

Conception – Réalisation pour la décantation primaire dans le cadre des travaux de la refonte de l'usine Seine Aval



Note Analyse des risques fermentation boues primaires et flottants

02	13/04/18	ACO	DAR	FDU	BEE	Mise à jour suite FOB n° C42_EPG_NTE_H0000_18_1060
01	30/03/18	ACO	DAR	FDU	AVS	Edition originale
Rév.	Date	Établi par nom visa	Vérfié par nom visa	Approuvé par nom visa	Statut	Description

EMETTEUR :



CODIFICATION :

42_EPG_NTE_H0000_18_1060

Table des matières

1.	Objet	3
2.	Données d'entrées – caractéristiques des ouvrages concernés	3
2.1.	Bâches à flottants des postes de relèvements	3
2.2.	Bâches à flottants des décanteurs lamellaires	3
2.3.	Bâches à boues	4
3.	Simulation.....	4
3.1.	Hypothèses de calculs retenues	4
3.2.	Modélisation.....	5
3.3.	Résultats	6
4.	Conclusion	8

1. OBJET

L'objet de cette note est de déterminer pour les bâches à flottants et à boues les délais de démarrage de la fermentation en cas de stagnation des boues dans les ouvrages (arrêt des extractions).

2. DONNEES D'ENTREES – CARACTERISTIQUES DES OUVRAGES CONCERNES

2.1. Bâches à flottants des postes de relèvements

► Caractéristiques des bâches :

4 bâches de Type A :

Surface = 6,9 m²

Hauteur totale = 5,2 m

Hauteur utile = 1,1 m

Volume utile = 7,6 m³

Hauteur ciel gazeux min = 4,1 m

Volume de ciel gazeux = 28,3 m³

3 bâches de Type B :

Surface = 3,5 m²

Hauteur totale = 3,5 m

Hauteur utile = 3,0 m

Volume utile = 10,5 m³

Hauteur ciel gazeux min = 0,5 m

Volume de ciel gazeux = 1,8 m³

► Conception – fonctionnement process :

En fonctionnement normal, il n'y a pas de stagnation des flottants dans les bâches ; l'extraction est effectuée sur temporisation par une pompe en charge. De plus, chaque fois que le niveau bas dans la bache est atteint, un lavage automatique par de l'eau industrielle, se déclenche afin d'éviter tout dépôt dans l'ouvrage.

Les ciels gazeux des bâches, en communication avec ceux des postes de relèvement, sont envoyés en désodorisation par des ventilateurs d'extraction. Le débit de la ventilation d'extraction est de 100 m³/h.

2.2. Bâches à flottants des décanteurs lamellaires

► Caractéristiques des bâches :

Surface = 6,5 m²

Hauteur totale = 2,3 m

Hauteur utile = 1,8 m

Volume utile = 11,7 m³

Hauteur ciel gazeux min = 0,5 m

Volume de ciel gazeux = 3,25 m³

► Conception – fonctionnement process :

En fonctionnement normal, n'y a pas de stagnation des flottants dans les bâches. L'évacuation des flottants s'effectue sur temporisation, via une goulotte pivotante motorisée.

Les flottants sont extraits par une pompe en charge asservie à une mesure de niveau ou par temporisation.

Les ciels gazeux des bâches, en communication avec ceux des décanteurs lamellaires, sont envoyés en désodorisation par des ventilateurs d'extraction. Le débit de la ventilation d'extraction est de 100 m³/h.

2.3. Bâches à boues

► Caractéristiques des bâches :

Surface = 888,6 m²

Hauteur totale = 3,8 m

Hauteur utile = 3,3 m

Volume utile = 2932 m³

Hauteur ciel gazeux min = 0,5 m

Volume de ciel gazeux = 444,3 m³

► Caractéristiques des boues :

Concentration Max 50g/l

MV = 75 à 80% de MV

► Conception – fonctionnement process :

De par la conception, pas de stagnation prolongée des boues dans les bâches (temps de séjours Max 3-4h), brassage en continu, aspiration des pompes (8 + 1 secours) dans 1 nourrice commune aux 2 bâches (secours optimisé éliminant tout arrêt accidentel du soutirage des boues), extraction par ventilation en continu des ciels gazeux (vers désodorisation). Le débit de ventilation d'extraction est de 11 000 m³/h.

3. SIMULATION

L'objectif de la simulation est de déterminer au bout de combien de temps une fermentation des flottants peut démarrer, en cas de stagnation dans les bâches consécutive à un arrêt des extractions.

3.1. Hypothèses de calculs retenues

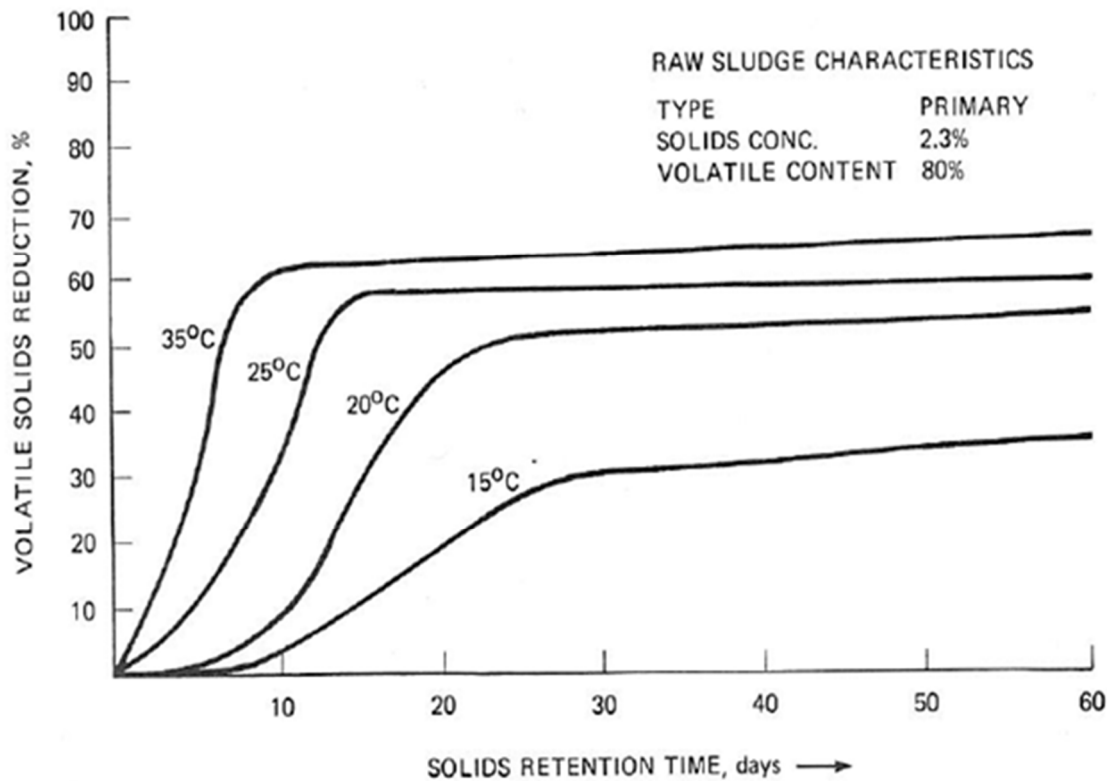
- Caractéristiques des flottants :

Pour les simulations, nous prenons les caractéristiques des boues primaires, ce qui est majorant, avec une concentration de 50g/l à 80% de MV.

- Température 10 à 20°C
- Bâcheensemencée

3.2. Modélisation

Pour les cinétiques de méthanisation, nous utilisons le graphique US EPA (United States Environmental Protection Agency) pour des boues primaires :

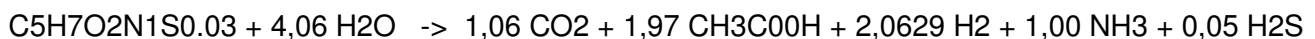


Au bout de 4 jours à 20°C, la fermentation va démarrer, environ 1% de la matière organique sera dégradé en H₂. Le biogaz produit au bout de ces 4 jours contiendra principalement de l'H₂ et du CO₂.

Il est considéré que la dégradation **d'1 kg de MV donne 40 g d'H₂ (soit 20 litres de gaz)**.

La stœchiométrie de dégradation de la MV au démarrage de la fermentation est la suivante :

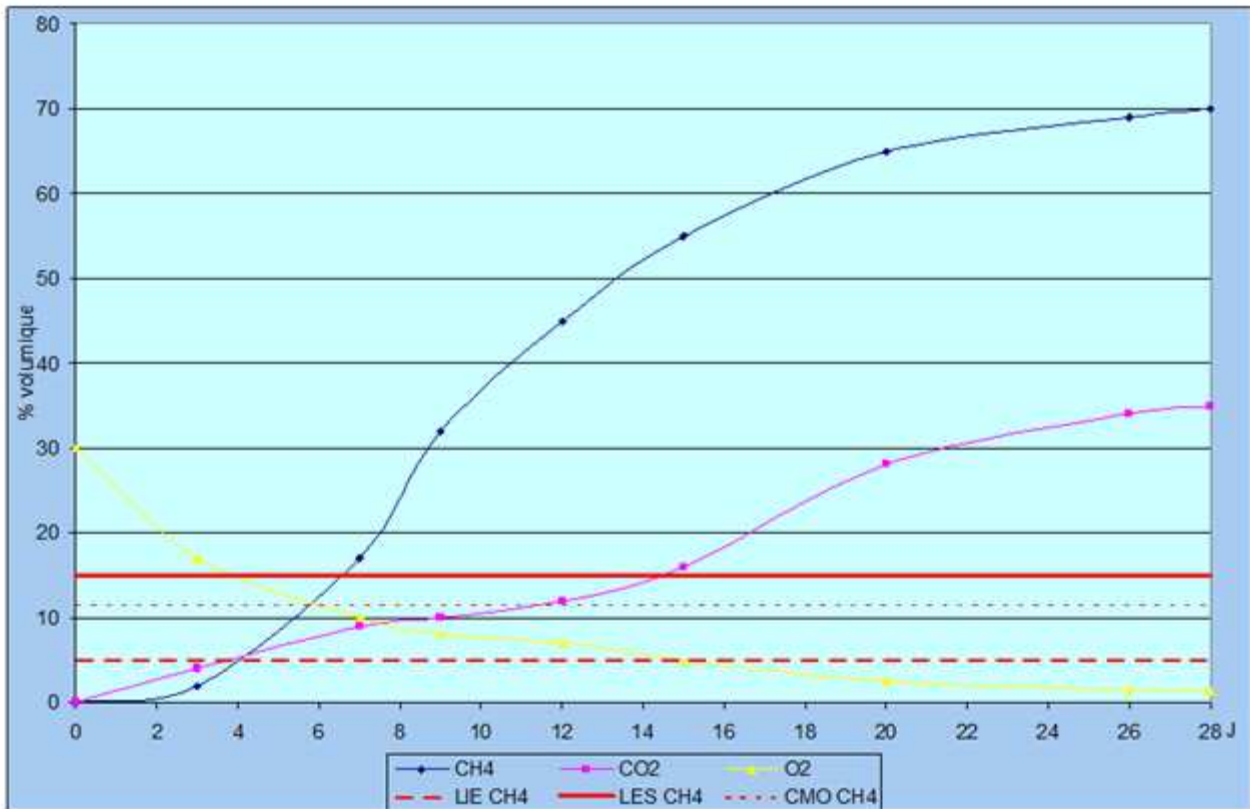
Hydrolyse :



La méthanogénèse n'apparaît que 2 jours après l'hydrolyse (dégagement de CO₂ et H₂).

Pour exemple, ci-dessous l'analyse des gaz d'un digesteur (Station de Sarreguemines – donnée OTV), montrant le démarrage de la méthanisation 2 jours après le démarrage de l'hydrolyse avec le dégagement du CO₂ (l'H₂ ne figure pas sur ces courbes)

A noter que ces courbes correspondent à un digesteur à une température de 37°C ; dans le cas des bâches à boues à température ambiante, les cinétiques sont 4 fois moins rapide. Celles-ci sont à diviser par 2 tous les 10°C.



3.3. Résultats

▶ Bache à flottants Type A :

MS = 50 g/l

MV = 40 g/l

Volume utile de la bache = 7,6 m³

Quantité max de MV dans la bache = 40 x 7,6 = 304 kg

Quantité de MV dégradée au bout de 4 jours = 304 x 0.01 = 3,04 kg

Quantité d'H₂ formé = 3,04 x 40 = 121,6 g H₂ = 60,8 l H₂

Débit d'extraction = 100 m³/h

Taux d'H₂ dans le ciel gazeux = 60,8 x 100 / 100000 = 0,06% (LIE = 4%)

▶ Bache à flottants Type B :

MS = 50 g/l

MV = 40 g/l

Volume utile de la bache = 10,5 m³

Quantité max de MV dans la bache = 40 x 10,5 = 420 kg

Quantité de MV dégradée au bout de 4 jours = 420 x 0.01 = 4,2 kg

Quantité d'H₂ formé = 4,2 x 40 = 168 g H₂ = 84 l H₂

Débit d'extraction = 100 m³/h

Avec ventilation d'extraction : 84 x 100 / 100000 = 0,084% (LIE = 4%)

▶ Bache à flottants des décanteurs lamellaires :

MS = 50 g/l

MV = 40 g/l

Volume utile de la bache = 11,7 m³

Quantité max de MV dans la bache = 40 x 11,7 = 468 kg

Quantité de MV dégradée au bout de 4 jours = 468 x 0.01 = 4,68 kg

Quantité d'H₂ formé = 4,68 x 40 = 187 g H₂ = 93,5 l H₂

Débit d'extraction = 100 m³/h

Avec ventilation d'extraction : 93,5 x 100 / 100000 = 0,093% (LIE = 4%)

▶ Bache à boues :

MS = 50 g/l

MV = 40 g/l

Volume utile de la bache = 2 932 m³

Quantité max de MV dans la bache = 40 x 2932 = 117280 kg

Quantité de MV dégradée au bout de 4 jours = 117280 x 0.01 = 1172.8 kg

Quantité d'H₂ formé = 1172.8 x 40 = 46912 g H₂ = 23456 l H₂

Débit d'extraction = 11 000 m³/h

Avec ventilation d'extraction : 23456 x 100 / 11000000 = 0,21% (LIE = 4%)

Pour info, dans le cas des bâches à boues, un calcul prenant en compte la méthanisation montre qu'au bout de 5 jours, dans des conditions propices à la digestion (hypothèse alarmiste), on atteint 20% de la réduction des MV, avec une production d'environ 100 m³ de CH₄. Avec la ventilation de 11 000 m³/h, on arrive à 1% de CH₄ dans l'air extrait (LIE 5%)

▶ Tuyauterie DN 800 de renvoi des boues entre bache à boues et homogénéisateurs :

MS = 50 g/l

MV = 40 g/l

NB : la tuyauterie, même en arrêt de pompage, est normalement en charge.

Nous faisons tout de même le calcul en prenant une hypothèse d'un ciel gazeux présent dans la conduite correspondant à 10% de son volume

Diamètre de la tuyauterie : DN 800

Longueur : 1200 m

Volume de la tuyauterie : 0,502 x 1200 = 602 m³

Ciel gazeux de 10% = 602 x 0,1 = 60,2 m³

Quantité max de MV dans la tuyauterie = 40 x 60,2 = 2408 kg

Quantité de MV dégradé au bout de 4 jours = 2408 x 0.01 = 24,08 kg

Quantité d'H₂ formé = 24,08 x 40 = 963 g H₂ = 482 l H₂

Taux d'H₂ dans le ciel gazeux = 482*100/60200 = 0,8% (LIE = 4%)

4. CONCLUSION

Les calculs effectués montrent que les risques de dégagement de gaz toxiques dans les baches à flottants, baches à boues et les tuyauteries de transfert des boues sont négligeables.

A température ambiante, le phénomène d'hydrolyse, préalable à la méthanisation, débute au bout d'environ 4 jours de stagnation des boues. Les taux d'H₂ produits sont alors toujours très inférieurs à la LIE de 4%

Dans le cas le plus défavorable (bâches à boues), nous avons calculé un taux de CH₄ d'environ 1% pouvant être produit au bout d'environ 5 jours, également très inférieur à la LIE de 5%.

Il n'y a donc pas de problématique pouvant être liée à une fermentation des boues dans les ouvrages concernés.

Il est à rappeler que ces simulations sont effectuées en considérant un arrêt d'extraction (pompage) qui quel qu'en soit l'origine doit pouvoir être solutionné sur un délai de 4 jours (au-delà les consignes d'exploitation sont de procéder à leur vidange).

NB : En cas de force majeure, tous les ouvrages concernés sont bien entendu vidangeables, curables et nettoyables (points bas de vidange équipés de raccords de connexion pour branchement de flexibles d'hydrocureurs + proximité de points d'eau pour lavage)