

LIVRE BLANC

Capteurs environnementaux

Mars 2026

Table des matières

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | Introduction | 3 |
| 2 | Contexte | 3 |
| 3 | Que mesurer et pourquoi ? | 3 |
| 4 | Technologies de mesure | 4 |
| 5 | Placement et champ de vision des capteurs | 5 |
| 6 | Scénarios d'utilisation | 6 |
| 7 | Utilisation dans des secteurs de l'industrie | 7 |
| 8 | Capteurs de qualité de l'air Axis | 8 |
| 8.1 | Capteur de qualité de l'air autonome | 11 |
| 8.2 | Capteur de qualité de l'air avec périphérique hôte | 12 |

1 Introduction

Les capteurs environnementaux détectent et mesurent divers paramètres dans les environs, en général la température, l'humidité, les niveaux de bruit, les vibrations, l'indice de chaleur, l'humidex ou différents types de pollution.

Un capteur de qualité de l'air est un type de capteur environnemental qui détecte et mesure spécifiquement les paramètres de qualité de l'air tels que la teneur en gaz et en particules. Ces capteurs sont souvent conçus pour être utilisés dans des environnements où la qualité de l'air est généralement bonne et où l'on souhaite être informé des anomalies.

Ce livre blanc présente un aperçu des capteurs de qualité de l'air connectés à un réseau, de ce qu'ils mesurent et de leur fonctionnement.

2 Contexte

Le maintien d'un environnement intérieur sain et durable est important pour un certain nombre de raisons, notamment le HSE (santé, sécurité, environnement), l'efficacité opérationnelle et l'intelligence économique. En mesurant divers paramètres de qualité de l'air intérieur, en détectant les anomalies et en procédant à des ajustements en conséquence, vous pouvez garantir aux occupants un espace sain et confortable.

Le moniteur de la température et des niveaux d'humidité relative joue également un rôle important dans le maintien d'un environnement intérieur qui favorise la longévité de l'équipement tout en vous permettant d'effectuer des ajustements si nécessaire. Les données peuvent être utilisées pour éclairer les décisions relatives à la ventilation et à d'autres aspects de la gestion des bâtiments, contribuant ainsi à un fonctionnement plus durable et plus efficace.

En outre, la possibilité de documenter et de prouver une gestion adéquate de la qualité de l'air intérieur pourrait vous aider à atteindre des objectifs de développement durable ou à démontrer votre conformité aux réglementations en vigueur. Des capteurs avancés peuvent détecter le vapotage et le tabagisme et vous permettre ainsi de prendre des mesures rapides pour maintenir un environnement sans fumée.

3 Que mesurer et pourquoi ?

Les polluants atmosphériques importants à surveiller sont les particules (PM), les composés organiques volatils (COV), les oxydes d'azote (NO_x), le dioxyde de carbone (CO₂), ainsi que le vapotage et le tabagisme. Vous pouvez également mesurer l'humidité relative (HR), l'indice de chaleur, l'humidex, et la température de l'air. En outre, vous pouvez déterminer l'indice de qualité de l'air (AQI) au fil du temps.

- **Particules** : L'exposition aux particules peut avoir des effets à court terme sur la santé, tels qu'une irritation des yeux, du nez et de la gorge, une toux et un essoufflement. Elle peut également affecter la fonction pulmonaire et aggraver des pathologies telles que l'asthme et les maladies cardiaques. Les particules comprennent par exemple le pollen, les moisissures, les spores, la poussière et la fumée, ainsi que les aérosols émis par les vapeurs. Les particules sont généralement classées en fonction de leur diamètre :
 - PM₁ : particules ultrafines, d'un diamètre inférieur à 1 micromètre. Peuvent pénétrer profondément dans les poumons et la circulation sanguine.
 - PM_{2,5} : Particules fines, d'un diamètre inférieur à 2,5 micromètres. Généralement associées à la pollution de l'air et aux problèmes respiratoires.
 - PM₄ : Particules grossières, d'un diamètre inférieur à 4 micromètres. Souvent liées à la poussière, au pollen et à d'autres polluants atmosphériques plus importants.
 - PM₁₀ : Particules inhalables, d'un diamètre inférieur à 10 micromètres. Comprend les particules fines et grossières qui peuvent pénétrer dans les poumons.
- **COV** : Plusieurs COV sont dangereux pour la santé humaine ou nuisent à l'environnement, et certains sont réglementés par la loi. La plupart des COV ne présentent pas de toxicité aiguë mais peuvent avoir des effets à long terme sur la santé. Les COV peuvent être émis par des produits tels que les peintures, les solvants, les désinfectants, les antimites, les carburants stockés et les produits automobiles.

- **NO_x** : Les oxydes d'azote présents dans les environnements d'air intérieur sont les polluants les plus importants des gaz oxydants. Toute exposition à long terme, même à de faibles concentrations, peut être considérée comme nocive. Les oxydes d'azote sont produits lors des processus de combustion, généralement dans les moteurs de voiture ou en cuisinant sur une cuisinière à gaz, en brûlant des bougies ou en fumant. Les sources extérieures, telles que les gaz d'échappement des voitures, peuvent affecter la qualité de l'air à l'intérieur d'un bâtiment si le système de filtration d'air de ce dernier ne convient pas.
- **CO₂** : De fortes concentrations de dioxyde de carbone peuvent provoquer des maux de tête et des difficultés respiratoires. Dans les écoles et les bureaux, le dioxyde de carbone peut réduire la capacité d'apprentissage et la productivité en diminuant la capacité de concentration des étudiants et des employés. Comme l'homme expire du dioxyde de carbone, sa concentration augmente normalement dans les espaces intérieurs mal ventilés. Le dioxyde de carbone provient également de l'extraction et de la combustion des combustibles fossiles. Le dioxyde de carbone (CO₂) ne peut être confondu avec le monoxyde de carbone (CO).
- **Vapotage et tabagisme** : Les vapeurs génèrent de fines particules qui se répandent et se déposent dans les voies respiratoires. Le tabagisme est lié à de nombreux effets négatifs sur la santé, tels que les problèmes respiratoires, la bronchite chronique, les maladies cardiaques et le cancer du poumon.
- **Humidité relative** : Un taux d'humidité trop élevé peut provoquer la formation de moisissures dans un bâtiment, tandis qu'un taux d'humidité trop faible est à l'origine d'une irritation et d'un dessèchement de la peau et des yeux chez l'homme. Le contrôle des niveaux d'humidité est également important dans les salles de serveurs et les centres de données, pour prolonger la durée de vie des équipements sensibles. Les niveaux d'humidité intérieure sont généralement influencés par la ventilation, la cuisine et la climatisation.
- **Température** : Des températures trop élevées ou trop basses peuvent avoir un impact négatif sur le confort humain et la longévité des équipements. Les températures intérieures sont influencées par les températures extérieures en combinaison avec une isolation ou un chauffage inadéquats. Les appareils ou les machines peuvent également générer beaucoup de chaleur à l'intérieur.
- **IAQ** : L'indice de qualité de l'air est une mesure largement utilisée qui quantifie le niveau des polluants atmosphériques. En mesurant les concentrations de particules fines (PM_{2,5}) sur une période de 12 heures, l'AQI classe la qualité de l'air en différentes catégories. La méthode NowCast utilise une moyenne pondérée des 12 dernières mesures horaires pour fournir une estimation de l'AQI en temps réel.
- **Indice de chaleur/Humidex** : Une température trop élevée peut provoquer une sensation d'inconfort dans l'organisme humain et entraîner un coup de chaleur ou un épuisement dû à la chaleur. L'indice de chaleur et l'indice d'humidité (humidex) décrivent la température ressentie par une personne moyenne, à l'ombre ou à l'intérieur, en combinant la température de l'air et l'humidité relative.

4 Technologies de mesure

Les capteurs de qualité de l'air Axis utilisent les technologies suivantes pour mesurer les paramètres de qualité de l'air.

Les **compteurs optiques de particules (OPC)** sont utilisés pour mesurer les particules. Un OPC fonctionne en projetant un laser sur l'air qui passe à travers le capteur. Le flux d'air est commandé par un ventilateur. Le laser diffuse de la lumière sur les particules du flux d'air, tandis qu'un capteur optique mesure la quantité de lumière diffusée. L'OPC peut ainsi calculer la quantité et la densité des particules. Il peut distinguer différentes compositions de particules et identifier, par exemple, les aérosols émis par les vapeurs.

Les **capteurs à oxyde métallique (MOX)** sont utilisés pour mesurer les COV et les NO_x. Un capteur MOX réagit à la quantité d'oxygène autour du capteur. Les gaz NO_x sont oxydants (augmentation de l'oxygène) tandis que les COV sont réducteurs (diminution de l'oxygène) lorsqu'ils brûlent à la surface du capteur MOX. L'humidité diminue également la quantité d'oxygène. Autrement dit, la présence simultanée de gaz NO_x et de COV dans l'air provoque une interaction entre les gaz. Tous ces facteurs sont compensés par l'utilisation du capteur d'humidité intégré et l'amélioration de la sélectivité pour mesurer spécifiquement les gaz réducteurs ou les gaz oxydants.

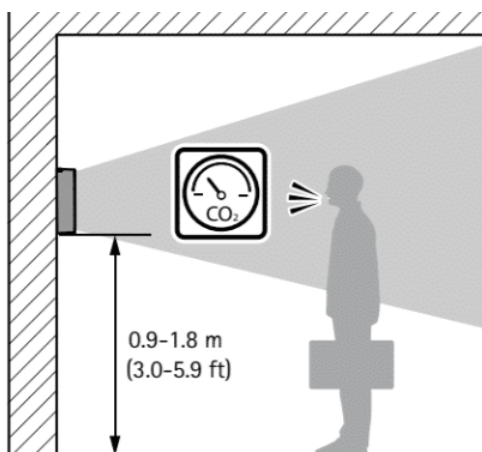
Les niveaux de CO₂ sont mesurés à l'aide de **sources de lumière IR pulsée**. Les sources de lumière émettent des longueurs d'onde absorbées par le CO₂. Comme la source de lumière est pulsée, les molécules de CO₂ qu'elle touche se mettent à vibrer et créent une onde acoustique. Plus les molécules de CO₂ sont nombreuses et plus l'onde acoustique est forte. Un microphone mesure ce phénomène afin de calculer la concentration de CO₂.

5 Placement et champ de vision des capteurs

Vous devez placer le capteur aussi près que possible de votre domaine d'intérêt pour obtenir des relevés optimaux. Choisissez un emplacement où l'air peut circuler librement, à distance des coins et des sources de chaleur et pas trop près des fenêtres ou bouches d'aération. Vous minimisez ainsi l'impact des flux d'air et de la chaleur sur la précision du capteur.

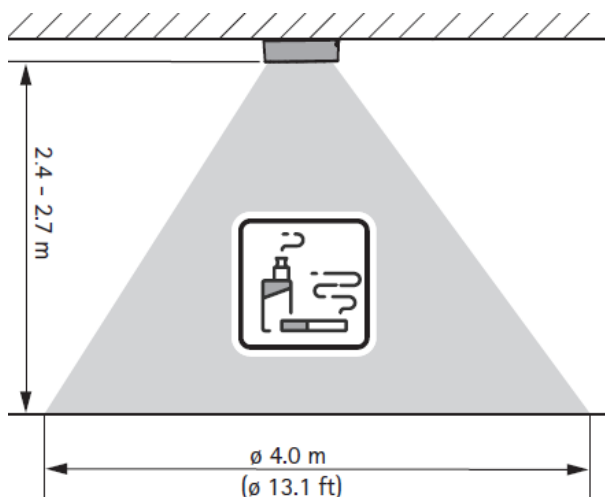
L'emplacement optimal dépend également des mesures que vous souhaitez privilégier. Consultez donc le manuel d'utilisation du produit pour connaître les directives d'installation spécifiques à votre cas d'utilisation.

Pour une surveillance efficace de la qualité de l'air, vous devez généralement installer le capteur au mur. Le placement à une hauteur de 0,9 à 1,8 mètre (3,0–5,9 pieds) par rapport au sol permet au capteur de mesurer la qualité de l'air au niveau de la respiration et de communiquer des données précises concernant l'exposition humaine. Dans les grands espaces, plusieurs capteurs peuvent être nécessaires pour garantir une détection précise et un champ de vision adéquat.



Placement mural pour mesurer les niveaux de dioxyde de carbone.

Pour détecter le vapotage ou le tabagisme, il est généralement nécessaire d'installer le capteur au plafond. Un capteur de qualité de l'air monté au plafond par Axis couvre environ 12 m² (130 pi²), avec un rayon de détection de 2 mètres (6,5 pi) à partir du point situé directement sous le capteur.



Champ de vision d'un capteur monté au plafond pour la détection du tabagisme ou du vapotage.

6 Scénarios d'utilisation

Les capteurs de qualité de l'air peuvent être utilisés pour soutenir le HSE (santé, sécurité renforcée, environnement), améliorer l'efficacité de fonctionnement et fournir une intelligence économique.

Détectez le vapotage et le tabagisme : La détection du vapotage et du tabagisme et le déclenchement d'une réponse appropriée permettent d'intervenir lorsque les interdictions de fumer ne sont pas respectées. Les réponses automatisées ou manuelles peuvent comprendre l'envoi d'une alerte audio ou visuelle, le lancement d'un enregistrement vidéo ou l'information du personnel.

Assurer une qualité de l'air intérieur saine : En surveillant la qualité de l'air intérieur, vous pouvez anticiper les problèmes en devenir et détecter les anomalies qui pourraient passer inaperçues aux yeux des occupants. Les capteurs de qualité de l'air peuvent suivre des indicateurs clés comme les niveaux de CO₂, et déclencher des alertes et des événements lorsque les relevés dépassent les limites fixées. Les alertes peuvent déclencher des réactions automatisées ou manuelles, par exemple en informant le personnel et les occupants lorsque la qualité de l'air est insuffisante, ou en réglant l'aération pour rétablir une qualité de l'air optimale.

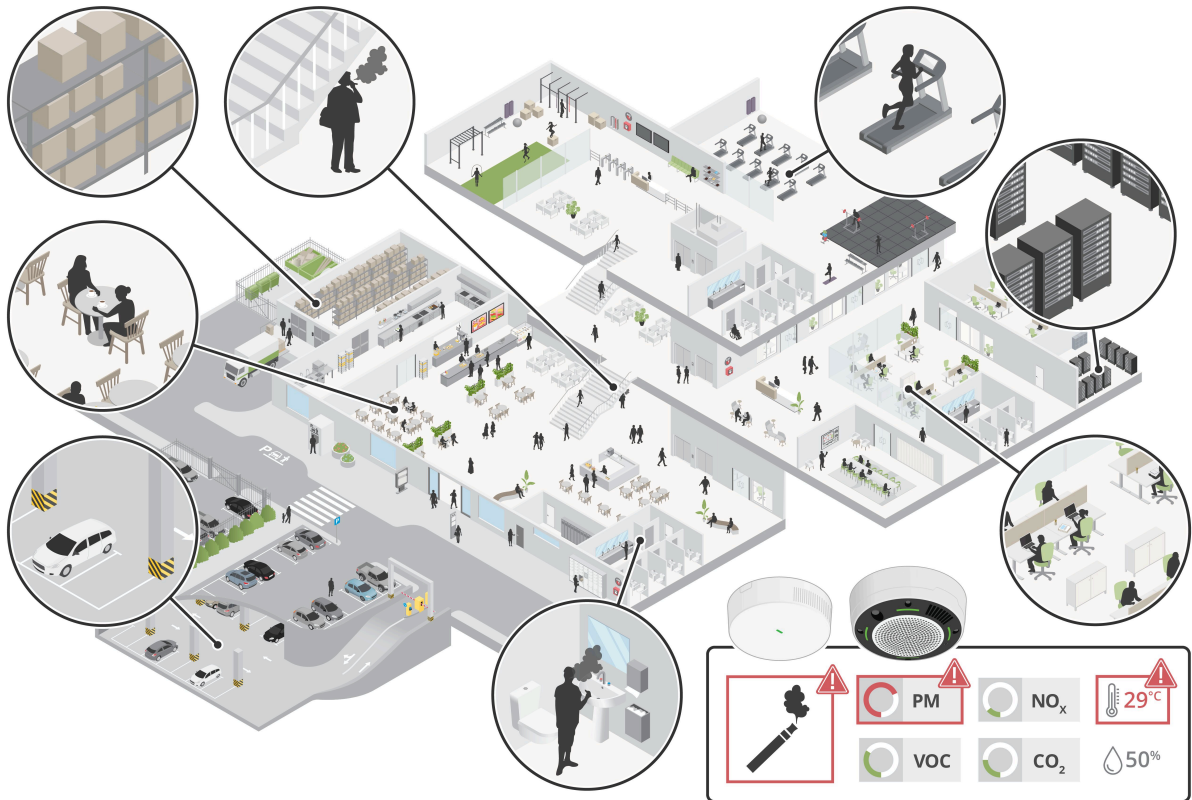
Obtenir un environnement intérieur de qualité : En surveillant la température et l'humidité relative, vous pouvez détecter les anomalies et procéder à des ajustements en conséquence pour prolonger la santé des machines et la longévité de l'équipement. Un capteur de qualité de l'air peut déclencher des alertes lorsqu'il constate que des niveaux se situent en dehors de la plage prédéfinie, pour que vous sachiez quand vous devez régler l'aération.

Analyser les données historiques et les métadonnées pour des décisions éclairées : Les capteurs peuvent vous aider à mieux comprendre les variations de la qualité de votre air intérieur. Ils fournissent les métadonnées dont vous avez besoin pour analyser les tendances au fil du temps et prendre des décisions concernant, par exemple, l'aération et l'aménagement de votre espace.

Atteindre les objectifs de durabilité : En installant des capteurs de qualité de l'air, vous pouvez recueillir des données qui vous aideront à assurer le suivi des objectifs de durabilité et à communiquer sur vos efforts.

Respecter la réglementation : L'installation de capteurs de qualité de l'air permet de documenter et de prouver une gestion adéquate de la qualité de l'air intérieur.

Renforcer la sécurité des travailleurs : En mesurant la température intérieure, vous pouvez détecter de manière proactive les conditions de chaleur dangereuses à l'intérieur et prendre des mesures, par exemple en adaptant les calendriers de travail. Cela permet de réduire le risque de maladies liées à la chaleur et de préserver le bien-être et la productivité de vos employés. Cela aide aussi les sociétés à se conformer à la réglementation de sécurité et de santé au travail sur l'exposition à la chaleur.



Les capteurs de qualité de l'air sont généralement utilisés pour la détection de la présence de fumée de cigarette ou de cigarette électronique dans les toilettes et les cages d'escalier, pour la surveillance des paramètres de qualité de l'air intérieur dans les bureaux et les espaces publics, et pour la surveillance de la température et de l'humidité dans les salles de serveurs.

7 Utilisation dans des secteurs de l'industrie

Les capteurs de qualité de l'air peuvent jouer un rôle essentiel dans la prévention des risques sanitaires, l'amélioration de la productivité et l'optimisation des activités dans de multiples secteurs.

- **Enseignement** : La promotion d'un environnement plus sain dans les établissements scolaires est capitale pour le bien-être et la réussite des élèves car elle permet de prévenir les troubles de la concentration et d'autres problèmes liés à la mauvaise qualité de l'air. En empêchant le vapotage et le tabagisme dans les espaces communs tels que les toilettes, les couloirs, les salles de classe, les bibliothèques, les cafétérias, les auditoriums et les espaces de loisirs, les enseignants peuvent contribuer à créer une atmosphère d'apprentissage plus sûre et plus favorable.
- **Centres de traitement de données** : La régulation de la température, de l'humidité et des niveaux de particules peut contribuer à prolonger la durée de vie des équipements.
- **Immobilier commercial** : La surveillance de la qualité de l'air permet une gestion plus intelligente des bâtiments dans les immeubles de bureaux, les hôtels ou les espaces publics. La qualité de l'air intérieur est également un élément des systèmes de certification des bâtiments écologiques, qui évaluent la durabilité environnementale des bâtiments.
- **Infrastructure/Industrie critique** : Le contrôle de la pollution de l'air, parfois causée par le traitement industriel lui-même, protège la santé des travailleurs et la qualité des produits en milieu industriel. Citons à titre d'exemple les usines de transformation des aliments, les zones de combustion de matériaux avec débris, ou encore les espaces de traitement de produits chimiques.

- **Commerce de détail** : Préserver la qualité de l'air permet d'améliorer la satisfaction du client dans les centres commerciaux et les magasins. Inversement, une mauvaise qualité de l'air peut entraîner une gêne et des problèmes de santé, tandis qu'une bonne qualité de l'air incite à prolonger les virées shopping.
- **Santé** : La qualité de l'air est essentielle dans les salles d'opération, les zones réservées aux patients et les unités de soins intensifs. Une surveillance étroite de la qualité de l'air peut également s'avérer cruciale lors de travaux de rénovation ou de construction dans les hôpitaux et les établissements de soins.

8 Capteurs de qualité de l'air Axis

Axis propose deux types de capteurs de qualité de l'air. L'un est un périphérique réseau IP autonome et l'autre doit être connecté à un périphérique réseau IP hôte.



Les capteurs de qualité de l'air Axis mesurent les paramètres de qualité de l'air intérieur et détectent le vapotage et le tabagisme. Vous pouvez les configurer pour qu'ils déclenchent des événements automatiques vous avertissant lorsque les valeurs des paramètres dépassent les seuils que vous avez définis.

tableau 8.1 Paramètres de qualité de l'air et plages de mesure pour les capteurs de qualité de l'air Axis.

| Paramètre | Plage de mesure |
|---|--|
| Particules (PM) | Concentrations de PM entre 0 et 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour des tailles de particules comprises entre 0,3 μm et 10 μm . Mesures séparées pour chaque catégorie de taille, PM ₁ , PM _{2,5} , PM ₄ , et PM ₁₀ . |
| Indice des composés organiques volatils (COV) | 0 à 500 *, présence collective de COV <100 : inférieur à la moyenne des 30 derniers jours >100 : supérieur à la moyenne des 30 derniers jours =100 : aucun changement par rapport à la moyenne des 30 derniers jours |
| Indice d'oxydes d'azote (NO _x) | 0 à 500 * <1 : inférieur à la moyenne des 24 dernières heures >1 : supérieur à la moyenne des 24 dernières heures =1 : aucun changement par rapport à la moyenne des 24 dernières heures |
| Dioxyde de carbone (CO ₂) | 0 à 40 000 ppm * |
| Indice de qualité de l'air (IQA) | 0 à 500 * |

| Paramètre | Plage de mesure |
|------------------------|----------------------------------|
| Humidité relative (RH) | 0 à 100 % (pas de condensation) |
| Indice de chaleur | 0 °C à 153 °C (32 °F à 307 °F) |
| Indice humidex | 0 °C à 96 °C (32 °F à 205 °F) |
| Température | -10 °C à +45 °C (14 °F à 113 °F) |
| Vapotage et tabagisme | Détecté ou non |

* Voir les périodes de calibrage applicables.

Les paramètres COV et NO_x sont mesurés sous forme d'indices plutôt que de valeurs absolues. C'est un choix que nous avons fait afin de pouvoir fournir un capteur de qualité de l'air nécessitant peu d'entretien. Le type de capteur qui mesure les valeurs absolues de COV et de NO_x nécessiterait un recalibrage manuel régulier à l'aide de solutions de COV et de NO_x dont les concentrations sont connues.

Pour les COV, la valeur de ligne de base de l'indice est 100. Les valeurs inférieures à 100 sont des indicateurs que la concentration de COV dans l'air est inférieure à la moyenne des 30 derniers jours. Les valeurs supérieures à 100 sont des indicateurs du fait que la concentration de COV dans l'air est supérieure à la moyenne des 30 derniers jours. Si la valeur est 100, la concentration de COV dans l'air est identique à la moyenne des 30 derniers jours. Il convient également de noter que la valeur de l'indice COV est influencée par la présence collective de COV, plutôt que par chaque composé individuellement. Si l'indice COV est plus élevé que prévu, vous pouvez effectuer une analyse supplémentaire afin d'identifier le principal facteur responsable.

Pour les NO_x, la valeur de ligne de base de l'indice est 1. Les valeurs inférieures à 1 sont des indicateurs que la concentration de NO_x dans l'air est inférieure à la moyenne des 24 dernières heures. Les valeurs supérieures à 1 sont des indicateurs du fait que la concentration de NO_x dans l'air est supérieure à la moyenne des 24 dernières heures. Si la valeur est 1, la concentration de NO_x dans l'air est identique à la moyenne des 24 dernières heures.

En raison du calibrage automatique, les mesures de l'AQI, du CO₂, des COV et des NO_x prennent un certain temps avant d'être opérationnelles.

- La précision totale du CO₂ prend 2 jours la première fois que le périphérique fonctionne.
- L'IQA nécessite 12 heures pour être fonctionnel lors du premier fonctionnement du périphérique. L'IQA affichera « Calculating » (En cours de calcul) jusqu'à ce qu'il dispose de suffisamment de données. Le temps de calibrage est nécessaire à chaque redémarrage du périphérique.
- La précision totale des COV est obtenue après une heure de fonctionnement du périphérique. Le temps de calibrage est nécessaire à chaque redémarrage du périphérique.
- La précision totale des NO_x est obtenue après six heures de fonctionnement du périphérique. Le temps de calibrage est nécessaire à chaque redémarrage du périphérique.

Pour savoir comment interpréter les résultats de vos mesures en termes de qualité de l'air, consultez le manuel d'utilisation du produit concerné.

Vous pouvez afficher les résultats des mesures dans un tableau de bord pour consulter les données en temps réel, mais aussi visualiser les données historiques et les tendances au fil du temps.

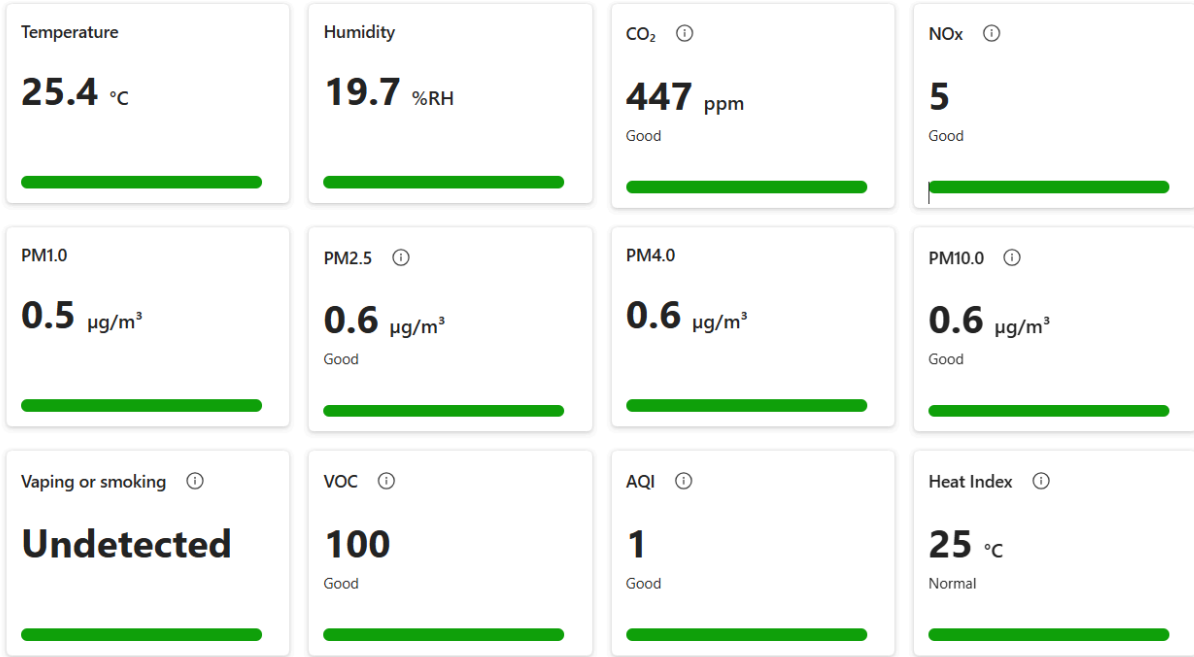


Tableau de bord affichant les données de mesure en temps réel d'un capteur de qualité de l'air Axis.

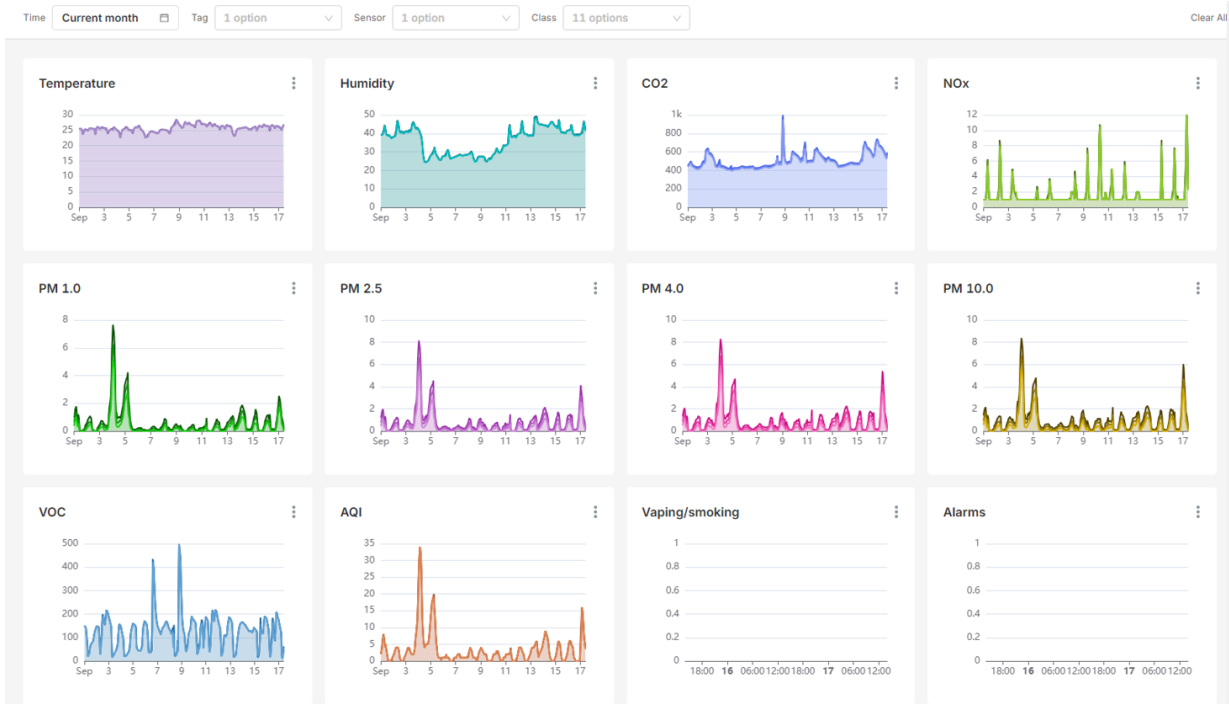


Tableau de bord affichant les données de mesure historiques d'un capteur de qualité de l'air Axis.

8.1 Capteur de qualité de l'air autonome



Le capteur de qualité de l'air autonome peut détecter le vapotage et le tabagisme ainsi que divers polluants atmosphériques et paramètres. Grâce à ses nombreuses fonctionnalités supplémentaires, il permet également une gestion proactive de la qualité de l'air et des réponses efficaces aux problèmes. Par exemple, il est équipé d'un capteur PIR pour la détection de présence et de LED multicolores pour les alertes visuelles. Le périphérique dispose également d'un système audio bidirectionnel pour les messages vocaux et l'analyse audio. Pour en savoir plus sur AXIS Audio Analytics, rendez-vous sur whitepapers.axis.com/audio-analytics-for-security-and-safety.

Avec le capteur de qualité de l'air autonome, les résultats des mesures sont disponibles dans l'interface web du capteur et un flux de tableau de bord vous permet également de consulter les résultats des mesures dans votre VMS.

8.2 Capteur de qualité de l'air avec périphérique hôte



Un capteur de qualité de l'air (à droite) ajoute efficacement une fonctionnalité de surveillance de la qualité de l'air à votre système de surveillance grâce à une caméra (à gauche) qui sert de périphérique hôte.

Notre capteur de qualité de l'air basé sur la technologie de conversion des ports est un produit relativement économique qui nécessite un périphérique hôte. Les périphériques Axis sélectionnés peuvent faire office de périphérique hôte, afin que vous puissiez ajouter facilement le capteur dans votre système de surveillance.

La connexion entre le capteur et le périphérique hôte Axis fonctionne grâce à la technologie de conversion des ports Axis, qui permet d'ajouter en toute transparence des fonctionnalités (en l'occurrence la capacité de mesure de la qualité de l'air) au périphérique hôte. En d'autres termes, le capteur utilise l'adresse IP du périphérique hôte et est commandé à partir de ce dernier. Les résultats des mesures sont disponibles dans l'interface web du périphérique hôte et également dans le flux de la caméra via des incrustations de texte MQTT.

À propos d'Axis Communications

En améliorant la sûreté, la sécurité, l'efficacité opérationnelle et l'intelligence économique, Axis contribue à un monde plus sûr et plus intelligent. Leader de son secteur dans les technologies sur IP, Axis propose des solutions en vidéosurveillance, contrôle d'accès, visiophonie et systèmes audio. Ces solutions sont enrichies par des applications d'analyse intelligente et soutenues par des formations de haute qualité.

L'entreprise emploie environ 5000 personnes dans plus de 50 pays et collabore avec des partenaires technologiques et intégrateurs de systèmes du monde entier pour fournir des solutions sur mesure à ses clients. Axis a été fondée en 1984, son siège est situé à Lund en Suède.
aboutaxis_text2