

Les capteurs étendent régulièrement leur spectre d'applications

D'innombrables capteurs sont exploités dans le secteur industriel. Ils peuvent revêtir des formes très variées pour des usages bien distincts. Ils mesurent une grande diversité de paramètres physiques, optiques, mécaniques, électroniques, environnementaux... Indispensables tant en R&D que pour le contrôle des machines, des process et des ambiances, ils exploitent une multitude de principes de mesures et de technologies qui évoluent au grès des progrès de l'électronique et des capacités de fabrication de composants électromécaniques de grande précision. Leur compacité est indispensable à certaines applications alors que leur aptitude, pour certains d'entre eux, à communiquer sans fil offrent de nouvelles opportunités de mesure.

Propos recueillis par Youssef BELGNAOUI



Luc HEUSCH
responsable des ventes
France
chez Vega Technique



Gwendal GIRARD-SUARD
Responsable commercial
chez Trioptics



Didier SIMONET
Directeur d'exploitation de
Testia et directeur général
de Testia France



Daniel LEROY
Président d'Alliantech



Mickael SOOBAROYEN
Responsable développement
commercial et support
marketing chez Bronkhorst

Les capteurs étendent régulièrement leur spectre d'applications

en 8 questions

1. Quels types de capteurs propose votre entreprise ? **44**
2. Sur quels aspects les capteurs ont le plus progressé ces dernières années ? **44**
3. Existe-t-il de nouveaux principes de mesures pour un paramètre spécifique ? **45**
4. Existe-t-il de nouveaux capteurs permettant de réaliser des mesures jusqu'alors difficiles ou impossibles à effectuer ? **45**
5. Est-ce que pour un type de capteur que vous proposez des caractéristiques telles que la précision et la sensibilité restent encore insuffisantes pour certaines applications ? **46**
6. Pour quels capteurs par exemple, la compacité est un facteur déterminant ? **48**
7. Pour quelles applications existe-t-il une demande pour les capteurs communiquant sans fil ? **48**
8. Quels types de capteurs sont propices à l'exploitation de technologie sans fil offrant des capacités d'alimentation sur batterie ou par des procédés d'autogénération d'énergie ? **49**

Les capteurs étendent régulièrement leur spectre d'applications

1.

Quels types de capteurs propose votre entreprise ?



Luc Heusch : Vega Technique fabrique des capteurs de mesure de niveau et de pression depuis plus de 60 ans. Divers principes de mesure sont proposés afin de répondre aux contraintes techniques et caractéristiques des process sur lesquels les capteurs doivent être installés. L'entreprise couvre ainsi les besoins de la majeure partie des secteurs industriels et environnementaux.



Gwendal Girard-Suard : Nous proposons des solutions de mesure pour l'optique et la photonique. Notre offre comprend des systèmes de mesure de vitesse (doppler), de déplacement et d'accélération (interféromètres), de mesure de topographie de surface et de profils (par projection de franges, interféromètres, et profilomètres laser), de température, de pression, d'hygrométrie...



Didier Simonet : Testia est une filiale d'Airbus spécialisée dans l'intégrité et les inspections d'aérostructures et le contrôle non destructif aéronautique. Nous offrons une large gamme d'équipements et de produits pour des analyses rapides et efficaces des structures, composants et assemblages. Testia est également centre de formation dans toutes les méthodes de CND, tous niveaux confondus, et propose aussi des services d'inspection, de consulting, et ingénierie.



Daniel Leroy : Alliantech propose une grande diversité de capteurs et de systèmes de mesures couvrant les principales grandeurs phy-

siques. Cependant notre expertise s'articule autour de l'IA Sensorielle dans les domaines des vibrations, de l'acoustique et de la vision. Nous possédons également une forte compétence en matière de technologie capacitive.



Mickael Soobaroyen : Bronkhorst conçoit et fabrique des solutions de gestion de fluides à faible débit. Nos débitmètres massiques et régulateurs de débit massique pour gaz et liquides, particulièrement fiables et précis, sont utilisés dans les laboratoires, les bancs d'essai, les machines industrielles et une variété de procédés industriels. Nos solutions peuvent prendre en charge des débits gazeux allant de quelques microlitres par minute à plusieurs milliers de mètres cubes par heure. Concernant les liquides, elles peuvent gérer des débits pouvant atteindre jusqu'à 600 litres par heure. Notre spécificité est de proposer une solution de régulation particulièrement compacte intégrant trois fonctionnalités dans le même instrument: transmetteur, régulateur et boucle de régulation.

2.

Sur quels aspects les capteurs ont le plus progressé ces dernières années ?



Luc Heusch : au fil des ans, les capteurs se sont dotés de nouvelles fonctionnalités et capacités de diagnostic. Chez Vega par exemple depuis 2003, quelle que soit la technique de mesure, l'interface de programmation est identique et disponible dans différentes langues pour s'adapter aux utilisateurs des pays dans lesquels nos capteurs sont installés. Depuis 2016, les capteurs intègrent aussi une interface de communication sans fil via le standard

Bluetooth qui permet de les paramétrer à distance avec un PC, ou simplement avec un smartphone ou tablette grâce à l'appli Vega Tools. En outre, les capteurs sont autocontrôlés et répondent à la norme NE 107, qui qualifie et codifie les défauts constatés au niveau du capteur. À titre d'exemple le capteur vérifie qu'il est utilisé dans la plage de mesure de température autorisée grâce à une sonde incorporée au niveau de l'électronique. Ainsi, si les spécifications techniques ne sont pas respectées, le capteur mémorise l'information et transmet un code de défaut sur la trame Hart du signal de sortie 4...20mA. Ce genre d'information permet d'aider à diagnostiquer plus rapidement la cause du défaut et remédier plus rapidement au problème rencontré sur le capteur ou au niveau du process. En 2021, Vega est entré dans le monde de l'IoT en proposant une nouvelle gamme de capteurs de niveau radar autonome utilisant les réseaux de communication LoRa et LTE-M pour transmettre leurs mesures sans fil et sur une longue portée.



Gwendal Girard-Suard : Grâce à la miniaturisation des composants électroniques, les capteurs ont fortement gagné en compacité. La résolution des capteurs CCD (*Charged Coupled Device* ou en français dispositif de transfert de charges) s'est régulièrement accrue ce qui a permis d'augmenter la précision et la résolution des mesures. De même, les capacités de traitement plus importantes des composants électroniques ont permis d'améliorer les vitesses de mesure.



Didier Simonet : Les capteurs ont énormément progressé en termes de compacité. Leur consommation électrique est bien moindre aujourd'hui. Mais surtout, ils sont aujourd'hui dotés de capacités de communication qui offrent la possibilité de travailler en réseau.



Daniel Leroy : Grâce au développement de l'industrie des semi-conducteurs, les éléments sensibles se sont considérablement améliorés. Aujourd'hui, la technologie MEMS (*Micro Electro Mechanical Systems*) ouvre le champ d'applications des capteurs

« La technologie radar a profité le plus d'améliorations lui permettant de repousser les limites de mesure. »

Luc HEUSCH

Les capteurs étendent régulièrement leur spectre d'applications

intelligents grâce à leur taille réduite et le moindre coût des produits. Déployables à large échelle, ils accompagnent le développement des solutions liées au secteur de l'IoT et du Big Data. Grâce à notre bureau d'études, nous maîtrisons cette technologie et sommes à même d'accompagner maintenant la transition technologique des industriels dans ce domaine.



Mickael Soobaroyen: La miniaturisation des débitmètres massiques (technologies thermique et Coriolis) et volumiques à ultrasons a fortement progressé ces dernières années. Nos débitmètres Coriolis exploitent un procédé de mesure breveté qui utilise des capteurs optiques de très faibles dimensions et de géométrie spécifiques. Ce qui permet d'obtenir des performances de mesure élevées à très bas débit. Cela réclame notamment des capacités d'usinage de haute précision dans des tubes de passage inférieur à deux millimètres de diamètre. Nos débitmètres à ultrasons couvrent une gamme de mesure allant de 2 à 1 500 ml/min. Nous poursuivons nos efforts afin pouvoir mesurer de plus faibles débits. Cela passe par l'amélioration de la précision des capteurs, du traitement du signal, des performances des composants électroniques... Mais il faut surtout développer des bancs d'étalonnage qui répondent aux exigences de mesure de très faibles débits avec une grande précision. Des capacités de mesure de débits inférieurs à 2 ml/min sont par exemple nécessaires aux applications de dosage d'un liquide concentré ou d'un additif dans des industries telles que l'agroalimentaire ou la pharmacie.

3.

Existe-t-il de nouveaux principes de mesures pour un paramètre spécifique ?



Luc Heusch: Vega est spécialiste en mesure de niveau et pression et ne souhaite pas élargir sa proposition à d'autres paramètres, bien que certains de nos capteurs soient capables

« La miniaturisation des débitmètres massiques et volumiques a fortement progressé ces dernières années. »

Mickael SOOBAROYEN

de délivrer d'autres informations comme la température du process en outre de la pression ou du niveau. Notre volonté est de rester la référence en termes de constructeur d'instruments de mesure de niveau et de pression pour l'industrie.



Gwendal Girard-Suard: Portable avec son poids inférieur 1 kg, l'appareil de mesure de planéité de surface 4D InSpec assure la détection et l'analyse des défauts de 2,5 µm à 2,5 mm de profondeur. Avec sa connectique de 10 mètres de long, il est possible de contrôler de grandes pièces et des formes géométriques complexes (pales de turbines, arbres moteurs...). Cet instrument propose par exemple un couplage intéressant de technologies existantes : la projection de frange associée à une caméra polarisée. Ce qui permet de mesurer la topographie des pièces mécaniques afin de caractériser un défaut tels qu'une rayure ou un impact en quelques secondes. Le logiciel associé localise automatiquement les défauts et calcule leurs hauteur, volume, taille et pente. Les données peuvent être visualisées en 2D ou en 3D au choix de l'utilisateur. Il est également possible d'éditer et de sauvegarder les résultats de mesure. Avec une distance de travail de 4 cm, il possède, un champ de vision de 7,6 x 7,6 mm et une répétabilité verticale inférieure à 0,6 µm.



Didier Simonet: La physique n'évolue pas beaucoup. Néanmoins, les recherches dans les domaines de la physique et de la mécanique quantique laissent espérer l'apparition de nouveaux types de capteurs qui permettront d'améliorer les solutions de mesure existantes.



Daniel Leroy: De nombreux principes révolutionnent périodiquement la façon d'effectuer des mesures. La technologie MEMS de par sa forte miniaturisation, gage d'une faible consommation, permet par

exemple de concevoir des solutions de mesures mobiles. Cette technologie couvre de très nombreuses grandeurs physiques tels que le courant, l'humidité, le débit, etc. La révolution que nous portons chez Alliantech vise à démocratiser les systèmes multisensoriels aussi bien au niveau du capteur et du système d'acquisition que de son logiciel à base d'outils d'intelligence artificielle (IA) capable d'orchestrer le processus de fusion des données (Data Fusion). Pour nous, la mesure va devenir multisensorielle, intégrée et intelligente.



Mickael Soobaroyen: Il n'existe pas vraiment de nouvelles technologies de mesure. Mais nos solutions profitent des progrès effectués dans les domaines scientifiques, des procédés de traitement de surface, du micro-usinage, des matériaux... Tout cela contribue à améliorer au fil des ans le niveau de précision, les capacités de régulation et la reproductibilité des mesures. La fabrication de tubes de mesures d'à peine quelques millimètres de diamètre réclame un savoir-faire tout à fait spécifique. La fabrication d'un tube en Hastelloy de très faible diamètre en forme de boucle est notamment un véritable défi technologique.

4.

Existe-t-il de nouveaux capteurs permettant de réaliser des mesures jusqu'alors difficiles ou impossibles à effectuer ?



Luc Heusch: Tout à fait, les performances des capteurs n'ont cessé d'évoluer au fil des ans. Les précisions et répétabilités se sont améliorées notamment du fait de l'augmentation des performances et qualités des composants électroniques. La technologie radar a profité le plus d'améliorations

Les capteurs étendent régulièrement leur spectre d'applications

lui permettant de repousser les limites de mesure. La fréquence d'émission des capteurs radar s'est étendu de 6 à 80 GHz entre 1991 et 2016 et l'augmentation de la dynamique du signal ont rendu possible des mesures sur des produits liquides ou solides en vrac de très faibles coefficients diélectriques comme certains gaz liquéfiés ou billes de polystyrène. Côté capteur de pression, l'avènement de la mesure de pression différentielle électronique permet aujourd'hui de s'affranchir dans certains cas de figure de l'utilisation de séparateurs et capillaires sources d'imprécision et/ou de temps de réponse importants.



Gwendal Girard-Suard: Ce même capteur InSpec permet, grâce à des miroirs de renvoi et à sa très grande portabilité, de faire des mesures sur site (ou sur avion) et d'accéder à des zones compliquées comme les espaces interaubes, l'intérieur d'alésage ou de canalisations. Aussi bien utilisé de façon manuelle, placé sur une station de travail ou même fixé sur un robot, ce système s'adapte à de nombreux domaines d'applications tels que l'aérospatial, l'automobile, l'avionique, le ferroviaire, la micromécanique, etc. Nous proposons également des interféromètres fibrés qui peuvent être placés à l'intérieur d'environnements extrêmement exigus (chambres à vide ou cryostat par exemple) pour effectuer un contrôle de la position d'une pièce ou d'une structure.



Didier Simonet: Oui, c'est par exemple le cas de la réflectométrie, qui permet d'intégrer des capteurs aux structures composites et de pouvoir procéder à des mesures très différentes, telles que de l'impédance-métrie ou de la mesure de temps de vol.



Daniel Leroy: Le développement des solutions de stéréocorrélation (caméras & IA) a permis une mesure sans contact ni interférence des déformations d'un matériau ou d'une structure. Elle a supplanté la technologie

« Nous avons peu de demandes pour des solutions de communication sans fil. »

Gwendal GIRARD-SUARD

LVDT et les potentiomètres utilisés traditionnellement pour ce type d'applications. La stéréocorrélation appliquée par exemple aux essais sismiques rend accessible la vision d'ensemble de la déformée d'une structure là où par le passé il fallait pouvoir placer au moins 200 accéléromètres sur la structure. La caméra acoustique, née de la technologie MEMS appliquée au domaine acoustique, est devenue rapidement le meilleur moyen de mesurer et localiser des sources sonores. Nous signons régulièrement de nouveaux partenariats internationaux afin de rendre accessibles ces technologies au marché français et ainsi participer à la compétitivité de son industrie.



Mickael Soobaroyen: Le développement de débitmètres Coriolis capables de mesurer des débits massiques de l'ordre d'un gramme par heure a constitué une réelle avancée technologique. Les débitmètres ont pu remplacer des balances qui étaient jusqu'alors employées dans certaines applications. On est ainsi passé de procédés de fabrication de type « Batch » à des procédés continus microfluidiques.

5. Est-ce que pour un type de capteur que vous proposez des caractéristiques telles que la précision et la sensibilité restent encore insuffisantes pour certaines applications ?



Luc Heusch: Aujourd'hui Vega propose des capteurs qui répondent aux principaux besoins des clients. Cependant il y a toujours des applications de niches pour lesquels nos capteurs sont limités ou inadaptés.



Gwendal Girard-Suard: La solution de détection et d'analyse de défaut InSpec manque de résolution pour certaines applications telles que la mesure de rugosité). Les profilmètres laser manquent également de résolution pour des applications pointues de reconstruction de surface ou de détection de défaut de l'ordre de 0,1 à 1 µm.



Didier Simonet: Beaucoup de mesures sont aujourd'hui réalisables, mais leurs coûts restent prohibitifs. Le travail pour le moment consiste à réduire leur prix afin de démocratiser leurs applications.



Daniel Leroy: La métrologie dynamique reste un domaine difficile à maîtriser en général. Ceci est particulièrement vrai concernant la pression dynamique. C'est pourquoi nous participons aux efforts de R&D européens pour le développement des standards métrologiques et développons des bancs de tests dans ce domaine. Alliantech a notamment accompagné l'initiative européenne Dine pt 2. En outre, la mesure dynamique de courants est devenue un enjeu majeur dans l'industrie automobile électrique, car elle permet la mesure des performances réelles de la batterie donc de l'autonomie du véhicule.



Mickael Soobaroyen: Nous proposons des instruments capables de mesurer des débits extrêmement faibles. Cependant, pour certaines applications de mesure de fuite ou de contrôle d'étanchéité, les besoins de certains industriels sont parfois bien plus importants que les capacités de mesure de nos instruments. Afin de proposer des débitmètres qui répondent à de telles demandes, la difficulté ne dépend pas tant de la conception de capteurs appropriés, mais en grande partie de la fiabilité des capacités d'étalonnage à très bas débit.



« Outre la compacité et les capacités d'intégration, les aspects liés à la connectique sont également essentiels. »

Didier SIMONET

Les capteurs étendent régulièrement leur spectre d'applications

« La technologie MEMS ouvre le champ d'applications des capteurs intelligents. »

Daniel LEROY

6.

Pour quels capteurs par exemple, la compacité est un facteur déterminant ?



Luc Heusch : Vega a fait gagner ses capteurs en compacité dès 2003 en lançant le concept Plics. Les évolutions de l'électronique bénéficient directement à nos capteurs. Ils deviennent de fait aussi plus légers et sont plus faciles à installer sur des applications traditionnelles ou sur des skids voire des camions ou pour toutes applications où l'espace est restreint.



Gwendal Girard-Suard : La compacité est évidemment un paramètre très important pour les applications pour lesquelles le capteur doit être embarqué/transporté ou placé dans un environnement exigü.



Didier Simonet : L'intégration des capteurs dans les structures est un des points déterminants. Cela implique donc de travailler sur la compacité et les capacités d'intégration. Les aspects liés à la connectique sont également essentiels. Ils sont souvent bien plus pénalisants en termes de conception, de prix et de poids.



Daniel Leroy : La compacité des capteurs permet d'intégrer des capacités de mesure là où cela était impossible sans modifier la conception d'un système. C'est notamment ce que permet la technologie capacitive. Pour certaines grandeurs physiques comme la vibration, le poids du capteur peut modifier le phénomène que l'on souhaite observer. Or, la tendance générale est à l'allègement des structures. La limite sera certainement la technologie Nano-MEMS, difficile à visualiser à l'œil. Mais en parallèle, les capteurs sont de plus en plus complexes avec leur électronique embarquée, leur capacité de mesure multigrandeurs...



Mickael Soobaroyen : La compacité demeure un critère de choix important dans le domaine notamment des analyseurs de gaz afin que les appareils occupent un espace minimal sur une paillasse de laboratoire ou pour pouvoir concevoir un analyseur portable. Nous fournissons des débitmètres de grande précision et à temps de réponse rapide destinés aux analyseurs par chromatographie gazeuse et liquide (GC, HPLC, UHPLC) et autres analyseurs par torche à plasma (ICP-AES). Nous proposons pour de telles applications un régulateur de débit dont les dimensions ne dépassent pas celles d'une petite boîte d'allumettes.

7.

Pour quelles applications existe-t-il une demande pour les capteurs communiquant sans fil ?



Luc Heusch : L'ensemble de nos capteurs peut être fourni avec modules de communication sans fil aux standards GSM/GPRS ou LTE-M. En outre, nous proposons depuis cette année une gamme spécifique de radar orienté pour les applications IoT grâce à leurs capacités de communication LTE-M et LoRa. De plus, ces capteurs sont totalement autonomes grâce à leur batterie incorporée qui leur permet d'atteindre des autonomies de 10 ans voire davantage selon la fréquence de mesure programmée et le réseau utilisé. Dans d'autres cas, ce sont les modules de communication qui peuvent être alimentés grâce à un kit batterie et panneau solaire rendant l'appareil traditionnel totalement autonome.



Gwendal Girard-Suard : Nous avons peu de demandes pour des solutions de communication sans fil, mais davantage pour du filaire notamment dans les secteurs de la défense et de

l'aéronautique pour lesquelles la sécurité et la fiabilité des données sont prioritaires.



Didier Simonet : Oui, il y existe effectivement une demande en matière de technologies de transmission sans fil notamment pour accéder aux zones difficiles d'accès ou pour s'affranchir des problématiques liées à la connectique. Il reste cependant des progrès à accomplir notamment concernant la consommation de ce type de capteur et leur intégration au sein d'un réseau de capteurs.



Daniel Leroy : Les analystes avaient prédit l'avènement de l'IoT il y a 10 ans. Mais ce marché décolle seulement maintenant : la pandémie de Covid-19 et la digitalisation des entreprises à marche forcée ont changé la dynamique. Nous sommes dans un momentum où l'innovation devient rentable, car le marché est éduqué et investi. La demande devient diffuse et forte : compteurs, maintenance prédictive, localisation d'équipements (intérieurs/extérieurs), outillages intelligents. Le champ des nouveaux marchés ne cesse de s'élargir. Aujourd'hui les fabricants de capteurs sans fil alimentés par batterie doivent améliorer considérablement leur gestion de l'énergie. Sans cette indépendance énergétique, les systèmes de mesure sans fil seront toujours tributaires des interventions humaines coûteuses et fastidieuses. L'enjeu secondaire, mais crucial pour le maintien de la technologie sera de gérer et protéger la donnée mesurée. Les outils du big data vont très certainement s'intégrer aux solutions de mesure afin de pouvoir exploiter et visualiser en temps réel les valeurs mesurées pour pouvoir prendre les bonnes décisions.



Mickael Soobaroyen : Dans notre domaine d'activité, nous avons très rarement des demandes de la part de nos clients concernant la communication sans fil. Mais nous ne négligeons pas cette question. Nous travaillons sur cet aspect afin de pouvoir proposer dans les prochaines années des débitmètres et régulateurs de débit capables de communiquer sans fil et ainsi simplifier le câblage vers un automate par exemple.

Les capteurs étendent régulièrement leur spectre d'applications

8. Quels types de capteurs sont propices à l'exploitation de technologie sans fil en offrant des capacités d'alimentation sur batterie ou par des procédés d'autogénération d'énergie ?

Luc Heusch : La gamme des capteurs de mesure de niveau par radar Vegapuls Air est aujourd'hui la gamme qui intègre de manière native les fonctionnalités de communication et d'alimentation par batterie incorporée. En parallèle de ses capteurs communicants nous proposons également un service d'hébergement sécurisé des données et une interface de visualisation des données à partir d'une interface web ou d'une application utilisable sur tablette ou smartphone.

Gwendal Girard-Suard : La plupart des capteurs que nous proposons pourraient être déclinés en version sans fil, moyennant une surcharge et un volume plus important pour y intégrer une batterie ou un système d'autogénération d'énergie. Ce qui a peu de sens pour le moment au regard de la gêne mineure qu'occasionne une liaison filaire.

Didier Simonet : L'exemple le plus explicite qui me vient à l'esprit est l'utilisation d'antennes RFID pour la détection de fissures. L'alimentation sans fil est réalisée au moment de la mesure. Le capteur reste passif le reste du temps.

Daniel Leroy : Chaque application présente ses propres enjeux. Les solutions par récupération d'énergie (solaire, thermique, vibratoire, électromagnétique) sont séduisantes, mais pas toujours compatibles avec le cas d'usage. Les capteurs piézoélectriques, car autogénérateurs, sont d'excellents candidats lorsqu'ils sont applicables. Alliantech a déjà intégré des capteurs d'infrastructures autonomes grâce à des panneaux solaires individuels. Les capteurs MEMS présentent généralement l'avantage d'afficher de très faibles consommations. Nous constatons également une forte croissance des capteurs passifs alimentés par les ondes radio (types RFID). À l'image de la technologie U-Winloc, il est possible avec un routeur Wi-Fi d'alimenter des capteurs passifs qui vont régulièrement transmettre des mesures vers des plateformes cloud.

Mickaël Soobaroyen : Il existe dans notre gamme un débitmètre massique thermique portable fonctionnant sur batterie. Il vise les applications moins exigeantes en termes de précision, mais cependant supérieures à celle des débitmètres à flotteur. Remarque: la technologie de mesure thermique est consommatrice d'énergie et la charge de batterie doit être adaptée. Lorsque la charge de la batterie baisse, la précision tend à décliner. C'est pour cette raison que le choix de l'alimentation sur batterie doit être étudié avec attention pour avoir des mesures justes et fiables ●



GAGNEZ EN PERFORMANCE !

LE COFFMET FORME VOS ÉQUIPES À LA MESURE TRIDIMENSIONNELLE



- 4 modules progressifs de formation
- Des cours dispensés par des formateurs agréés
- Un cursus certifiant inscrit au régime spécifique de France Compétences



Retrouvez les coordonnées des membres de COFFMET, le détail et les dates des prochaines formations, les informations pratiques sur le site :

www.coffmet.fr