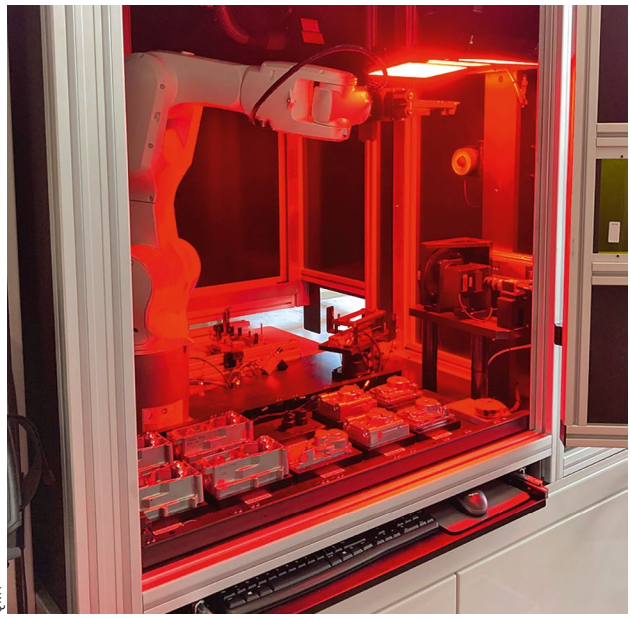
INSPECTION OPTIQUE : QUAND LES YEUX DEVIENNENT LES CERVEAUX

GRÂCE AUX PROGRÈS DES CAPTEURS, DES LOGICIELS ET DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE, LES DISPOSITIFS D'INSPECTION OPTIQUE SONT MAINTENANT CAPABLES D'ANTICIPER LES DÉRIVES DE PRODUCTION ET DONC D'AGIR DIRECTEMENT SUR LES PROCÉDÉS DE FABRICATION. LE CONTRÔLE DE LA QUALITÉ DES PIÈCES NE PEUT SE PASSER DE L'INSPECTION OPTIQUE, QUI PERMETTAIT AUTREFOIS DE VÉRIFIER APRÈS LEUR FABRICATION QU'ELLES RESPECTAIENT LES DIMENSIONS DEMANDÉES ET D'ÉCARTER LES ÉVENTUELLES PIÈCES NON-CONFORMES.

Pour s'assurer d'une production fidèle aux attentes, les industries se trouvent dans l'obligation d'inspecter les dimensions et l'aspect de leurs pièces, surtout quand elles sont produites en grandes quantités et qu'elles jouent un rôle important dans la robustesse des produits finaux. « *Les systèmes optiques, ce sont les yeux de l'usine, représentés par divers capteurs*, vulgarise d'entrée Ivan Meissner, directeur général de l'entreprise QMT. *Une fois l'image acquise, un « cerveau » traite l'image pour analyser si la pièce produite est conforme ou non* ». L'analogie anatomique en dit long sur l'évolution du secteur : certes les « yeux » ont gagné en précision au fil des années, mais c'est surtout le « cerveau » qui est aujourd'hui au cœur des innovations en cours et à venir.



QMT

Système optique QMT pour le contrôle automatique de l'aspect de boîtiers en aluminium pour l'industrie automobile

Une technologie mature

La vision industrielle n'est pourtant pas une technologie récente, en témoigne le début des activités de QMT, qui date de 1989, même si « *à l'époque, c'était assez complexe* », rappelle Ivan Meissner. Les systèmes étaient en effet plus coûteux, peu rapides et relativement limités. Les caméras analogiques offraient quant à elles des résolutions modestes et les capacités de calcul étaient réduites. Même analyse de la part de François Schneylin, ingénieur technico-commercial chez Hexagon Manufacturing Intelligence. « *Historiquement, en métrologie, c'était surtout de la mesure par contact*, rappelle-t-il. *Puis nous avons commencé à intégrer des capteurs, des caméras sur les différents systèmes pour être plus fiables dans la mesure et automatiser les mesures qui se faisaient manuellement.* »

Depuis une vingtaine d'années, le passage au numérique, l'amélioration des performances informatiques, la généralisation des interfaces rapides et la baisse du coût des composants ont largement transformé ces technologies. « *Les résolutions des capteurs ont explosé. On peut acquérir des images à des vitesses très élevées, le traitement va aussi très vite et les outils sont plus simples à mettre en œuvre. C'est aussi moins coûteux et plus répandu dans l'industrie* », résume Ivan Meisner. Désormais, l'inspection optique est présente dans des secteurs aussi variés que l'automobile, l'aéronautique, la plasturgie, l'électronique ou le médical, où elle contrôle des pièces toujours plus petites, fragiles ou complexes. « *L'industrie du luxe est aussi très active dans le contrôle d'aspect automatique* », ajoute Ivan Meissner.

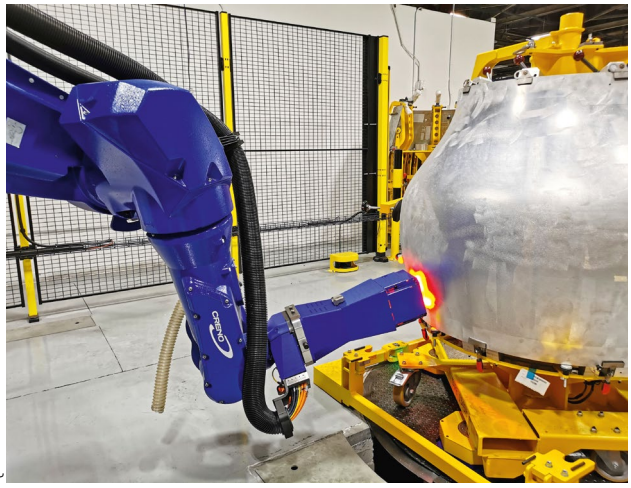
Chez Hexagon MI, « *nous avons des machines dédiées à la mesure par caméra, mais aussi des machines multi-capteurs tridimensionnelles (MMT)* », illustre François Schenylin, qui précise que chacune de ces solutions apporte des bénéfices ou des limites selon la nature de l'objet inspecté. Selon la mesure à réaliser également, les outils sont variables. La mesure optique sans contact est par exemple plutôt performante pour les contrôles de cotations externes ou pour les dimensions de

surfaces planes. En revanche, certaines géométries internes demeurent difficiles d'accès. Les technologies liées à l'éclairage ont-elles aussi connu des évolutions majeures, notamment avec le passage aux LEDs. Le choix des sources lumineuses, de leur orientation ou de leur longueur d'onde conditionne en effet directement la qualité de l'image acquise et donc la pertinence des traitements associés.

Boucles fermées

L'évolution de ces technologies ne se joue aujourd'hui plus tant sur leur capacité à mesurer les cotes demandées, mais surtout sur leur façon de s'adapter aux résultats obtenus. Le contrôle n'intervient maintenant plus uniquement en fin de chaîne, avec le risque de produire une pièce déjà hors des tolérances. « *Le but n'est pas d'attendre qu'une pièce soit mauvaise pour réagir, mais de réagir avant qu'il ne soit trop tard* », intervient le P-DG de QMT. Pour cela, les systèmes modernes enregistrent automatiquement l'ensemble des mesures réalisées, et analysent les tendances de production afin d'identifier les dérives avant que les tolérances ne soient dépassées. L'intelligence artificielle intervient donc de plus en plus dans ces opérations. « *Si les dimensions d'une pièce commencent à dériver, on peut donner des alertes et automatiquement corriger les réglages des machines* », expliquent les deux industriels.

Les boucles fermées dans les usines consistent donc à connecter directement les systèmes de mesure aux équipements de production. Les cellules peuvent ainsi être autonomes dans la chaîne de production, pour que la décision d'ajustement soit automatisée dès l'inspection optique. L'objectif est ainsi d'éviter de produire des séries entières de pièces non conformes. Si une dérive apparaît, les paramètres d'usinage sont ajustés immédiatement, avant qu'elle ne se traduise par un défaut qualité. Pour Ivan Meissner et François Schneylin, ces procédés restent toutefois encore relativement complexes à mettre en œuvre et à insérer dans les usines en termes de places, de procédés et d'apprentissage, mais se développent rapidement dans les secteurs où les exigences qualité sont les plus fortes, comme l'aéronautique par exemple.



QMT

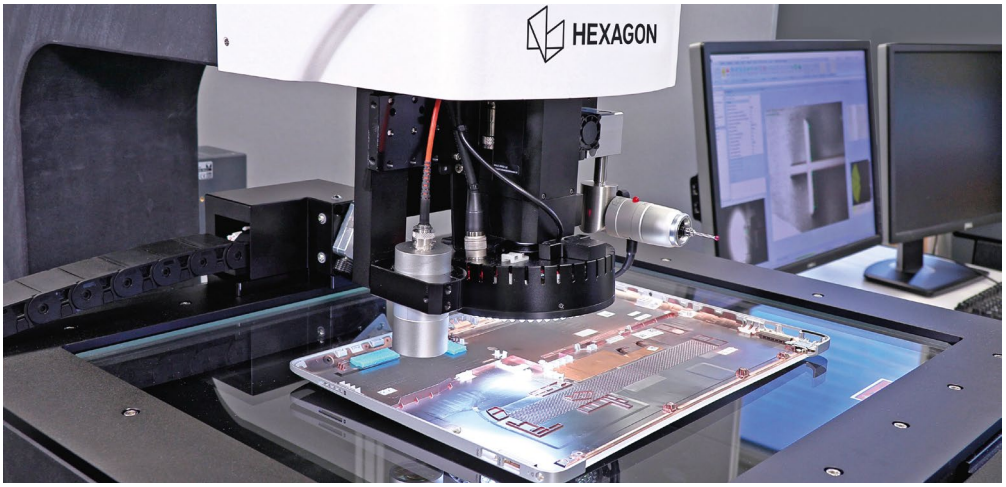
Système optique QMT embarqué sur un robot pour le contrôle qualité de pièces aéronautiques.

Décisions autonomes

Si les outils d'intelligence artificielle ont apporté à leur tour leur lot d'innovation dans le secteur, ils ne permettent pas encore d'adapter au mieux les décisions sur l'ensemble des procédés d'inspection optique. Pour les mesures dimensionnelles classiques, les algorithmes traditionnels restent largement suffisants, le *deep learning* apporte en complément la capacité d'adapter la production. Le contrôle de l'aspect des pièces, qui est plus subjectif, se prête aussi très favorablement aux apports du *deep learning*. Rayures, impacts, défauts de texture ou d'homogénéité d'une surface, perception de la couleur, etc., ces éléments relèvent souvent d'une appréciation humaine difficile à traduire en règles techniques. « *Jusqu'à aujourd'hui, les défauts d'aspect étaient généralement contrôlés par des opérateurs sous des binoculaires. Aujourd'hui, on peut associer nos machines de contrôle optique avec un logiciel qui utilise l'intelligence artificielle pour détecter automatiquement ce genre de défauts* », explique l'ingénieur de chez Hexagon MI, approuvé par Ivan Meissner, de chez QMT. Pour ce dernier d'ailleurs, cette approche s'appuie sur un apprentissage mené à bien par les opérateurs eux-mêmes. « *On va apprendre un modèle avec les décisions des opérateurs, puis le système va pouvoir prendre des décisions similaires à ce que l'opérateur aurait fait* ».

Pour le P-DG de QMT, ces trois dernières années ont été particulièrement favorables à cette « rupture technologique ». L'IA permet non seulement d'améliorer les performances des contrôles subjectifs, mais aussi de simplifier leur mise en œuvre et de donner davantage d'autonomie aux utilisateurs. Les industriels restent néanmoins vigilants. Confidentialité des données, besoins en puissance de calcul, consommation énergétique ou validation des modèles constituent autant de sujets qui accompagnent le déploiement de ces nouvelles solutions et sur lesquels les entreprises aiment garder la main. L'objectif pour les prochaines années est donc de mettre de plus en plus les moyens de contrôle directement dans les ateliers, pour que les « yeux » des usines deviennent également leurs « cerveaux », du moins en partie.

Pierre-Yves Lerayer



Hexagon Manufacturing Intelligence

VISIUS est une machine à mesurer tridimensionnelle optique abordable qui permet d'améliorer la précision et la rapidité des contrôles qualité.