

I-1.4.5. Conséquences de la pollution des sols

L'écosystème est altéré par tous les déchets et les toxines naturelles et souvent anthropiques, ce qui met en danger la faune, la flore et l'être humain qui court de plus en plus de risques sanitaires qui peuvent se solder par l'augmentation des décès couplés à un faible taux de reproduction de l'être humain et de toutes les espèces qui se trouvent sur terre (**Jeannot *et al.*, 2001 ; Monas *et al.*, 2004**).

Les conséquences peuvent être aussi socio-économiques ; il s'agit de la baisse de productivité agricole due à la stérilisation des sols entraînant parfois des conflits sociaux (lutte pour l'occupation des sols) des migrations et autres d'une part et d'autre part l'augmentation des dépenses engendrées par la dépollution des nappes phréatiques, l'eau traitée peut devenir inutilisable pour certain usages (**Roger & Jacq, 2000**).

La pollution des sols et la pollution des eaux peuvent entraîner des maladies qui peuvent contaminer toute une communauté (**ALPE-TOGO**). Ce qui nous convie à préserver les sols et les nappes.

La figure 3 présente sous forme simplifiée l'origine des flux de contaminants et les impacts qu'ils provoquent.

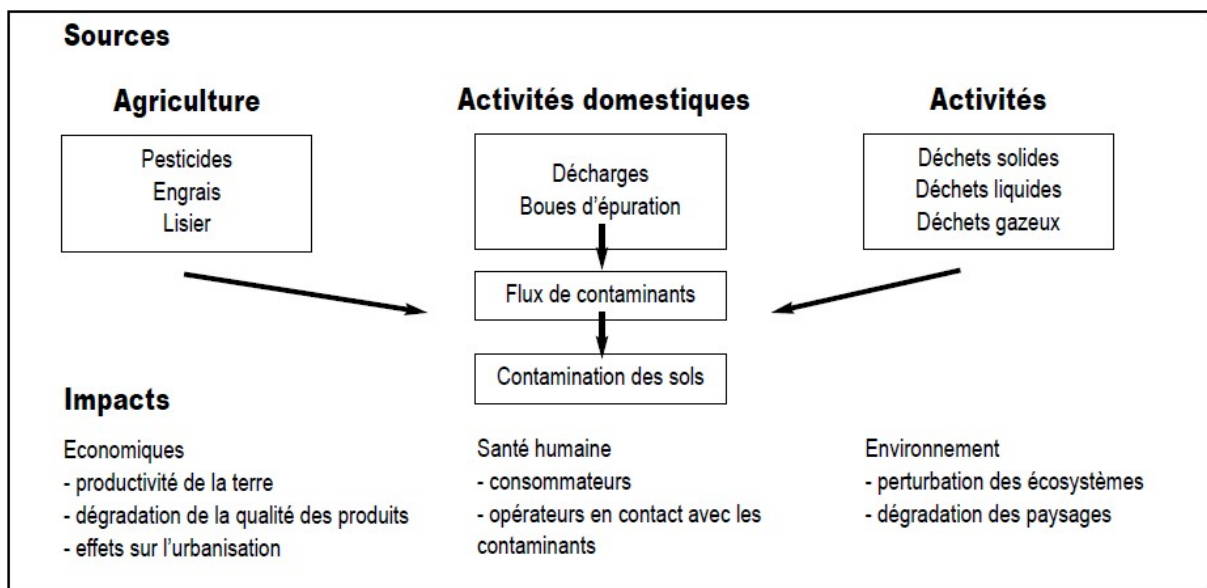


Figure 3. Les diverses formes de contamination des sols et leurs conséquences (**Rainelli, 1996**).

I-2. Généralités sur les déchets

Toute activité humaine consomme des matières premières et produit à long terme des déchets. Ces derniers entraînent des problèmes environnementaux qui affectent différemment les collectivités locales, les pays et même la planète (**Da, 2003**). Ainsi, tout déchet doit être géré de façon écologique pour protéger la santé et l'environnement (**Encyclopédie encarta, 2006**). En effet, depuis le début des années 1990, la protection de l'environnement est devenue une préoccupation collective. La question des déchets est quotidienne et touche chaque individu tant sur le plan professionnel que familial. Chacun peut et doit être acteur d'une meilleure gestion des déchets. Des gestes simples permettent d'agir concrètement pour améliorer le cadre de vie et préserver le bien-être de l'homme.

Selon **Gouhier (2005)**, la gestion des déchets (Rudologie) consiste en la collecte, le transport, le traitement, la réutilisation ou l'élimination des déchets. Un accent est mis depuis quelques décennies sur la valorisation des déchets dans une perspective d'économie circulaire.

I-2.1. Qu'est-ce qu'un déchet ?

Tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon. (**Code de l'environnement Article L541-1**).

I-2.2. Catégories

Les déchets se repartissent en quatre types importants selon leurs natures, leurs origines, leurs mode de traitement et d'élimination, leurs comportement et leurs effets sur l'environnement (**Sotamenou, 2005 ; Diagabate, 2009**).

I-2.2.1. Selon leur nature

D'après **MATE (2003)**, il existe trois catégories essentielles :

- Déchets solides : ordures ménagères, emballages (cartons, papiers, verre, plastiques) ;
- Déchets liquides : huiles usagés, peintures, rejet de lavage ;
- Déchets gazeux : biogaz, fumées d'incinération.

I-2.2.2. Selon leur origine

Trois classes peuvent être distinguées :

a- Les déchets ménagers

Ils sont composés de :

- Ordures ménagères ;

- Déchets volumineux ou "encombrants" ;
- Déblais et gravats produits par les ménages ;
- Les déchets des espaces ou des établissements publics (rues, marchés, écoles, hôpitaux...) ;
- Les déchets artisanaux et commerciaux ;
- Les "déchets assimilables aux ordures ménagères" synonymes de déchets industriels banals (DIB), ne sont pas des déchets des ménages mais peuvent être éliminés dans les mêmes installations que les ordures ménagères.

b- Les déchets industriels :

Ils sont classés, selon leurs caractères plus ou moins polluants en trois grandes classes :

- Les déchets industriels spéciaux (D.I.S), contiennent des éléments polluants en concentration plus ou moins forte. Ils présentent certains risques pour la santé de l'homme et l'environnement.
- Les déchets industriels banals (D.I.B), appelés quelquefois déchets industriels assimilés aux déchets ménagers, sont constitués de déchets non dangereux et non inertes.
- Les déchets industriels inertes sont des déchets non susceptibles d'évolution physique, chimique ou biologique importante. Ils sont essentiellement constitués de déblais et gravats et ne doivent pas être mélangés avec d'autres déchets.

c- Les déchets agricoles :

L'activité agricole peut générer trois types de déchet (**INRA**) :

- Des résidus de l'industrie agroalimentaire ;
- Des déchets de cultures ;
- Des déjections animales de l'élevage.

I-2.2.3. Selon le mode de traitement et d'élimination

Ils sont classés en trois grandes catégories :

- Les déchets inertes : ces déchets ne se décomposent pas, ne se brûlent pas et ne produisent aucune autre réaction physique ou chimique. Ils ne sont pas biodégradables, il s'agit surtout des déchets minéraux ou assimilables au substrat naturel, non pollués : tuiles, céramiques, verre, briques, terres et granulats non pollués, bétons, enrobés bitumeux sans goudron ;
- Les déchets banals : il s'agit des déchets de toute nature dès lors qu'ils ne sont ni inertes, ni dangereux, quand ils proviennent des entreprises, ils sont appelés les Déchets Industriels Banals (DIB). Les DIB sont de nature assimilable aux déchets ménagers et peuvent être

éliminés de façon identique comme: les métaux, papiers, cartons, plastiques, caoutchouc, bois, peinture, textile. **(Décret n° 96-1008)** ;

- Les déchets dangereux (DD) : Ils contiennent des substances dangereuses pour l'homme et pour l'environnement. Leur élimination nécessite des traitements particuliers dans des structures spécialisées. Ils sont appelés les Déchets Industriels Spéciaux (DIS), un DD produit en petites quantités est aussi appelé un Déchet Toxique en quantités dispersées (DTQD) : les huiles de vidange et d'usinage, solvants, absorbants souillés **(Décret N° 2002-540)**.

I-2.2.4. Selon le comportement et les effets sur l'environnement

- Les déchets fermentescibles : principalement constitués par la matière organique, animale ou végétale à différents stades de fermentation aérobies ou anaérobies ;
- Les déchets toxiques : poisons chimiques ou radioactifs qui sont générés soit par des industries, soit par des laboratoires, ou tout simplement par des particuliers qui se débarrassent avec leurs ordures, de certains résidus qui devraient être récupérés séparément exemple : flacons des médicaments, seringues, piles et autres gadgets électroniques. **(Décret N° 96-1008)**.

I-2.3. La gestion des déchets

La gestion des déchets va de la collecte au transport et enfin aux différentes méthodes de traitement actuellement disponibles et répond à une logique de 3 principes : Réduire, Réutilise et Recycler. Elle se résume comme suit :

Nous devons d'abord et avant tout réduire la quantité des déchets-ressources à traiter. Nous devons ensuite les réutiliser le plus possible. C'est seulement après que nous devons prendre les mesures nécessaires afin de recycler et/ou de composter. Toutes ces opérations doivent se réaliser en respectant la communauté, l'environnement et la santé. Les déchets restants doivent être traités selon leur degré de toxicité **(Vaillancourt *et al.*, 1999)**.

Dans les pays du Sud, la gestion des déchets peut se résumer en trois phases : la collecte et le transport des déchets, le tri des déchets et leur traitement **(Diagabate, 2009)**.

I-2.3.1. La collecte et le transport des déchets

La collecte est la première étape du cycle de la gestion des déchets, elle se fait en deux étapes complémentaires : La première étape ou collecte primaire consiste à faire le « porte à porte » pour la collecte des ordures et les conduire directement au lieu de traitement **(Saskatchewan *et al.*, 1997 ; Charnay, 2005 ; Akouwerabou, 2007)** ; La collecte en un point de

regroupement constitue la seconde étape, elle s'effectue grâce à des conteneurs, vidés régulièrement.

Enfin la collecte doit concerner aussi l'évacuation des déchets non contrôlés dans les rues **(Kambale, 2003)**.

En ce qui concerne le transport, il se fait à partir des bacs, des dépotoirs ou des sites de transfert vers les décharges. Les différents types de collecte des déchets urbains nécessitent des modes de transport urbain. Le camion benne est le véhicule le plus fréquent dans les grandes villes.

Le transport des déchets dangereux (exemple : huiles usagées, solvants usagés...) doit respecter la réglementation sur le transport des matières dangereuses et se faire par le producteur lui-même ou une entreprise autorisée **(Waas, 1996 ; Zurbrugg, 1996)**.

I-2.3.2. Le tri des déchets

Le tri des déchets est une opération qui permet de sélectionner les déchets selon leur nature et de les séparer en fonction de leur composition. Il est effectué par les particuliers et les industriels, puis affiné dans des centres de tri spécialisés. Le tri ménager des déchets est le premier échelon de la chaîne de valorisation des déchets et permet notamment de séparer les déchets recyclables des autres déchets **(INRA, 2002)**.

Le tri peut ensuite être réalisé soit sur déchets humides **(ADEME, 1993)** soit sur déchets séchés à 80°C **(Norme AFNOR NFX 30-466, 2005)**. Les déchets sont ainsi séparés par taille. Le tri des déchets revêt plusieurs intérêts écologiques. Il permet en effet : d'économiser de l'énergie en recyclant les déchets. Il permet aussi de préserver les ressources naturelles de la planète, de réduire la quantité de déchets accumulés ou la pollution dégagée par leur incinération. Il permet enfin à tout citoyen de prendre conscience de ses actes et de leurs conséquences sur l'environnement.

I-2.3.3. Le traitement

Le traitement des déchets est un ensemble de procédés ayant pour but de réduire dans les conditions contrôlées le potentiel polluant initial, la quantité ou le volume des déchets.

Dans les pays du Sud, une forte majorité des déchets est mise en décharge (le plus souvent non contrôlée) ou dispersée dans les rues et les champs. Pour réduire les impacts environnementaux, différentes techniques existent comme le stockage dans les centres d'enfouissement, technique présentant les meilleures garanties de protection de l'environnement ; l'incinération ou la valorisation par la voie du réemploi, du recyclage ou du compostage **(Charnay, 2005)**.

On distingue trois grands modes de traitement des déchets solides urbains :

I-2.3.3.1. La valorisation des déchets

La valorisation des déchets est tout traitement ou utilisation des déchets qui permet de leur trouver un débouché ayant une valeur économique positive. Tous les procédés conduisent à des économies de matières premières en même temps qu'ils contribuent de façon directe au respect et à la sauvegarde de l'environnement, ce qui offre d'avantages **(INRA, 2002)** ; D'une part l'extraction de nouvelles matières premières des déchets et donc contribue à réduire l'exploitation des ressources naturelles ; d'autre part la valorisation des matières issues des déchets est moins gourmande en énergie et en eau que le traitement des matières premières vierges. La valorisation des déchets est également une source de création d'emplois surtout au sein des pays du Sud où une forte proportion de la main d'œuvre est non qualifiée **(Akouwerabou, 2007)**.

Plusieurs formes de valorisation des déchets existent :

Le recyclage des déchets

Le recyclage est un procédé par lequel les matériaux qui composent un produit en fin de vie (généralement des déchets industriels ou ménagers) sont réutilisés en tout ou en partie. Pour les pays industrialisés, le recyclage regroupe la récupération et la réutilisation des divers déchets ménagers. Ceux-ci sont collectés et triés en différentes catégories pour que les matières premières qui les composent soient réutilisées (recyclées). Il permet d'abord d'économiser de la matière première et donc de préserver les ressources naturelles de notre planète. Il permet également de réduire le volume et le poids de nos poubelles et donc de limiter les risques de pollution de l'air et des sols. Selon **Ta Thu Thuy (1998)**, la récupération de matériaux recyclables réduit la quantité de déchets à traiter de 20 à 25%. Bien qu'apportant une contribution importante à la baisse des quantités de déchets à éliminer (par enfouissement), le recyclage n'est pas suffisant pour contrer l'augmentation de la production des déchets ou y suffit à peine **(Akouwerabou, 2007)**.

Le Compostage

Pour **Raviv (2000)**, le compostage est la méthode de traitement préférentielle pour beaucoup de déchets organiques, autant du point de vue écologique qu'économique. Il s'agit alors de la réintégration de la matière organique dans les cycles biogéochimiques de notre environnement **(Record, 2002)**.

Dans les pays du sud le compostage est adapté du fait de la proportion importante de matière organique contenue dans les déchets urbains et de la volonté de réduire le gisement entrant en décharge (**Charnay, 2005**).

I-2.3.3.2. Le traitement thermique

Deux modes de traitement thermiques peuvent être distingués

L'incinération

L'incinération est le processus de destruction d'un matériau en le brûlant. Elle est connue pour être une méthode pratique pour se débarrasser des déchets contaminés, comme les déchets médicaux biologiques (**Sotamenou, 2005**). Elle est une option importante pour le traitement des déchets puisqu'il réduit très nettement l'espace requis par les décharges.

C'est une méthode très répandue dans les pays industrialisés demandant des investissements mais aussi une surveillance et une maintenance des équipements spécifiques (**Charnay, 2005**).

Le choix de l'incinération comme filière de traitement des déchets est peu retenu dans les pays du Sud, à cause de la difficulté de combustion due à la nature même des déchets, de l'investissement de départ et également des frais élevés de fonctionnement (**Rand, 2000**).

La pyrolyse

C'est un autre procédé de traitement thermique, avec une combustion menée en atmosphère pauvre en oxygène. Par cette méthode, on cherche à diminuer la quantité des fumées émises et produire un combustible secondaire. Le terme générique de pyrolyse regroupe toutes les opérations de scission moléculaire par voie thermochimique, donnant naissance, suivant la température adoptée à des gaz, des liquides ou des solides valorisables (**Zellagui, 2016**).

I-2.3.3.3. L'enfouissement ou la mise en décharge

La mise en décharge des ordures consiste à les entasser dans un terrain approprié permettant à la nature de jouer son rôle de dégradation, cette technique est réservée à tout déchet ne pouvant pas faire l'objet d'une valorisation organique. Les décharges présentent le moyen d'évacuation le plus satisfaisant et le plus économique, mais uniquement si lorsque toutes les dispositions sont prises afin d'éviter toute nuisance qui peut être généré.

Toutefois, dans les pays du Sud, le stockage dans les décharges ne répond pratiquement pas aux garanties nécessaires pour la préservation de l'environnement (**Matejka, 2004**).

Selon **Johannessen & Boyer (1999)**, il existe différentes techniques de mise en décharge, ainsi nous distinguons, suivant les moyens mis en œuvre et les opérations effectuées sur le terrain, différents types de mise en décharge, et qui peut se faire sur deux types :

- **Les décharges brutes ou non contrôlées**, qui sont un tas de déchets construit clandestinement sans l'assentiment du propriétaire du terrain. Elle est aussi établie et exploitée sans une autorisation administrative (**Desachy, 2001**). Ce sont généralement de petites accumulations de déchets, la plupart du temps non pérennes, composées soit d'ordures ménagères banales, des appareils électroménagers, de gravats, déblais, et de déchets verts résultant de l'entretien d'espaces verts publics ou privés.
- **Les décharges contrôlées**, sont lorsque toutes les dispositions sont prises pour éviter les nuisances. La mise en place, l'exploitation et le devenir de la décharge auront fait au préalable, l'objet d'une étude approfondie. C'est un procédé de traitement relativement simple ne nécessitant pas une infrastructure très importante. Cette option peut être utilisée comme mode de traitement unique ou comme solution de secours ou de complément à d'autres procédés. Une fois les résidus mis en décharge et selon leur degré de compression ou selon qu'ils ont subi ou non une préparation à cette mise en décharge, plusieurs types d'exploitation peuvent alors se présenter. La durée de vie d'un site étant fonction du type de décharge choisi.

Des citoyens s'opposent à la création des décharges quelque soient les conditions ou le lieu, car pour eux la décharge laissera une planète véritablement polluée et causera de graves problèmes environnementaux. Ces oppositions rendent difficile la gestion des décharges (**Zurbrugg & Schertenleib, 1998**).

I-2.4. Les décharges non contrôlées

La mise en décharge constitue, à l'origine, une technique d'élimination des déchets facile à mettre en œuvre et relativement peu coûteuse. Sans gestion adéquate, elle peut toutefois engendrer divers problèmes tant sur les plans hygiénique et sanitaire qu'environnemental.

Il est donc essentiel de comprendre le fonctionnement de la décharge afin d'en optimiser la gestion. Le but est en effet de réduire au maximum le temps de gestion de la décharge, d'en limiter ainsi le coût d'exploitation et la durée des nuisances, d'en accélérer la réhabilitation.

I-2.4.1. Fonctionnement et caractérisation des décharges

Le fonctionnement d'une décharge peut être assimilé à un réacteur bio-physico-chimique donnant lieu à des réactions et à des évolutions complexes qui aboutissent à la transformation chimique, physique et biologique des déchets. Les eaux pluviales qui pénètrent dans le dépôt vont participer aux réactions physicochimiques (dissolutions, précipitations) et biologiques

qui s'y déroulent. Une décharge est donc caractérisée par un flux entrant, un flux sortant ainsi que par une population microbienne :



Figure 4. Le bioréacteur «décharge »

Le flux entrant correspond à l'entrée d'eau dans la décharge ainsi qu'à l'apport de déchets durant le remplissage. Les entrées d'eau dans la décharge sont constituées des précipitations météoriques directes auxquelles s'ajoutent l'eau apportée par les déchets eux-mêmes et les eaux de ruissellement qui entrent dans les alvéoles de stockage, l'eau est donc le vecteur principal de l'évolution d'une décharge.

Le flux sortant correspond aux lixiviats, c'est-à-dire aux eaux de percolation de la décharge, et au biogaz produit (figure 4).

Les lixiviats qui sortent de la décharge vont donc être contaminés par les divers produits, métabolites, et polluants contenus dans la phase liquide présente dans ce bioréacteur que constitue la décharge. On en déduit que les propriétés des lixiviats vont évoluer au cours du temps, au fur et à mesure que la décharge vieillit. La composition du lixiviat est, en quelque sorte, une photographie instantanée de l'état d'évolution du dépôt (**Jupsin *et al.*, 2002**).

Les décharges sont donc le siège d'activités microbiologiques, elles dépendent de divers paramètres physico-chimiques (pH, température, humidité) et consistent en une dégradation de certains déchets ménagers en présence d'eau.

I-2.4.2. Processus biochimiques se déroulant dans une décharge

Le rôle de l'eau

Les eaux météoriques s'écoulent à travers la masse des déchets, avec une vitesse et un débit qui dépendent de la porosité, de la perméabilité et de l'épaisseur du milieu. Elles favorisent la biodégradation des matières organiques fermentescibles et produisent des lixiviats en se chargeant de substances organiques ou minérales provenant des déchets ou des produits de la dégradation des déchets (**Amokrane, 1994**).

La formation des lixiviats met en jeu une grande diversité de phénomènes qui joueront plus ou moins en fonction de la nature des déchets, du mode d'exploitation de la décharge (hauteur des déchets, surface exploitée, compactage...) et de l'infiltration des eaux. Ces phénomènes peuvent être répartis en deux catégories (**Amokrane, 1994**) :

- a) Mécanismes physico-chimiques : évolution du pH, du pouvoir tampon, de la salinité et du potentiel d'oxydoréduction des solutions percolant à travers les déchets ; ces solutions mettent en œuvre des mécanismes chimiques de solubilisation, complexations, oxydoréduction, adsorption, neutralisation et transfert de matière ;
- b) Processus biologiques aérobies et anaérobies qui vont dégrader la fraction organique fermentescible des déchets. Il est admis que le phénomène de biodégradation est à l'origine d'une complexification des réactions qui rend difficile la généralisation de l'ensemble des phénomènes réels.

L'évolution biologique

Dans une décharge les micro-organismes sont responsables de la production de biogaz, celui-ci est de nature différente selon qu'il est produit par des micro-organismes aérobies ou anaérobie. **(Christensen *et al.*, 2001)**

- Dans le premier cas il est composée essentiellement de gaz carbonique et d'eau toutefois ce type de biogaz n'est produit qu'en faible quantité car, étant donné le comblement progressif et la compaction des déchets, la phase aérobie est brève et ne concerne que le début de l'accumulation sur le site et ultérieurement la couche supérieure des déchets. **(Thonart *et al.*, 1998)**. Le principal facteur susceptible de contribuer à l'évolution des déchets est la biodégradation de la matière organique fermentescible en des formes solubles et gazeuses. Cette dégradation par des micro-organismes (champignons, bactéries) débute par une fermentation aérobie (c'est-à-dire en présence d'oxygène). Après épuisement en quelques semaines de l'oxygène présent dans le massif de déchets, apparaît la phase anaérobie entraînant la formation de biogaz et de métabolites organiques ou minéraux solubles dans l'eau.
- La dégradation anaérobie de la matière organique est le métabolisme prédominant dans les décharges. Il s'agit d'un processus microbiologique et biochimique complexe mettant en œuvre de nombreuses espèces bactériennes, transformant à terme la matière organique fermentescible principalement en méthane et gaz carbonique, on peut distinguer quatre phases successives dans la dégradation anaérobie : Hydrolyse, Acidogenèse, Acétogenèse et Méthanogenèse, **(Bryant, 1979)** (Figure 5). **Christensen *et al.*, (2001)** rajoute une dernière phase dite de « maturation-stabilisation », qui correspond à la fin de la méthanogénèse, où, entre autres, l'oxygène réapparaît dans le milieu.

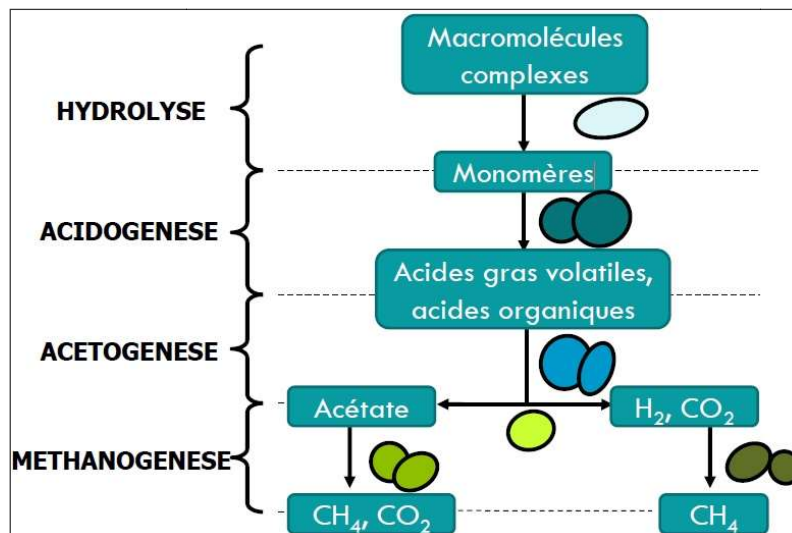


Figure 5 : Processus biochimiques se déroulant dans une décharge (**Bryant, 1979**)

La première étape est en relation avec des micro-organismes producteurs d'enzymes extracellulaires. Ces enzymes sont responsables de l'hydrolyse de macromolécules (hydrates de carbone, protéines, matières grasses) en molécules plus petites et solubles (sucres, acides aminés, acides gras). Cette étape peut se dérouler en aérobie ou en anaérobie. (**Thonart *et al.*, 1988**).

Au cours de l'étape d'acidogénèse, les produits de l'hydrolyse sont bio-convertis par des bactéries acidifiantes notamment en alcools et acides gras de petites tailles (jusqu'à cinq carbones) aussi appelés acides gras volatils (AGV).

Le groupe des bactéries céto-gènes est très hétérogène et produit de l'acide acétique, de l'hydrogène et du dioxyde de carbone (CO_2) à partir des AGV.

Quant aux bactéries méthanogènes, elles sont anaérobies strictes, un premier groupe consomme l'hydrogène et le dioxyde de carbone pour donner du méthane (CH_4), un second transforme l'acide acétique en méthane et en dioxyde de carbone.

Globalement, la consommation des AGV provoque une remontée du pH qui, elle, stimule l'activité méthanogène.

A noter également qu'une sulfato-réduction peut apparaître notamment en présence d'une concentration élevée en sulfates (SO_4^{2-}). Ces derniers sont présents dans plusieurs types de déchets de construction ou dans le sous-sol de certaines décharges, à proximité des mers ou des lacs salés, par exemple.

Les bactéries sulfato-réductrices anaérobies strictes, utilisent l'hydrogène, l'acide acétique, les alcools et les AGV pour former du CO_2 et du sulfure d'hydrogène (H_2S). La stabilisation de la

matière organique et la chute de la production de gaz correspondent à la phase terminale d'évolution de la décharge. (Bryant, 1979).

Production des lixiviats

Les lixiviats de décharge sont des eaux usées complexes résultant de la percolation de l'eau de pluie à travers les déchets (Figure 6) où des processus biologiques, physiques et chimiques ayant lieu au sein même de la décharge, leur composition révèle notamment de hautes valeurs de conductivité, DCO, DBO5, anions, cations, ammoniac, métaux lourds... et dépend de nombreux facteurs : composition des déchets, âge de la décharge, conditions météorologique, etc. (Adam & Vassel, 1988). La formation des lixiviats implique non seulement la caractérisation des déchets enfouis mais aussi l'étude des interactions entre l'eau et les déchets (Colin, 1985).

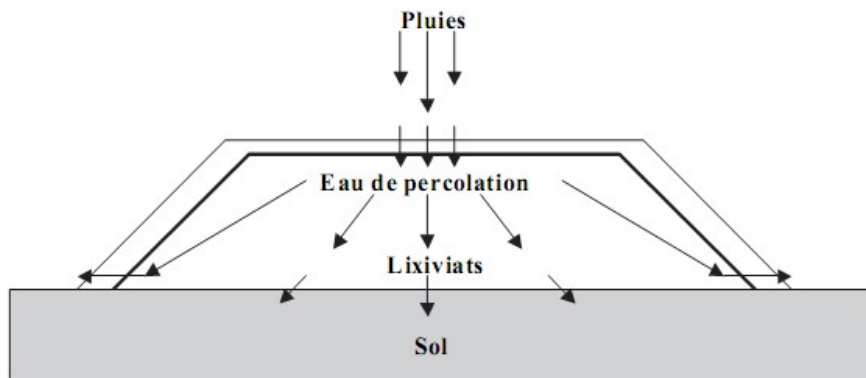


Figure 6 : Les lixiviats (Barres, 1990)

Quatre sources d'eau contribuent à la production du lixiviat dans les zones de décharge :

- l'eau initialement contenue dans les déchets ;
- l'eau produite lors de la décomposition de la matière organique contenue dans les déchets ;
- l'eau provenant des précipitations météoriques ;
- l'eau venant de la nappe phréatique.

Composition

La composition des lixiviats dépend de la nature des déchets, de la géométrie et de la gestion du site, en particulier la façon dont les apports en eau sont contrôlés. De plus, les mécanismes intervenant dans le processus de dégradation des déchets modifient la composition des lixiviats (Ross, 1990).

La qualité physico-chimique des lixiviats est non seulement très diverse mais variable dans le temps et dans l'espace. Elle dépend de plusieurs facteurs (Deunevz, 1987 ; Ozanne, 1990), tels que le mode d'exploitation de la décharge, les conditions climatiques et essentiellement la nature des déchets et l'âge de la décharge (Barres *et al.*, 1990).

Qualitativement, les lixiviats se composent en général de deux fractions : une fraction minérale et une fraction organique. (**Ghassemi *et al.*, 1984 ; Colin, 1985**).

Production des biogaz

Le phénomène de digestion anaérobie s'établit dans les décharges après une première phase de dégradation aérobie. Celui-ci aboutit à la production de biogaz, essentiellement constitué de méthane et dioxyde de carbone. Suivant les sites, la nature et la quantité de biogaz seront variables. Son captage est rendu nécessaire par la nuisance qu'il présente pour les riverains. (**Aina *et al.*, 2006**)

Composition

La composition du biogaz dépend de nombreux paramètres parmi lesquels on peut citer la nature et la qualité des déchets stockés, le mode d'exploitation du site, l'âge des déchets etc.

Dans les premiers mois qui suivent le dépôt, la dégradation de la matière organique conduit à la formation d'hydrogène, d'acides gras volatils et de dioxyde de carbone, tout en consommant de l'oxygène et de l'azote (**ADEME, 2000**). La nature des biogaz diffère d'un site à un autre (**Dessachy, 1994**). Le méthane et le dioxyde sont les gaz les plus abondants. Ils représentent respectivement 30-65 % et 34-46 % en volume total des biogaz (Tableau 3).

Tableau 3 : Composition et caractéristiques des biogaz de décharge

Composé	Concentration	Caractéristiques
CH ₄	30-65 % en volume	Combustible, effet de serre
CO ₂	34-46 % en volume	Corrosif
H ₂ S	0-40 ppm	Odorant, corrosif
Composés soufrés totaux	< 100 ppm	Odorant, effet de serre
Composés halogénés totaux	< 300 ppm	----
Hydrocarbures	< 0,2 %	Odorant
Azote ammoniacal	< 20 ppm	Odorant
Eau	Saturation : 4 % volume à 30 ° C 1,3 % volume à 15 ° C	Corrosif

I-2.4.3. Impact des décharges sur l'environnement

Les décharges non contrôlées sont des sources de pollution de plusieurs ordres qui peuvent se résumer à des émissions et des nuisances.