

Coagulación y corriente de arrastre en fuentes de agua superficiales que cambian rápidamente

Introduction

Les systèmes de contrôle de la coagulation basés sur le courant de flux sont souvent utilisés pour réguler la coagulation lorsque la source d'eau brute est un « cours d'eau à débit variable » et qu'un épisode pluvieux peut entraîner d'importantes variations du dosage de coagulant, afin de s'adapter à la nature très changeante de l'eau brute. Traditionnellement, les essais en jar ont du mal à suivre le rythme des variations rapides de l'eau brute, ce qui fait que l'opérateur et la station ne parviennent jamais tout à fait à trouver le « juste équilibre » pendant ces épisodes, en particulier sur les petits sites sans personnel. L'utilisation d'un système de régulation par rétroaction, tel que le courant continu, peut considérablement améliorer la coagulation sur site. Cette note technique vise à expliquer certaines observations courantes et leurs causes.

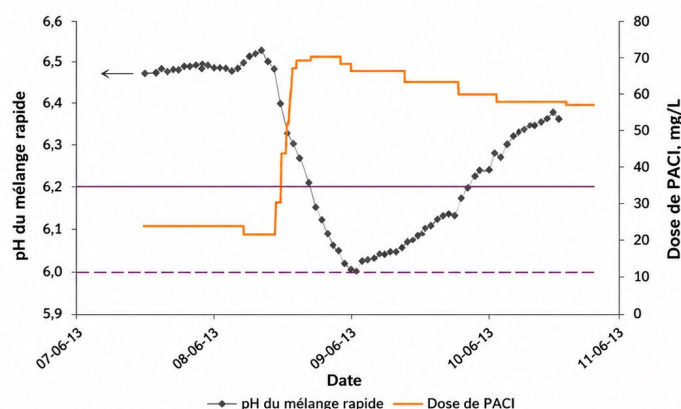
Que se passe-t-il avec l'eau brute lors d'épisodes pluvieux ?

La réponse évidente est qu'elle devient plus trouble et que la dose de coagulant doit être augmentée pour faire face à cette turbidité accrue. Mais ce n'est pas tout : selon la nature du cours d'eau, le pH peut varier, la température peut changer, le niveau de matières organiques dissoutes et l'alcalinité peuvent évoluer, et tous ces facteurs ont une incidence sur la coagulation, certains étant visibles (comme la turbidité) et d'autres non (comme le pH et les matières organiques dissoutes).

Comment ces facteurs influencent-ils la coagulation ?

- **Variations du pH et de la température** - le pH et la température peuvent augmenter ou diminuer lors d'un épisode pluvial en fonction de la source d'eau brute, ce qui peut soit améliorer, soit réduire l'efficacité de la coagulation, en agissant sur la réaction d'hydrolyse du coagulant et, par conséquent, sur la quantité de charge disponible. Les variations de pH peuvent persister bien plus longtemps que celles de la turbidité ou des matières organiques.
- **Variations de l'alcalinité** - lors d'épisodes pluvieux, l'alcalinité peut augmenter ou diminuer, ce qui n'a pas d'effet significatif sur la coagulation, sauf si l'alcalinité post-coagulation chute trop bas ; dans ce cas, un épisode pluvieux peut entraîner un manque d'alcalinité suffisant pour que les réactions d'hydrolyse du coagulant aient lieu, ce qui peut poser un grave problème pour le contrôle de la coagulation, qui ne peut être résolu qu'en ajoutant de l'alcalinité — généralement du carbonate de sodium ou de la chaux — à l'eau brute.
- **Variation des matières organiques dissoutes** — les matières organiques peuvent également augmenter ou diminuer lors d'un épisode pluvieux, mais elles ont généralement tendance à augmenter. Il s'agit là d'une demande « invisible » en coagulant, et de nombreux effets intéressants ont été observés concernant les matières organiques dissoutes ; par exemple, il n'est pas rare qu'un pic de matières organiques, ou un « front », descende le long du cours d'eau avant la turbidité, et il est encore plus fréquent que les matières organiques restent à un niveau élevé après que la turbidité est revenue à la normale.
- **Augmentation de la turbidité** - cela nécessitera une augmentation de la dose de coagulant. La turbidité correspond au changement visible de l'eau brute lors d'un épisode pluvieux.

■ pH > 6,0 pendant le bouleversement

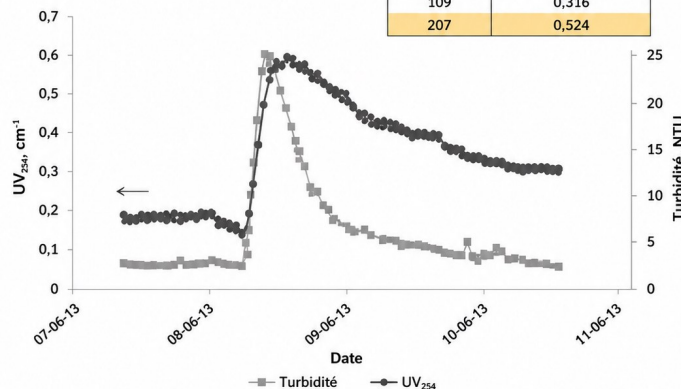


■ Qualité de l'eau brute de l'événement de pluie

■ UV de l'eau brute : ~ 0,6 cm⁻¹

■ Turbidité de l'eau brute : ~ 21 NTU

Couleur, UCV	UV de l'eau brute UV ₂₅₄ , cm ⁻¹
84	0,158
109	0,316
207	0,524



McVicar, M. Association du Canada atlantique pour l'eau et les eaux usées – Présentation lors du congrès de 2013. Utilisation d'instruments en ligne de pointe pour l'optimisation et le contrôle du processus de coagulation (Université Dalhousie)

<<http://acwwa.ca/conferences/2013confpresentations/category/94-dalhousie-university-using-advanced-online-instrumentation-for-coagulation-process-optimization-and-control.html>>

Pourquoi mon moniteur de courant continu suit-il la hausse de la turbidité mais ne suit-il pas sa baisse ?

Souvent, c'est la turbidité que l'on observe lorsqu'on parle d'un « épisode pluvieux ». La pluie entraîne des particules dans la rivière et l'augmentation du débit remue les sédiments, ce qui entraîne une hausse de la turbidité. Le système « Streaming Current » détecte l'augmentation de la charge négative dans l'eau brute et ajuste la dose de coagulant en conséquence. Ce que nous ne voyons pas, c'est que la teneur en matières organiques dissoutes est également élevée et que le pH est souvent modifié. Lorsque la pluie cesse et que la turbidité se stabilise, il reste une eau brute claire mais présentant une teneur élevée en matières organiques (qui mettent beaucoup plus de temps à « se déposer »). Le moniteur Streaming Current détecte toujours cette teneur élevée en matières organiques et dose le coagulant pour les éliminer. Les opérateurs interprètent souvent cela comme un surdosage. De plus, s'il y a une variation significative du pH après l'épisode pluvial par rapport à avant celui-ci, cette variation du pH peut affecter la coagulation en modifiant la charge disponible du coagulant.

Mais la couverture indique également que nous sommes en surdosage.

C'est tout à fait possible. Autrefois, les stations s'intéressaient principalement à l'élimination des particules, tandis qu'aujourd'hui, l'accent est davantage mis sur l'élimination des matières organiques. L'aspect d'un « voile » peut être un vestige de cette époque ; en d'autres termes, un voile peut sembler « anormal » par rapport à ce à quoi il ressemblait lorsque l'on s'intéressait principalement à l'élimination des particules. Ce voile pourrait en réalité être optimal pour éliminer des teneurs élevées en matières organiques avec une faible turbidité. La seule façon d'en être certain est de vérifier le dosage du coagulant à l'aide d'un SCM hors ligne ou de réaliser un test en bocal. Dans le cas d'un essai en bocal, il faudrait également effectuer une analyse UV254 pour s'assurer que l'on optimise à

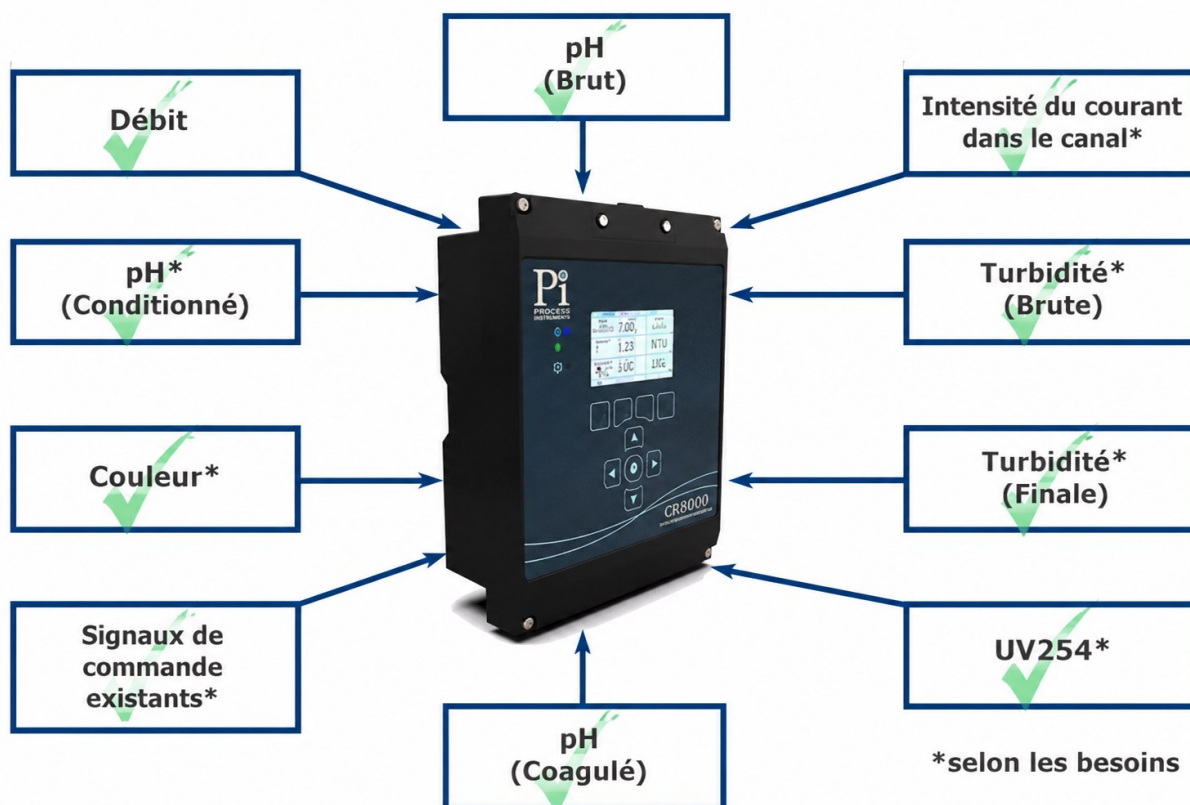
la fois l'élimination des matières organiques et celle de la turbidité. Il est possible d'obtenir une bonne élimination de la turbidité et de bons floccs à un dosage plus faible (et la couche de floccs semble satisfaisante), mais avec des matières organiques qui passent à travers, ce qui comporte des risques de formation de THM. Pour éliminer les matières organiques, il se peut qu'une dose de coagulant plus élevée soit nécessaire, ce qui pourrait se traduire par une couche de floccs et des floccs d'aspect médiocre. En raison de l'effet de la variation du pH sur l'efficacité du coagulant, le pH a également une incidence sur la formation de la couche de floccs et des floccs eux-mêmes. Moins le pH varie, moins la couche de floccs et les floccs varient.

El monitor de corriente de flujo parece ser muy sensible a los cambios de pH, ¿es así?

No. El monitor de corriente de flujo es sensible a la carga residual, y es esta la que reacciona a los cambios de pH. El monitor de corriente de flujo está funcionando correctamente cuando detecta cambios en el pH.

Durante la coagulación hay una serie de variables clave que afectan al proceso, en gran medida debido a su efecto sobre las reacciones de hidrólisis que producen la carga positiva en el agua, lo que conduce al proceso de neutralización de la carga y a una coagulación eficaz. Entre ellas se incluyen: el pH, la temperatura, la alcalinidad y el coagulante. En un mundo ideal, todas estas variables se controlarían para proporcionar a la planta unas condiciones óptimas para la coagulación. A veces esto no es posible y la planta tiene que «apañárselas» o «conformarse» con un agua con variables difíciles de controlar. En ocasiones, cambiar algún factor (como el coagulante) puede hacer que la planta alcance unas condiciones controlables. Un ejemplo podría ser pasar del alumbre al PAC si la planta sufre variaciones de pH en el agua coagulada.

Si en una planta se observa que la corriente de flujo (Streaming Current) fluctúa al variar el pH, lo que está ocurriendo es que la carga producida al añadir el coagulante se ve afectada por los



cambios de pH en el agua bruta, lo que indicaría que podría ser necesario realizar un análisis más detallado para mejorar el rendimiento de la coagulación. Dos medidas que podrían considerarse son cambiar de coagulante y/o introducir un control del pH.

¿Puede el monitor de corriente de flujo gestionar todas las eventualidades?

No. Tampoco puede hacerlo ningún sistema automático de control de la coagulación. Algunas plantas y algunas condiciones del agua en bruto son tan extremas que la única opción sensata es apagar la planta y esperar a que se restablezca la calidad del agua en bruto. Afortunadamente, estas plantas son muy pocas. En otras plantas puede ser necesario cambiar el coagulante o controlar el pH para mejorar el control y la coagulación.

¿Puede el control de coagulación por alimentación directa con UV254 gestionar todas las eventualidades?

No. Para que el UV254 proporcione un control eficaz, la mayor parte de la demanda de coagulante debe provenir de materia orgánica natural que absorba el UV254, de modo que se pueda establecer una relación lineal entre el UV254 y la demanda de coagulante. Además, si la turbidez es elevada, incluso con la compensación de turbidez integrada en el Pi, la absorción o atenuación debida a la turbidez enmascara la absorción por

parte de las sustancias orgánicas en el analizador utilizado para el control, por lo que, ante picos de turbidez extremadamente altos, la correlación con el UV254 se rompe. La UV254 es una herramienta extremadamente eficaz en el control anticipativo de la coagulación, pero depende de la calidad de la correlación entre la dosis «ideal» de coagulante y la absorbancia de la UV254. Cualquier factor que pueda afectar a la dosis ideal pero que no sea detectado por la UV254 —como cambios en la composición de los compuestos orgánicos disueltos o en algunos efluentes industriales— afectará negativamente a la capacidad de la UV254 por sí sola para controlar la coagulación.

¿Es la tecnología de corriente continua siempre la mejor para controlar la coagulación?

No. Hay muchos factores que hay que tener en cuenta antes de elegir cómo configurar el sistema de control de la coagulación. La temperatura del agua bruta, el pH, la alcalinidad, la turbidez, los compuestos orgánicos disueltos, el tipo de coagulante, el diseño y el funcionamiento de la entrada, el pH tras la coagulación, etc. La clave para una implementación satisfactoria del control de la coagulación es comprender el proceso y elegir los parámetros de control y el coagulante que mejor se adapten a la planta.

Sin embargo, en general, en una fuente de «río de caudal variable», la tecnología de corriente continua ofrece un control fiable de la coagulación.



Planta de tratamiento de agua

Conclusión

¿Cuál es, entonces, la mejor forma de controlar la coagulación?

El sistema CoagSense de Pi permite al ingeniero hidráulico (y a nosotros) elegir entre medir y controlar todos o algunos de los parámetros más críticos que afectan a una planta de tratamiento de agua concreta y, por lo tanto, ofrece una solución asequible y eficaz para sus necesidades de control de la coagulación. Para obtener más información, visite www.processinstruments.co.uk/products/coagulation-controller o póngase en contacto con nosotros en el + (44) 1282 422835 para hablar con uno de los especialistas en aplicaciones de nuestro equipo.