

# Diagnostic metrologie dans l'industrie agroalimentaire

Patrick LEBLOIS<sup>1</sup>, Jonathan COQUELIN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>COMMA CONSULTING – 3 Chemin de Palente – 25000 BESANCON - France

<sup>2</sup>ARIATT - 21 A Avenue Alain Savary - 25000 BESANCON - France

**Abstract.** Within the framework of a collective action piloted by the ARIATT and supported by the DRAAF and the DIRECCTE of Franche-Comté, a diagnosis metrology was realized with 5 companies of the food-processing industry in the region. These companies are SMEs/SMIs.

The objective was to establish a state of the art in metrology, from the selection of equipment to the use in workshops. Moreover, many companies have an internal laboratory that performs physical, chemical bacteriological or microbiological analysis. Diagnoses were therefore also focused on this activity.

The investigations were conducted in order to address all the elements that contribute to the control of the measures.

In every business, the diagnosis took place over 2 days with an interval of months.

In conclusion, although the approach metrology is very different from one company to another, it was possible to identify the strong points and the axes of progress. These focus on clarifying the responsibilities, increased skills to improve metrology management and, above all, to optimize it.

In this paper, we'll specifically develop the approach implemented and we'll detail the conclusions.

## 1. Introduction

Longtemps limitée à une action corrective, la maintenance est de plus en plus considérée comme un gisement de productivité : l'anticipation des risques d'arrêt de l'outil de production et leur prévention deviennent un enjeu majeur. Ainsi, dans la période du 1<sup>er</sup> janvier 2013 au 31 décembre 2014, l'Association Régionale de l'Industrie Agroalimentaire et de Transfert de Technologie (ARIATT) a piloté une action collective intitulée « Performance par la maintenance ». Cinq entreprises PME/PMI Franc-Comtoises, représentatives par leur diversité dans la filière, ont participé à cette action qui a été financée par la DRAAF et la DIRECCTE de Franche-Comté.

L'agroalimentaire est un secteur industriel qui doit allier productivité, sécurité sanitaire et alimentaire, qualité du produit. De ce fait, de très nombreux systèmes de mesure sont utilisés tout au long de la production, que ce soit pour piloter les processus ou pour effectuer des contrôles. Les services maintenance étant donc amenés à intervenir régulièrement sur ces systèmes, voire à assurer la fonction métrologie de l'entreprise [1], il a été décidé, dès le début de l'action, d'y intégrer la réalisation d'un diagnostic permettant de faire l'état des lieux sur la

maîtrise des mesures et de la fonction métrologie dans son ensemble.

Des manques importants ayant été mis en évidence au cours de l'enquête, dans un premier temps, un rappel de quelques principes fondamentaux de la métrologie dans le monde de l'industrie est effectué.

Dans un deuxième temps, l'imbrication entre la métrologie et la maintenance dans l'industrie agroalimentaire est mis en évidence.

Avant de présenter la conclusion de ce diagnostic et les perspectives, la méthodologie est décrite.

## 2. La métrologie, c'est quoi ?

D'un point de vue étymologique, la métrologie est définie comme étant la science des mesures. Ainsi, dans le monde industriel, la métrologie recouvre aussi bien les mesures physiques traditionnelles que les essais ou les analyses, chacune de ses activités conduisant à l'obtention d'un résultat de mesure.

Dans la pratique, les mesures sont utilisées pour prendre des décisions, souvent sur la qualité ou la conformité du produit, afin de pouvoir le mettre sur le

marché. La première difficulté est liée au fait que, dans l'industrie agroalimentaire, de très nombreuses mesures sont effectuées et qu'il convient d'identifier celles qui sont véritablement importantes ou critiques : déclaration de la conformité d'un produit, pilotage des processus de fabrication, surveillance des conditions ambiantes qui ont une influence sur la qualité du produit, risque d'occurrence d'une mesure erronée, gravité des conséquences d'une éventuelle erreur de mesure... Ceci est d'autant plus vrai dans l'industrie agro-alimentaire où les mesures contribuent également à assurer la sécurité alimentaire.

Le second point important dans l'approche métrologie est d'assurer que les mesures sont comparables dans le temps et dans l'espace afin qu'elles ne puissent pas être remises en cause. En effet, si le même produit est mesuré dans les mêmes conditions à des moments différents, on doit retrouver deux valeurs comparables. De même, lorsque le produit est livré à un client étranger il doit pouvoir avoir confiance dans nos résultats sans être obligé de refaire les mesures ou, s'il les refait, il doit lui aussi trouver des valeurs comparables. Ce principe est ce que l'on appelle, dans notre « jargon » de métrologue [2], l'établissement d'une chaîne de traçabilité métrologique qui permet de raccorder toute mesure à un étalon international commun.

Une fois ces préalables établis, intéressons-nous au résultat de mesure. Une analyse classique d'un processus de mesure nous permet de comprendre assez facilement que la qualité du résultat ne dépend pas uniquement de l'instrument de mesure utilisé mais également de ce que l'on mesure, de la compétence du personnel qui réalise la mesure, de l'environnement dans lequel la mesure est effectuée et, bien sûr, de la méthode de mesure [3]. Ainsi, tous ces facteurs vont engendrer des doutes sur la valeur mesurée (si on répète la même mesure, on obtiendra très probablement plusieurs valeurs différentes) que l'on peut caractériser par une dispersion de valeurs que l'on appelle l'incertitude de mesure [4 – 6]. Cette incertitude est l'outil qui permet de caractériser la qualité de la mesure et notre niveau de maîtrise du processus de mesure. On comprendra aisément que sans chercher à obtenir la meilleure incertitude possible, il faut qu'elle reste suffisamment faible devant la tolérance que l'on veut mesurer. Aujourd'hui, l'indicateur sur la qualité de la mesure le plus utilisé dans le monde industriel est la capabilité des processus de mesure qui caractérise le ratio entre la tolérance à respecter et l'incertitude de mesure [7].

La réalisation de la chaîne de traçabilité évoquée plus en amont et la connaissance de l'incertitude de mesure constituent ce que l'on appelle la traçabilité métrologique.

Enfin, comme tout processus, les processus de mesure nécessitent une surveillance pour se prémunir, à un

niveau de risque acceptable, d'une éventuelle dérive dans le temps.

Tous ces principes ont guidé la méthodologie de réalisation des diagnostics afin d'identifier la situation de chaque entreprise au regard de ces critères.

### **3. Métrologie, maintenance et performance**

Quel est le lien entre la métrologie et l'amélioration de la performance par la maintenance ?

Comme nous venons de le voir, la métrologie dans l'entreprise a pour vocation, in fine, d'assurer une maîtrise au juste nécessaire du processus de fabrication et de la qualité des produits, cette qualité pouvant inclure, dans le domaine de l'agroalimentaire, un volet sanitaire, notamment avec des analyses chimiques, bactériologiques ou microbiologiques par exemple. Il est évident que le pilotage optimal du processus de fabrication est une des clés de la performance de l'entreprise et que, dans le domaine agroalimentaire, on ne peut pas se permettre de mettre sur le marché des produits qui ne seraient pas conforme à une réglementation applicable que ce soit sur la qualité intrinsèque du produit ou sur sa qualité sanitaire.

Et la maintenance me direz-vous ? Tout simplement, les opérations de maintenance sont effectuées sur des installations de production qui, dans le domaine de l'agroalimentaire, contiennent beaucoup de capteurs et autres systèmes de mesure. Ainsi, rien que dans ce cadre, un lien étroit existe entre les opérations de maintenance et la maîtrise des mesures, les caractéristiques métrologiques d'un système de mesure devant faire l'objet d'une validation que ce soit après un changement du système ou après sa réparation.

D'autre part, l'expérience montre que nos entreprises évoluent et que la fonction métrologie qui a, durant ces 20 dernières années, été systématiquement rattachée au service qualité, incombe de plus en plus souvent au service maintenance. Ceci est particulièrement vrai au sein des PME/PMI du secteur agroalimentaire.

### **4. Méthodologie pour la réalisation des diagnostics**

Une attention particulière a été apportée à la méthodologie de manière à couvrir tout ce qui touche de près ou de loin à la mesure et à sa qualité.

Tout d'abord, dans chaque entreprise, il était important de bien comprendre le contexte de l'activité et d'obtenir une information sur les différentes certifications acquises et les référentiels applicables.

Le deuxième point fondamental, même si son impact sur la maîtrise des mesures reste indirect, est la prise en compte de l'organisation et du système qualité : rôle et responsabilités de la fonction métrologie, gestion des documents, maîtrise des enregistrements et des données de mesure.

Une part importante des investigations a porté sur le management des ressources : compétence du personnel en métrologie ; gestion des équipements de mesure et traçabilité métrologique (analyse pour définir les équipements critiques, définition des périodicités d'étalonnage, programme et méthodes d'étalonnages, critères de décision pour déclarer la conformité des équipements, estimation des incertitudes de mesure) ; maîtrise des installations et de l'environnement de travail...

Enfin, la maîtrise des mesures de terrain a été examinée : méthode de mesure, surveillance interne de la qualité des résultats de mesure, comparaisons interlaboratoires...

Des investigations complémentaires ont été menées à partir d'étude de traçabilité sur les différentes familles d'équipements, application par application.

Bien évidemment, outre la formulation des points forts et des axes de progrès, le diagnostic ouvre la porte à des suggestions d'actions à engager, en les priorisant.

La durée totale des investigations sur site était de 2 jours par entreprise. Il a systématiquement été proposé de scinder ces interventions en deux jours distincts, avec un intervalle d'au moins un mois entre les deux visites afin de permettre à chacun de mener une réflexion sur les premiers axes de progrès et, le cas échéant, de travailler entre les deux séances, opportunité qui a été saisie par quelques entreprises qui ont effectué un véritable travail de fond.

## **5. Principales conclusions suite au diagnostic**

L'approche métrologie est très disparate d'une entreprise à l'autre. Ce qui est un point fort dans une entreprise peut être un axe de progrès dans une autre. Il est cependant possible de dégager des points forts et des axes de progrès qui sont assez génériques.

### **5.1. Responsabilité et autorité en métrologie**

Dans la plupart des entreprises, les tâches en matière de métrologie sont réparties entre plusieurs personnes différentes, sans que les sphères de responsabilités ne soient clairement définies. Dans certains cas, il peut y

avoir jusqu'à quatre services différents impliqués (laboratoire interne, production, maintenance, qualité) en fonction des tâches à réaliser, du type d'équipement, de son affectation dans l'entreprise... Cette dilution de responsabilités conduit à des oublis ou des erreurs dans la gestion des moyens de mesure.

### **5.2. Gestion des documents et des enregistrements**

Le niveau est très inégal d'une entreprise à l'autre. En ce qui concerne les documents, il existe parfois une procédure générale de gestion des moyens de mesure et des modes opératoires pour la réalisation des étalonnages internes. Dans certains cas, ces documents n'ont pas été révisés depuis leur création initiale. Ainsi, il arrive qu'une procédure de gestion des moyens de mesure référence des normes périmées depuis de très nombreuses années ou que des modes opératoires ne soient plus en adéquation avec les méthodes mises en œuvre qui ont évoluées au fil du temps et des besoins.

Les enregistrements permettant de disposer de l'information sur l'historique des moyens sont généralement bien conservés dans le dossier des équipements. Toutefois, un besoin de rigueur dans le renseignement des formulaires internes a été mis en évidence. En effet, certains formulaires sont remplis partiellement, ce qui conduit à une perte de traçabilité partielle sur les opérations réalisées. De même, l'organisation du classement des enregistrements mériterait d'être structurée de manière à pouvoir les retrouver plus facilement lorsqu'on les recherche.

### **5.3. Gestion des compétences**

Le personnel affecté à la fonction métrologie est impliqué. Il est très souvent autodidacte. Dans la plupart des cas, sa compétence est issue de ses propres retours d'expérience, d'échanges d'expérience avec des homologues d'autres entreprises agroalimentaires et des non conformités qui ont été relevés au cours des différents audits client ou tierce partie. Une seule des entreprises visitée s'est appuyée sur un consultant qualité externe.

Ainsi, la mise en place de bonnes pratiques ne doit pas masquer la marge de progrès que les entreprises peuvent réaliser en métrologie en se donnant les moyens d'assurer une montée en compétence de manière à ce que le personnel concerné s'approprie un vocabulaire métrologie minimal et prenne le recul nécessaire. Ceci est mis en évidence à travers de multiples problématiques qui ont été identifiées.

#### 5.4. Maîtrise des processus de mesure

Comme indiqué en début de chapitre, bien que ça ne soit pas systématique dans toutes les entreprises, on peut généralement citer comme points forts :

- Une sélection des équipements critiques qui a été effectuée de manière raisonnable avec une entreprise qui s'est appuyée sur ses études HACCP.
- La définition de critères d'acceptation des équipements afin d'en effectuer la confirmation métrologique.
- Une bonne maîtrise des processus d'analyse par les laboratoires internes qui participent à des comparaisons interlaboratoires dès lors qu'il en existe. Ils disposent ainsi d'une information importante pour le suivi de la qualité de leurs résultats.

De la même manière, des axes de progrès qui constituent de véritables bras de levier pour une meilleure maîtrise des processus de mesure ont été identifiés :

- Dans de nombreux cas, les certificats d'étalonnage émis par des laboratoires externes ne sont pas couverts par l'accréditation et le programme d'étalonnage n'est pas toujours adapté à l'utilisation qui est faite des moyens de mesure ou des étalons. Pour les équipements dont la qualité du résultat influence les processus opérationnels, il est nécessaire de formaliser un programme d'étalonnage pertinent et d'exiger de la part des laboratoires prestataires que les étalonnages soient réalisés sous accréditation.
- D'autre part, les certificats d'étalonnage émis par les laboratoires externes ne sont pas suffisamment exploités. A titre d'exemple, l'un des documents examiné contient des résultats sur des caractéristiques qui ne sont pas définies et pour lesquelles aucune unité n'est indiquée ; dans ce cas, ni le responsable métrologie, ni le responsable de production utilisateur de l'équipement n'ont été en mesure d'expliquer à quoi cela correspondait. Il est donc nécessaire d'avoir un regard beaucoup plus critique vis-à-vis des documents fournis et de les exploiter au juste nécessaire.
- Evaluer les laboratoires d'étalonnage externes en tant que fournisseur qui a une influence sur les processus opérationnel et s'assurer qu'ils répondent bien aux attentes de l'entreprise. Ces fournisseurs sont rarement considérés comme des fournisseurs critiques dans le système qualité.

- En corollaire, bien que des critères d'acceptation des équipements après étalonnage soient définis dans la plupart des cas, il s'avère qu'ils ne sont pas toujours adaptés au besoin, l'erreur maximale tolérée pouvant parfois être égale à la tolérance à mesurer. Un travail de fond sur le sujet avec une analyse réaliste et pragmatique des risques permettrait d'ajuster soit les erreurs maximales tolérées, soit les tolérances lorsque ces dernières ne relèvent pas d'une exigence réglementaire.
- Généralement, les entreprises disposent d'un historique assez riche, constitué des résultats d'étalonnage successifs ainsi que des surveillances intermédiaires qui sont, dans certains cas relativement fréquentes. En exploitant statistiquement ces données, des opportunités d'optimisation serait facilement mises en évidence, l'une d'entre elle consistant notamment, dans un assez grand nombre de cas, d'augmenter les périodicités d'étalonnage [8, 9] et donc, de diminuer le nombre d'opérations métrologiques.
- Enfin, des incertitudes de mesure n'ont été évaluées que dans une seule des entreprises visitées. Bien que cette problématique soit un peu difficile à appréhender, l'incertitude de mesure est l'outil de prédilection pour d'une part quantifier la qualité des mesures et d'autre part appliquer des règles pour fixer les critères d'acceptation des équipements en fonction des tolérances à respecter. Là aussi, un travail de fond mériterait d'être mené afin d'évaluer les incertitudes de mesure, que ce soit sur les étalonnages réalisés en interne ou sur les mesures en production et ainsi, s'assurer de l'adéquation des processus de mesure avec les besoins.

#### 5.5. Perspectives

D'une manière générale, l'approche métrologie est prise en compte avec un pragmatisme qu'il convient de souligner et des outils sont développés pour assurer la qualité des résultats. Toutefois, de nombreuses améliorations et optimisations sont possibles, ce qui nécessitera une réelle montée en compétence du personnel impliqué sur la fonction métrologie. Les axes de progrès suggérés dans le sens de l'optimisation devraient dans la plupart des situations, conduire à une simplification du système.

Pour aller dans ce sens, un nouveau projet est en cours d'élaboration, l'objectif principal étant d'assurer une formation qui permette au personnel de la fonction métrologie de s'approprier les concepts et d'appliquer des bonnes pratiques.

## Références

- [1] *Systèmes de management de la mesure – Exigences pour les processus de mesure*, Norme ISO 10012, ISO (2003).
- [2] *Vocabulaire international de métrologie – Concepts fondamentaux et généraux et termes associés (VIM)*, JCGM 200 3<sup>ème</sup> édition, BIPM (2012).
- [3] P. Barbier & All, *Métrologie dans l'entreprise – Outil de la qualité*, Afnor (2003).
- [4] *Evaluation des données de mesure – Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM)*, JCGM 100, BIPM (2008).
- [5] *Evaluation des données de mesure – Supplément 1 du « Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure » - Propagation de distribution par une méthode de Monte Carlo*, JCGM 101, BIMP (2008).
- [6] *Lignes directrices relatives à l'utilisation d'estimation de la répétabilité, de la reproductibilité et de la justesse dans l'évaluation de l'incertitude de mesure*, Norme ISO 21748, ISO (2010).
- [7] *Evaluation des données de mesure – Le rôle de l'incertitude de mesure dans l'évaluation de la conformité*, JCGM 106, BIPM (2012).
- [8] *Métrologie, Optimisation des intervalles de confirmation métrologique des équipements de mesure, Fascicule FD X 07-014*, Afnor (2006).
- [9] G. Brigodiot et All, *Optimisation des périodicités d'étalonnage*, CFM (20015).