

Introduction

Les concentrations en matières en suspension peuvent constituer un paramètre de performance important pour les applications de surveillance, telles que les flux de procédés industriels et les boues dans les stations d'épuration des eaux usées. Les méthodes standard d'analyse des matières en suspension, par exemple la norme EPA 160.2 ou la norme ISO 11923, nécessitent le recours à une procédure gravimétrique. Celles-ci consistent à faire passer l'échantillon à travers un filtre en fibre de verre, puis à le sécher jusqu'à poids constant. Cette méthode peut fournir des résultats très précis, mais elle est chronophage et ne peut pas être réalisée en ligne ; elle n'est donc pas idéale pour mesurer des flux de procédés susceptibles d'évoluer rapidement.

Lumière diffusée

Une autre approche, adaptée à la surveillance en continu, consiste à mesurer la quantité de lumière diffusée ou transmise par l'échantillon. La mesure des propriétés optiques permet de déterminer rapidement la teneur en matières en suspension d'un échantillon. Le capteur SoliSense® utilise la lumière diffusée pour effectuer ses mesures. La lumière est diffusée dans toutes les directions par les solides présents dans l'échantillon ; la proportion de lumière diffusée dans différentes directions dépend de la nature des solides mesurés. Notamment, la taille des particules solides a une grande influence sur le comportement de diffusion. Les petites particules ($< 0,06 \mu\text{m} \approx 1/10\text{e}$ de la longueur d'onde de la lumière) diffusent la lumière de manière égale dans toutes les directions ; les particules de taille moyenne ($> 0,15 \mu\text{m} \approx 1/4\text{e}$ de la longueur d'onde de la lumière) diffusent davantage la lumière vers l'avant, en raison d'une interférence additive ; et les grosses particules ($> 0,6 \mu\text{m} \approx$ longueur d'onde de la lumière) diffusent nettement plus de lumière vers l'avant. Le comportement de diffusion est également influencé par la couleur (qui affecte l'absorption de la lumière d'éclairage), l'indice de réfraction et la forme des particules, les formes sphériques provoquant davantage de diffusion vers l'avant que les formes en bâtonnets ou en spirales.

SoliSense®

Le SoliSense® mesure les concentrations de matières en suspension en effectuant une mesure de rétrodiffusion. L'échantillon est éclairé par une LED d'une longueur d'onde de 860 nm et la lumière diffusée est détectée par deux détecteurs positionnés à plus de 90° par rapport à l'angle d'incidence de la lumière d'éclairage. Le principal avantage de la mesure de la diffusion arrière par rapport à d'autres mesures optiques possibles réside dans la réduction de la longueur de trajet de mesure nécessaire. Cela constitue un avantage car, bien que la quantité de lumière diffusée augmente avec la concentration en matières en suspension, l'atténuation du signal lumineux finit par prendre le dessus et la réponse diminue. Il en résulte une courbe de réponse caractéristique d'un détecteur de lumière diffusée, comme celle illustrée à la figure 1. Les concentrations en matières solides auxquelles le pic apparaît, et à partir desquelles le capteur devient « aveugle », sont liées à la longueur du trajet optique. L'utilisation de détecteurs de rétrodiffusion, qui offrent les longueurs de trajet les plus courtes possibles, permet de situer le pic de réponse (le point où le capteur devient « aveugle ») à des concentrations élevées en matières solides. L'utilisation d'une source lumineuse de 860 nm dans le SoliSense® réduit l'effet de la couleur des particules sur les mesures par rapport à l'utilisation de sources de lumière blanche ou visible.

Le SoliSense® est équipé de deux détecteurs à rétrodiffusion afin d'optimiser la sensibilité et la plage de mesure. Ces détecteurs sont situés à des distances différentes de l'émetteur et sont appelés « détecteur long » et « détecteur court », comme le montre le schéma de la figure 2. Le détecteur « long », qui dispose d'un trajet optique plus long, offre une meilleure sensibilité, tandis que le détecteur « court », avec un trajet optique plus court, offre une portée plus étendue. La figure 3 montre comment les différents détecteurs réagissent lors de la surveillance d'échantillons de kaolin.

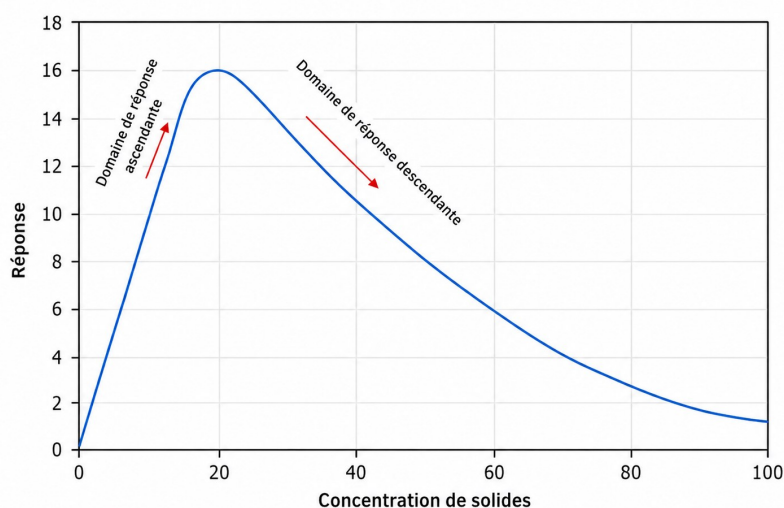


Fig. 1 Réponse d'un détecteur optique à la lumière diffusée.

Procédure de mesure

Lorsqu'une mesure optique est effectuée pour déterminer la concentration en matières en suspension d'un échantillon, le signal produit par le détecteur comporte deux composantes : la première provient de la lumière diffusée par les particules présentes dans l'eau et la seconde est un signal de fond. Le signal de fond comprend les décalages électriques, mais peut également inclure de la lumière qui n'est pas due à la diffusion des particules, telle que la lumière ambiante ou la lumière réfléchie par des surfaces. Dans les échantillons présentant une forte concentration en particules, l'effet de fond est négligeable, mais à de faibles concentrations, le signal de fond peut être significatif. L'effet des variations de la lumière de fond devient plus important s'il existe une différence entre la lumière de fond au moment de l'étalonnage et celle au moment de la mesure. Avec le SoliSense®, les effets de la lumière de fond sont éliminés grâce à la procédure de mesure innovante mise au point par Pi. Cette procédure consiste pour le capteur à effectuer des mesures à différents niveaux de lumière émise (100 % de lumière, 75 % de lumière, 50 % de lumière et 25 % de lumière) et à utiliser le gradient entre les lectures pour déterminer la concentration en matières en suspension de l'échantillon. Les lectures étant effectuées en succession rapide, on peut considérer que les conditions de fond sont identiques ; le gradient n'est donc pas affecté par le niveau de lumière de fond.

Étalonnage

Grâce à cette procédure de mesure, il n'est pas nécessaire d'utiliser un échantillon à « 0 » mg/L pour l'étalonnage. Cela élimine l'une des plus grandes sources d'erreur potentielles lors de l'étalonnage des instruments de mesure optiques, car un tel échantillon est difficile à obtenir, en particulier sur site, et sa mesure serait fortement affectée par les niveaux de lumière de fond.

Pour de nombreuses applications, un seul échantillon d'étalonnage suffit ; toutefois, pour les échantillons présentant des concentrations élevées en matières en suspension, la réponse du détecteur peut devenir non linéaire à mesure que la concentration augmente. Afin de permettre au SoliSense® de fonctionner avec de tels échantillons, des étalonnages multipoints (jusqu'à 5 points) peuvent être effectués. Pour chaque échantillon d'étalonnage, le gradient entre les signaux mesurés aux différents niveaux de luminosité est calculé. Les gradients des différents échantillons d'étalonnage sont utilisés pour établir une courbe d'étalonnage telle que celle illustrée à la figure 4.

L'utilisation d'une courbe d'étalonnage multipoint permet au SoliSense® de fournir une sortie linéaire sur toute la plage d'étalonnage, comme le montre la figure 5, qui présente les mesures obtenues avec divers échantillons de kaolin.

La sonde SoliSense® fournit des mesures rapides, fiables et précises des matières en suspension.

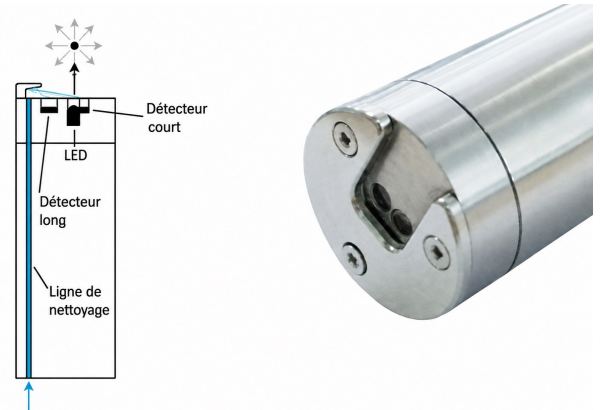


Fig. 2 Schéma et photo de la sonde SoliSense®.

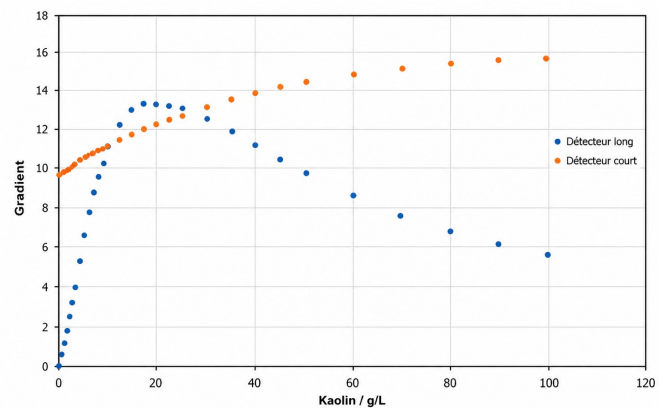


Fig. 3 Réponse d'un capteur SoliSense® à des échantillons de kaolin.

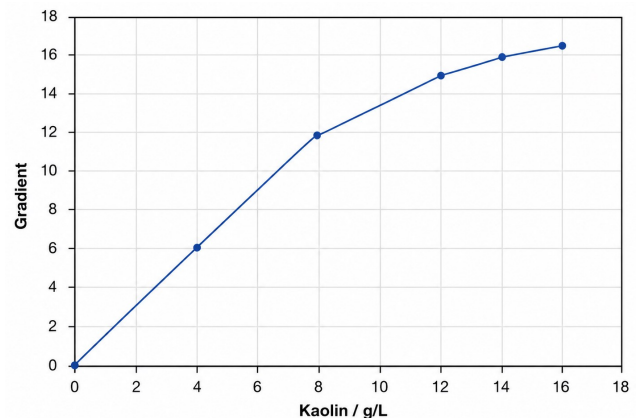


Fig. 4 Courbe d'étalonnage à cinq points du capteur SoliSense® pour le kaolin.

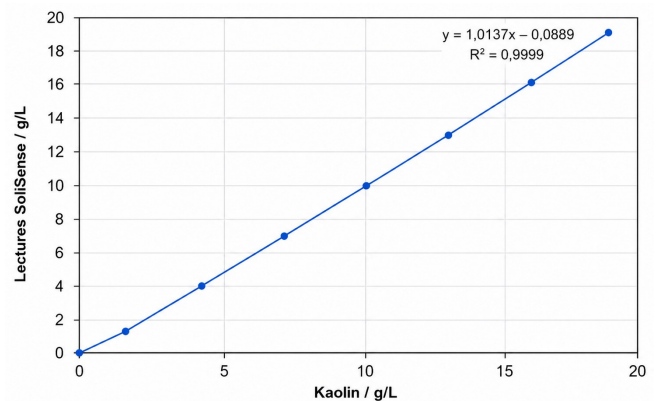


Fig. 5 Lectures SoliSense® pour une gamme d'échantillons de kaolin.