



POUR DES MESURES FIABLES SUR LA CHAÎNE DE PRODUCTION

Auteur: Jean-François Larue, Chef du marché contrôle de la qualité

Le domaine de la métrologie a connu de grands changements au cours des dernières décennies, notamment le développement d'appareils de mesure portables, qui a permis de transporter le processus d'inspection directement sur la chaîne de production, au plus près de la pièce. Ce changement, amorcé par la mise au point de bras de mesure portables et l'entrée en jeu d'appareils de poursuite laser, a complètement bouleversé les méthodes d'inspection industrielle jusque-là répandues.

Cependant, les systèmes de mesure portables doivent encore faire face à des obstacles de taille, particulièrement en conditions réelles. Dans les environnements de production, les machines de mesure tridimensionnelle (MMT) numériques doivent composer avec les vibrations permanentes provenant de l'équipement de production (p. ex., les centres d'usinage, les presses, l'équipement de transport, les grues, etc.), les montages d'équipement contraignants, et les fluctuations de température et de taux d'humidité, et ce, sans compter la variabilité de l'expérience et de l'habileté de chaque utilisateur. En effet, pour une prise de mesure fiable et précise sur la chaîne de production, des solutions qui allient sophistication et convivialité s'imposent.

LA PRISE DE MESURES ET LES CHAÎNES DE PRODUCTION MOBILES

Pour commencer, explorons l'un des principaux obstacles à la prise de mesures en usine : les chaînes de production mobiles. Le défi dans ce cas consiste à mesurer les pièces circulant sur la chaîne en un temps minimal (généralement moins d'une minute), et ce, avec une précision qui n'est habituellement atteignable qu'avec des pièces immobiles, c'est-à-dire une précision supérieure à un dixième de millimètre. Sauf dans le cas de systèmes automatisés, la tâche doit être effectuée par un opérateur, qui s'avère rarement spécialiste en métrologie. Ce désavantage peut avoir une incidence considérable sur la qualité des mesures, comme mis en évidence dans le rapport intitulé « How Behavior Impacts Your Measurement » (*L'incidence du comportement sur la prise de mesures*), présenté en 2011 dans le cadre de la Coordinate Metrology Society Conference (CMSC). La Coordinate Metrology Society (CMS) y conclut également que l'erreur humaine constitue un facteur majeur expliquant les mesures de piètre qualité.¹

Les MMT optiques portables de Creaform posent les jalons d'une nouvelle ère pour les outils de mesure 3D portables avec *TRUaccuracy*, une technologie destinée à alléger grandement les processus de mesure dans les environnements de production. *TRUaccuracy* permet notamment le positionnement automatique et le référencement dynamique de l'appareil de mesure, afin qu'il

¹Le rapport présenté à la CMSC « How Behavior Impacts Your Measurement » est disponible (en anglais seulement) à l'adresse suivante :

<http://www.cmssc.org/stuff/contentmgr/files/0/f7dbf9282c3245d7573d89eb82030080/files/cmsmeasurementreport2011.pdf>.

demeure parfaitement aligné sur la pièce grâce à un lien optique. Grâce à cette fonction, le processus de mesure est entièrement protégé contre les vibrations omniprésentes en usine, sans quoi celles-ci seraient subséquemment transmises au système de mesure et à l'objet mesuré, et pourraient être amplifiées par un trépied instable ou une base non rigide². De plus, la technologie *TRUaccuracy* est insensible aux déplacements, ce qui permet aux opérateurs de mesurer des pièces en mouvement, comme sur une chaîne de production mobile, par exemple.

LE FONCTIONNEMENT

Étape 1: Alignement automatique

Comme c'est le cas pour toute prise de mesures tridimensionnelles, la première étape est l'alignement. Ce procédé permet de rassembler toutes les mesures dans un même cadre de référence et de les comparer avec les valeurs théoriques correspondantes extraites à partir de fichiers CAO. Lorsqu'on ne dispose que d'une minute pour effectuer une prise de mesures complète, il est tout simplement insensé d'effectuer l'alignement manuellement, que ce soit pour une raison de temps ou de fiabilité (risque d'erreur accru).

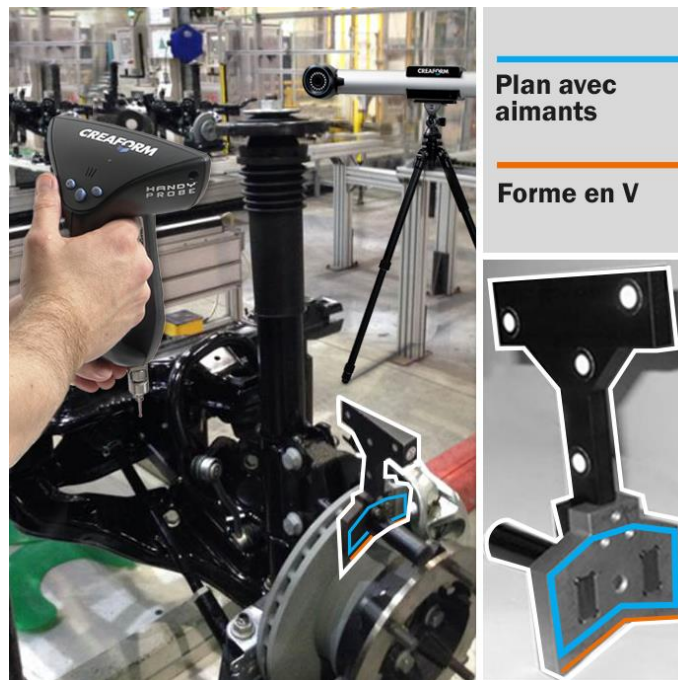
Ainsi, l'alignement automatique se démarque comme l'unique méthode logique. C'est là qu'entre en jeu la MMT optique, seul appareil doté de cette capacité. Son utilisation est des plus conviviales : il suffit de placer quelques cibles réfléchissantes préalablement mesurées à l'aide d'une MMT optique portable sur un gabarit. Ces cibles sont ensuite liées au cadre de référence des pièces. En ne sondant que quelques points, il est possible d'aligner automatiquement la MMT portable sur la pièce chaque fois qu'elle reconnaît le modèle.



²Consultez l'article complet présenté à la CMSC à l'adresse suivante :

<http://www.creaform3d.com/fr/centre-dinformation/fondements-technologiques/truaccuracy-solutions-de-mesure-exactes-en-conditions>

Comme de nombreux gabarits différents (ayant chacun leurs propres dispositions de cibles et données d'alignement) circulent sur une même chaîne, une cible codée est placée sur le gabarit désiré afin qu'il soit identifié automatiquement. Il est également possible d'identifier la pièce automatiquement (elle pourrait se retrouver sur divers modèles circulant sur une même chaîne), et d'en charger les valeurs théoriques exactes. C'est ainsi que l'alignement automatique est rendu possible. On peut alors comparer les valeurs théoriques de la pièce avec les mesures. Ce procédé peut également être effectué à partir d'un outil simple muni de cibles pouvant être fixé facilement et rapidement sur la pièce, puis enlevé une fois la prise de mesures terminée. Les cibles doivent être liées à un cadre de référence commun pour la pièce et l'outil. Sur les images ci-contre, l'outil utilisé pour la mesure d'un frein à disque est constitué d'une surface plane, d'un rebord en V et d'une forme de T, sur lesquels sont disposées des cibles. La surface plane accueillera le dessus du frein à disque, tandis que le rebord en V s'emboîtera sur le large cylindre situé à proximité.



En plus d'éliminer les principales sources d'erreurs, l'alignement automatique diminue considérablement le temps requis pour la prise de mesures. Par exemple, Creaform a installé un système d'inspection sur une chaîne de production de la compagnie Aircelle (Safran Group) afin d'effectuer le contrôle de portes d'inverseur d'aéronefs, et ce, des deux côtés. Comparativement aux résultats obtenus avec une MMT manuelle portable, la durée d'inspection s'est avérée trois fois plus rapide et le nombre d'erreurs plus de cinq fois inférieur.

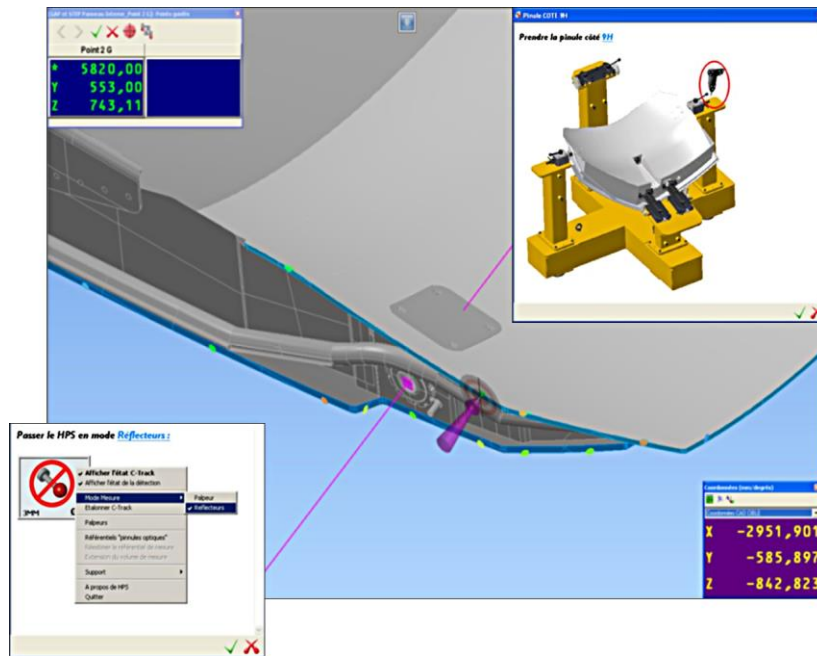


Étape 2 : Prise de mesures sur la chaîne de production avec une MMT manuelle portable

Après avoir aligné la pièce, l'opérateur peut commencer à la mesurer en fonction de points établis. Comme le temps alloué à la prise de mesures est très court, particulièrement si la chaîne de production est continuellement en mouvement, le procédé est généralement limité à dix points. Par exemple, le système de Creaform est utilisé sur la chaîne de production d'un grand constructeur automobile allemand pour vérifier la longueur de sous-assemblages. L'entreprise peut ainsi optimiser le centrage des pièces dans les assemblages finaux. Pour ce faire, un total de cinq mesures sont prises : quatre à chaque extrémité de la pièce et une servant à définir un point zéro. Sur une autre chaîne de production de ce même constructeur, le système est utilisé pour contrôler la position de points de gabarit afin de détecter le plus tôt possible une pièce défectueuse qui, plus tard, pourrait freiner les étapes d'assemblage.

Dans le cas précédent (organes de freinage), seulement quatre points sont mesurés afin de vérifier l'angle entre le pied d'amortisseur et le frein à disque après l'assemblage. À nouveau, cela évitera que l'on détecte le problème plus tard au cours des étapes de contrôle de la qualité et que l'on ait à effectuer des réparations sur le produit fini. En réparant la pièce avant qu'elle ne se rende à l'assemblage, l'entreprise peut réaliser des économies substantielles.

En vue de faciliter grandement la prise de mesures pour les opérateurs de chaînes de production, il est possible de concevoir des programmes particuliers à l'aide de logiciels de mesure standard pour les guider tout au long du processus. En suivant simplement les indications à l'écran, les opérateurs peuvent voir exactement où effectuer le palpation. De manière à maximiser la fiabilité des mesures, seules celles ayant été prises aux endroits requis sont retenues. Si les opérateurs tentent de palper des points en dehors des zones prédéfinies, les mesures en découlant seront rejetées. Les résultats sont ensuite sauvegardés automatiquement dans les formats de rapports demandés par les clients.



Bien que tous les exemples précédents comprennent l'utilisation d'un palpeur, il est possible d'obtenir exactement les mêmes résultats à l'aide d'un scanner 3D et d'une MMT portable.

LA PRISE DE MESURES : TOUTE UNE ÉVOLUTION!

Avant l'arrivée de nouvelles technologies et solutions de métrologie, deux méthodes de prise de mesure étaient privilégiées sur les chaînes de production.

La **première méthode** — également la plus répandue — consistait à prendre des pièces aléatoires sur la chaîne de production et à les inspecter séparément à l'aide d'une MMT classique.

Limites principales de cette méthode :

- Il était impossible d'inspecter toutes les pièces et la détection était limitée à quelques segments du processus de fabrication. De plus, une pièce défectueuse unique pouvait compléter le processus sans jamais être détectée.
- La MMT créait un engorgement sur la chaîne, car le temps d'inspection dépassait celui du cycle de fabrication.
- La cohérence du processus était compromise lorsqu'une pièce était retirée de la chaîne de production, car il suffisait qu'elle ne soit pas réintégrée au bon endroit dans la séquence pour qu'en résultent des problèmes de contrôle de la qualité (par exemple, l'automobile n° 123567 pouvait être livrée avec la chaîne audio commandée pour l'automobile n° 123568).

La **seconde méthode** reposait sur des gabarits de contrôle munis de jauges manuelles ou électroniques. Ces jauges pouvaient être utilisées pour vérifier toutes les pièces, ou seulement un échantillon.

Limite principale de cette méthode :

- Le coût d'ensemble était rébarbatif, car, pour chaque modèle de pièce, un nouveau gabarit devait être conçu ou adapté à partir d'un ancien.

VERS LA PRISE DE MESURES AUTOMATIQUE!

La MMT portable de Creaform peut mesurer des centaines de cibles instantanément avec la plus grande précision. Cet atout s'avère des plus utiles pour effectuer le suivi de pièces au cours d'un processus d'assemblage. Utilisée par un important constructeur de fusées, la solution de Creaform veille au positionnement dynamique du système d'allumage à l'intérieur de la partie supérieure du booster à poudre, et ce, avec une précision de 20 μm . Qui plus est, ce niveau de précision est atteint même avec un montage installé au sommet d'un assemblage de plus de 50 m de hauteur et sur une surface constituée uniquement de grilles métalliques soutenues par une structure de métal.

En plus de toutes ces remarquables fonctions, il est également possible de détecter et repérer simultanément le scanner et les pièces à mesurer — qu'elles soient en mouvement ou non — à l'aide d'une MMT portable et d'un scanner installé sur un bras robotique. Et voilà, le processus d'inspection devient ainsi entièrement automatisé.