

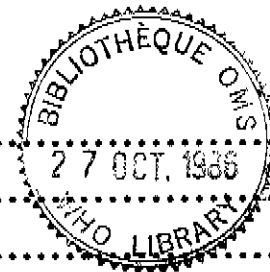


Programme Elargi de Vaccination

GUIDE POUR L'EVALUATION DE LA CAPACITE DU MATERIEL NECESSAIRE  
AU STOCKAGE ET AU TRANSPORT DES VACCINS AUX FINS DU PEVI

SOMMAIRE

	<u>Pages</u>
Introduction.....	1
1. Premières estimations.....	1
2. Analyse détaillée.....	3
2.1 Croissance démographique.....	3
2.2 Besoins nets en vaccins.....	3
2.3 Eventail du matériel proposé.....	5
2.4 Choix du matériel.....	5
2.5 Transport des vaccins.....	7
3. Résumé du matériel nécessaire pour la chaîne du froid dans un pays modèle..	11



Introduction

Lorsque l'on entreprend un programme nouveau ou élargi de vaccination, il est souvent utile d'examiner les besoins en équipements de la chaîne du froid en deux étapes bien distinctes. Premièrement, compte tenu de la population du pays, des régions et des districts, on établira une estimation approximative de l'ampleur et de la nature de la chaîne du froid et l'on aura ainsi une idée générale du matériel et des dépenses à prévoir. Ensuite, il faudra procéder à une analyse plus détaillée des besoins, préciser les modèles à acquérir, en dresser des listes et établir un budget ferme.

Le but de ce document est de servir de guide pour l'évaluation des besoins des pays dans le domaine de la chaîne du froid, selon les deux étapes évoquées plus haut.

1. PREMIERES ESTIMATIONS

Le tableau 1 donne les capacités approximatives nécessaires pour des vaccinations systématiques, étant admis que celles-ci sont assurées par des centres fixes organisant aussi des séances de vaccinations à la périphérie. Ces indications peuvent servir de première estimation pour la planification d'un système de chaîne du froid et donner une idée d'ensemble des besoins à satisfaire à chaque niveau.

1 Ce document remplace le document original sur ce sujet, EPI/CCIS/80.10.

Tableau 1: Besoins approximatifs pour une chaîne du froid

Niveau	Température de conservation degrés centigrades	Population desservie	Type de matériel nécessaire	Volume brut de stockage requis*
DEPOTS NATIONAL OU REGIONAL (4 mois de stock)	de 0 à +8	Jusqu'à 8 millions	Refrigérateurs	300 litres/million
	de 0 à +8	Plus de 8 millions	Chambre froide	0,75 m <sup>3</sup> / million
	de -15 à -20	Jusqu'à 30 millions	Congélateurs	164 litres/ million
	de -15 à -20	Plus de 30 millions	Chambre froide	0,41 m <sup>3</sup> / million
TRANSPORT AUX REGIONS (Livraisons trimestrielles simultanées dans toutes les régions)	de 0 à +8	Pas de limites	Glacières	30 litres/million
TRANSPORT AUX DEPOTS LOCAUX (Livraisons simultanées tous les mois)	de 0 à +8	Pas de limites	Glacières	12 litres/100 000
DEPOTS LOCAUX CENTRES DE SANTE COMPRIS (6 semaines de stock)		Jusqu'à 15 millions	Réfrigérateur avec congéla- tion d'éléments réfrigérants	1,50 litre/10 000

\* Compte tenu des hypothèses énoncées à la section 2 ci-dessous. On notera que les indications ci-dessus visent uniquement à faciliter le choix du matériel. Elles ne tiennent pas compte des facteurs locaux importants dans tous les cas. Par exemple, ces choix ne prennent pas en compte les économies qui permettrait de réaliser la construction de chambres froides sur place lorsque les dépenses locales sont faibles. Il n'est pas non plus tenu compte de la difficulté supplémentaire que suppose l'installation de chambres froides par rapport à celle de réfrigérateurs ou de congélateurs. Quoi qu'il en soit, lorsque le choix n'est pas clair, on tiendra compte des facteurs locaux, notamment des problèmes liés à l'importation, au transport, à l'installation, au fonctionnement et à l'entretien du matériel.

Cette approximation ne saurait remplacer le calcul détaillé, au niveau national, des besoins en matériel depuis le centre de santé jusqu'au niveau central. Avant de sélectionner un système ou de placer des commandes, il importe de procéder aux analyses par étapes décrites à la section 2, les conditions réelles qui prévalent dans le pays étant substituées aux différentes hypothèses émises dans les exemples ci-dessous. Les méthodes de calcul restent cependant essentiellement les mêmes.

## 2. ANALYSE DETAILLEE

### 2.1 Croissance démographique

Lors de l'estimation des besoins pour la chaîne du froid, il faut toujours planifier sur une période de cinq ou dix ans et évaluer le taux de croissance démographique attendu pour cette période. Le système choisi devra être suffisamment important pour répondre aux besoins du programme à la fin de la période considérée.

En supposant par exemple un pays dont la population est de 8,5 millions d'habitants et le taux de croissance démographique de 2,8% par an, la population aura augmenté au bout d'un an de:

$$8\ 500\ 000 \times 1,028 = 8\ 738\ 000$$

A la fin d'une période de cinq ans, la population aura atteint:

$$8\ 738\ 000 \times 1,028 = 8\ 983\ 000 \text{ (2e année)}$$

$$8\ 983\ 000 \times 1,028 = 9\ 234\ 000 \text{ (3e année)}$$

$$9\ 234\ 000 \times 1,028 = 9\ 493\ 000 \text{ (4e année)}$$

$$9\ 493\ 000 \times 1,028 = \underline{9\ 759\ 000} \text{ (5e année)}$$

ou

$$8\ 500\ 000 \times (1,028)^5 = \underline{9\ 759\ 000}$$

Dans ce cas, il conviendra donc de prévoir un matériel suffisant pour une population de quelque 9 760 000 habitants.

### 2.2 Besoins nets en vaccins

Pour chaque tranche d'un million d'habitants dans le pays, supposons que:

- le nombre de nourrissons à vacciner soit de 35 000 par an;
- 26 000 enfants devront recevoir des rappels de vaccins DT et BCG lors de leur scolarisation;
- 35 000 femmes enceintes auront besoin de 2 injections d'anatoxine tétanique.

Nous prendrons pour hypothèse que ces objectifs pourront être atteints à 100%. En d'autres termes, les objectifs pour l'année sont:

- 35 000 nourrissons (3,5% de la population)
- 26 000 enfants en début de scolarisation (groupe d'âge 5-6 ans)
- 35 000 femmes enceintes (3,5% de la population)
- taux de couverture vaccinale de 100%.

Le volume des vaccins par dose varie sensiblement suivant les fabricants. Les chiffres indiqués au tableau 2 ci-dessous sur le volume par dose, emballage compris, de chaque vaccin correspondent au maximum recommandé par l'OMS/PEV. Les produits utilisés pour la dilution de vaccins lyophilisés ne sont pas pris en compte.

Tableau 2: Besoins nets en vaccins par million d'habitants

Groupe cible	Vaccins (doses/flacon)	Objectif de vaccination en un an	Nombre de doses	cm <sup>3</sup> par dose, emballage inclus	Taux de gaspillage	Conversion cm <sup>3</sup> en litres	Besoins nets en vaccins en litres	Température de stockage °C
Nourrissons	BCG (20)	35 000	x 1	x 1,0	x 2,0	: 1 000	70	+4
	DTC (20)	35 000	x 3	x 2,5	x 1,3	: 1 000	341	+4
	Rougeole (10)	35 000	x 1	x 3,0	x 1,3	: 1 000	137	-20
	Polio (20)	35 000	x 4	x 1,5	x 1,3	: 1 000	273	-20
Total pour les nourrissons						= 411 = 410	+4 -20	
Écoliers	DT (20)	26 000	x 1	x 2,5	x 1,3	: 1 000	85	+4
	BCG (20)	26 000	x 1	x 1,0	x 2,0	: 1 000	52	+4
Total pour les écoliers						= 137	+4	
Femmes enceintes	Anatoxine tétanique (20)	35 000	x 2	x 2,5	x 1,3	: 1 000	228	+4
Total pour les femmes enceintes						= 228	+4	
Volume total de vaccins par millions d'habitants à +4°C = <u>776 litres</u>								
Volume total de vaccins par millions d'habitants à -20°C = <u>410 litres</u>								

Il est maintenant possible de calculer les besoins nets en vaccins pour l'ensemble de la population. Nous avons estimé que la population du pays modèle serait de 9,76 millions à la fin de la période de cinq ans. Ainsi, le total des besoins nets en vaccins pour le pays sera alors de:

$$\text{stockage à } +4^{\circ}\text{C: } 776 \text{ litres} \times 9,76 = \underline{7\,574 \text{ litres}}$$

$$\text{stockage à } -20^{\circ}\text{C: } 410 \text{ litres} \times 9,76 = \underline{4\,002 \text{ litres}}$$

En supposant que ces quantités soient fournies en 4 livraisons à intervalles trimestriels, il faudra stocker les quantités suivantes de vaccins au niveau national compte tenu d'un stock de réserve de 25%:

$$\text{à } +4^{\circ}\text{C: } \frac{7\,574}{4} + 25\% \text{ de réserve} = \underline{2\,367 \text{ litres}} \text{ de vaccins, réserve comprise}$$

$$\text{à } -20^{\circ}\text{C: } \frac{4\,002}{4} + 25\% \text{ de réserve} = \underline{1\,251 \text{ litres}} \text{ de vaccins, réserve comprise}$$

### 2.3 Eventail du matériel proposé

Outre l'espace occupé par les vaccins, il faut prévoir un espace supplémentaire pour la circulation de l'air, le chargement et le déchargement et, dans le cas des chambres froides, la circulation des personnes. C'est ce que l'on appelle le "coefficient d'espace".

Des considérations pratiques dictent aussi le choix de tel ou tel type de matériel. La figure 3 donne les valeurs limites normales correspondant aux différents modèles.

Tableau 3: Eventail des utilisations des différents modèles

Type de matériel	Besoins totaux en vaccins (réserve comprise) en litres	Nombre pratique maximum d'unités par installation	Coefficient d'espace	Eventail des capacités brutes, en litres, de l'équipement disponible*
Réfrigérateurs armoires à +4°C	Jusqu'à 1 400 l	Jusqu'à 10	2,0	100-280
Réfrigérateurs bahuts à +4°C	Jusqu'à 2 000 l	Jusqu'à 10	1,2	15-250
Congélateurs armoires à -20°C	Jusqu'à 700 l	Jusqu'à 10	2,0	140
Congélateurs bahuts à -20°C	Jusqu'à 4 000 l	Jusqu'à 10	1,2	15-525
Chambres froides à +4°C	Au-dessus de 2 000 l	Pas de limites	3,0	3 000 et plus
Chambres froides à -20°C	Plus de 4 000 l	Pas de limites	3,0	3 000 et plus
Glacières	Pas de limites	Pas de limites	1,1**	0,3-72***

\* Matériel approuvé conformément à la fiche signalétique d'article SUPDIR 55 Amt 5 (1985).

\*\* "Coefficient d'espace" à prévoir pour les glacières afin de permettre le chargement et le déchargement.

\*\*\* Capacité nette dans le cas des glacières compte tenu du nombre nécessaire d'accumulateurs de froid.

Dans le cas des chambres froides de grandes dimensions, il faut savoir qu'il peut être avantageux de diviser l'espace en deux pièces ou plus, de prévoir peut-être des pièces séparées pour chaque type de vaccin afin de faciliter la tenue et le contrôle des stocks.

### 2.4 Choix du matériel

#### a) Dépôt central

Le matériel pour le dépôt central peut maintenant être choisi à partir des données figurant au tableau 3. Pour les vaccins à conserver à +4°C, il faut prévoir 2 367 litres, réserve comprise. On choisira donc une chambre froide à +4°C dont la capacité brute sera de:

$2\ 367 \times 3,0$  (coefficient d'espace) = 7 101 litres ou 7,1 m<sup>3</sup> de capacité brute de stockage.

A -20°C, il faut prévoir 1 251 litres de vaccins, réserve comprise. On choisira donc des congélateurs bahuts dont la capacité brute sera de:

$1\ 251 \times 1,2$  (coefficient d'espace) = 1 501 litres de capacité brute de stockage.

(On notera que l'espace nécessaire aux accumulateurs de froid n'a pas été prévu. Il sera calculé ultérieurement).

b) Dépôts régionaux

Supposons que le pays comporte 10 régions ayant chacune la même population. Ainsi, chaque région comptera:

$\frac{9,76 \text{ millions}}{10} = 0,976$  millions d'habitants

D'après les données du tableau 2, il faudra donc prévoir pour chaque année un espace de stockage qui sera calculé comme suit pour chaque région:

à +4°C:  $776 \times 0,976 = 757$  litres, et

à -20°C:  $410 \times 0,976 = 400$  litres.

Dans de nombreux pays, le vaccin est fourni en 4 livraisons trimestrielles; si l'on compte 25% de réserve, il faudra donc stocker:

à +4°C :  $\frac{757}{4} = 189$  litres de vaccin,

+ 25% de réserve = 237 litres de vaccin, réserve comprise et,

à -20°C :  $\frac{400}{4} = 100$  litres de vaccin,

+25% de réserve = 125 litres de vaccin, réserve comprise.

Compte tenu de nouveau des données du tableau 3, si l'on choisit des réfrigérateurs bahuts à +4°C, il faudra une capacité brute de:

$237 \times 1,2$  (coefficient d'espace) = 284 litres de capacité brute de stockage, et pour le vaccin congelé, un congélateur bahut à -20°C ayant une capacité brute de:

$125 \times 1,2$  (coefficient d'espace) = 150 litres de capacité brute de stockage.

c) Dépôts des districts

En supposant que chaque région soit divisée en 5 districts égaux, chacun aurait une population d'environ:

$\frac{0,976 \text{ millions}}{5} = 195\ 000$  habitants

Au niveau du district, tout le vaccin sera conservé à +4°C. Donc, d'après les données du tableau 2, les quantités annuelles de vaccins à stocker par district seraient de:

à + 4°C:  $(776 + 410) \times \frac{195\ 000}{1\ 000\ 000} = 231$  litres

Normalement, le vaccin sera livré tous les mois, si bien que la quantité à stocker, avec 25% de réserve, serait de:

à + 4°C:  $\frac{231}{12} = 19$  litres de vaccin,

+ 25% de réserve = 24 litres de vaccin, réserve comprise

D'après les indications données au tableau 3, nous choisirons un réfrigérateur bahut à +4°C dont la capacité brute sera de:

$$24 \times 1,2 \text{ (coefficient d'espace)} = 29 \text{ litres de capacité brute de stockage}$$

d) Dépôts des centres de santé

En supposant que chaque district compte 5 centres de santé de même importance, chacun desservira une population de:

$$\frac{195\ 000}{5} = 39\ 000 \text{ personnes}$$

Là aussi, tous les vaccins seront conservés à +4°C; les quantités annuelles stockées à +4°C par centre de santé seront de:

$$(776 + 410) \times \frac{39\ 000}{1\ 000\ 000} = 46 \text{ litres de vaccin}$$

En supposant des livraisons mensuelles et 25% de réserve, la quantité à stocker sera de:

$$\text{à } +4^\circ\text{C: } \frac{46}{12} = 3,83 + 25\% \text{ de réserve} = 4,8 \text{ litres, réserve comprise.}$$

Le mieux serait alors de choisir un réfrigérateur bahut ayant une capacité brute de:

$$4,8 \times 1,2 \text{ (coefficient d'espace)} = 5,8 \text{ litres de capacité brute de stockage}$$

2.5 Transport des vaccins

Le choix du modèle de glacière à utiliser dépendra de la quantité de vaccin à transporter et de la durée du voyage le plus long. On trouvera au tableau 4 des indications sur la capacité et la durée de conservation du froid des glacières agréées disponibles.

Tableau 4: Capacité et durée de conservation du froid des glacières

Conservation du froid, en heures, pour une température de +4°C						
Capacité nette en litres	24	24-48	49-72	73-96	97-168	168
Plus de 50	-	E/32	-	-	-	-
De 30,1 à 50	-	E4/33	E4/31	E4/08 E4/39 E4/50	E4/13 E4/38	-
De 20,1 à 30	E4/06	-	E4/09 E4/29	-	E4/37	E4/05 E4/30
De 10,1 à 20	-	-	E4/28	-	-	-
De 5,1 à 10	-	-	E4/10 E4/51	E4/16 E4/26 E4/36 E4/45 E4/49	E4/22	-
De 2,5 à 5	E4/21	E4/40	E4/20	-	-	-
Moins de 2,5	E4/44 E4/46	E4/18 E4/19 E4/35 E4/41	E4/34	-	-	-

Note: Les numéros de code sont les références du matériel approuvé, conformément à la fiche signalétique d'article SUPDIR 55 Amt 5 (1985).

a) Transport des dépôts centraux aux dépôts régionaux

Supposons que les livraisons de vaccin aux 10 régions du pays soient effectuées tous les trois mois. Étant donné que tous les vaccins transportés dans des glacières seront conservés à +4°C, le volume net de vaccin à cette température sera de:

(d'après les indications données au paragraphe 2.4 (b) "Dépôts régionaux" ci-dessus):

189 + 100 = 289 litres de vaccin par région

Compte tenu de l'espace à réserver pour le chargement et le déchargement, la capacité requise serait de:

289 x 1,1 (coefficient d'espace) = 318 litres de capacité de transport par région.

En supposant qu'une durée de conservation du froid d'au moins 100 heures soit nécessaire, ainsi que le modèle le plus grand de glacière, les modèles E4/13 ou E4/38 pourraient convenir d'après les données du tableau 4. Si l'on choisit le modèle E4/13 avec une capacité de 31 litres de vaccin + 11,4 litres d'accumulateurs de froid (19 accumulateurs de froid de 0,6 litre chacun) il faudrait, pour chaque livraison dans les régions:

$$\frac{318}{31} = 11 \text{ glacières}$$

et  $11 \times 11,4 = 125$  litres de capacité de production de froid.

Au dépôt central, il faudra donc un modèle spécial pour la congélation rapide d'accumulateurs de froid (le modèle E3/26 par exemple) ou un congélateur bahut distinct réservé à la congélation de ce volume d'éléments réfrigérants.

Il ne faut pas oublier que différentes stratégies pourront être utilisées pour la livraison. Un simple jeu de glacières permettrait de desservir une même région à la fois, à raison de 10 voyages tous les trois mois; sinon, les livraisons pourraient être effectuées en différents points à l'occasion d'un voyage unique. De la stratégie adoptée dépendra le nombre de glacières nécessaires ainsi que la quantité de glace à prévoir pour chaque niveau.

b) Transport des régions aux districts

Les transports se font tous les mois; chaque district aura besoin, compte tenu de l'espace de chargement et de déchargement, de:

(d'après les indications données au paragraphe 2.4 c) "Dépôts des districts" ci-dessus):

$19 \text{ litres de vaccin} \times 1,1 = 21 \text{ litres de capacité de transport.}$

Supposons que l'on utilise le modèle E4/05 au niveau du district; chaque district aura besoin d'une glacière de 22 litres, et il faudra prévoir 14,4 litres de production de glace au niveau régional pour la congélation des accumulateurs de froid nécessaires. On pourra utiliser à cette fin, comme précédemment, un appareil spécial de congélation rapide ou un congélateur bahut séparé:

c) Transport des districts aux centres de santé

Le modèle de glacière sélectionné plus haut serait trop grand pour les livraisons aux centres de santé pris séparément, mais puisque chaque centre a besoin de 3,83 litres de vaccins par mois (d'après les indications données en 2.4 d) ci-dessus) et que chaque district possède 5 centres, il faudra livrer:  $5 \times 3,83 = 19$  litres de vaccin par mois.

On pourrait donc envisager de livrer tous les vaccins conservés dans la même glacière de 22 litres, à l'occasion d'une seule tournée dans les districts. Il faudrait aussi prévoir un appareil pour la congélation des 14,4 litres d'éléments réfrigérants nécessaires.

d) Transport des centres de santé aux postes

Pour les centres de santé qui assurent des vaccinations à la périphérie, on calculera le nombre approximatif de personnes qui se présentent à chaque séance afin d'évaluer la capacité des porte-vaccins nécessaires.

Supposons que la fréquentation d'un poste donné soit généralement d'une cinquantaine de mères. Supposons encore que chacune emmène au moins un enfant et que, selon le moment du jour où ont lieu les séances de vaccinations, elle emmène également des enfants scolarisés plus âgés. Certains de ces enfants devront vraisemblablement recevoir davantage de vaccinations que d'autres mais il est néanmoins possible d'estimer comme suit les besoins en vaccins:

$$30 \text{ doses de BCG} = \frac{30}{20} = 2 \text{ flacons de 20 doses}$$

$$40 \text{ doses de DTC} = \frac{40}{20} = 2 \text{ flacons de 20 doses}$$

$$30 \text{ doses de vaccin antirougeoleux} = \frac{30}{10} = 3 \text{ flacons de 10 doses}$$

$$40 \text{ doses de vaccin antipoliomyélitique} = \frac{40}{20} = 2 \text{ flacons de 20 doses}$$

$$30 \text{ doses d'anatoxine tétanique} = \frac{30}{20} = 2 \text{ flacons de 20 doses}$$

Il faut évidemment prévoir au moins un flacon de chacun des vaccins que l'on compte utiliser lors d'une séance de vaccination, mais il est généralement de bonne politique de prévoir des flacons supplémentaires au cas où le nombre des personnes à vacciner serait plus grand que prévu, où des flacons seraient endommagés, etc.

Dans ces conditions, le porte-vaccins devrait avoir une capacité de:

Vaccins	Nombre de flacons	Nombre de doses	Volume par dose cm <sup>3</sup>	Volume net cm <sup>3</sup>
BCG	2 + 1	60	1.0	60
DTC	2 + 1	60	2.5	150
Rougeole	3 + 1	40	3.0	120
Polio	2 + 1	60	1.5	90
Tétanos	2 + 1	60	2.5	150
Volume total approximatif:				570 (= environ 0,6 litre)

L'importance des séances de vaccination est variable si bien que pour être tout-à-fait sûr, il est préférable de prévoir un volume supérieur aux quantités calculées. De même, il vaut mieux uniformiser le matériel le plus possible, de sorte que le choix d'une glacière suffisamment vaste pour les postes assurant le plus grand nombre de vaccination garantisse une capacité suffisante pour toutes les autres séances de vaccination.

Dans notre exemple, on pourrait décider de prendre comme base un porte-vaccins de 1 litre et de fournir ce modèle à tous les centres de santé organisant des séances de vaccination à la périphérie. Il ne faut pas oublier que des accumulateurs de froid devront être fournis pour toutes les glacières et que chaque centre de santé qui organise des séances de vaccination doit donc posséder un réfrigérateur capable de congeler les accumulateurs de froid nécessaires, soit en général 4 par porte-vaccins (environ 1,2 litres ou kilos de glace).

3. RESUME DU MATERIEL NECESSAIRE POUR LA CHAÎNE DU FROID DANS UN PAYS MODELE

Tableau 5: Besoins d'un système national de chaîne du froid

Niveau	Population desservie	Type de matériel sélectionné	Capacité brute de la chaîne du froid calculée en litres		
			Vaccins +4°C	Vaccins -20°C	Congélation des éléments réfrigérants
Stock national	9,76 millions	Chambre froide	7 101	-	-
		Congélateurs-bahuts	-	1 501	125
Transport vers les régions	976 000 pour chaque région	Glacières	318	-	-
Stocks régionaux	976 000 pour chaque région	Réfrigérateur bahut	284	-	-
		Congélateur bahut	-	150	14,4
Transport vers les districts	195 000 pour chaque district	Glacière	21	-	-
Stocks de district	195 000 pour chaque district	Réfrigérateur bahut	29	-	14,4
Transport vers les centres de santé	39 000 pour chaque centre	Glacière	22 (pour 5 centres de santé)	-	-
Centre de santé	39 000 pour chaque centre	Réfrigérateur bahut	5,8	-	1,2
		Porte-vaccins (un pour chaque séance de vaccination à la périphérie)	1	-	-

= = =