

Sélection d'un calibrateur de température industriel

Note d'application

Des dizaines de fabricants de bains secs produisent dans le monde entier des centaines de modèles différents. Comment savoir lequel fonctionnera le mieux et est le plus adapté à votre application ? Voici dix choses importantes à garder à l'esprit.

Précisez vos besoins

Les calibrateurs à bain sec présentent de nombreuses caractéristiques difficiles à comprendre. Pour savoir quelles caractéristiques sont les plus importantes pour vous, vous devez comprendre la manière selon laquelle vous allez utiliser votre bain sec.

Est-il destiné à une utilisation en laboratoire ou sur site ? De quelle gamme de température aurez-vous besoin ? Quel rendement recherchez-vous ? Souhaitez-vous optimiser le rendement en privilégiant la vitesse ou la capacité ? Quelle est la précision des thermomètres que vous testerez dans votre bain sec ? Autrement dit, quelle doit être la précision de votre bain sec ? Utiliserez-vous l'afficheur de votre bain sec ou un thermomètre externe comme température de référence ? Quelle est la longueur des thermomètres que vous placerez dans le bain sec ? Étalonnerez-vous des capteurs courts ou de forme singulière pour lesquels les bains liquides sont plus adaptés ? Souhaitez-vous automatiser la procédure d'étalonnage en bain sec ? Etc.



L'offre en calibrateurs à bain sec est vaste, choisir le plus adapté à vos applications et à vos utilisations peut donc s'avérer déroutant. Cet article vous permettra d'identifier les points importants à prendre en compte pour votre prochain achat de calibrateur.

Gamme de température

Idéalement, vos bains secs doivent couvrir toutes les températures auxquelles vos thermomètres doivent être étalonnés, avec un peu de marge. Si la marge est trop importante, vous dépensez sans doute trop. Veillez à bien évaluer les limites inférieures des spécifications, par exemple : « -40 °C » est différent de « -40 °C en dessous de la température ambiante ».

Fiabilité

Plus vous utilisez votre bain sec d'un extrême à l'autre de sa gamme de température, plus sa durée de vie est courte. Ceci est particulièrement vrai pour les bains secs « froids » à refroidissement thermoélectrique. La durée de vie de ces appareils est raccourcie par des cycles extrêmes et par une utilisation excessive à la température maximale de la gamme du bain sec. Si votre application

nécessite l'un ou l'autre de ces modes d'utilisation, envisagez une unité supplémentaire pour les températures élevées.

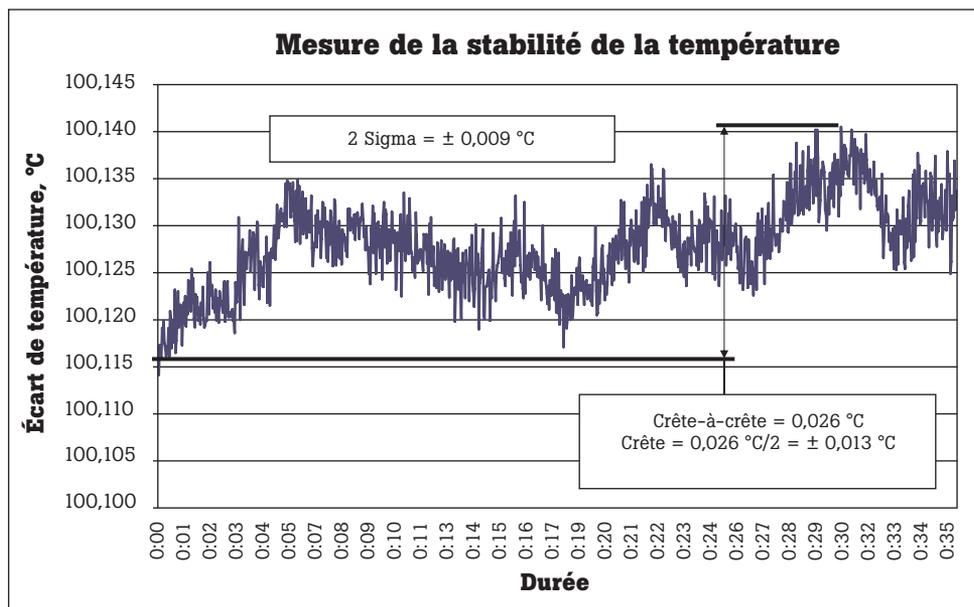
Méfiez-vous des blocs et des inserts en matériau dégradable. Le cuivre, par exemple, présente des propriétés thermiques intéressantes, mais il s'oxyde rapidement et s'écaille après une exposition répétée à des températures extrêmes.

Précision

Vous devez comprendre quatre choses à propos de la précision des bains secs. Premièrement, le capteur de régulation interne de votre bain sec (qui envoie les informations à l'afficheur du bain sec) est plutôt abordable et ne présente pas les caractéristiques de fonctionnement robuste d'une thermistance ou d'un thermomètre à résistance de platine de bonne référence (ou le cas échéant, d'un thermocouple à base de métaux nobles). S'il s'agit d'un dispositif thermorésistif (cas le plus courant), il subit des variations dues à des chocs mécaniques et peut présenter une faible hystérésis. D'un autre côté, il est possible qu'il convienne parfaitement à votre application.

Deuxièmement, le capteur de régulation et le système d'affichage ont probablement été étalonnés par rapport à un thermomètre à résistance de platine de haute qualité. Cependant, ce thermomètre de référence a été inséré dans un bain particulier, à une profondeur particulière, et la fabrication de son capteur est également particulière. Les caractéristiques thermiques et mécaniques spécifiques du thermomètre à résistance de platine de référence (longueur et emplacement du capteur, conductivité du cordon, etc.) ont en fait été « étalonnées dans votre bain sec ». À moins que vous n'étalonniez un capteur de même fabrication, positionné au même endroit que le thermomètre à résistance de platine de référence utilisé pour étalonner votre bain sec, la précision de l'affichage peut ne pas être ce qu'elle est prétendue être.

Troisièmement, les thermomètres de référence externes sont généralement plus précis que les capteurs de régulation internes.



Pour faciliter votre choix, n'hésitez pas à demander des informations et de la documentation concernant la stabilité.

Des sondes externes partagent avec les sondes testées un « point de vue » plus proche sur la température du bloc que le capteur de régulation interne. L'utilisation d'un thermomètre de référence externe ne signifie pas pour autant que votre mesure est plus précise. Vous devez encore comprendre comment votre affichage de référence est spécifié. De nombreux affichages ont une faible résolution et n'acceptent pas les constantes d'étalonnage pour certains types de thermomètres spécifiques. Veillez également à tenir compte de la sonde de référence et de l'électronique qui en assure la lecture. La précision spécifiée pour un bain sec avec affichage de référence intégré est probablement seulement celle de l'affichage, et non celle de l'affichage et de la sonde associés.

Quatrièmement, la précision dépend de bien plus d'autres facteurs que le capteur interne étalonné ou la référence externe étalonnée. De plus, selon votre utilisation particulière du bain sec, vous devez également tenir compte des cinq critères suivants (stabilité, gradients axiaux, gradients radiaux, effets de chargement et hystérésis).

Stabilité

Dans son document EURAMET/Cg-13/V.01, l'Association européenne des instituts nationaux de métrologie (EURAMET) définit la « stabilité » comme la variation de la température « sur une période de 30 minutes ». Ne vous fiez pas trop à l'afficheur de votre bain sec pour indiquer la stabilité. La résolution de l'afficheur et les techniques de filtrage qu'il utilise peuvent limiter sa capacité à montrer l'instabilité.

En outre, la stabilité du capteur de régulation est peu révélatrice de la stabilité au fond du puits que vous utilisez.

N'oubliez pas non plus que la stabilité à long terme, ou « dérive », du capteur de régulation nécessite que l'afficheur du bain sec soit périodiquement étalonné. Combien de temps devez-vous attendre entre les étalonnages ? Ceci dépend du bain sec et de la manière dont il est utilisé. Nous vous recommandons de commencer avec des intervalles d'étalonnage courts (3 à 6 mois), puis de les allonger si le bain sec « conserve » son étalonnage.

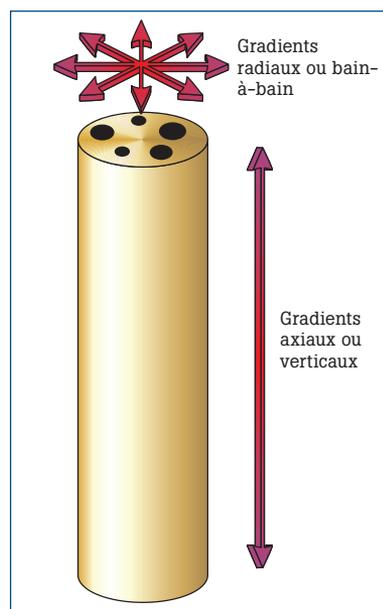
Gradients axiaux (ou « verticaux »)

Le haut d'un bain sec étant directement exposé (ou plus exposé) à l'environnement ambiant, la température y est plus proche de la température ambiante et moins stable qu'au fond du puits. Ce sont les lois de la physique. Selon les directives européennes pour l'accréditation (EA), les bains secs doivent présenter une « zone d'homogénéité de température suffisante d'au moins 40 mm de longueur. »

Le gradient thermique axial d'un bain sec peut créer des erreurs de mesure considérables lors de la comparaison de deux sondes insérées à des profondeurs différentes (à éviter !). Des erreurs de mesure peuvent également survenir lors de la comparaison de deux sondes insérées à la même profondeur, mais dont les capteurs sont de fabrication différente (par exemple, de longueur différente).

Les erreurs de mesure dues au gradient thermique axial peuvent également être importantes si, par rapport à la sonde de référence utilisée pour étalonner le bain sec, la sonde testée est insérée à une profondeur différente ou si elle est d'une fabrication différente, surtout si l'affichage du bain sec est utilisé comme température de référence.

Des techniques de conception permettent de minimiser les gradients axiaux : par exemple, en augmentant la masse, la profondeur et l'isolation du bloc, en régulant plusieurs zones



Les gradients axiaux et radiaux sont des critères importants du processus d'étalonnage.

et en utilisant un chauffage profilé ou déséquilibré. Les gradients axiaux peuvent également être mesurés, bien qu'il soit difficile de séparer la mesure de ces gradients axiaux des effets de tige inhérents à la sonde qui effectue les mesures.

Gradients radiaux (ou de bain-à-bain)

Afin de s'assurer que les termes sont bien compris, rappelons qu'un « bloc » désigne la masse de métal fixe qui contient habituellement des éléments chauffants ou en est entourée. Un « insert » désigne une masse de métal amovible qui peut être insérée dans le bloc fixe. Un « puits » ou « trou » désigne un alésage réalisé dans l'insert, dans lequel les thermomètres sont introduits.

Les gradients radiaux limitent l'utilité de la comparaison d'une sonde dans un puits à une autre dans un autre puits. Alors que le capteur de régulation du bain sec mesure la température à un emplacement précis, les températures peuvent varier dans les différents puits de mesure, à cause des variations de distance entre les puits et les éléments chauffants, et à cause des variations de taille et d'agencement des puits et de la manière selon laquelle la chaleur circule à l'intérieur et autour de ces puits. Dans certains cas, la température dans un puits spécifique peut même varier en fonction de la rotation de l'insert dans le bloc.

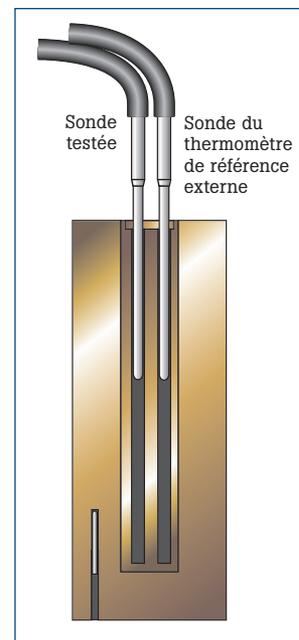
Pour compliquer encore les choses, il est difficile de comparer une sonde d'un certain diamètre dans un puits donné à une sonde d'un autre diamètre dans un autre puits. Les sondes présentant la conductivité thermique la plus élevée introduisent dans le bloc une plus grande influence de l'environnement ambiant. Pour cette seule raison, les sondes de grand diamètre (10 mm) sont souvent mal adaptées à l'étalonnage en bain sec.

Effets de chargement

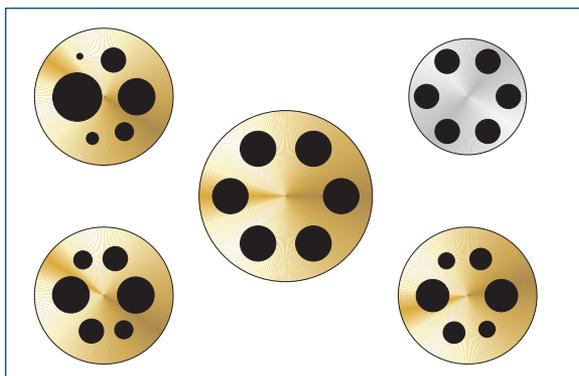
À propos d'influence, plus vous insérez de sondes dans un bain sec, plus la température ambiante influera sur celle du bain sec. L'afficheur d'un bain sec est généralement étalonné avec une seule sonde de référence. L'ajout de sondes supplémentaires peut créer une différence de température entre le capteur de régulation et l'une des sondes à l'intérieur du bloc. Cet effet peut facilement être mesuré en ajoutant des sondes et en notant la modification de température par rapport au relevé de la première sonde. Les caractéristiques de conception des bains secs (masse du bloc, profondeur des puits, isolation, régulation de la température en plusieurs zones), tout comme l'utilisation de sondes de plus petit diamètre, peuvent réduire les effets de chargement. Il est préférable d'insérer une sonde le plus profondément possible dans un bain sec.

Hystérésis

L'hystérésis est la différence de température réelle dans un bain sec, résultant de la direction depuis laquelle cette température a été atteinte. C'est au point milieu de la gamme du bain sec qu'elle est la plus grande. Par exemple, le point milieu approximatif d'un bain sec dont la gamme de température s'étend de 35 °C à 600 °C est environ 300 °C. La température réelle au point milieu, par rapport au thermomètre de référence, varie selon que la température a été atteinte à partir d'une température plus élevée ou d'une température plus basse. Cet écart de température, ou hystérésis, dépend des caractéristiques du capteur de régulation. L'impact de l'hystérésis est considérablement réduit lors de la comparaison d'une sonde de test à une sonde de référence externe. Il est important de comprendre les effets de l'hystérésis lorsque l'on réalise une comparaison avec l'afficheur étalonné du bain sec.



Pour les sondes courtes, une précision maximale peut être obtenue par comparaison avec une sonde similaire à la même profondeur.



La grande variété de blocs et d'inserts disponibles peut augmenter la souplesse d'utilisation de votre calibrateur et vous donne la possibilité de réaliser plusieurs étalonnages en même temps.

Profondeur d'immersion

Les erreurs d'immersion de sonde (ou erreurs de conduction dues à l'effet de tige) peuvent être énormes. Elles varient en fonction du bain sec, mais également en fonction de la sonde placée dans celui-ci. Différentes sondes sont issues de conceptions et de techniques de fabrication différentes : la taille et l'emplacement du capteur dans la sonde, ainsi que le type et la taille des cordons utilisés varient. Pour cette raison, les différentes sondes présentent des caractéristiques d'immersion différentes. Ces caractéristiques peuvent être testées en notant la variation des relevés d'une sonde à différentes profondeurs et à la même température. De manière générale, les puits profonds sont moins sensibles à « l'effet de tige » dû à une immersion inadéquate. La mise en œuvre d'une « régulation de zone » par un élément chauffant en partie supérieure d'un bain sec permet également de minimiser l'effet de tige. Si vous utilisez des sondes trop courtes pour atteindre aisément la zone de mesure homogène d'un bain sec (généralement au fond du puits), utilisez plutôt un bain liquide. Veuillez au moins à effectuer une comparaison avec une autre sonde insérée à la même profondeur dans un autre puits (voir l'illustration à la page précédente).

Souplesse d'utilisation

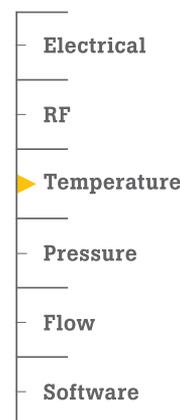
Certains bains secs offrent une grande souplesse d'utilisation et peuvent accueillir des inserts amovibles percés de plusieurs puits. Ces inserts peuvent accueillir plusieurs sondes de tailles variées. Lors de la détermination du nombre de sondes à utiliser dans un insert unique, pensez à prendre en compte le diamètre des embases de sonde. Les puits de l'insert doivent être suffisamment espacés pour éviter que les embases des sondes n'interfèrent.

Conclusion

La taille, le poids, la vitesse, la capacité et de nombreux autres critères sont en concurrence et vous imposent d'importants compromis. Par exemple, une masse thermique importante et profonde offrira une grande capacité, de faibles gradients et une meilleure stabilité, mais elle sera probablement encombrante, lourde et lente. En règle générale, les bains secs rapides et légers sont moins performants. Vitesse et stabilité sont peu compatibles dans un même bloc. C'est pourquoi il est essentiel de bien comprendre quelle sera l'utilisation de votre bain sec, et quelles sont les caractéristiques des sondes que vous devez étalonner. Pour conclure, ce sont les sondes à étalonner qui doivent vous faire trancher en faveur d'un bain liquide, d'un puits de métrologie ou d'un bain sec de terrain.

Fluke Calibration.

Precision, performance, confidence.™



Fluke Calibration
PO Box 9090, Everett, WA 98206 États-Unis.

Fluke Europe B.V.
PO Box 1186, 5602 BD
Eindhoven, Pays-Bas

Pour de plus amples informations, appelez :
aux États-Unis : (877) 355-3225 ou
Fax (425) 446-5116
En Europe/au Moyen-Orient/en Afrique :
+31 (0) 40 2675 200 ou
Fax +31 (0) 40 2675 222
Au Canada : (800)-36-FLUKE ou
Fax (905) 890-6866
Pour les autres pays : +1 (425) 446-5500 ou
Fax +1 (425) 446-5116
Site Web : <http://www.flukecal.com>

©2011 Fluke Corporation.
Caractéristiques susceptibles d'être modifiées sans préavis. Imprimé aux États-Unis 10/2011 4115686A A-EN

Toute modification du présent document est interdite sans le consentement écrit de Fluke Corporation.

Pub-ID 11881-fre