

### **Activité 3 : Gestion du procédé de production du biogaz**

Alfred Bioman mesure régulièrement plusieurs paramètres pour contrôler la production de biogaz dans le digesteur. Il craint cependant que la production de biogaz pourrait être perturbée par un phénomène d'acidose dû à des composés contenant des impuretés. Ceci pourrait être la conséquence de l'utilisation d'un appareil (de production de biogaz) insuffisamment propre au départ.

L'acidose produit une diminution du pH du milieu jusqu'à des valeurs inférieures à 6,5. A ces valeurs de pH, les microorganismes qui produisent le biogaz sont inhibés, ce qui diminue le rendement de la réaction en produisant notamment de grandes quantités de sucres solubles.

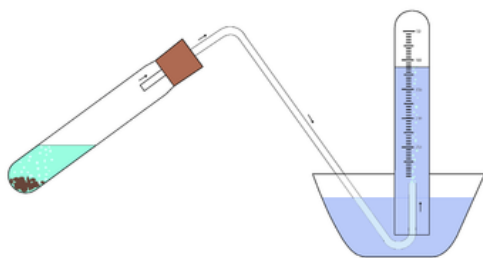
Pour éviter cette diminution de pH, **il faut que le milieu soit tamponné**. Le  $\text{CO}_2$  produit se transforme partiellement en  $\text{HCO}_3^-$  et ce dernier en  $\text{CO}_3^{2-}$ . On a un pouvoir tampon efficace s'il y a au moins 1 à 3 volumes de  $\text{CO}_2$  par volume de milieu réactionnel (que l'on appelle digestat).

Alfred Bioman suggère de mesurer, tout au long de la production de biogaz, les deux paramètres suivants : pouvoir tampon et pH.

Le pouvoir tampon est déterminé par l'analyse du gaz émis au cours de la réaction.

Le pH est mesuré au moyen de bandes imprégnées d'indicateurs colorés caractéristiques (papier de pH).

Dans l'activité 3.1, le volume de gaz produit est mesuré au moyen d'un eudiomètre qui est un appareil permettant de mesurer le changement de volume d'un gaz après une modification chimique, physique ou biochimique. La forme la plus simple d'un eudiomètre est donnée dans la figure 3.1. Le montage expérimental qui sera utilisé est donné dans la figure 3.2.



**Figure 3.1** : La forme simplifiée d'un eudiomètre. Le gaz produit par la réaction est envoyé dans une colonne d'eau. L'eau est déplacée vers le bas de la colonne graduée, ce qui permet la mesure du volume.

Etant donné que Mr Alfred Bioman n'a pas envie de perdre les revenus générés par la production de biogaz et d'électricité, il voudrait connaître le statut de son digesteur et vous demande de procéder comme suit :

### Activité 3.1 : Pouvoir tampon du digestat

#### Attention :

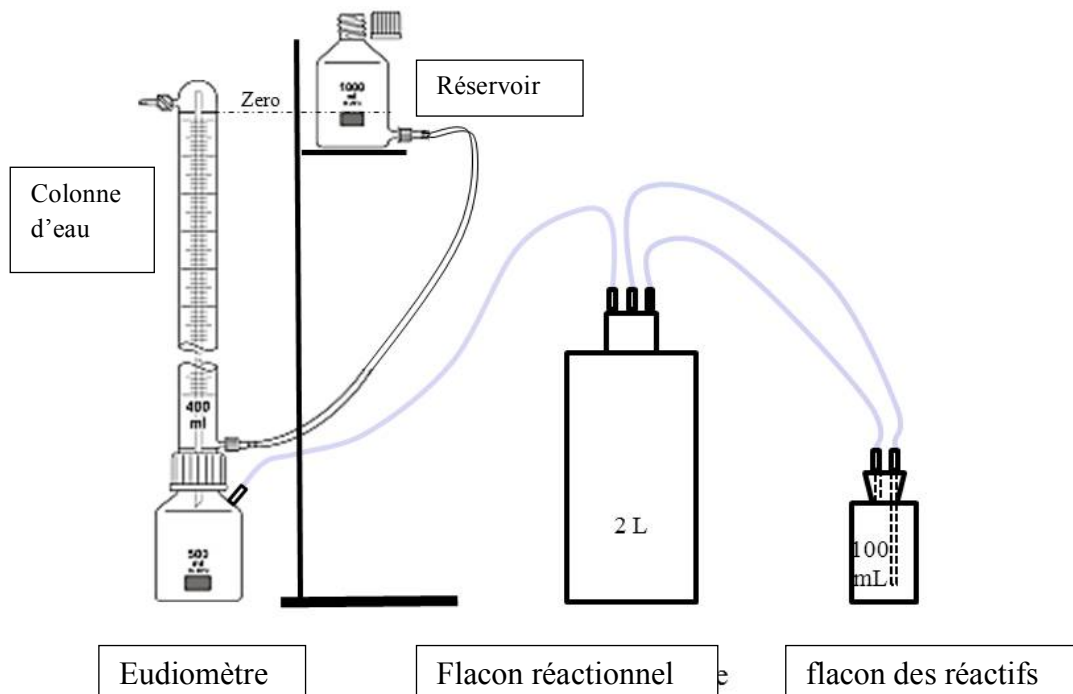
- Mettre des gants et porter des lunettes de sécurité pendant toute la manipulation
  - Après l'expérience, déposez le résidu dans le « waste container » et donc seules les lunettes de précaution doivent être lavées dans l'évier
  - Le réactif est une solution d'acide dilué (HCl à 5 %) et tout contact avec la peau ou les yeux doit être immédiatement éliminé par lavage à l'eau
- Le digestat contient des effluents d'animaux et il faut éviter tout contact avec la peau, les yeux et la bouche

#### Matériel et méthodes

Les appareils utilisés sont les suivants :

- Un eudiomètre modifié qui consiste en un flacon de 500 mL équipé d'une colonne et d'une entrée latérale.
- Une colonne en verre graduée contenant de l'eau.
- Un flacon qui sert de réservoir d'eau et qui sert à ajuster le niveau d'eau dans la colonne graduée.
- Un flacon de réaction de 2 litres en plastique (polycarbonate) qui est équipé de tubes verticaux.
- Le flacon qui contient les réactifs est connecté au flacon réactionnel par deux tubes : le premier permet au liquide réactionnel d'être transféré vers le flacon réactionnel et le second permet le déplacement de l'air pour faciliter le transfert de liquide.
- Deux flacons de mesure (bêchers de 250 ml)
- Une solution de HCl à 5 % colorée en rouge
- Un échantillon de digestat qui se trouve sur la table principale du laboratoire.

➤ Effectuer le montage du système comme indiqué dans la figure 3.2.



**Figure 3.2:** Eudiomètre utilisé dans l'expérience.

- Ajuster le volume d'eau dans le réservoir de l'eudiomètre. Il faut que le niveau d'eau dans le réservoir permette au liquide dans la colonne d'être à la graduation zéro lorsque les deux ménisques de liquide sont bien en regard l'un de l'autre. Pour réaliser cette opération, le robinet au-dessus de la colonne doit être ouvert.  
Fermer ensuite le robinet situé au-dessus de la colonne.  
Ajouter le réactif dans le flacon réactionnel.
  - Porter des gants et des lunettes de sécurité.
  - Prélever 100 mL de digestat dans un bécher de 250 mL. Introduire ces 100 mL dans le flacon réactionnel. Rincer le bécher deux fois avec une petite quantité d'eau du robinet et verser cette eau dans le flacon réactionnel.
  - Fermer le flacon réactionnel
  - En utilisant un second bécher, verser 50 mL de réactif acide (qui est en excès) dans le flacon réactionnel et le boucher ensuite.
  - Vérifier une seconde fois que le niveau d'eau dans la colonne est bien au zéro, que les robinets et bouchons sont tous fermés (à l'exception du flacon réservoir supérieur qui doit rester ouvert) et donc que l'appareillage est bien étanche.
  - On lève le flacon de réactif à un niveau supérieur au flacon réactionnel, on le penche de telle sorte que le liquide puisse couler dans le flacon réactionnel par le tuyau qui relie les deux flacons. On constate une formation immédiate de mousse au-dessus du digestat avec dégagement de gaz, ce qui provoque un abaissement du niveau d'eau dans la colonne graduée. Agiter doucement le flacon réactionnel pour bien mélanger et attendre que le niveau d'eau dans la colonne soit stable. Effectuer la lecture et la transcrire dans la feuille de réponses.
  - Répéter l'opération encore deux fois et transcrire les volumes de gaz dégagé dans la feuille de réponses.
  - Calculer la moyenne des volumes mesurés.
  - Quel est le nom du gaz produit pendant cette expérience ?
- ⇒ Répondre aux questions 3.1.3 à 3.1.8 (feuilles de réponses)

### **Activité 3.2 : pH du digestat**

Il faut maintenant mesurer le pH du digestat. Cela se fait au moyen de bandes de papier pH dont la coloration donnera la valeur du pH.

Pour effectuer la mesure, portez des gants et des lunettes de protection.

- Rincer deux béchers à l'eau du robinet ;
- Dans un premier bécher, prélever approximativement 50 mL du digestat d'origine (c'est-à-dire avant la réaction décrite en 3.1) et le diluer avec un volume équivalent d'eau du robinet ;
- Dans le deuxième bécher, prélever aussi le digestat après réaction dans l'eudiomètre ;

- Plonger une bande de papier pH dans chaque digestat, observer la couleur prise par les bandes, lire les valeurs de pH correspondantes à partir de l'échelle colorimétrique donnée dans le kit et les noter sur la feuille de réponses (réponse 3.2.1). Il faut agiter pour homogénéiser le milieu avant de plonger les bandes de papier.

⇒ Répondre aux questions 3.2.2 sur la feuille de réponses.