

# Points importants lors de l'intégration de capteurs de gaz dans les conceptions de surveillance de la qualité de l'air

Auteur : Rolf Horn, Applications Engineer at Digi-Key Electronics

La surveillance de la qualité de l'air est à un tournant. Les solutions traditionnelles, principalement les stations de surveillance sponsorisées par les gouvernements, sont volumineuses et coûteuses, et analysent généralement des échantillons d'air limités. Parallèlement, les systèmes de surveillance de l'air domestiques et industriels utilisent depuis longtemps les technologies de détection de gaz existantes pour la surveillance de la qualité de l'environnement et la détection des fuites.

Cependant, ces capteurs de gaz ont une empreinte relativement importante et consomment généralement beaucoup d'énergie. Ils ne disposent pas non plus des capacités de traitement, de la connectivité et de la sécurité nécessaires aux mises à niveau pour effectuer les routines d'autodiagnostic et de génération de rapports qui sont fondamentales pour les applications modernes de l'Internet des objets (IoT) et de l'Internet industriel des objets (IIoT).

Pour résoudre ces problèmes, des solutions de capteurs de gaz hautement intégrées et flexibles émergent, proposées par des fournisseurs comme [Cypress Semiconductor](#), [Gas Sensing Solutions](#), [IDT](#), [Renesas](#) et [Sensirion](#). Ces solutions apportent une intégration, une puissance de traitement, une sécurité et une connectivité accrues, et promettent des mesures plus précises pour détecter les changements environnementaux dans les maisons, les bâtiments, les voitures, les hôpitaux et les usines.

Cet article présente quelques exemples récents et montre comment ils répondent aux besoins des concepteurs grâce à des conceptions pré-étalonnées et à des micrologiciels précompilés. Il examine également en quoi les fonctionnalités d'étalonnage et de mémoire facilitent différentes configurations de capteurs avec l'aide de conceptions de référence et de kits matériels.

## Caractéristiques essentielles des capteurs de gaz pour l'IoT

Les avancées réalisées dans les microsystèmes électromécaniques (MEMS) ont permis la création de capteurs de gaz miniatures à faible coût. À mesure que la technologie MEMS s'améliore, la précision et la fiabilité des capteurs augmentent également. Outre un temps de réponse rapide, il s'agit là de caractéristiques essentielles qui déterminent la capacité d'un capteur de gaz à surveiller l'environnement.

Cependant, bien que la technologie sous-jacente de détection de gaz soit importante, ces caractéristiques ne constituent pas le seul facteur déterminant des performances d'un capteur. En effet, les améliorations des capacités d'étalonnage offrent aux concepteurs des choix concernant le type de gaz, la plage de concentration et les coûts. Les améliorations du micrologiciel vont également de pair avec les fonctionnalités d'étalonnage pour aider les concepteurs à intégrer rapidement des capteurs de gaz dans une variété d'applications IoT.

En outre, les capteurs de gaz sur puce simple peuvent être rapidement intégrés aux conceptions IoT de surveillance de la qualité de l'air qui utilisent des dispositifs de détection pré-étalonnés avec un micrologiciel précompilé. Ces capteurs compacts sont étalonnés électriquement pour assurer la cohérence d'un lot à l'autre. De plus, la mémoire non volatile (NVM) intégrée dans le dispositif de capteur stocke la configuration et fournit de l'espace pour d'autres données.

Outre le pré-étalonnage, le micrologiciel précompilé renforce encore l'intégration et la précision, tout en réduisant considérablement la consommation d'énergie des capteurs de gaz. Le micrologiciel précompilé simplifie également le travail global de développement, permettant aux concepteurs d'ajouter de nouvelles capacités de détection sans modifier le matériel, tout en permettant les mises à jour du système après le déploiement.

### Capteurs de gaz pré-étalonnés

Prenons l'exemple du module de capteur de gaz [ZMOD4510IA1R](#) d'IDT qui peut quantifier des concentrations de seulement 20 parties par milliard (ppb). Il est optimisé pour la détection des gaz atmosphériques à l'état de traces, comme les oxydes d'azote (NOx) et l'ozone (O<sub>3</sub>), deux causes majeures de la mauvaise qualité de l'air extérieur. Le capteur de gaz numérique est conçu pour surveiller la qualité de l'air extérieur d'après l'indice de qualité de l'air (AQI) de l'agence américaine de protection de l'environnement (EPA). Le module capteur mesure 3,0 mm x 3,0 mm x 0,7 mm et inclut un élément de détection de gaz et un circuit intégré de mise en forme des signaux (Figure 1).

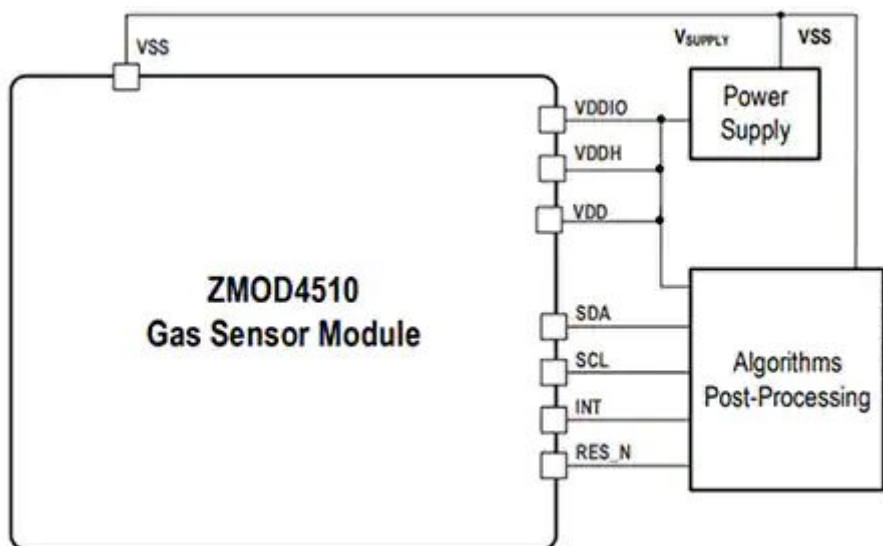


Figure 1 : Le module de capteur de gaz ZMOD4510IA1R utilise des algorithmes pour calculer les concentrations de gaz extérieurs. (Source de l'image : IDT)

Dans le ZMOD4510IA1R, l'élément de détection se compose d'un élément chauffant sur une structure MEMS basée silicium et d'une chimiorésistance à oxyde métallique (MOx). Le circuit intégré de mise en forme des signaux contrôle la température du capteur et mesure la conductivité MOx, qui dépend de la concentration de gaz.

Outre les fonctionnalités d'étalonnage, le ZMOD4510IA1R, basé sur un matériau MOx éprouvé, est très résistant aux siloxanes, pour une grande fiabilité dans les environnements difficiles. Pour un prototypage et un développement plus rapides, il est pris en charge par le kit d'évaluation de capteur de gaz [ZMOD4510-EVK-HC](#) qui permet de tester et d'évaluer le module de capteur de gaz via une connexion USB bidirectionnelle à un PC Windows®. Dans le kit d'évaluation, un module basé sur un microcontrôleur contrôle l'interface de communication I<sup>2</sup>C pour afficher la sortie mesurée d'ozone et d'oxydes d'azote (Figure 2).



Figure 2 : Le kit ZMOD4510-EVK permet aux concepteurs d'évaluer rapidement le capteur de gaz ZMOD4510 à l'aide de son logiciel d'évaluation intégré. (Source de l'image : Digi-Key Electronics)

La série de capteurs d'humidité et de température [HS300x](#) d'IDT inclut également une logique d'étalonnage et de compensation de température intégrée pour fournir des valeurs d'humidité relative (HR) et de température entièrement corrigées via une sortie I<sup>2</sup>C standard. L'humidité relative correspond au rapport entre la pression partielle de la vapeur d'eau et la pression de vapeur d'équilibre de l'eau à une température donnée.

Aucun étalonnage des données de sortie n'est requis de la part de l'utilisateur, et les données mesurées sont corrigées en interne et compensées pour un fonctionnement précis sur une vaste plage de niveaux de température et d'humidité. Les capteurs MEMS [HS3001](#), [HS3002](#), [HS3003](#) et [HS3004](#) mesurent 3 mm x 2,41 mm x 0,8 mm et diffèrent uniquement en termes de précision des mesures d'humidité relative et de température.

### Surveillance de l'air basée cloud

Les concepteurs peuvent utiliser des capteurs de gaz pour enregistrer la qualité de l'air en traitant localement les données ou en développant des statistiques au fil du temps à l'aide d'une plateforme cloud via une connexion IP. Dans ce cas, les kits matériels facilitent la connectivité cloud sécurisée et le contrôle de la surveillance via un tableau de bord.

Par exemple, le kit [YSAECLLOUD2](#) AE-Cloud2 de Renesas permet aux développeurs de connecter des dispositifs comme le capteur de gaz ZMOD4510IA1R et le capteur d'humidité HS3001 aux services cloud via Wi-Fi, un réseau cellulaire et d'autres canaux de communication. Le kit IoT permet également aux développeurs de visualiser les données des capteurs dans un tableau de bord en temps réel.

Il existe de nombreuses alternatives disponibles pour les développeurs qui ont besoin de surveiller la qualité de l'air intérieur et extérieur à l'aide de plateformes basées cloud. La plateforme de capteurs de gaz compatible cloud pour la [surveillance de la qualité de l'air intelligente nouvelle génération](#)

de Digi-Key combine les microcontrôleurs [PSoC 6](#) de Cypress Semiconductor à des capteurs de gaz et de poussière de Sensirion (Figure 3). Les microcontrôleurs PSoC 6 fournissent des périphériques programmables qui communiquent avec n'importe quel capteur de Sensirion.

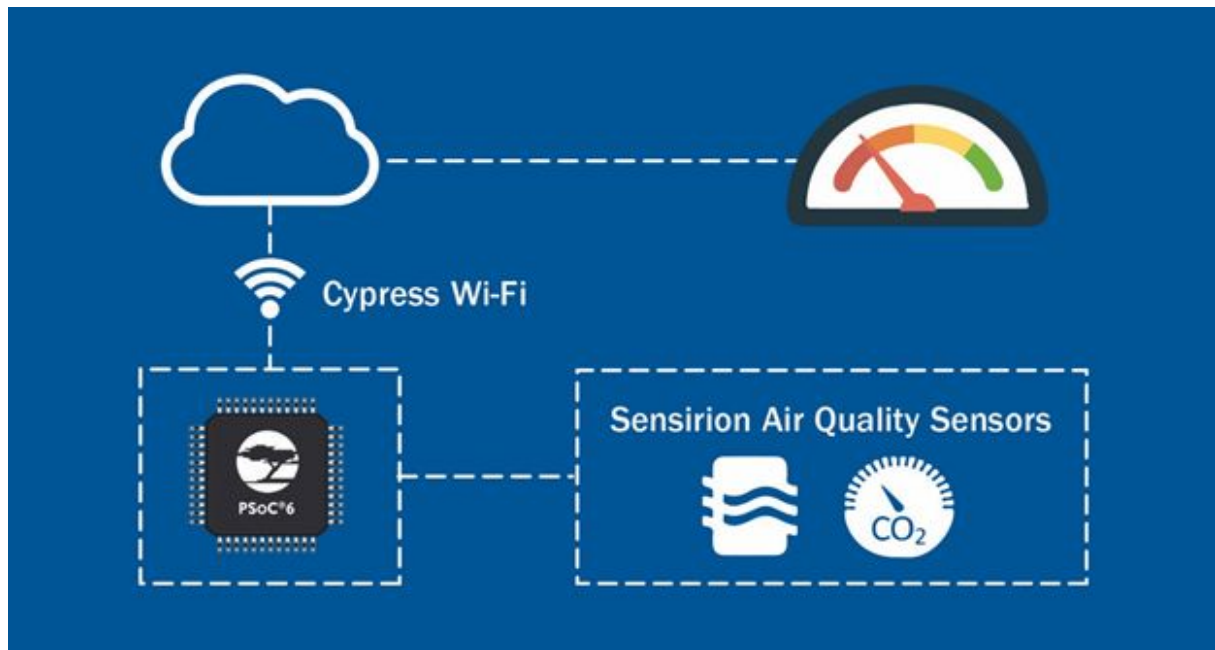


Figure 3 : Illustration d'une conception de surveillance de la qualité de l'air pour les maisons et les bâtiments intelligents, qui envoie des données au cloud via des liaisons Wi-Fi pour une présentation dans un tableau de bord. (Source de l'image : Digi-Key Electronics)

Il est important de noter que la plupart des nœuds IoT qui surveillent la qualité de l'air (à l'intérieur comme à l'extérieur) sont soumis à des contraintes énergétiques, fonctionnant souvent sur batterie. Pour ces applications, le PSoC 6 étend la durée de vie de la batterie grâce à sa basse consommation. Il est basé sur une architecture [Arm®](#) Cortex®-M double cœur avec technologie de processus de 40 nanomètres (nm). La consommation de puissance active est de 22  $\mu\text{A}/\text{MHz}$  pour le cœur M4 et de 15  $\mu\text{A}/\text{MHz}$  pour le cœur M0+. De plus, le microcontrôleur prend en charge le démarrage sécurisé, les mises à jour sécurisées du micrologiciel et la cryptographie accélérée par le matériel pour les capteurs de gaz dans les environnements domestiques et industriels intelligents, où la sécurité des données et la confidentialité des utilisateurs sont toujours une préoccupation.

Les microcontrôleurs PSoC 6, combinés aux solutions de détection de gaz de Sensirion, peuvent aider à créer des applications pour les purificateurs d'air, la ventilation à la demande et d'autres applications de surveillance de la qualité de l'air intérieur. Les dispositifs de surveillance connectés peuvent contrôler avec précision l'environnement en répondant rapidement aux informations environnementales.

Prenons par exemple le capteur de gaz [SGP30](#) de Sensirion, qui combine plusieurs éléments de détection en oxyde métallique, ou pixels, sur une seule puce pour mesurer à la fois les composés organiques volatils totaux (COVT) et un signal équivalent CO<sub>2</sub> (CO<sub>2eq</sub>). Les COV proviennent de nouveaux produits et matériaux de construction comme les tapis, les meubles, les peintures et les solvants. La valeur COVT fait référence à la concentration totale de COV présents dans l'air et constitue un moyen rapide d'évaluer la qualité de l'air intérieur.

Le SGP30 peut mesurer les valeurs COVT et CO<sub>2eq</sub> sur une membrane commune dans un boîtier miniature de 2,45 mm x 2,45 mm x 0,9 mm. De plus, contrairement aux capteurs de gaz traditionnels qui perdent en stabilité et en précision après quelques mois en raison de composés chimiques appelés siloxanes, les éléments de détection de ce capteur multigaz résistent à ce type de contamination. Cette fonction réduit les décalages pour assurer une stabilité à long terme.

Les éléments de détection du capteur de gaz SGP30 sont constitués d'un film chauffé de nanoparticules MOx. Sensirion a également intégré les autres composants du capteur (élément chauffant et électrodes) dans la puce afin de réduire l'empreinte du capteur (Figure 4).

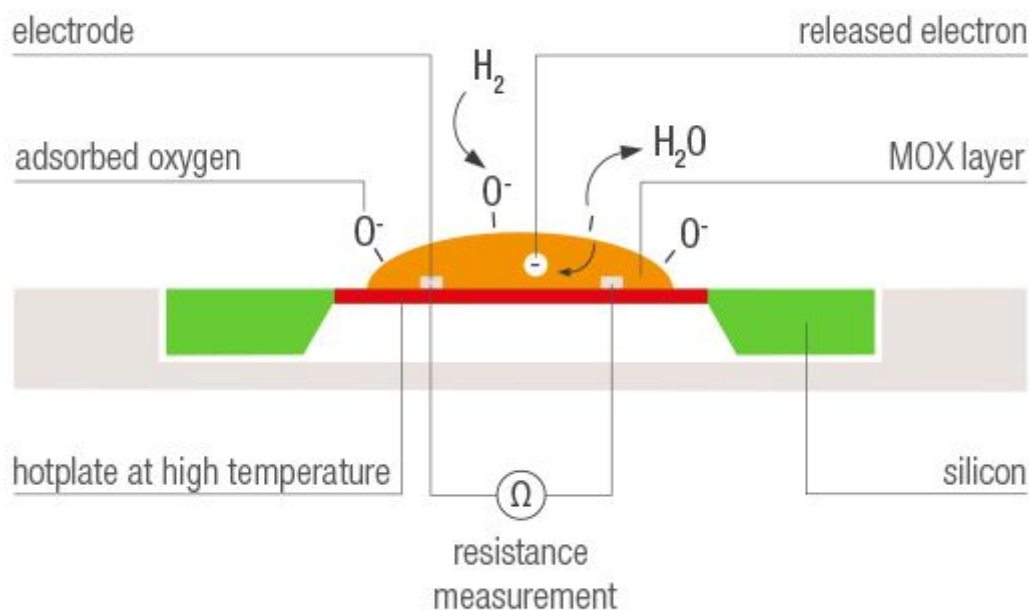


Figure 4 : Le capteur multigaz SGP30 intègre quatre éléments de détection, ou pixels, dans une seule puce dotée d'une microplaque thermorégulée et d'une interface I<sup>2</sup>C. (Source de l'image : Sensirion)

Pour accroître le niveau d'intégration, Sensirion a combiné le capteur de gaz SGP30 à son capteur d'humidité et de température [SHTC1](#) pour créer un module combiné de capteurs, le [SVM30](#). En plus de plusieurs éléments de détection, il inclut un traitement des signaux analogiques et numériques, un convertisseur analogique-numérique (CAN), une mémoire d'étalonnage et de données, et une interface de communication numérique prenant en charge le mode standard I<sup>2</sup>C.

### Vitesse de détection de gaz

La vitesse de détection est un autre obstacle lorsqu'il s'agit de l'évolution rapide des niveaux de CO<sub>2</sub> dans l'analyse de la respiration et d'autres applications de surveillance de l'air en temps réel. Il est nécessaire d'utiliser des capteurs de gaz pour augmenter considérablement le taux d'échantillonnage, en particulier pour les capteurs de qualité de l'air intérieur alimentés par batterie.

Gas Sensing Solutions a construit le capteur de gaz [SprintIR-WF-20](#) autour de la technologie LED à l'antimoniure d'indium et des conceptions optiques. En tant que tel, il évite à la fois les pièces mobiles (MEMS) et les filaments chauffés (Figure 5). Il capture 20 mesures par seconde et il est fourni avec un adaptateur de transfert continu en option. De plus, le SprintIR-WF-20 dispose de trois plages de mesure : 0 - 5 %, 0 - 20 % et 0 - 100 % de concentration de CO<sub>2</sub>. Sa précision est de  $\pm 70$  ppm (+5 % de la mesure).



Figure 5 : Le capteur de CO<sub>2</sub> SprintIR-WF-20 est disponible avec des options pour prendre en charge des structures à transfert continu ou à diffusion. (Source de l'image : Digi-Key Electronics)

Le capteur communique via une simple interface UART avec différents réseaux IoT sans fil, comme Zigbee, LoRaWAN, Sigfox et EnOcean. À 35 milliwatts (mW), le SprintIR-WF-20 a besoin de beaucoup moins de puissance que les capteurs de CO<sub>2</sub> infrarouges non dispersifs (NDIR) typiques. Il fonctionne à partir d'une alimentation de 3,25 V à 5,5 V et consomme un courant moyen inférieur à 15 milliampères (mA) (100 mA crête). Grâce à ces valeurs, le SprintIR-WF-20 est adapté aux dispositifs alimentés par batterie, comme les dispositifs corporels. Les nouveaux changements micrologiciels améliorent davantage la durée de vie des batteries et renforcent la précision de la détection de CO<sub>2</sub>.

Le capteur de gaz est fourni avec le kit d'évaluation [EVKITSWF-20](#), et il suffit donc aux concepteurs de connecter le capteur de CO<sub>2</sub> à un ordinateur via une clé USB pour commencer à enregistrer les données du capteur. La clé USB contient le logiciel d'évaluation à installation automatique. Il convient de mentionner que l'auto-étalonnage fonctionne pour la plupart des applications de surveillance de la qualité de l'air, mais que le kit d'évaluation permet aux développeurs d'étalonner le zéro pour des environnements spécifiques.

## Conclusion

Les concepteurs de dispositifs de détection de gaz pour les systèmes IoT et IIoT abandonnent peu à peu les conceptions autonomes volumineuses traditionnelles. Ce faisant, ils doivent rechercher des solutions de détection de gaz qui leur permettent d'améliorer la précision, la fiabilité et le temps de réponse, et de réduire les coûts et la consommation, tout en tirant pleinement parti des capacités de l'IoT et des plateformes de collecte et d'analyse de données basées sur le cloud. Les autres caractéristiques essentielles à surveiller sont la conception de l'interface, la vitesse de détection et la plage de concentration.

Comme illustré ici, il existe de nombreuses solutions disponibles qui répondent non seulement aux besoins des concepteurs, mais simplifient également l'intégration de ces capacités de détection améliorées dans des formats compacts qui sont indispensables pour les dispositifs alimentés par batterie. Ces solutions incluent également des capacités d'étalonnage et des micrologiciels pouvant être mis à jour, ce qui est essentiel pour pouvoir configurer (et reconfigurer) efficacement des conceptions de surveillance de la qualité de l'air. Grâce à ces capteurs de gaz, couplés à une connectivité cloud, les concepteurs peuvent travailler dans des écosystèmes matériels et logiciels hautement compatibles pour répondre aux exigences des conceptions IoT et IIoT d'aujourd'hui et de demain.

<https://www.digikey.fr/fr/articles/what-matters-when-integrating-gas-sensors-into-air-quality-monitoring-designs>" />