

La Métrologie des températures à l'Établissement Français du Sang Pyrénées Méditerranée

Optimisation des cartographies des enceintes thermostatiques via le calcul de dérive

E. RIOUT, J.M. REIFENBERG, A. LEROY

○ Etalonnages des chaînes de mesure de température

- ➔ **FD X07-028 (octobre 2002)** : Procédure d'étalonnage et de vérification des thermomètres - Estimation des incertitudes sur les mesures de température
- ➔ **FD X029-1 (octobre 2002)** : Procédure d'étalonnage et de vérification des thermomètres - Partie 1 : Procédure d'étalonnage et de vérification des sondes et thermomètres à résistance
- ➔ **FD X029-2 (novembre 2005)** : Procédures d'étalonnage et de vérification des thermomètres - Partie 2 : Procédures d'étalonnage et de vérification des couples thermoélectriques seuls et des thermomètres à couple thermoélectrique
- ➔ **Document COFRAC LAB GTA 08 (révision 01 – décembre 2011)** : Guide technique d'accréditation en température.

● Caractérisation des enceintes thermostatiques

- ➔ **NF X15-140 (Octobre 2002)** : Enceintes climatiques et thermostatiques - Caractérisation et vérification.
- ➔ **FD V08-601 (Février 2005)** : Enceintes thermostatiques - Caractérisation, vérification et suivi quotidien
- ➔ **Document cadre interne** qui reprend les exigences normatives ci-dessus + modélisation mathématique permettant de simuler la température T_{CGR} à partir de T_{air}

La métrologie à l'EFS-PM

Site de Montpellier

○ Activité d'ÉTALONNAGE de chaînes de mesure de T°C :

↘ Accréditation étalonnage COFRAC n° 2-1916 depuis 2010 (de - 80 °C à 90 °C).

↘ *Equipements du laboratoire :*

- 4 chaînes de mesure étalon réparties sur 2 thermomètres de référence
- 2 bains d'étalonnage (- 80 °C à + 90 °C)
- 3 étuves thermiques (- 35 °C à + 90 °C)

↘ *Instruments étalonnés / vérifiés :*

Chaînes de mesures autonomes : centrales d'acquisition, enregistreurs de température, thermomètres ...

↘ *Bilan 2012 : 1610 rapports* (clients internes EFS-PM & clients autres EFS)
≈ 95% des étalonnages sont effectués dans l'air (chaînes non étanches)

● Activité de CARACTÉRISATION d'enceintes :

↘ Accréditation essais COFRAC n° 1-2284 depuis 2011 (de - 80 °C à 90 °C).

↘ *Equipements du laboratoire :*

- 2 centrales d'acquisition - 9 voies de mesures avec **Pt 100**.
- 1 centrale d'acquisition 20 voies **sans fil** avec capteur numérique.
- 2 jeux de 9 enregistreurs **autonomes** avec capteur numérique.

↘ *Matériels vérifiés :*

Réfrigérateurs, chambres froides, chambres tempérées, congélateurs, étuves, bains marie & décongélateurs ...

↘ *Bilan 2012 : 550 caractérisations* (client internes & clients ES).

●●● **AUTRES activités :**
(1050 rapports)

Vérifications de pipettes (940 rapports).

Qualifications de performances (surgélation des plasmas).

Centrifugeuses pour labo IHR en démarche COFRAC.

Evaluations & expertises (nouveaux matériels, consommables).

Poids, minuteriers, balances ...

Caractérisation des enceintes thermostatiques à l'EFS-PM

- Toutes les enceintes sont caractérisées à réception (à vide, puis en charge), puis préventivement 1 fois / an .
- Les enceintes sont également requalifiées en cas de besoin : suite à réparation, réglage, après déménagement
- La majorité des enceintes sont dotées d'un système de surveillance centralisé ; si possible, la position de la sonde de contrôle est définie d'après les résultats de la caractérisation en charge
- Les gestionnaires (correspondants matériels) sont sensibilisés régulièrement à l'utilisation (agencement de la charge, exploitation des témoins de contrôle, contrôle des réglages ...) ; des actions de sensibilisation peuvent être engagées auprès des prestataires de maintenance ...

Optimisation du nombre de cartographies des enceintes thermostatiques via le calcul de dérive

**Constat 😞 : $\approx 90\%$ des enceintes conformes à l'année N
sont conformes à l'année N + 1 !!**

D'où les interrogations ...

- Pertinence d'une vérification métrologique annuelle ?
- Gestion des coûts liés aux déplacements ?
- Gestion des risques (déplacements, stress) et des contraintes ?

Compte tenu des éléments suivants ...

- Des performances du parc globalement maîtrisées
- Un recul documenté sur plusieurs années
- Des enceintes majoritairement surveillées via GTC
- Des outils normatifs (FD V 08-601)

Surveillance à long terme de la température de contrôle d'une enceinte

- ↘ Application de l'article 9 de FD V 08-601 (février 2005)
- ↘ Exploitation des enregistrements des systèmes GTC (gestion technique centralisée) (= « témoin de température » : thermomètre de contrôle indépendant du système de régulation)

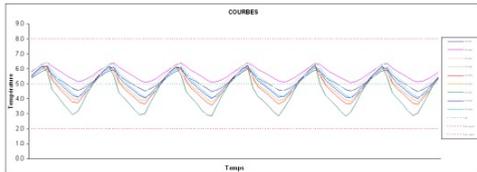
Rappel des hypothèses selon la norme :

« tous les points de l'espace de travail dérivent en moyenne de façon identique »

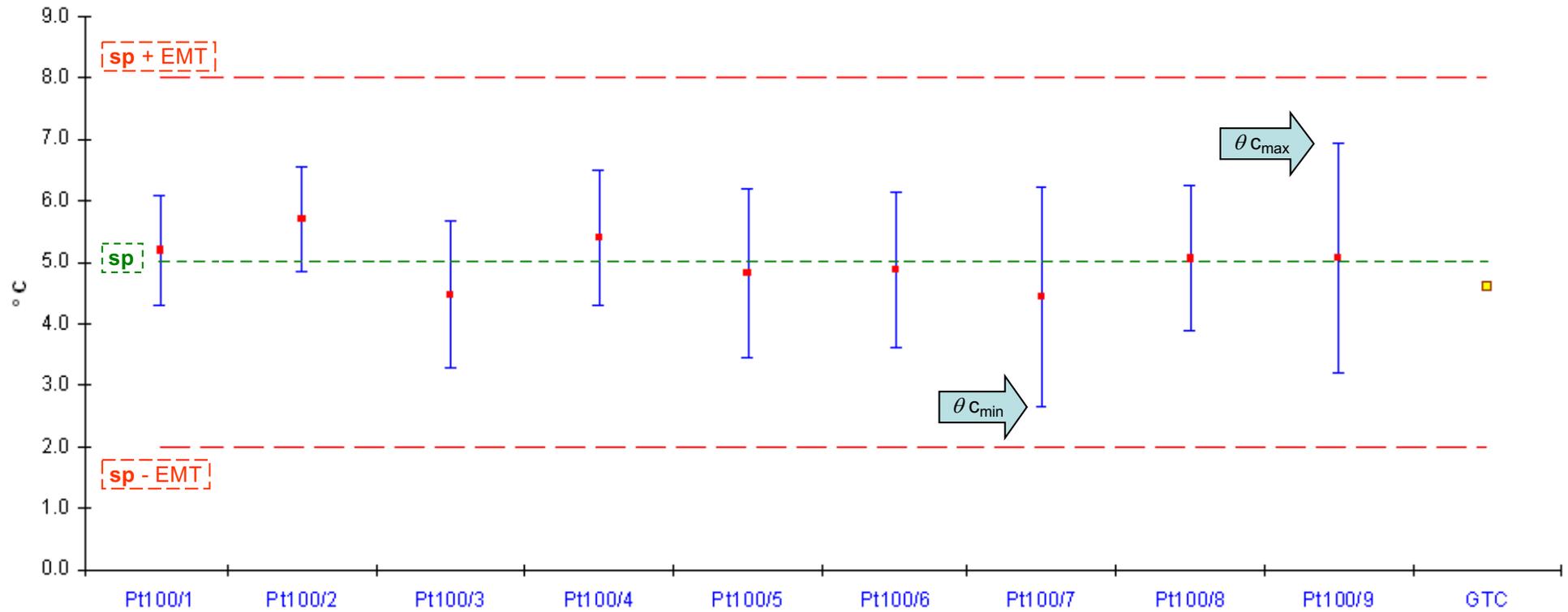
« la dérive du thermomètre de contrôle est négligeable devant la dérive tolérée de l'enceinte »

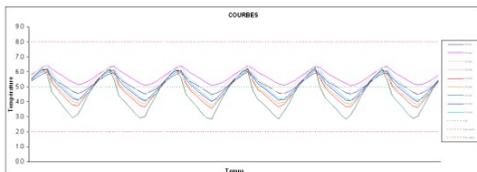
« pour la dérive à long terme, les valeurs des températures de contrôle sont représentatives d'un régime établi »

« en l'absence de modifications constructives de l'enceinte et dans les mêmes conditions de caractérisation, les écarts constatés lors des caractérisations initiales, à vide et en charge, se conservent dans le temps »



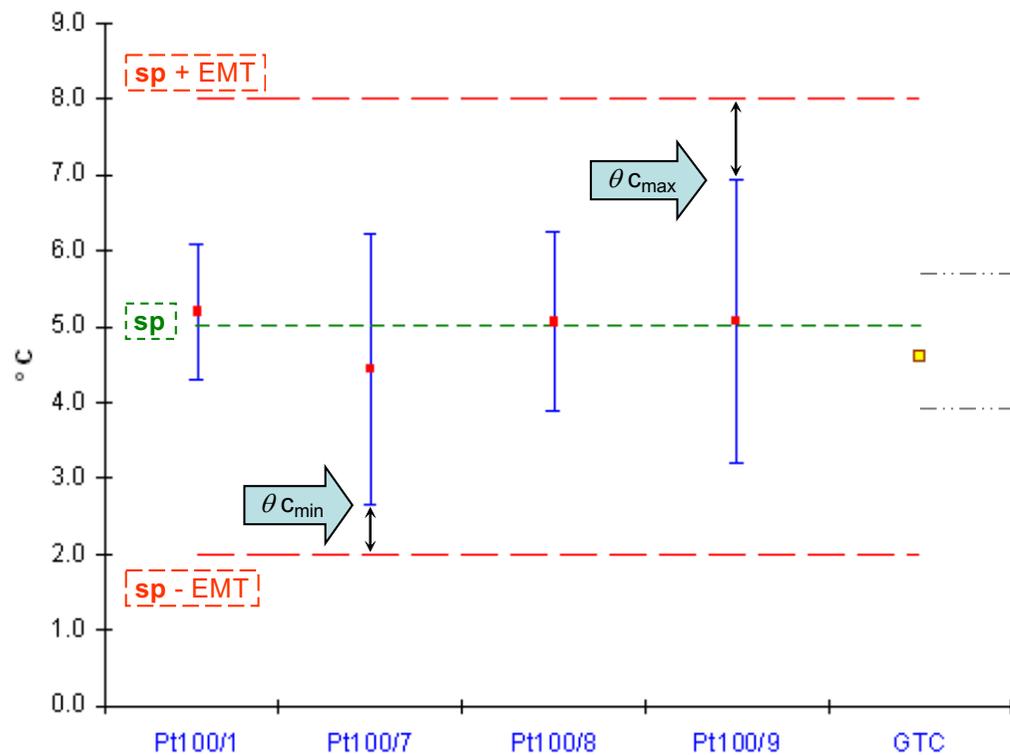
Année n





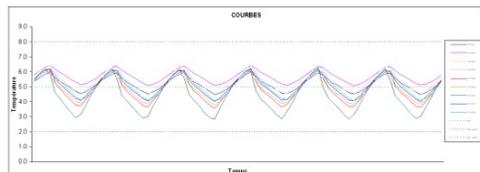
Année n

Année n+1

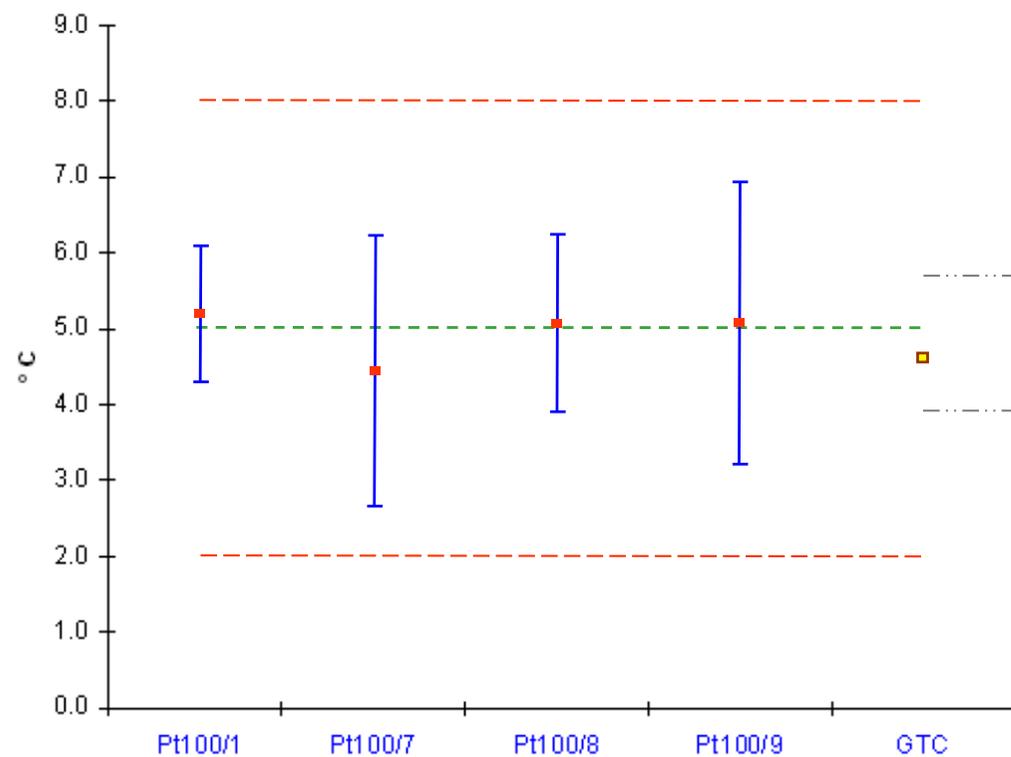


Dérive acceptable
 ⇒ report d'échéance

Dérives hors limites
 ⇒ ⇒ vérification à refaire

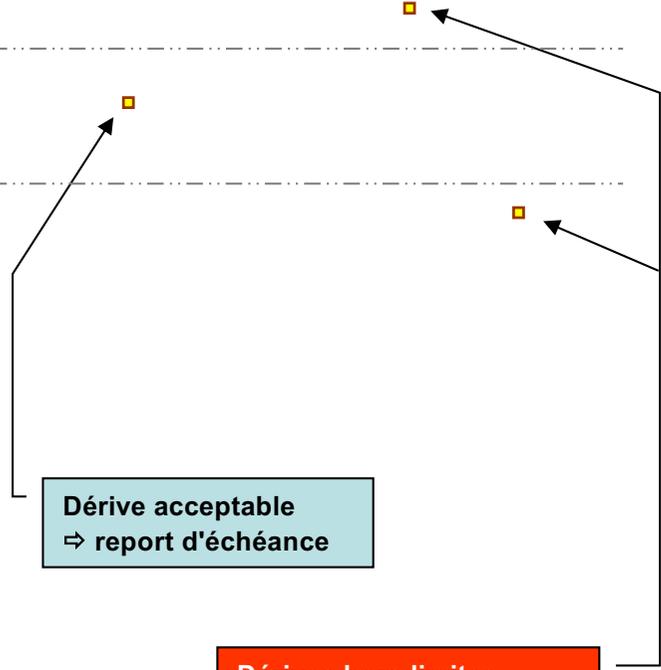


Année n+1



Dérive acceptable
 ⇒ report d'échéance

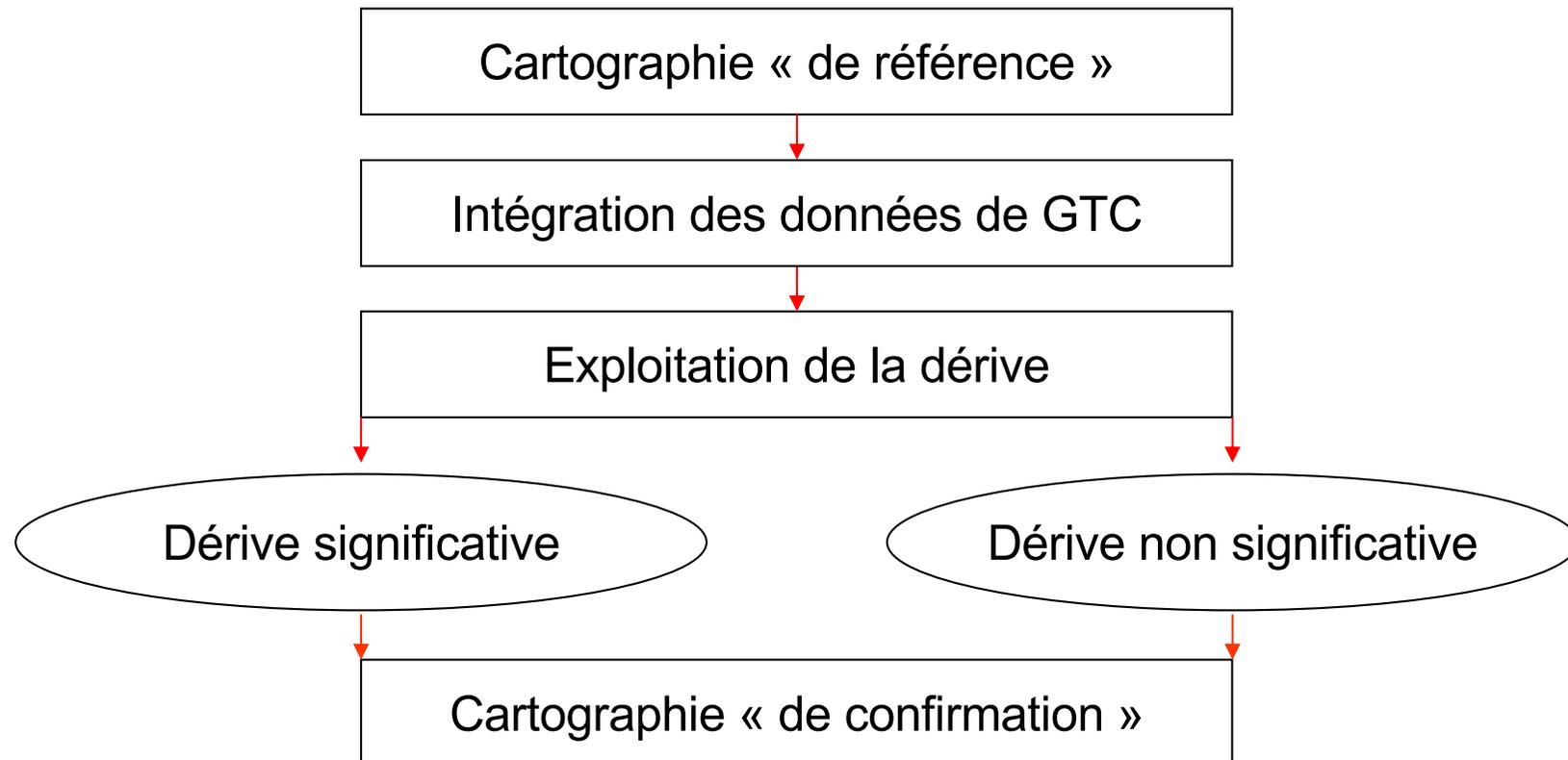
Dérives hors limites
 ⇒ ⇒ vérification à refaire



Etude expérimentale

- Intégration et validation de l'algorithme dans le fichier de cartographie
- Expérimentation sur 26 enceintes en prenant en considération :
 - les performances des enceintes (stabilité, homogénéité ...)
 - les applications (spécifications en températures positives et négatives)
 - les incertitudes des instruments utilisés pour la cartographie
- Toutes les enceintes étaient initialement conformes à leurs spécifications
- Les études de dérive à long terme ont été effectuées :
 - 1 an après la cartographie de référence dans la majorité des cas
 - 2 à 4 fois, dans un délai de 1 an après la cartographie de référence dans certains cas

Méthode



Résultats

Sur **33** cas :

- ❖ 25 ont montré une dérive acceptable (*a priori pas de cartographie nécessaire*) :
 - **24** cas ont été validés par la cartographie de confirmation (conformité réaffirmée).
 - **1** cas n'a pas été validé : une modification de l'environnement extérieur avait perturbé l'homogénéité de l'enceinte sans influence sur la GTC.

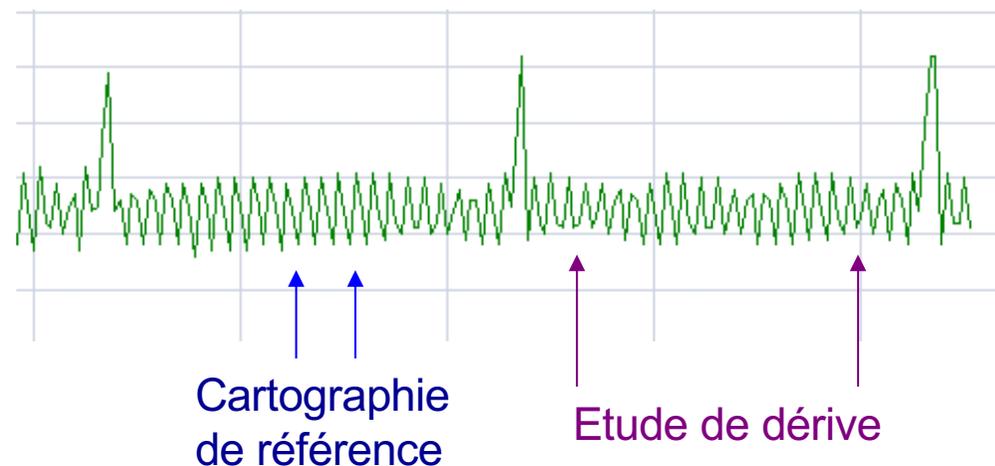
- ❖ 8 cas ont montrés une dérive hors limite (*entraînent théoriquement une nouvelle cartographie*) :
 - **5** cas avérés ont entraîné des actions : réglage, reclassement, réduction de volume utile des enceintes concernées.
 - **1** cas a été provoqué (chgmt de la position de la sonde).
 - **2** cas ont finalement donné un résultat conforme en cartographie sans action particulière. Dans ces cas, la conformité initiale de l'enceinte était « limite ».

Conclusion

32 cas sur 33 (97 %) valident la performance de cette méthode.

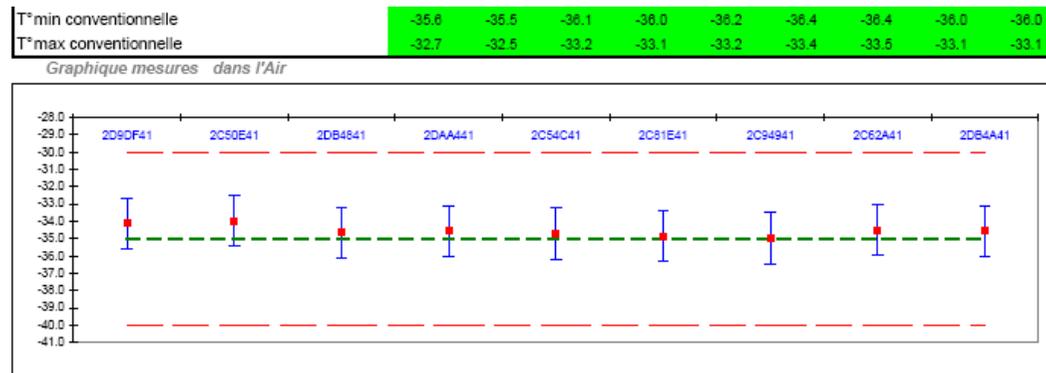
Application du calcul de dérive : pré requis

- Des systèmes de surveillance qualifiés (positionnement des sondes, étalonnage initial et ajustage si besoin), correctement paramétrés (fréquence d'acquisition) et une gestion rigoureuse.
- Des valeurs initiales représentatives du régime établi de l'enceinte : il ne doit pas y avoir de décrochage de la courbe de surveillance au moment de la caractérisation initiale.
- Des valeurs relevées pour le calcul de dérive (minimum 30) représentatives du régime établi de l'enceinte (appréciation visuelle sur x jours/nuits)
- C'est rare, mais il faut toujours garder à l'esprit qu'une dérive la sonde de surveillance elle-même peut être à l'origine de l'écart constaté.

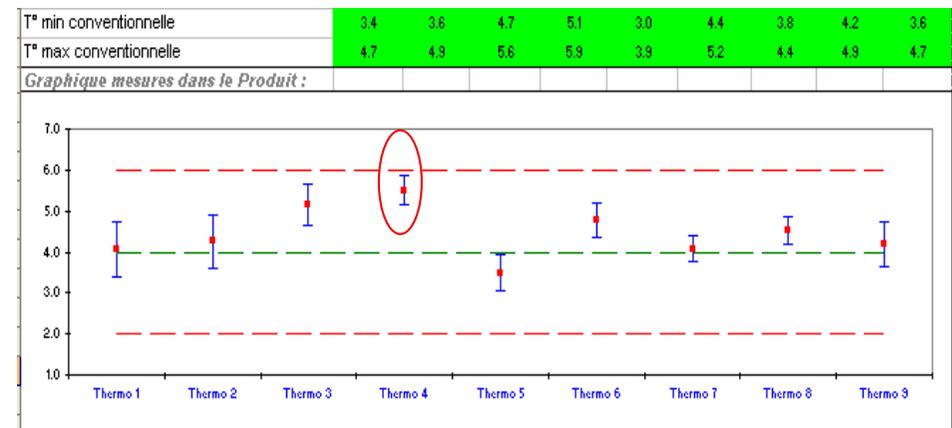
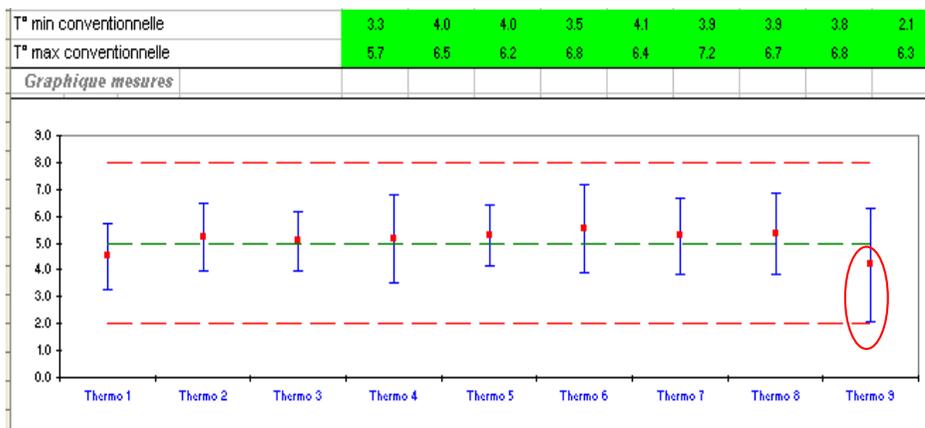


Application du calcul de dérive : pré requis

➤ Des spécifications confortables (ex. congélateurs EMT +/- 5 °C), les bonnes performances de certaines enceintes, et/ou de faibles incertitudes des instruments potentialisent les chances de confirmer la conformité via l'étude de dérive.



➤ A l'inverse, si la conformité initiale est « limite », la probabilité est faible de confirmer la conformité avec l'application du calcul de dérive (du fait de la dérive naturelle de l'enceinte et des instruments utilisés)



Application du calcul de dérive : pré requis

↘ Entre 2 vérifications, un déplacement de la sonde de surveillance, son ajustage ou un changement de système rend incompatible l'utilisation du calcul de dérive.

↘ Il est souhaitable de compléter le calcul de dérive par un examen visuel de l'enceinte et de son environnement.

Exemples de défauts pouvant affecter une partie de l'enceinte et ne pas influencer la valeur de la sonde GTC :

- *absence de givre sur un serpentin de fluide frigorigé*
- *obstruction d'une bouche de ventilation*
- ...

Application du calcul de la dérive

- Méthode généralisée depuis janvier 2009
- Au moindre doute, c'est la caractérisation qui prime sur le calcul de la dérive
- Le temps gagné sur le terrain est compensé en partie par le temps nécessaire à la préparation des missions.
La durée de séjour sur sites est optimisée.
- Aide au diagnostic de dérives à distance. Permet de ne missionner une prestation que lorsque cela est justifié (limitation des cartographies suite à des pannes, réparations)



SERVICE MÉTROLOGIE EFS-PM

Jean-Marc REIFENBERG

jean-marc.reifenberg@efs.sante.fr

Tél. : 04 67 61 64 49 / 06 71 22 18 07 - Fax : 04 67 61 64 82

Erwann RIOUT

erwann.riout@efs.sante.fr

Tél. : 04 67 61 64 29

Alain LEROY

alain.leroy@efs.sante.fr

Tél. : 04 67 61 64 69

Claudine SOMPAYRAC

claudine.sompayrac@efs.sante.fr

Tél. : 04 67 61 52 07

ÉTABLISSEMENT FRANÇAIS DU SANG - PYRÉNÉES-MÉDITERRANÉE
SITE PIERRE CAZAL

392, AVENUE PROFESSEUR JEAN-LOUIS VIALA
CS 37381 - 34184 MONTPELLIER CEDEX 4

Merci !