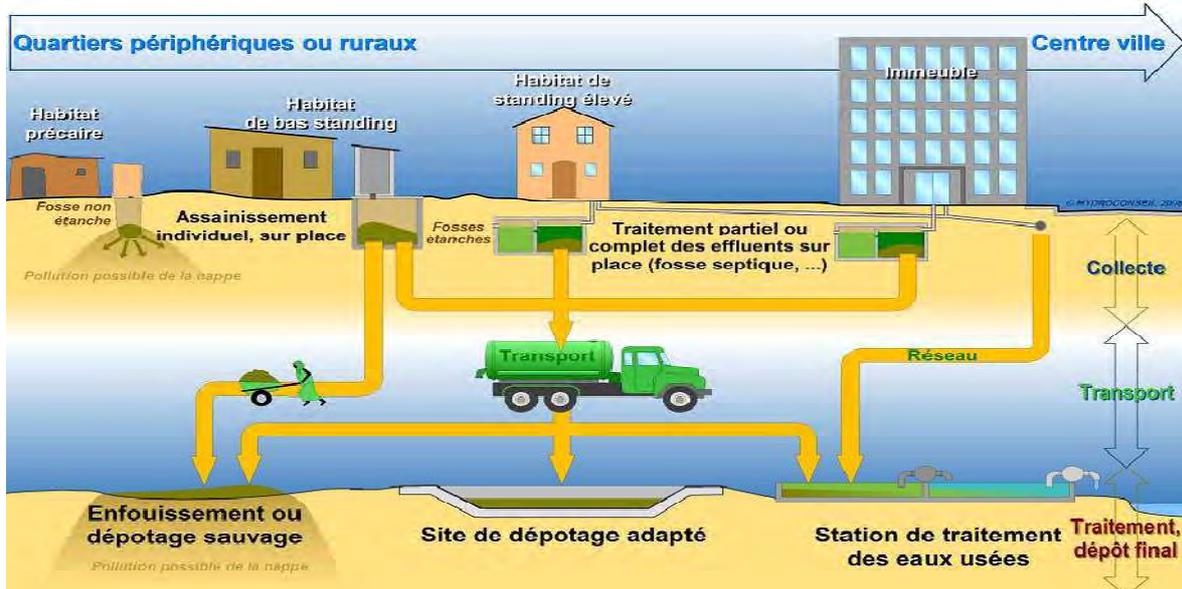


## L'assainissement au Sénégal

L'assainissement est une démarche visant à améliorer la situation sanitaire globale de l'environnement dans ses différentes composantes. Il comprend la collecte, le traitement et l'évacuation des déchets liquides, solides et excréments (Anonyme 2).



**Figure 5:** Les différents maillons de la chaîne de l'assainissement, Source : Hydroconseil, 2012

### 2.1. Gestion des eaux usées

Le Sénégal, comme la plupart des pays en développement, enregistre des ratios faibles relativement à l'accès et au développement de services et pratiques en matière d'hygiène et d'assainissement. Ainsi le taux de couverture nationale au Sénégal en matière d'assainissement est passé de 33 à 57% entre 1990 et 2004, avec une augmentation de 53 à 79% en milieu urbain et de 19 à 34% en milieu rural (PAQPUD, 2007). Cette progression de 24 points suggère que le Sénégal pourrait atteindre l'objectif du Millénaire pour le développement relatif à l'assainissement grâce à ses efforts en milieu urbain, mais l'objectif ne sera pas atteint en milieu rural. Ce retard est lié à plusieurs facteurs parmi lesquels la pauvreté, l'insuffisance ou l'inefficacité de la sensibilisation, l'acceptation sociale de la pratique défécatoire à l'air libre, le coût élevé des ouvrages d'assainissement améliorés, l'absence de mécanisme de financement adéquat, etc (PAQPUD, 2007).

Dans les villes dites assainies, une faible partie de la population est raccordée au réseau d'égout. L'analyse des pratiques actuelles a montré que l'assainissement autonome est surtout concentré dans les zones périphériques démunies autour des grandes villes (ONAS, 2002). La ville de Dakar ne fait pas une exception avec 75% de la population qui utilise des techniques individuelles d'assainissement souvent incomplètes. En fait un système individuel complet doit comporter à la fois une installation de prétraitement ou fosses toutes eaux, un système d'épuration généralement l'épandage souterrain et un dispositif d'évacuation ou de stockage des eaux épurées. A cela s'ajoutent des problèmes d'hygiène et d'environnement liés à la vidange des fosses qui se fait soit par des entreprises possédant des camions vidangeurs, soit par des éboueurs individuels professionnels appelés «baay pelle», soit par des membres

de la maison. Cette vidange manuelle représente 43% dans les villes principales et 68% dans les villes secondaires (PAQPUD, 2007). Les boues soutirées sont le plus souvent enfouies dans la rue et dans la cours des concessions. Sur la base de ces constats, l'ONAS a mis en œuvre un programme d'amélioration de l'environnement sanitaire des quartiers périurbains de la région de Dakar à travers son programme PAQPUD qui est une composante du Programme Eau à Long Terme (PLT). Le PAQPUD, qui est intervenu dans 1 commune, 30 communes d'arrondissement, et 2 communautés rurales, a eu des résultats satisfaisants. Ce programme a permis à plus de 743.082 personnes de bénéficier de systèmes d'assainissement adéquats à travers la réalisation de 63.548 ouvrages individuels et de 3 stations de traitement de boues de vidange (Cambéréne, Rufisque et Niayes). Le succès du PAQPUD a davantage motivé les pouvoirs publics et les bailleurs de fonds comme la Banque mondiale, la Fondation Bill et Melinda Gates, à renforcer leurs actions aussi bien dans l'assainissement urbain que dans l'assainissement rural avec la mise sur pied du programme eau potable et assainissement du millénaire (PEPAM) pour 2005-2015 et le Programme de Restructuration du Marché des Boues de Vidange. Le premier vise, entre autres objectifs, la réduction de moitié du nombre de personnes n'ayant pas accès à l'assainissement en vue de l'atteinte des OMD d'ici à 2015. Les taux d'accès à l'assainissement attendus sont de 88% à Dakar, 72% dans les autres villes assainies et 68% dans les centres non assainis (PAQPUD, 2007).

L'assainissement butte en général sur un certain nombre de problème tels que la fiabilité et le manque d'entretien des ouvrages d'assainissement, les contraintes financières et budgétaires du secteur, le pouvoir économique et financier des ménages qui financent leurs ouvrages d'assainissement, l'adhésion effective des populations bénéficiaires, le problème d'espace auquel sont confrontées les grandes villes comme Dakar, qui anéantit souvent toutes possibilités de réalisation d'ouvrages réglementaires en matière d'assainissement autonome, génératrice des boues de vidange.

## *2.2. Gestion des boues de vidange au Sénégal*

La gestion des boues de vidange (GBV) constitue aujourd'hui une nouvelle problématique pour l'assainissement au Sénégal. Du point de vue institutionnel, elle est dévolue au service de l'Assainissement Autonome (Direction des Études et des Travaux) et à la Direction Commerciale de l'Office Nationale de l'Assainissement du Sénégal. Cet organisme public est né de la réforme institutionnelle de 1995 qui a vu la Société Nationale d'Exploitation des Eaux du Sénégal (SONEES), qui à l'époque gérait à la fois les services publics d'assainissement et d'hydraulique urbaine, être scindé en 3 entités : un service public de l'hydraulique urbaine confié à 2 sociétés dont une pour le patrimoine, la SONES et une autre pour l'exploitation, la SDE un service public de l'assainissement géré par l'ONAS qui est chargé de la collecte, du traitement, de la valorisation et de l'évacuation des eaux usées en zones urbaines et périurbaines.

Ces institutions étatiques côtoient, dans le secteur des boues de vidange, les sociétés de vidange et les vidangeurs manuels (« bayes pelles »). Les sociétés de vidanges sont gérées par des structures privées de type individuels ou de type des entreprises de petite taille. À Dakar, en 2006, le parc automobile des sociétés de vidange regroupait près de 130 véhicules recensés, composés en majorité de camions pompeurs (83% des véhicules), de camions

hydrocureurs et de quelques tonnes à lisier qui sont gérées par les communes (Diongue, 2006). Si ces vidangeurs formels sont bien connus car regroupés en association pour la majorité, les vidangeurs manuels sont, quant à eux, peu connus et opèrent dans la clandestinité.

Dans tous les cas, toutes ces institutions opèrent dans un cadre juridique très flou concernant la GBV. En effet, l'étude du cadre juridique a révélé l'absence de textes de loi spécifique à la GBV. Au niveau national, on trouve des textes relatifs à l'hygiène, à l'eau, à l'urbanisme et à l'environnement. Dans tous ces textes, seule la gestion de l'eau et des eaux usées est abordée de manière directe ou indirecte. Au niveau communal, il n'existe pas d'arrêté municipal relatif à la gestion de l'assainissement sous aucune de ses formes.

Pour remédier à ces manquements, l'état du Sénégal a promulgué la loi dont la teneur suit : LOI n° 2009-24 du 8 juillet 2009 portant Code de l'Assainissement et le Décret 2011-245 du 17 février 2011 portant application du Code de l'assainissement. Ce texte de loi légifère dans le secteur de l'assainissement en général dont la GBV constitue un maillon important (Anonyme 1, 2012).

En réalité, la GBV concerne 70 % de la population du Sénégal en marge du réseau d'égout. Parmi cette importante frange de la population, certains défèquent dans la nature ; le reste accumule leurs eaux usées dans des fosses septiques ou dans des latrines. En zone rurale, où la densité de la population est relativement faible, la pratique la plus courante en matière de GBV, est la fermeture d'une latrine et l'ouverture d'une nouvelle adjacente. Par contre en zone urbaine, où les terres sont rares, la croissance démographique ainsi que la densité des habitations élevées, ces pratiques ne peuvent se faire. Les ouvrages d'assainissement sont par conséquent plus durables et doivent nécessairement être vidangés (Bolomey, 2003).

Ces vidanges sont effectuées par des entreprises qui utilisent pour l'essentiel des camionsciterne sur lesquels sont montées des motopompes qui aspirent la boue. Ces engins, du fait de leur qualité, n'arrivent en général, à soutirer de la fosse que les boues liquides. Les usagers ont alors recours à des vidangeurs manuels « les bayes pelles » pour extraire la partie solide décantées au fond. Ce soutirage manuel des boues est parfois la seule alternative qui s'offre à certains ménages au niveau de plusieurs quartiers de Dakar. Ceci est lié, selon Baldé et Ndiouk (2002), soit à l'inaccessibilité de ces quartiers par les camions du fait de l'ensablement ou de l'étroitesse des rues ou pour des raisons d'ordre économique. Il faut dire, en effet, que la vidange mécanisée est en moyenne facturée à 25 000 FCFA alors que les coûts de la vidange manuelle qui concerne 32% des ménages, varient entre 8 000 et 20 000 FCFA (Diongue, 2006).

Les boues extraites des fosses, dans le cas de la vidange manuelle, sont déversées dans un trou foré dans la cour de la maison ou dans la rue. Dans le cas de la vidange mécanisée, les boues sont acheminées vers les différentes dépositaires de Dakar au prix de 300 F CFA le m<sup>3</sup> vidangé. Cependant, une quantité non négligeable de ces boues n'arrive pas aux stations et est déversée clandestinement dans la nature ou dans le réseau d'égouts, via les regards, avec des conséquences diverses sur l'Environnement et la Santé des populations.

## *Deuxième partie : Partie expérimentale*

### *Chapitre 3. Matériel et méthodes*

#### *3.1. Matériel*

##### *3.1.1. Site d'étude*

L'étude a été réalisée à l'intérieur de la station expérimentale de traitement des boues de vidange de Cambèrène. Selon Tine *et al.*, 2009, le climat du secteur est Sahélo-Soudanien caractérisé par deux saisons différentes :

- ✚ Une saison des pluies de juin à octobre avec des précipitations moyennes de 300 à 400 mm,
- ✚ Saison sèche de novembre à mai.

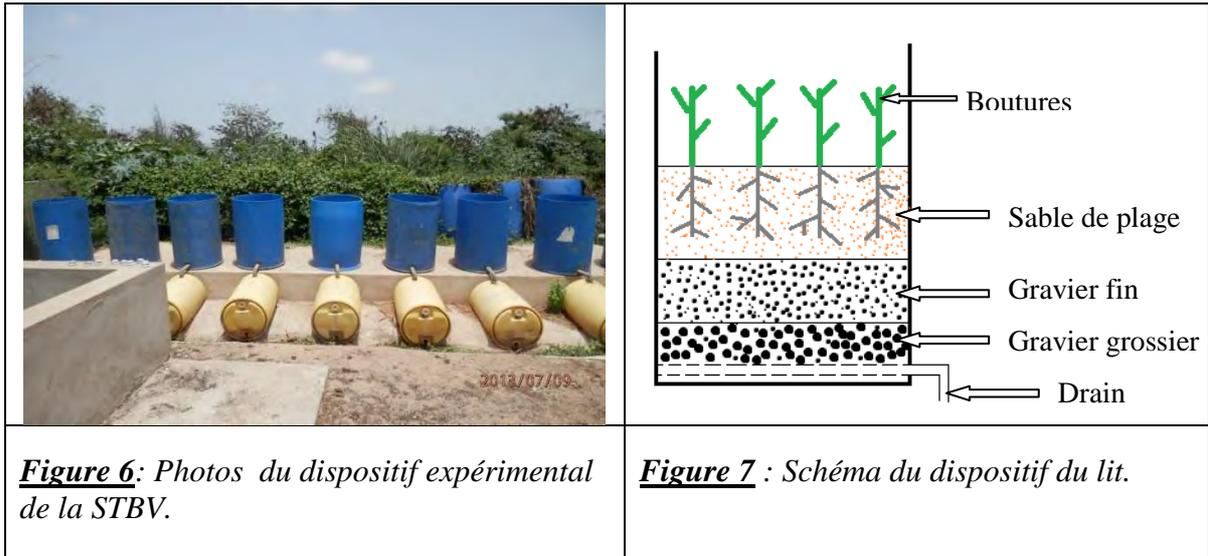
La température moyenne est de 25° C, enregistrée entre décembre et mai. Cependant, entre juin et octobre, la température moyenne est de 30°C.

Pour atteindre l'objectif que nous nous sommes fixé, le matériel suivant va être utilisé :

##### *3.1.2. Matériel (dispositif expérimental)*

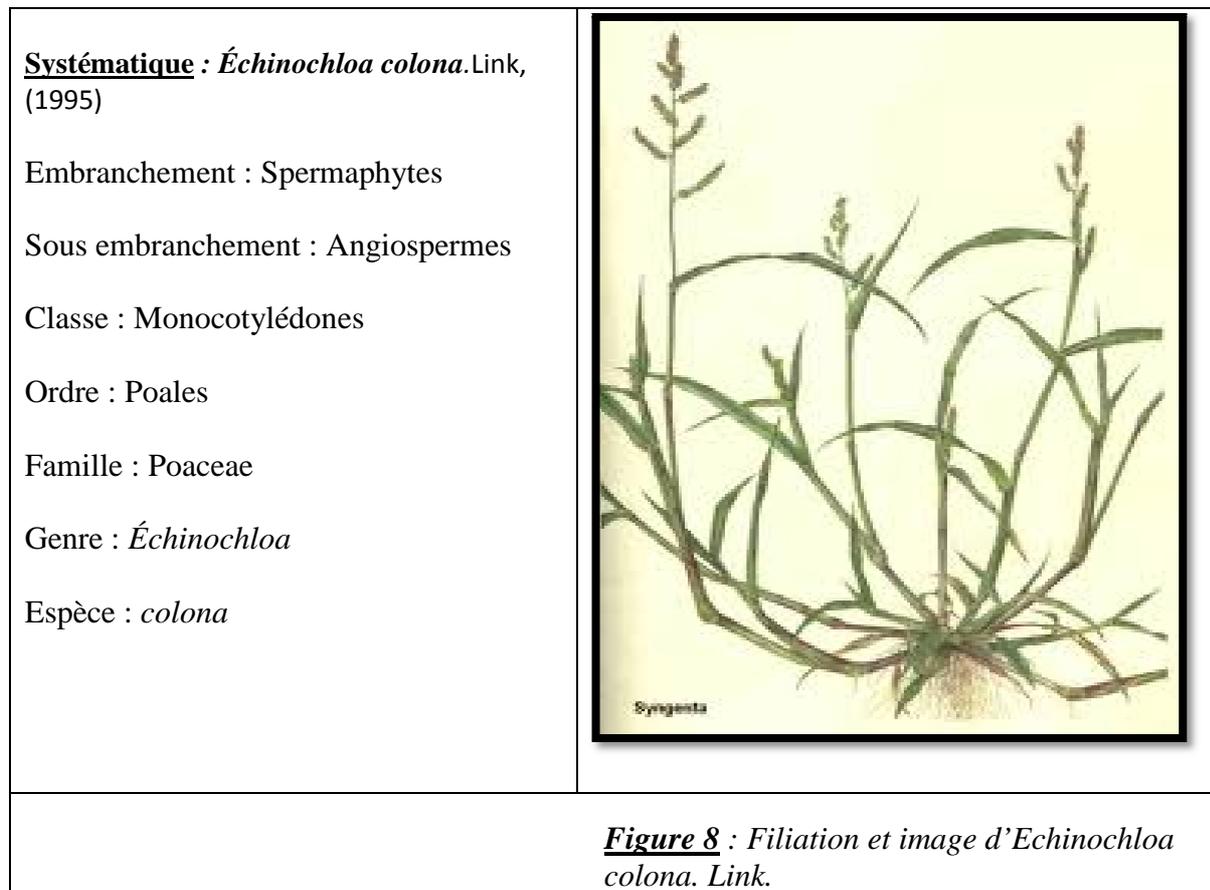
###### *3.1.2.1. Conception du lit séchage*

Dans le cadre de cette étude des barils en plastique de 200 litres ont été utilisés comme support pour les lits de séchage plantés. Ces lits expérimentaux au nombre de 9 sont de forme cylindrique avec une profondeur de 0,9 m et un rayon de 0,25 m soit une superficie de 0,196 m<sup>2</sup>. Sur chaque lit, un massif filtrant a été constitué. Ce massif filtrant est composé de bas en haut par une couche de 10cm de gravier grossier concassé de diamètre 10 à 40 mm, une couche de 10cm de gravier fin concassé de diamètre 5 à 10mm, et d'une couche de 15cm de sable de plage lavé et tamisé (diamètre entre 0,09 et 8 mm) sur laquelle sont plantées les boutures d'*Echinochloa colona*. La base du dispositif de filtration est occupée par un drain central perforé, qui traverse tout le lit et débouche dans un fût de 100 litres qui permet la récupération du percolat (Figures 6 et 7).



### 3.1.2.2. Présentation d'*Echinochloa colona*

*Echinochloa colona* utilisée comme macrophyte dans cette étude est une plante indigène de la famille des Poaceae (Figure 8). C'est une plante fourragère qui pousse sur les sols argileux des zones humides.



#### 3.1.2.2.1. *Caractères botaniques*

Il s'agit d'une herbe annuelle, haute de 5 à 70 cm. Les chaumes sont assez grêles, dressées ou genouillées ascendantes, radicales aux nœuds inférieurs et ramifiées à la base, glabres, parfois teintées de pourpre. Les feuilles sont longues de 5 à 30 cm et larges de 2 à 8 mm avec des limbes linéaires, plans, souples et verts glauques parfois barrés de pourpre noir. L'inflorescence est constituée de nombreux racèmes répartis tout au long de l'axe floral, sur 6 à 15 cm. Les racèmes sont linéaires, spiciformes et mesurent 2 à 3 cm de long et 4 à 6 mm de large. Ils portent de nombreux épillets disposés en 4 rangées irrégulières, mais toutes tournées du même côté. Ils sont de couleur verte à violacée (POILECOT, 1995).

#### 3.1.2.2.2. *Ecologie et répartition géographique*

C'est une espèce hydrophile (hélrophyte), répandue dans tous les domaines géographiques, cependant moins fréquentes dans la zone forestière. Elle est commune sur le bord des mares temporaires, permanentes, dans les dépressions engorgées en saison des pluies, sur les marécages, dans les rizières, le long des fossés de drainages (POILECOT, 1995).

#### 3.1.2.2.3. *Importance économique*

Bonne plante fourragère, très appréciée à l'état vert, qui fournit un fourrage tendre, grains consommés par les hommes comme aliment de disette.

#### 3.1.2.3. *Boues de vidange*

Dans cette étude, il s'agit des boues issues des ouvrages d'assainissement autonome (figure 9) tels que les fosses septiques, les latrines, les toilettes publiques (Sonko, 2008). Il ne s'agit donc pas de boues issues de stations à essence encore moins des boues des stations d'épuration des eaux usées. Ces boues domestiques se présentent sous forme liquide avec une forte charge en matières organiques fermentescibles. Le pourcentage en eau constitue l'humidité alors que le pourcentage de matières sèches représente la siccité. Au Sénégal, les fosses reçoivent pour l'essentiel les eaux vannes et les eaux de bains ; les eaux grises comme les eaux de cuisine et les eaux de lessive sont souvent rejetées directement dans la nature. Ces rejets liquides issues des fosses sont par conséquent, moins dilués que les eaux usées provenant du réseau d'égout. En effet, ces boues de vidange sont des effluents fortement chargés en matières sèches (MS). Après déshydratation et traitement, ces boues deviennent des biosolides qui sont la fraction solide des boues biochimiquement stables et hygiéniquement sûres (Abiola *et al.*, 2009).



**Figure 9** : Type de boue de vidange brute utilisée dans cette étude.

### 3.2. Méthodes (procédure Expérimentale)

#### 3.2.1. Recherche documentaire

Elle a permis de cerner la problématique du traitement des eaux usées en général et des boues de vidange en particulier. Cette recherche a été effectuée dans la base de données du SANDEC et à partir de l'Internet, mais également à partir des différents centres de documentation de Dakar (Bibliothèque Universitaire de Dakar, Institut des Sciences de l'Environnement, CREPA) et des articles scientifiques.

#### 3.2.2. Entretiens

Les entretiens se sont déroulés en même temps que la recherche documentaire. Ces entretiens ont permis de préciser et d'actualiser certains éléments de la bibliographie mais aussi de mieux appréhender la gestion des boues de vidange au Sénégal en rencontrant les acteurs tels que les gestionnaires de l'ONAS (Responsable de la dépositaire de Cambéréne Mr N'diaye) et de la Direction de l'Assainissement (Mr Mamadou B. DIALLO (Service commercial) Mr Ibrahima M. DIONE (Responsable du laboratoire de traitement des eaux usées) , les vidangeurs (Vigas), les chercheurs de l'équipe de SANDEC de Dakar et de l'Université.

Après la mise en place du matériel décrit en dessus, les méthodes suivantes vont être utilisées :

#### 3.2.3. Récolte d'*Échinochloa colona* en milieu naturel

*Echinochloa colona* a été identifié le 05 Juin 2013, dans l'enceinte même de la STEP de Cambéréne.

#### 3.2.4. Plantation

Des boutures d'*Échinochloa colona*, possédant au moins un nœud et une hauteur de 20 cm, ont été plantées dans les différents barils. La densité de plantation est de 46 boutures par m<sup>2</sup>.

De l'eau a été versée dans chaque trou avant et après la plantation de la bouture selon la procédure adoptée par certains auteurs (Abiola *et al.*, 2009). La plantation a été réalisée le Mercredi 9 Juillet 2013 (Figure 10).



**Figure 10** : Lit planté montrant les boutures d'*Echinochloa colona*.

### 3.2.5. Acclimatation

L'acclimatation est le fait, pour un organisme vivant, de s'adapter à un changement durable de son environnement, en particulier climatique (température, humidité, ressources) (Tine *et al.*, 2009). L'acclimatation se déroule sur une période courte, au plus égale à la durée de vie de l'organisme, ce qui la différencie de l'adaptation évolutive. Certaines espèces végétales ou animales peuvent, grâce à l'acclimatation, supporter des conditions auxquelles elles ne pourraient survivre si elles y étaient brutalement exposées. L'acclimatation peut induire différents changements dans la physiologie des individus (Tine *et al.*, 2009). Dans cette étude l'acclimatation a duré deux (2) mois, et présente deux phases :

- ✚ Pendant les quatre (4) premières semaines, les plantes ont été arrosées tous les jours avec de l'eau de robinet.
- ✚ Durant les 4 dernières semaines, les plantes ont été arrosées pendant 3 semaines avec du surnageant des boues des bassins de décantation/épaississement et une charge de 50 kg MS/m<sup>2</sup>\*an (pendant une semaine), afin de diminuer l'influence des conditions de salinité et d'anaérobiose des boues.

### 3.2.6. Fonctionnement à charge nominale

Cette période a été réalisée juste après la période d'acclimatation. Il consiste à appliquer sur les barils les charges de 100, 200 et 300 kg MS/m<sup>2</sup>\*an par campagne (semaine) (charges qui sont généralement appliquées sur les lits de séchages) des boues de vidange brutes contenues dans le bassin de stockage et livrées par les camions de vidange. La

charge hydraulique de la boue appliquée sur le lit (baril) a été à chaque fois déterminée en fonction de l'équation suivante:

$$CH = \frac{C1}{C2 * 52 * f} * S$$

**CH** = Charge hydraulique (L)

**C1** = Taux de charge annuelle Kg MS/m<sup>2</sup>\*an, (100, 200, 300).

**C2** = Concentration en ms (g/l) contenu dans chaque boues de vidange nouvellement livré par les camions de la vidange mécanique,

**S** = Surface du lit en m<sup>2</sup>,

**52** = Nombre de semaine dans l'année pour atteindre le taux de charge annuelle sur un mètre carré,

**F** = Fréquence par semaine des apports de la boue sur les lits (barils).

La fréquence d'alimentation a été fixée à 3 par campagne (semaine).

### 3.2.7. *Protocole expérimental*

Dans cette étude, neuf(9) lits expérimentaux ont été utilisés. Il y a eu trois (3) répétitions pour chaque charge (100, 200 et 300 kg MS/m<sup>2</sup>\*an). A chaque fin de campagne (semaine), des mesures sont effectuées sur les paramètres morphologiques (densité et taille) de la plantes. Un échantillon (échantillonnage composite) de boues brutes et percolât est prélevé pour des analyses au laboratoire.

### 3.2.8. *Détermination de l'effet de charge sur la dynamique de croissance des plantes*

Pour évaluer l'effet de la charge sur le développement de la plante, les mesures suivantes ont été effectuées :

#### 3.2.8.1. *La densité des plantes*

La densité des plantes a été déterminée par comptage des plantes vivantes à la fin de chaque campagne d'alimentation (semaine);

#### 3.2.8.2. *La taille des plantes*

La taille des plantes a été déterminée sur 12 plantes choisies au hasard dans chaque lit. La mesure est effectuée au-dessus d'un niveau des boues accumulées à la fin de chaque campagne d'alimentation;

#### 3.2.8.3. *L'étude de la biomasse végétale des plantes*

L'étude de la biomasse végétale des plantes a été portée sur la production de fourrage et de racines à la fin de l'étude. Pour la biomasse végétale aérienne, cette étude s'est faite sur un échantillon de 12 plantes sur chacun des 9 lits. Ces plantes, après la récolte, sont ensuite été séchées à l'étuve à 105 °C jusqu'à un poids constant. Par contre, l'évaluation de la biomasse

végétale racinaire a porté sur un échantillon de racines prélevées sur une superficie de 25cm<sup>2</sup> dans trois (3) endroits différents sur chaque lit. La carotte de boues accumulées et de sable prélevée venant avec les racines a été préalablement rincée avec de l'eau de robinet. Une fois les racines débarrassées de cette boue, elles sont, séchées à l'air libre puis à l'étuve comme pour la biomasse aérienne. La biomasse végétale est déterminée par pesée différentielle entre le poids frais et le poids sec. La biomasse végétale totale exprimée en matière sèche par m<sup>2</sup>(MS/m<sup>2</sup>), a été obtenue par extrapolation des résultats sur la superficie totale du lit et la densité des plantes à la fin de l'étude.

### 3.2.9. Détermination de l'effet de charge sur les performances épuratoires du système

#### 3.2.9.1. Évaluation des performances du système

La performance des lits a été évaluée à la lumière de l'abattement des différentes formes de pollution constaté après le traitement. Ainsi, des échantillons de boues et de percolats sont régulièrement prélevés à l'entrée et à la sortie des lits pour des analyses au laboratoire.

La quantité prélevée est toujours égale à 1 litre. Une comparaison entre la moyenne des valeurs d'entrée (boues brutes) et celle des valeurs de sortie (effluents) nous a permis de déterminer le rendement des lits suivant cette formule :

$$R(\%) = \frac{(C' * V') - (C^{\circ} * V^{\circ})}{(C' * V')} * 100$$

Avec R = rendement (%)

C' : Concentration entrante (mg/L)

V' = volume entrante (L)

C<sup>o</sup> = Concentration sortante (mg/L)

V<sup>o</sup> = Volume sortante (L)

#### 3.2.9.2. Suivis des paramètres physico-chimiques

Les paramètres considérés sont : la température, le pH, la conductivité, la salinité, matières sèches, les matières en suspension, les matières volatiles en suspension, la demande chimique en oxygène (DCO), la demande biochimique en oxygène (DBO), l'azote (N), et les nitrates.

Ces différents paramètres énumérés ci-dessus, ont été analysés au laboratoire de l'ONAS de Cambéréne, suivant la Méthode standard d'examen de l'eau et des eaux usées, le manuel de l'eau de Hach (voir annexe 1).