

# **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  $T_{\text{CGR}}$  à partir de  $T_{\text{air}}$

# 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)

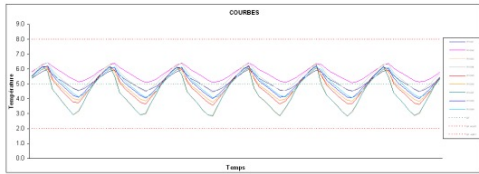
*Rappel des hypothèses selon la norme :*

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

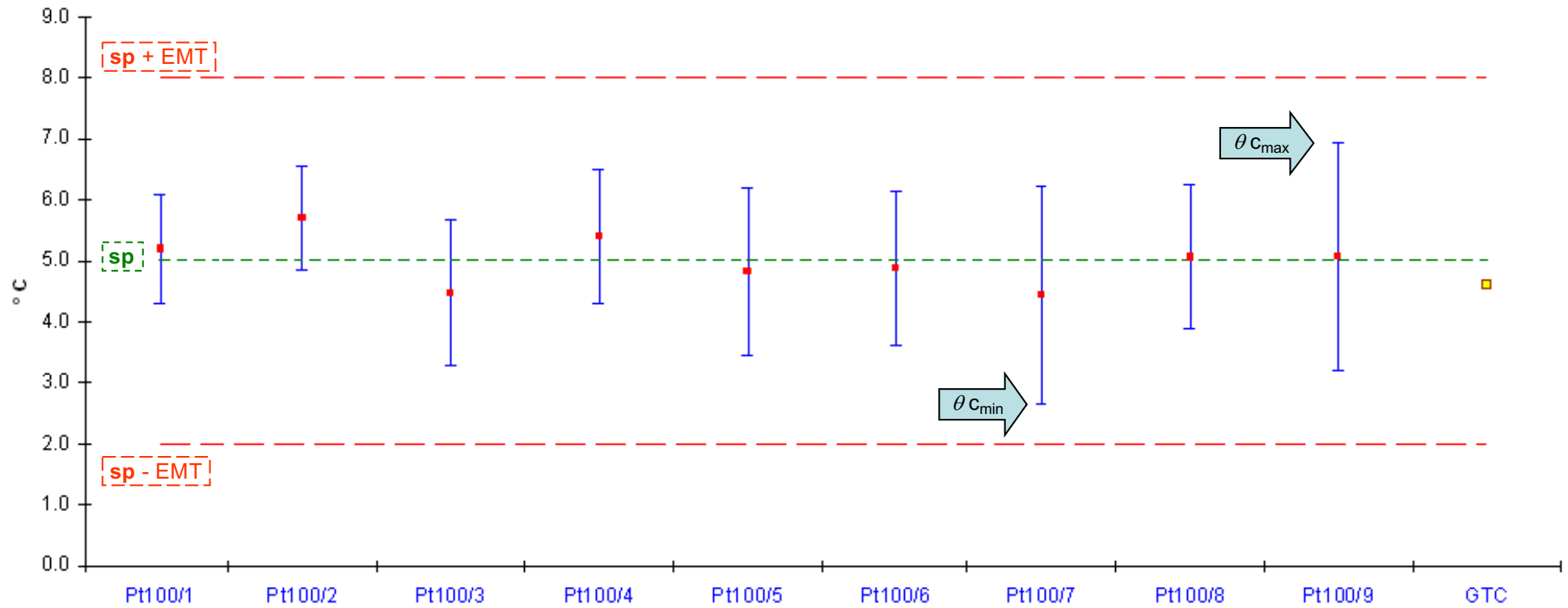
*« la dérive du thermomètre de contrôle est négligeable devant la dérive tolérée de l'enceinte »*

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

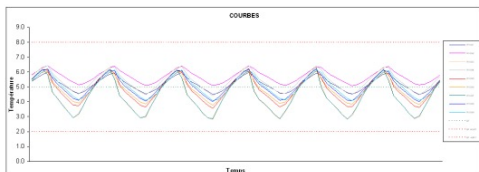
*« en l'absence de modifications constructives de l'enceinte et dans les mêmes conditions de caractérisation, les écarts constatés lors des caractérisations initiales, à vide et en charge, se conservent dans le temps »*



# Année n

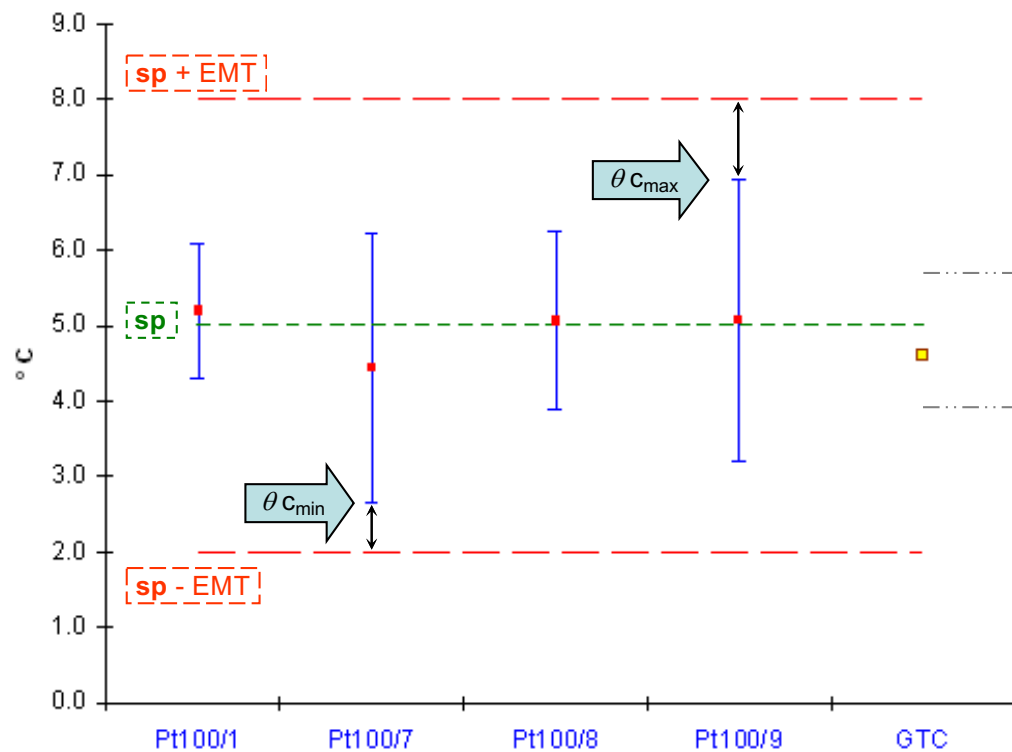






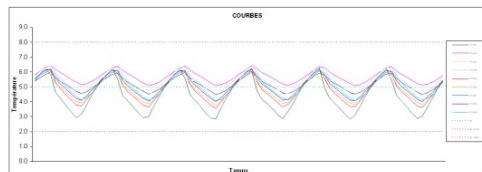
# Année n

# Année n+1

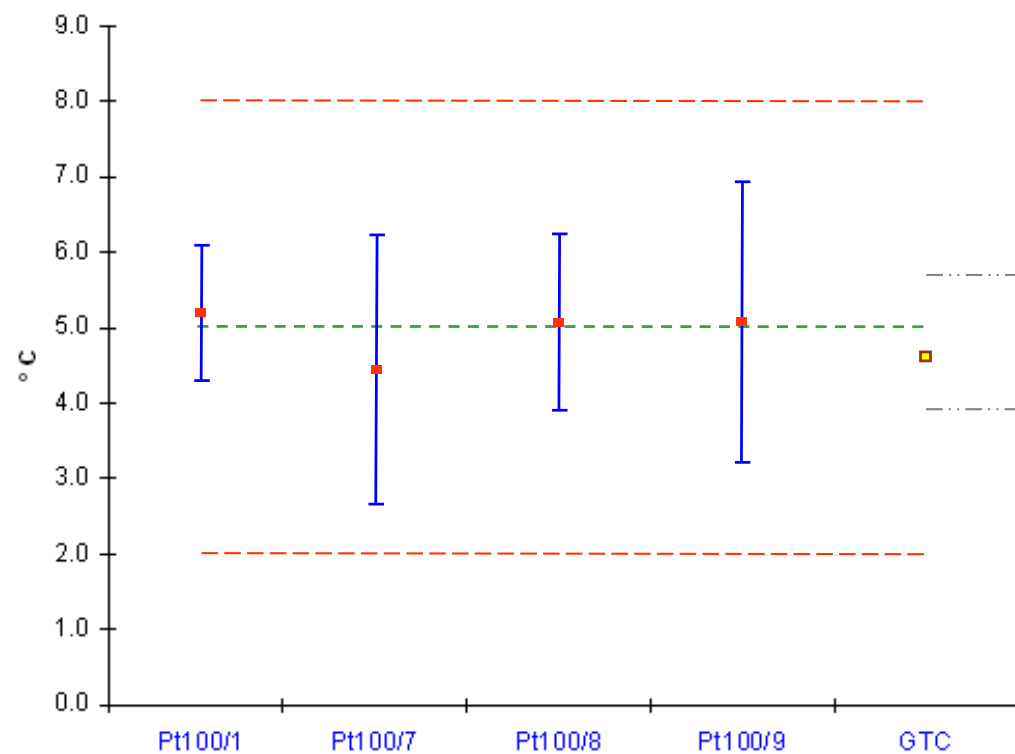


**Dérive acceptable**  
 ⇒ report d'échéance

**Dérives hors limites**  
 ⇒ ⇒ vérification à refaire

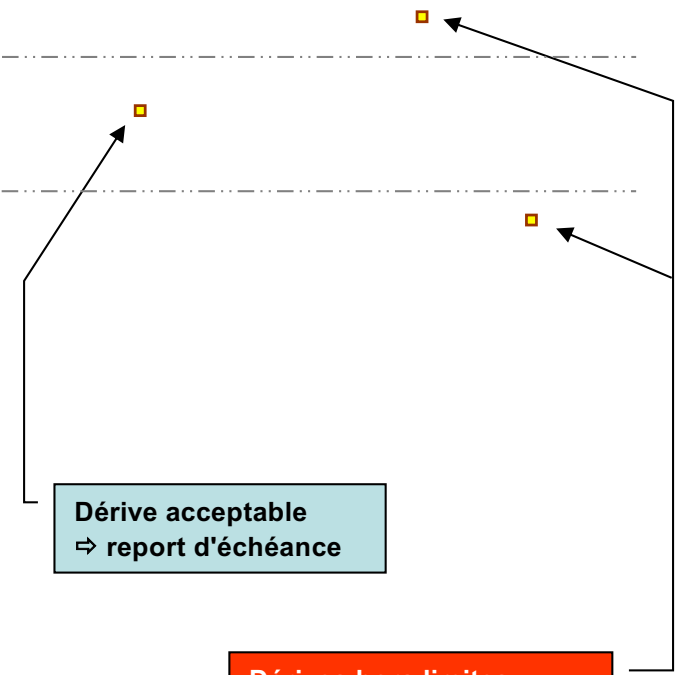


# Année n+1



**Dérive acceptable**  
 ⇒ report d'échéance

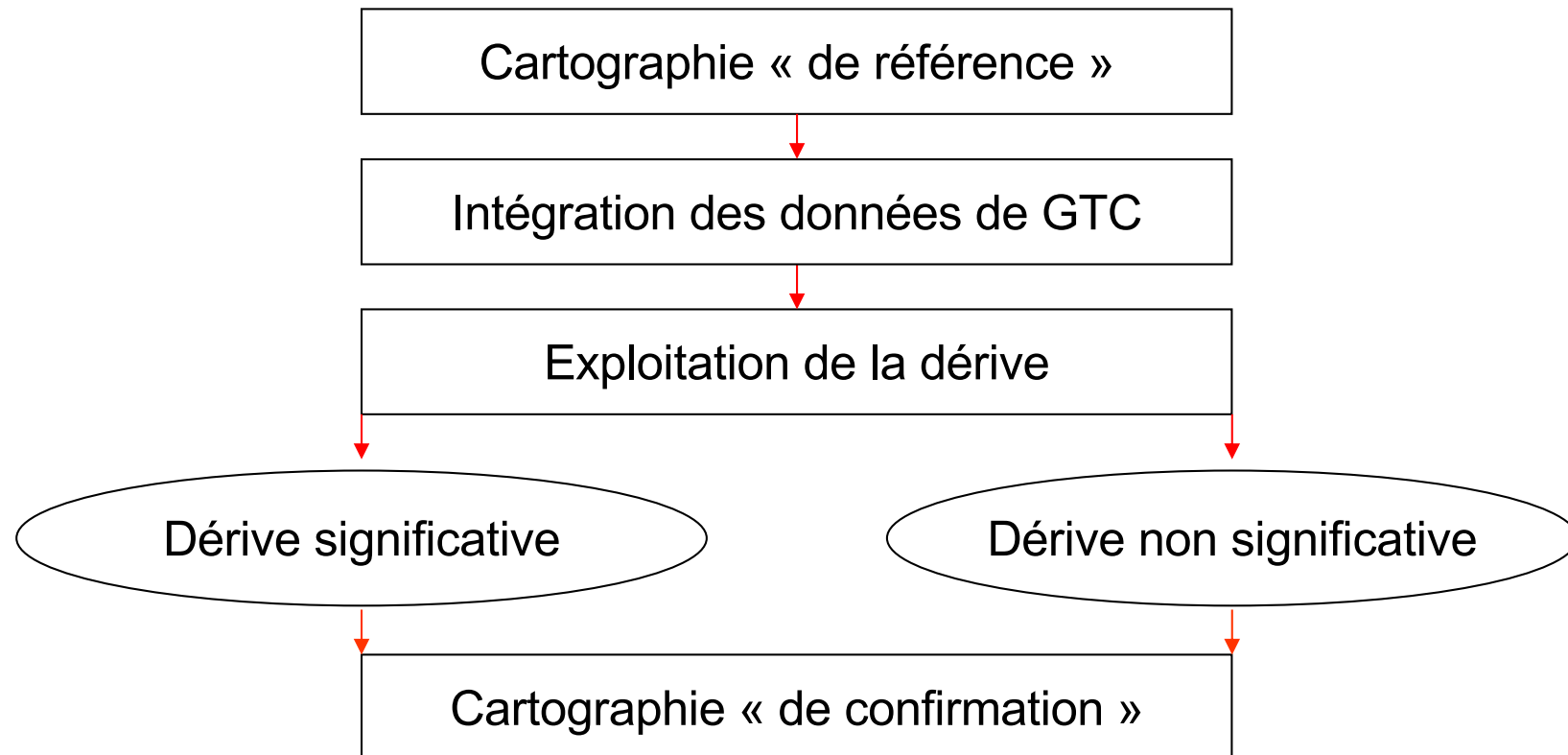
**Dérives hors limites**  
 ⇒ ⇒ vérification à refaire



## 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 :

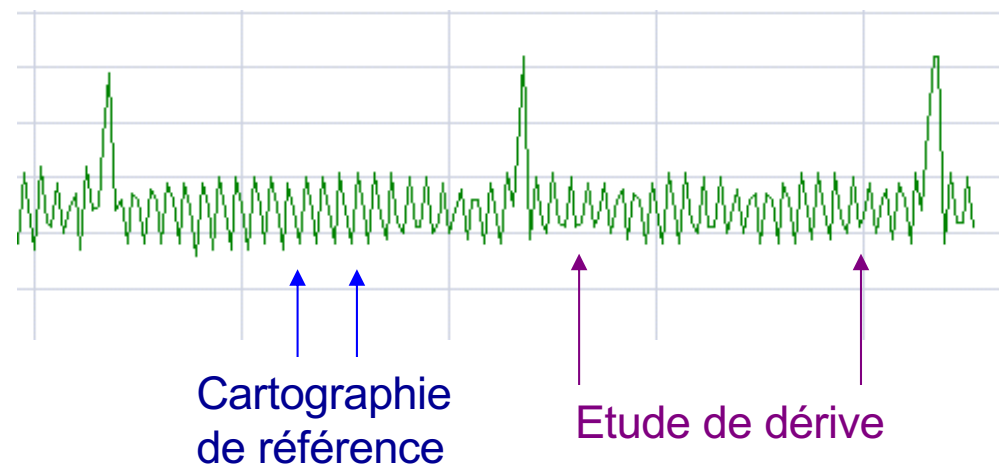
- ❖ 25 ont montré une dérive acceptable (*a priori pas de cartographie nécessaire*) :
  - **24** cas ont été validés par la cartographie de confirmation (conformité réaffirmée).
  - **1** cas n'a pas été validé : une modification de l'environnement extérieur avait perturbé l'homogénéité de l'enceinte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

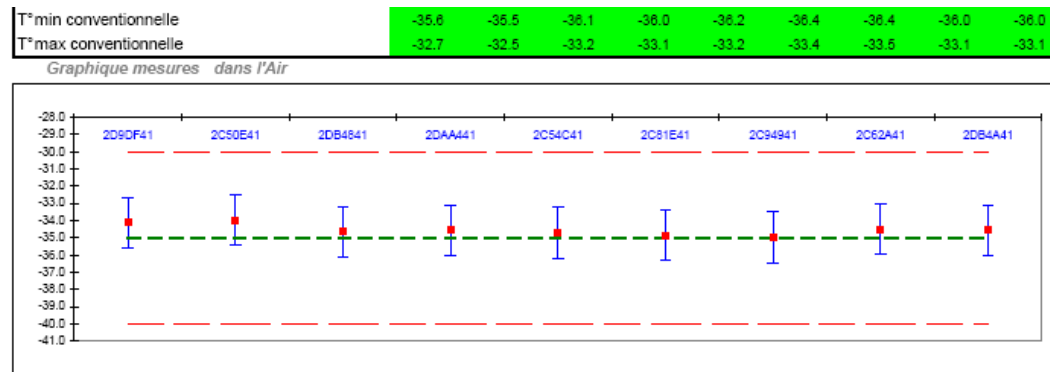
## Application du calcul de dérive : pré requis

- 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.

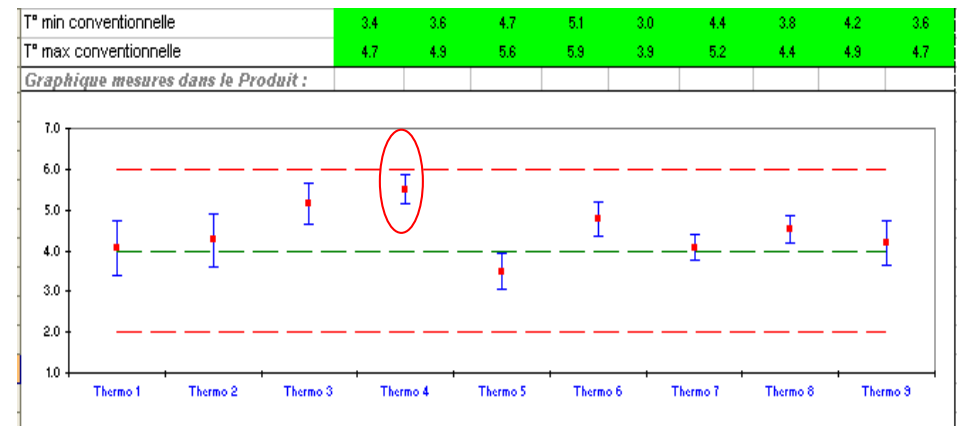
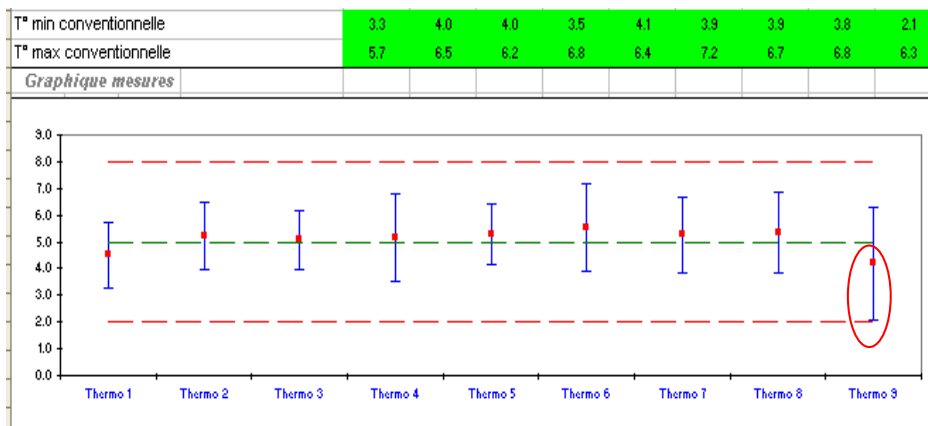


## Application du calcul de dérive : pré requis

➤ 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 !***