

# LES CAPTEURS CONNECTÉS INDUSTRIELS ATTEIGNENT LEUR MATURITÉ

À L'IMAGE DE CE QUI SE PASSE DANS LE GRAND PUBLIC, LES OBJETS CONNECTÉS FONT DE PLUS EN PLUS PARLER D'EUX DANS LE « SMART BUILDING », LA SURVEILLANCE DE MACHINES TOURNANTES ET PLUS GÉNÉRALEMENT L'INDUSTRIE 4.0. SI LES PREMIERS FOURNISSEURS ONT PU ÊTRE CONFRONTÉS À DES RÉTICENCES DE LA PART DES INDUSTRIELS, LE MARCHÉ EST AUJOURD'HUI PLUS MATURE. LES APPLICATIONS POUR LESQUELLES LES CAPTEURS CONNECTÉS INDUSTRIELS APPORTENT UNE PLUS-VALUE SONT BIEN IDENTIFIÉES, L'OFFRE EN TERMES DE CAPTEURS ET DE SOLUTIONS S'EST ÉTOFFÉE, ET LES FABRICANTS PRÉPARENT DÉJÀ L'AVENIR.

**L**es objets connectés, également désignés par l'acronyme anglais IoT (*Internet of Things* ou Internet des objets), font désormais partie de notre quotidien, entre les montres connectées, les robots tondeuses connectés, les serrures connectées, les pommeaux de douche connectés et bien d'autres équipements grand public encore. Le monde industriel n'a toutefois pas attendu des décennies avant de

voir apparaître les premiers objets connectés industriels (*Industrial IoT* ou *IIoT*), sous la forme notamment de capteurs sans fil. Si le concept d'IIoT industriels est un terme très récent et à la mode, de nombreuses personnes doivent toutefois se poser une ribambelle de questions : qu'entend-on par capteurs connectés industriels ? Quelles sont les solutions désormais proposées sur le marché ? Quels sont les avantages de tels capteurs et pour quelles applications sont-ils les mieux adaptés ? Quelles sont les différences entre les

réseaux LoRaWAN, Sigfox et cellulaires ? « L'article tombe à point nommé, parce qu'aujourd'hui, soit vous êtes impliqué au quotidien dans le monde des IIoT, soit vous avez besoin d'un glossaire en permanence pour comprendre ce dont on parle. Nous passons d'ailleurs une grande partie de notre temps à travailler sur des éléments de langage, à essayer de faire comprendre ce qui existe, les différences, ce qui va arriver, etc. », confirme Frank Fischer, PDG d'Adeunis.

Avant tout autre chose, il est nécessaire de savoir ce que l'on entend par objets connectés industriels. Selon le site wikipedia.org, « le concept d'Internet des objets est devenu populaire pour la première fois en 1999, grâce à l'Auto-ID Center du MIT et aux publications d'analyse de marché connexes. La conception actuelle de l'IIoT est née après l'émergence de la technologie cloud en 2002, qui permet le stockage de données pour examiner les tendances historiques, et le développement du protocole OPC UA en 2006, qui a permis des communications sécurisées et à distance entre les appareils, programmes et sources de données sans intervention humaine ni interface. »

## LA CAPACITÉ DE REMONTER DES DONNÉES

En ce qui concerne les capteurs connectés industriels proprement dits, toutes les personnes interrogées s'accordent sur un point : « Un IIoT



Depuis quelques années, les bâtiments, les entrepôts, les usines, les laboratoires, etc., ont vu apparaître des capteurs industriels de nouvelle génération, des capteurs autonomes et/ou connectés directement au cloud.



La capacité d'un capteur IoT est de remonter des données, quel que soit le tuyau, vers un cloud bien souvent. De moins en moins d'utilisateurs pensent que les liaisons sans fil sont moins fiables que les communications filaires.

correspond au fait d'être connecté à Internet. Si notre précédente solution fonctionnait avec un serveur local situé chez le client, avec les capteurs/enregistreurs LoRaWAN Cobalt L3, toutes les données d'un client sont remontées vers un cloud commun, qui permet ensuite une intervention à distance, par exemple. Nous bénéficions ainsi des technologies modernes», résume Thierry Quemerais, CTO d'Oceasoftware.

Ce que confirme Thierry Lecoeur, chef produits Network and Control chez ifm electronic France : «La capacité d'un capteur IoT est de remonter des données, quels que soient le tuyau, le volume de données ou les paramètres de l'application.» Et Pierre Naccache, cofondateur et président d'Asystem, d'ajouter «sa capacité à transmettre, de manière sécurisée et sans intrusion, des données utiles à la production, à la maintenance, à la traçabilité, etc.».

Avec cette définition, de nombreux fabricants de capteurs font depuis des années de l'IIoT

sans le savoir, pour paraphraser Monsieur Jourdain. «La société existe depuis bientôt quinze ans et nous avons commencé à faire de l'IIoT bien avant que cela existe», constate Arielle Cogniat, directrice marketing de Newsteo, fabricant français d'enregistreurs et de transmetteurs sans fil pour la traçabilité et la surveillance à distance.

Pour Marianne Hatterer, responsable marketing Digitalisation & Applications chez Endress+Hauser France, «le concept d'IIoT va au-delà du capteur proprement dit : cela concerne aussi des instruments "intelligents" et même tous les équipements industriels fournissant des données et générant de la valeur au client. Pour cela, nous avons créé des services numériques en identifiant les cas d'usage où nos clients sont confrontés à des problèmes. On peut dire que l'IIoT permet d'interconnecter les capteurs et autres équipements au système d'information du client.»

Marianne Hatterer distingue par ailleurs deux grands types de capteurs : «Il y a les capteurs connectés nativement au cloud via un protocole de communication LoRa, Sigfox, etc., comme notre capteur de niveau radar Micropilot FWR30 [voir Mesures n° 923]. Et il existe de nombreux capteurs déjà installés chez nos clients, dont les données sont très peu voire pas du tout utilisées. En ajoutant à ces capteurs des passerelles et des edge devices, il est possible de sélectionner et d'envoyer des données autres que la valeur de process (mesure de température, de débit, de pH, de pression, etc.).»

## FINIE LA MAUVAISE IMAGE DES PREMIERS IIoT

Remontons quelques années en arrière, au moment de l'apparition des premiers capteurs connectés industriels. À cette époque, il n'était pas rare que des fabricants de transmetteurs industriels classiques, à savoir filaires, et des industriels dénigrent ce nouveau type de capteurs sans fil. C'était de bonne guerre pour des fabricants qui ne proposaient pas de solutions équivalentes. «Lorsque les premiers IoT ont été commercialisés, nous avons eu droit à une défiance - presque à du bashing [dénigrement, NDR] - vis-à-vis des (très) bons capteurs filaires largement déployés sur les équipements depuis des décennies. Avec les IIoT, on ne se positionnait toutefois pas sur une approche de remplacement, mais sur une nouvelle offre de produits», se rappelle Frank Fischer (Adeunis). «Au tout début, nous avons ce genre de réflexions, qui portaient plus sur la fiabilité de nos capteurs que sur leurs performances. Pour les industriels, il s'agissait davantage d'une crainte de passer au sans-fil. Le fait que le grand public se soit converti au sans-fil a contribué à évangéliser les utilisateurs», explique Arielle Cogniat (Newsteo). «Encore aujourd'hui, certaines personnes pensent que les liaisons sans fil sont moins fiables que les communications filaires, constate Caroline Javelle, responsable Communication Marketing chez Enless Wireless. Mais les utilisateurs sont de moins en moins réfractaires. Des fonctionnalités de sécurité sont par ailleurs mises en œuvre dans les protocoles (envoi successif de trois trames de la donnée utile en Sigfox, alarme en cas de défaut).»

Benjamin Cabot, responsable produits chez Oceasoftware, n'est pas de cet avis : «Nos capteurs/enregistreurs n'ont jamais été perçus comme des produits d'entrée de gamme, mais plutôt comme des solutions complémentaires aux transmetteurs filaires. Selon le type d'applications, on privilégie la technologie filaire

Enless Wireless

(surveillance continue d'un process) ou la sans-fil (intervalle entre deux mesures de plusieurs minutes).»

Ce que confirme Marianne Hatterer (Endress+Hauser France): «Notre stratégie s'appuie sur une immense base installée d'instruments filaires, qui ne sont pas des appareils d'entrée de gamme. Ils servent au pilotage de procédés et ne peuvent pas être remplacés du jour au lendemain par des instruments communiquant avec le cloud. On exploite alors, d'une autre manière et en parallèle, les données pour d'autres services. Il y a effectivement des appareils plus d'entrée de gamme pour de nouvelles applications, où aucune mesure n'était mise en œuvre, telles que les cuves IBC et d'autres petits conteneurs de liquide en plastique.»

Contrairement à une idée reçue encore vivace, «IIoT» ne signifie donc pas (forcément) «entrée de gamme». «C'est une tendance du monde du BtoC [Business-to-Consumer, ou grand public, NDR] qui arrive dans celui du BtoB [Business-to-Business, ou professionnel, NDR]: on imagine que ce genre de capteurs est simple à mettre en œuvre et peu coûteux», regrette Marianne Hatterer. «C'est toute la schizophrénie des clients -excepté pour les applications en temps réel: ils veulent le même niveau d'exigences industrielles avec le prix d'un IoT BtoC. Les capteurs connectés industriels peuvent être vus comme des produits d'«entrée de gamme» par rapport aux capteurs filaires historiquement chers», constate lui aussi Pierre Naccache (Asystem).

**FIABILITÉ ET ROBUSTESSE FONT LA DIFFÉRENCE**

Pour certaines sociétés, les cas d'usage sont une autre manière de définir les capteurs connectés industriels. «On retrouve ces capteurs, qui sont tout sauf des capteurs



En plus des secteurs du pétrole et du gaz, de la pétrochimie, de l'environnement, de l'énergie, de l'agroalimentaire, des sciences de la vie, etc., les industriels veulent aussi «couper le câble» dans le domaine de la silothermométrie ou la surveillance des ouvrages d'art (ici, un fissuromètre).

d'entrée de gamme, dans le bâtiment, le stockage, les process industriels, quelle que soit la technologie mise en œuvre. Je ne suis toutefois pas certain qu'il y ait un distinguo si marqué entre IoT industriel et IoT grand public. Le réseau LoRa est peut-être plus utilisé dans l'industrie, et les attentes du marché sont plus portées sur la fiabilité, l'autonomie (on est habitué à recharger son téléphone tous les jours) et la robustesse», explique Yann Guiomar, CEO de Sensing Labs.

Pour Thierry Lecoeur (ifm electronic France), «on trouve énormément de capteurs connectés en domotique, mais les besoins ne sont pas du tout les mêmes que ceux pour l'industrie. Dans le premier cas, ce sont des capteurs économiques qui envoient très peu de données, et, vu leur coût, ils offrent très peu de fonctionnalités. Dans l'industrie, les entreprises recherchent des capteurs robustes, que l'on ne change pas avant dix ou quinze ans. On ne peut

décemment pas faire un capteur connecté industriel coûtant moins de dix euros. Cela ne veut pas dire qu'il n'y a pas de capteurs robustes en domotique.»

Et Nicolas Babel, CEO d'Ewattch, de renchérir: «Contrairement à une balance connectée, un capteur connecté industriel se situe dans un environnement plus sévère, doit pouvoir communiquer sur des distances importantes, à travers des parois métalliques. Au-delà de ces enjeux de cadre et de lieu, il y a aussi le critère de sécurité: les données dans les entreprises agroalimentaires et de l'eau, par exemple, peuvent revêtir une très grande importance. Enfin, les coûts sont plus élevés, de par les technologies mises en œuvre plus performantes, les bien moins grands volumes de production, les exigences de maintenance et de pérennité.»

À l'instar des transmetteurs de process traditionnels, les capteurs connectés industriels se doivent de répondre aux exigences et normes en vigueur dans l'industrie. La robustesse et la fiabilité sont des termes qui reviennent très souvent dans les échanges avec les fabricants: «Nous mettons l'accent sur la robustesse (IP65 pour les modèles TX Temp et TX T&H Ext 600-034, par exemple), la qualité métrologique -100 % de nos modèles sont fabriqués en France- et l'optimisation de l'encombrement de nos capteurs plutôt que sur leur design, car les produits ne sont pas destinés à être vus par les clients finaux», explique Caroline Javelle (Enless Wireless). Il y a bien sûr les aspects mécaniques avec l'étanchéité -une demande fréquente- vis-à-vis d'un nettoyage fréquent ou en cas d'immersion liée à des fuites dans une application de télérelève. «Le niveau de fiabilité doit être élevé pour permettre aux



Les fabricants proposent souvent des capteurs pour un ensemble de grandeurs physiques différentes, mais la température représente l'immense majorité des demandes.

clients de prendre des décisions pertinentes, dans le domaine de l'efficacité énergétique par exemple», ajoute Frank Fischer (Adeunis).

## DE NOMBREUX CAS D'USAGE EN ÉNERGIE

Intéressons-nous maintenant aux industries ayant mis en œuvre des capteurs connectés industriels et aux raisons de déployer de telles solutions. Pour la majorité des sociétés interrogées, le bâtiment «intelligent» –ou *Smart Building*– est le secteur le plus souvent mentionné. «*Dès le début, nous avons décidé de cibler le marché le plus mature, celui des bâtiments connectés, qui utilise depuis longtemps les technologies radio (Wireless M-Bus, etc.). Au travers de l'efficacité énergétique, nous nous sommes ensuite positionnés sur d'autres industries au sens large du terme. Compte tenu de la multiplication des clients, il faut toutefois bien identifier les cas d'usage pour sélectionner ceux dont le déploiement sera faisable (bâtiments existants, rétrofit lors d'un nouveau contrat de services, par exemple)*», rappelle Yann Guiomar (Sensing Labs).

Constat similaire du côté de Nicolas Babel (Ewattch), dont la société s'est également lancée dans le développement de capteurs sans fil autour de l'énergie: «*Comme le marché du bâtiment est trop concurrentiel, nous avons arrêté ce dernier en nous recentrant sur l'industrie avec des produits à plus forte valeur ajoutée et, souvent, l'énergie comme porte d'entrée. Il s'agit de permettre à une entreprise de savoir comment son compresseur fonctionne, si le groupe froid est bien réglé, si l'éclairage est à prendre en compte – l'organisation et la priorisation des flux –, puis de travailler sur l'optimisation de son parc de machines.*»

Il s'agit bien souvent de surveiller des fours ou des pompes, d'améliorer la productivité, la performance industrielle, ou encore la traçabilité de stocks. «*Ces industriels de la plasturgie, de la métallurgie, de la verrerie, de la papeterie, etc., entendent beaucoup parler d'IoT et d'IoT industriel –la possibilité de remonter des informations d'une manière sécurisée est entrée dans les mœurs. Ils ont conscience que ces technologies peuvent résoudre des problématiques existant depuis des années, au travers de solutions simples et progressives, en fait des solutions suffisantes pour leurs besoins*», poursuit Nicolas Babel.

L'une des motivations premières pour un industriel de s'intéresser aux capteurs connectés industriels est «*de pouvoir enfin accéder à des équipements moins critiques, car cela aurait représenté des investissements trop importants auparavant*», constate Pierre Naccache

## DE LA VENTE DE PRODUITS À CELLE DE SERVICES

La question du modèle économique retenu par les fabricants de capteurs connectés industriels n'est pas aussi anodine que l'on pourrait le penser. Plusieurs modèles économiques cohabitent en effet, selon le fabricant. On retrouve la vente de produits auprès d'industriels qui veulent encore en avoir la propriété. «*En plus de la vente d'appareils proprement dite, nous proposons aussi la location des capteurs*», précise Marion Aubert, cofondatrice et directrice de Wavely. Comme son compatriote Newsteo. Après avoir historiquement basé son modèle économique sur la vente de produits, le français Oceasoft s'est désormais orienté vers une stratégie commerciale mixte qui repose sur une solution globale et verticale lui permettant à terme de proposer une offre par abonnement. Plusieurs fabricants ont choisi un modèle économique mixte, basé sur la vente de produits et d'abonnements. Il s'agit de rendre plus attractifs les services – du point de vue du coût – et d'assurer une rentrée régulière d'argent, ainsi que de s'adapter à la maturité du marché, qui évolue au fil du temps: Capex dans un premier temps, Opex dans un second. Pour certains fabricants, il y a une limite à la fourniture de solutions: «*Nous nous adressons à des intégrateurs et à des sociétés de services, et non aux clients finaux. Nous ne proposons donc pas des solutions clés en main exploitant les données; c'est le métier de nos clients*», insiste Caroline Javelle, responsable Communication Marketing chez Enless Wireless.

(Asystem). «*Les principaux avantages pour un industriel sont d'être en mesure d'éviter les arrêts de production intempestifs –leur gestion est rendue difficile, notamment à cause de la non-disponibilité des pièces détachées–, d'augmenter la durée de vie des machines en intervenant au bon moment et de mieux gérer l'intervention des techniciens par rapport aux plannings prédéfinis*», explique Marion Aubert, cofondatrice et directrice de Wavely.

La société cible ainsi les équipements fonctionnant 24 h/24, 7 j/7, où les arrêts de production sont critiques, ou alors les équipements difficiles d'accès. Par ailleurs, on touche ici aux difficultés liées au manque de personnels dans les usines et au recours de plus en plus fréquent à des intérimaires, qui n'ont pas (forcément) la formation complète requise pour intervenir dans les meilleures conditions. «*Mais nos solutions ne sont pas là pour remplacer les opérateurs travaillant sur les machines*», précise Marion Aubert.

## L'ENGOUEMENT DE LA DIGITALISATION

Pierre Naccache (Asystem) poursuit en abordant une deuxième raison du déploiement des IoT industriels: «*Il y a une forte demande de digitalisation, d'optimisation des process et des rendements. De nombreuses entreprises ont à leur disposition des outils (anciens ou même récents), mais qui ne sont pas connectés.*

Les outils étant souvent propriétaires, cela aurait jusque-là coûté trop cher de le faire.» Pour Marianne Hatterer (Endress+Hauser France), «*la digitalisation permet évidemment de gagner du temps dans les process, mais aussi d'améliorer les conditions de travail et la sécurité des employés en les faisant se déplacer lorsque c'est nécessaire, de mieux communiquer entre les différents métiers, de se rapprocher de ses propres clients.*»

Pour Marianne Hatterer, l'industrie pionnière en tant qu'utilisatrice d'IoT industriel est l'industrie manufacturière: «*Les robots sont un cas d'usage qui s'y prête bien, même si c'est un secteur dans lequel nous sommes peu présents. Mais toutes les industries (pétrole et gaz, pétrochimie, environnement, énergie, agroalimentaire, etc.) s'intéressent à la digitalisation et l'industrie 4.0. En France, les premières discussions ont été initiées dans le domaine de l'eau.*»

Pour Pierre Naccache (Asystem), «*les premières industries à s'être intéressées aux capteurs connectés industriels ont été les secteurs manufacturier, de l'automobile, des matières premières et de l'énergie, des secteurs plus matures que d'autres. Et la pandémie de Covid-19 a chamboulé les choses: d'autres acteurs apparaissent, tels que l'environnement (traitement des déchets), l'industrie pharmaceutique, l'agroalimentaire –même si les marges sont moindres. D'une manière générale, les entreprises ont désormais acquis*



Wavely

À côté de la température et d'autres grandeurs physiques liées aux procédés industriels, il y a un domaine à part : celui de la mesure des vibrations, où l'on trouve notamment la start-up Wavely.

une certaine maturité dans la connaissance des IIoT - nombre d'entre elles ont par exemple investi pour développer en interne des solutions de maintenance - et elles ont aussi en face d'elles des acteurs plus sérieux.»

« Tout le monde n'est toutefois pas au même niveau, fait remarquer Thierry Lecoer (ifm electronic France). Beaucoup d'industriels du manufacturier et des procédés, principalement en agroalimentaire, utilisent encore les liaisons traditionnelles vers l'automate. La tendance actuelle est de prendre l'information dès que l'on en a besoin. » Parmi les autres secteurs industriels mentionnés par les différents fabricants, « nos marchés cibles sont les sciences de la vie (industrie pharmaceutique, santé, laboratoires d'analyse et de recherche) pour surveiller des incubateurs, des chambres froides ou des zones de stockage, et l'agroalimentaire (surveillance de produits thermosensibles), ainsi que le transport et la logistique », présente Benjamin Cabot (Oceasoft).

barrages, des ponts et autres ouvrages d'art (fissuromètres, inclinomètres) », affirme Arielle Cogniat.

Compte tenu de ce que viennent de nous expliquer les différents fabricants, il n'est donc pas étonnant que les premiers capteurs connectés

industriels disponibles sur le marché aient été des modèles destinés à la mesure de température, puis à la mesure d'humidité relative. « La température est la grandeur physique la plus demandée », rappelle Arielle Cogniat, dont la société est accréditée Cofrac (n° 2-6637) pour les étalonnages des chaînes de mesure de température. « Nous proposons un ensemble de grandeurs physiques différentes, mais la température représente environ 90% et l'humidité relative, près de 5% », ajoute, de son côté, Benjamin Cabot (Oceasoft).

Chez le français Adeunis, « nos premiers produits ont été les capteurs Pulse (comptage d'impulsions) et Dry Contact (contacts secs pour le report d'état), se souvient Frank Fischer. Quelques années plus tard, nous proposons une trentaine de références pour le smart metering et l'industrie. » Au fil des années et des nouvelles demandes des industriels, les fabricants proposent aujourd'hui une large gamme de capteurs connectés industriels (comptage d'impulsions, capteurs de température, d'humidité relative, de pression, de courant, etc.).

« D'une façon générale, si un client demande une grandeur physique, soit on l'a en stock, soit on s'appuie sur une base matérielle commune (partie électrique/radio) et l'élément sensible

**UN LARGE CHOIX DE CAPTEURS DISPONIBLES**

Du côté du français Newsteo, « en plus des applications dans l'industrie pharmaceutique et le transport de produits de santé, un secteur important pour nous est la silothermométrie [le français a racheté son compatriote Chopin Technologies, un spécialiste du domaine, en septembre 2019, NDR], c'est-à-dire la mesure de température dans les silos à grains, car le sans-fil apporte un gain significatif en termes de fiabilité comparé aux solutions filaires. Les clients veulent aussi "couper le câble" dans le domaine de la surveillance des églises, des



Sans les contraintes de génie civil liées au filaire, les industriels peuvent envisager de faire évoluer une usine, sans se ruiner, avec des capteurs sans fil, alors que cela était inenvisageable il y a une dizaine d'années encore.

ad hoc (capteur de passage, de présence infra-rouge...», explique Yann Guiomar (Sensing Labs). Caroline Javelle (Enless Wireless) fait remarquer que « nous avons fait le choix de décliner toutes les grandeurs physiques dans chaque technologie (LoRa/LoRaWAN, Sigfox et Wireless M-Bus) ».

Pour les transmetteurs de process, la situation est différente. « 95 % de nos capteurs sont IO-Link, libre au client d'utiliser ce protocole de communication numérique pour recevoir des informations complémentaires, ou alors la sortie TOR ou 4-20 mA. En complément des capteurs, nous proposons aussi des maîtres IO-Link pour une utilisation locale ou à distance (maîtres GSM et nouvelle passerelle io-key [voir Mesures n° 925]) », explique Thierry Lecoœur (ifm electronic France). Et Marianne Hatterer (Endress+Hauser France) de confirmer: « En plus des appareils autonomes en énergie et en communication, à savoir le capteur de niveau Micropilot FWR30 (et prochainement un débit-mètre électromagnétique), on retrouve toutes les grandeurs physiques, parce que nous avons d'abord travaillé sur la connectivité de la base installée. »

À côté de la température et d'autres grandeurs physiques liées aux procédés industriels, il y a un domaine à part: celui de la mesure des vibrations. On retrouve en effet des acteurs connus, tels que l'helvético-suédois ABB (le capteur sans fil Ability Smart Sensor), le taiwanais Advantech (le capteur LoRaWAN Wise-2410), Bently Nevada (groupe américain Baker Hughes; le capteur sans fil Ranger Pro), l'américain Fluke (les capteurs 3561 FC associés à la passerelle 3502 FC), l'allemand ifm electronic (le capteur sans fil VW associé à la passerelle ZB0929), le japonais Yokogawa Electric (les Sushi Sensors), mais aussi Bob Assistant - fruit de travail collaboratif entre la start-up Cartesiam et éolane, cette gamme de produit vient d'être achetée par le français nkeWatteco -, ainsi que des start-up.

## UNE OFFRE DÉDIÉE À LA SURVEILLANCE DES MACHINES

Parmi ces dernières, on peut par exemple citer l'israélien VocalZoom, qui a développé le capteur autonome VZ, ou les jeunes pousses françaises Asystem et Wavely. « Les grandeurs physiques importantes sont la température de surface sur une machine - c'est la mesure la plus simple à faire -, le courant et les vibrations. Si les deux premières apportent peu d'informations, la mesure des vibrations est la plus poussée aujourd'hui, de par sa grande finesse analytique. Et nous promovons les vibrations

par ultrasons, car, en combinant les mesures de vibrations, de température et par ultrasons, on couvre 95 % des applications de surveillance des machines », affirme Pierre Naccache (Asystem).

Wavely a développé le capteur Wavely Predict, pour lequel elle a reçu le prix spécial Start-up des Global Industrie Awards 2020 et l'IoT Awards 2020 du projet « Ambitieux ». « Notre produit intègre en fait quatre capteurs: un accéléromètre pour la mesure des vibrations, un microphone ultrasonore - il mesure aussi les sons audibles -, un magnétomètre pour la mesure du champ magnétique et une sonde de température. À terme, toutes les valeurs seront remontées en LoRa dans l'application - seules les valeurs de vibrations et de température le sont actuellement. La mesure du champ magnétique est un indicateur intéressant pour le suivi des consommations d'énergie, c'est un paramètre supplémentaire à la détection

36,8 milliards en 2025.

D'autres sociétés d'analyse annoncent des taux de croissance annuels composés (CAGR) de +7,4 % entre 2020 et 2025 (77,3 milliards de dollars à 110,6 Md\$) pour l'américain MarketsAndMarkets.com, de +8,83 % entre 2018 et 2025 (65,45215 Md\$ à 118,41363 Md\$) pour l'indien Valuates Report, voire de +16,7 % entre 2019 et 2027 (263,4 Md\$ en 2027), du côté du britannique Meticulous Research.

## L'ATOUT PREMIER: UNE INSTALLATION SIMPLIFIÉE

Le premier avantage d'un capteur connecté industriel autonome réside justement dans le fait qu'il soit sans fil. « Il n'y a besoin de mettre en œuvre aucune infrastructure lourde et coûteuse, et ce, quel que soit le secteur industriel. C'est un facteur sans commune mesure



L'autonomie n'est pas un problème: il s'agit de bien identifier les bonnes applications. On ne peut pas demander à des capteurs autonomes de remonter des données aux mêmes cadences que celles utilisées pour les capteurs filaires.

de défaut, qui, à terme, permettra d'indiquer l'origine d'un défaut », décrit Marion Aubert.

Comment peut-on expliquer le grand intérêt suscité par les capteurs connectés industriels et leur (large) déploiement ces dernières années? Au-delà de la demande du marché pour des solutions répondant aux exigences évoquées précédemment, ce sont également les atouts des IIoT face aux capteurs traditionnels qui expliquent de telles prévisions de croissance: la société d'analyse britannique Juniper Research prévoit que le nombre total de capteurs connectés industriels dans le monde passerait de 17,7 milliards en 2020 à

avec ce qui se faisait auparavant », affirme Frank Fischer (Adeunis). « Sans les contraintes du filaire, comme disposer de prises électriques sur place, le déploiement et l'installation de capteurs LoRa sont très simples. Tout comme leur maintenance », précise Benjamin Cabot (Oceasoft). La société Adeunis a par exemple installé un réseau LoRaWAN au centre hospitalier universitaire (CHU) de Grenoble Alpes (Isère) en 48 heures.

« Contrairement au Wi-Fi, où il faudrait en fait multiplier les antennes, ce qui rendrait plus complexe l'installation, une passerelle LoRa/LoRaWAN suffit bien souvent pour couvrir un

site entier», indique Nicolas Babel (Ewattch). Pour Caroline Javelle (Enless Wireless), « un industriel bascule du filaire au sans-fil dans deux cas de figure: en cas de problème dans son installation de capteurs filaires, et lorsqu'il s'équipe d'un nouvel équipement dans un bâtiment existant. Dans ce cas, il est trop compliqué de tirer des câbles supplémentaires, voire impossible dans un bâtiment historique par exemple. »

« Un autre facteur différenciant du sans-fil est la portabilité, la possibilité de déplacer rapidement les capteurs, là où ils sont les plus utiles – lorsqu'une zone de stockage est modifiée, par exemple. Une telle flexibilité permet d'être plus réactif », ajoute Arielle Cogniat (Newsteo). « Sans ces contraintes de génie civil et/ou d'arrêts de production, les industriels peuvent envisager de faire évoluer une usine, sans se ruiner, alors que cela était inenvisageable il y a une dizaine d'années encore, même avec les meilleurs capteurs au monde », insiste Nicolas Babel (Ewattch).

L'aspect économique entre évidemment en jeu. « Suite à la signature d'un nouveau contrat, des sociétés de services telles que Dalkia ou Spie ont besoin de déployer rapidement, et dans un budget bien défini, un ensemble de capteurs.

Compte tenu du coût d'installation modeste, les ROI [retours sur investissement, NDR] sont extrêmement rapides. Et c'est autant de charges d'exploitation en moins par rapport à l'envoi de techniciens sur site, ou à l'attente de l'appel de l'exploitant », avance Frank Fischer (Adeunis). « Lors de l'installation d'une chaîne de production, d'une GTB ou de la construction d'un bâtiment, le coût de mise en œuvre d'une solution filaire est beaucoup plus faible, nuance toutefois Yann Guiomar (Sensing Labs). Dès lors que l'on parle de bâtiments déjà construits, la radio prend de plus en plus de sens. »

## L'AUTONOMIE ? UN FAUX PROBLÈME

Si toutes les personnes interrogées ont été très disertes sur les avantages des capteurs connectés industriels autonomes, il n'en est pas allé de même pour les inconvénients. « Nous ne voyons pas d'inconvénients aux capteurs connectés industriels, du moment que l'on a bien compris tout le potentiel de ces technologies », va jusqu'à affirmer Frank Fischer (Adeunis). Il n'est en effet pas question de mettre en œuvre une technologie IIoT en contrôle-commande et autres applications en temps réel.

« Les débits de transmission du LoRaWAN, par exemple, sont adaptés à l'envoi de quelques



Sensing Labs

données à la fois, ce qui impose de faire des compromis. Mais nous travaillons sur le edge computing afin de prétraiter les données des capteurs pour n'envoyer que les informations pertinentes », explique Nicolas Babel (Ewattch). Des fabricants mentionnent également le coût comme frein pour certains industriels, même si les ROI sont bons. Pour Thierry Lecoeur (ifm electronic France), « le seul principal inconvénient reste encore le changement de paradigme que doivent mettre en œuvre les industriels ».

D'aucuns s'étonnent sûrement que l'autonomie ne soit pas mentionnée dans la courte liste des inconvénients des capteurs connectés industriels. La raison est simple: « L'autonomie n'est pas un problème, c'est seulement une interrogation majeure de la part des clients en termes de fiabilité. Ils veulent plutôt savoir comment s'assurer qu'il y a un problème (une perte de communication, et donc d'informations, par exemple) », constate Arielle Cogniat (Newsteo).

Si l'on demande à des capteurs autonomes de remonter des données aux mêmes cadences que celles utilisées pour les capteurs filaires, la durée de vie des batteries ne dépassera pas quelques mois, voire quelques semaines. « Comme on ne peut pas demander à un industriel de recharger toutes les semaines tous ses capteurs sans fil – comme on le fait avec un objet connecté grand public –, on fait en

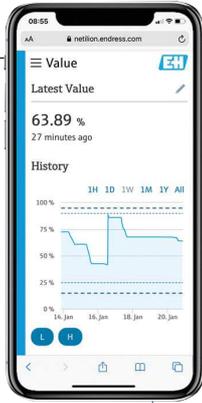
Parmi les évolutions à venir, les capteurs connectés vont être de plus en plus « intelligents », via le développement de l'intelligence artificielle, de l'« edge computing ».

sorte de les réveiller juste quand il faut, et on bénéficie aussi de réseaux peu gourmands en énergie. Mais l'envoi de la donnée reste néanmoins la fonctionnalité la plus énergivore », explique Pierre Naccache (Asystem).

Les fabricants travaillent donc sur ces aspects. « Des progrès importants ont été faits en autonomie, notamment en développement, une batterie électronique consommant moins. Nos produits utilisent les mêmes piles qu'il y a vingt ans, mais affichent une autonomie supérieure à deux ans selon l'intervalle de mesure », met en avant Thierry Quemerais (Oceasoft). « Le client sensibilisé peut très bien prévoir l'éventuel changement des batteries lors des opérations de maintenance », propose Marion Aubert (Wavely). Mais tous les capteurs connectés industriels ne fonctionnent pas sur batteries, à l'instar des traditionnels débitmètres, capteurs de température, de pression, etc.

## LA COHABITATION OT/IT S'AMÉLIORE

Nous nous sommes jusque-là concentrés sur la collecte et la remontée des informations issues de capteurs connectés industriels, mais une solution d'IIoT ne s'arrête pas à ces seuls éléments. « Vendre des capteurs seuls n'est pas magique, il faut leur associer toute une chaîne pour visualiser les données. Et cela peut devenir assez difficile de gérer plusieurs acteurs



différents pour mettre en œuvre une solution complète», constate Nicolas Babel (Ewattch). C'est ainsi que de plus en plus de start-up et de fabricants proposent également des plateformes basées sur le cloud pour permettre la visualisation des données là où sont les opérateurs et responsables.

Ils ont accès au suivi des mesures, à des tableaux de bord (correspondant à différents sites, par exemple), à la définition d'alarmes (SMS, courriels), voire à la possibilité de modifier un paramètre dans les capteurs (voie descendante), etc. Toutes ces informations se trouvent dans un PC de bureau ou dans la poche de l'utilisateur (son smartphone, plus précisément). Le développement de ces plateformes cloud s'est accompagné de l'apparition de nouveaux modèles économiques, différents de celui de la seule vente de produits (voir encadré page 31).

La cohabitation entre outils OT (*Operational Technology*, ou technologies d'exploitation) et IT (*Information Technology*, ou technologies de l'information) ne va pas forcément de soi. «S'il y a encore cinq ans nous étions confrontés à des DSI réfractaires à ouvrir leur environnement informatique et à héberger des données à l'extérieur de leur entreprise, les mentalités ont aujourd'hui évolué dans le bon sens. À nous de faire en sorte de les rassurer», constate Thierry Quemerais (Oceasoftware). Ce que confirme Marianne Hatterer (Endress+Hauser France): «Les responsables informatiques et DSI sont rassurés par tous les moyens que nous mettons en place (barrières physiques sur les passerelles, données ascendantes et non descendantes, etc.).»

Mais il y a encore des progrès à faire dans le domaine des IoT industriels. Toutes les

Endress + Hauser



Fabricants et industriels ont différents réseaux à leur disposition, des architectures LPWAN telles que LoRa/LoRaWAN et Sigfox, des architectures filaires (IO-Link) et, prochainement, des réseaux NB-IoT, LTE-M, 5G.

personnes interrogées s'accordent en effet sur la disponibilité grandissante de capteurs connectés «intelligents», via le développement de l'intelligence artificielle (IA) et du *edge computing* (informatique en périphérie). «L'ajout d'"intelligence" permet de remonter plus d'informations et des informations plus pertinentes, ce qui s'accompagne du déploiement d'un nombre de capteurs réduit», indique Thierry Lecoeur (ifm electronic France). Une question reste en suspens: cette «intelligence» sera-t-elle embarquée au niveau des capteurs ou dans le cloud? Ou alors chemine-t-on vers une hybridation entre *edge computing* et cloud/serveur? Marion Aubert (Wavely) fait toutefois remarquer que «l'intelligence artificielle, c'est bien, mais l'intelligence humaine, c'est encore mieux. Des capteurs plus "intelligents" doivent aider les opérateurs à se concentrer sur d'autres tâches.»

## DE NOUVEAUX RÉSEAUX À VENIR

Une autre évolution à venir porte sur les réseaux. Avec la multiplication des capteurs connectés, et même si les débits des réseaux actuels suffisent, les «tuyaux» devront disposer de grandes bandes passantes afin d'être capables de remonter des quantités de données toujours plus folles. «L'un de nos axes de développement est l'intégration du protocole NB-IoT dans certains cas d'usage, sachant que la mise à jour de la 4G vers NB-IoT ne coûte rien», précise Yann Guiomar (Sensing Labs).

Du côté du français Enless Wireless, «nous venons d'introduire une gamme compatible avec la technologie Wize 169 MHz - le réseau du groupe français Suez-, et nous réfléchissons à d'autres protocoles», annonce Caroline Javelle. La 5G est évidemment une technologie regardée de près par certains fabricants, pour la création de réseaux internes privés, ce

qui pourrait ouvrir de nouvelles perspectives. «L'utilisation de la 5G n'a pas vraiment de sens en Internet des objets connectés industriels, car la technologie est à l'opposé de nos besoins», signale Caroline Javelle.

Comme certains fabricants l'ont constaté, des industriels viennent désormais les solliciter, ayant identifié les architectures LPWAN (*Low-Power Wide-Area Network*) comme une solution intéressante. «On parle de plus en plus des concepts d'IoT et d'industrie 4.0 dans l'industrie, et le sans-fil est désormais entré dans les mœurs dans des secteurs comme l'industrie pharmaceutique», constate Thierry Quemerais (Oceasoftware). Arielle Cogniat (Newsteo) fait le même constat: «Les clients ont une vision plus nette du marché, on ne nous interroge plus trop pour des applications en temps réel». Pour Yann Guiomar (Sensing Labs), «les solutions radio prennent le pas sur les technologies filaires, même si ces dernières ont encore toute leur place dans de nombreuses applications».

Ce qui fait dire à Nicolas Babel (Ewattch) que «le marché de l'IoT se démocratise, progresse et devient mature, sans toutefois exploser, car toutes les usines ne sont pas équipées. Certaines start-up ont pu brouiller les cartes au tout début, ce qui a ralenti l'adoption des capteurs connectés industriels, et il y a encore de l'éducation à faire.» Selon Thierry Lecoeur (ifm electronic France), «les besoins sont réels: l'IoT fait partie intrinsèquement de l'industrie 4.0, et il y a une prise de conscience de la part des clients de l'importance des données, malgré encore quelques frilosités sur leur exploitation, le changement, ou non, des machines, etc.» «Nous sommes à l'aube d'une croissance importante et pérenne, c'est le sens de l'histoire d'aller de plus en plus vers les IoT industriels», affirme même Yann Guiomar (Sensing Labs).

Cédric Lardière



ifm electronic France

Les besoins sont réels: l'IoT fait partie intrinsèquement de l'industrie 4.0, et il y a une prise de conscience de la part des industriels de l'importance des données, malgré encore quelques frilosités.