

Automatisation des étalonnages en humidité de la plate-forme de référence nationale

« La mise à jour du banc HygroVIEW permet de piloter jusqu'à trois bancs simultanément et de façon totalement automatique. »

Luc DESRUELLE, [MESULOG](#)

décembre 2015

L'objectif :

Piloter en simultané trois bancs d'étalonnage de référence nationale en hygrométrie (laboratoire associé au LNE et accrédité COFRAC en étalonnage) composés d'équipements variés, dans un environnement métrologique exigeant. Le système assure la mesure automatique sur les instruments de référence, l'acquisition des valeurs sur les appareils en étalonnage et l'édition des certificats d'étalonnage.

La solution :

S'appuyer sur l'étendue des possibilités du logiciel LabVIEW, telles que la programmation orientée objet, pour gérer la différence d'équipement entre les bancs, le développement de drivers pour le pilotage des instruments de mesure et les composants personnalisés pour un affichage des informations. La gestion des données est assurée par un échange avec un fichier Microsoft Excel.

Le CETIAT est un laboratoire français d'études, d'essais et d'étalonnage dans les domaines de l'aérodynamique, la thermique, la maîtrise de l'énergie, l'acoustique et la métrologie. Organisme expert reconnu, ses prestations sont accréditées COFRAC. Elles offrent ainsi aux entreprises les moyens de garantir la traçabilité de leurs mesures et de surveiller la qualité de leurs productions. Le CETIAT dispose de 50 plates-formes d'essai et six laboratoires d'étalonnage dont trois sont références nationales. Cela signifie que le CETIAT fournit les incertitudes les plus faibles en France pour les grandeurs Hygrométrie, Débitmétrie liquide et Anémométrie.

Contexte

La gestion d'un banc d'humidité demande une maîtrise des températures, de l'air humide, des pressions et des débits. Au début des années 2000, le CETIAT a développé un logiciel qui permettait d'automatiser les mesures d'un multimètre de précision. Les données des autres instruments étaient saisies manuellement. Les enceintes thermostatées étaient paramétrées manuellement. Afin d'augmenter sa capacité de production d'étalonnages, le CETIAT a souhaité diminuer le temps de gestion des essais, limiter les opérations manuelles et piloter plusieurs configurations d'étalonnage en simultané.

Le CETIAT a consulté la société MESULOG, partenaire de National Instruments, pour une étude de définition et de validation de l'architecture matérielle et logicielle. Fort des résultats obtenus, le développement a été déclenché et la réalisation s'est effectuée en plusieurs phases, sur quatre années. Compte-tenu des contraintes spécifiques liées à l'instrumentation, à l'analyse et à la présentation des données, LabVIEW s'est rapidement imposé comme la solution la plus adaptée.



Figure 1. Face avant de l'application

Automatiser un système d'acquisition dans un environnement métrologique de référence nationale

Le laboratoire d'hygrométrie permet l'étalonnage de capteurs d'humidité dont les deux principaux mesurands sont soit une température de rosée (ou de gelée), soit une humidité relative. Selon le type d'appareil, trois méthodes d'étalonnage sont alors utilisées, avec soit un générateur d'air humide, soit un générateur d'air humide associé à une chambre d'essai, soit une enceinte climatique instrumentée avec des étalons. Le laboratoire est ainsi composé au total d'un parc de cinq bancs, qui permettent individuellement d'étalonner jusqu'à quatre capteurs. Répartis sur deux postes, chacun est composé d'une centrale d'acquisition HP 34980 (multiplexeur) munie d'un multimètre HP 3458A d'une résolution « 8 digits 1/2 » permettant d'assurer une résolution au centième de degré sur les mesures de température. Les mesures des capteurs en étalonnage sont comparées aux mesures des capteurs de référence afin d'évaluer l'écart ou la correction à apporter ainsi que l'incertitude associée.

Une liaison avec Microsoft Excel pour la configuration et la sauvegarde des mesures

Pour automatiser le traitement des données, un classeur « modèle » au format Microsoft Excel a été réalisé par le CETIAT. Il est dupliqué pour chaque sonde cliente. Grâce au toolkit NI Report Generation, basé sur la technologie ActiveX, le logiciel développé sous LabVIEW peut directement « communiquer » avec les classeurs Excel. Pendant un point d'étalonnage, les mesures brutes sont sauvegardées directement dans un onglet spécifique au point d'étalonnage réalisé.

L'intérêt du fichier tableur est qu'il contient le « savoir-faire » qui est le métier du CETIAT. Il contient tous les éléments nécessaires au post-traitement des données brutes (application des termes correctifs, formules de calculs, lois de conversion), l'évaluation de l'incertitude finale et les éléments de traçabilité au système SI au travers de l'application des coefficients d'étalonnage pour les étalons utilisés. Cette approche permet au CETIAT de maîtriser l'évolution de son système sans faire appel à l'équipe de développement MESULOG, et aussi de répondre rapidement à un auditeur COFRAC quant aux traitements effectués sur les données mesurées.

Le classeur Excel du produit contient l'ensemble des informations de l'étalonnage en termes d'identification des bancs, des sondes utilisées, d'appareil étalonné et d'identification du client. Il permet, in fine, la comparaison des sondes clientes avec les étalons. Un onglet « rapport » génère automatiquement le certificat d'étalonnage, directement imprimable.

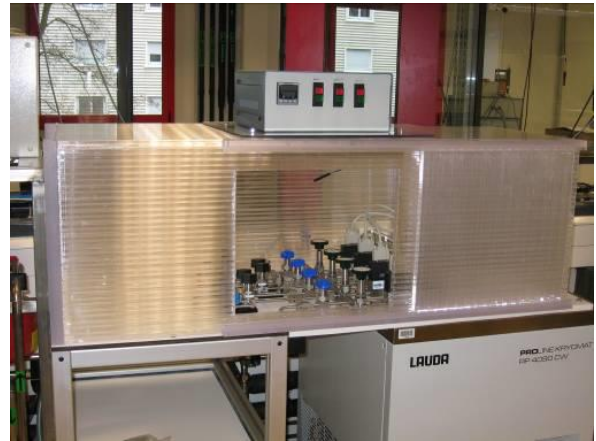
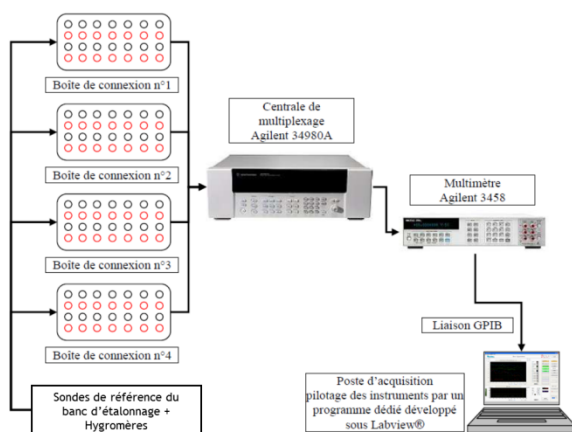


Figure 2. Le banc de test Hygrométrie

Piloter un multimètre de précision « 8 digits 1/2 »



Dans cette première étape, le logiciel permet uniquement de faire des mesures de type tension, intensité ou résistance. Le driver de pilotage du multimètre est téléchargeable directement depuis LabVIEW au travers de l'assistant de recherche du réseau IDNet de National Instruments. Il est certifié conforme, livré avec des exemples, et permet de programmer rapidement le système de mesure. Compte tenu de l'environnement métrologique, le multimètre est configuré en résolution « 8 digits 1/2 » avec compensation d'offset et un temps d'intégration de 10 cycles NPLC (Number of Power Line Cycles). Le convertisseur analogique-numérique va ainsi échantillonner le signal d'entrée pendant 10 cycles de la tension du secteur pour effectuer une mesure, et ainsi filtrer le « ronflement 50 Hz du secteur ».

Pour illustrer l'exigence requise sur la mesure de température, dans une version précédente du pilotage du multiplexeur, le constat avait été fait qu'il restait en position fermée sur la dernière sonde scrutée. De ce fait, le courant de mesure restant établi dans la sonde, celle-ci était le siège d'un auto-échauffement. Le système permettait alors de détecter l'élévation de température de l'ordre de 0,01 °C. Cette valeur étant à mettre en relation avec un besoin d'incertitude inférieur ou égal à 0,025 °C.

La programmation orientée objet pour piloter des appareils de laboratoire imposés

La plate-forme est dotée d'une palette d'instruments très variée (température, débitmètres, pression) de marques différentes (MKS, DPM et Alicat). Il en est de même pour les enceintes climatiques et les bains thermostatés (Lauda, Heraeus et Vötsch). Le driver – code permettant d'interagir avec l'appareil – est alors un élément déterminant. En se basant sur la spécification des drivers Plug & Play LabVIEW, MESULOG a développé l'ensemble des fonctions des instruments en utilisant l'API VISA. VISA définit des fonctions standard qui s'interfaçent toujours de la même manière, quel que soit le matériel de connexion.

Afin de gérer l'interchangeabilité des appareils et en simplifier l'emploi quotidien par les utilisateurs, les drivers ont été intégrés dans des classes LabVIEW, grâce à la programmation orientée objet (OOP). L'utilisation des concepts de la programmation objet permet de créer du code plus simple à maintenir et à modifier, sans affecter les autres sections de code au sein de l'application. Appliqué aux instruments, chaque « famille » possède ainsi une classe mère générique. Chaque appareil est un « enfant » qui va redéfinir les actions de pilotage spécifiques, grâce au dispatch dynamique. Cette architecture s'est avérée très utile afin d'avoir un mode démonstration ou en fin de projet pour l'ajout d'un nouveau capteur non prévu initialement.

La gestion de l'affichage intelligent réalisée à partir d'une « commande X »

Pour la visualisation des informations, MESULOG a décidé de créer un objet graphique « Banc ». Il encapsule à la fois les mesures et l'ensemble du code de gestion de l'affichage. Sous LabVIEW, le développement de ce type d'indicateur est réalisé via les « commandes X » (XControl, en anglais) qui sont des objets « intelligents » et personnalisés pour réaliser des composants réutilisables pour la face-avant des applications. Ils encapsulent des fonctionnalités, des propriétés et des méthodes programmées par le développeur. Cette technique de programmation permet d'obtenir un affichage convivial des données tout en simplifiant la maintenance du code. Cette approche a permis notamment de répondre à un cahier des charges exigeant pour la visualisation graphique des étalonnages en cours

Un bilan très positif

L'automatisation de la plate-forme d'hygrométrie du CETIAT a permis d'accroître considérablement le nombre d'étalonnages et de mettre à disposition des techniciens un outil convivial et performant. La liaison entre MS Excel et LabVIEW a permis de séparer le domaine d'expertise du CETIAT et celui de MESULOG. La programmation orientée objet a été la clé d'un code modulaire et évolutif. La dernière version logicielle, qui intègre le pilotage de nouveaux instruments, est en cours de qualification. Comme le banc est une référence nationale, le processus est très exigeant. À la suite de cette validation, de nouvelles évolutions sont envisagées, notamment autour de MS Excel pour diminuer les temps de calcul en gérant depuis LabVIEW la plage de données à actualiser.

Informations sur l'auteur :

Luc DESRUELLE

MESULOG

173, rue du rocher de Lorzier

38430 Moirans France

Tél : + 33 (0)4 76 35 20 17

Email : ld@mesulog.fr

Contacts :

Éric GEORGIN – CETIAT