

## Surveillance informatisée de la chaîne du froid en milieu tropical (Tchad)

Schlumberger M<sup>1</sup>, Mireux F<sup>2</sup>, Tchang SG<sup>3</sup>, Mboutbogol D<sup>3</sup>, Cheikh DO<sup>4</sup>, Hissein AA<sup>3</sup>, Youssouf BO<sup>3</sup>, Brahimi MM<sup>3</sup>, Gamatié Y<sup>4</sup>

1. Agence de Médecine Préventive, Institut Pasteur, Paris, France

2. Sanofi-Pasteur, Lyon, France

3. Ministère de la Santé Publique, N'Djamena, Tchad

4. OMS, N'Djamena, Tchad

*Med Trop* 2011 ; 71 : 264-268

**RÉSUMÉ** • La surveillance informatisée de la température de la chaîne du froid, par thermomètre informatisé Testostore 171-1® (Testo), offre un meilleur moyen de suivi que les indicateurs de congélation, les pastilles contrôle de vaccins, et les bandes colorées pour suivre les températures de conservation des vaccins PEV, en particulier les nouveaux vaccins, plus sensibles à la chaleur et à la congélation. Cette technique a été confiée pour la première fois en Afrique à un infirmier, superviseur régional PEV à Moundou, Logone Occidentale, au Tchad. Avec des Testo qui captent la température par une sonde introduite dans la chaîne du froid et, par une prise USB, permettent d'afficher les courbes de température sur un ordinateur portable muni du logiciel Comfort software light®, il a suivi, en avril-mai 2009, les dépôts de vaccins et cinq centres de vaccination ruraux et urbains. La lecture des courbes de température s'est faite sur place, en présence des équipes médicales, en comparant les courbes Testo à celles inscrites sur les feuilles de suivi bi-journalier des températures par thermomètres à lames. Les courbes Testo sont aussi facilement transmises par Internet vers les niveaux supérieurs. Les enregistrements Testo ont montré que les températures de stockage des vaccins liquides étaient souvent inférieures à 0°C, par rapport à celles des courbes à partir des thermomètres à lame fixés sur les portes des réfrigérateurs, que les Testo objectivaient les coupures électriques sur les réfrigérateurs en milieu urbain, et, pour les réfrigérateurs à pétrole, les extinctions de la flamme dues à une panne du réfrigérateur ou à des coups de vent, à l'approche de la saison des pluies.

**MOTS-CLÉS** • Thermomètre électronique. Chaîne du froid. Vaccins. Surveillance informatisée. Tchad.

### COMPUTERIZED TEMPERATURE MONITORING OF VACCINE COLD CHAIN IN CHAD

**ABSTRACT** • Because new EPI liquid vaccines are highly sensitive to freezing and overheating, close monitoring of the cold chain is mandatory. The new Testostore 171-1® electronic thermometer (Testo) provides more reliable monitoring of cold chain temperature than freezer indicators, vaccine vial monitors and color strips that only indicate if vaccines are out-of-date. The Testo thermometer uses a probe placed in refrigeration units to periodically measure and store temperature readings. Temperature curves are displayed via a USB connection on a laptop computer running special software (Comfort software light®). Testo temperature data can easily be communicated to all management levels by e-mail. The first experience using the Testo system in Africa involved regional EPI supervision in Moundou, Logone Occidentale, Chad. After a preliminary mission in Chad in 2006 showed the feasibility of using this method to manage the national cold chain at all levels, a nurse was appointed as EPI supervisor and given a refresher course in Chad's capital N'djamena in March 2009. In April-May 2009, the supervisor was sent back to the Logone Occidentale Region to monitor, by himself, refrigeration units making up the regional and district cold chain for vaccine storage in five health centers (rural and urban). Temperature curve readings were performed on site in the presence of the medical staff and results were compared to those recorded twice a day on conventional temperature charts using lamellar thermometers installed in refrigerators doors. Testo curves showed that liquid vaccine storage temperatures fell below freezing too frequently and that temperatures readings of door thermometers were often inaccurate. Testo readings also detected power outages in refrigeration units used in urban settings and flame extinctions in kerosene lamp refrigerators due to refrigerator breakdown or windy weather conditions before the rainy season. The main advantage of this monitoring method is to provide reliable data as a basis not only for detection of possible freezing of liquid vaccines but also for discussion of cold chain management and improvement with medical staff.

**KEY WORDS** • Electronic thermometer. Cold chain. Vaccines. Computerized monitoring. Chad.

Avec l'introduction des nouveaux vaccins liquides du Programme Elargi de Vaccination (PEV) contre l'hépatite B (HB) et contre l'*Haemophilus influenzae b* (Hib), facilement détruits par la congélation (1), une bonne conservation des vaccins, jusqu'aux Centres de Santé (CS), s'impose (2, 3). Les thermomètres informatisés Testostore 171-1® (Testo), plus exacts que les thermomètres usuels à lames, effectuent toutes les heures un enregistrement des températures de la chaîne du froid. Cette méthode est donc plus efficace que les bandes 3M, les Pastilles Contrôle de Vaccins (PCV), apposées sur les flacons multidoses, ou les flacons indicateurs de congélation (« freeze watch ») (4, 5), qui ne permettent pas de corriger, avant la désactivation des vaccins, les tempé-

ratrices de stockage. Après des études EPIVAC effectuées par des médecins (6), il a été décidé de former un infirmier, superviseur PEV de la région du Logone Occidentale (LOC), Moundou, Tchad, et ainsi de le rendre autonome pour la surveillance de la chaîne du froid par Testo, en lui fournissant le matériel nécessaire.

### Matériel et méthodes

#### Matériel

##### • Les Thermomètres informatisés

Le Testostore 171-1® (Testo) est un thermomètre informatisé, enregistreur de la température, captée à l'aide d'une sonde reliée au Testo, et introduite dans l'espace de stockage des vaccins liquides

• Correspondance : mschlumberger@wanadoo.fr

• Article reçu le 08/10/10 définitivement accepté le 8/05/2011

(rayonnage, porte du réfrigérateur) devant échapper à la congélation : Vaccin Anti-Tétanique (VAT), vaccin Diphtérie-Tétanos-Coqueluche (DTC) et vaccin pentavalent (DTC-Hib-HB). Le Testo possède une mémoire de 55 000 valeurs et peut les enregistrer pendant plus d'un an, sans interruption, avec une cadence d'un enregistrement par heure (7).

- *Ordinateur portable PC et logiciel*

A l'aide d'une clé USB et du logiciel « Comfort software light® » installé dans un ordinateur portable, il est possible de spécifier sur les enregistrements périodiques de températures : le numéro du Testo utilisé, le nom du site d'observation, le rythme de prise de températures (généralement toutes les heures), et les normes qu'on exige de la chaîne du froid (2).

Le logiciel permet d'afficher les températures (sous forme de tableaux, graphiques ou courbes) avec des couleurs appropriées par rapport aux normes de stockage (rouge : trop chaud, bleu : trop froid, noir : température correcte) (figure 1).

- *Les documents papier fournis aux équipes santé d'un CS*

Les équipes disposaient de :

- Cahiers d'observations pour mentionner les événements pouvant influencer sur le fonctionnement du réfrigérateur (à pétrole le plus souvent) ;

- Feuilles classiques de surveillance de températures des réfrigérateurs des CS, pour inscrire les minima et maxima, relevés matin et soir à partir de thermomètres à lame fixés souvent dans les portes ou couvercles des appareils de la chaîne de froid.

## Méthodes

- *Période d'étude*

Le superviseur a opéré seul du 7 avril au 13 mai 2009 dans le LOC, après une mise à niveau à N'Djamena.

- *Lieux d'étude*

Huit Testo ont été placés sur différents sites (tableau 1).

- *La prise de température par Testo*

Les Testo ont été placés, sur le dessus des réfrigérateurs ou des congélateurs. La sonde du Testo doit d'abord être laissée à la température du milieu mesuré pour s'imprégner de la température

locale, puis le démarrage du Testo signalé par un bip sonore est initié par le passage d'une clé magnétique sur le repère rouge approprié. L'enregistrement des températures se fait selon un rythme programmable, généralement toutes les heures, avec une précision de  $\pm 0,5^\circ\text{C}$  (7).

- *Lecture des courbes de température*

Elle se fait en présence de toute l'équipe médicale, en essayant de coupler les événements, notés dans leur cahier d'observation, avec les écarts de température observés. La qualité des pointages sur la feuille de relevé de températures peut ainsi être appréciée.

- *Diffusion des résultats*

L'arrêt des Testo est effectué avec l'ordinateur portable. Les courbes de surveillance peuvent être, grâce à l'ordinateur portable, imprimées et, avec les rapports, envoyées par Internet aux niveaux supérieurs.

## Résultats

### Températures extérieures

La saison était chaude, températures entre  $30^\circ\text{C}$  et  $45^\circ\text{C}$ , avec des chutes de températures de  $10^\circ\text{C}$  au niveau du LOC, lors des tornades (averses de pluies).

### Chaîne du froid au LOC

Les résultats sont présentés tableau 1 :

- *Dépôt régional (à l'usine de bière « Brasserie du Logone »)*

Les températures de conservation des vaccins liquides en réfrigérateur VESTFROST, étaient négatives au Testo, alors que les températures sur la feuille de relevé de températures étaient toutes positives.

- *CS « 15 ans » : (SIBIR V 170 KE)*

Avec l'alimentation électrique irrégulière et les baisses de températures dues aux averses, on a observé une courbe « en dent de scie ».

Tableau 1. Surveillance informatisée de la chaîne de froid par Testo dans la région du LOC (capitale : Moundou), 2009, Tchad.

Lieu	Distance de Moundou (kms)	Type d'appareils suivis	Diagnostic Testo	Corrections apportées
Congélateur Dépôt régional	0	Bahut Vestfrost Electricité	Trop froid. Thermomètre bahut faux*	Réglage thermostat
Réfrigérateur Dépôt régional	0	Bahut Vestfrost Electricité	Trop froid. Thermomètre bahut faux*	Réglage thermostat
Réfrigérateur Dépôt district	0	Bahut Vestfrost Electricité	Correct	
Centre de Santé Cotontchad	0	SIBIR V 170 Electricité	Trop froid. Thermostat en panne	Réparation thermostat
Centre de Santé « 15 ans »	0	SIBIR V 170 Electricité	Ecarts de températures	Oblige à un réglage permanent, en fonction de l'alimentation électrique
Centre de Santé Kaga 2	23	SIBIR V 170 Pétrole	Au début : trop froid, puis 2 éteintes de flammes suite à tornade	Réglage hauteur de mèche, Rallumage de la flamme
Centre de Santé Dodinda	43	SIBIR V 170 Pétrole	-1 panne du réfrigérateur détectée 48 H après - 1 mèche soufflée par tornade	Réparation du réfrigérateur Rallumage de la flamme
Centre de Santé Bemangra 1	71	SIBIR V 170 Pétrole	1 mèche soufflée par tornade	Rallumage de la flamme

\* Grande différence de température entre la température indiquée par Testo et celle indiquée par les thermomètres apposés sur les couvercles des appareils Vestfrost.

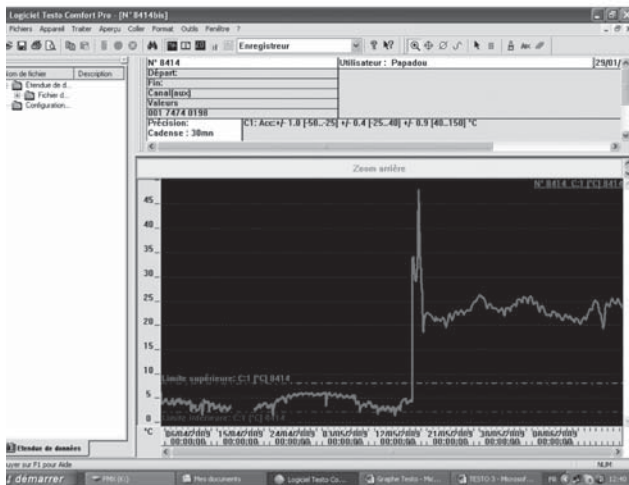


Figure 1 Enregistrement de la température par Testo lors de la panne du réfrigérateur au Centre de Santé de Dodinda, région du Logone Occidental, Tchad.

- *CS de Kaga 2 : (SIBIR V 170 KE) :*

Une extinction de la flamme par coup de vent a été constatée.

- *Centre de vaccination de la Cotontchad : (SIBIR V 170 KE)*

Avec une alimentation électrique, le Testo a enregistré des températures très négatives (jusqu'à -9°C), contrairement à ce qu'indiquait le thermomètre à lame de la porte du réfrigérateur.

- *CS Dodinda (SIBIR V 170 KE)*

Le Testo a objectivé une hausse de la température due à une panne pendant 48 heures, suite à l'extinction de la flamme par coup de vent pendant l'absence du chef du CS (figure 1).

- *CS Bemangra 1 : (SIBIR V 170 KE)*

Une extinction de la flamme par coup de vent objectivée par Testo.

Le relevé 2069 du 14/05/2009 à 11 h 34 mn 37sec, nous montre que la température était de 4,20 °C et que suite à la panne d'alimentation du réfrigérateur, la flamme s'est éteinte et que dans le nouveau relevé de Température, elle est passée à 33,70 °C (en l'espace d'une demi-heure), et ensuite à 47,90 °C le 15/05/2009 à 13 h34 mn 37 sec.

La mèche a été rallumée à cet instant et la température a baissé, pour se stabiliser dans une fourchette de 19°C à 25°C pendant 4 jours.

## Discussion

### Méthodes

La disponibilité du téléphone portable permet de contacter facilement les équipes médicales des CS, et, avec Internet, les responsables de la chaîne du froid au niveau supérieur.

Il existe aussi un lecteur de température à pile, qui peut se brancher sur le corps du Testo, et donner une lecture immédiate des températures de conservation, mais cela ne permet pas d'obtenir des courbes de suivi de ces températures (7).

## Résultats

- *Températures négatives*

Les températures en dessous de la norme, en espace de stockage en réfrigération avec un risque de cristallisation des vaccins liquides (vaccin HB surtout), n'ont été mises en évidence que par les courbes Testo.

- *Soufflage des mèches*

Les Testo indiquent clairement si une mèche s'est éteinte.

- *Panne de réfrigérateur*

Au CS de Dodinda (Figure 1), la panne a été constatée seulement après une longue durée de montée des températures (48 heures), et est revenue tardivement à la normale.

## Alimentation électrique

Les coupures électriques sont fréquentes dans une ville comme Moundou. C'est ce qui explique les irrégularités des courbes de températures dans le CS « 15 ans ». Ceci avait conduit à stocker les vaccins de la région dans une chaîne du froid située dans les usines de la ville (Brasseries du Logone, Cotontchad) disposant d'une alimentation électrique propre, continue et régulière.

- *Echange au CS avec les équipes médicales :*

Le suivi informatisé de la chaîne du froid permet un dialogue sur place beaucoup plus fructueux entre le superviseur PEV et les équipes médicales des CS. Tous les incidents apparaissent mieux sur les graphes Testo, alors qu'ils n'apparaissent pas sur les feuilles classiques de relevé de températures, collées sur les portes des réfrigérateurs. Cette supervision sur place est ainsi beaucoup plus fructueuse qu'une supervision impromptue, sans base de données réelles de discussion.

## Conclusion

Les thermomètres Testo permettent une surveillance plus efficace de la chaîne du froid et une meilleure réactivité pour la correction des anomalies détectées.

## Références

1. Nelson CM, Wibisono H, Purwanto H, Mansyur I, Moniaga V, Widjaya A. Hepatitis B vaccine freezing in the Indonesian cold chain: evidence and solutions. *Bull World Health Organ* 2004; 82 : 99-105.
2. Galazka A, Milstien J, Zaffran M. La thermostabilité des vaccins. Programme Mondial des vaccins et Vaccinations. WHO/ GPV/98.07 Genève 1998.
3. Zaffran M. Vaccine transport and storage: environmental challenges. *Dev Biol Stand* 1996; 87 : 9-17.
4. Department of Vaccines and other biologicals. Temperature monitors for vaccines and the cold chain. WHO/V&B/99.15, Geneva, 1999.
5. Département Vaccins et Produits Biologiques. Déclaration de politique générale de l'OMS. Utilisation de flacons de vaccins multidoses entamés lors de séances ultérieures de vaccination. WHO/V&B/00.09, Geneva, 2.000.
6. Jaillard P, Aplogan A, Abdourhamane SA, Kossoko AA, Tognissou HP. Vaccins du Programme élargi de vaccination : les conditions de leur conservation dans certains pays d'Afrique de l'Ouest permettent-elles de garantir leur qualité ? *Bull Soc Pathol Exot* 2009; 1 : 65-7.
7. www.testo.fr