

# optimiser son déploiement cloud grâce aux appareils de mesure

Par Stuart Cording, pour Mouser Electronics

Avec l'avènement de l'Internet des objets (IoT) et de l'industrie 4.0, les systèmes embarqués traditionnels se sont vus complétés par l'ajout de la technologie cloud. L'informatique en temps réel – utilisée, entre autres, pour contrôler un bras de robot ou un tapis roulant – utilise des serveurs à distance qui collectent et évaluent les données d'utilisation. Ce type de configuration offre un espace de stockage pratiquement illimité et une puissance de traitement colossale, ce qui permet de réaliser la maintenance prédictive, l'analyse de la consommation d'énergie et d'autres types d'analyses globales qui étaient auparavant difficiles à mettre en œuvre à grande échelle. Ces systèmes s'appuient généralement sur l'apprentissage automatique pour analyser les données et prédire les tendances. Les applications pratiques de tels systèmes ont beau encore faire penser à la science-fiction, de nombreux projets sont néanmoins en cours afin d'en étudier les possibilités techniques. Nous pouvons citer à ce titre le constructeur automobile Audi, qui, en collaboration avec l'entreprise de télécommunication Ericsson, a fait la démonstration d'un bras mécanique contrôlable en temps réel à l'aide des fonctions de communication ultra-fiables à faible latence (URLLC) de la 5G pour l'automatisation de l'industrie [1].

## Analyse des sites pour la connectivité sans fil

L'installation de câbles de connectivité est une opération coûteuse et semée d'embûches. De plus, cela implique que l'équipement se trouve installé à un point fixe. Or, ce mode d'installa-

tion va à l'encontre de la tendance actuelle à la flexibilité avec des sites de fabrication qui peuvent être réaménagés à loisir pour s'adapter à de nouvelles utilisations. Cette flexibilité n'est évidemment possible qu'à condition d'utiliser une connectivité sans fil. Dans le cas d'autres applications, comme les véhicules à guidage automatique (VGA), la technologie sans fil est la seule solution envisageable. Avant de déployer de tels systèmes, il est recommandé de procéder à une analyse du site afin de cartographier la couverture des télécommunications disponibles sur place. Bien que les opérateurs de télécommunication fournissent des cartes de la couverture de leurs réseaux, la réalité sur place peut s'avérer très différente, notamment à l'intérieur d'un bâtiment.

Des appareils de test sont ainsi de bon secours pour simplifier l'étude d'un site (voir **figure 1**), à l'instar de l'analyseur de signal réseau haute performance SNYPER-LTE Spectrum (EU) de Siretta [2]. Comme son nom l'indique avec la précision (EU), cet appareil est destiné à détecter les réseaux mobiles européens. Il est livré dans une mallette de transport pratique contenant un ensemble d'accessoires soigneusement rangés dans leurs compartiments en mousse. Le kit comprend en effet, en plus de l'analyseur de spectre, un chargeur avec adaptateur pour prise secteur universel et pour prise allume-cigarette, un câble USB et un câble RF. On y trouvera également deux antennes courtes : l'une à usage général 4/3/2G et l'autre pour la bande LTE 2 600 MHz. Enfin, une troisième antenne directionnelle permet d'effectuer des mesures liveSCAN directionnelles. Une carte



*Figure 1. L'analyseur de réseau SNYPER-LTE Spectrum fournit une multitude de données qui facilitent le choix de l'antenne et permettent de définir l'emplacement idéal pour installer l'équipement sans fil cellulaire.*

SIM compatible 4G activée (non fournie) est nécessaire pour procéder aux mesures. L'analyseur SNYPER-LTE Spectrum est capable de réaliser des analyses ponctuelles d'un site pour relever les caractéristiques du réseau (propriété de cellule, puissance du signal, etc.). La batterie intégrée permet de réaliser des relevés ponctuels pendant 48 heures (à raison d'une vingtaine de relevés par jour) et offre une autonomie de 15 heures en fonctionnement continu pour la réalisation d'analyses liveSCAN. Le stockage interne permet d'enregistrer les résultats de 50 analyses. Les mesures liveSCAN s'appuient sur des relevés ponctuels pour générer une analyse plus détaillée. L'analyseur de spectre peut être utilisé pour rechercher les points où la puissance du signal est optimale à l'intérieur d'un bâtiment. Il suffit pour cela de déplacer dans le bâtiment en utilisant l'antenne standard pour détecter les « hotspots ». L'antenne directionnelle permet quant à elle de trouver de quelle direction provient le signal le plus puissant. Les données ainsi relevées sont utilisées afin de déterminer l'antenne la plus adaptée et le meilleur emplacement pour installer l'équipement cellulaire.



Figure 2. La RFX-8440 est une carte de capture de données dans la bande L hautement configurable adaptée aux applications de test et de mesure RF ou de déploiement de masse.

Les résultats sont affichés à l'écran ou peuvent être téléchargés aux formats de fichier CSV et HTML à fins de reporting et de documentation.

### Développement du système de test dans la bande L

Les systèmes de test RF complexes sont de plus en plus simples à développer grâce aux radios logicielles (SDR) dont les modules frontaux RF de haute qualité sont reliés à des pièces matérielles configurables comme des FPGA. La BittWare RFX-8440 [3] est une carte de capture de données RFSoC (système de radiofréquence sur puce) qui prend en charge les applications dans la bande L (1-2 GHz). Elle est utilisée par des domaines d'application aussi divers que la géolocalisation par satellite, les télécommunications, l'aéronautique et l'astronomie.

Cette carte de capture de données (voir **figure 2**) associe le RFSoC Zynq UltraScale+ ZU43 de Xilinx avec un module frontal analogique doté d'un système de prétraitement des signaux à faible bruit et à gain variable (-40 à 0 dBm) opérant avant les numérisateurs. D'autres configurations frontales sont disponibles afin d'étendre la plage d'entrée à 4 GHz. On compte un total de quatre convertisseurs analogique-numérique (CAN) et quatre convertisseurs numérique-analogique (CNA) avec une résolution de 14 bits et un échantillonnage de 5 Géch/s et de 10 Géch/s respectivement. Ce RFSoC propose, outre sa logique programmable, un Arm Cortex-A53 à quatre coeurs et un Arm Cortex-R5 à deux coeurs. Bien que la carte de capture de données dispose d'un bus PCIe, elle peut aussi être utilisée de manière autonome grâce à ses interfaces Ethernet,

USB et Display Link. Une possibilité d'extension est prévue avec un port OCulink à huit canaux doté d'un connecteur PCIe Gen4 x8, une connexion pour le stockage NVMe ou une double connexion réseau 100 Gbit.

La plupart des systèmes de test nécessitent des commutateurs programmables pour acheminer les signaux RF vers les ports appropriés. Le multiplexeur RF programmable T3SP-D4MX-BUNDLE [4] de Teledyne complète la carte de capture de données BittWare avec une correspondance de bande de fréquence et de phase CC à 10 GHz. L'appareil est livré avec une paire de câbles de 20 cm (8 pouces) à correspondance de phase ( $\pm 2$  ps) pour les entrées et quatre paires de câbles de 60 cm (24 pouces) à code couleur et à correspondance de phase pour les sorties. Chacun des deux canaux offre des commutateurs 1:4 plus une option non connectée qui est le mode par défaut lors de la mise sous tension. Grâce à son interface USB 2.0, le multiplexeur peut être contrôlé au moyen d'une DLL en C/C++, C# ou Python ou être intégré dans des environnements de développement comme LabVIEW et MatLab. Un logiciel utilitaire simple est également disponible pour le contrôle manuel (voir **figure 3**). Chaque canal permet 1 milliard de cycles de commutation grâce aux commutateurs de microsystèmes électromécaniques (MEMS) RF.

### Se préparer pour le cloud

De nombreuses machines encore en usage n'ont pas de connexion sans fil et encore moins un accès au cloud. Cependant, considérant que l'analyse des données est une importante aide à la prise de décisions, de nombreux fabri-

cants cherchent à rendre leurs solutions de capture de données rétrocompatibles. Avec huit canaux d'entrées analogiques, le module de capture de données DAM-3918 [5] de DFRobot peut être utilisé pour partager les données de capteur analogiques sur son interface RS485 optiquement isolée à l'aide du protocole Modbus RTU. D'une précision de  $\pm 1\%$ , il peut être utilisé avec des transmetteurs et des transducteurs à 2, 3 et 4 fils (0-5 V, 4-20 mA, par exemple). Chacun des canaux d'entrée 12 bits peut être configuré individuellement et offre une fréquence d'échantillonnage de 50 éch./s, soit 400 éch./s disponibles sur l'ensemble des canaux. La tension de l'alimentation doit être comprise entre 18 et 30 V CC.

### Oscilloscopes et capture de données à distance

De nos jours, les ingénieurs en développement disposent généralement d'ordinateurs portables relativement puissants. C'est pourquoi les constructeurs d'appareils de test et de mesure proposent désormais une large gamme d'oscilloscopes de bureau compacts qui utilisent l'écran d'un ordinateur externe comme moyen d'affichage. Cela permet aux développeurs d'utiliser des modules frontaux analogiques haute performance à moindre coût tout en intégrant une série de fonctionnalités avancées d'analyse et de décodage de protocole. L'Analog Discovery Pro 3000 de Digilent [6] est un exemple d'outil de mesure conçu suivant ce principe. Deux versions sont disponibles : l'ADP3450 à 4 canaux et l'ADP3250 à 2 canaux.

Il dispose, outre de ses entrées analogiques 14 bits et 0,5 Géch./s, de 16 E/S numériques et d'une alimentation numérique programmable. Utilisé avec le logiciel *WaveForms* [7] de Digilent, le Discovery Pro 3000 offre entre autres fonctionnalités la génération de formes d'onde et l'analyse de spectre et peut servir d'analyseur de réseau. Chaque instrument peut également être contrôlé au moyen d'un script écrit en JavaScript ou avec le kit de



Figure 3. Le T3SP-D4MX de Teledyne est un multiplexeur 1:4 CC à 10 GHz et deux canaux, contrôlable au moyen d'une DLL ou de l'interface graphique WinD4MX.exe.

Figure 4. Conçu pour fonctionner et collaborer à distance, l'équipement de test et de mesure Smart Bench Essentials de Keysight associe le fonctionnement traditionnel à la connectivité cloud.

développement logiciel (SDK) WaveForms en C/C++, C#, Visual Basic ou Python.

Il se distingue en outre par son mode Linux unique qui permet d'en faire une puissante solution de test de matériel opérant de façon autonome. Associé au SDK WaveForms, ce mode basé sur terminal permet de créer et de programmer des tests ou des applications personnalisés. Les résultats peuvent être transmis par Ethernet ou être enregistrés dans des tampons de capture locaux capables de stocker des millions de points de données.

## Optimiser sa paillasse

Les équipements de test connectés à un ordinateur portable offrent beaucoup de fonctionnalités dans un boîtier réduit, mais ils n'encombrent pas moins la paillasse lorsqu'ils sont connectés. De plus, ils entraînent sensiblement l'utilisation de l'ordinateur à d'autres fins, comme traiter ses e-mails, taper ses rapports ou participer aux inévitables vidéoconférences. Smart Bench Essentials de Keysight Technologies [8] est une famille d'outils de test et de mesure traditionnels, mais empilables. Ces appareils disposent d'une connectivité de qualité industrielle et d'écrans bien dimensionnés de 7 pouces (18 cm) et offrent la possibilité de partager les résultats des mesures.

La gamme comprend des oscilloscopes à deux et quatre canaux, un multimètre à 5½ chiffres, des générateurs de signaux arbitraires à un et deux canaux et une alimentation programmable à trois sorties (voir figure 4). Le kit d'empilement des instruments permet de réduire à un minimum l'encombrement sur la paillasse. Le logiciel inclus BenchVue permet d'enregistrer et d'analyser des données, mais le plus intéressant est le logiciel de gestion de laboratoire PathWave. Les gestionnaires et



les enseignants peuvent assurer le suivi des équipements connectés à un réseau filaire Ethernet ou sans fil Wi-Fi, déployer des mises à jour du micrologiciel ou rendre les outils de mesure utilisables à distance via le cloud.

## Déployer son cloud grâce aux tests et mesures

La connectivité cloud est en plein essor sur les marchés ciblés par les ingénieurs. Cela fait naître de nouveaux besoins comme le fait de disposer d'une vue d'ensemble de la topologie sans fil sur site, de méthodes de test RF avancées et configurables ou encore de solutions pour rendre des équipements anciens mais toujours utiles compatibles avec le cloud. Du fait de leur programmabilité, les oscilloscopes sans écran peuvent être réemployés comme outils de test et d'enregistrement de données à distance très polyvalents.

Ils peuvent en outre transmettre leurs relevés sur des plateformes cloud à des fins d'analyse plus approfondie. Enfin, même les équipements de test traditionnels – chaque instrument dans son propre boîtier – offrent désormais une connectivité avancée et robuste qui permet une gestion efficace du laboratoire, le partage de mesures et un contrôle basé sur le cloud. On peut en conclure que de quelque manière que ce soit, les outils de test et de mesure trouveront toujours leur utilité dans un environnement cloud. ↗

230458-04

### Le Voltaire

1, Avenue Leo Lagrange  
19100 Brive-La-Gaillarde  
+33 5 55 85 79 96  
france@mouser.com



### À propos de l'auteur

Stuart Cording est un journaliste indépendant qui écrit pour Mouser Electronics. Spécialisé dans la création de contenu vidéo, il se concentre sur la recherche technique. Il s'intéresse particulièrement à certaines techniques, à la façon dont elles s'intègrent dans les applications finales et aux perspectives d'évolution. Mouser Electronics est un distributeur agréé de semi-conducteurs et de composants électroniques qui se concentre sur le lancement de nouveaux produits commercialisés par ses partenaires fabricants leaders de l'industrie. produits commercialisés par ses partenaires fabricants leaders de l'industrie.

## LIENS

- [1] 5G pour l'automatisation de l'industrie : <https://www.ericsson.com/en/news/2020/2/5g-for-factory-automation>
- [2] Siretta SNYPER-LTE Spectrum : <https://bit.ly/46DLXqf>
- [3] BitWare RFX-8440 : <https://eu.mouser.com/new/test-measurement/bittware-rfx-8440>
- [4] T3SP-D4MX-BUNDLE : <https://bit.ly/3D0q476>
- [5] DFRobot DAM-3918 : <https://bit.ly/3D3gPTC>
- [6] Digilent Analog Discovery Pro 3000 : <https://bit.ly/3PR8XMR>
- [7] Digilent WaveForms : <https://digilent.com/shop/software/digilent-waveforms/>
- [8] Keysight Smart Bench Essentials : <https://bit.ly/3JRekaP>