

# Troisième partie:

## Utilisation des matières organiques et inorganiques

### Introduction:

La croissance de la population, l'évolution des modes de consommation et l'urbanisation accélérée, demande une utilisation abusive de la matière organique (Substances combustibles dont les molécules sont des chaînes carbonées, tel que le pétrole et ses dérivés et les substances organiques d'origine animale ou végétale (glucides lipides protides...)) et inorganique (Substances non combustibles : Sable; verre; métaux; sels minéraux;  $\text{CO}_2$  ;  $\text{H}_2\text{O}$  ...), afin de produire de l'énergie.

La consommation croissante s'accompagne de la production de :

- ✓ Déchets solides tels que les déchets ménagers ;
- ✓ Déchets liquides tel que les eaux usées ménagères et industrielles ;
- ✓ Déchets gazeux libérés par la combustion de substances organiques énergétiques (charbon, gaz naturel, pétrole et dérivés).

En absence d'une bonne gestion, l'accumulation de ces déchets dans la nature pourrait devenir une source de nuisance pour les différents milieux de l'environnement et la santé de l'Homme.

- *Quels sont les aspects de la pollution résultants de l'utilisation de la matière organique et inorganique ?*
- *Comment peut-on gérer les déchets, pour éviter leurs nuisances à l'environnement et à la santé de l'Homme ?*

**Introduction:** (Voir document 1)

### Document 1 : Les déchets ménagers issus de l'utilisation des matières organiques et inorganiques:

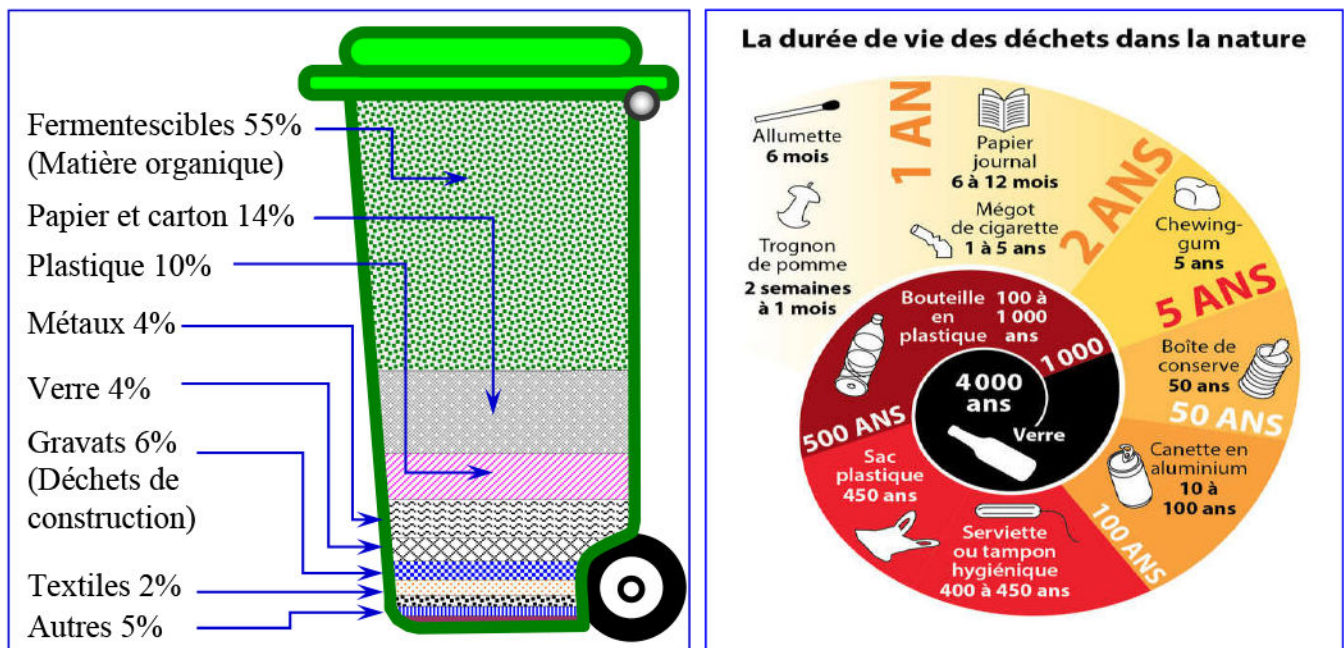
★ Depuis quelques décennies, le Maroc connaît une forte croissance de la population urbaine et une prolifération des quartiers périphériques avec une augmentation conséquente des besoins d'accès aux services de base. Cette situation a rendu plus ardues la collecte, l'évacuation et l'élimination des déchets ménagers et assimilés. Ces déchets sont très souvent éliminés dans des décharges sauvages ou encore dans des points noirs et dans les cours d'eau sans aucun traitement ni contrôle, ce qui engendre de graves conséquences aussi bien pour la santé publique et l'environnement que pour l'avenir des activités socio-économiques dans notre pays.

★ Estimation de la production nationale des ordures ménagères au Maroc :

<i>Production nationale des déchets ménagers en 2000 au Maroc</i>	<i>Les déchets ménagers urbains</i>	<i>Les déchets ménagers ruraux</i>
6500 000 tonnes/an 18055 tonnes/jour	4500 000 tonnes/an 12 500 tonnes/jour	2000 000 tonnes/an 5 555 tonnes/jour

- 1) Donnez le pourcentage des différents déchets ménagers urbains et ruraux.
- 2) Que pouvez-vous conclure en comparant ces pourcentages ?

★ Les figures ci-dessous, représentent respectivement : la composition des déchets ménagers d'une ville et la durée de vie des déchets dans la nature :



- 3) Dénombrer les types de déchets et comparez leur pourcentage.
- 4) Quelle est la caractéristique principale de ces déchets?
- 5) Définissez les déchets ménagers.
- 6) A votre avis, quels sont les problèmes en relation avec la présence de ces déchets ménagers.

- 1) • Le pourcentage des déchets ménagers ruraux :
- 6500 000 → 100%
- 2000 000 → X%      ⇨     $X = (2000\ 000 / 6500\ 000) \times 100 = 30.7\ %$
- Le pourcentage des déchets ménagers urbains :
- 6500 000 → 100%
- 4500 000 → Y%      ⇨     $Y = (4500\ 000 / 6500\ 000) \times 100 = 69.2\ %$

- 2) On constate que le pourcentage des déchets produits dans le monde urbain, est plus élevé que celui des déchets produits dans le monde rural. Donc on peut conclure que la croissance démographique et le nouveau mode de vie, ont engendrés une augmentation des besoins de l'homme. Cette évolution est accompagnée d'une augmentation et d'une variation des déchets ménagers.
- 3) Les déchets ménagers sont formés essentiellement par de la matière organique (55%), suivie par le papier (14%) et le plastique (10%), puis on trouve les métaux et le verre avec 4%.
- 4) La caractéristique principale de ces déchets c'est qu'elles sont très riches en matière organique facilement biodégradables comme les restes de nourritures, ou persistante très long temps dans l'environnement comme le plastique.
- 5) Les déchets ménagers sont tous les résidus issus des activités quotidiennes des ménages. Ils contiennent les résidus alimentaires, emballages, bouteilles, papiers, cartons, journaux... On distingue deux catégories de déchets: déchets organiques et déchets inorganiques.
- 6) La collecte des déchets et leur accumulation dans des décharges non contrôlées, est considérée comme problème principale dans notre pays. La gestion anarchique de ces déchets ménagères provoque des dégâts graves sur la santé, l'environnement (eau; air; sol) et l'économie.
- *Quelles sont les moyens de valorisation des déchets ménagers ?*
  - *Quels sont les impacts des ordures ménagères sur l'environnement, la santé et sur l'économie ?*

## **I – Les moyens d'élimination des ordures ménagères et leur traitement.**

④ **La collecte des déchets ménagers:** (Voir document 2)

### **Document 2 : La collecte des déchets ménagers au Maroc:**

Au Maroc, la production des déchets par habitant et par jour est très variable d'une région à une autre, elle est en moyenne de 0.75 Kg/hab/j (plus de 5 millions de tonnes par an pour tout le territoire national).

Chaque commune assure le service de nettoyage et de collecte des déchets à l'intérieur de son périmètre et la communauté urbaine est chargée de l'élimination finale de ces déchets. Le taux de collecte n'est pas bien déterminé pour toutes les communes et il est également très variable. Cette insuffisance de la collecte engendre souvent l'apparition de points noirs dans les quartiers périphériques et les terrains vagues de la plupart des villes.

Les déchets collectés sont éliminés dans des décharges sauvages ou par enfouissement (Rabat); mais en règle générale, l'élimination finale des déchets n'est pas satisfaisante sur le plan hygiénique et environnemental : sur 150 décharges ayant fait l'objet d'une étude de la Direction Général de l'Hydraulique, seulement 20 % sont situées sur des sols non vulnérables.

- 1) Déterminez comment se fait la collecte des ordures ménagères.
- 2) Conclure l'intérêt de la collecte et de l'élimination des ordures ménagères.

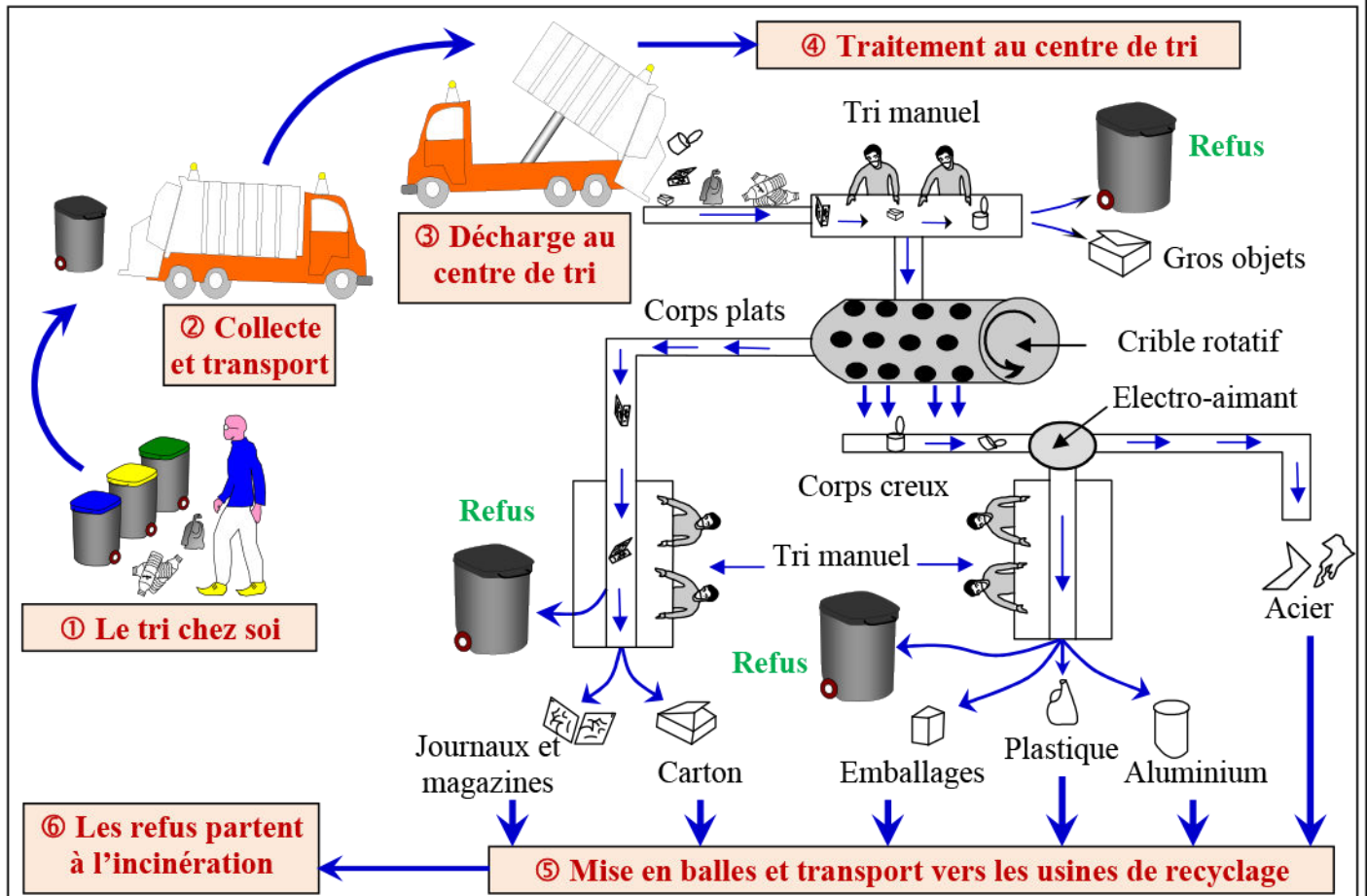
- 1) Dans la plus part des zones urbaines, la collecte des déchets se fait après leurs assemblages dans des poubelles, par camions depuis les quartiers résidentiels vers une décharge située à la périphérie de la ville. Ces déchets sont généralement collectés et transportés vers les décharges publiques sans aucun traitement.
- 2) La décomposition des déchets peut s'avérer extrêmement lente (De quelques semaines à plusieurs siècles). Leur accumulation menace la santé et les équilibres naturels. Les décharges anarchiques autour des villes constituent donc une véritable menace pour la santé et pour l'environnement. Cette menace peut être évitée par gestion raisonnable des déchets ménagers dont le contenu est riche en substances pouvant être réutilisées comme matière première (recyclage), ce qui donne aux déchets ménagers une importance économique.

## ② Le tri des déchets ménagers: (Voir document 3)

### Document 3 : Le tri des déchets ménagers:

Les ordures ménagères posent de sérieux problèmes pour les agglomérations des habitations. L'analyse du contenu de ces ordures montre qu'elles sont riches en substances pouvant être réutilisées comme matière première (recyclage). Le tri constitue une étape indispensable pour toute réutilisation des ordures.

Le schéma ci-dessous présente les principales étapes du tri dans un centre de tri :



- En exploitant les données de ce document, définir le tri puis décrivez les étapes du tri.
- Citez quelques avantages de cette procédure.

- Le tri consiste à trier et à récupérer les déchets selon leur nature: métaux, papier, verre, organique... pour faciliter leur recyclage. Le tri est un travail minutieux qui nécessite d'abord l'intervention du citoyen lui-même. Ensuite, vient le rôle des services spécialisés des centres de tri où on utilise des machines automatisées.

Après le tri sélectif des déchets ménagers, les matières bien séparées en catégories différentes, sont compactées et mises en balle, puis envoyées dans des unités industrielles de traitement et de recyclage. Donc les ordures ménagères possèdent un potentiel économique important.

- Quelques avantages du tri des déchets ménagers :
  - ✓ La réduction du volume des déchets.
  - ✓ La réduction des risques d'interactions possibles entre les composants des déchets.
  - ✓ La préservation des réserves naturelles.
  - ✓ Valorisation des déchets en classant ses composants en fonction de leurs natures.

### ③ Les techniques de traitement et de valorisation des déchets ménagers:

Après le processus du tri, les matières premières récupérées sont transférées aux unités industrielles de traitement et de recyclage, où aura lieu la valorisation de chacune des matières triées.

(Voir document 4)

#### Document 4 : Le recyclage des déchets ménagers:

★ Le tableau suivant, présente un exemple de valorisation des déchets et les produits de recyclage :

Déchets recyclés	1 tonne de verre	1Kg de journaux	670 canettes d'aluminium	19000 boîtes de conserve	3400 bouteilles en plastique
Produits de recyclage	2500 bouteilles de verre de 500 cl	60 rouleaux de papier cadeau	1 vélo	1 carrosserie d'une voiture	1 grande chaise

★ Au Maroc, la part des ordures ménagères recyclée est de l'ordre de 500000 tonnes/an. Les produits récupérés et traités sont destinés pour être valorisés. Le tableau ci-dessous, décrit quelques exemples de réutilisation des matériaux récupérés pour recyclage :

Matériaux récupérés	Exemple de valorisation
Papier - carton	Reproduire des cartonnages de containers, base de boîte de carton, des sachets de papiers, papiers de photocopie et d'imprimerie...
Plastique	Conteneurs non alimentaires, tubes et tuyaux industriels, jouets, matériaux de revêtement, semelles...
Verre	Fabrication d'emballage en verre...
Aluminium	Après traitement, les boîtes sont fondues et moulées puis laminées en feuillets et coupées pour produire de nouvelles boîtes ou autres.
Métal ferreux	Reproduire de nouveaux aciers.
Os	Décoration de meubles et bijoux. Utilisé comme absorbant dans le traitement des eaux...

En exploitant les données de ce document, définir le recyclage, puis montrer les avantages de ce procédé sur l'environnement et l'économie.

Le recyclage des déchets ménagers, consiste à réutiliser les matériaux tels quels ou à les réintroduire dans un nouveau cycle de production.

Le recyclage des déchets ménagers permet :

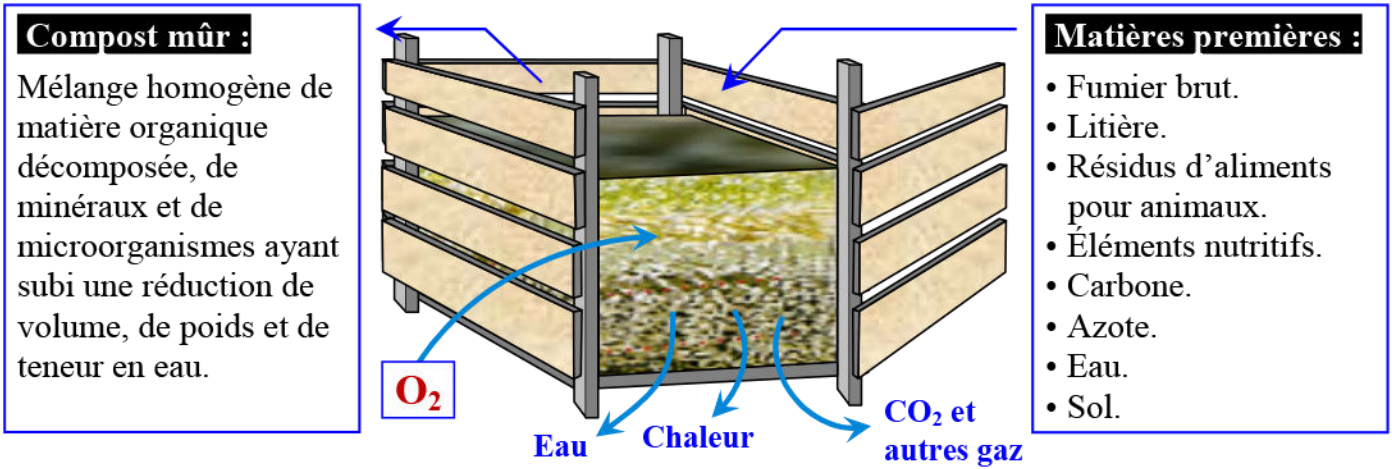
- ✓ La réduction du volume des déchets, et limitation de la pollution dont ils sont responsables.
- ✓ Eviter le gaspillage des ressources naturelles et d'énergie.
- ✓ Réduire les coûts d'extraction des matières premières...

a) La production des engrais organiques : le compostage. (Voir document 5)

**Document 5 : La production des engrais organiques (le compostage):**

Le compostage est un processus biologique réalisé grâce à la microflore et aux micro-organismes aérobie du sol. Le compostage permet la conversion et de valorisation des déchets organiques en un produit stabilisé, hygiénique, riche en composés minérales appelé compost.

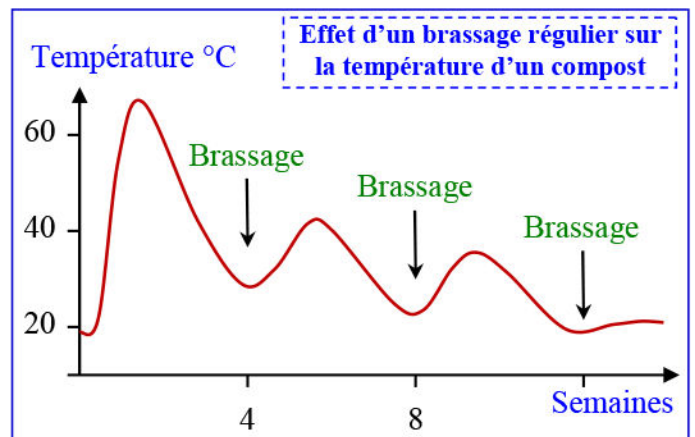
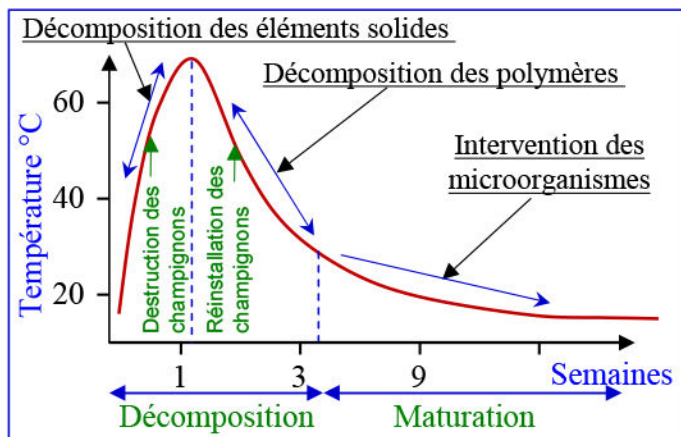
La figure ci-dessous présente les principales transformations produites lors de la formation du compost.



A partir de vos connaissances et en exploitant ces données :

- 1) Définir le compostage.
- 2) Citez l'impact positif de ce procédé sur l'environnement et sur l'économie.

Les figures ci-dessous présentent, l'évolution de quelques types d'organismes intervenant dans la production des engrais organiques (la variation de la température exprime le degré d'activité des microorganismes), et le rôle du brassage du sol dans la production du compost.



- 3) Mettez en relation la variation de la température, l'évolution de la matière organique et les organismes intervenant au cours des phases du compostage.
- 4) Montrez le rôle du brassage du sol dans la production du compost.
- 5) A partir des données de ce document, déterminez les principales phases du compostage.

- 1) Le compostage est la décomposition biologique de matière organique par des microorganismes (Les décomposeurs) sous des conditions aérobies en une matière qu'on appelle compost (engrais organique).

L'engrais organique obtenu à la fin du processus est un mélange homogène de substances organiques en décomposition, de substances minérales et de micro-organismes.

- 2) Le procédé de biodégradation des déchets organiques est une opportunité économique pour le Maroc, vu que nos ordures ménagères contiennent environ 76 % de matières fermentescibles. D'autre part d'importantes surfaces agricoles ont besoin d'être fertilisées en vue d'augmenter la production agricole.  
Le compost remplace les engrais chimiques qui sont nuisibles et peuvent polluer les sols et les eaux. Donc on peut améliorer le rendement agricole avec un coût faible.  
En plus le compostage permet la réduction du volume des déchets ménagers.
- 3) Pendant la première phase, la température monte progressivement, celle-ci est dégagée par l'activité des microorganismes mésophiles (se développe dans un milieu à température modérée) qui dégradent les molécules simples.  
La deuxième phase est particulièrement chaude, les microorganismes mésophiles sont remplacés par les microorganismes thermophiles. La décomposition devient plus rapide.  
Durant la troisième phase, les molécules simples ont toutes été consommées, ce qui entraîne la diminution de l'activité microbiologique. Il y'a alors moins de chaleur produite et réapparition des microorganismes mésophiles, qui finalisent la décomposition et la production du compost.
- 4) Pour assurer l'aération, on mélange et on retourne ces substances de façon continue. C'est le brassage qui favorise le développement des micro-organismes consommateurs d'oxygène.
- 5) Le compostage comprend trois phases :
- ✓ Une phase mésophile courte où le milieu se réorganise après brassage de constitution et où les microorganismes commencent à le coloniser.
  - ✓ Une phase thermophile où le milieu est envahi de microorganismes qui se nourrissent du carbone le plus biodégradable. Cette phase se caractérise par des élévations de température.
  - ✓ Une phase de mûrissement, où la température a tendance à être plus faible que durant la deuxième phase. Durant cette troisième phase, le milieu est colonisé par des champignons qui vont s'attaquer aux formes de carbone les plus résistantes comme la lignine.

## **Bilan :**

Pour produire les engrais organiques, on utilise des matières fermentescibles. Ce sont les matières organiques d'origine animale et végétale (reste des aliments). On utilise aussi les déchets du bétail et la litière; en plus de l'eau et du sol. Ces substances se dégradent par l'intervention d'organismes vivants, dans des conditions aérobie (en présence d'oxygène).

Le compostage peut être réalisé à petite échelle (domestique), comme il peut être réalisé dans des structures industrielles selon un procédé scientifique contrôlé.

### **b) La production du méthane (La méthanisation) :**

La production du méthane ou méthanisation, apparaît comme une réponse à la double problématique de la gestion des déchets et du développement des énergies renouvelables. Elle présente aujourd'hui une des principales techniques pour valoriser une part importante des déchets fermentescibles.

La méthanisation aboutit à la production d'un biogaz et d'un produit riche en matière organique appelé digestat.

Le document suivant (Voir document 6) montre le processus de méthanisation :

## Document 6 : La production du méthane (La méthanisation):

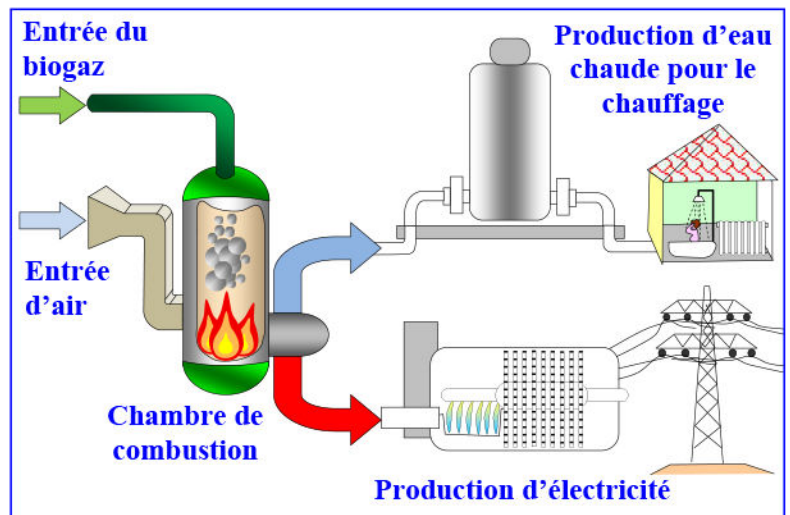
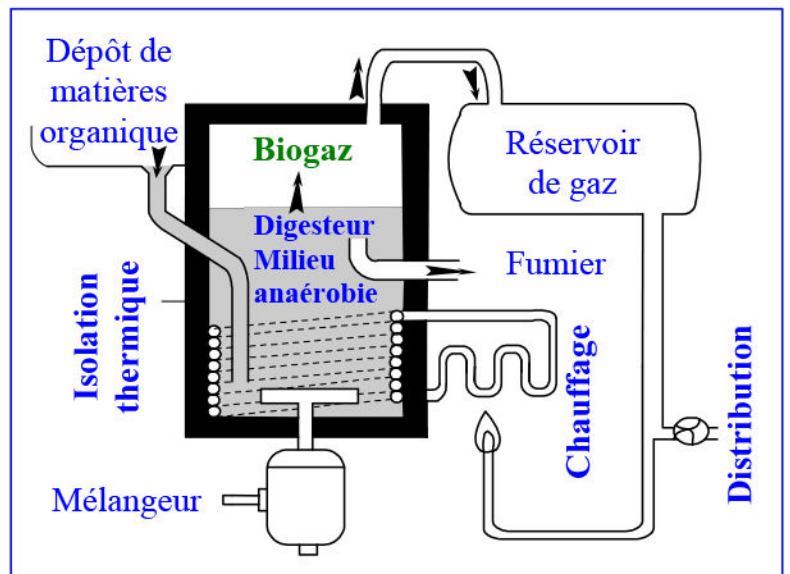
En conditions anaérobies, dans des «digesteurs» (Figure ci-contre), et sous l'action de bactéries productrices de méthane appelées méthanobactérium, les matières organiques des ordures ménagères sont utilisées pour produire un biogaz (tableau ci-dessous) :

### La composition du biogaz

Nature du gaz	%
Méthane CH <sub>4</sub>	50 à 80
CO <sub>2</sub>	20 à 50
Hydroxyde du soufre H <sub>2</sub> S	0 à 0.5

Le biogaz est un mélange gazeux dont le méthane est utilisé comme source énergétique (Voir figure ci-contre). Une tonne de déchets ménagers produit en moyenne 400 KWh d'énergie. Une partie (80 à 90 kWh) est consommée pour les propres besoins de l'usine.

- 1) Définir les techniques de production de biogaz.
- 2) Montrer les intérêts environnementaux et économiques de la production du biogaz.



- 1) La production du biogaz (ou méthanisation) est un processus de décomposition des matières organiques en milieu anaérobie à l'aide de bactéries méthanogènes (méthanobactérium) qui produisent le méthane CH<sub>4</sub>.

Les déchets ménagers sont stockés dans une cuve de fermentation (digesteur) dans laquelle la matière organique subit une décomposition anaérobie sous l'action de méthanobactérium. Un brassage de la matière organique, un apport d'eau mais surtout un chauffage, accélèrent la fermentation et la production du biogaz.

Le méthane obtenu subit une combustion dans des engins et sert à produire de l'énergie (Electricité; chauffage; combustible).

La biométhanisation n'aboutit pas à une dégradation complète des déchets. La matière solide qui reste, appelée digestat est comparable à un compost, elle sera utilisées comme engrais organique (compost).

- 2) Les avantages de cette technique de méthanisation sont:

- ✓ Réduction du volume des déchets
- ✓ Le biogaz est utilisé comme source d'énergie (production d'électricité, chauffage, biocarburant...) ce qui permet de diminuer l'utilisation de combustibles fossiles (pétrole, charbon).



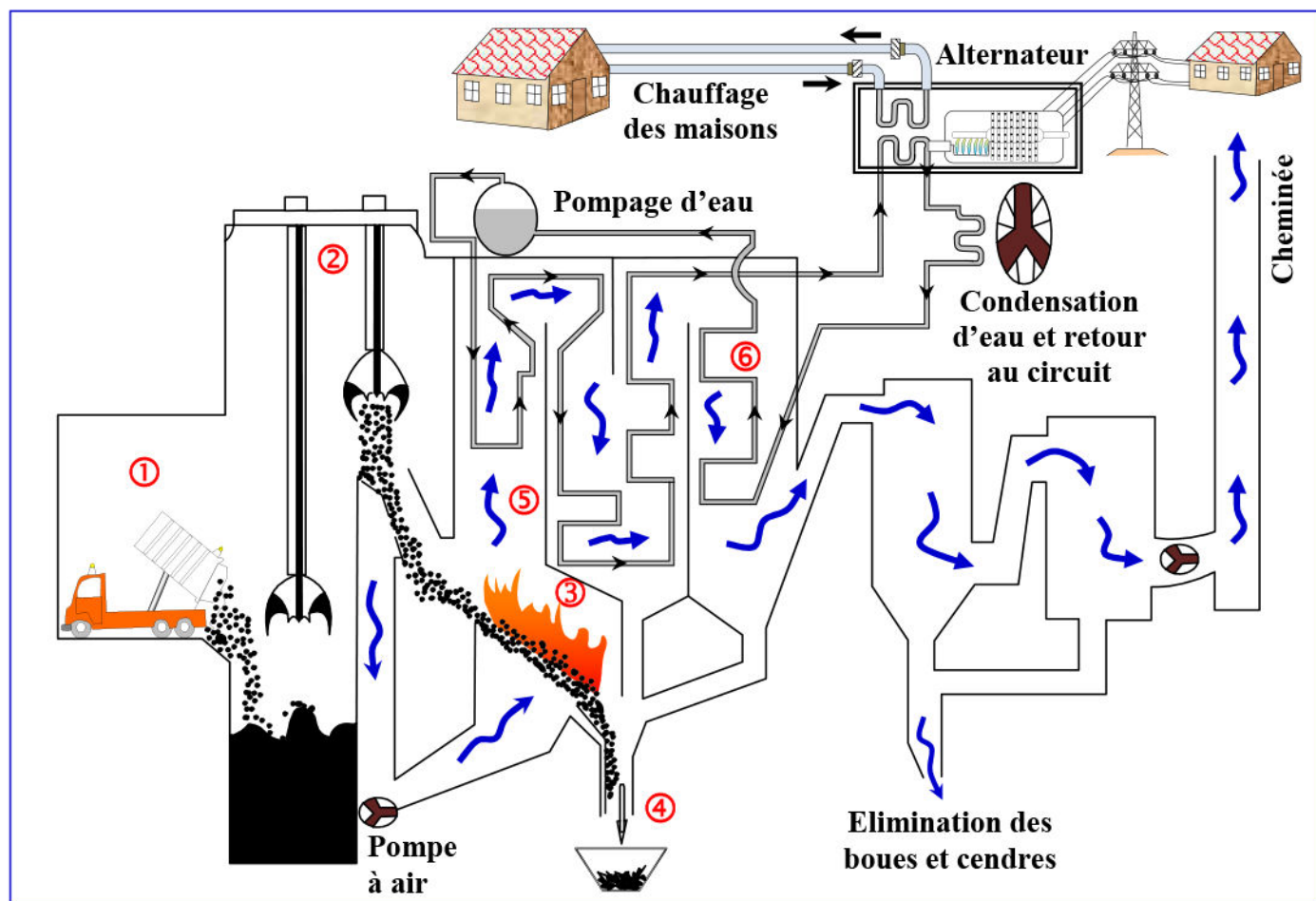
- ✓ En brûlant le biogaz (CH<sub>4</sub>), on limite son action sur l'effet de serre.
- ✓ Utilisation des résidus comme engrais organique.

### c) L'incinération des ordures ménagères : (Voir document 7)

#### Document 7 : L'incinération des déchets ménagers:

Dans le cadre de la valorisation énergétique des déchets ménagers, on utilise la technique d'incinération. C'est une technologie qui implique la combustion de substances organiques contenues dans les déchets ménagers et industriels.

Le schéma ci-dessous présente le principe de fonctionnement de l'usine d'incinération d'ordures ménagères.



- ① = Arrivée des déchets à l'usine d'incinération. Ces déchets vont être déversés dans une fosse.
- ② = Le grappin saisit les déchets au fond de la fosse et les jette dans le four.
- ③ = les déchets brûlent dans le four, en dégageant une fumée très chargée en cendre volantes. Un ventilateur injecte de l'air pour attiser le feu. La température se situe entre 800 et 1000°C.
- ④ = L'incinération produit des mâchefers (résidus solides provenant de la combustion) qui représentent 10% du volume incinéré. Ils sont déposés dans une décharge contrôlée bioactive. Il est possible d'en extraire certains métaux pour les recycler.
- ⑤ = La fumée passe d'abord dans la chaudière : les cendres volantes les plus lourdes retombent et sont récupérées. Ensuite, un électrofiltre attire et retient les poussières les plus fines.
- ⑥ = La fumée qui est brûlante, chauffe un circuit d'eau, dont la vapeur fait tourner une turbine productrice d'électricité. La chaleur est transmise à un réseau de chauffage à distance.

En exploitant les données de ce document :

- 1) Définir la technique d'incinération.
- 2) Préciser les avantages et les inconvénients de cette procédure.
- 3) Déterminer les dangers de l'incinération à l'air libre souvent pratiquée au Maroc.

1) L'incinération est une combustion aérobie des ordures ménagères dans un four, sous une haute température (800°C à 1000°C).

La chaleur issue de la combustion chauffe l'eau qui se transforme en vapeur. La vapeur est utilisée pour le chauffage ou fait actionner des alternateurs qui génèrent de l'électricité.

2) L'incinération présente plusieurs avantages ainsi que des inconvénients:

✓ **Les avantages de l'incinération :**

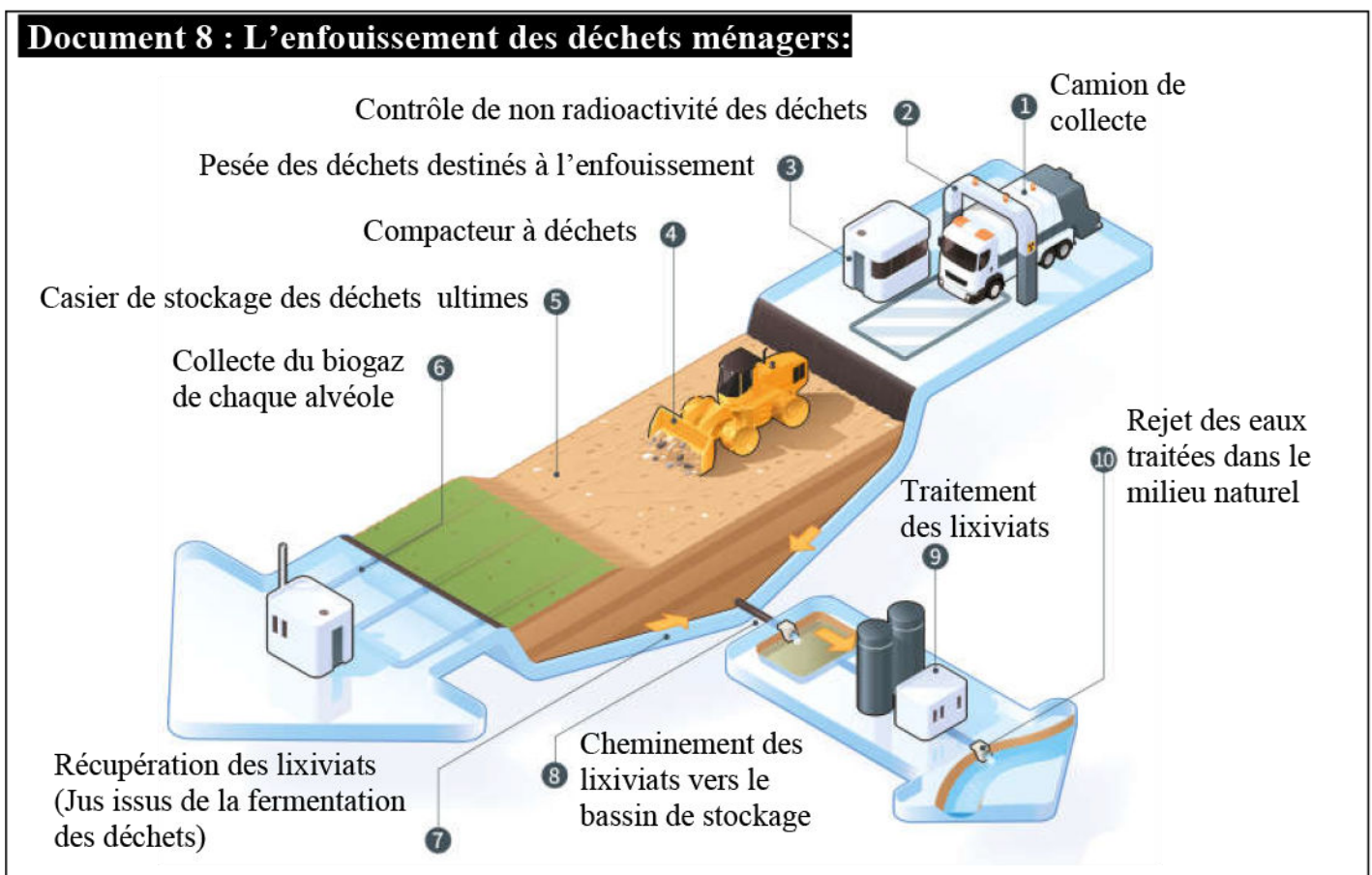
- Elle permet de réduire le volume des déchets d'un pourcentage qui peut atteindre 90 %. Donc réduire l'impact néfaste des déchets pour les sols les mers et cours d'eaux.
- Elle permet de réduire le taux des maladies dues à la pollution.
- Elle permet de réduire le réchauffement climatique due aux déchets ménagers.
- Elle permet de produire de l'électricité ou de la chaleur et du faite, réduire la facture énergétique qui pèse lourd dans la balance commerciale.
- Les mâchefers ou résidus solides de l'incinération sont réutilisés dans le recyclage du fer et dans les travaux publics surtout la construction de routes.

✓ **Les inconvénients de l'incinération :**

- Les fumées rejetées par les usines d'incinération contiennent des métaux lourds, de la dioxine... qui sont une menace pour la santé de l'homme et l'environnement. Mais les nouvelles usines d'incinération sont dotées de nouvelles techniques de dépoussiérage, de lavage et de filtration des fumées. Les résidus toxiques récupérés de ces fumées seront stockés.

3) La combustion des déchets à l'air libre est responsable d'émission de substances ayant des effets nocifs sur l'environnement et tout particulièrement sur la qualité de l'air, la faune et la flore ainsi que la santé.

**d) L'enfouissement des déchets ménagers :** (Voir document 8)



- L'enfouissement des déchets est une des méthodes modernes de traitement des déchets ménagers. Elles consiste à les enterrer dans des fosses spécialement aménagés à cet effet, en tenant compte de la nature des déchets, de leur dangerosité et en veillant à bien isoler le site, pour empêcher la pollution des sols et de la nappe phréatique.
- L'enfouissement concerne les déchets ultimes, c'est-à-dire impossible à recycler ou valoriser.
- Les centres de stockages sont constitués :
  - ✓ Des unités de stockage appelées alvéoles. Celles-ci sont équipées d'un dispositif d'étanchéification, afin d'éviter la contamination du sous sol et des nappes phréatiques. Le terrain choisi doit avoir un sol imperméable pour éviter l'infiltration du lixiviat vers les eaux souterraines. L'imperméabilité du sol est renforcée par la pose d'une couche de béton au fond des fosses de décharge.
  - ✓ Un réseau de drains permettant l'évacuation des lixiviats vers un bassin de traitement.
- Les déchets sont régulièrement compactés pour éviter les trous d'air qui peuvent être source d'oxygène pour des départs de feu spontanés.

## II- L'impact des ordures ménagères sur l'environnement, la santé et l'économie:

### ① Impacts des ordures ménagères sur l'environnement : (Voir document 9)

#### Document 9 : Impacts des ordures ménagères sur l'environnement:

Les ordures ménagères, se composent de matières minérales et organiques. Ces derniers renferment divers éléments chimiques comme le carbone (C), l'azote (N), le chlore (Cl), le fluore (F)... ces éléments forment, lors de mise en feu des déchets, plusieurs composés nocifs comme le CO, NO, NO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>... dont on résume les principaux impacts dans le tableau suivant :

Éléments des déchets	Produits de déchets brûlés	Impacts
Azote	Oxyde d'azote	Destruction de l'ozone, effet de serre, pluies acides.
Carbone	Monoxyde de carbone	effet de serre
Chlore	Acide chlorhydrique	effet de serre
	Dioxine (molécules organochlorées)	Accumulation dans les chaînes alimentaires
Fluore	Acide fluorhydrique	Destruction de l'ozone, effet de serre
Souffre	Dioxyde de soufre	Pluies acides

- ★ L'incinération des déchets à l'air libre et les incendies qui touchent les ordures ménagères dans les décharges non contrôlées, produit des gaz toxiques, qui provoquent des dégâts au niveau de l'environnement comme les pluies acides, l'effet de serre et la destruction de la couche d'ozone, ainsi que l'accumulation des substances polluantes dans les maillons des chaînes alimentaires.
- ★ Le lixiviat qui se constitue par l'infiltration de l'eau à travers les déchets ménagers, contient des substances à forte toxicité, des microbes et des métaux lourds, cette composition nuit au sol et à la nappe phréatique.

A partir des données de ce document, décrivez les divers impacts des déchets ménagers sur l'environnement.

La fumée dégagée des décharges non contrôlées contient des gaz comme CO, CO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>..., dont les principaux impacts sur l'environnement, sont l'effet de serre et la destruction de la couche d'ozone.

Les lieux de dépôts et de stockages des déchets deviennent des foyers de prolifération de rongeurs et d'insectes nuisibles (Mouches et moustiques), en plus de l'émanation des odeurs nauséabondes (qui provoquent des nausées).

Les matières organiques et minérales (Cl, Pb, C, F, N, S...) qui s'échappent des décharges d'ordures, réagissent avec le CO<sub>2</sub> et l'eau des pluies pour former des composés toxiques (Dioxine, SO<sub>2</sub>, HCl, L'acide fluorhydrique...), formant un jus, connu sous le nom de lixiviat, chargé en polluants chimique, organique et en germe biologique.

Le lixiviat présente un grand risque de contamination des sols, des eaux de surface, des nappes phréatiques et des domaines marins. Ainsi que l'intoxication des chaînes alimentaires et par suite, l'extinction de certains êtres vivants dans des milieux naturels.

## ② Impacts des ordures ménagères sur la santé : (Voir document 10)

### Document 10 : Impacts des ordures ménagères sur la santé:

Le tableau suivant résume l'effet de certain gaz produit par l'incinération non contrôlée des déchets domestiques :

Gaz		Effets
Monoxyde de carbone (CO)		A faible dose il empêche l'acheminement de l'O <sub>2</sub> au cerveau, cœur et muscle, et à forte dose il devient toxique pour le système cardio-respiratoire et peut entraîner la mort.
dioxyde de soufre SO <sub>2</sub>		Irritation du nez, de la gorge et des yeux. A forte dose peut causer l'œdème des poumons, puis la mort après une exposition prolongée.
Oxydes d'azote (NO <sub>x</sub> )		Irritent les voies respiratoires et cause des troubles cardiaque et respiratoire (asthme)
Dioxine (molécules organochlorées)		Trouble des systèmes immunitaire, nerveux et endocrinien (hormonal) même à faibles doses, c'est une substance cancérigène.
Composés organiques volatiles	Aldéhyde	Irritation de la gorge, de la peau, du nez et des yeux
	Benzène	Déficiences du système respiratoire (asthme). C'est une substance cancérigène avec le toluène et le formol.

En vous basant sur les données du tableau, comparez l'impact des différents polluants résultants de la combustion des ordures ménagères sur la santé.

Les ordures ménagères représentent une source très diverse de maladies respiratoires et cutanées ainsi que des cancers.

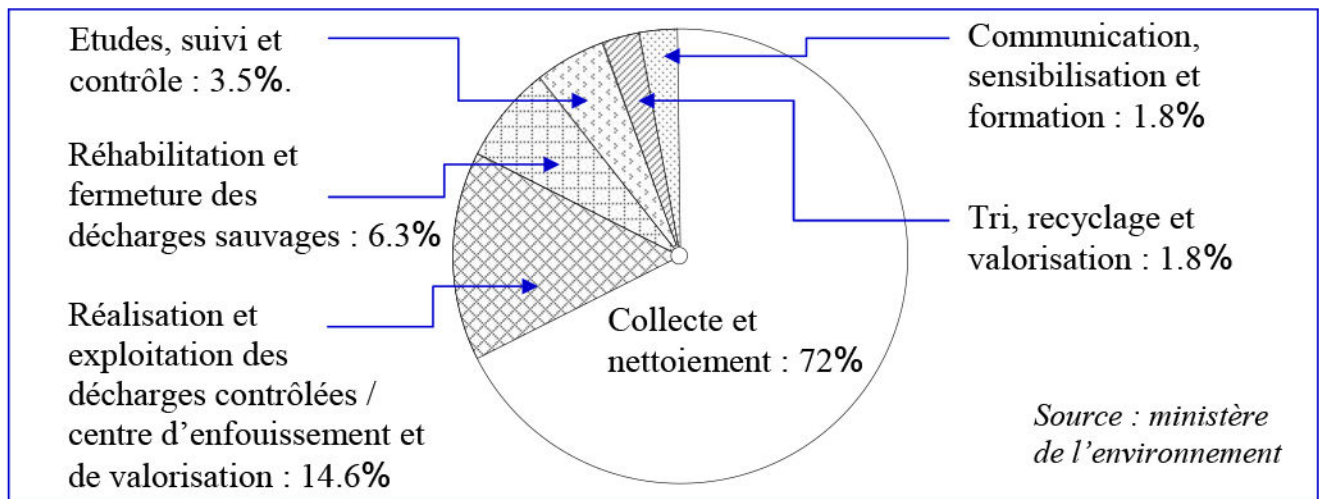
- ✓ La combustion des déchets ménagers par incendie dans les décharges publiques ou par incinération et leur fermentation, provoquent le dégagement de plusieurs gaz toxiques comme l'hydrogène sulfureux, le méthane, le dioxyde de carbone... qui ont des effets néfastes sur la santé de l'homme :
- ✓ L'accumulation des ordures ménagères dans une ville, peut être à l'origine de la prolifération des microbes, des parasites et autres vecteurs de maladies: paludisme (la malaria ou fièvre des marais) ; fièvre typhoïde, choléra...

- ✓ La prolifération des déchets ménagers s'accompagne de la prolifération de rongeurs, de bactéries toxiques et d'insectes nuisibles, vecteurs de maladies infectieuses et autres épidémies...

### ③ Impacts des ordures ménagères sur l'économie : (Voir document 11)

#### Document 11 : Impacts des ordures ménagères sur l'économie:

- ★ On estime les ordures ménagères au Maroc de 6.5 millions de tonnes par an, la plus part sans traitement dans des décharges non contrôlées et sans infrastructure convenable. On estime le coût global de gestion des ordures ménagères de 40 milliards de dirhams avec 27 milliards de dirhams pour améliorer les services de la collecte et 6 milliards de dirhams pour la réalisation et l'exploitation des décharges contrôlées, et 6 milliards de dirhams pour l'entretien des décharges utilisées et 1 milliard de dirhams pour améliorer le traitement des ordures. Sans compter les charges de l'état attribuées pour traiter l'impact négatif de ces ordures sur la santé et sur l'environnement.
- ★ Le graphe ci-dessous, présente la répartition du budget (40 milliard de dirhames) du programme national des déchets ménagers:



En vous basant sur les données de ce document, et vos connaissances, décrivez l'impact des ordures ménagères sur l'économie, puis déterminez comment peut-on baisser le coût des dépenses liées à l'impact des ordures ménagères.

- ★ Malgré les valeurs économiques des déchets ménagers comme source de matière première pour plusieurs industries, et comme source de postes de travail, ils ont un effet négatif sur l'économie des pays.  
La gestion des ordures ménagères coûte chère, pour le Maroc par exemple le budget s'élève à 37 milliards de dirhams par an.  
Les déchets ménagers détériorent les milieux naturels tels que les fleuves, les mers, les sols et les eaux souterraines, limitant ainsi les potentialités de ces milieux comme ressources naturelles exploitables.
- ★ Pour atténuer l'incidence des ordures ménagères sur l'économie, il faut développer des techniques de réutilisation des ordures ménagères. Ainsi, on peut limiter leur effet polluant et les exploiter comme ressources économiques.
  - ✓ Limiter l'usage des emballages pour les produits commerciaux (sacs en plastiques).
  - ✓ Privilégier les produits recyclables en premier lieu pour limiter le volume des ordures dans la nature. (Exemple : *couches textiles au lieu des couches jetables*)...