

L'IMPORTANCE DE LA MESURE DU CARBONE ORGANIQUE TOTAL

Les composés de carbone organique présentent des variations importantes. En fait, l'une des premières notions abordées dans la plupart des cours d'introduction à la chimie organique concerne le nombre pratiquement infini de composés de carbone, qui s'explique par la capacité du carbone à former de longues molécules semblables à des chaînes. Si les méthodes chromatographiques telles que la chromatographie en phase gazeuse (CPG) ou la chromatographie en phase liquide à haute performance (CLHP) permettent de déterminer la quantité de certains composés, l'utilisateur doit d'abord savoir quels composés spécifiques il recherche.

La mesure du carbone organique total (COT) est un test non spécifique, qui ne permet pas de déterminer quels composés particuliers sont présents (la plupart des échantillons sont des mélanges complexes qui contiennent des milliers de composés de carbone organique différents). En revanche, la mesure du COT permet à l'utilisateur de connaître la quantité totale de carbone organique présente dans ces composés.

Les raisons qui poussent les utilisateurs à mesurer le COT varient selon les secteurs, mais se classent généralement en deux catégories : le contrôle des process et la conformité à la réglementation. Les applications de mesure du COT les plus courantes incluent :

Eau potable municipale : le carbone organique réagit avec les produits chimiques de désinfection tels que le chlore et forme des sous-produits de désinfection qui peuvent être cancérigènes. La réduction du carbone organique avant la désinfection peut diminuer de façon significative l'exposition du public aux sous-produits de désinfection dangereux.

Eaux usées municipales : la surveillance du carbone organique dans l'influent permet de faciliter le contrôle des process et d'optimiser l'efficacité de la station, tandis que le contrôle de l'effluent est souvent obligatoire pour le rejet dans les eaux de surface.

Eaux usées industrielles : les industriels qui rejettent des déchets liquides dans les eaux de surface sont tenus de surveiller le COT.

Centrales électriques : la limitation des sources potentielles de composés corrosifs permet d'éviter de coûteux dommages causés aux équipements onéreux.

Fabricants de produits pharmaceutiques : l'eau est l'ingrédient le plus fréquemment utilisé pour fabriquer des médicaments. La réglementation limite la concentration en carbone organique afin d'éviter la prolifération de bactéries potentiellement dangereuses.

Fabricants de produits électroniques : une eau ultra-pure est utilisée pour la fabrication de microprocesseurs et de puces informatiques. La taille des processeurs et des circuits ne cesse de rétrécir, c'est pourquoi l'eau doit conserver un niveau de propreté exceptionnel afin d'éviter tout dommage microscopique sur ces circuits miniatures.

Méthodes de détection du COT

Différentes méthodes existent pour mesurer le COT. Cependant chaque méthode présente deux objectifs communs : 1) oxyder le carbone organique pour le transformer en dioxyde de carbone, et 2) mesurer le dioxyde de carbone généré.

Les méthodes fréquentes d'oxydation incluent l'utilisation d'agents chimiques (tels que les persulfates), la combustion (généralement à l'aide d'un catalyseur), l'exposition à une radiation ionisante (par exemple la lumière ultraviolette), l'exposition à la chaleur ou une combinaison de ces méthodes.

Les options sont moins nombreuses pour la détection du dioxyde de carbone. La conductivité et les infrarouges non dispersifs sont deux méthodes fréquentes (NDIR). Les méthodes de détection basées sur la conductivité fonctionnent en détectant une augmentation de la concentration en ions qui est attribuée à une présence augmentée d'ions de bicarbonate et de carbonate créés par l'oxydation de composés organiques. Les détecteurs infrarouges non dispersifs mesurent le dioxyde de carbone en déterminant la quantité de lumière infrarouge absorbée à une distance connue.

Prévention de l'endommagement de l'instrument

Deux problèmes courants peuvent endommager les instruments de mesure du COT ou produire des résultats de mesure erronés : la surcharge de l'échantillon (mesure d'un échantillon qui dépasse largement les spécifications maximales d'analyse) et la contamination (à partir d'un échantillon précédent).

Les conditions de surcharge sont fréquentes lors de l'analyse d'échantillons inconnus. Selon la technologie de mesure utilisée, ces conditions peuvent causer de dommages onéreux sur l'instrument. Par exemple, sur un instrument à combustion, les catalyseurs en platine peuvent facilement être endommagés et nécessiter un remplacement coûteux. Sur les instruments de mesure du COT basés sur une membrane, la surface de cette dernière risque d'être tapissée de composés de carbone organique par des échantillons inconnus à concentration élevée. Dans ce cas, l'instrument doit être réparé avant de pouvoir à nouveau être utilisé.

La contamination est causée par les résidus d'échantillons issus d'une mesure précédente. La contamination survient le plus souvent lorsque plusieurs répliques d'un même échantillon sont mesurées, et qu'un échantillon à concentration élevée est suivi d'un échantillon à faible concentration. L'équation suivante permet de calculer la contamination sous la forme d'un pourcentage de différence entre les deux concentrations d'échantillon :



Méthodes de calcul du COT

Le carbone inorganique est uniquement lié à l'oxygène, comme dans le dioxyde de carbone, le bicarbonate ou le carbonate (par exemple : le calcaire est formé de carbonate de calcium, qui est une forme de carbone inorganique). Le carbone organique peut être lié à de nombreux autres éléments tels que l'hydrogène, l'azote ou d'autres atomes de carbone.

Les autres formes de carbone incluent le carbone purgeable et le carbone non purgeable. Les composés organiques volatils ont un faible point d'ébullition et peuvent être purgés à partir d'une solution en injectant du gaz dans un échantillon.

Les abréviations suivantes sont couramment utilisées pour décrire les différentes formes de carbone lors de la mesure du COT :

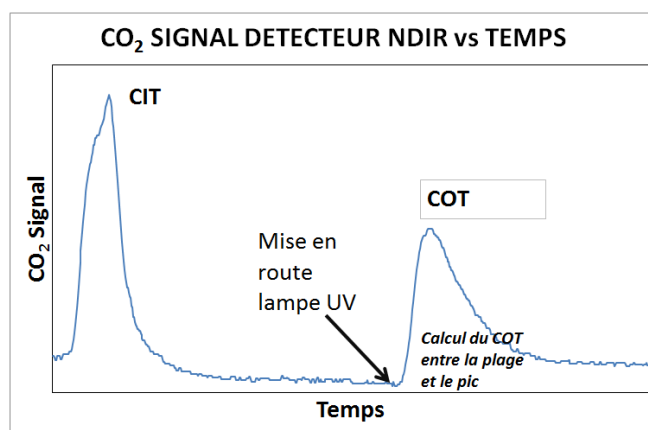
CT : carbone total

COT : carbone organique total

CIT : carbone inorganique total

COP : carbone organique purgeable (également appelé COV pour carbone organique volatil)

CONP : carbone organique non purgeable



Le calcul du COT s'effectue en soustrayant le CIT du CT. Cette méthode est décrite par l'équation

$$CT - CIT = COT$$

Cette méthode fonctionne bien lorsqu'il existe une grande différence entre le CT et le CIT. Cependant, lorsque les valeurs du CIT sont élevées, la méthode de la soustraction peut produire des résultats très irréguliers car la marge d'erreur pour les mesures du CT et du CIT se cumulent.

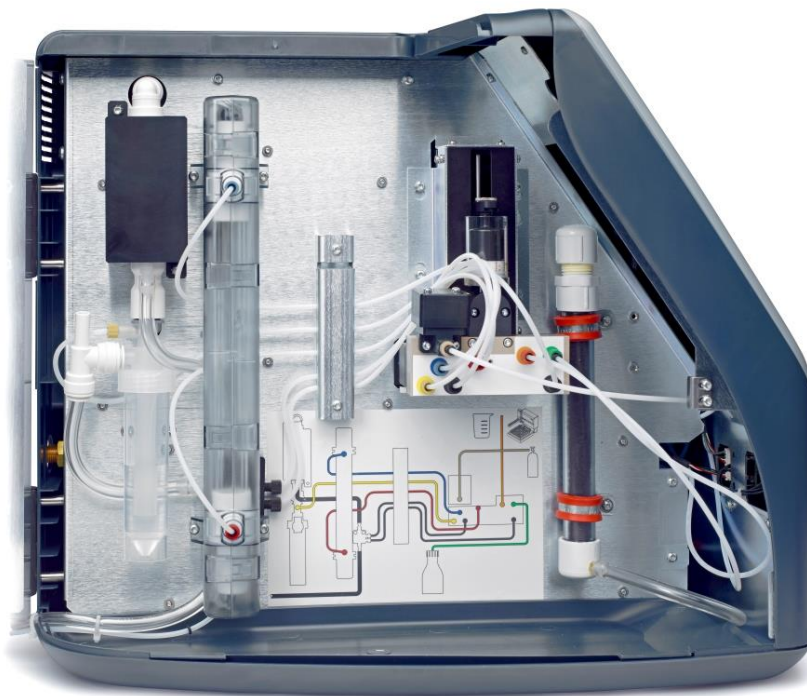
Dans de nombreuses applications de mesure du COT, il est raisonnable de considérer que la contribution du COP à la valeur globale du COT est négligeable, et donc d'utiliser l'approximation suivante

$$CONP \approx COT$$

Cette approximation est valable dans le cas de l'eau potable, où la plus grande source de carbone organique est constituée des acides humiques, qui sont des composés à masse moléculaire élevée. Pour les applications ultra-pures telles que celles des secteurs pharmaceutique, de l'énergie et de la fabrication de semi-conducteurs, il est également raisonnable de considérer les concentrations de COP de l'échantillon comme étant négligeables.

Les méthodes CONP utilisent généralement la technologie de mesure NDIR, qui génère un signal enregistré de façon chronologique. Lorsque le signal fait l'objet d'un graphique, deux pics peuvent être observés. Le premier pic est causé par le carbone inorganique (CO₂ dissous déjà présent dans l'échantillon). Le second pic est causé par le carbone organique, que l'oxydation transforme en CO₂.

Vous trouverez ci-dessous les photos du nouvel instrument de mesure du COT de Hach, le modèle QbD1200



DOC040.77.10062.Jun15