

### Introduction

Les concentrations totales de matières en suspension (MES), en unités de masse par volume telles que mg/L, peuvent être un paramètre de performance important pour la surveillance d'applications telles que les flux de processus industriels et les boues dans les usines de traitement des eaux usées. Les méthodes standard d'analyse des MES, par ex. EPA 160.2 ou ISO 11923, exigent l'utilisation d'une procédure gravimétrique. Celles-ci impliquent le passage de l'échantillon à travers un filtre en fibre de verre et le séchage jusqu'à poids constant. Cela peut donner des résultats très précis mais prend du temps et ne peut pas être effectué en ligne, donc n'est pas idéal pour mesurer des flux qui peuvent changer rapidement.

Pour qu'une mesure en ligne des MES soit utile, elle devrait être: en continu, à faible coût, avec peu d'entretien et pouvoir être étalonné à l'aide de résultats gravimétriques.

### Lumière Dispersée

Une approche adaptée à la surveillance continue en ligne consiste à mesurer la quantité de lumière diffusée ou transmise par l'échantillon. La mesure des propriétés optiques permet de mesurer et de rapporter en continu le niveau de MES dans un échantillon. Le capteur SoliSense® de Pi utilise la lumière diffusée pour les mesures. La lumière est diffusée dans toutes les directions par les solides de l'échantillon. La proportion diffusée dans différentes directions est liée à la nature des solides mesurés, notamment, la taille des particules a un effet important sur le comportement de diffusion. Les petites particules ( $<0,06\mu\text{m} \approx \frac{1}{10}e$  de longueur d'onde de la lumière) diffusent la lumière de manière égale dans toutes les directions, les particules moyennes ( $>0,15\mu\text{m} \approx \frac{1}{4}e$  de longueur d'onde de la lumière) diffusent la lumière davantage vers l'avant, en raison des interférences additives, et les particules ( $>0,6\mu\text{m} \approx$  longueur d'onde de la lumière) diffusent beaucoup plus de lumière vers l'arrière. Le comportement de diffusion sera également affecté par la couleur (affectant l'absorption de la lumière émise, l'indice de réfraction et la forme des particules, les formes sphériques provoquant plus de diffusion vers l'avant que les formes en tige et en spirale.

### SoliSense®

Le SoliSense® mesure les concentrations de MES en effectuant une mesure de rétrodiffusion. L'échantillon est illuminé avec une LED de longueur d'onde 860nm et la lumière diffusée est détectée par deux détecteurs positionnés à  $>270^\circ$  par rapport à l'angle d'incidence de la lumière émise. Le principal avantage de la mesure de la rétrodiffusion, par rapport à d'autres mesures optiques possibles, est la réduction des longueurs de trajet de mesure nécessaires. C'est un avantage car, tandis que la quantité de lumière diffusée augmente avec la concentration de MES, l'atténuation du signal lumineux finit par dominer et la réponse échoue. Cela donne lieu à la sortie caractéristique d'un détecteur de lumière diffusée comme celui illustré à la figure 1.

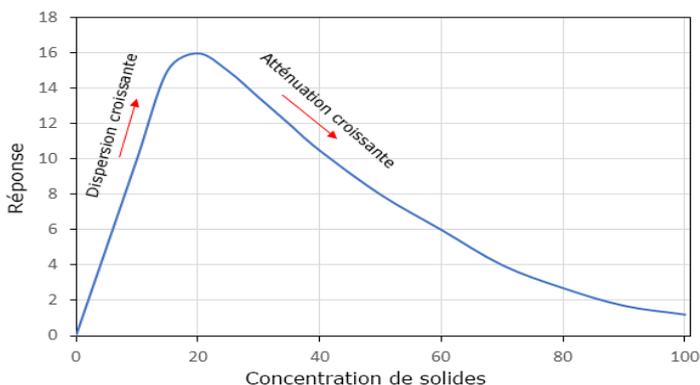


Fig.1. Réponse d'un détecteur optique à la lumière diffusée

Les concentrations de solides auxquelles le pic se produit, et finalement le capteur devient aveugle, sont liées à la longueur du trajet. L'utilisation de détecteurs de rétrodiffusion qui offrent les trajets les plus courts possibles permet à la position de la réponse maximale (le point auquel le capteur devient aveugle) de se produire à des concentrations élevées de MES. L'utilisation d'une source lumineuse de 860nm dans le SoliSense® réduit l'effet de la couleur des particules sur les mesures par rapport à l'utilisation de sources lumineuses blanches ou visibles.

Le SoliSense® est équipé de deux détecteurs de rétrodiffusion pour maximiser la sensibilité et l'échelle. Ces détecteurs sont situés à différentes distances de l'émetteur et sont connus sous le nom de détecteurs longs et courts, illustrés dans le schéma de la figure 2. Le détecteur long, avec le plus grand trajet optique, offre la meilleure sensibilité, et le détecteur court, avec un trajet optique plus court, apporte une plus grande plage de mesure. La figure 3 montre comment les deux détecteurs répondent aux différentes concentrations de kaolin.

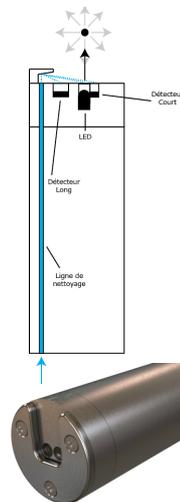


Fig.2. Schéma et photo de la sonde SoliSense®

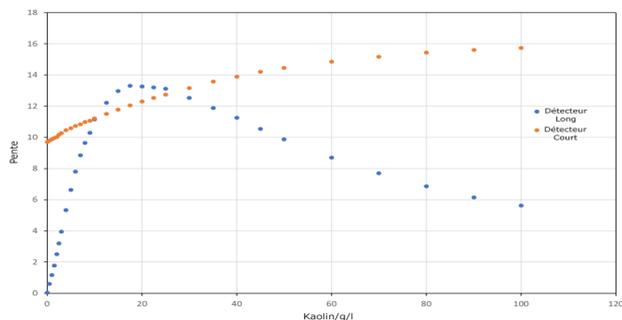


Fig.3. Réponse du SoliSense® avec les échantillons de kaolin

## 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 a deux composantes; le premier provient de la lumière diffusée par les particules dans l'eau et le second, un signal de fond. Le signal de fond inclura tous les décalages électriques mais peut également inclure la lumière qui n'est pas due à la diffusion de particules, telle que la lumière ambiante ou la lumière réfléchiée par les surfaces. Dans les échantillons à forte concentration de particules, le bruit de fond est négligeable, mais à de faibles niveaux, le signal de fond peut être significatif. L'effet de la variation de la lumière de fond devient plus important s'il y a une différence entre la lumière de fond lorsqu'un étalonnage est effectué et lorsqu'une mesure est effectuée. Avec le SoliSense®, les effets de lumière de fond sont éliminés grâce à l'utilisation de la procédure de mesure innovante et brevetée de Pi. Cette procédure implique que le capteur prenne des mesures à différents niveaux de lumière émise (100%, 75%, 50% et 25% de lumière) et utilise le gradient entre les lectures pour déterminer la concentration de MES de l'échantillon. Comme les lectures sont prises en succession rapide, les bruits de fond peuvent être supposés identiques, de sorte que le gradient n'est pas affecté par le niveau de ce signal de fond.

## Etalonnage

L'étalonnage de tout dispositif optique mesurant les MES doit être effectué par comparaison avec les résultats des MES obtenus à l'aide des normes EPA 160.2 ou ISO 11923.

La procédure de mesure signifie qu'un échantillon de '0' mg/L n'est pas requis pour l'étalonnage. Cela élimine l'une des erreurs potentielles les plus importantes lors de l'étalonnage des instruments de mesure optique, car un tel échantillon est difficile à obtenir, en particulier sur site, et la mesure d'un tel échantillon sera considérablement affectée par les niveaux de lumière de fond.

Pour de nombreuses applications, un seul étalon est nécessaire, mais pour les solutions avec des concentrations élevées de solides, la réponse du détecteur peut devenir non linéaire avec l'augmentation de la concentration en solides. Pour optimiser les résultats avec de tels fluides, des étalonnages multipoints (jusqu'à 5 points) peuvent être effectués. Pour chaque étalon, le gradient entre les signaux mesurés à différents niveaux de lumière est calculé. Les gradients des différents étalons sont utilisés pour produire une courbe d'étalonnage telle que celle illustrée à la Figure 4.

L'utilisation d'une courbe d'étalonnage multipoint permet au

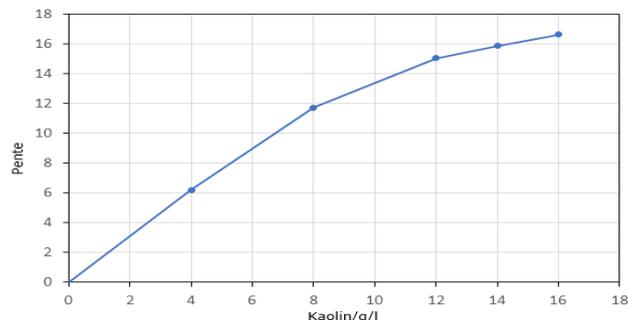


Fig.4. Etalonnage cinq-points SoliSense® avec du kaolin

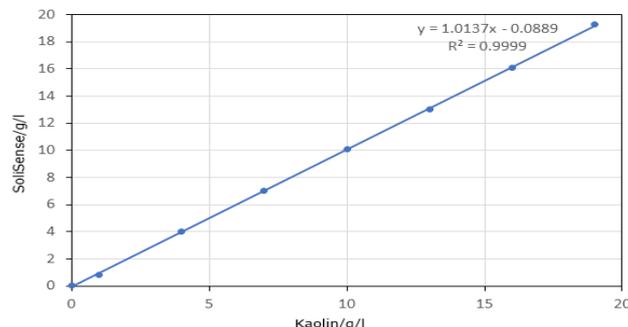


Fig.5. Mesures SoliSense® pour une gamme de solution kaolin

SoliSense® de donner une sortie linéaire sur la plage d'étalonnage, comme le montre la Figure 5, qui montre les lectures produites avec plusieurs échantillons de kaolin. Il est important d'obtenir des échantillons gravimétriques sur toute la plage des MES que l'on s'attend à voir par la suite.

Il est important de comprendre que les propriétés optiques d'un échantillon sur un site donné peuvent changer avec le temps, par exemple avec des sources de solides changeantes, avec des volumes changeants (événements pluvieux), ou dans un environnement industriel, en changeant la fabrication du produit. Les mesures optiques donnent une mesure secondaire des MES ayant été étalonnés par rapport aux méthodes gravimétrique standard et sont donc une approximation des MES réels présents dans un fluide.

## Conclusion

La mesure de MES est une mesure des matières en suspension dans une solution et est déterminé par des méthodes gravimétriques standard. Ces méthodes ne conviennent pas à une surveillance continue. La rétrodiffusion de la lumière fournit un substitut approprié et peut être étalonnée par rapport aux résultats gravimétriques.

Le SoliSense® de Pi est un appareil approprié pour mesurer en continu les MES dans une variété de configurations. Sa méthode brevetée de prise de mesures en fait un outil particulièrement utile, n'ayant pas besoin de réglage de zéro, compensant la lumière de fond et ayant une plage dynamique extrêmement large.

## Références

1. EPA-NERL: 160-2: Residue, Non-Filterable (Gravimetric, Dried at 103-105°C, Methods for the Chemical Analysis of Water and Wastes (MCAWW) (EPA/600/4-79/020)
2. ISO 11923:1997, Water quality - Determination of suspended solids by filtration through glass-fibre filters
3. EP3472596 - Turbidity Sensor and Method for Measuring Turbidity