. Les mousses synthétiques, y compris la mousse de polyuréthane utilisée comme isolant dans les glaciers et les porte-vaccins, libèrent 25 % de CFC supplémentaires.

Figure 14 : Sources des CFC libérés dans l'atmosphère



Progrès en 1989 : Un consultant a représenté le PEV à une réunion organisée à Helsinki en mai où les parties au protocole de Montréal se sont rencontrées pour la première fois. Les mesures suivantes sont envisagées actuellement, par l'industrie européenne en particulier, pour limiter l'émission des CFC :

- modifier les gaz utilisés dans les mousses isolantes;
- détruire les CFC lors de la mise au rebut des articles;
- récupérer les gaz qui s'échappent lors de la fabrication;
- récupérer les gaz qui s'échappent lors de l'entretien et de la réparation.

Les discussions se poursuivent au PEV, Genève, pour décider d'une stratégie pour la chaîne du froid.

Discussion : Les inconvénients qui accompagneront la mise en oeuvre des modifications requises semblent formidables. Les mousses isolantes utilisées en remplacement des mousses qui libèrent des CFC pourraient être de 50 % plus épaisses. On estime que le coût des modifications apportées à la production des réfrigérateurs domestiques en Europe pourrait augmenter le prix de ces appareils de 15 %. A ces modifications, il faut ajouter celles qu'il est nécessaire d'apporter à la conception des systèmes de réfrigération pour réduire l'émission de CFC pendant les travaux de réparation. De plus la qualité des travaux de réparation devra être supérieure en général à ce qu'elle est aujourd'hui.

De loin, la plus grande proportion des CFC émis par la chaîne du froid sont libérés lors de la mise au rebut des appareils. Les conditions contrôlées dans lesquelles cette opération devrait être effectuée ne semblent pas faire l'unanimité et celles qui sont proposées ne semblent pas très pratiques pour les pays en développement.

8. INFORMATIONS GENERALES SUR LES ACTIVITES DU GROUPE CHAINE DU FROID DU PEV

Le groupe Chaîne du froid et Appui logistique du PEV existe depuis 13 ans et se compose de personnel professionnel (3) et de personnel administratif (4) à Genève, et de professionnels dans les bureaux régionaux de l'OMS (4). Le groupe collabore comme suit pour soutenir les programmes nationaux du PEV (voir figure 15).

Figure 15 : Organisation de l'unité de la Chaîne du froid, Genève

