

Répondre aux besoins en matière de stockage des médicaments à température ambiante contrôlée

Octobre 2012

Bâtiment Avant Centre
13 Chemin du Levant
01210 Ferney Voltaire
France

Téléphone :
Fax : 33.450.28.04.07
www.path.org
www.who.int

OPTIMIZE

Immunization systems and technologies for tomorrow



Ce rapport a été commandé par Optimize : Systèmes et technologies pour la vaccination de demain, une collaboration entre l'Organisation mondiale de la Santé et PATH. Il a été rédigé par John Lloyd et Steve McCarney (consultants).

Contact :

Joanie Robertson

Manager

jrobertson@path.org

Courrier

PO Box 900922

Seattle, WA 98109 USA

Adresse

2201 Westlake Avenue, Suite 200

Seattle, WA 98121 USA

www.path.org

Citation suggérée :

PATH. *Répondre aux besoins en matière de stockage des médicaments à température ambiante contrôlée*. Seattle : PATH 2012.

Ces travaux ont été financés totalement ou en partie par une subvention de la Fondation Bill & Melinda Gates. Les opinions exprimées dans ce document n'engagent que les auteurs et ne reflètent pas nécessairement les opinions de la Fondation.

Copyright © 2012, Program for Appropriate Technology in Health (PATH). Tous droits réservés. Le contenu de ce document peut être utilisé librement à des fins pédagogiques ou non commerciales, à condition que la source soit mentionnée.

Répondre aux besoins en matière de stockage des médicaments à température ambiante contrôlée

Octobre 2012

Table des matières

Acronymes	v
Résumé.....	vi
Introduction.....	1
Méthode	2
Évaluation des paramètres de stockage.....	3
Évaluation technique de la faisabilité pour cinq solutions alternatives potentielles.....	4
Climatisation naturelle ou passive	4
Climatisation intermittente.....	4
Climatisation continue	5
Climatisation spécifique et contrôle de l'humidité.....	5
Pièce dans la pièce climatisée ou réfrigérateur dans une enceinte préfabriquée à température modérée.....	5
Amélioration de la stabilité thermique (étanchiété) du toit, des murs, des fenêtres et des portes.....	5
Analyse et synthèse des solutions envisageables.....	5
Résultats.....	6
Consommation élevée d'énergie	6
Consommation élevée d'énergie	6
Consommation faible d'énergie, dimension applicable à la région	6
Solution 1 : Climatisation naturelle ou passive.....	6
Solution 2 : Climatisation intermittente	6
Solution 3 : Climatisation continue.....	7
Solution 4 : Climatisation spécifique et contrôle de l'humidité	7
Solution 5 : Pièce dans la pièce ou enceinte préfabriquée à température modérée	7
Solution optimale parmi les cinq étudiées	7
Discussion.....	9
Annexe 1. Volumes des médicaments emballés dans la Chambre à Température Contrôlée (CRT) en Tunisie	11

Acronymes

CRT	Chambre à Température Contrôlée
CSB	Centres de santé de base
CTC	Chaîne sous température contrôlée
DRSB	Direction Régionale de la Santé
CVC	Chauffage, ventilation et climatisation
PATH	Program for Appropriate Technology in Health
PCT	Pharmacie Centrale de Tunisie

Résumé

Actuellement, la Tunisie ne stocke pas les médicaments étiquetés pour un stockage dans une chambre à température contrôlée (CRT) dans des conditions de température contrôlée au niveau régional ou aux niveaux inférieurs de la chaîne d'approvisionnement. Le projet Optimize et le Ministère de la Santé publique de Tunisie collaborent étroitement pour trouver de nouvelles solutions logistiques et de nouveaux systèmes de chaînes d'approvisionnement permettant d'optimiser la distribution des vaccins. Afin d'aider le gouvernement tunisien à mettre en place une politique CRT telle qu'il existe déjà en Europe et aux États-Unis, le projet Optimize a commandé l'élaboration d'une étude afin d'évaluer la solution la moins coûteuse et la plus efficace énergétiquement pour les dépôts pharmaceutiques au niveau régional et des districts. Le consultant tunisien à qui Optimize a confié cette étude a évalué cinq solutions potentielles. Selon les conclusions de l'étude, une des solutions se montre la meilleure vu qu'elle peut être applicable au niveau régional et de districts lorsqu'elle est correctement dimensionnée. La solution sélectionnée consiste en une chambre isolée à température contrôlée permettant de maintenir une température comprise entre 15 et 25 °C, même lors des saisons estivales et hivernales extrêmes en Tunisie. Pour atteindre des niveaux d'efficacité énergétique acceptables, des investissements doivent également être effectués afin d'isoler et rendre étanches les structures existantes, vieillissantes. Pour le projet Optimize, les résultats de cette étude trouvent des applications au-delà du stockage de médicaments, car à l'avenir, certains vaccins pourront être stockés et transportés dans une chaîne sous température contrôlée. Elle ouvre également la voie au stockage de différents produits dans un site d'entreposage à haute efficacité énergétique (CRT).

Introduction

Le projet Optimize a mené cette étude afin d'évaluer les pratiques actuelles de stockage des produits médicaux à des températures supérieures à celles de la chaîne du froid traditionnelle des vaccins (de 2 à 8 °C). Le projet Optimize est une collaboration entre l'Organisation mondiale de la Santé et PATH dont l'objectif est d'identifier des pistes d'optimisation des chaînes d'approvisionnement pour satisfaire les besoins en vaccins et gérer une gamme de plus en plus large et coûteuse. Cette étude s'est intéressée à une région et un district faisant partie de la zone pilote du projet Optimize (dépôt régional de Kasserine et du district de Hassi El Frid).

Environ un tiers des médicaments fabriqués en Europe et aux États-Unis sont désormais testés et étiquetés pour un stockage à température ambiante contrôlée (CRT), généralement entre 15 et 25 °C à une humidité relative de 60 %, et cette proportion augmente. Pourtant, dans les pays en développement dans lesquels la température et l'humidité ne correspondent pas à ces fourchettes, il existe très peu d'éléments démontrant qu'une chaîne sous température contrôlée (CTC) adaptée est mise en place pour le stockage des médicaments dans des CRT. En effet, actuellement aucun médicament n'est stocké à température ambiante contrôlée.

La Tunisie n'a pas encore publié de réglementation pour le stockage des médicaments fabriqués localement dans des CRT et n'exige pas explicitement que les dépôts de la pharmacie centrale adoptent une CTC adaptée aux médicaments importés, dont un grand nombre sont étiquetés CRT. En revanche, certains médicaments nécessitant une réfrigération (entre 2 et 8 °C) sont indiqués en tant que tels dans la liste nationale des médicaments. Ils sont stockés dans des réfrigérateurs ou des chambres froides dans les dépôts pharmaceutiques à chaque niveau de la chaîne de distribution.

Le projet Optimize en Tunisie a évalué l'impact de la rationalisation de la chaîne de distribution en vue de répondre aux besoins et aux attentes de demain (2015–2020) par le biais de diverses interventions incluant l'intégration physique des systèmes de livraison des médicaments et des vaccins et la mise en place d'une CTC hautement efficace. Dans ce contexte, le projet a étudié les avantages et les inconvénients de différentes options de réfrigération pour le stockage CRT de médicaments dans les dépôts régionaux et de districts.

Les futures réglementations nationales seront très probablement alignées sur les exigences internationales en matière de stockage de médicaments CRT. Par ailleurs, le projet Optimize évalue la faisabilité d'une migration progressive du stockage et de livraison des vaccins les plus thermostables vers une CTC qui respecte les exigences CRT applicables aux médicaments. Une CTC combinée pour les médicaments et les vaccins est peut-être envisageable à l'avenir, avec un espace de congélation en dessous de 0 °C, un espace de réfrigération entre 2 et 8 °C et entre 15 et 25 °C.

L'objectif premier de cette étude reste cependant l'identification des solutions les moins coûteuses et les plus efficaces énergétiquement pour contrôler la température de stockage des médicaments CRT au niveau des régions et des districts. Les objectifs spécifiques de l'étude menée en Tunisie étaient les suivants :

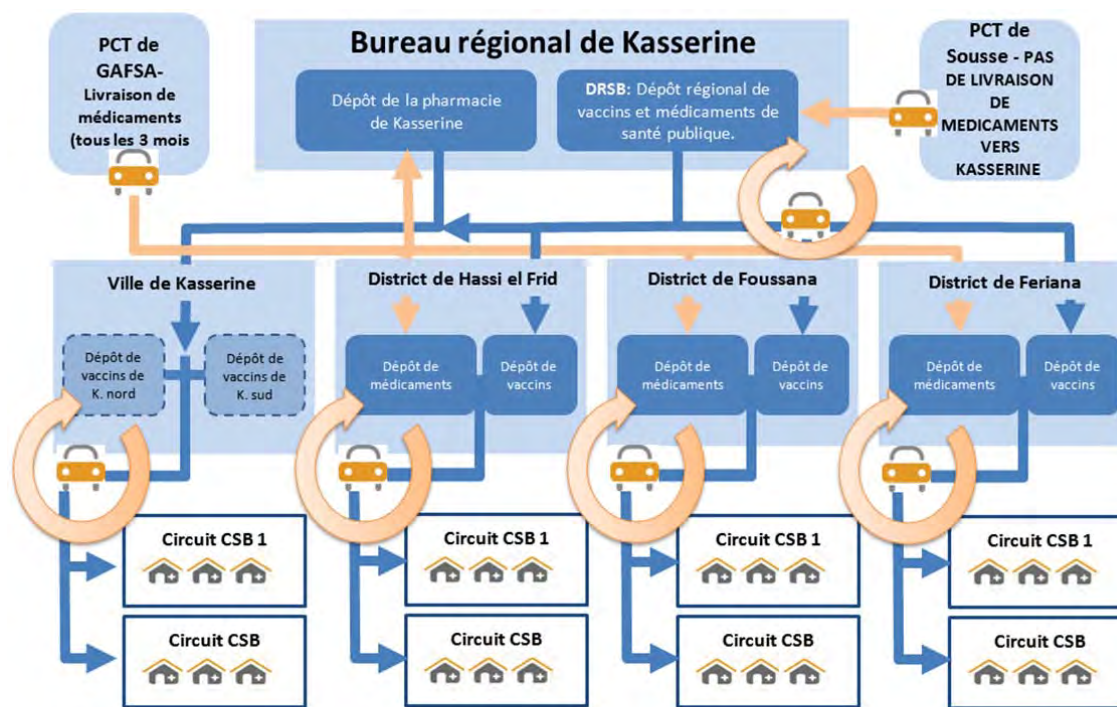
- Se familiariser avec les exigences de stockage CRT en vue de préparer l'homologation du stockage de vaccins dans une autre CTC similaire aux conditions de CRT.
- Identifier les solutions les plus économiques pour le stockage de médicaments CRT dans le dépôt régional et les dépôts de district de Kasserine, en Tunisie.

- Proposer des actions prioritaires pour préparer le pays en vue de la conformité aux réglementations internationales en matière de CRT.

Méthode

L'étude s'est intéressée en particulier au stockage de médicaments CRT dans un dépôt régional et dans l'un des trois dépôts de district de la zone pilote du projet Optimize (Kasserine se situant au centre-ouest de la Tunisie). La Figure 1 présente le système de distribution de médicaments et de vaccins utilisé pendant le projet.

Figure 1. Système de distribution de médicaments et de vaccins à Kasserine, en Tunisie



Légende: CSB = Centres de santé de base
 K. = Kasserine
 PCT = Pharmacie Centrale de Tunisie
 DRSB = Direction Régionale de la Santé

L'étude a été réalisée en trois étapes :

1. Évaluation des paramètres de stockage.
 - a. Volume de médicaments emballés à stocker dans des conditions de CRT.
 - b. Mesure du profil de température ambiante mensuel.
 - c. Audit énergétique du dépôt régional et de un dépôt du district (Hassi El Frid).
2. Évaluation technique de la faisabilité pour cinq solutions alternatives potentielles avec et sans travaux d'amélioration/maintenance au niveau du toit, des murs et du sol pour atteindre une efficacité énergétique optimale.
 - a. Climatisation naturelle ou passive.
 - b. Climatisation intermittente.
 - c. Climatisation continue.
 - d. Climatisation spécifique et contrôle de l'humidité.

e. Pièce dans la pièce climatisée ou armoire de stockage dédiée (c'est-à-dire enceinte préfabriquée à température modérée avec système de chauffage).

3. Analyse et synthèse des solutions envisageables.

Évaluation des paramètres de stockage

L'équipe du projet a estimé que le *volume maximum de médicaments emballés* à stocker dans des conditions de CRT était suffisant pour trois mois dans le dépôt régional de Kasserine et l'un des trois districts du projet (cf. Tableau 1). Ces estimations étaient basées sur l'étude des médicaments alors utilisés dans la région (cf. Annexe 1).

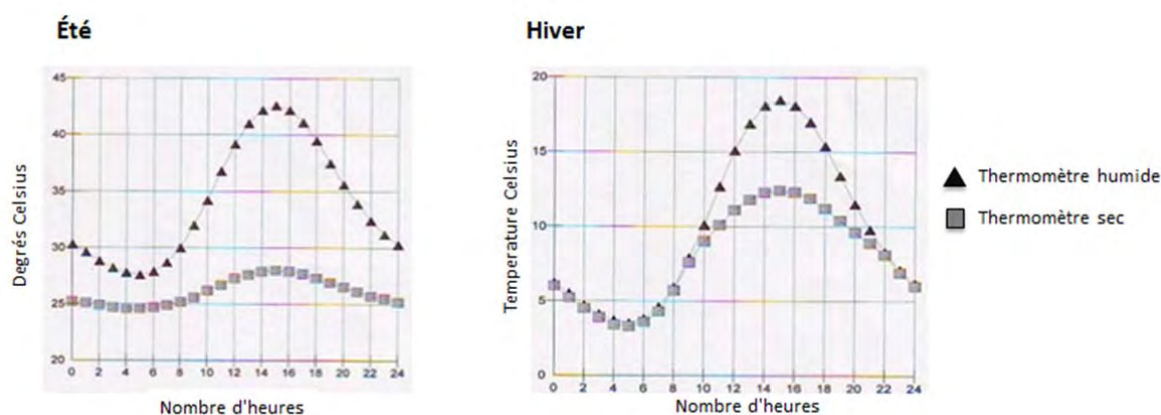
Tableau 1. Volume estimé de médicaments emballés par dépôt

Dépôt	Volume de médicaments CRT en emballage par intervalle d'approvisionnement de 3 mois ^a		Médicaments CRT en pourcentage de tous les médicaments
	Maximum en été (L)	Maximum en hiver (L)	
District : Hassi el Frid	780	2 500	33 %
Région : Kasserine	8 820	14 700	33 %

a. Augmentation de 10 % par an.

Une étude des spécificités climatiques mensuelles de la région de Kasserine a été réalisée (cf. Figure 2). Le climat de Kasserine nécessite à la fois du chauffage (en hiver) et la climatisation en été, cette dernière étant le plus souvent requise. L'apport du rayonnement solaire est un facteur important qui a également été pris en compte dans l'évaluation.

Figure 2. Profil de température ambiante mensuelle à Kasserine



Un audit énergétique a été effectué dans chaque dépôt de pharmacie.. L'audit s'est limité aux locaux de stockage et intégrait des observations directes liées à la consommation énergétique des dépôts, tels que le système de chauffage, ventilation et climatisation (CVC), la construction (l'enveloppe du bâtiment) et les appareils, principalement la réfrigération. La décision de recourir à la climatisation de ces dépôts a été prise après des entretiens avec les équipes de gestion au niveau de la région et des districts.

Le Ministère de la Santé n'autorise pas la climatisation continue (par CVC), mais certains dépôts utilisent la climatisation uniquement pendant les heures ouvrables. Cette décision a été justifiée par le coût excessif qu'impliquerait la climatisation continue de ces locaux. Trois dépôts, qui faisaient partie d'un bâtiment plus grand, utilisaient le matériel de climatisation. Le matériel variait d'un dépôt à l'autre : systèmes de chauffage central, chauffages mobiles, climatiseurs muraux ou aucun équipement CVC. Le champ d'action du projet Optimize se limitant aux dépôts, le reste du bâtiment n'a pas été évalué (systèmes de chauffage central, par exemple).

Évaluation technique de la faisabilité pour cinq solutions alternatives potentielles

Un bureau d'étude (consultants) en CVC tunisienⁱ a mené une étude sur la faisabilité en termes de conception et le coût de cinq solutions alternatives de climatisation avec et sans travaux destinés à améliorer l'étanchéité thermique de l'enveloppe du bâtiment. Après avoir été sélectionnés par le biais d'un appel d'offres organisé par PATH, le consultant a procédé à l'évaluation et soumis leur rapport final à Optimize le 3 novembre 2011.ⁱⁱ

Le consultant a commencé par évaluer l'isolation thermique de base d'un grand dépôt et d'un petit dépôt dans leur état actuel. Il a ensuite évalué la faisabilité de chaque solution par rapport aux exigences de CRT du dépôt régional et de l'un des trois dépôts de district (Hassi el Frid).

Les cinq solutions évaluées sont les suivantes :

1. Climatisation naturelle ou passive.
2. Climatisation intermittente.
3. Climatisation continue.
4. Climatisation et contrôle de l'humidité spécifiques.
5. Pièce dans la pièce climatisée ou réfrigérateur dans une enceinte préfabriquée à température modérée.

Climatisation naturelle ou passive

Les consultants ont ensuite effectué des calculs pour évaluer la construction et le flux thermique des murs et des plafonds. La quantification des infiltrations (déperditions) d'air à travers l'enveloppe nécessitait des mesures sur site. Le consultant a estimé les apports de chaleur internes et externes, ainsi que le facteur de masse du bâtiment afin de tenir compte du stockage d'énergie thermique. Cette option pourrait s'appliquer à une pièce dédiée au stockage CRT ou à une pièce polyvalente (partagée).

Climatisation intermittente

Le matériel CVC nécessaire à la climatisation de l'espace de stockage CRT a été estimé en fonction de l'étanchéité thermique de base des dépôts, en considérant qu'il ne fonctionnerait que pendant les heures ouvrables. Cette option pourrait s'appliquer à une pièce dédiée au stockage CRT ou à une pièce polyvalente (partagée).

ⁱ Engineering, Energy, Environment.

ⁱⁱ Rapport final des consultants : *Comparaison d'options de stockage à température ambiante contrôlée, Kasserine et Hassil el Frid*. Tunis, Tunisie; 2011.

Climatisation continue

Cette fois encore, l'équipement CVC nécessaire à la climatisation de l'espace de stockage CRT a été estimé d'après l'intégrité thermique de base des dépôts, en considérant qu'il fonctionnerait selon les besoins, éventuellement jusqu'à 24 h/24. Cette option pourrait s'appliquer à une pièce dédiée au stockage CRT ou à une pièce polyvalente (partagée).

Climatisation spécifique et contrôle de l'humidité

Cette solution est une version améliorée de l'option Climatisation continue qui utilise du matériel CVC spécifique pour limiter la plage de température dans la CRT tout en contrôlant l'humidité. Cet équipement pourrait être utilisé en fonction des besoins, et jusqu'à 24 h/24 si nécessaire. Cette option pourrait s'appliquer à un local dédié au stockage CRT ou à un local polyvalent (partagé).

Pièce dans la pièce climatisée ou réfrigérateur dans une enceinte préfabriquée à température modérée

Les quatre solutions ci-dessus utilisent le dépôt existant dans un bâtiment existant sans modification. Cette dernière solution étudie la faisabilité de deux types de matériel de conditionnement : une enceinte à température modérée isolée (avec système de chauffage) construite dans le local de stockage et une enceinte à température modérée préfabriquée installée dans le dépôt. Cette option s'applique exclusivement à une pièce dédiée ou à une armoire dédiée au stockage CRT.

Amélioration de l'isolation thermique du toit, des murs, des fenêtres et des portes

Des travaux destinés à améliorer l'isolation thermique du dépôt sont applicables aux cinq solutions. Ils incluent les interventions suivantes :

- Isolation du toit par l'extérieur (ciment-mousse isolant).
- Isolation des murs par l'intérieur (panneaux de mousse rigide fixés à la surface).
- Réduction des infiltrations d'air par le sellage des ouvertures (fissures dans les murs, par exemple), l'installation de portes bien étanches à l'air et l'installation de fenêtres à double vitrage scellé.

Analyse et synthèse des solutions envisageables

Le rapport du consultant a étudié la faisabilité de chaque solution. Pour chaque solution envisageable, il indique la consommation électrique annuelle (kWh/an), le coût énergétique annuel (dinars tunisiens DT/an) et le coût en capital de l'installation de l'option (dinars tunisiens).

Le consultant a considéré plusieurs options comme non envisageables, notamment la première (climatisation naturelle) et la 5 (pièce dans la pièce ou enceinte préfabriquée à température modérée).

Les travaux entrepris ensuite par le projet Optimize ont contredit la conclusion du consultant concernant l'option 5. La discordance portait sur la consommation d'énergie signalée par les fabricants des armoires dédiées, qui était largement inférieure aux options d'amélioration analysées par le consultant.

Résultats

Les résultats de l'évaluation de faisabilité des cinq solutions alternatives combinées aux travaux d'amélioration de l'enveloppe du bâtiment sont résumés dans le Tableau 2.

Tableau 2. Résumé de la faisabilité des cinq solutions alternatives

N° de la solution	Solutions	Faisable/Économique ?		Remarque
		Région Oui/Non	District Oui/Non	
1	Climatisation naturelle ou passive	Non/Non	Non/Non	Contrôle insuffisant
2	Climatisation intermittente	Non/Non	Non/Non	Contrôle insuffisant
3	Climatisation permanente	Oui/Non	Oui/Non	Consommation d'énergie élevée
4	Climatisation spécifique et contrôle de l'humidité	Oui/Non	Oui/Non	Consommation d'énergie élevée
5	Climatisation dans une pièce	Oui/Oui	Oui/Non	Consommation d'énergie faible, dimension applicable à la région
5	Enceinte préfabriquée à température modérée	Oui/Non	Oui/Oui	Consommation d'énergie faible, dimension applicable aux districts
Applicable à toutes les solutions.	Travaux d'amélioration du bâtiment : toit, murs, sol	Oui/Oui	Oui/Non	Réduction de la consommation : 33 % à Kasserine et 11 % au niveau des districts

Solution 1 : Climatisation naturelle ou passive

La climatisation naturelle pour le chauffage, la climatisation et l'humidité dans une nouvelle construction pose un véritable problème de conception dans différents climats. Les travaux d'amélioration effectués sur des bâtiments existants compliquent la donne. Le consultant a donc conclu que la climatisation naturelle était insuffisante dans les bâtiments des dépôts. Il a constaté que pour les bâtiments qui dataient de 30 à 50 ans, les toits plats et les murs en béton n'étaient pas isolés et présentaient des fissures structurelles et que les portes et les fenêtres étaient mal ajustées. Par conséquent, la température intérieure devrait donc suivre les fluctuations de la température extérieure avec un léger décalage. Le consultant ne considère donc pas cette solution comme applicable au niveau de la région ou des districts.

Solution 2 : Climatisation intermittente

Pour maintenir des températures supportables, le personnel des dépôts a recourt à la climatisation des locaux pendant les heures ouvrables et le coupe la nuit et le week-end. Pendant ces périodes, la température intérieure peut rapidement atteindre la température ambiante extérieure. Le consultant ne considère donc pas cette solution comme applicable au niveau de la région ou des districts.

Solution 3 : Climatisation permanente

La climatisation continue permet d'atteindre les conditions de la CRT mais n'inclut pas le contrôle de l'humidité. Actuellement, aucun dépôt ni établissements visités n'utilisaient la climatisation continue. Les mauvaises performances environnementales du bâtiment rendraient l'application de cette solution coûteuse en raison de la consommation énergétique élevée, des importants besoins en maintenance et des coûts élevés de remplacement du matériel (supérieurs à ceux de la solution 2).

Solution 4 : Climatisation spécifique et contrôle de l'humidité

Si le principe d'un dépôt partagé contenant les médicaments CRT et les fournitures de santé (accessoires) au sein des espaces de travail semble intéressante, cette option a été désignée comme la plus coûteuse pour assurer une climatisation CRT complète. La CRT complète avec contrôle de l'humidité n'est possible qu'avec du matériel CVC spécifique dont l'usage n'est pas très courant dans la zone étudiée. Le stockage de vaccins ne nécessite pas de contrôle de l'humidité. Cette caractéristique jouera un rôle important dans les efforts qui seront ensuite déployés pour réunir les conditions de la CRT.

Concernant le stockage CRT des médicaments, cette solution est celle qui assurerait le meilleur contrôle de la température et de l'humidité, mais elle s'accompagnerait des coûts d'exploitation les plus élevés et serait surtout adaptée aux dépôts régionaux de grande taille.

Solution 5 : Pièce dans la pièce ou enceinte préfabriquée à température modérée

La solution 5 propose deux espaces climatisés pour le stockage CRT des médicaments :

- Une pièce climatisée dédiée construite dans l'espace de stockage, adaptée aux dépôts régionaux de grande taille (15 000 l) à Kasserine.
- Une enceinte préfabriquée à température modérée (avec système de chauffage), adaptée aux dépôts de district (2 500 l) à Hassi el Frid.

Ces deux espaces se trouveraient dans un dépôt bénéficiant d'une climatisation intermittente de confort, en considérant que d'autres produits devant être stockés au sec et des médicaments peuvent être conservés au même endroit.

Solution optimale parmi les cinq étudiées

Les solutions 3, 4 et 5 ont été considérées comme techniquement envisageables. Les Tableaux 3 et 4 ci-dessous montrent que la solution 5 est à la fois plus efficace énergétiquement et plus économique à installer et à exploiter que les autres solutions envisageables. Ces comparaisons de la consommation énergétique et des coûts incluent des économies liées à deux améliorations thermiques apportées aux dépôts régionaux et de district :

- Isolation de la surface interne des murs extérieurs.
- Isolation de la surface externe des toits plats au-dessus des dépôts.

Une troisième amélioration, le remplacement des portes, des fenêtres et des cadres a été évaluée, mais exclue des estimations énergétiques/de coûts en raison des taux d'amortissement supérieurs à 10 ans et des coûts d'installation élevés. Le Tableau 3 compare les coûts et les économies des deux interventions.

Tableau 3. Impact des interventions d'amélioration sur l'efficacité énergétique et les coûts

Dépôts	Coûts d'installation (DT)	Coûts d'exploitation			
		Économie d'énergie (kWh/an)	Économie en termes de coûts (DT/an)	Amortissement (ans)	
Dépôt régional					
1	Isolation des murs	5 015,00	11 388,00	517,00	9,70
2	Isolation du toit	1 380,00	13 844,00	629,00	2,19
Dépôt de district					
1	Isolation des murs	1 020,00	2 316,00	105,00	9,71
2	Isolation du toit	287,00	2 844,00	131,00	2,19

Les calculs énergétiques ont été effectués pour une pièce dans la pièce climatisée sur la base du modèle de chambre froide modulaire Porkka 14.7A présentant des dimensions externes de 2 700 mm x 3 300 mm x 2 100 mm et pour une enceinte préfabriquée à température modérée sur la base du modèle Porkka C5.0 A, d'une capacité nette de 2 500 l, qui maintiennent des températures comprises entre 2 et 23 °C, assurant à la fois chauffage et climatisation. Le Tableau 4 montre que l'efficacité énergétique de la pièce dans la pièce au niveau régional et de l'enceinte préfabriquée à température modérée au niveau des districts offrent le meilleur rendement énergétique par rapport au volume de stockage et la plus faible consommation d'énergie par an.

Tableau 4. Comparaison de la consommation d'énergie des solutions techniquement envisageables

Solutions pour la région et les districts	Consommation énergétique (kWh/an) ^a	Consommation indexée (kWh/l/an)	
Dépôt régional (15 000 l)			
3	CVC en continu ^a	19 032	1,27
4	CVC de précision ^a	21 397	1,43
5	Pièce dans la pièce ^b	3504	0,23
Dépôt de district (2 500 l)			
3	CVC en continu ^a	19 032	6,50
5a	CVC et réfrigérateur de laboratoire ^a	24 558	9,82
5b	Enceinte préfabriquée à température modérée ^c	2 774	1,11

Remarques :

- Les données de consommation incluent les travaux d'isolation des plafonds et des murs.
- Données basées sur le modèle de chambre froide modulaire Porkka 14,7 A de dimensions externes 2 700 mm x 3 300 mm x 2 100 mm.
- Données basées sur le modèle de chambre froide Porkka C 5,0 A, d'une capacité de 2,5 m³.

Le Tableau 5 compare les coûts des solutions envisageables et montre que la pièce dans la pièce et l'enceinte à température modérée préfabriquée sont moins coûteuses à installer que les autres solutions et qu'elles sont les moins coûteuses à exploiter. Les coûts d'installation

sont devisés par Porkka, le fournisseur finlandais de l'UNICEF. La société tunisienne ECI a cependant proposé des solutions similaires avec climatiseurs aux tarifs respectifs de 11 740 DT (-18,7 %) et 8 640 DT (-21,1 %) pour les dépôts régionaux et de district.

Tableau 5. Comparaison des coûts énergétiques des solutions techniquement envisageables

Solutions pour la région et les districts		Coûts d'installation (DT)	Coûts d'exploitation		
			Maintenance (DT/an)	Classe (DT/an)	Coûts totaux (DT/an)
Dépôt régional (15 000 l)					
3	CVC en continu	8 260	900	3 288	4 188
4	CVC en continu	41 288	1 500	4 174	5 674
5	Pièce dans la pièce ^b	14 440	900	420	1 320
Dépôt de district (2 500 l)					
3	CVC en continu	6 372	900	2 931	3 831
5a	CVC et réfrigérateur de laboratoire ^b	28 855	900	2 972	3 872
5b	Enceinte à température modérée préfabriquée ^c	10 952	300	305	605

Remarques :

- Données basées sur le modèle de chambre froide modulaire Porkka 14,7 A de dimensions externes 2 700 mm x 3 300 mm x 2 100 mm.
- Données basées sur le modèle Sanyo MPR410, d'une capacité de 1,4 m³ x quantité 2.
- Données basées sur le modèle de chambre froide Porkka C 5,0 A, d'une capacité de 2,5 m³.

Discussion

Tout comme de nombreux dépôts des autres pays, les bâtiments des dépôts régionaux et de district de Kasserine existants ne sont pas adaptés au stockage de médicaments à température ambiante contrôlée sans travaux d'amélioration ou matériel supplémentaire. Le matériel de climatisation existant de ces dépôts, qui est désormais utilisé à des fins de confort lors des températures extrêmes, ne permet pas d'assurer une température ambiante contrôlée. Le fonctionnement permanent de ce matériel pour assurer une température ambiante contrôlée est excessivement coûteux, comme le montre cette étude. La plupart des bâtiments existants n'utilisent pas efficacement l'énergie, au point qu'il ne serait pas économiquement envisageable d'en utiliser certains pour le stockage CRT.

L'exécution de travaux dans ces bâtiments existants en vue d'améliorer leur efficacité énergétique serait complexe et coûteuse et entraînerait l'interruption des activités en cours. L'aspect « sur mesure » des travaux d'amélioration empêche le développement de directives générales pour la conversion des espaces existants en espaces de stockage CRT. Les bâtiments plus anciens qui n'ont pas été construits dans un souci d'économie énergétique nécessiteront des travaux d'isolation, la réduction des infiltrations d'air et le contrôle des apports de chaleur internes et externes. Le matériel de climatisation devra peut-être également être modernisé. Dans la mesure où le volume de stockage CRT requis sera généralement inférieur au volume d'un bâtiment existant, les investissements nécessaires pour adapter le bâtiment ne se justifient peut-être pas d'un point de vue économique. Il est donc préférable de construire un nouveau dépôt ou de rechercher un dépôt récent qui répond aux besoins en termes de volume et d'accès de tous les dépôts de médicaments, de vaccins et de produits à stocker au sec, construits selon des normes strictes d'efficacité énergétique.

Les nouvelles constructions offrent l'opportunité de tenir compte de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables lors de la conception. Une conception adaptée au climat permet d'assurer une température ambiante contrôlée en consommant peu, voire pas d'énergie. Les bâtiments « zéro énergie » sont de plus en plus nombreux et la plage de température ambiante contrôlée requise comprise entre (15-25 °C) est relativement proche des objectifs de la conception de la climatisation passive. Le stockage CRT des médicaments profitera des efforts déployés par les concepteurs novateurs qui développent des solutions économiques en énergie aussi bien pour les particuliers que les professionnels.

Si une nouvelle construction n'est pas acceptable et si des bâtiments existants doivent être utilisés, des enceintes aux températures modérées isolées doivent être installées dans les espaces de stockage actuels pour les gros volumes et dans les espaces de réfrigération commerciaux ou pharmaceutiques pour les plus petits volumes. Actuellement, peu de produits sont destinés à être stockés dans la plage de température ambiante contrôlée de 15-25 °C. Cependant, si la limite inférieure de la CRT est réduite à 2 °C, aucun chauffage ne serait nécessaire lorsque la température ambiante minimale est comprise entre 15 et 25 °C.

Le matériel de stockage à température ambiante contrôlé est actuellement coûteux, mais on s'attend à ce que l'augmentation de la demande fasse baisser les prix. Si l'enveloppe du bâtiment existant est inefficace, le matériel de climatisation fonctionnera davantage et consommera donc plus d'énergie. Les travaux d'amélioration les plus rentables pour améliorer l'efficacité sont probablement l'isolation des murs et des plafonds et les techniques de calfeutrage (sellage) à bas coût.

À l'avenir, puisque certains vaccins seront plus thermostables, il sera possible de commencer à les stocker à la même plage de température ambiante contrôlée que les médicaments. Dans les plus grands dépôts, cela permettrait de stocker les médicaments et les vaccins dans les mêmes enceintes aux températures modérées avant de les déballer de leurs emballages tertiaires palettisés. Cependant, comme c'est à présent le cas pour les vaccins et les médicaments stockés entre 2 et 8 °C, les armoires de réfrigération des petits dépôts resteront probablement traités à part pour des questions de gestion des stocks.

Annexe 1. Volumes de médicaments CRT emballés en Tunisie

Nom commercial du médicament	Nom pharmaceutique	Dimensions de l'emballage primaire	Quantité de médicaments par emballage primaire	Dimensions de l'emballage secondaire	Nombre de conteneurs primaires dans un emballage secondaire
Clomid	Citrate de clomifène 50 mg comprimé	10/4,5/2,5	20 comprimés	48/23/21	160
Colchicine 1 mg	Colchicine 1 mg comprimé	13/2,5/5,5	20 comprimés	53/15/23	90
Collu hextril	Bain de bouche antiseptique				
Contrathion amp		5/8/11	10 ampoules	40/42/60	40
Cortinef cp		3/3/7,5	20	19/19/8	36
Dakin cooper	Hypochlorite de sodium 0,5 % solution diluée à usage externe		Flacon de 500 ml	20/20,5/28	12
Desferal amp		9,5/7/3,5	Ampoule	32/32/42	100
Diclofene sup			50	25/17/31	20
Didrogyl sol buvable		4/4/8	Flacon	20/19/44	100
Dipen 300	Chlorhydrate de diltiazem	13/4,5/4	28		586
Ecorex lait		4/4/10	Flacon ml	36/20/19	50
Efferalgan sirop ped			Flacon	12/26/42	40
Érythro sirop		4/6/13	Flacon	37/14,5/34	36
Érythro capsule	Érythro	9/9/5	Capsule	43/34/26	24
Fefol capsule		12/2,5/4,5	30	39/23/24	108 boîtes/cartons
Fongysone suspension buvable		9/4,5/4,5	Flacon		
Furadoine		8/4	Flacon de 100 capsules	46/45/32	500 flacons
Indocid 50	Indométacine 50 mg suppositoire	10/10,5/5,5	100 suppositoires	39/30/42	80

Nom commercial du médicament	Nom pharmaceutique	Dimensions de l'emballage primaire	Quantité de médicaments par emballage primaire	Dimensions de l'emballage secondaire	Nombre de conteneurs primaires dans un emballage secondaire
Indocid 100 Indopal 100	Indométacine 100 mg suppositoire	5/10/10	100	50/55/23	100
Glycérine sup nrs		10/2/5	10 suppositoires	52/13/26	160
Gyno-pevaryl Fongicil	Ovule d'imidazolé	7,5/5/2	3 ovules	26/17/27	120
Haldol Neurodol	Halopéridol 0,2 % solution buvable en gouttes	14/4,5	Flacon	15/25/52	45
Haldol	Halopéridol 5 mg/ml solution injectable en ampoule	9/10/2,5	5 ampoules de 1 ml	47/22/27	120
Helmintox bottle		3,5/4/8	Flacon de 2,5 ml	22/25/40	68 flacons
Helmintox cp		2/4,5/11	3 comprimés	23/26/38	200
Heptamyl		3/3/9	Flacon	47/25/35	420 flacons
Hypoten 100 cp		2/5/10	30 comprimés	30/20/40	24
Hypoten 50 cp		2/5/10	30 comprimés		
Hymofer					
Lactulose		5,5/5,5/17	Flacon de 200 ml	18/24/35	15
Levotherox		2/4/10	28	19/12/44	100
Lopril 25 cp	Actopril 25 mg bt/500	11/8/6,5	Comprimés	42/39/29	66
Lopressor	Vasocard LP 200 mg bt/60	9/7/6	Comprimés	33/25/20	36
Loxen injection	Loxen solution injectable	11/10/2,5	5 ampoules de 10 ml	40/60/28	180
Lt4					
Mercryl	Solution antiseptique à usage externe		Flacon	26/26/34	12
Methergin	Maléate de méthylergométrine 0,25 mg/ml solution buvable en gouttes	4/3/9	15 ml	24/38/19	126

Nom commercial du médicament	Nom pharmaceutique	Dimensions de l'emballage primaire	Quantité de médicaments par emballage primaire	Dimensions de l'emballage secondaire	Nombre de conteneurs primaires dans un emballage secondaire
Modepar	Modepar 250 mg comprimé	5/5/11,5	100 comprimés	25/28/28,5	65
Moditen	Dichlorhydrate de fluphénazine 100 mg comprimé	3,5/3,5/6	15 comprimés	En vrac	
Moditen	Dichlorhydrate de fluphénazine 25 mg comprimé	3,5/5/11	30 comprimés	21/39/39	90
Mycoheal sup gynéco		2/5,5/6	3		384
Myleran	Busulfan 2 mg comprimé	3,5/4/6,5	25 comprimés	En vrac	
Natispray	Trinitrine 0,3 mg aérosol				
Neo mercazole	Carbimazole 20 mg comprimé				
Neo mercazole	Carbimazole 5 mg comprimé				
Neuroleptil		3,5/3,5/9	Flacon de 30 ml	10/18/36	50
Nifluril sup 700		3/6/8,5	8 suppositoires	13/31/43	9
Nimotop	Nimodipine 30 mg comprimé	7/4,5/4,5	30 comprimés	27/37/22,5	84
Noradrénaline	Noradrénaline (sans sulfites) 16 mg/8 ml solution injectable	11,5/4/11,5	Ampoule	47,5/37/17	42
Noradrénaline	Tartrate de norépinéphrine 8 mg solution injectable en ampoule	10/10/4	10 ampoules	36/17/37,5	51
Nozinan	Lévomépromazine 25 mg comprimé	8/10/17	600 comprimés	36/24/43	24
Nozinan	Lévomépromazine 100 mg comprimé	8/10/17	500 comprimés	36/24/43	24
Nozinan	Lévomépromazine 4 % solution buvable en gouttes	4/4/10	Flacon de 30 ml	16,5/21/21	40
Nozinan	Lévomépromazine 25 mg solution injectable en ampoule	10,5/9/2	5 ampoules	54/19/22,5	100
Nystatine cp	Mycostatine suspension orale		Flacon de 30 ml	44/24/36	100

Nom commercial du médicament	Nom pharmaceutique	Dimensions de l'emballage primaire	Quantité de médicaments par emballage primaire	Dimensions de l'emballage secondaire	Nombre de conteneurs primaires dans un emballage secondaire
Parlodel	Méthanesulfonate de bromocriptine 2,5 mg comprimé	2/4/10,5	30 ampoules	23/22/43,5	240
Phenargan amp		2/9/10,5	5 ampoules	20/22/55	100
Povanyl cp					
Prepulsid	Cisapride 5 mg/5 ml suspension buvable				
Primperan	Primperan suppositoire				
Primperan (doperan)	Dichlorhydrate de métoproclamide 10 mg solution injectable en ampoule	2/7,5/10	4 ampoules	16/31/50	150
Pulmicort	Budésonide 0,5 mg/2 ml aérosol	21/7,5/8	Aérosol	49/22/21	24
Rifadine cp		12/4,5/7	30 comprimés	24/25/37,8	50
Rifacine collyre		8/3,5/6	Flacon de 10 ml	36/37/48	320
Risordan cp	Pensordil comprimé	11/4/2	Comprimés	45/22/21	220
Rhuta sup	Kétoprofène 100 mg	3/5/9,5	10 suppositoires	25/10/31	56
Rythmodon 100 mg		13/2/5,5	40 comprimés	24/52/15	90
Salbutamol sirop	Salbutamol	5,5/5,5/12,5	Flacon de 120 ml	33/25/22	48
Suprazone pd	Dexaméthasone pommade	2/3/11	Tube	24/24/26	216
Temesta 2.5		2/6/10	30	24/18/52	240
Tienam	Imipénème/Cilastatine 500 mg (100 ml) poudre pour solution injectable	3,5/3,5/7	500 mg	37/19,5/15,5	100
Thyro 4 0.1		4/4/8	100 comprimés	20/22/48	120
Un-alfa	Alfacalcidol 1 µgr capsule	10/6/3	30 capsules	85/82/120	

Nom commercial du médicament	Nom pharmaceutique	Dimensions de l'emballage primaire	Quantité de médicaments par emballage primaire	Dimensions de l'emballage secondaire	Nombre de conteneurs primaires dans un emballage secondaire
Unidex soludicadran		18,5/8,5/5	50	39/16,5/44	30
Un-alfa	Alfacalcidol 0,25 µg capsule	3/6/9/10	30	85/82/120	
Vagilen gynéco			10	52/13/26	100
Vancocine	Chlorhydrate de vancomycine 500 mg poudre pour solution injectable	3/3/7	500 mg	44/17/34	280
Vasocarde 200 mg		5,5/7/9	60	15/09/2020	8
Ventoline	Salbutamol 100 µg/dose aérosol	5/10/3,5	100 µg	28/22/42	120
Vitamin c	Vitamine C	12/10/8	500 comprimés	42,5/35/26	33
Xylocaine 5%		4/4/8	Flacon de 24 ml		80
Xylocaine 2%		3,5/5/17,5	Tube	23/19/42	48
Xylocaine adrenaline	Chlorhydrate de lidocaïne/adrenaline 400	16,5/6,5/7	10	30/30/30	32
Xylocaine adrenaline	Chlorhydrate de lidocaïne/adrenaline 200	16,5/6,5/7	10	30/30/30	32
Zinnat	Céphalosporines de deuxième génération poudre pour solution injectable faible dosage	5/7/3	250 mg	50/19/23	180
Zinnat	Céphalosporines de deuxième génération poudre pour solution injectable dosage fort	5/7/3	750 mg	50/19/23	180
Seringues 2 cc	Seringues 2 cc boîtes de 100	31/17,5/29	Accessoire	53/31/33	10 boîtes de 100 seringues
Seringues 5 cc	Seringues 5 cc boîtes de 100	21/12/21	Accessoire	60/23/43	10 boîtes de 100 seringues
Seringues 10 cc	Seringues 10 cc boîtes de 100	42/14/14	Accessoire	66/28/43	10 boîtes de 100 seringues