

Comment la surveillance de l'H₂S en phase liquide réduit les risques et la corrosion en STEP

Résumé

Au mieux, les stations de traitement des eaux usées peuvent fonctionner dans des environnements hostiles. Dans le pire des cas, elles peuvent être mortelles si les travailleurs sont exposés à des gaz de sulfure d'hydrogène qui s'accumulent dans les espaces confinés. Entre ces deux extrêmes, on trouve un large éventail de conditions de fonctionnement qui peuvent générer des niveaux fluctuants de sulfure d'hydrogène (H₂S). Une surveillance précise de ces niveaux d'H₂S peut considérablement améliorer les performances des installations.



Pourquoi la mesure en phase liquide fait la différence

Jusqu'à présent, la plupart des opérateurs de stations de traitement des eaux usées utilisaient des capteurs de phase gazeuse ou des échantillons ponctuels prélevés manuellement pour surveiller les concentrations en sulfure d'hydrogène dans leurs applications. Les capteurs électrochimiques qui surveillent avec précision la teneur en sulfure d'hydrogène lors de la phase liquide (figure 1) facilitent la surveillance de niveaux précis via des systèmes SCADA et PLC existants au sein de l'usine ou des systèmes basés sur le cloud.

- **Comparée à la mesure en phase gazeuse**, la mesure continue en phase liquide permet d'obtenir la véritable concentration en sulfure d'hydrogène dans l'eau elle-même. Il s'agit là d'un indicateur plus cohérent et plus fiable que la mesure des concentrations diffuses de gaz de sulfure d'hydrogène dans l'air mentionnée ci-dessus. En effet, la vitesse à laquelle l'H₂S passe de la phase liquide à la phase gazeuse, ainsi que les niveaux de concentration détectables dans l'air, peuvent varier en fonction de la température de l'eau/de l'air, des turbulences qui accélèrent le dégagement gazeux de l'H₂S de l'eau, de la distance du capteur au-dessus de l'eau et de la ventilation de l'air à l'endroit où l'H₂S est mesuré.
- **Comparée à des échantillons ponctuels prélevés manuellement** (qui sont coûteux, laborieux et, au mieux, un indicateur retardé), la mesure continue en phase liquide fournit des données plus rapidement afin de réduire les niveaux de l'H₂S liés aux odeurs et aux problèmes de sécurité. Prendre ces mesures au niveau de l'ouvrage de tête, voire encore plus en amont dans



Figure 1. Ce capteur électrochimique compact, conçu avec un design anti-encrassement permettant un fonctionnement en immersion dans les eaux usées, peut fournir le profil le plus précis de la concentration réelle en sulfure d'hydrogène en phase liquide à de nombreux endroits des stations de traitement des eaux usées et des réseaux de collecte. L'avantage d'une telle surveillance continue est la possibilité d'utiliser une boucle de rétroaction pour affiner le dosage des produits chimiques avec un minimum d'effort de la part de l'équipe d'exploitation.

le système de collecte, permet aux opérateurs de stations de traitement des eaux usées de suivre en continu la concentration réelle en H₂S dans l'eau qui s'écoule en direction de la chaîne de traitement.

Là où la mesure en phase liquide a un impact

Comme elle permet de mesurer les concentrations les plus défavorables en H₂S dans les eaux usées en quelques secondes, la mesure du sulfure d'hydrogène en phase liquide prise directement dans le flux des eaux usées peut être bénéfique pour de nombreux aspects du fonctionnement de la station de traitement des eaux usées :

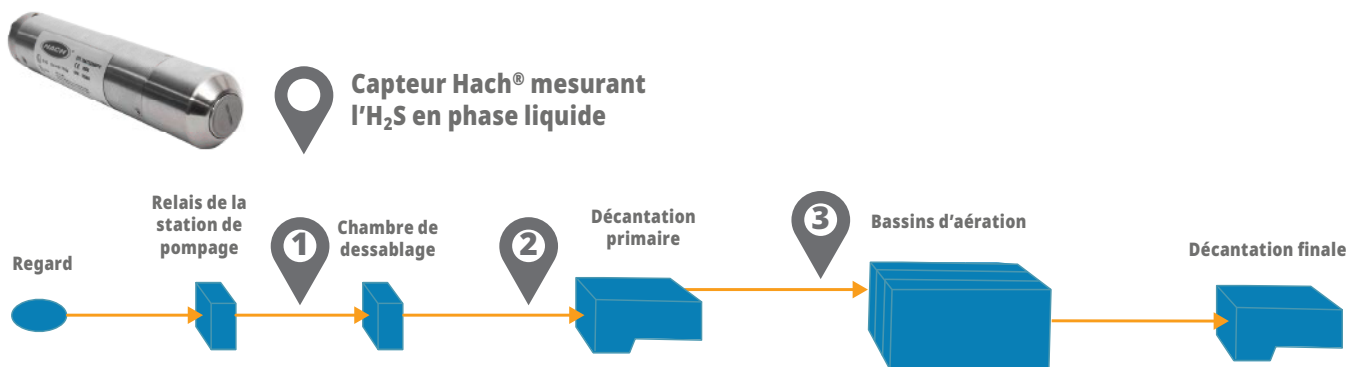
1. **Des relevés rapides, précis et continus permettent d'identifier les risques potentiels** associés aux activités de maintenance dangereuses dans les zones sujettes à l'accumulation de sulfure d'hydrogène ou affectées par des fluctuations allant bien au-delà des concentrations quotidiennes habituelles.
2. **Il est possible d'ajuster et d'optimiser le dosage des produits chimiques** en fonction de l'évolution des concentrations en sulfure d'hydrogène ce qui peut également contribuer à réduire les coûts des produits chimiques au

strict minimum sans risquer l'exposition des travailleurs à l'H₂S ou des plaintes relatives aux odeurs de la part de la population habitant aux alentours.

3. **Vous obtenez un aperçu en continu de l'évolution des concentrations**, ce qui permet également de minimiser les dommages corrosifs sur les infrastructures coûteuses, réduisant ainsi les dépenses d'investissement liées au remplacement prématuré des équipements.
4. **Il est possible fournir les informations précises nécessaires pour éviter le surdosage**, ce qui réduit non seulement les coûts d'exploitation, mais minimise également les risques de traitements chimiques excessifs venant bouleverser les procédés de traitement biologique critiques tels que l'élimination chimique du phosphore ou le traitement primaire physico-chimique.

Trouver un équilibre optimal entre les concentrations les plus défavorables détectables en phase liquide et les traitements chimiques les plus rentables crée des avantages opérationnels aux emplacements clés (figure 2) au sein d'une STEP :

Station d'épuration des eaux usées



Entrée des eaux usées

Figure 2. Ce schéma montre les capteurs en phase liquide qui détectent les concentrations en H₂S au niveau du dégrilleur en tête (1) afin d'optimiser le traitement chimique des sulfures pour empêcher le dégagement d'odeurs, au niveau du traitement primaire (2) afin d'éviter un surdosage qui pourrait compromettre l'élimination chimique du phosphore ou l'efficacité du procédé, ainsi qu'au niveau du bassin d'aération (3).

- **Entrée de station.** La surveillance des intrants au niveau de l'ouvrage de tête d'une station de traitement des eaux usées permet de protéger contre la corrosion les équipements en aval, évite la libération d'odeurs et réduit les conditions de travail potentiellement dangereuses en adaptant le dosage chimique à l'exposition réelle de l'H₂S. Bien que la surveillance de l'entrée au niveau de l'ouvrage de tête puisse être l'étape la plus simple à suivre, le suivi des tuyaux d'entrée provenant de stations de pompage séparées peut également aider à mieux comprendre les effets en amont et le fonctionnement du réseau de collecte pour un meilleur contrôle de l'H₂S.
- **Clarificateurs primaires.** La mesure précise en phase liquide peut offrir de nombreux avantages en termes de contrôle des odeurs et peut avertir les opérateurs de toute perturbation des procédés de traitement biologique.
- **Bassins d'aération.** La surveillance en phase liquide de l'H₂S dans le bassin d'aération peut également aider à gérer le phosphore.
- **Digesteurs anaérobies.** Utiliser la mesure en phase liquide dans la recirculation d'un digesteur anaérobie peut permettre d'optimiser/réduire la production des sulfures au cours de la digestion.

Ne pas travailler sans filet afin d'éviter des coûts supplémentaires

Au-delà des problèmes de surcoût des traitements chimiques, l'absence de mesure continue et précise des variations des concentrations en H₂S pour guider la prise de décisions des usines de traitement peut également pénaliser les opérations en occasionnant d'autres problèmes :

- **Un surdosage de sels ferriques** pour le contrôle du H₂S peut consommer les nutriments tels que le phosphore nécessaires pour soutenir la croissance biologique en aval dans la station de traitement. La consommation des nutriments au-delà d'un certain point peut entraver la capacité de la biomasse à consommer la matière organique (DBO) des eaux usées.
- **Une surréduction des acides gras volatils** dans le flux des eaux usées peut également perturber l'équilibre sur lequel les stations de traitement des eaux usées reposent pour l'élimination biologique du phosphore.
- **La prolifération de bactéries filamenteuses indésirables**, encouragée par la présence de l'H₂S peut perturber les caractéristiques de décantation des boues, affectant ainsi le fonctionnement du clarificateur et la qualité de l'eau traitée.

Pourquoi la précision et la cohérence sont importantes (et comment les obtenir)

Le principal avantage de la mesure du sulfure d'hydrogène en phase liquide est qu'il s'agit de l'indicateur le plus précis en termes de risques liés à la sécurité ou à la corrosion par rapport aux concentrations réelles en H₂S, même si ces conditions varient constamment en fonction de l'heure de la journée ou fluctuent énormément en raison de perturbations. La possibilité de surveiller les conditions en permanence, 24 h/24 et 7 j/7, établit une meilleure référence pour le contrôle de l'H₂S. La flexibilité accrue découlant de la portabilité ou de la détection phase gazeuse ou phase liquide permet également d'améliorer d'autres aspects des opérations de la station de traitement des eaux usées (figure 3).

Par exemple, la possibilité de déplacer des capteurs portables de phase liquide/phase gazeuse vers différents emplacements pour des évaluations liées à la sécurité et aux odeurs, en particulier les capteurs à connectivité cloud, permet d'avoir une meilleure vision de l'aspect économique lié aux conditions de fonctionnement d'une station de traitement des eaux usées. Les opérateurs peuvent les utiliser pour évaluer les efforts de contrôle du sulfure d'hydrogène existant ou pour tester des emplacements précédemment non surveillés afin de diagnostiquer des zones à problème non détectées auparavant.



Figure 3. La possibilité de monter un capteur comptable pour des mesures en phase gazeuse ou en phase liquide, de manière permanente ou temporaire et ce, directement dans les eaux usées ou dans l'air au-dessus, offre aux opérateurs de station de traitement des eaux usées une flexibilité maximale pour quantifier les problèmes d'odeurs potentiels, les menaces pour la sécurité ou les perturbations de procédés sur l'ensemble de leur installation.