

LA MAÎTRISE DE LA MÉTROLOGIE DANS UN PROJET DE RECHERCHE

Morgan CITEAU⁽¹⁾, Sana BOUSBIAT⁽²⁾, Jean-Pierre CALISTE^{(3)*}, Gilbert FARGES^{(2)*}

(1) Transformation Intégrées de la Matière Renouvelable (TIMR) – EA 4297

(2) BioMécanique et Bio Ingénierie (BMBI) – UMR7338

(3) Conception Qualité Produits et Processus (CQP2)

Université de Technologie de Compiègne – Rue Roger Couttolenc, CS 60319 – 60203 Compiègne Cedex France

Tél: +33 (0)3 44 23 44 23 – Site web: www.utc.fr/qualite-recherche

*référénts : jean-pierre.caliste@utc.fr ; gilbert.farges@utc.fr

Résumé

Afin d'approfondir la connaissance dans un objet ou un phénomène, de prendre une décision, de prévoir le risque, et enfin d'agir, il est nécessaire de recourir à la mesure. La maîtrise de la métrologie constitue un enjeu important pour en assurer la fiabilité, la justesse et la robustesse. L'étude de la démarche métrologique dans un laboratoire de recherche ou d'analyse, a donné lieu au développement du concept d'Assurance Qualité Instrumentale (AQI). Ce dernier, présenté sous la forme d'un processus déployé, a permis la mise au point d'un outil d'autodiagnostic, dont l'objectif est de mesurer le taux de réalisation de l'Assurance Qualité Instrumentale, cibler les points faibles et permettre la proposition d'axes d'amélioration continue.

MOTS-CLEFS

Métrologie, Assurance Qualité Instrumentale, Outil d'autodiagnostic.

Abstract

To improve the knowledge about an object or a phenomenon, to make a decision, to anticipate a risk and at last to act, it is necessary to measure. The metrology control is an important issue in order to assure the reliability, the accuracy and the robustness of the measure result. The new concept of the Instrumental Quality Assurance (IQA) helps to manage the metrology in a scientific laboratory research. A self-assessment tool based on process mapping, allows to plan quick diagnosis on the Instrumental Quality Assurance situation and then to identify the weaknesses and improvement axis.

KEY WORDS

Metrology, Instrumental Quality Assurance, self-assessment tool.

Introduction

Afin d'approfondir la connaissance dans un objet ou un phénomène, de prendre une décision, de prévoir le risque, et enfin d'agir, il est nécessaire de recourir à la mesure. Cependant pour des raisons diverses (précision du matériel, erreurs de l'utilisateur,...), son résultat n'est pas toujours une représentation entièrement juste. La grandeur mesurée s'accompagne alors d'une valeur d'incertitude qui quantifie la partie non maîtrisée de la connaissance. L'ensemble des techniques et des savoir-faire qui permettent d'effectuer ces mesures et d'avoir une confiance suffisante dans leurs résultats constitue la métrologie. Cette dernière est définie comme la science de la mesure, qui embrasse tous les aspects aussi bien théoriques que pratiques se rapportant aux mesurages, quelle que soit l'incertitude de ceux-ci, dans quelque domaine de la science et de la technologie que se soit [1].

Dans un contexte de multiplication des transactions commerciales, de l'évolution des technologies et de la production, d'une demande de justice sociale et pour faire face à la multitude des unités de mesure, il est apparu nécessaire, dès la plus Haute Antiquité, de définir un vocabulaire et des outils de mesure communs et durables [1].

Aujourd'hui, la création d'un environnement de coopération internationale en charge de la réglementation des systèmes de mesure, avec l'Organisation Internationale de la Métrologie Légale (OIML) [2], le Bureau International des Poids et Mesures (BIPM) [3], l'International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) [4], ainsi que les organismes propres à chaque pays (ex : LNE en France) [5], montre bien les enjeux à la fois scientifiques, technologiques, économiques et sociaux de la métrologie.

1) La métrologie dans la recherche scientifique

Dans le monde, les activités des instituts nationaux liés à la recherche scientifique, et leurs laboratoires associés comptent 5000 scientifiques et près de 1 milliard d'euros de budget. Les opérations liées aux mesures représentent 4 à 6 % du produit intérieur brut dans les pays industrialisés [6].

La métrologie est une composante essentielle de la démarche qualité. Car elle contribue notamment à la compréhension de la signification du résultat d'une mesure d'un point de vue théorique (modèle, unités...) et expérimental (matériel, méthode, incertitude...). Au cours d'un projet de recherche scientifique, un expérimentateur est amené à s'interroger sur la manière de garantir des résultats de mesure fiables et pertinents. Les principales causes d'erreur et d'incertitude de la mesure peuvent provenir d'une mauvaise définition de la grandeur à mesurer, des incertitudes des équipements de mesure, du mode opératoire ou encore de l'influence des conditions ambiantes [7].

De précédents travaux ont été réalisés dans l'optique d'une démarche métrologique, et traitent notamment de la maîtrise des incertitudes de mesure, de la qualité d'un travail bibliographique, ou du management de la métrologie [8].

Cet article présente un nouveau concept simplifié et opérationnel de la métrologie : l'Assurance Qualité Instrumentale (AQI). Cette solution envisage de répondre aux besoins des laboratoires de recherche en termes d'amélioration de la fiabilité des mesures, et exploite un outil d'autodiagnostic permettant d'évaluer une situation initiale et d'identifier des axes d'amélioration prioritaires.

2) L'Assurance Qualité Instrumentale (AQI)

L'Assurance Qualité Instrumentale est un processus permettant de justifier la confiance de l'utilisateur dans un équipement de mesure. Il vient en complément d'autres processus parmi lesquels la maîtrise des incertitudes, le contrôle statistique des résultats, la veille scientifique et technologique, la maîtrise des bonnes pratiques du laboratoire, la maîtrise des opérations de mesure et d'analyse, la traçabilité... dont la réalisation garanti la fiabilité du résultat de mesure.

D'après la littérature [1, 7, 9, 13], six éléments contribuent principalement à assurer la qualité des équipements de mesure et d'analyse dans un laboratoire de recherche (Figure 1).

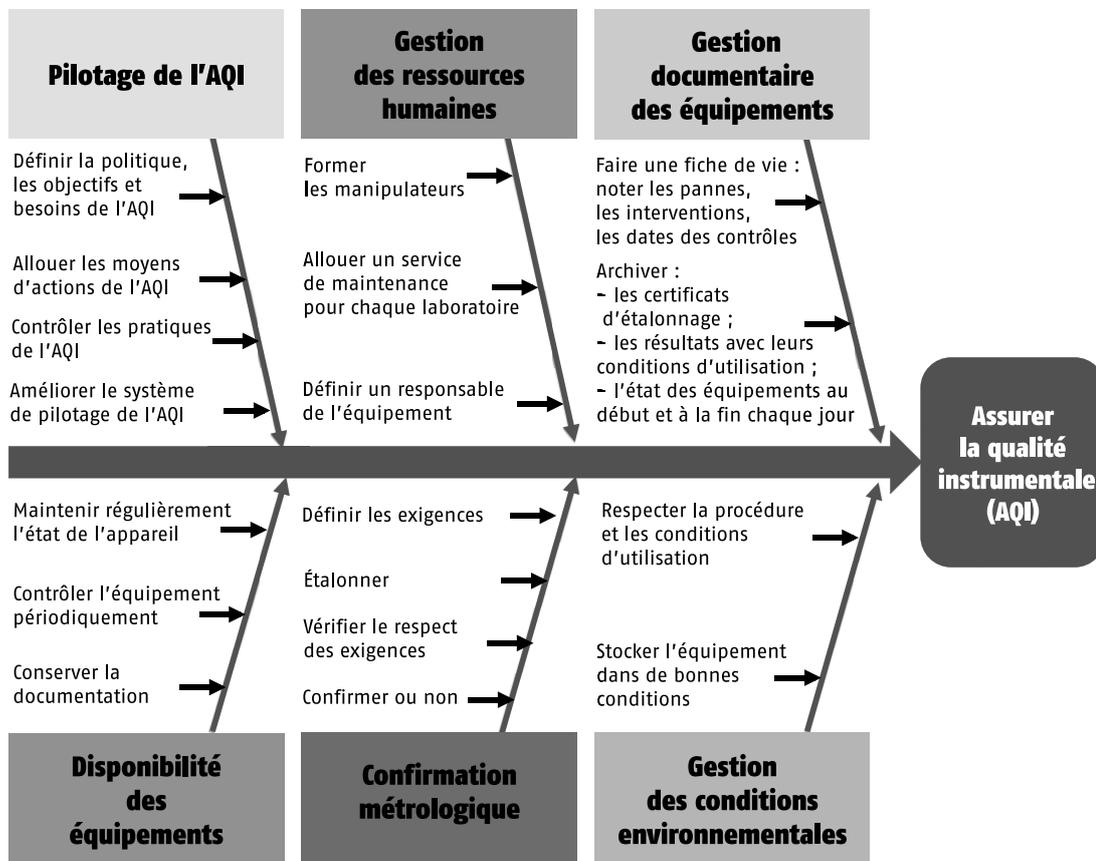


FIGURE 1: Les six facteurs contribuant à l'Assurance Qualité Instrumentale [16]

2.1) LE PILOTAGE DE L'ASSURANCE QUALITÉ INSTRUMENTALE (AQI)

Le pilotage et l'organisation de l'AQI sont menés par la direction du laboratoire. Cependant, à son niveau, l'utilisateur des équipements de mesure et d'analyse y participe également, puisque celui-ci s'assure de l'état de ses équipements lors d'une expérience. De plus, il est le premier intéressé par l'effet de l'Assurance Qualité Instrumentale sur la robustesse de ses mesures et par conséquent sur la crédibilité de son projet de recherche. C'est pourquoi, les rôles respectifs de la direction et de l'utilisateur des équipements sont différenciés :

- La direction fixe la politique et les objectifs de l'Assurance Qualité Instrumentale du laboratoire et alloue les moyens d'action nécessaires pour son bon déploiement. Elle explique le système de management au personnel utilisateur et par-

ticipe aux revues périodiques de l'AQI afin d'ajuster ses objectifs et d'améliorer le système de management.

- L'utilisateur des équipements définit ses attentes en matière d'assurance qualité instrumentale et les moyens d'y répondre. Les besoins propres à chaque utilisateur sont discutés au cours de réunions régulières d'évaluation des pratiques, afin de partager, sensibiliser et agir ensemble. L'utilisateur contrôle ses pratiques d'AQI par rapport aux besoins et moyens initialement définis, puis réalise des retours d'expérience afin d'identifier les améliorations nécessaires.

2.2) GESTION DES RESSOURCES HUMAINES.

Le facteur de gestion des ressources humaines permet d'assurer l'organisation prévisionnelle des emplois et des compétences. Pour cela, il semble important de :

- définir les fonctions et les capacités de chaque membre de l'équipe, et identifier les responsables des services et des équipements,
- communiquer, afin notamment de faciliter les relations et les échanges entre les services,
- former le personnel aux questions d'assurance de la qualité des instruments.
- définir les exigences métrologiques, notamment la définition de l'erreur maximale tolérée et la précision du résultat de mesure souhaitée,
- d'effectuer et de vérifier l'étalonnage de l'équipement par rapport aux exigences précédemment définies,
- de statuer sur la conformité ou non de l'équipement. Dans le cas d'une non-conformité, une démarche palliative et corrective est alors envisagée.

2.3) GESTION DOCUMENTAIRE DES ÉQUIPEMENTS.

Le facteur de gestion documentaire des équipements permet d'assurer la traçabilité de l'équipement et des conditions d'utilisation. Pour cela, il est souhaitable d'identifier un responsable de la documentation, afin de coordonner l'archivage, la mise à jour et la diffusion d'un ensemble de documents, comprenant :

- la documentation-constructeur,
- la fiche de vie de l'équipement, qui sert à l'enregistrement de toutes les utilisations ou interventions [10],
- les procédures d'étalonnage, de vérification, de maintenance, et d'utilisation [11].

2.4) DISPONIBILITÉ DES ÉQUIPEMENTS.

La disponibilité fonctionnelle de l'équipement de mesure est un facteur indispensable à l'assurance qualité instrumentale. Elle nécessite :

- le choix d'un équipement adapté en fonction de l'étendue de la mesure et de la précision souhaitée,
- l'enregistrement des interventions effectuées (mesurage, étalonnage ou maintenance) sur la fiche de vie de l'équipement afin de connaître l'état de l'équipement,
- la mise en place et le respect d'un planning d'utilisation de l'équipement.

2.5) PROCESSUS DE CONFIRMATION MÉTROLOGIQUE.

Le facteur de confirmation métrologique d'un équipement de mesure est essentiel à l'assurance qualité instrumentale. Il est conseillé, d'après des textes normatifs européens et internationaux [12, 13] de :

2.6) CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES DE TRAVAIL OU DE STOCKAGE DES ÉQUIPEMENTS

Au niveau du facteur de gestion des conditions environnementales, trois points critiques peuvent être identifiés quant au respect des conditions :

- d'utilisation, selon les recommandations du constructeur de l'équipement,
- de stockage par le contrôle et le maintien des conditions environnementales adaptées,
- de manutention, lors du déplacement des équipements.

3) Cartographie matricielle de l'Assurance Qualité Instrumentale (AQI)

Les 6 facteurs précédemment détaillés, constituent les bonnes pratiques de l'Assurance Qualité Instrumentale. Afin de les visualiser dans la démarche globale, l'AQI est présentée sous la forme d'une cartographie matricielle des processus (Figure 2).

Les parties-prenantes sont prises en compte en entrée de processus par l'expression de leur besoin de garantir la qualité métrologique. Puis, elles contribuent avec l'ensemble des services, à la réalisation des sous-processus associés aux bonnes pratiques. Ces dernières sont regroupées dans 4 grands processus, liés dans une boucle d'amélioration continue selon le modèle de l'ISO 9001 (norme relative aux systèmes de management de la qualité [14]). Ceux-ci comprennent la direction, le management des ressources, la réalisation et enfin la surveillance de l'AQI pour lequel un outil d'autodiagnostic est proposé (Figure 2).

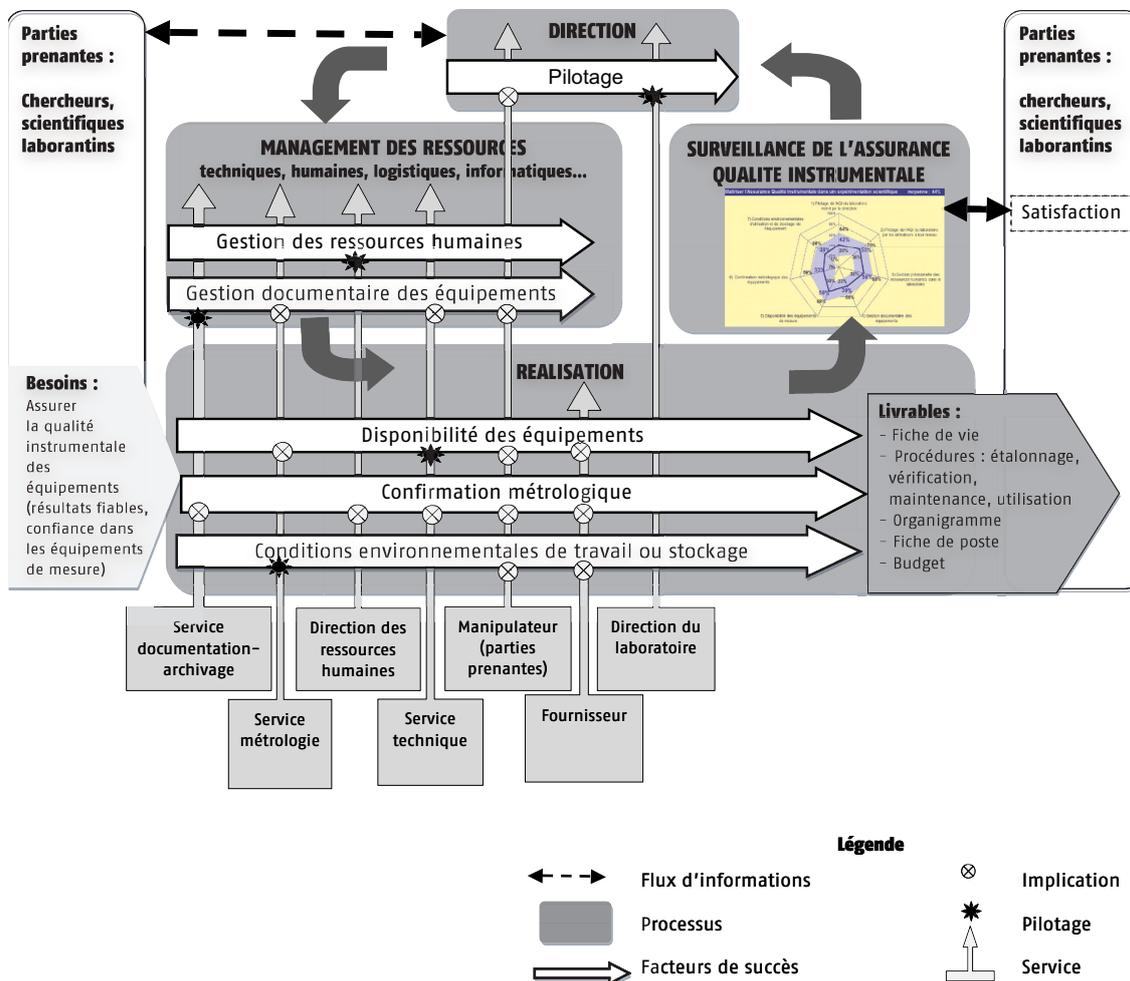


FIGURE 2 : Cartographie matricielle du processus de l'Assurance Qualité Instrumentale (AQI) [16]

4) Outil d'autodiagnostic "AQI"

L'étude du processus d'Assurance Qualité Instrumentale et de ses facteurs de maîtrise induit l'élaboration d'un outil d'autoévaluation permettant la surveillance et la progression des pratiques.

L'outil est basé sur un tableur automatisé qui permet une évaluation rapide d'un laboratoire par les acteurs du laboratoire. La grille d'évaluation comprend 7 bonnes pratiques (les 6 facteurs principaux dont celui du pilotage scindé en deux), détaillées chacune par 5 à 7 critères de réalisation. L'utilisateur répond aux propositions selon une échelle de véricité à six niveaux : Faux unanime (0%), Faux (20%), Plutôt faux (40%), Plutôt vrai (60%), Vrai (80%), Vrai prouvé (100%).

L'ensemble des résultats est ensuite présenté en temps réel, dans un diagramme 'radar' de synthèse à 7 branches (Figure 3). Ces résultats peuvent dès lors être imprimés, capitalisés dans le système d'Assurance Qualité Instrumentale et servir de documents de preuve pour une auto-déclaration de conformité selon la norme ISO 17050 [15].

5) Application de l'outil et discussion des résultats

Cet outil a été proposé à un laboratoire, où huit personnes ont répondu au questionnaire, parmi lesquelles six doctorants, un jeune docteur et un enseignant-chercheur, tous utilisateurs des équipements de mesure et dont l'ancienneté au sein du laboratoire varie de 1 à 5 ans. En moyenne, l'utilisation

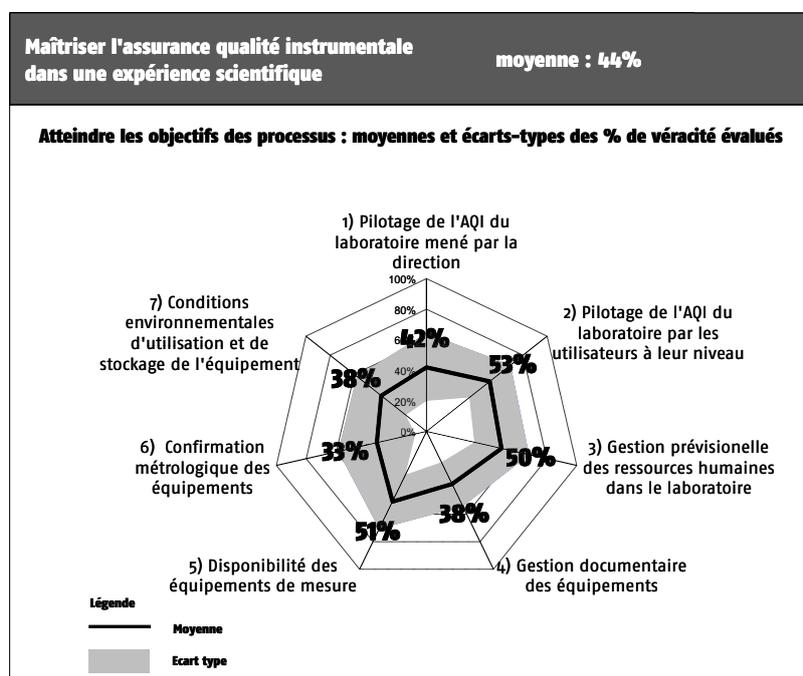


FIGURE 3 : Résultat de l'autoévaluation de l'Assurance Qualité Instrumentale dans un laboratoire [16]

de l'outil leur a demandé 15 minutes. Globalement, l'Assurance Qualité Instrumentale est maîtrisée à 44% (Figure 3). Parmi les sept bonnes pratiques testées, quatre ont eu des taux de réalisation inférieurs à 50% : le processus de confirmation métrologique (33%), la gestion des conditions environnementales (38%), la gestion documentaire, et le pilotage de l'AQI (42%). Les écarts-types sont en moyenne de 20%, ce qui traduit une perception et des pratiques des membres du laboratoire très diverses.

Afin de cerner les points critiques dans chaque bonne pratique et de définir les axes d'amélioration prioritaires, une analyse approfondie a été faite :

- Ainsi, au niveau de la direction, le système de management n'est pas clairement défini, ce qui se traduit par une mauvaise compréhension par les utilisateurs.
- Au sein du groupe des usagers, il ressort un manque de retours d'expérience et de formations en Assurance Qualité Instrumentale.
- Il est noté aussi l'absence pour chaque instrument d'un responsable identifié qui aurait pour rôle la gestion documentaire (procédures, et enregistrements), la formation à l'utilisation de

l'équipement, ainsi que la planification des pratiques (étalonnage, utilisation, contrôle).

- La mise en place d'actions correctives serait une première démarche dans la résolution de ces problèmes.

Conclusion

L'Assurance Qualité Instrumentale (AQI) est un nouveau concept, développé dans le cadre de la démarche qualité en recherche, dont l'objectif est de garantir la fiabilité de sa mesure. Six facteurs principaux doivent être pris en compte pour en assurer la réussite : le pilotage du système, la gestion prévisionnelle des ressources humaines, la gestion documentaire des équipements, la disponibilité des équipements, la confirmation métrologique, et les conditions d'utilisation et de stockage des équipements.

Un outil d'auto-évaluation de l'Assurance Qualité Instrumentale dans un laboratoire de recherche et d'analyse est proposé et téléchargeable librement sur internet [16]. Il permet de quantifier le niveau de maîtrise des bonnes pratiques par les utilisateurs des instruments de mesure, d'identifier les points critiques et les axes d'amélioration prioritaires.

Dans le milieu scientifique, la fiabilité des résultats de mesure met en jeu la crédibilité des connaissances produites, la qualité des publications et la notoriété du chercheur et de son laboratoire. Pour ces raisons, la confiance dans les équipements et les résultats de mesure est fondamentale pour la qualité scientifique.

Références bibliographiques

- [1] Métrologie – Gérer et maîtriser les processus et les équipements de mesure – volume 1, Ed. Afnor® 2005), <http://sagaweb.afnor.org>
- [2] Portail de l'IOLM: International Organization of Legal Metrology, <http://www.oiml.org/>
- [3] Portail du BIPM: Bureau International des Poids et Mesures, <http://www.bipm.org/>
- [4] Portail de l'ILAC: International Laboratory Accreditation Cooperation, <http://www.ilac.org/>
- [5] Portail du LNE : Laboratoire National de Métrologie et d'essai, <http://www.lne.fr/>
- [6] Dossier Métrologie, magazine de l'instrumentalisation et des automatismes industriels, MESURES 776, juin 2005, www.mesures.com/archives/776bnmlne.pdf (site consulté en mars 2010)
- [7] Marc Himbert, 1997, Métrologie : un langage universel pour les sciences et techniques, Ed Société Française De Génie Des Procédés, Récents progrès en Génie des Procédés, <http://smdsi.quartier-rural.org/enseignement/himbertm.htm> (site consulté en avril 2010)
- [8] Centre de ressources « Qualité en recherche : travaux utiles en qualité-recherche », www.utc.fr/qualite-recherche/ (site consulté en mars 2010)
- [9] NF EN ISO/CEI 17025, Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais, Ed. Afnor® 2005, <http://sagaweb.afnor.org>
- [10] FD X 07-018, Métrologie – Métrologie dans l'entreprise – Fiche de vie des équipements de mesure, de contrôle et d'essai, Ed. Afnor® 1997, <http://sagaweb.afnor.org>
- [11] FD X 07-016, Métrologie dans l'entreprise – Modalité pratique pour l'établissement des procédures d'étalonnage et de vérification des moyens de mesure, Ed. Afnor® 1993, <http://sagaweb.afnor.org>
- [12] FD X 07-014, Métrologie – Optimisation des intervalles de confirmation métrologiques des équipements de mesure, Ed. Afnor® 2006, <http://sagaweb.afnor.org>
- [13] NF EN ISO 10 012, Système de management de la qualité – Principes essentiels et vocabulaire, Ed. Afnor® 2003, <http://sagaweb.afnor.org>
- [14] NF EN ISO 9001, Système de management de la qualité – Exigences, Ed. Afnor® 2008, <http://sagaweb.afnor.org>
- [15] NF EN ISO/CEI 17050-1, Évaluation de la conformité - Déclaration de conformité du fournisseur, Ed. Afnor® 2005, <http://sagaweb.afnor.org>
- [16] Sana Bousbiat, Morgane Citeau, 2010, Maîtrise de la métrologie dans un projet de recherche scientifique, www.utc.fr/qualite-recherche, puis "Travaux Qualité-Recherche"

Bonus

Téléchargeables gratuitement sur la page de notre site dédiée aux Cahiers de la Qualité 2013 : www.LexitisEditions.fr

- Rapport d'étude complet
- Outil d'autodiagnostic
- Poster de synthèse

Cet article est publié dans :



LEXITIS
éditions

Commande sur :

<https://www.lexitiseditions.fr/fr/les-cahiers-de-la-qualite-2013-de-l-utc.html>

Les Cahiers de la Qualité – Volume I
ISBN : 978-2-36233-097-1 – Dépôt légal : juillet 2013. © Lexitis Éditions 2013.

Lexitis Éditions, 76, rue Gay-Lussac, 75005 Paris (France)