

## Les toxiques et le traitement biologique

### Constat, conséquences et redémarrage de la station

Dans les stations à dominante urbaine, la majorité des incidents liés aux toxiques sont passagers, et le fait d'un déversement ponctuel. Les toxicités chroniques sont, elles, beaucoup plus rares et majoritairement recensées dans des stations traitant des effluents industriels.

#### I. Cas du déversement ponctuel d'un toxique

Le passage d'un toxique dans une station d'épuration à boues activées peut se traduire par un ou plusieurs des constats suivants :

- une défloculation de la boue activée
- l'altération de l'indice de boues
- la dérive de certains paramètres physico-chimiques mesurés en sortie de station

- **Défloculation de la boue**

La défloculation est une des conséquences de la présence d'un toxique dans une boue activée et peut se constater par la remontée de « fines » au niveau du clarificateur, par une mesure de la hauteur du voile de boues au disque de Secchi anormale (moins de 50 cm par exemple), par la mesure d'une forte turbidité et d'une concentration élevée en MES dans l'eau clarifiée.

- **Paramètres physico-chimiques**

Peuvent témoigner du passage présumé d'un toxique :

- une variation de pH,
- le constat d'un pic de conductivité,
- une variation brutale de la concentration en oxygène dissous (un pic de concentration en oxygène dissous suite au passage du toxique est dû au décès ou à l'inhibition de la biomasse, qui de ce fait ne consomme plus d'oxygène).

- **Dégradation de l'indice de boues**

Lors du test de décantation en éprouvette, le surnageant observé est turbide (défloculation ou croissance bactérienne dispersée), et des flottants sont éventuellement présents en surface (boues mortes).

Si l'observation microscopique est réalisée régulièrement, on doit pouvoir constater selon le type de toxique en cause et la concentration : un changement dans les populations avec une baisse voire la disparition des protozoaires, éventuellement l'éclatement des floccs et une eau interstitielle turbide chargée en bactéries libres.

- **Analyse de quelques paramètres significatifs en sortie de station**

Les bactéries autotrophes, responsables de la nitrification (transformation du  $N-NH_4^+$  en  $N-NO_3^-$ ) sont plus sensibles aux toxiques que les bactéries hétérotrophes, responsables de la dégradation

du carbone organique et de la dénitrification. Comme leur taux de croissance est aussi beaucoup plus faible, le retour aux performances initiales sur l'élimination de l'azote sera plus long que celui sur le carbone. Ainsi, lors du passage d'un toxique, la nitrification est d'abord affectée, puis dans un second temps et selon la dose de toxique, le traitement du carbone peut l'être également. L'analyse des eaux en sortie de station permet de confirmer le passage du toxique et son impact sur la biologie, et peut servir à prouver le déversement toxique en cas de besoin :

#### *- Analyse du N-NH<sub>4</sub> (cas des stations réalisant la nitrification)*

L'analyse du N-NH<sub>4</sub> effectuée sur l'eau de sortie permet de se rendre compte de l'effet du toxique sur la nitrification : la concentration en N-NH<sub>4</sub> augmente alors significativement. Le N-NH<sub>4</sub> est le premier traceur en cas de toxique « léger » n'altérant pas encore le traitement du carbone. La présence de nitrites au-delà de 0,5 mg/L peut aussi être un indicateur de passage d'un toxique.

**Remarque** : il est important de vérifier que le TAC est en quantité suffisante pour la nitrification avant de conclure à un toxique. Pour ce faire, on se reportera utilement à la fiche «Augmentation de la quantité de biomasse autotrophe par ajout d'alcali».

#### *- Analyse de la DCO*

Les performances doivent être jugées uniquement sur la fraction dissoute, d'où l'intérêt de la mesure de la DCO dissoute. L'analyse de la DCO dissoute est effectuée sur l'eau de sortie après filtration de l'échantillon (filtre 0,45 µm). Elle permet de se rendre compte si l'élimination de la fraction biodégradable (DCO dissoute - DCO réfractaire) réalisée par les bactéries hétérotrophes a été affectée par le toxique.

Lorsqu'on ne dispose pas d'analyse de DCO dissoute, la concentration en DCO dissoute biodégradable, qui correspond à la DBO<sub>5</sub> soluble, peut être approchée avec les concentrations en DCO totale et en MES en utilisant la formule :

$$\text{DCO soluble biodégradable} = \text{DCO totale} - (1,2 \times \text{MES})^* - \text{DCO réfractaire}$$

\* 1 g de MES apporte 1,2 g de DCO ou 0,5 g de DBO<sub>5</sub>

La DCO réfractaire peut être estimée, pour des eaux résiduaires urbaines normalement concentrées, à 35 mg/L ou à 5 % de la DCO totale. Lors d'une augmentation brutale de la DCO de sortie, il faut vérifier si cela est dû à la perte de MES ou à l'augmentation de la DCO dissoute, et plus particulièrement de la fraction biodégradable. Pour une boue activée en aération prolongée, la DCO dissoute biodégradable de référence se situe entre 5 et 10 mg/L pour une DCO totale en sortie de 60 mg/L.

**Remarque** : on se reportera utilement à la fiche «Estimation des talons non traitables biologiquement ».

## II. Cas d'une toxicité chronique

La toxicité sera chronique si le toxique est déversé de façon continue dans la station. Il faut pouvoir constater la chronicité, et la faire cesser avant toute tentative de remédier au choc toxique.

Pour savoir si le toxique est toujours présent dans l'ouvrage, on procède à des tests « en batch » sur site. Ces tests de terrains ont pour objectif de déterminer l'activité de la biomasse après ou pendant le passage du toxique et de répondre à la question : la biomasse est-elle morte, diminuée, ou toujours active ?

- Test de respirométrie

A l'aide d'un oxymètre portable, on mesure la consommation *instantanée* d'oxygène de la boue activée en fonction du temps. Le résultat de la mesure de consommation *instantanée* en oxygène s'exprime en mg O<sub>2</sub>/L.h. Ce test peut s'opérer directement dans l'ouvrage biologique après une période suffisante d'aération (15 min) mais ce protocole ne permet pas de maîtriser les alimentations en eaux brutes.

Afin de maîtriser l'apport carboné, il est préférable de procéder ainsi :

- prélever de la biomasse dans le bassin biologique,
- aérer la biomasse avec un bulleur d'aquarium jusqu'à saturation du milieu en O<sub>2</sub>,
- vérifier que la boue respire sans ajout de carbone : arrêt de l'aération et mesure de la consommation d'oxygène sur plusieurs min,
- réaérer avec le bulleur puis injecter une dose de carbone facilement assimilable (sucre dissous)
- mesurer à nouveau la consommation d'O<sub>2</sub> sur plusieurs min.

La consommation *spécifique* d'O<sub>2</sub> correspond au rapport de la consommation *instantanée* et de la concentration en MVS de la boue activée, et s'exprime en mg O<sub>2</sub>/gMVS.h. Celle-ci permet d'appréhender une éventuelle inhibition.

Consommation Spécifique d'O <sub>2</sub> $\frac{\text{mg O}_2}{\text{g MVS.h}}$	Signification
3 à 15	Normal
< 3	Inhibition
> 15	Consommation excessive, probable surcharge organique

Si l'inhibition est constatée, il est possible que le toxique soit toujours présent ou que la biomasse ne soit plus active. On peut réaliser la mesure de consommation instantanée en O<sub>2</sub> avec des dilutions pour déterminer ainsi une éventuelle levée de l'inhibition. Dans ce cas, une diminution du taux de boue permettra d'évacuer le toxique du système.

- Test de nitrification en batch

Le test de nitrification en laboratoire avec des dilutions successives de l'effluent permet de déterminer le pouvoir nitrifiant de la boue (présence d'une activité nitrifiante, ou survie de la biomasse nitrifiante).

Il suffit de prendre de la boue du réacteur biologique, de l'aérer avec bulleur d'aquarium, d'injecter une dose de  $\text{NH}_4$  connue et de mesurer toutes les 5 min la consommation du  $\text{NH}_4$  pour vérifier l'existence d'une activité nitrifiante. Il convient de vérifier au préalable que l'alcalinité est suffisante par mesure du TAC (il faut 8,3 mg d' $\text{HCO}_3$  par mg N- $\text{NH}_4$  à nitrifier).

**Remarque** : dépotage d'effluents extérieurs

Accepter de réceptionner des effluents pour les traiter conjointement avec ceux parvenant naturellement à la station via le réseau peut avoir des conséquences sur au moins trois plans :

- les effluents extérieurs peuvent présenter une toxicité directe,
- la charge organique peut être réfractaire (totalement, partiellement, ou avoir un temps de biodégradation non compatible avec le temps de séjour de la station)
- l'effluent peut contenir des polluants qui rendraient obsolète la voie de valorisation des boues (exemple : éléments traces métalliques ou composés traces organiques en concentration non compatible avec une valorisation agricole des boues)

### III. Faut-il réensemencer le bassin d'aération après passage d'un toxique ou laisser la biomasse se reconstituer naturellement ?

Le seul intérêt d'un réensemencement lorsqu'on a constaté la mort de la biomasse est de gagner du temps sur le taux de croissance bactérienne. Ceci peut s'avérer utile surtout pour la nitrification dont le faible taux de croissance va nécessairement se traduire par un temps de recouvrement long (jusqu'à  $\approx$  3 semaines, surtout si la température de l'effluent est basse).

- Cas du traitement du carbone

- **Si les performances sur le carbone ne sont pas totalement affectées**, c'est à dire que l'on observe encore une activité biologique (le test de consommation spécifique en  $\text{O}_2$  est supérieur à 3), ou que le rendement épuratoire sur la  $\text{DBO}_5$  soluble est supérieur à 40 % et que celui sur la DCO soluble est supérieur à 60-70 %

➡ pas de réensemencement, le système retrouvera rapidement ses performances en 2-3 jours.

- **Si l'on constate l'absence de performance épuratoire et sans évolution sur une période de 2-3 jours :**

➡ réensemencement indispensable s'il y a de fortes contraintes sur le milieu récepteur

➡ réensemencement non indispensable s'il y a moins de contraintes sur le milieu récepteur. Une surveillance de la reprise du traitement est mise en place, le système doit évoluer positivement dans un délai d'environ 1 semaine.

- Cas du traitement de l'azote

- Si l'on constate une perte partielle de la nitrification (perte d'au plus 30 % du NTK)

➡ pas de réensemencement, la reprise naturelle de la nitrification sera de l'ordre de + 10 % par jour de la charge à nitrifier (le % est limité par le taux de croissance de la biomasse autotrophe)

- Si l'on observe une perte totale de la nitrification (rendement NTK < 40% et rendement NGL < 40%)

➡ réensemencement indispensable, avec une reprise de la nitrification de l'ordre de + 10 % par jour de la charge nitrifiée.

- Redémarrer sans ensemencement

Pour donner toute ses chances au redémarrage sans ensemencement, il est important de vérifier si le toxique est toujours présent dans les boues (une bioaccumulation est toujours possible) et si la biomasse présente fonctionne normalement ou si elle est encore inhibée. Le test de respiration instantanée et spécifique de la boue activée sur site donnera cette information.

- Si la consommation spécifique en O<sub>2</sub> est normale

Dans ces conditions le système retrouvera rapidement ses performances en 2 à 3 jours pour le traitement du carbone et jusqu'à 3 semaines pour le traitement de l'azote (selon la température de l'effluent).

- Si la consommation spécifique en O<sub>2</sub> est encore altérée

Dans ce cas, on suspecte une inhibition ou une mortalité de la boue activée. Il est souhaitable d'évacuer une bonne quantité de boue afin d'évacuer le toxique et/ou les boues inactives du système. On vise une baisse de la concentration en MES pour atteindre environ 1 à 2 g/L. Le passage en mode forte charge/construction de biomasse est alors possible, avec les précautions suivantes : suivre l'évolution de la consommation en O<sub>2</sub> de la biomasse (test de respirométrie décrit en II), tout en laissant augmenter la concentration en boue (arrêt extraction) pour atteindre de nouveau une concentration de boue de 3-5 g MES/L (retour au mode faible charge ou aération prolongée selon les cas) avant de reprendre les extractions normales de boues.

- Redémarrer avec ensemencement

Attention : le risque du réensemencement est de contaminer le milieu avec des bactéries filamenteuses exogènes, il convient de vérifier, par une analyse microscopique notamment, que les boues exogènes en sont bien exemptes.

- Pour accélérer la biodégradation carbonée, il s'agit d'apporter quelques camions de boues biologiques extraites du bassin d'aération ou du clarificateur d'une station à boues activées voisine (boues fraîches et actives).

- **Pour apporter une biomasse nitrifiante** afin d'accélérer le redémarrage de la nitrification, on choisira une station qui nitrifie correctement (donc avec un bon degré d'aération). Les boues de la station choisie doivent être exemptes de dysfonctionnement biologique (Indice de boues IB < 120 mL/g de MES et observation microscopique qui confirme que la présence de bactéries filamenteuses est non significative). Cet apport de boues actives peut représenter 5 à 10 % de la quantité de MES présente dans le système à réensemencer.

### *Quelques précautions*

Lors d'un réensemencement, tout comme lors d'un démarrage, la charge massique est très élevée, ce qui occasionne la formation de petits floccs biologiques. Ces petits floccs légers sont sujets à un entraînement rapide vers le milieu récepteur.

Afin de les maintenir dans le système, deux précautions peuvent être prises jusqu'à ce que les floccs sédimentent seuls convenablement dans le clarificateur :

- brider partiellement l'hydraulique de l'installation par l'utilisation du by-pass d'entrée
- apporter un produit « lestant » tel que le chlorure ferrique ( $\text{FeCl}_3$ ), un polymère à haut poids moléculaire, du talc, ....

### *Cas particuliers :*

- En présence d'une zone d'anoxie : arrêter la recirculation des nitrates
- En présence d'une zone d'anaérobiose : la by-passer si possible

### *Et les bioadditifs ?*

Le GIS BioSTEP ne recommande pas l'utilisation de bioadditifs pour ensemenecer une station, qu'elle soit neuve en démarrage ou suite à un incident toxique. En effet, le GIS ou ses membres ont réalisé de multiples suivis d'implantation de biomasse exogène dans diverses situations épuratoires au cours de ces 20 dernières années, sans qu'un intérêt n'ait pu être mis en évidence. Ceci est valable pour les biomasses hétérotrophes (carbone), mais nous signalons que le réensemencement de biomasse exogène autotrophe peut présenter un intérêt en cas de démarrage de nitrification **en eau froide**. Cependant le gain de temps ne sera que de quelques jours.